

## PM Risk och Säkerhet

Tvärbanan Kistagrenen

Sträckan vid Ärvinge, del av fastigheten Akalla 4:1, Stockholm

Slutgiltig

2021-02-15



**Dokumenttyp:** PM Risk och Säkerhet  
**Uppdragsnamn:** Tvärbanan Kistagrenen  
Sträckan vid Ärvinge, del av fastigheten Akalla 4:1, Stockholm

**Uppdragsnummer:** 107756  
**Datum:** 2021-02-15  
**Status:** Slutgiltig  
**Uppdragsledare:** Rosie Kvål  
**Handläggare:** Erik Hall Midholm  
Tel: 08-588 188 00  
E-post: erik.midholm@brandskyddslaget.se  
**Uppdragsgivare:** Trafikförvaltningen Stockholms läns landsting

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Revidering avser
2020-02-20	EMM	PWT	Granskningshandling
2020-09-30	EMM	PWT	Utgåva 1
2020-12-14	EMM	PWT	Utgåva 2 – Revideringar utifrån nytt underlag med justerad sträckning
2021-01-20	EMM	PWT	Utgåva 3
2021-02-15	EMM	PWT	Utgåva 4

## Innehållsförteckning

<b>1.</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>4</b>
1.1	Bakgrund.....	4
1.2	Syfte .....	5
1.3	Avgränsningar .....	5
1.4	Styrande dokument .....	6
1.5	Underlag .....	6
<b>2.</b>	<b>OBJEKTBESKRIVNING</b> .....	<b>6</b>
2.1	Tvärbanan Kistagrenen – sträckan Ärvinge – Kista C.....	6
2.1.1	Kringliggande bebyggelse .....	8
2.1.2	Planerad ny bebyggelse .....	10
<b>3.</b>	<b>FÖRDJUPAD UTREDNING – TRAFIKANTSÄKERHET</b> .....	<b>10</b>
3.1	Inledning – Studerade olycksrisker och riskfaktorer .....	10
3.2	Bedömning.....	11
3.2.1	Olycka på närliggande farligt godsled.....	11
<b>4.</b>	<b>FÖRDJUPAD UTREDNING – PÅVERKAN PÅ TREDJE MAN</b> .....	<b>12</b>
4.1	Inledning – Studerade olycksrisker.....	12
4.2	Resultat av fördjupad utredning.....	12
4.2.1	Ärvinge – Kista C .....	12
<b>5.</b>	<b>FÖRDJUPAD UTREDNING – PÅVERKAN PÅ RÄDDNINGSTJÄNSTENS INSATSMÖJLIGHETER</b> .....	<b>15</b>
5.1	Inledning .....	15
5.2	Bedömning av påverkan på räddningsinsatser.....	15
5.2.1	Ärvinge – Kista C .....	16
<b>6.</b>	<b>SAMMANSTÄLLNING AV ÅTGÄRDSFÖRSLAG</b> .....	<b>18</b>
6.1	Trafikantsäkerhet (påverkan från kringliggande riskobjekt): .....	18
6.2	Påverkan på tredje man.....	18
6.3	Påverkan på räddningstjänstens insatsmöjligheter.....	18
<b>7.</b>	<b>REFERENSER</b> .....	<b>19</b>



## 1. Inledning

### 1.1 Bakgrund

År 2001 inledde SL en förstudie för hela Tvärbanan i samverkan med berörda kommuner; Stockholm, Sundbyberg och Sollentuna. Det tidiga samrådet ledde till att Solnagrenen prioriterades. Därefter har flertalet utredningar för Kistagrenen genomförts och SL:s styrelse godkände Kistagrenens förstudie 2011. Sedan dess har ytterligare fördjupade utredningar genomförts, vilka presenteras i den fördjupade förstudien som påbörjades 2011 och godkändes av Stockholms läns landstings trafiknämnd våren 2014.

I samband med godkännandet av den fördjupade förstudien uppdrog trafiknämnden åt Trafikförvaltningen att påbörja planläggning för Kistagrenen samt att utreda hur den planerade spårvägen kan göras mer stadsmässig och byggas till en lägre kostnad. Under hösten 2015 fattade landstingets trafiknämnd ett förnyat inriktningsbeslut.

Ett antal studier och utredningar pågår nu för att göra den planerade spårvägen mer stadsmässig<sup>1</sup> och genomföra utbyggnaden till lägre kostnader. Parallellt pågår arbetet med detaljplanprocesserna som behövs för att möjliggöra utbyggnaden. Planprocessen är lagreglerad i Plan- och bygglagen (2010:900) och genomförs av respektive kommun. Under arbetet med detaljplanerna utreds var spårvägen ska byggas och hur den ska se ut. Inom ramen för det arbetet genomförs också samråd. Samråd är av stor betydelse för planläggningen och innebär att respektive kommun tar kontakt och för dialog med andra myndigheter, organisationer och berörd allmänhet för att få in synpunkter och kunskap. Synpunkterna från samrådet sammanställs i en samrådsredogörelse som sammanfattar synpunkterna och hur de har påverkat planutformningen. Myndigheter och berörda har sedan ytterligare ett tillfälle att lämna synpunkter på den föreslagna utbyggnaden i samband med att detaljplanerna ställs ut för granskning.

När Kistagrenens läge har preciserats under detaljplanprocessen och detaljplanerna vunnit laga kraft kan upphandling av anläggningsentreprenaderna påbörjas.

Trafikförvaltningen projekterar spårvägen i samverkan med kommunerna och arbetet löper parallellt med detaljplanprocessen där synpunkter och tillkommande kunskap arbetas in. Vartefter projekteringen framskrider kommer också fler detaljer och lösningar att kunna presenteras vid samråd och i granskningsskeden.

Byggnationen påbörjas successivt när planer, avtal och upphandlingar för respektive del är färdiga. Tvärbanan byggs ut i etapper. Planerad trafikstart på sträckan Norra Ulvsunda till Bromma flygplats är år 2020. Sträckorna Ursvik och Helenelund ska börja trafikeras år 2022 respektive år 2023. Till att börja med är det troligt med 10 – 15-minuterstrafik som sedan ökar vartefter behovet av resandet utvecklas. Fullt utbyggd trafikering beräknas ske kring år 2030.

Trafikförvaltningen har gett Brandskyddslaget AB i uppdrag att ta fram ett PM Risk och Säkerhet för utbyggnaden av Kistagrenen. Under våren 2015 utförde Brandskyddslaget riskidentifiering samt en kvalitativ uppskattning av riskernas omfattning (PM Risk och Säkerhet, senast reviderad 2015-05-18 /1/). Utifrån den kvalitativa uppskattningen konstaterades att det förekommer ett antal risker som behöver studeras och beaktas vidare i projekteringen och planeringen av Kistagrenen.

---

<sup>1</sup> TF har bl.a. samverkat med det franska projekteringsföretaget SYSTRA, vilket har lett till flera förslag om ett mer stadsmässigt utförande som TF kommer att arbeta vidare med.



I denna handling genomförs en fördjupad utredning avseende risker förknippade med driftskedet som har påverkan på tredje man och kringliggande bebyggelse samt påverkan på räddningstjänstens insatsmöjligheter. Handlingen omfattar dessutom en fördjupad utredning av risker förknippade med kringliggande riskobjekt och dess påverkan på spårvägens trafikantsäkerhet. Se vidare avsnitt 1.3.

**Handlingen omfattar sträckan Ärvinge – Kista C och utgör underlag till detaljplan för Tvärbanans Kistagren, Sträckan vid Ärvinge, del av fastigheten Akalla 4:1.**

## 1.2 Syfte

Syftet med PM Risk och Säkerhet – Fördjupad utredning är att utgöra ett underlag till utformningen av spårvägen samt till kommunens detaljplan. Handlingen ska belysa vilka risker som behöver beaktas för utbyggnaden av Kistagrenen. I förekommande fall föreslås dessutom hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

## 1.3 Avgränsningar

Enligt avsnitt 1.1 omfattar sträckan Ärvinge – Kista C och utgör underlag till detaljplan för Tvärbanans Kistagren, Sträckan vid Ärvinge, del av fastigheten Akalla 4:1. Tvärbanan Kistagrenens övriga sträckor hanteras i handlingen /2/.

Handlingen omfattar risker förknippade med den nya spårvägen och dess påverkan på kringliggande skyddsobjekt samt risker förknippade med kringliggande riskobjekt och dess påverkan på spårvägen. Denna fördjupade utredning avgränsas till att studera risker med avseende på påverkan på hälsa och säkerhet för människor.

Handlingen omfattar risker förknippade med spårvägens driftskede. De skyddsobjekt som beaktas omfattar trafikantsäkerhet, säkerhet för tredje man samt påverkan på räddningstjänstens insatsmöjligheter.

Avseende trafikantsäkerhet så avgränsas handlingen till att studera påverkan från kringliggande riskobjekt utmed den nya spårvagnssträckningen. Handlingen kommer inte att redovisa en samlad bild över trafiksäkerhetsrisker förknippade med spårvägen och övriga trafikslag. Detta kommer att hanteras i separata säkerhetsbedömningar och riskanalyser som utförs i enlighet med Trafikförvaltningens säkerhetsbestämmelser SSÄ SÄK-0001 (System för säkerhetsstyrning) /3/ och SSÄ SÄK-0003 (Riskbedömning och riskanalys) /4/. Separat säkerhetsbedömning och riskanalys för den aktuella sträckan kommer att upprättas i granskningsskedet. Säkerhetsbedömning och riskanalys kommer att hantera bl.a. olycksriskerna spårvagnsolycka (inkl. olycka med andra trafikslag) och suicid. Dessa risker kommer således inte att studeras i denna handling.

Följande risker och riskfaktorer kommer att studeras i denna fördjupade utredning:

### Avsnitt 3. Påverkan på trafikantsäkerhet från kringliggande riskobjekt

- Olycka med transport av farligt gods
- Olycka vid drivmedelstationer
- Olycka vid farliga verksamheter

### Avsnitt 4. Påverkan på tredje man

- Urspårning
- Tågbrand

### Avsnitt 5. Påverkan på räddningstjänstens insatsmöjligheter

- Försvårande av insatsmöjlighet till intilliggande bebyggelse

Den fördjupade utredningen omfattar inte elektromagnetiska fält.

## 1.4 Styrande dokument

Handlingen har utförts med avseende på risk- och skyddsobjekt som hamnar under följande lagkrav och riktlinjer:

- Plan- och bygglagen (SFS 2010:900) /5/
- Miljöbalken (SFS 1998:808) /6/
- Lagen (2003:778) om skydd mot olyckor /7/
- Lagen (1990:1157) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg /8/
- Länsstyrelsens riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag m.m., bl.a. Rapport 2000:01 /9/ och Rapport nr 15:2003 /10/
- Trafikförvaltningens riktlinjer för anläggning och brandskydd m.m. /11, 12/
- Trafikförvaltningens regler för skyddsräler /13/
- Trafikförvaltningens system för säkerhetsstyrning avseende järnväg, tunnelbana och spårväg /3/

## 1.5 Underlag

Den fördjupade utredningen har hämtat information bland annat från följande underlag:

- Tvärbanan Kistagrenen – Övergripande förutsättningar /14/

Övrig information som använts hänvisas till löpande samt redovisas i avsnitt 7 *Referenser*.

## 2. Objektbeskrivning

### 2.1 Tvärbanan Kistagrenen – sträckan Ärvinge – Kista C

Tvärbanan Kistagrenen är en planerad utbyggnad av Tvärbanan. Den ska starta efter hållplatsen Norra Ulvsunda i Bromma och sträcka sig till Helenelund pendeltågstation i Sollentuna. Kistagrenen är 8 km och passerar 10 hållplatser i de tre kommunerna Stockholm, Sundbyberg och Sollentuna.

Handlingen omfattar sträckan Ärvinge – Kista C. Spårvägen planeras i en tunnel under Kymlingelänken fram till Kista. Spårvägen går sedan på egen banvall, först parallellt med Kymlingelänken (ca 30-35 meter från huvudvägbanorna) och därefter vidare norrut parallellt med gång-/cykelvägen som går utmed befintliga parkeringsgarage längs Igelbäcksgatan fram till cirkulationsplatsen mellan Hanstavägen, Kistavägen och Danmarksgatan.

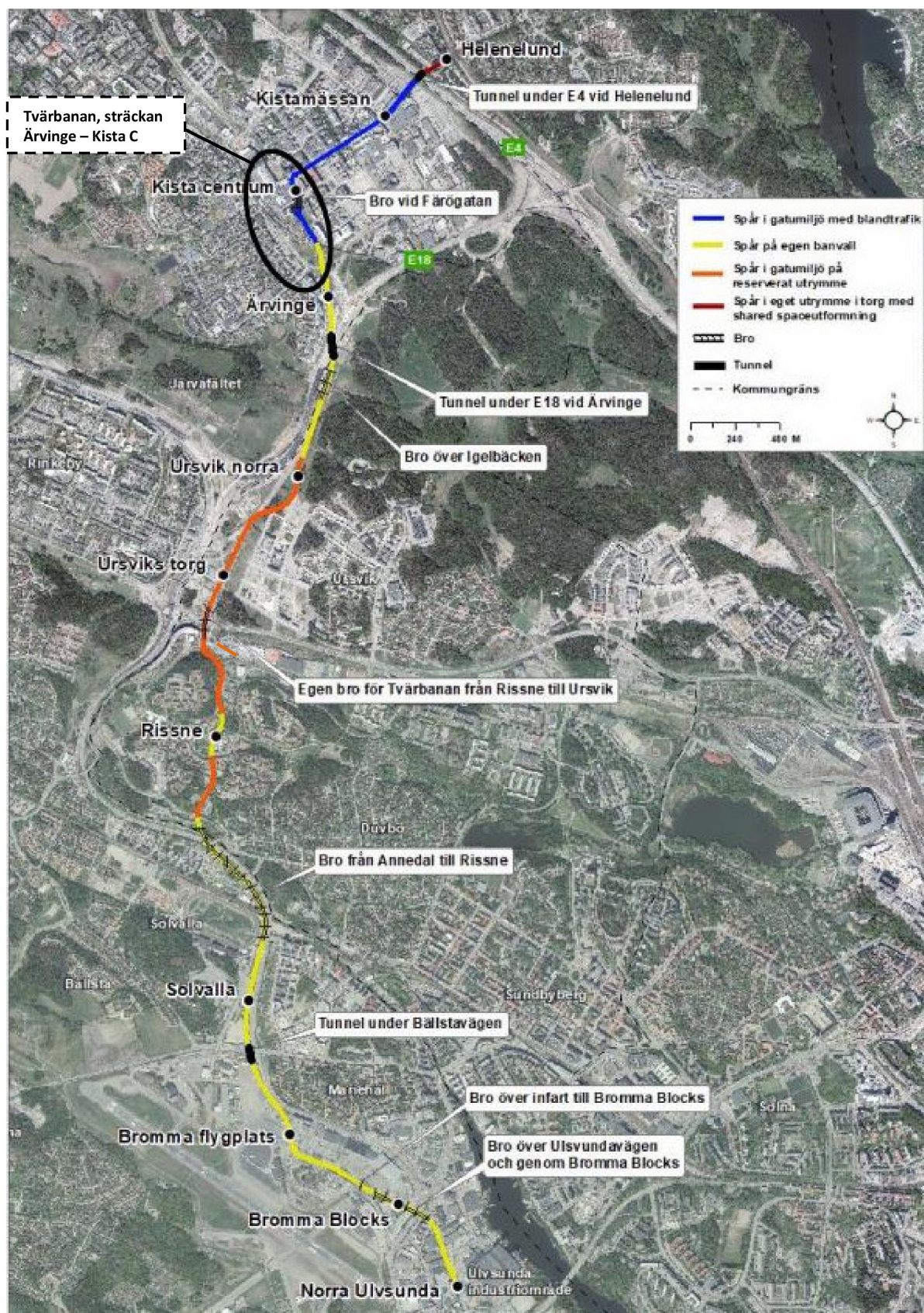
Tvärbanan passerar över Danmarksgatan strax väster om cirkulationsplatsen mellan Hanstavägen, Kistavägen och Danmarksgatan. Norr om cirkulationsplatsen så planeras sedan en breddning av Hanstavägen där spårvägen kommer att gå i ett eget område mitt i Hanstavägen med en körbana för vägtrafik på vardera sida. Cirka 190 meter efter cirkulationsplatsen övergår spårvägen till en brokonstruktion för att ansluta mot Färögatan i höjd med Jan Stenbecks torg. Spårvägen korsar Färögatan och torget och ansluter mot Kistagången vid kv. Skalholt.

Utmed sträckan planeras två hållplatser, Ärvinge (vid parkeringsgaragen vid Igelbäcksgatan) och Kista Centrum (på Jan Stenbecks torg).

Hastighetsbegränsningen på sträckan kommer att vara 40 km/h där spårvägen dras på egen banvall respektive i gatumiljö på reserverat område.

Figur 2.1 redovisar planerad sträckning av Tvärbanan Kistagrenen. I figuren markeras den sträcka som hanteras i handlingen, d.v.s. sträckan Ärvinge – Kista C.

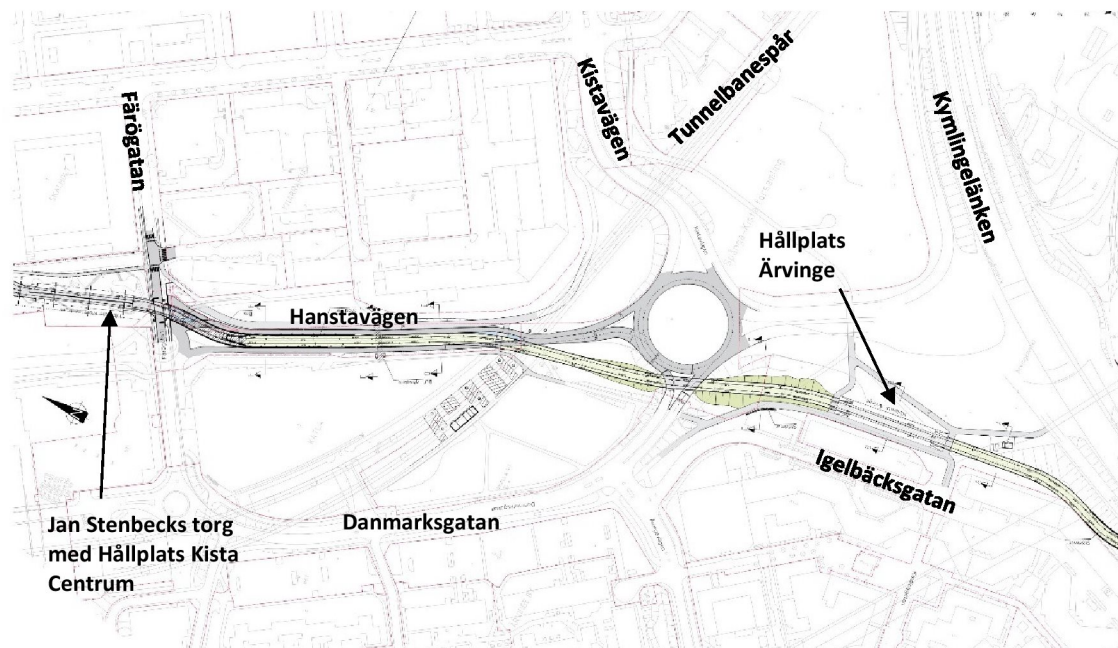




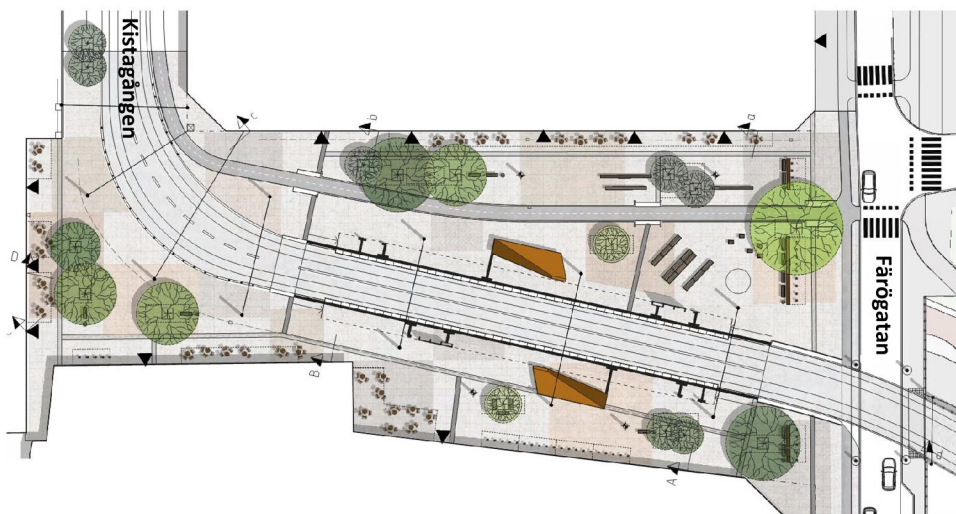
Figur 2.1. Utbyggnad av Tvärbanan Kistagrenen. I figuren markeras den sträcka som behandlas i handlingen.



Figur 2.2 redovisar föreslagen utformning av spårvägen utmed sträckan som behandlas i detaljplanen. Figur 2.3 redovisar föreslagen sträckning av spårvägen över Jan Stenbecks torg.



Figur 2.2. Förslag till plankarta Tvärbanan Norr Kistagrenen sträckan Ärvinge – Kista C. Observera att figuren är vriden i förhållande till figur 2.1, se kompasspilen till vänster.



Figur 2.3. Förslag till Tvärbanans sträckning över Jan Stenbecks torg. Observera att figuren är vriden i förhållande till figur 2.1, se kompasspilen till vänster i figur 2.2.

### 2.1.1 Kringliggande bebyggelse

Den planerade sträckningen innebär generellt relativt stora avstånd mellan spårvägen och befintlig bebyggelse.

Utmed sträckan mellan Kymplingelänken och cirkulationsplatsen mellan Hanstavägen, Danmarksgatan och Kistavägen (se figur 2.2.) så planeras att Tvärbanan relativt nära befintliga parkeringsgarage. Spårvägen planeras som närmast ca 5 meter från parkeringsgarage och avståndet ökar sedan till ca 14 meter.

Garagen ligger helt eller delvis under mark och har slutna betongfasader mot Tvärbanan. Utmed sträckan där avståndet mellan Tvärbanan och garagen blir som minst ligger garaget nära helt under mark. Ovanpå garagens tak finns parkeringsytor som har en ca 1 meter hög betongmur mot Tvärbanan. Avståndet till befintlig kontorsbebyggelse utmed Igelbäcksgatan överstiger ca 45-50 meter.

Norr om korsningen mellan Hanstavägen och Danmarksgatan vidare mot Jan Stenbecks torg så planeras spårvägen i eget område i mitten av Hanstavägen och avståndet till närmaste bebyggelse väster om vägen blir minst 10 meter (kontorshus inom fastigheten Katla 1). Vid sträckningen över torget planeras spårvägen så att avståndet till närmaste byggnad är minst 10 meter.

Strax före Färögatans bro över Hanstavägen finns en transformatorstation utmed avfarten från Hanstavägen mot parkeringsgaraget under Jan Stenbecks torg, se figur 2.4. Brokonstruktionen kommer att hamna som närmast ca 4 meter från transformatorstationen. Vägbanan in i parkeringsgaraget kommer att anpassas så att den inte går under bron.



Figur 2.3. Foto över transformatorstation vid Hanstavägen. Tvärbanan går på bro parallellt med Hanstavägen.

Norr om korsningen mellan Hanstavägen och Danmarksvägen så kommer spårvägen att passera under den befintliga tunnelbanebron, se figur 2.5. Tunnelbanebrons pelare behöver beaktas vid breddningen av Hanstavägen och Tvärbanans spårplan. Avståndet mellan spårmitt och närmaste bropelare kommer att bli ca 10 meter.





Figur 2.4. Foto över tunnelbanebron över Hanstavägen, sett söderifrån. Tvärbanan kommer passera strax vänster om vägbanan, och avståndet mellan spår och bropelare blir ca 10 meter.

### 2.1.2 Planerad ny bebyggelse

Det finns planer på att exploatera delar av områdena utmed Hanstavägen mellan Kymlingelänken och Färögatan. Markytorna mellan Hanstavägen och Igelbäcksgatan respektive Danmarksgratan är utpekade som utredningsområden för ny bebyggelse och detsamma gäller ytorna mellan Hanstavägen och befintlig bebyggelse inom fastigheterna Knarrarnäs.

Den planerade sträckningen av Tvärbanan ligger i anslutning till de utpekade utredningsområdena, vilket innebär att exploateringen kan innebära korta avstånd mellan spårväg och ny bebyggelse. Den planerade utvecklingen av aktuella områden är i mycket tidiga skeden och det finns inga bebyggelseförslag att studera.

## 3. Fördjupad utredning – Trafikantsäkerhet

### 3.1 Inledning – Studerade olycksrisker och riskfaktorer

Utifrån riskidentifieringen samt den kvalitativa uppskattningen av riskernas omfattning som redovisas i PM Risk och Säkerhet /1/ konstateras att olycksrisker förknippade med närliggande farligt godsleder behöver beaktas med avseende på dess påverkan på trafiksäkerheten.

I den fördjupade utredning som behandlar övriga delsträckor av Tvärbanan Kistagrenen /2/ så har ytterligare ett antal riskkällor identifierats som bl.a. är förknippade med anläggningar som är klassade som farliga verksamheter enligt kapitel 2:4 i Lagen om skydd mot olyckor. KTH Electrum är klassad som farligt verksamhet med anledning av de stora mängder brandfarliga varor och giftiga ämnen som hanteras inom anläggningen. KTH Electrum ligger som närmast ca 250 meter från den studerade sträckan Ärvinge – Kista C. Avståndet är betryggande med avseende på potentiella olycksscenarioer inom anläggningen, varför KTH Electrum inte kommer beaktas i denna handling.

Avståndet mellan spårvägen kringliggande bebyggelse bedöms vara betryggande med avseende på potentiella brandhändelser och dess påverkan på trafikantsäkerheten. Denna bedömning omfattar även närheten till transformatorstationen vid Färögatan. Rökutveckling och räddningsinsats m.m. bedöms påverka driften av spårvägen vid en brandhändelse, men med hänsyn till avståndet förväntas en brand inte medföra akut påverkan på trafikantsäkerheten.



Den fördjupade utredningen avseende påverkan på trafikantsäkerheten från kringliggande riskobjekt kommer att omfatta följande olycksrisker:

- Olycka med transport av farligt gods

## 3.2 Bedömning

### 3.2.1 Olycka på närliggande farligt godsled

Sydost om den aktuella sträckan går Tvärbanan parallellt med Kymlingelänken/E18 som är en primär transportled för farligt gods. Spårvägen passerar i en tunnel under Kymlingelänken/E18 och fortsätter vidare västerut ca 30-35 meter från vägen (mätt från huvudkörbanorna) utmed en ca 100 meter lång sträcka.

Med hänsyn till potentiella skadeavstånd så är det dock endast olycksscenarioer förknippade med massexplosiva ämnen (klass 1.1), brännbara gaser (klass 2.1), giftiga gaser (klass 2.3), brandfarliga vätskor (klass 3) samt oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5) som innebär skadeområden utanför närområdet kring olycksplatsen och därmed kan innebära konsekvenser inom det aktuella planområdet. Skadeområden för dessa olycksscenarioer varierar från ett tiotal meter upp till flera hundra meter beroende på farligt godsklass.

För den aktuella sträckan så är det en relativt kort sträcka där en olycka med farligt gods på Kymlingelänken/E18 kan påverka spårvägen, vilket i sin tur innebär en mycket låg sannolikhet för olycka med farligt gods. Bedömningen att sannolikheten för en olycka med farligt gods som kan påverka spårvägen är mycket liten utgår från att planområdets bredd medför en begränsad exponering mot en kort sträcka av Kymlingelänken/E18 och att olyckorna med farligt gods behöver ske just där för att det aktuella planområdet ska utsättas för skadliga konsekvenser.

Individriska beräknas normalt under antagandet att en individ är kontinuerligt närvarande på en given plats. Enligt *Värdering av risk /15/* bör vissa korrigeringar göras av beräknade risknivåer avseende vissa individer i verkligheten inte är kontinuerligt närvarande. För boende görs ingen korrigering. För arbetare kan t.ex. individriska reduceras med en faktor 4. För personer i rekreationsområden kan individriska reduceras med en faktor 10. För väganvändare kan individriska reduceras med en faktor 100, vilket utgår från ett antagande att en person som passerar riskkällan på en väg inte är närvarande mer än 1 % av tiden. För pendlare i kollektivtrafik som passerar riskkällan regelbundet kan individriska vara något högre än för väganvändare. Sannolikheten för farligt godsolycka ska med andra ord vägas samman med sannolikheten för att en spårvagn passerar i anslutning till Kymlingelänken/E18 just vid olyckstillfället för att olyckan ska leda till konsekvenser.

Individriska utmed Kymlingelänken/E18 bedöms vara förhöjd och hamnar sannolikt inom det s.k. ALARP-området (d.v.s. mellan  $10^{-7}$  och  $10^{-5}$  per år). Med ovanstående resonemang kring korrigering av individriska för pendlare i kollektivtrafik som endast är närvarande under begränsad del av tiden, så konstateras att individriska sannolikt ligger på en acceptabel nivå med avseende på farligt godsolycka på Kymlingelänken/E18 för resenärer på spårvägen.

## **4. Fördjupad utredning – Påverkan på tredje man**

### **4.1 Inledning – Studerade olycksrisker**

Observera att med begreppet "tredje man" avses i denna utredning personer inom kringliggande bebyggelse och områden. Begreppet avser inte trafikanter inom övriga trafikslag (gång-, cykel- och fordonstrafik). Påverkan på trafikanter inom övriga trafikslag hanteras enligt tidigare i de säkerhetsbedömningar och riskanalyser som utförs i enlighet med Trafikförvaltningens säkerhetsbestämmelser SSÅ SÄK-0001 (System för säkerhetsstyrning) och SSÅ SÄK-0003 (Riskbedömning och riskanalys), se avsnitt 3.1.

Utifrån riskidentifieringen samt den kvalitativa uppskattningen av riskernas omfattning som redovisas i PM Risk och Säkerhet /1/ konstateras att följande olycksrisker kan medföra påverkan på tredje man:

- Urspårning
- Brand i spårvagn

I detta avsnitt studeras ovanstående olycksrisker vidare i en fördjupad, kvantitativ, riskanalys. Den fördjupade analysen kommer att avgränsas till att studera riskpåverkan på tredje man (påverkan på trafikantsäkerhet studeras i avsnitt 3).

### **4.2 Resultat av fördjupad utredning**

Den fördjupade utredningen omfattar beräkning av frekvens för, och konsekvenser av, studerade olycksrisker, samt en sammanvägning av dessa. Beräkningar och bedömningar redovisas i bilaga 1.

Enligt riskberäkningarna i bilaga 1 så innebär olycksrisker förknippade med trafiken på spårvägen endast påverkan för tredje man inom maximalt 10 meter från spårvägen (avståndet motsvarar maximalt skadeavstånd vid en spårvagnsbrand). Hastighetsbegränsningen på den studerade sträckan (40 km/h) innebär att skadeavståndet vid urspårning är högst 7 meter.

I den fortsatta riskbedömningen utgörs obebbyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse t.ex. av lekplatser, uteserveringar, torghandel m.m. Exempel på markanvändning inom ytor som inte ska uppmuntra till stadigvarande vistelse är gång- och cykelväg, lokalgata, markparkering, naturområden, park samt områden som skyddar mot störning, exempelvis bullervall och plantering.

#### **4.2.1 Ärvinge – Kista C**

Allmänt befintlig bebyggelse

På den aktuella sträckan kommer avståndet mellan spårväg och närmaste befintliga bebyggelse med stadigvarande vistelse inte understiga 10 meter. Avståndet ger ett betryggande skydd avseende urspårning och brand i spårvagn.

På sträckan mellan Kymplingelänken och Färögatan har det inte identifierats några ytor som förväntas uppmuntra till stadigvarande vistelse inom 10 meter från spåren.

Utmed Jan Stenbecks torg överstiger avståndet till befintlig bebyggelse 10 meter.

Utmed fasaderna mot torget förekommer uteserveringar m.m. och den planerade gestaltningen av torgytorna kommer att innebära ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Ytor i direkt anslutning till spårvägen kommer inte uppmuntra till stadigvarande vistelse.

Det scenario som behöver hanteras vid fortsatt planering av torgytorna utgörs av brand i spårvagn. Med hänsyn till avståndet mellan spårväg och ytor för stadigvarande vistelse så bedöms detta ge ett betryggande skydd mot urspårning.

Med hänsyn till brandens omfattning samt den förväntade brandtillväxten, d.v.s. hur lång tid det uppskattas ta för branden att växa till sig så bedöms sannolikheten för att en brand i spårvagn skulle leda till att personer utomhus omkommer vara låg. Personer inom det kritiska skadeområdet bedöms ha goda möjligheter att i ett tidigt skede uppmärksamma olyckan och sätta sig i säkerhet. Med hänsyn till detta ställs inga krav på brandavskiljande åtgärder som syftar till att förhindra påverkan på uteserveringar m.m. Vid utformning av obebyggda ytor inom 10 meter från spårvägen som uppmuntrar till stadigvarande vistelse behöver hänsyn dock tas till att ytorna kan utrymmas bort från spårvägen.

#### Parkeringsgarage utmed Igelbäcksgatan

Utmed sträckan mellan Kymlingelänken och fyrvägs korsningen mellan Hanstavägen, Danmarksgatan och Kistavägen (se figur 2.2) så planeras att Tvärbanan relativt nära befintliga parkeringsgarage. Spårvägen planeras som närmast ca 5 meter från parkeringsgarage (utmed ca 40 meter) och avståndet ökar sedan till ca 14 meter. Det är därför endast utmed en mycket begränsad sträcka som en olycka på Tvärbanan bedöms kunna påverka parkeringsgaragen.

Garagen ligger helt eller delvis under mark och har slutna betongfasader mot Tvärbanan. Utmed sträckan där avståndet mellan Tvärbanan och garagen understiger 10 meter ligger garaget nästan helt under mark. Ovanpå garagens tak finns parkeringsytor som har en ca 1 meter hög betongmur mot Tvärbanan. Utformningen bedöms innebära ett betryggande skydd mot urspårning, både mot själva parkeringsgaraget och parkeringsytorna i det fria.

Parkeringsytorna utgör inte markanvändning som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Sannolikheten för att en spårvagnsbrand skulle inträffa utmed den mycket begränsade sträckan är mycket låg och konsekvenserna av detta scenario skulle bli begränsade. Den planerade sträckningen av Tvärbanan bedöms inte innebära en sådan påverkan på risknivån inom de befintliga parkeringsytorna att det föranleder åtgärder eller restriktioner kring markanvändningen.

#### Transformatorstation

Strax före Färögatans bro över Hanstavägen finns en transformatorstation utmed avfarten från Hanstavägen mot parkeringsgaraget under Jan Stenbecks torg, se figur 2.4. Brokonstruktionen kommer att hamna som närmast ca 4 meter från transformatorstationen (horisontellt). Avståndet från närmaste spårmittpunkt blir då ca 6 meter.

För spårväg på bro finns det krav på urspårningsskydd, i form av antingen skyddsräler eller förhöjd kantbalk enligt Trafikförvaltningens regler för skyddsräler /13/. Syftet med urspårningsskydd är att begränsa konsekvenserna av en eventuell urspårning genom att reducera sannolikheten för att den urspårade vagnen hamnar utanför spårområdet, d.v.s. bron. Skyddsrälerna begränsar kraftigt urspårningsrisken till en acceptabel nivå, vilket begränsar påverkan på den närliggande transformatorstationen.

Vidare kommer nivåskillnaden mellan spårvägen och transformatorstationen innebära att en brand i spårvagn har en mycket begränsad påverkan på transformatorstationen. Transformatorstationen har ett betongtak som skyddar mot brandspridning in i anläggningen om en brand skulle inträffa på bron. Avståndet tillsammans med nivåskillnaden mellan spår och transformatorstationen samt utformningen av brokonstruktionen (med urspårningsskydd) ger ett betryggande skydd avseende både urspårning och brand i spårvagn.



## Tunnelbanebro

Norr om korsningen mellan Hanstavägen och Danmarksvägen så kommer spårvägen att passera under den befintliga tunnelbanebron, se figur 2.5. Avståndet mellan spårmittpunkt och bropelare blir ca 10 meter. I höjd med tunnelbanebron är Hanstavägen idag utrustad med vägräcke för att förhindra en kollision med intilliggande bropelare vid trafikolycka, se figur 2.5. Skydd mot urspårning där spårväg passerar under broställningar regleras vidare enligt Trafikförvaltningens regler för skyddsräler /13/.

Sannolikheten för att en urspårning skulle inträffa i höjd med tunnelbanebron och att en vagn hamnar så långt från spåret att den riskerar att kollidera med bropelaren är mycket låg. Hastighetsbegränsningen på den studerade sträckan (40 km/h) innebär att det maximala skadeavståndet vid urspårning är högst 7 meter. Utifrån detta görs bedömningen att avståndet mellan spårväg och befintliga bropelare ger ett betryggande skydd. Föreslagen dragning av spårvägen bedöms därför inte innebära behov av kompletterande urspårningsskydd där spårvägen passerar under bron.

## Planerad ny bebyggelse

Enligt avsnitt 2.1.2 är markytorna utmed Hanstavägen både väster och öster om vägen utpekade som utredningsområden för ny bebyggelse. Markytorna mellan Hanstavägen och Igelbäcksgatan respektive Danmarksgatan är utpekade och detsamma gäller ytorna mellan Hanstavägen och befintlig bebyggelse inom fastigheterna Knarrarnäs.

Den planerade utvecklingen av aktuella områden är i mycket tidiga skeden och det finns inga bebyggelseförslag att studera. Den planerade sträckningen av Tvärbanan ligger i direkt anslutning till de utpekade utredningsområdena, vilket innebär att exploateringen kan innebära korta avstånd mellan spårväg och ny bebyggelse. Identifierade olycksrisker behöver hanteras i den fortsatta planeringen av ny bebyggelse inom utpekade utredningsområden, se vidare avsnitt 6.

## **5. Fördjupad utredning – Påverkan på räddningstjänstens insatsmöjligheter**

### **5.1 Inledning**

Utifrån riskidentifieringen samt den kvalitativa uppskattningen av riskernas omfattning som redovisas i PM Risk och Säkerhet /1/ konstateras att spårvägen kan medföra påverkan på räddningstjänstens insatsmöjligheter för kringliggande bebyggelse. Hur mycket insatsmöjligheterna påverkas är beroende av avståndet mellan spår och kringliggande bebyggelse samt om spårvägen ändrar tillgången till tillfartsvägar.

### **5.2 Bedömning av påverkan på räddningsinsatser**

Tvärbanans kontaktledningar utformas med möjlighet till räddningsfrånkoppling så att de kan göras spänningslösa vid händelse av en olycka. Dessutom behöver räddningstjänsten kunna arbetsplatsjorda kontaktledningen för att kunna genomföra en säker räddningsinsats.

Enligt uppgifter från Storstockholms Brandförsvär har de utrustning för att kunna arbetsplatsjorda, men de ser att vissa platser utmed Tvärbanans sträckning kan behöva utföras med fasta installationer för arbetsplatsjordning. De sträckor där detta framförallt kan vara aktuellt är där det är svåråtkomligt att arbetsplatsjorda eller där detta kan orsaka onödig tidsfördröjning i räddningsarbetet. Det har inte identifierats några punkter utmed den för handlingen aktuella sträckningen som är svåråtkomliga och i behov av fasta installationer för arbetsplatsjordning.

Enligt ovan kan Tvärbanan påverka räddningstjänstens insatsmöjligheter för kringliggande bebyggelse. Befintliga byggnader kan t.ex. vara utförda utifrån förutsättningen att man ska kunna få hjälp från räddningstjänsten för utrymning via fönster eller balkonger. Detta ställer krav på att räddningstjänsten har möjlighet att nå fram till byggnaden med höjdfordon. Det finns även krav på att räddningstjänsten ska kunna nå yttertakets på byggnader, vilket ofta tillgodoses med stegar eller höjdfordon. Om räddningstjänsten inte kan förväntas nå yttertakets med egen utrustning ska en brandtekniskt avskild invändig tillträdesväg ordnas.

Räddningsinsats med höjdfordon får inte innebära att räddningstjänsten behöver köra stege eller korg över själva kontaktledningen. Enligt ovan kan en räddningsinsats i anslutning till kontaktledningarna dessutom innebära att kontaktledningen måste göras strömlös och arbetsplatsjordas. Arbetsplatsjordningen kan innebära förlängd tid till påbörjad räddningsinsats, vilket inte har beaktats i den ursprungliga utrymningsdimensioneringen för befintliga byggnader.

Utmed sträckor där avståndet mellan spårväg och kringliggande bebyggelse understiger 15 meter finns det risk att förutsättningarna för byggnadernas utrymningssäkerhet påverkas om förutsättningen är att utrymning ska kunna ske med hjälp av räddningstjänstens höjdfordon. Utmed sträckor där avståndet överstiger 15 meter bedöms Tvärbanan ha en begränsad påverkan på insatsmöjligheterna för kringliggande byggnader. Den fördjupade utredningen kommer därför begränsas till att studera de sträckor där avståndet mellan spårväg och kringliggande bebyggelse (befintlig och ny) understiger 15 meter.

För aktuella sträckor utförs en kontroll av byggnadernas utrymningsstrategier för att avgöra om spårvägen kan medföra behov av kompletterande åtgärder för att tillgodose räddningstjänstens insatsmöjligheter.

Vidare får avståndet mellan räddningsfordonens uppställningsplats och byggnaders angreppspunkt inte överstiga 50 meter. För de vägar som ska användas av räddningsfordon gäller följande krav:

- Vägen ska ha en minsta fri körhöjd på 4 meter.
- Vägens körbanebredd ska vara 3 meter.
- Vägens kurvor ska ha en minsta radie av 7 meter.
- Vägen ska ha ett hårdgjort ytlager.
- Vägen ska klara ett axeltryck på 100 kN.
- Vägens längslutning ska vara högst 8 procent.
- Vägens tvärfall ska vara högst 2 procent.
- Vägens vertikalaradie ska vara minst 50 meter.

## 5.2.1 Ärvinge – Kista C

### Allmänt befintlig bebyggelse

På den aktuella sträckan kommer avståndet mellan spårväg och närmaste befintliga bebyggelse delvis att understiga 15 meter. Detta gäller utmed sträckan där Tvärbanan går i mitten av Hanstavägen där avståndet mellan spår och byggnader väster om Hanstavägen (kontorshus inom fastigheten Katla 1) blir ca 10 meter. Utrymningsstrategin för kontorshuset förutsätter inte stegutrymning med hjälp av räddningstjänsten. Fönstren i fasaden mot Hanstavägen är inte öppningsbara. Utifrån detta görs bedömningen att det begränsade avståndet mellan spår och byggnad inte innebär att Tvärbanan kommer påverka insatsmöjligheterna för byggnaden. Tvärbanans utformning påverkar inte heller räddningstjänstens möjlighet att komma tillräckligt nära befintlig bebyggelse för att kunna genomföra räddningsinsats. Utmed den aktuella sträckan så överstiger avståndet till bebyggelse på motstående sida om Hanstavägen 15 meter.

Där Tvärbanan passerar över Jan Stenbecks torg är minsta avståndet till bebyggelse 10 meter, men detta omfattar endast ett hörn på en byggnad söder om torget (Kista Galleria), se figur 2.3. Utrymningsstrategin för den aktuella byggnaden förutsätter inte tillgång till räddningstjänstens höjdfordon. Utmed den aktuella delsträckan så överstiger avståndet till övrig bebyggelse runt torget 15 meter. Spårvägens sträckning och utformning bedöms därmed inte påverka möjligheten att nyttja räddningstjänstens stegutrustning för utrymning i kringliggande byggnader. Avstånden mellan byggnad och spårväg är tillräckligt stora för uppställning av räddningsfordon på betryggande avstånd från kontaktledning.

Spårvägens sträckning medger också att räddningsfordon kan nå fram till byggnaderna runt torget, eller ställa upp brandbilar inom 50 meter från angreppsvägar in i byggnaderna.

Däremot så görs bedömningen att utformningen av torget i övrigt och att träd, växtligheter eller andra barriärer (pollare m.m.) kan påverka räddningstjänstens framkomlighet till kringliggande byggnader. Exempelvis kan den planerade utformningen av torget väster om spårvägen innebära att räddningstjänsten har begränsad möjlighet att köra in på torget från Färögatan, vilket innebär att den nya utformningen av torget förändrar möjligheten för räddningstjänsten att nå exempelvis entrén till Kista Galleria. Den planerade utformningen av torgytorna utmed spårvägen, och dess påverkan på bl.a. räddningstjänstens framkomlighet behöver utredas vidare.

### Parkeringsgarage utmed Igelbäcksgatan

Utmed sträckan mellan Kymplingelänken och fyrvägs korsningen mellan Hanstavägen, Danmarksgatan och Kistavägen (se figur 2.2) så planeras att Tvärbanan relativt nära befintliga parkeringsgarage. Spårvägen planeras som närmast ca 5 meter från parkeringsgarage (utmed ca 40 meter) och avståndet ökar sedan till ca 14 meter.



Alla anslutningar till befintliga parkeringsgarage sker från Igelbäcksgatan, d.v.s. bort från Tvärbanan. Med hänsyn till detta görs bedömningen att Tvärbanans sträckning inte kommer att påverka räddningstjänstens möjlighet att genomföra insats i parkeringsgarage eller tillhörande parkeringsytor på taket.

#### Transformatorstation

Strax före Färögatans bro över Hanstavägen finns en transformatorstation utmed avfarten från Hanstavägen mot parkeringsgaraget under Jan Stenbecks torg, se figur 2.4. Brokonstruktionen kommer att hamna som närmast ca 4 meter från transformatorstationen. Vägbanan in i parkeringsgaraget kommer att anpassas så att den inte går under bron.

Anpassningen av vägbanan in i parkeringsgaraget ger räddningstjänsten möjlighet att, vid behov, nå i princip ända fram till transformatorstationen på en vägbana med tillgänglig fri höjd och körbanebredd (se punktlistan i avsnitt 5.2 ovan). Uppställning kan anordnas på avfarten från Hanstavägen mot parkeringshuset under Jan Stenbecks torg.

Det största tillåtna gångavståndet mellan uppställningsplats för släckbil och angreppsväg för invändig insats är 50 meter. Den nya spårvägsbron bör därmed ha begränsad påverkan på räddningstjänstens insatsmöjlighet vid händelse av brand i transformatorstationen respektive parkeringsgaraget eftersom avstånden från uppställningsplats till angreppsvägar understiger tillåtna avstånd.

#### Planerad ny bebyggelse

Enligt avsnitt 2.1.2 är markytorna mellan Hanstavägen och Igelbäcksgatan respektive Danmarksgatan utpekade som utredningsområden för ny bebyggelse. Den planerade sträckningen av Tvärbanan ligger i direkt anslutning till det utpekade utredningsområdet mellan Hanstavägen och Igelbäcksvägen, vilket innebär att exploateringen kan innebära korta avstånd mellan spårväg och ny bebyggelse.

Den planerade utvecklingen av aktuella områden är i mycket tidiga skeden och det går därför inte att genomföra en fördjupad utredning avseende påverkan på räddningstjänstens insatsmöjligheter. I avsnitt 6.3 redovisas allmänna rekommendationer avseende åtgärder, vilket bör hanteras i kommande detaljplaner för ny bebyggelse.

## **6. Sammanställning av åtgärdsförslag**

Utifrån de fördjupade utredningarna som redovisas i avsnitt 3-5 dras slutsatsen att Tvärbanan Kistagrenen, sträckan vid Ärvinge, innebär begränsad påverkan på de parametrar som studeras i denna handling. Sammantaget konstateras att behovet av åtgärder för att reducera påverkan på trafikantsäkerhet, tredje man samt räddningstjänstens insatsmöjligheter är begränsat utmed den planerade sträckningen.

### **6.1 Trafikantsäkerhet (påverkan från kringliggande riskobjekt):**

#### **Skydd mot olycka på närliggande farligt godsled**

Närheten till Kymlingelänken/E18 föranleder inga specifika säkerhetshöjande åtgärder för Tvärbanan Kistagrenen, sträckan vid Ärvinge, med avseende på transporter av farligt gods.

### **6.2 Påverkan på tredje man**

Närheten till befintlig bebyggelse utmed den aktuella sträckan föranleder inga säkerhetshöjande åtgärder för Tvärbanan Kistagrenen. Avståndet mellan spårväg och kringliggande befintlig bebyggelse tillsammans med planerad hastighetsbegränsning innebär att spårvägen har en acceptabel påverkan på individrisk och samhällsrisk inom kringliggande områden.

Den föreslagna utformningen av Tvärbanan och Hanstavägen norr om cirkulationsplatsen mellan Hanstavägen och Danmarksvägen där spårvägen går i eget område i mitten av Hanstavägen innebär att spårvägen passerar på ett betryggande avstånd till befintliga bropelare. Skydd mot urspårning där spårväg passerar under broställningar regleras vidare enligt Trafikförvaltningens regler för skyddsräler /13/.

Den planerade utformningen av Jan Stenbecks torg behöver beakta den tillkommande spårvägen, framförallt med avseende på planering av torgytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse, t.ex. uteserveringar.

- Uteserveringar och andra verksamheter som uppmuntrar till stadigvarande vistelse bör planeras så att det finns möjlighet att utrymma ytorna bort från spårvägen vid händelse av en eventuell olycka.

Enligt avsnitt 2.1.2 pågår planering av ny bebyggelse mellan Hanstavägen och Igelbäcksvägen i direkt anslutning till spårvägens planerade sträckning. Planeringen av ny bebyggelse är i ett mycket tidigt skede. I fortsatt planering av parallella planprojekt rekommenderas att hänsyn tas till spårvägens sträckning och om möjlighet finns bör avståndet mellan ny bebyggelse och spårmitte inte understiga 10 meter. Vid kortare avstånd behöver vidare utredning göras avseende behov av åtgärder för att hantera olycksrisker kopplade till Tvärbanan.

### **6.3 Påverkan på räddningstjänstens insatsmöjligheter**

Närheten till befintlig bebyggelse föranleder inga specifika åtgärder för att säkerställa räddningstjänstens insatsmöjligheter.

Den planerade utformningen av Jan Stenbecks torg behöver beakta räddningstjänstens framkomlighet och behöver utredas vidare, bl.a. med avseende på hur träd, växtligheter eller andra barriärer (pollare m.m.) kan påverka räddningstjänstens framkomlighet till kringliggande byggnader.

Enligt avsnitt 2.1.2 pågår planering av ny bebyggelse inom områden både väster och öster om Hanstavägen som kommer att hamna i direkt anslutning till spårvägens planerade sträckning. Planeringen av ny bebyggelse är i ett mycket tidigt skede. För att ovanstående bedömning inte ska påverkas av parallella planprojekt så rekommenderas följande:



- Kommande detaljplaner som innebär bebyggelse inom 15 meter från Tvärbanans spår bör utformas med restriktioner gällande utrymning genom fönster med hjälp av räddningstjänsten mot spårvägen.

Ovanstående rekommendation beror på att utrymning via fönster mot spårvägen skulle innebära krav på fast jordslutare då strömförande kontaktledning kan hamna för nära uppställningsplats för räddningstjänstens höjdfordon. Detta är en åtgärd som inte rekommenderas för ny bebyggelse med hänsyn till att det innebär att utrymningsstrategin behöver förlita sig på teknisk utrustning som inte är kopplad till själva byggnaden. Det innebär en mer robust utrymningssäkerhet att istället planera byggnaderna så att utrymning kan ske utan räddningstjänstens hjälp.

- Dessutom ska det säkerställas att räddningstjänsten kan nå yttertak på planerad ny bebyggelse, antingen med egen utrustning från annan sida, eller genom att byggnadernas utförs med en brandtekniskt avskild invändig tillträdesväg.

Vidare utredning kring räddningstjänstens insatsmöjligheter ska göras i kommande detaljplanarbeten för planerad ny bebyggelse.

## 7. Referenser

---

- 1 Tvärbanan Kistagrenen – PM Risk och Säkerhet, Brandskyddslaget, Underlagshandling daterad 2015-05-18
- 2 Tvärbanan Kistagrenen – PM Risk och Säkerhet – Fördjupad utredning, Brandskyddslaget, Underlagshandling daterad 2017-01-13
- 3 Trafikförvaltningens System för säkerhetsstyrning avseende järnväg, tunnelbana och spårväg (SSÄ SÄK-0001), Säkerhetsbestämmelse, gäller fr.o.m. 2020-08-17 (version 9)
- 4 Trafikförvaltningens Riskbedömning och riskanalys som kan påverka trafiksäkerheten (SSÄ SÄK-0003), Säkerhetsbestämmelse, gäller fr.o.m. 2017-09-27 (Version 2)
- 5 Plan- och Bygglag (SFS 2010:900), med ändringar t.o.m. SFS 2014:1014
- 6 Miljöbalk (SFS 1998:808), med ändringar t.o.m. SFS 2014:901
- 7 Lag (SFS 2003:778) om skydd mot olyckor, med ändringar t.o.m. SFS 2014:688
- 8 Lag (SFS 1990:1157) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg, med ändringar t.o.m. SFS 2014:727
- 9 Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2000:01
- 10 Riskanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad, när & hur?, Länsstyrelsen i Stockholm län, Rapport nr 15:2003
- 11 Riktlinjer Brandskydd i byggnad, anläggning och fordon, Trafikförvaltningen Stockholms Läns Landsting, SL-S-419628, 2015-02-09
- 12 Riktlinjer Anläggning, Trafikförvaltningen Stockholms Läns Landsting, SL-S-409746, 2015-02-09
- 13 SÄK-0429, Skyddsräler – Regler för anordnande och konstruktiv utformning, AB Storstockholms Lokaltrafik, SL-2009-12134, 2009-01-01 (version 3.0)
- 14 Tvärbanan Kistagrenen – Övergripande förutsättningar, Trafikförvaltningen Stockholms läns landsting, daterad 2016-01-13
- 15 Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

**Uppdragsnamn**

Tvärbanan Kistagrenen – Sträckan vid Ärvinge

**Uppdragsgivare**

Trafikförvaltningen Stockholms läns landsting

**Uppdragsnummer**

107756

**Datum**

2021-02-15

**Handläggare**

Erik Hall Midholm

**Egenkontroll**

EMM 2021-02-15

**Internkontroll**

PWT 2021-02-15

## Bilaga 1 - Beräkningar risknivå tredje man

### Inledning

I denna bilaga beräknas bidraget till risknivån från olycksrisker förknippade med spårvägstrafiken för tredje man inom områden utmed Kistagrenen, sträckan Ärvinge – Kista C. Följande olycksrisker hanteras:

- Urspårning
- Brand i spårvagn

I avsnitten nedan redovisas beräkningar av frekvenser för och konsekvenser av respektive olycksrisk. Utifrån dessa beräkningar sammanställs sedan risknivån för tredje man för områden utmed Kistagrenen, sträckan vid Ärvinge.

### Metodik

**Beräkning av frekvens och konsekvenser:** I den fördjupade utredningen kvantifieras frekvensen för, samt konsekvenserna av, respektive olycksrisk. Se avsnitt Urspårning respektive avsnitt Brand i spårvagn nedan.

**Sammanvägning av risk:** Påverkan på tredje man presenteras och värderas i form av **individrisk**. Individrisk är den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en riskkälla. Individrisken redovisas som platsspecifik individrisk som visar frekvensen för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan.

Individrisken beräknas inledningsvis för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuell konsekvensreducerande effekt av exempelvis nivåskillnader, framföriggande bebyggelse (varken befintlig eller planerad) och andra avskärmade barriärer. Med hänsyn till ovanstående parametrars inverkan på framförallt konsekvenserna av respektive olycksrisk bedöms dock denna risknivå inte ge en rättvis bild av aktuella förhållanden. Individrisken beräknas därför även med hänsyn till planerad bebyggelsestruktur, där det beaktas att den planerade bebyggelsen har en reducerande effekt på skadeavstånd och/eller sannolikheten att omkomma.

Som komplement till sammanvägningen av individrisken genomförs dessutom en kvalitativ bedömning av hur ovanstående olycksrisker påverkar **samhällsrisk** inom områdena utmed Tvärbanan. Samhällsrisk är det riskmått som en riskkälla utgör mot hela den omgivning som utsätts för risken. Frekvenser uttrycks i förväntat antal olyckor per år (år<sup>-1</sup>) och konsekvenser i antal omkomna, då dessa enheter ger en uppfattning om vilken risk samhället utsätts för till följd av en riskkälla. Det utförs inte någon kvantifiering av samhällsrisk. Den kvalitativa bedömningen utgår istället från en jämförelse mellan beräknade olycksfrekvenser i förhållande till riskkriterier för acceptabel risknivå, se nedan.



**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. I publikationen *Värdering av risk /1/* ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk vilka rekommenderas av Länsstyrelsen i Stockholms län och som därför används i denna analys, se tabell 1.

Tabell 1. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk /1/.

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 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:

- 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 /1/* bör dock vissa korrigeringar göras av beräknade risknivåer avseende vissa individer i verkligheten inte är kontinuerligt närvarande. För boende görs ingen korrigering. För arbetare kan t.ex. individrisken reduceras med en faktor 4. För personer i rekreatiomsområden kan individrisken reduceras med en faktor 10. För väganvändare kan individrisken reduceras med en faktor 100, vilket utgår från ett antagande att en person som passerar riskkällan på en väg inte är närvarande mer än 1 % av tiden. För pendlare i kollektivtrafik som passerar riskkällan regelbundet kan individrisken vara något högre.
- Istället för att korrigera individrisken för olika individer enligt beskrivningen ovan så kan riskvärderingen istället utgå 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 trafikanter, resenärer samt för bebyggelse och utrymmen som inte innebär stadigvarande vistelse, t.ex. parkeringsplatser, hållplatser, samt gång- och cykelstråk, kan accepteras en risknivå som hamnar över den övre gränsen i angivna riskkriterier.

- Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även på inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Enligt Värdering av risk /1/ 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.

## Urspårning

En urspårning kan medföra att en eller flera spårvagnar hamnar en bit från spåret. Urspårningen kan leda till skador inom kringliggande område. Huruvida personer skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning. Skadeavståndet är bl.a. beroende på spårvagnens hastighet vid urspårningstillfället samt omgivningens utformning.

Frekvensberäkningarna för urspårning utförs utifrån den metodik som redovisas i Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone /2/ avseende beräkning av följande faktorer:

**Frekvensen för urspårning i anslutning till bebyggelse per år ( $F_1$ )** beräknas med följande ekvation:

$$F_1 = e_r \times d \times Z_d \times 365 \times 10^{-3} \quad \text{där}$$

$e_r$  = urspårningsfrekvens per tågkm

$d$  = den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret, vilket beräknas som  $V^2/80$ , där  $V$  är tågets hastighet (km/h) vid urspårningstillfället

$Z_d$  = antal tåg per dygn

I /2/ redovisas urspårningsfrekvens för persontåg ( $0,25 \cdot 10^{-8}$  per tågkm) respektive godståg ( $2,5 \cdot 10^{-8}$  per tågkm). Dessa värden går inte att rakt av applicera på spårväg. Utifrån statistik från Trafikanalys över bantrafikskador /3/ respektive bantrafik /4/ under åren 2000-2014 så görs en grov bedömning av urspårningsfrekvensen för spårväg. Utifrån en jämförelse av antalet urspårningar samt det totala antalet tågkm för järnväg respektive spårväg så uppskattas urspårningsfrekvensen per tågkm för spårväg motsvara ca 40 % av den totala urspårningsfrekvensen per tågkm för järnväg (persontåg + godståg). Om hänsyn tas till ovanstående skillnad i urspårningsfrekvens mellan persontåg och godståg så uppskattas dock urspårningsfrekvensen per tågkm för spårväg vara 2 gånger större än för urspårningsfrekvensen för persontåg. I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att urspårningsfrekvensen för spårväg ( $e_r$ ) är  $10^{-8}$  per tågkm (d.v.s. 4 gånger större än för persontåg).

Trafiken på Kistagrenen börjar relativt glest utifrån befintligt resandeunderlag samt för att köra in den nya linjen. Turtätheten ökas successivt därefter. Körtiden från Alvik till Helenelund är beräknad till ca 24 min baserat på maximal turtäthet, 6-minuterstrafik (år 2030). Detta motsvarar 150 avgångar i varje riktning och medför således 300 spårvagnspassager per dygn år 2030.



**Sannolikheten att urspåret tåg kolliderar med byggnad<sup>1</sup> ( $P_2$ )** är beroende av tågets hastighet vid urspårningstillfället samt avståndet mellan järnvägsspår och byggnad. Sannolikheten beräknas med följande ekvation:

$$P_2 = \left(\frac{b-a}{b}\right)^2 \times 0,5 \times \frac{c}{d} \quad \text{där}$$

d = se ovan

b = det maximala vinkelräta avståndet (m) från spåret som vagnen kan hamna, vilket beräknas som  $V^{0,55}$

a = vinkelrätt avstånd (m) mellan spårmittpunkt och byggnad

c = det, längs spåret, parallella avståndet inom vilket byggnad löper risk att träffas av urspårad vagn på ett avstånd a, vilket beräknas med ekvationen:

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

Frekvensen för urspårning beräknas för 300 spårvagnar per dygn enligt förutsättningarna ovan. I tabell 2 nedan redovisas urspårningsfrekvens ( $F_1$ ), maximalt vinkelrätt avstånd från spåret som vagnen kan hamna (b) samt sannolikhet ( $P_2$ ) och frekvens ( $F_2$ ) för att urspårad vagn kolliderar med byggnad eller annan verksamhet. Samtliga dessa faktorer är enligt ovan beroende av tågets hastighet vid urspårningstillfället.

Hastighetsbegränsningen på sträckan kommer att vara 40 km/h där spårvägen dras på egen banvall respektive i gatumiljö på reserverat område.

*Tabell 2. Beräkning av urspårningsfrekvens ( $F_1$ ), maximalt vinkelrätt avstånd från spåret som spårvagnen kan hamna (b) samt sannolikhet ( $P_2$ ) och frekvens ( $F_2$ ) för att urspårad vagn kolliderar med byggnad eller annan verksamhet beroende på hastighetsbegränsning.*

			a	$P_2$	$F_2$
V = 40 km/h	$F_1 = 2,2E-05$ per år	b = 7,6 m	1	32,8%	7,2E-06
			2	20,0%	4,4E-06
			3	11,10%	2,4E-06
			4	5,33%	1,2E-06
			5	2,01%	4,4E-07
			6	0,47%	1,0E-07
			7	0,03%	5,5E-09

Enligt tabell 2 är det potentiella konsekvensområdet vid en urspårning beroende av spårvagnens hastighet. Utmed den aktuella sträckan där spårvägen har en hastighetsbegränsning på 40 km/h kan urspårningen leda till konsekvenser inom maximalt 7 meter från spåret. Sannolikheten för att spårvagnen hamnar så långt från spåret är dock mycket låg, se tabell 2. Skadeavståndet minskar med en minskad hastighet.

<sup>1</sup> Eller annan verksamhet i anslutning till spåren.

I /2/ redovisas även ekvation för beräkning av **Sannolikheten att byggnad kollapsar till följd av kollision**. Denna ekvation förutsätter att en urspårning endast riskerar att leda till byggnadskollaps om tåget har en hastighet som överstiger 60 km/h. Ekvationen är baserad på järnvägsvagnar med avseende på vikt m.m. och bedöms inte vara applicerbar på spårvagn (lättare konstruktioner). Troligtvis skulle det krävas en ännu högre hastighet för byggnadskollaps vid urspårning av spårvagn. Med hänsyn till spårvagnens vikt bedöms dock kollisionskraften vara så stor att lokala byggnadsskador kan inträffa inom det maximala skadeavståndet (b). För riskberäkningarna bedöms det därför vara tillräckligt att beräkna sannolikheten att en spårvagn kolliderar med byggnad.

## Brand i spårvagn

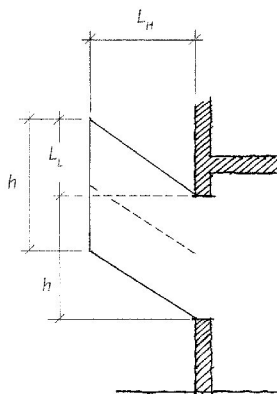
I underredet till en spårvagn sitter ett flertal olika komponenter och system som kan orsaka rökutveckling eller brand. Orsakerna till bränder är bland annat tekniska fel som t.ex. el-, motor- eller bromsfel. Bränder kan också starta inne i spårvagnen, till följd av t.ex. elfel. Inne i vagnen kan även anlagda bränder vara en möjlig brandorsak.

Med hänsyn till resenärernas säkerhet så följer utformningen av spårvagnar strikta regler för att reducera risken för omfattande bränder. Reglerna omfattar brandkrav som syftar till att förhindra både antändning och brandspridning i spårvagnen. Detta innebär att sannolikheten för en fullt utvecklad spårvagnsbrand är mycket låg. I tidigare utredningar avseende utbyggnaden av Tvärbanan bedöms en fullt utvecklad spårvagnsbrand kunna uppnå en maximal brandeffekt på ca 15 MW. Den maximala brandeffekten baseras på fullskaleförsöken från EUREKA. Detta motsvarar ungefär brand i en buss /5, 6/.

Konsekvenserna för brand i spårvagn beräknas utifrån nedanstående metodik. Beräkningarna omfattar beräkning av den infallande värmestrålningen mot kringliggande områden och en bedömning av hur detta påverkar bebyggelse och personer.

### 1. Flamstorlek

Samtliga fönster i tåget antas gå sönder till följd av branden varför flammor ut genom fönstret har beräknats med formel för fönsterflamma (drag) enligt figur 1 nedan.



Figur 1. Flamma ut genom fönster vid drag.

Nedanstående formler har använts i beräkningarna /7/:

Flamhöjd (m): 
$$L_L = 1,366 \times \left(\frac{1}{u}\right)^{0,43} \times \left(\frac{\dot{Q}}{\sqrt{A_v}}\right) - h$$

Flammans horisontella projektion (m): 
$$L_H = 0,605 \times \left(\frac{u^2}{h}\right)^{0,22} \times (L_L + h)$$

Flammans bredd (m): 
$$w_f = w + 0,4 \times L_H$$



där

$\dot{Q}$  = utvecklad effekt (MW), max 15 MW enligt ovan.

$u$  = vindhastighet (m/s), antas till 1 m/s, vilket ger en konservativ flamhöjd

$A_v$  = Tågets totala fönsteröppningsarea (m<sup>2</sup>), sammanlagt 15 m<sup>2</sup> för spårvagn (en sida).

$h$  = fönstrets höjd (m), ca 1 m

$w$  = fönstrets bredd (m), ca 1 m per fönster, sammanlagt ca 15 m per spårvagnssida

Med ovanstående förutsättningar så erhålls följande värden:

$L_L = 4,3 \text{ m}$  mätt från undersida fönster blir höjden på den totala strålande ytan ca 5 m.

$L_H = 3,2 \text{ m}$

$w_f = 2,3 \text{ m}$  per fönster, totalt per spårvagnssida blir  $w_f = 16,3 \text{ m}$

## 2. Flamtemperatur

Medelflamtemperaturen  $T_f$  antas vara 800°C (1073 K). Detta utgår från uppmätta temperaturer vid fullskaleförsök. Bakgrundsstrålning från tåget har också beaktats.

## 3. Värmestrålning

Den utfallande värmestrålningen,  $E$ , (kW/m<sup>2</sup>) är beroende av flamtemperatur och den brinnande massans emissionstal. Emissionstalet, det vill säga materialets förmåga att avge värmeenergi, är beroende av materialets temperatur och egenskaper, särskilt vid ytan.

Värmestrålningen beräknas enligt följande ekvation:

$$E = \varepsilon \times \sigma \times T_f^4 \quad \text{där:}$$

$\varepsilon$  = Emissionstal [-], ansätts konservativt till 1,0

$\sigma$  = Stefan-Boltzmanns konstant =  $5.67 \times 10^{-11} \text{ kW/m}^2\text{K}^4$

$T_f$  = Flammans temperatur [K], 1073 K enligt ovan.

Med ovanstående förutsättningar så erhålls följande värde:

$$E = 75 \text{ kW/m}^2$$

Den infallande strålningen,  $E_p$  utgår från flammans emitterade strålning samt synfaktorn och beräknas genom:

$$E_p = F \times E \quad \text{där}$$

$F$  = Synfaktorn (-), som anger hur stor andel av den emitterade strålningen som når den mottagande punkten eller ytan (se figur 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 flammen i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill. Synfaktorn mellan flammen och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt:

$$F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$$

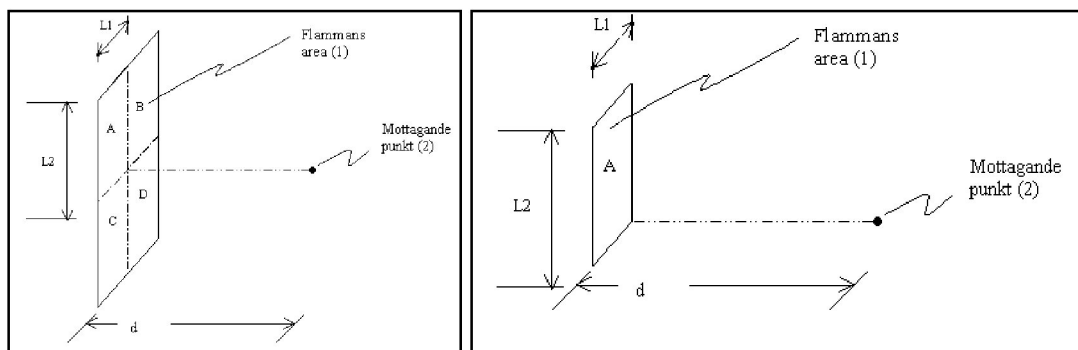
där  $F_{A1,2}$  beräknas enligt följande ekvation:

$$F_{A1,2} = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$

där:

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

$F_{B1,2}$ ,  $F_{C1,2}$  och  $F_{D1,2}$  beräknas på samma sätt för dess mått.



Figur 2. Synfaktor.

#### **4. 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, ju högre sannolikhet för skada.

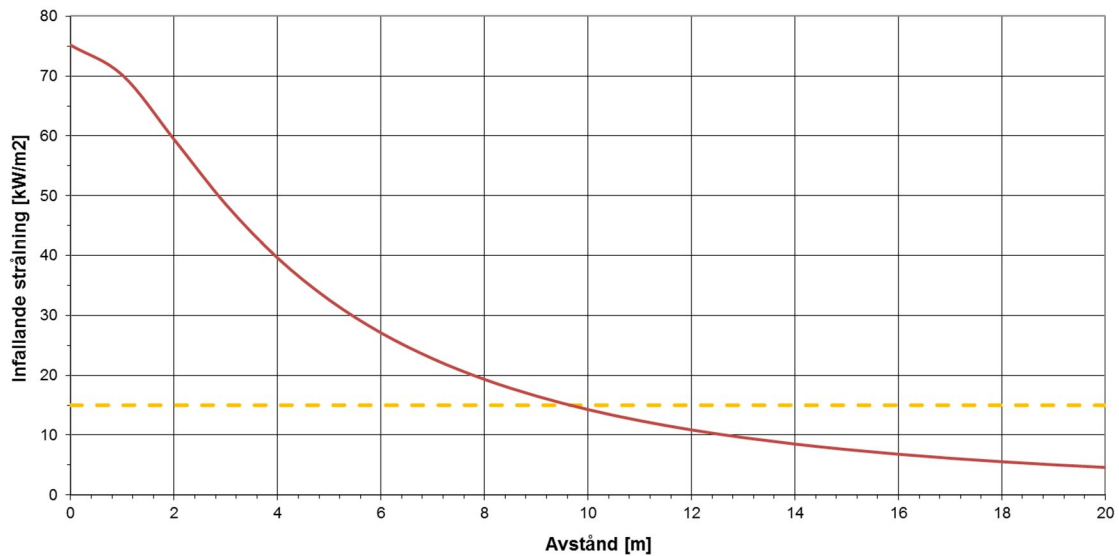
En person som befinner sig oskyddad utomhus och upptäcker en större brand försöker med stor sannolikhet sätta sig i säkerhet. Tiden för varseblivning samt beslut och reaktion innebär dock att personen kan utsättas för värmestrålning under en kortare stund innan hen reagerar. Det krävs en mycket hög strålningsnivå ( $> 40 \text{ kW/m}^2$ ) för att skadorna ska bli så akuta att personen inte har någon möjlighet att ens försöka sätta sig i säkerhet. Outhärdlig smärta uppnås redan vid  $20 \text{ kW/m}^2$  vid kortvarig bestrålning. För att denna strålningsnivå ska leda till omfattande brännskador (2:a graden) så krävs dock längre varaktighet. Vid strålning under  $15 \text{ kW/m}^2$  bedöms sannolikheten för personskador vara relativt låg /7, 8/.

För att branden ska spridas till intilliggande bebyggelse krävs ett långvarigt brandförlopp med en relativt hög infallande värmestrålning mot byggnaderna. Kritisk strålningsnivå för brandspridning till byggnader ansätts enligt riktlinjer från Boverket /9/ till  $15 \text{ kW/m}^2$  om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas.

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i figur 3. I figuren redovisas även nivån för kritisk värmestrålning.



## Brand i spårvagn (15 MW)



Figur 3. Infallande strålning som funktion av avståndet från brand i spårvagn (15 MW).

Enligt figur 3 kan en brand i spårvagn (maximal brandeffekt) innebära brandspridning till kringliggande bebyggelse inom ca 10 meter från spårvägen. Inom detta avstånd riskerar även personer som vistas oskyddade utomhus skadas allvarligt.

Sannolikheten för en omfattande brand i spårvagn bedöms vara mycket låg. Det har inte identifierats någon statistik över spårvagnsbränder i Sverige. Frekvensen för brand kommer därför att uppskattas grovt utifrån statistik för brand i järnvägsfordon. Enligt statistik från Trafikverket under åren 1997-2006 /10/avseende olyckskvoten för tågbrand respektive urspårning så bedöms olyckskvoten för tågbrand vara i genomsnitt ca 90 % av olyckskvoten för urspårning. Enligt tidigare antaganden skulle detta innebära ca  $0,9 \cdot 10^{-8}$  per tågkm.

För en 1 km lång sträcka av Kistagrenen skulle dessa värden innebära  $9,9 \cdot 10^{-4}$  tågbrand per år.

Det är dock en mycket begränsad andel av bränderna som blir så omfattande att de påverkar kringliggande områden. Statistiken i /10/ bygger på alla anmälda tågbränder, vilket även inkluderar rökutveckling. Givet "brand" enligt dessa förutsättningar bedöms sannolikheten för en utvecklad brand som sprids inom vagnen vara låg. Sannolikheten för att förhållandena är sådana att branden leder till en fullt utvecklad brand som motsvarar det dimensionerande brandscenariot enligt ovan bedöms vara mycket låg, uppskattningsvis < 5 % av alla bränder i spårvagn.

För en 1 km lång sträcka av Kistagrenen så uppskattas frekvensen för en fullt utvecklad brand i spårvagn till  $4,9 \cdot 10^{-5}$  per år.

## Riskberäkningar/-bedömningar

### Beräkning av individrisk

För kringliggande områden utmed Tvärbanan presenteras risken i form av riskmättet **individ-risk**. Detta görs i form av den avståndsberoende frekvensen för att en fiktiv person ska omkomma till följd av en negativ exponering från den studerade riskkällan. Individrisken beräknas som den kumulativa frekvensen för att omkomma på ett specifikt avstånd från riskkällan. Detta innebär att på en punkt t.ex. 10 meter från riskkällan så är individrisken densamma som frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde > 10 meter.

Riskbidraget från skadescenariot *Brand i spårvagn* är oberoende av hastighetsbegränsningen och är därmed lika högt utmed hela den studerade spårvagnssträckan. Riskbidraget från scenariot *Urspårning* är dock beroende av hastighetsbegränsningen eftersom hastigheten påverkar både skadeavstånd samt olycksfrekvens.

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

- I beräkningarna som redovisas ovan beskrivs endast det potentiella skadeområdet för respektive skadescenario. I beräkningarna tas dock ingen hänsyn till sannolikheten för en person som befinner sig inom skadeområdet att omkomma. För exempelvis *brand i spårvagn* redovisas skadeområdet för brandspridning till intilliggande bebyggelse. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en byggnad inom detta skadeområde omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. På motsvarande sätt bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig oskyddade utomhus omkommer inom det kritiska skadeområdet. För att ta hänsyn till detta vid sammanvägning av individrisken kommer de beräknade olycksfrekvenserna att reduceras enligt följande:

#### *Urspårning:*

- Utomhus: Det antas mycket grovt att personer omkommer om de vistas inom det avstånd från spåret som den urspårade vagnen hamnar, d.v.s. ingen reduktion av beräknad olycksfrekvens.
- Inomhus: Sannolikheten för att omkomma till följd av byggnadskollaps eller att av byggnadsdelar rasar bedöms vara beroende av byggnadens våningsantal. Desto lägre våningsantal desto lägre sannolikhet att omkomma. För personer som vistas i byggnad inom beräknat skadeavstånd uppskattas sannolikheten att omkomma vara maximalt 50 %.

#### *Brand i spårvagn:*

- Utomhus: Enligt /8/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %. Inom det beräknade skadeområdet uppskattas det grovt att sannolikheten att omkomma är maximalt 50 %. Med hänsyn till den förväntade brandtillväxten för det dimensionerande brandscenariot, d.v.s. hur lång tid det uppskattas ta för branden att växa till sig så bedöms detta vara ett konservativt antagande. Personer inom det beräknade skadeområdet bedöms ha relativt goda möjligheter att i ett tidigt skede uppmärksamma olyckan och sätta sig i säkerhet.
- Inomhus: Mycket grovt uppskattas det att maximalt 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det beräknade skadeområdet omkommer. Uppskattningen baseras på den förväntade brandtillväxten för det dimensionerande brandscenariot, d.v.s. hur lång tid det uppskattas ta för branden att växa till sig. Med hänsyn till detta bedöms sannolikheten för att skadescenariot ska leda till att personer omkommer inom kringliggande bebyggelse vara mycket låg.



- Frekvensen för skadescenariot *Brand i spårvagn* beräknas för en 1 km lång sträcka av Tvärbanan. Det beräknade skadeområdet för scenariot skiljer sig dock markant i förhållande till den studerade spårvägssträckan. Detta innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt område från Tvärbanan omkommer oavsett var på sträckan som olycka inträffar. För att ta hänsyn till detta reduceras frekvensen (frekvensen har enligt tidigare beräknats för en sträcka på 1 000 m) i förhållande till skadeområdets utbredning. Grovt antas att ett scenario kan påverka en så stor andel av den studerade sträckan som scenariots skadeområde i båda riktningar utgör. Det dimensionerande brandscenariot för *Brand i spårvagn* uppskattas konservativt kunna omfatta en hel spårvagn, d.v.s. sammanlagt 30 meter. Med hänsyn till detta så multipliceras frekvensen för en 1 km lång järnvägssträcka med 0,030 (30 / 1000 m). (Observera att de beräknade frekvenserna för skadescenariot *Urspårning* som redovisas i tabell 1 redan tar hänsyn till en reducerande faktor kopplat till spårvagnens hastighet. Därför görs inte motsvarande reducering för detta skadescenario.)

I tabell 3 nedan redovisas den avståndsberoende individrisken utomhus respektive inomhus inom kringliggande områden utmed Tvärbanan beroende på hastighetsbegränsningen. Individrisken redovisas på avstånden 5 meter (urspårning  $\geq 5$  m skadeområde + brand i spårvagn) respektive 10 m (brand i spårvagn). Dessutom redovisas individrisken på avstånden motsvarande maximala skadeavstånd för urspårning beroende på hastigheten. Avgränsningen utgår från bedömningen att inom 4-5 meter från Tvärbanan så uppskattas det finnas ett flertal andra faktorer som kan påverka risknivån.

Tabell 3. Beräknad individrisk som funktion av avståndet från Tvärbanan med hänsyn till olycksriskerna Urspårning samt Brand i Spårvagn. Individrisken redovisas för oskyddad person utomhus samt för person inomhus.

Avstånd (m)	Individrisk (per år)	
	Utomhus	Inomhus
40 km/h		
$\geq 5$ *	1,3E-06	3,5E-07
7 **	7,4E-07	7,7E-08
10 ***	7,4E-07	7,4E-08

\* Kumulerad frekvens för samtliga urspårningsscenarioer med skadeavstånd  $\geq 5$  m + brand i spårvagn.

\*\* Kumulerad frekvens för maximalt skadeavstånd vid urspårning (beroende av hastighet) + brand i spårvagn.

\*\*\* Frekvens för maximalt skadeavstånd vid brand i spårvagn.

Individrisken värderas enligt tidigare utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i *Värdering av risk /1/*, se tabell 1.

Olycksrisker förknippade med Tvärbanan innebär inte att individrisken hamnar ovanför det övre acceptanskriteriet för tredje man på avstånd större än 5 meter från spåret.

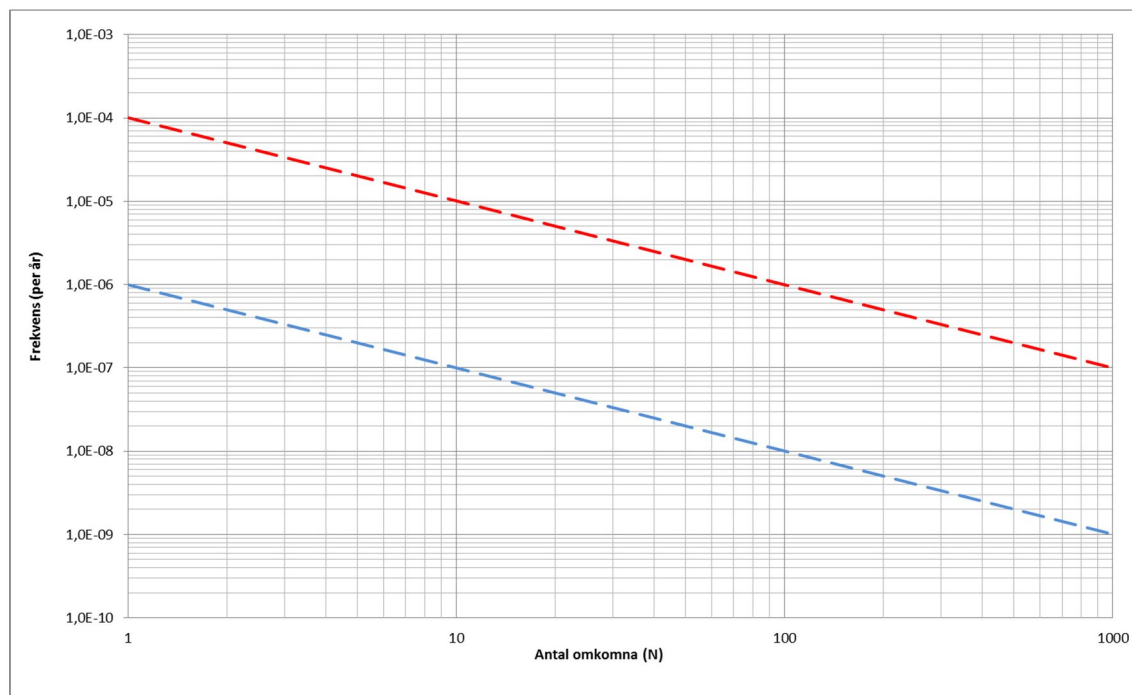
Med avseende på individrisk bedöms riskbidraget för oskyddad person **utomhus** (tredje man) från olycksrisker förknippade med Tvärbanan hamna inom den nedre halvan av ALARP inom 10 meter från spåret, se tabell 3. Individrisken utomhus kan hamna inom den övre halvan av ALARP inom ca 5-10 meter från spåret.

För tredje person som befinner sig **inomhus** hamnar individrisken strax under ALARP inom 10 meter från spåret. Utmed den aktuella sträckan så hamnar individrisken i de undre delarna av ALARP enbart inom ca 5-7 meter från spåret.

### Bedömning av påverkan på samhällsrisk

Det utförs inte någon kvantifiering av samhällsriskerna för de aktuella områdena utmed området utmed Tvärbanan. För att ändå få en vägvisning om vilken påverkan som ny bebyggelse kan komma att ha på områdets samhällsrisknivå har det istället utförts grova bedömningar hur olycksrisker förknippade med trafiken på Tvärbanan påverkar samhällsriskerna inom kringliggande områden. Denna bedömning utgår från en jämförelse mellan beräknade frekvenser för respektive skadescenario i förhållande till acceptanskriterierna för samhällsrisk.

Samhällsrisk värderas enligt tidigare utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i *Värdering av risk /1/*, se tabell 1. Riskkriterierna illustreras dessutom i figur 4.



Figur 4. FN-diagram med föreslagna riskkriterier enligt DNV /1/.

I tabell 4 har den kumulativa frekvensen för de studerade skadescenarierna jämförts med kriterierna för att på så sätt bedöma hur stort antal personer som behöver omkomma för att risknivån ska hamna inom ALARP respektive över oacceptabel risknivå. Eftersom riskkriterierna avser en 1 km lång sträcka så utgår bedömningen av olycksfrekvensen för en 1 km lång sträcka.

Tabell 4. Sammanställning skadescenarier ordnade utifrån uppskattat största konsekvenser med kritiskt antal omkomna för respektive kumulerad frekvensnivå. Grov bedömning av samhällsrisknivån i aktuellt projekt.

Scenario	Kumulerad frekvens (per år)	Kritiskt antal omkomna	
		Undre gräns	Övre gräns
<b>40 km/h</b>			
Urspårning $\geq 5$ m *	5,0E-05	< 1	2
Urspårning max avstånd **	4,9E-05	< 1	2
Brand i spårvagn ***	4,9E-05	< 1	2

\* Kumulerad frekvens för samtliga urspårningsscenarioer med skadeavstånd  $\geq 5$  m + brand i spårvagn.

\*\* Kumulerad frekvens för maximalt skadeavstånd vid urspårning (beroende av hastighet) + brand i spårvagn.

\*\*\* Frekvens för brand i spårvagn.

## Hantering av osäkerheter

Som indata i bedömningar och beräkningar erfordras värden på eller information om bl.a. olycksstatistik. Underlaget har i vissa fall varit bristfälligt, framförallt avseende olyckskvoter för urspårning och brand för spårvagn. Antaganden har därför varit nödvändiga för att kunna genomföra analysen. För att ta hänsyn till de osäkerheter som förenklingar och antaganden innebär används överlag konservativa uppskattningar.

Frekvensberäkningarna har utförts med schablonmetoder utifrån olyckskvoter för urspårning och brand i spårvagn. Med hänsyn till bristfälligt underlag avseende olyckskvoter för aktuellt trafikslag har dessa uppskattats utifrån statistik som jämförts mot vanlig tågtrafik. Med hänsyn till osäkerheter i underlag så har uppskattningen av olyckskvoter utförts mycket konservativt.

Val av dimensionerande skadescenarier har utgått från statistik samt brandprover. Avseende urspårning så utförs konservativa antaganden avseende skadepåverkan både avseende oskyddade personer utomhus och personer som vistas inomhus i kringliggande bebyggelse.

Sammantaget kan sägas att de uppskattningar och förenklingar som görs vid beräkning av risken med stor sannolikhet ger en överskattning av risknivån. Utförda antaganden innebär att hänsyn tas till ingående osäkerheter i analysen.

## Referenser

---

- /1/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997
- /2/ Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition September 2002
- /3/ Bantrafikskador 2014 (Statistikrapport 2015:15), Trafikanalys
- /4/ Bantrafik 2014 (Statistikrapport 2015:13), Trafikanalys
- /5/ Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999
- /6/ Brandbelastning och brandscenarier för vägtunnlar. SP Brandteknik, 2004
- /7/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005
- /8/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, September 1997
- /9/ BBRAD 3 – Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2013:12; Boverket 2013
- /10/ Statistik över olyckor på statens spåranläggningar år 2006, Banverket 2006