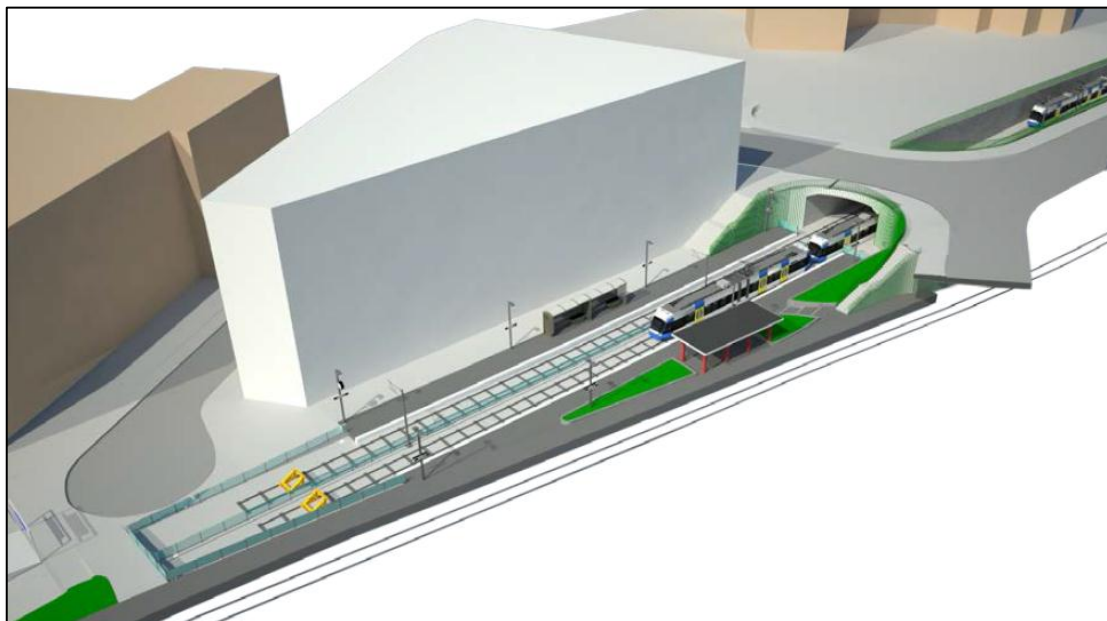


RAPPORT

Riskbedömning avseende förlängning av Tvärbanan

Underlag till Detaljplan för Tvärbanans förlängning till Nacka, för fastigheten Sicklaön 40:12 m.fl. på Västra Sicklaön, Nacka kommun



Rapportnummer:

1023-102

Datum:

2014-01-29 Slutgiltig handling

Beställare:

Trafikförvaltningen
Program Slussen
Tvärbanans förlängning till Sickla
Annika Küller

Vår uppdragsansvarige:

Anna-Karin Davidsson
08-545 556 30
anna-karin.davidsson@structor.se

Datum	Revidering	Status	Upprättad av	Granskad av
2014-01-22		Granskningshandling	Henrik Mistander	Hanna Langéen
2014-01-29		Slutgiltig handling	Henrik Mistander	

Sammanfattning

Trafikförvaltningen har i samband med detaljplanearbetet för en förlängning av Tvärbanan till Sickla station gett Structor Riskbyrån i uppdrag att ta fram ett underlag avseende människors hälsa och säkerhet. Syftet med denna riskbedömning är att utgöra ett underlag till utformningen av detaljplanen, med hänsyn till människors hälsa och säkerhet enligt Plan- och bygglagen, samt att utgöra underlag för projektering av spåranläggningen. Därmed ska också de frågor som Länsstyrelsen och brandförsvaret lyft i sina samrådsyttranden belysas.

Målet för denna riskbedömning är att beskriva de olika typer av riskpåverkan som föreligger. Där så är möjligt är målet att uppskatta risknivåer vid planområdet och utifrån dessa vid behov föreslå rimliga riskreducerande åtgärder som möjliggör en acceptabelt låg risknivå. Målet är också att identifiera om sådana identifierade åtgärder kan hanteras och regleras inom ramen för detaljplanen eller om de bör hanteras inom ramen för spåranläggningens detaljprojektering.

Studerade riskkällor inkluderar spårvägstrafiken på Tvärbanan och Saltsjöbanan samt vägtrafik på Sicklavägen, Uddvägen och Värmdövägen. De olycksscenarier som bedöms kunna medföra en påverkan mot det skyddsvärda (omgivningen, resenärer eller trafiken på spårvägen) utgörs av kollision mellan spårvagn och vägfordon i plankorsning, kollision mellan spårvagn och gångtrafikan/cyklist, kollision mellan två spårvagnar, urspårning av spårvagn, brand i spårvagn, vägfordon hamnar på spårområde, kontaktledning/strömförande ledningar, förändrade insatsmöjligheter/angreppsväg Quality hotell Nacka samt att spåranläggningen innebär en riskplats för suicid.

Resultaten från den kvantitativa och kvalitativa riskbedömningen visar att ett antal av de identifierade riskerna kräver att riskreducerande åtgärder vidtas. De flesta av de identifierade åtgärderna är dock trafiksäkerhetsåtgärder som vidtas inom ramen för detaljprojekteringen av spårvägsanläggningen. Den åtgärd som identifierats som kan införas som reglering i detaljplanen är:

- Mur längs spårvägens tråg utmed Värmdövägen. Muren kan regleras som *avåkningsskydd*.

Med införande av dessa åtgärder bedöms den föreslagna detaljplanen medföra tillräcklig hänsyn till människors hälsa och säkerhet inom och omkring planområdet. Det förutsätter dock att övriga identifierade riskreducerande åtgärder hanteras inom ramen för anläggningens detaljprojektering.

Innehåll

SAMMANFATTNING	3
1 INLEDNING	5
1.1 SYFTE	5
1.2 MÅL	5
1.3 AVGRÄNSNINGAR	5
1.4 KRAVBILD	6
1.5 UNDERLAGSMATERIAL	6
2 OMRÅDESBESKRIVNING	6
3 OMFATTNING AV RISKHANTERING	8
4 RISKIDENTIFIERING	9
5 RISKANALYS	9
5.1 A - KOLLISION MELLAN SPÅRVAGN OCH VÄGFORDON I PLANKORSNING	9
5.2 B - KOLLISION MELLAN SPÅRVAGN OCH GÅNGTRAFIKANT/CYKLIST	19
5.3 C - KOLLISION MELLAN TVÅ SPÅRVAGNAR	19
5.4 D - URSPÅRNING AV SPÅRVAGN	19
5.5 E - BRAND I SPÅRVAGN	22
5.6 F - VÄGFORDON HAMNAR PÅ SPÅROMRÅDE	22
5.7 G - STRÖMFÖRANDE LEDNINGAR	23
5.8 H - FÖRÄNDRADE INSATSMÖJLIGHETER/ANGREPPSVÄG QUALITY HOTELL NACKA.	24
5.9 I - SUICID	24
5.10 OSÄKERHETER OCH KÄNSLIGHETSANALYS	24
6 RISKVÄRDERING	25
6.1 JÄMFÖRELSE MED RISKKRITERIER	25
6.2 BEHOV AV RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	25
7 SLUTSATS	27
REFERENSLISTA	28
BILAGA A – KÄNSLIGHETSANALYS PLANKORSNINGEN	30
BILAGA B – RISKBERÄKNINGAR	33
BILAGA C – UTRYMNING AV SPÅRVAGN I TRÅG	37

1 Inledning

Trafikförvaltningen har i samband med detaljplanearbetet för en förlängning av Tvärbanan till Sickla station gett Structor Riskbyrån i uppdrag att ta fram ett underlag avseende människors hälsa och säkerhet. För ett antal riskrelaterade frågor identifierades i samrådshandlingen av planbeskrivningen¹ ett behov av vidare utredning. Länsstyrelsen och Södertörns brandförsvärsförbund (SBFF) lyfte även i sina samrådsyttranden fram att ett antal frågor behöver belysas.

Länsstyrelsen i Stockholms län påpekar i sitt yttrande² att kommunen inför granskningskedet behöver redovisa:

- risk för att avvikande fordon hamnar på spårområdet genom att köra av Värmdövägen
- risk för urspärning på Tvärbanan, i sidled längs hela sträckningen samt i banans förlängning vid slutstation.
- beskrivning av konsekvenser och eventuella riskreducerande åtgärder vid plankorsningar för gång- och cykeltrafikanter samt plankorsningen med Sicklavägen.
- riskbilden för föreslaget stationshus samt eventuella behov av riskreducerande åtgärder

Södertörns brandförsvärsförbunds yttrande³ är snarlikt:

Under förutsättning att konsekvenser i händelse av urspärat tåg-set gällande hela den aktuella planerade förlängningen av Tvärbanan, Saltsjöbanan vid dess anslutningspunkt till Tvärbanan samt utrymningsmöjligheter vid olycka i tunnel analyserats och resultatet av analysen angett godtagbara värden gällande risk, har räddningstjänsten inget mer att tillägga gällande detsamma.

Ur räddningstjänstens synvinkel är dock en fördjupad utredning kring en eventuell olycka mellan tåg och transport av farligt gods i korsningen Båtbyggargatan/Uddvägen och Sicklavägen en förutsättning. Detsamma gäller en eventuell olycka med farligt gods på Värmdövägen, och då främst dess södra körbana, utmed den sträckning där Tvärbanan planeras gå parallellt med densamma. Räddningstjänsten vill i sådan utredning, och i både de nämnda scenariona att höjdskillnader, spårläggning och underlag samt dess inverkan på avrinningen av brandfarlig vätska från olycksplats beaktas.

1.1 Syfte

Syftet med denna riskbedömning är att utgöra ett underlag till utformningen av detaljplanen, med hänsyn till människors hälsa och säkerhet enligt Plan- och bygglagen⁴, samt att utgöra underlag för projektering av spåranläggningen. Därmed ska också de frågor som Länsstyrelsen och SBFF lyft i sina samrådsyttranden belysas.

1.2 Mål

Målet för denna riskbedömning är att beskriva de olika typer av riskpåverkan som föreligger. Där så är möjligt är målet att uppskatta risknivåer vid planområdet och utifrån dessa vid behov föreslå rimliga riskreducerande åtgärder som möjliggör en acceptabelt låg risknivå. Målet är också att identifiera om sådana identifierade åtgärder kan hanteras och regleras inom ramen för detaljplanen eller om de bör hanteras inom ramen för spåranläggningens detaljprojektering.

1.3 Avgränsningar

Denna riskbedömning är avgränsad till att behandla olyckshändelser förknippade med spårtrafik och transporter av farligt gods, som har en direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet.

Både påverkan inom planområdet (ex. vid planerad centrumbebyggelse, i plankorsningar och spårområdet) samt mot omgivningen (ex. intilliggande byggnader) inkluderas. Det innebär att påverkan på både resenärer, andra trafikanter och människor som vistas både inom och utom planområdet inkluderas. Effekter på människors hälsa till följd av långvarig exponering av exempelvis buller eller luftföroreningar beaktas inte. Ingen hänsyn tas till attentat eller händelser som genomförs med uppsåt.

1.4 Kravbild

Riskbedömningen avser att uppfylla kraven på riskhantering i *Riskhänsyn vid ny bebyggelse*⁵ (se Figur 1), samt även beakta storstadslänens länsstyrelser riskpolicy *Riskhantering i detaljplaneprocessen*⁶. Dessa anses vara lämpliga utgångspunkter för att riskhanteringen ska uppfylla de krav på hänsyn till människors hälsa och säkerhet som ställs i Plan- och bygglagen⁴ och Miljöbalken⁷.



Figur 1. Styrande dokument som anger kravbild för denna riskbedömning.

1.5 Underlagsmaterial

Följande underlagsmaterial har funnits tillgängligt vid genomförandet av denna riskbedömning:

- Samrådshandling. Tvärbanan till Nacka. Detaljplan för Tvärbanans förlängning till Nacka, för fastigheten Sicklaön 40:12 m.fl. på Västra Sicklaön, Nacka kommun. Planbeskrivning upprättad september 2013. Dnr KFKS 2012/660-214. Projekt 9227.
- Plankarta till ovanstående samrådshandling (också upprättad september 2013).

Övriga underlagsmaterial som använts vid riskbedömningen refereras till löpande i texten.

2 Områdesbeskrivning

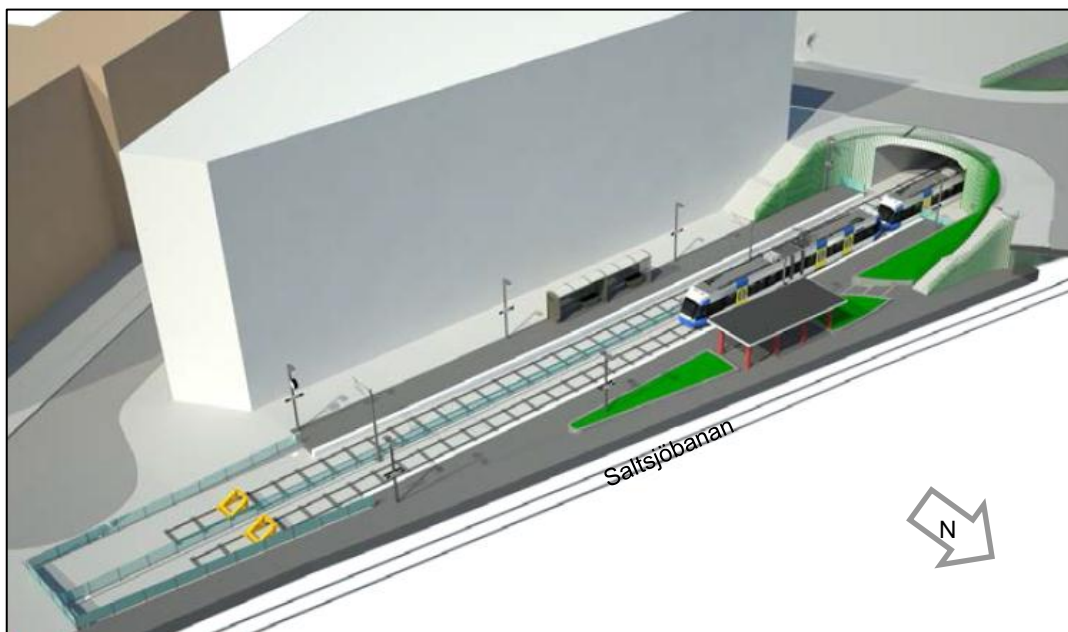
Planområdet är beläget på västra Sicklaön och har till följd av sitt ändamål en långsmal utformning som sträcker sig från kommungränsen vid Båtbyggargatan (Sickla Udde), via Uddvägen och Värmdövägen till Sickla station (se Figur 2). Syftet med detaljplanen är att möjliggöra en förlängning av Tvärbanan på ca 675 m, från dagens ändhållplats Sickla Udde i Hammarby Sjöstad till Saltsjöbanans Sickla Station och på så sätt knyta samman de två trafikslagen via en bytestpunkt (se Figur 3). Därmed kan kopplingarna och rörelsemönstren mellan Sickla, Hammarby sjöstad och omkringliggande stadsdelar stärkas och förbättras. Syftet

är även att avlasta Slussen både under ombyggnadstiden 2014-2022 och på lång sikt. Tvärbanan ska också bidra till att området kring Fanny Udde och f.d. Sickla industriområde utvecklas och förändras från ett slutet verksamhetsområde till en mer sammanhängande och tät stadsdel där arbetsplatser blandas med bostäder och service, i enlighet med översiktsplanen *Hållbar framtid i Nacka* (2012).¹



Figur 2. Kartan visar planområdets avgränsning.

I närområdet finns ett antal viktiga infrastrukturanläggningar som Södra länken, Värmdöleden, och Saltsjöbanan. Rekommenderade transportleder för farligt gods utgörs av Värmdöleden (väg 222, primär), Sicklavägen (väg 260, sekundär) samt Södra länken (väg 75, sekundär)⁸, se Figur 4 på nästa sida.



Figur 3. Illustration över Sickla stationsområde, där Tvärbanan föreslås få en ny ändstation i anslutning till Saltsjöbanans befintliga station.

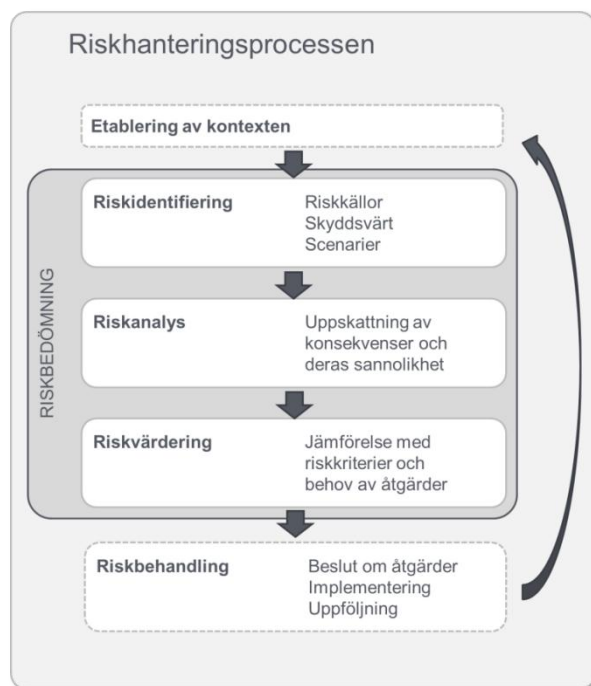
Tvärbanan dras vidare från dagens slutstation vid Sickla Udde, längs Båtbyggargatan fram till Sicklavägen. Där skapas en plankorsning när spårvägen fortsätter över mot Uddvägen, som den sedan följer upp till Värmdövägen. Längs med Värmdövägen dras spårvägen i ett tråg fram till Sickla industriväg som passerar över tråget på en bro. Direkt öster om Sickla industriväg avslutas spårvägssträckningen med en ändhållplats vid Saltsjöbanans befintliga Sickla Station.



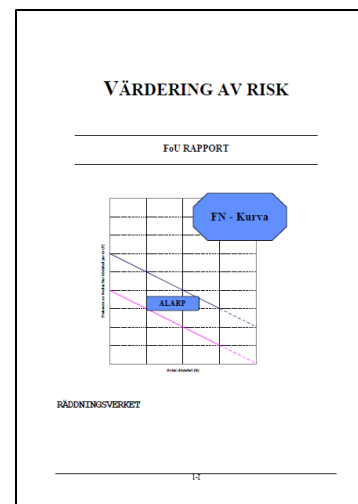
Figur 4. Rekommenderade transportvägar för farligt gods i närområdet⁸.

3 Omfattning av riskhantering

I detta uppdrag genomförs en riskbedömning enligt de principer som presenteras i riskhanteringsprocessen enligt ISO 31 000⁹, se Figur 5. Det innebär att det sista steget i riskhanteringsprocessen (riskbehandling) genomförs av Nacka kommun i samband med fastställande av detaljplanen och av Trafikförvaltningen vid detaljprojekteringen av spåranläggningen.



Figur 5. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31 000⁹.



Figur 6. Riskvärderingskriterier tillämpas enligt *Värdering av risk*¹⁰.

Riskbedömningens detaljeringsgrad kommer att skilja sig åt för de olika risker som identifieras, beroende på deras olika karaktär. För de risker där det bedöms som möjligt kommer en kvantitativ analys genomföras med uppskattningar av individ- och samhällsrisknivåer. Tillämpade riskvärderingskriterier för både individ- och samhällsrisks utgörs då av de föreslagna kriterierna i *Värdering av risk*¹⁰, se Figur 6. För risker som inte på motsvarande sätt kan kvantifieras kommer kvalitativa resonemang kring riskpåverkan att föras.

4 Riskidentifiering

Studerade riskkällor inkluderar spårvägstrafiken på Tvärbanan och Saltsjöbanan samt vägtrafik på Sicklavägen, Uddvägen och Värmdövägen. De olycksscenarioer som bedöms kunna medföra en påverkan mot det skyddsvärda (omgivningen, resenärer eller trafiken på spårvägen) utgörs av:

- A. Kollision mellan spårvagn och vägfordon i plankorsning
- B. Kollision mellan spårvagn och gångtrafikan/cyklist
- C. Kollision mellan två spårvagnar
- D. Urspårning av spårvagn
- E. Brand i spårvagn
- F. Vägfordon hamnar på spårområde
- G. Kontaktledningar / strömförande ledningar

Den föreslagna planen medför också att en infart till Quality hotell Nacka från Värmdövägen stängs, vilken kan påverka brandförsvarets insatsmöjligheter vid en brand i byggnaden. Frågan behöver därför också belysas.

- H. Förändrade insatsmöjligheter/angreppsväg Quality hotell Nacka.

Vidare medför en spåranslagning av detta slag en viss risk för suicid, särskilt utmed tråget och där spårvägen korsar under Sickla industriväg.

- I. Spåranslagningen innebär en riskplats för suicid

5 Riskanalys

Riskanalysen genomförs som en kvantitativ analys med beräkningar av frekvenser och konsekvenser för de identifierade olycksscenarioer som det bedöms vara relevant och möjligt att beräkna risknivåer för. För övriga olycksscenarioer redovisas kvalitativa resonemang om riskpåverkan. Indelningen i följande avsnitt följer de identifierade olycksscenarioerna från föregående kapitel.

5.1 A - Kollision mellan spårvagn och vägfordon i plankorsning

Plankorsningar med spårtrafik utgör ett betydande riskmoment för kollisioner. De flesta kollisioner mellan spårvagn och motorfordon beror på att bilföraren inte sett spårvagnen, inte sett eller förstått signalers innebörd eller ignorerat dessa eller inte kunnat bedöma hastighet och avstånd.¹¹

Längs med Uddvägen kommer det att bli två överfarter där vägtrafik korsar spårvägen. Trafikförvaltningen utreder möjligheterna till att signalreglera dessa med rödljus istället för enbart gulblink som i övriga Hammarby Sjöstad. Det skulle ge förbättrad trafiksäkerhet, särskilt när Trafikverkets utryckningsfordon lämnar depån på Uddvägen.

Särskilt allvarliga konsekvenser bedöms kunna uppstå om spårvagnen kolliderar med ett fordon som transporterar farligt gods. Denna situation kan uppkomma då det förekommer transporter med farligt gods på Sicklavägen (som är en sekundär transportled för farligt gods). Faktorer som påverkar risken i den aktuella plankorsningen antas vara spårtrafikflödet på Tvärbanan och vägtrafikflödet på Sicklavägen, flödet av farligt gods på Sicklavägen samt plankorsningens utformning.

5.1.1 Trafikflöden

Idag har Tvärbanan 7,5-minuterstrafik vid tider med hög belastning. Nuvarande tidtabell visar 108 avgångar per dygn under vardagar och 104 avgångar per dygn under lördagar/helger. Detta är i en riktning från Sickla station. Det innebär ungefär 748 avgångar per vecka, eller 107 avgångar per dygn i genomsnitt över veckan. Förlängningen av Tvärbanan till Solna kan möjliggöra en ökning av flödet till 6-minuterstrafik¹², vilket innebär två ytterligare avgångar per timme med hög belastning. Ett framtida flöde på Tvärbanan uppskattas utifrån detta till ungefär 115 tågrörelser per riktning och medeldygn. En tidigare upprättad bullerutredning anger dock att trafiken kan uppgå till så mycket som 206 tåg/dygn om den ökas till 5-minuterstrafik klockan 06-19.

Sicklavägens trafikflöde antas kunna uppgå till de mängder som en upprättad trafikutredning¹³ anger som möjliga och ej överbelastande: 20 000 fordon/dygn. Motsvarande flöde för Båtbyggargatan är 10 000 fordon/dygn och för Uddvägen 3 000 fordon/dygn.

5.1.2 Transporter med farligt gods på Sicklavägen

I en riskbedömning som upprättades av Tyréns som underlag till detaljplanen Lugnet etapp III¹⁴ gjordes en kartläggning av vilket flöde av farligt gods som kan förväntas på Sicklavägen. Det flöde som uppskattas däri är enligt Länsstyrelsen i Stockholms län¹⁵ en rimlig utgångspunkt även för planarbetet i samband med Tvärbanans förlängning.

Tyréns riskbedömning konstaterar att de transporter som går förbi området på Sicklavägen huvudsakligen bör utgöras av transporter till/från Stadsgården, Masthamnen, Henriksdals reningsverk, Scandinavian Biogas, och i viss utsträckning drivmedelstationer på Södermalm. Vägen är även avsedd för farligt godstransporter som är förbjudna att gå i Södra länken under dagtid, samt som omledningsvägnät för Södra länken när tunneln är avstängd. Kartläggningen tar hänsyn till kända förändringar vid Slussen, stängning av Shell på Folkungagatan samt flytt av SL:s bussdepå till Fredriksdal. Resultatet redovisas i Tabell 1.

Tyréns uppger att transporter som är förbjudna att gå i Södra länken under dagtid, i stor utsträckning transporteras nattetid istället för att ta omledningsvägen via Sicklavägen. Detta antagande bedöms vara rimligt även i denna riskbedömning. Vidare konstaterar Tyréns att Sicklavägen utgör omledningsväg vid både planerade och plötsliga avstängningar i Södra Länkens Nackatunnel. Utifrån att uppskatta hur ofta avstängningar inträffar, hur länge de varar, vilka tider på dygnet som olika typer av farligt gods transporteras – drar Tyréns slutsatsen att risknivån längs Sicklavägen inte påverkas i någon stor utsträckning av trafikomledningar. Samma antagande tillämpas därför i denna analys.

Tabell 1. Uppskattat antal transporter med farligt gods på Sicklavägen¹⁴.

Ämne	Antal transporter per år	Andel
ADR-S klass 1 Explosivämne	0	0
ADR-S klass 2.1 Brandfarlig gas	156	30 %
ADR-S klass 3 Brandfarlig vätska	364	70 %
Övriga ADR-S klasser	0	0
Totalt	520	100 %

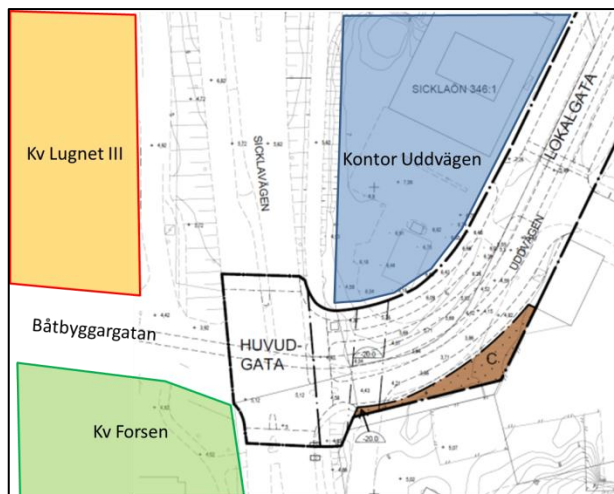
Baserat på denna uppskattning av farligt gods-flödet konstateras att det normalt förekommer transporter med ADR-S klasser 2.1 och 3. De olycksscenarioer eller olycksförlopp som därmed förväntas kunna uppkomma presenteras översiktligt i Tabell 2.

Tabell 2. Allmänna beskrivningar av olycksförlopp för de olika klasserna av farligt gods. Generella bedömningar av påverkan baseras på tillgänglig litteratur^{16,17,18}.

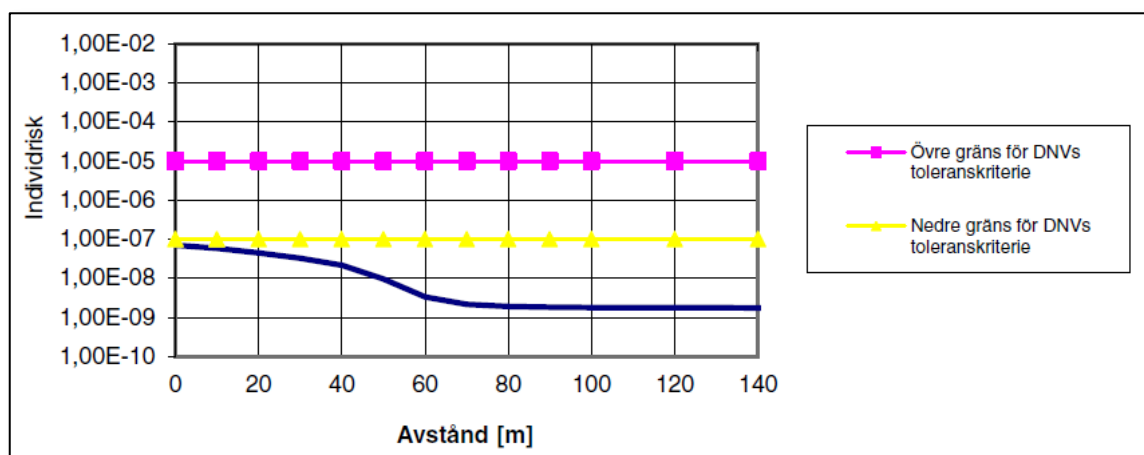
ADR-S klass	Beskrivning
2 – Gaser	Olycksförloppen vid olyckor som involverar gaser skiljer så mycket åt beroende på vilken typ av gas som är inblandad. Nedan beskrivs de olika riskgrupperna <i>2.1 Brandfarliga gaser</i> , <i>2.2 Icke giftig, icke brandfarlig gas</i> samt <i>2.3 Giftiga gaser</i> .
<i>2.1 - Brandfarliga gaser</i>	Olyckor med brandfarliga gaser inkluderar olika brandförlopp som kan påverka omgivningen genom värmestrålning eller tryckpåverkan. Vid ett läckage som antänds omgående uppstår en jetflamma som orsakar värmestrålning mot omgivningen. Om ingen antändning sker kan den utsläppta gasen bilda ett brännbart gasmoln som förflyttar sig med vinden och vid senare antändning orsakar en gasmolnsexplosion. Gasmolnsexplosionen orsakar värmestrålning och under vissa mycket specifika förhållanden även tryckvågor mot omgivningen. I sällsynta fall kan även en typ av explosion som kallas BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) uppstå. Dessa tre scenarier kan medföra påverkan på några hundratals meter om den brandfarliga gasen transporteras i stora mängder i tank.
<i>2.2 – Icke giftig, icke brandfarlig gas</i>	Den påverkan på omgivningen som kan uppstå vid olyckor med denna riskgrupp är främst om det till följd av kraftig uppvärmning sker en kärleksprängning, som kan leda till omkringflygande kärldelar eller splitter.
<i>2.3 – Giftiga gaser</i>	En olycka med giftig gas kan leda till påverkan på omgivningen om ett läckage leder till att ett giftigt gasmoln kan sprida sig från olycksplatsen. Spridningen av den giftiga gasen beror bland annat på läckagestorlek och väderförhållanden. Påverkan på människor kan uppkomma på flera hundratals meter.
3 – Brandfarliga vätskor	Olycksförlopp med brandfarliga vätskor innebär typiskt att ämnet vid läckage strömmar ur tanken och breder ut sig på marken och formar en pöl. Pölens utbredning beror på underlagets utformning (lutning, diken, porositet med mera). Om det sker en antändning uppstår en pölbrand, som påverkar omgivningen inom ett par tiotals meter genom värmestrålning från flammor och produktion av skadlig rök.

5.1.3 Riskuppskattning

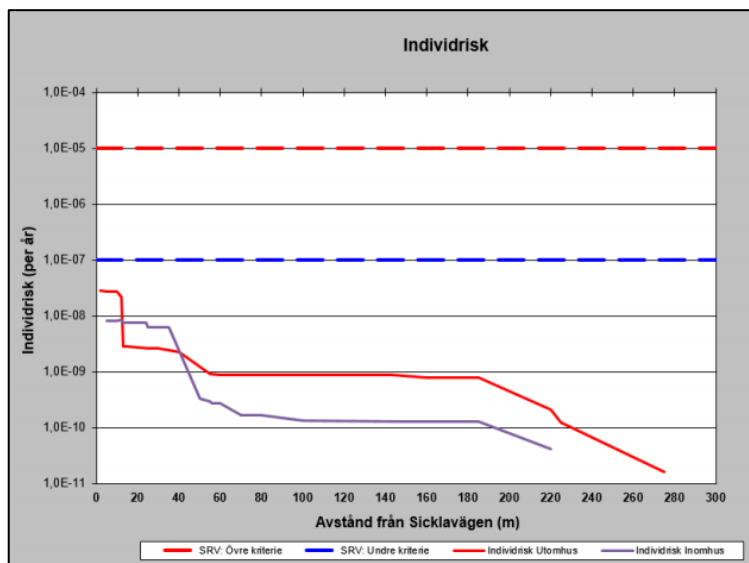
En bra utgångspunkt för fortsatt riskuppskattning i området kring plankorsningen är resultaten från den riskbedömning som Tyréns har upprättat i samband med planarbetet för kv. Lugnet del III¹⁴, som är beläget i hörnet Båtbyggargatan/Sicklavägen. De riskberäkningar som gjorts där tar dock inte någon uttalad hänsyn till att det vid plankorsningar kan föreligga en förhöjd risk för kollisioner. Med anledning av detta behöver därför en uppskattning göras för hur stort riskbidraget från plankorsningsolyckor kan vara. Detta riskbidrag bör därefter vägas samman med den tidigare uppskattade individrisknivån, för att ge en mer rättvisande bild av läget i närområdet kring plankorsningen. Den individrisknivå som Tyréns beräknat utmed Sicklavägen redovisas i Figur 8. Denna kan jämföras med den individrisknivå som Brandskyddslaget beräknat¹⁹ i samband med detaljplanearbetet för Kontor på Uddvägen (Sicklaön 346:1) som också pågår parallellt med både Lugnet III och Tvärbanans förlängning. Resultatet visas i Figur 9 och kan grovt sägas vara jämförbart med Tyréns resultat, även om risknivån är något lägre. För de fortsatta beräkningarna i denna analys används därför Tyréns resultat, vilket bedöms vara det konservativa alternativet. I nästa avsnitt görs en ansats till uppskattning av riskbidraget från plankorsningsolyckor.



Figur 7. Skiss över ungefärlig placering av andra detaljplaner i området.



Figur 8. Tyréns beräknade individrisknivå (för Lugnet III, sid 18) med hänsyn till transporter med farligt gods på Sicklavägen, utan hänsyn till den nu planerade plankorsningen.



Figur 9. Brandskyddslagets beräknade individrisnivå (för Kontor Uddvägen) med hänsyn till transporter med farligt gods på Sicklavägen, utan hänsyn till den planerade plankorsningen.

Förväntad frekvens för kollisioner mellan spårvagn och vägfordon i den aktuella plankorsningen uppskattas överslagsmässigt enligt följande:

Det inträffade enligt TRAFAs statistik²⁰ under åren 2003-2007 fyra stycken kollisioner i plankorsningar med spårväg i Sverige. Under åren 2008-2012 var motsvarande siffra tre. Av de tio personer som avled i olyckshändelser vid svensk spårvägsdrift under åren 2008-2012, omkom en person vid plankorsning. Den generella trend som TRAFAs noterar är att antalet kollisioner vid plankorsningar verkar vara ungefär oförändrat. Eftersom begreppet plankorsning tolkas lite olika beroende på sammanhanget (t.ex. om spårvägen går på egen banvall eller ej), finns det variationer i statistiken för kollisioner mellan vägfordon och spårvagnar.

Banverkets statistik¹¹ bedöms vara mer relevant för denna analys då den gäller specifikt för Stockholm och visar att det inträffat 29,4 kollisioner mellan spårvagn och bil per år. Vidare baseras denna statistik på att det fanns ungefär 30 platser i Stockholm där vägtrafik och spårväg korsas²¹, vilket ger en frekvens på omkring en kollision per plats och år.

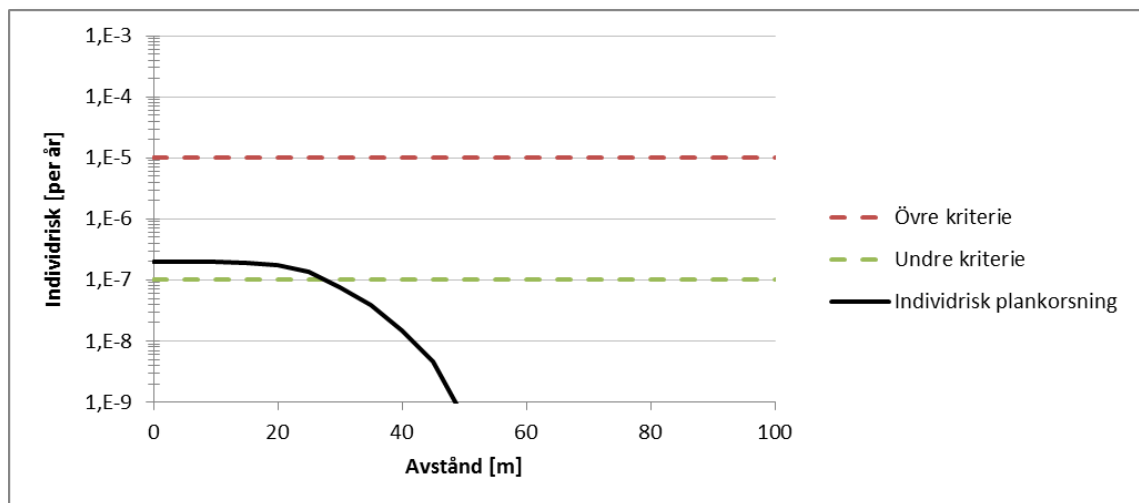
I *Spårväg - Guide för etablering* konstateras att det typiska scenariot för kollision mellan spårväg och vägfordon orsakas av bilister som svänger vänster och korsar spårvägen och därmed inte uppfattar bakomvarande (eller mötande) spårvagn. De aktuella transporterna med farligt gods ska inte göra någon sväng utan passerar rakt igenom korsningen vinkelrätt mot spårvägens bana. Det bedöms därför vara alltför konservativt att anta att en kollision mellan en spårvagn och ett fordon med farligt gods inträffar med den genomsnittliga frekvensen för kollision mellan spårvagn och fordon. Minst hälften av kollisionerna antas vara sådana som involverar svängande fordon, varför frekvensen för olyckor med trafik som (likt farligt godstransporterna) INTE svänger borde utgöra mindre än hälften av kollisionerna (frekvensen reduceras med en faktor 0,5).

Vidare bör det konstateras att flera av korsningarna längs med Tvärbanan bara regleras av blinkande gula varningsljus (även kallade Wigwag) och vägmärket "Varning för spårvagn". Den aktuella plankorsningen kommer dock att vara signalreglerad med röd ljus likt idag – vilket bedöms medföra en lägre kollisionsrisk jämfört med korsningar med enbart gulblink.

En ”farligt godsolycka” uppkommer endast om det är en kollision med ett fordon som transporterar farligt gods. Andelen fordon på Sicklavägen som transporterar farligt gods (utav det totala flödet i korsningen) uppskattas grovt till: $(520 \text{ transporter per år}) / (33\,000 \text{ fordon per dygn} * 365 \text{ dygn per år}) = 0,04 \text{ ‰}$ (promille). Detta ger sammantaget en uppskattad frekvens för farligt godsolycka i den aktuella korsningen som är $2,12E-05$ per år.

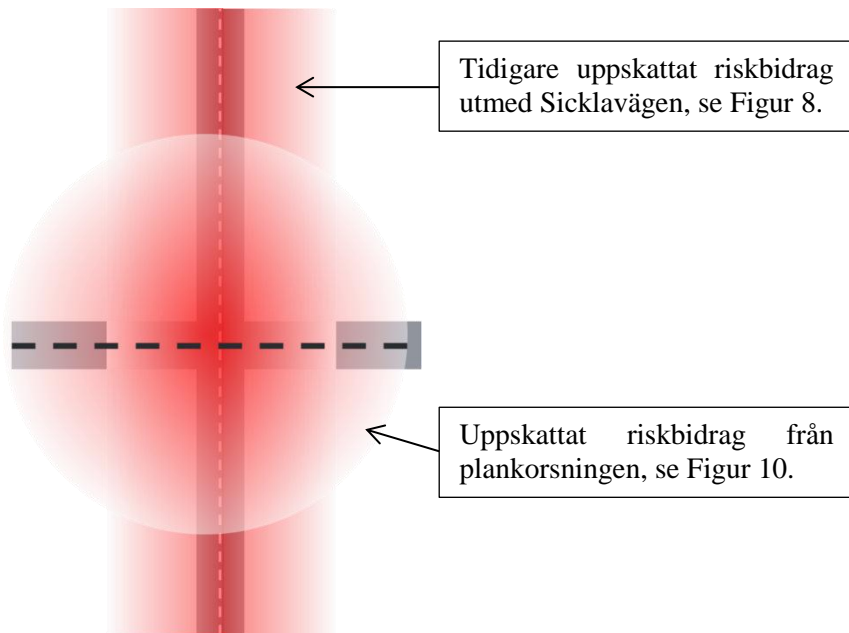
För att kontrollera rimligheten i frekvensuppskattningen ovan görs en jämförelse med två alternativa beräkningsmetoder som initialt valts bort då de bedömts ge mindre relevanta resultat. Dessa beskrivs i Bilaga A – Känslighetsanalys Plankorsning. Resultaten visar att de två metoder som valts bort ger lägre frekvenser än den valda metoden. Baserat på detta bedöms den valda metoden som beskrivs ovan inte leda till en underskattning av risken. Den får därför utgöra underlag för fortsatta riskuppskattningar.

Utifrån den beräknade frekvensen för att en kollision mellan ett fordon som transporterar farligt gods och en spårvagn inträffar, kan ytterligare frekvensberäkningar genomföras för de olika typer av olycksförlopp som följer. Olycksförloppen som kan uppkomma handlar om läckage av brandfarlig vätska och efterföljande antändning och pölbrand, jetflammar, gasmolnsexplosioner och BLEVE. I huvudsak kan dessa leda till en påverkan mot omgivningen i form av värmestrålning, spridning av brandgaser och i vissa fall av tryckpåverkan. Dessa, tillsammans med konsekvensuppskattningar, beskrivs ytterligare i Bilaga B. Resultatet av dessa beräkningar kan illustreras i en individriskkurva som utgår från en punktkälla (i teorin placerad ungefär mitt i plankorsningen, där spåren korsar Sicklavägens norrgående körfält), se Figur 10.

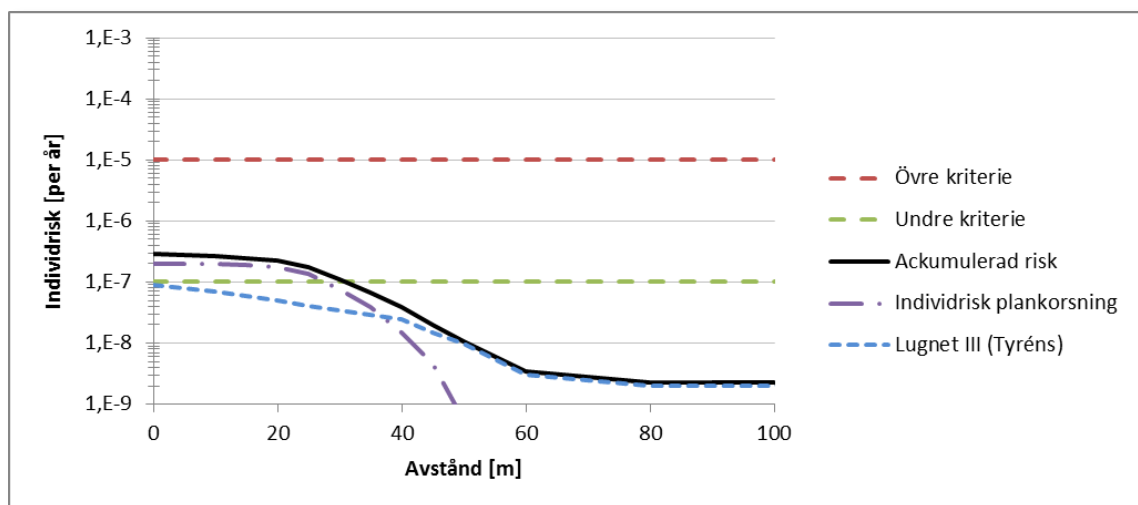


Figur 10. Uppskattat individriskbidrag från plankorsningsolyckor vid Sicklavägen/Uddvägen.

Genom att addera den beräknade individriskkurvan som gäller med en cirkulär utbredning från plankorsningen (punktkällan), med den av Tyréns beräknade individriskkurva som gäller längs med Sicklavägen, kan en kontroll göras om de båda typerna av riskpåverkan någonstans ger en oacceptabelt hög risknivå (se en skiss över principen i Figur 11).



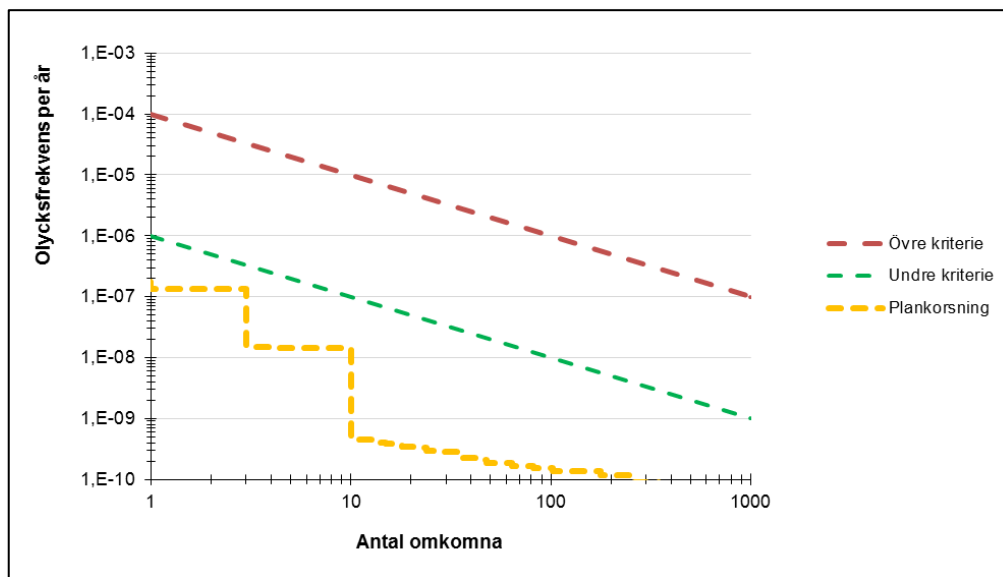
Figur 11. Principskiss över hur risknivåer från två olika riskkällor ackumuleras. Resultaten visar att riskpåverkan kan komma upp i de lägre delarna av ALARP-området i ett område som sträcker sig vinkelrätt ut från plankorsningen i ungefär 30 meter.



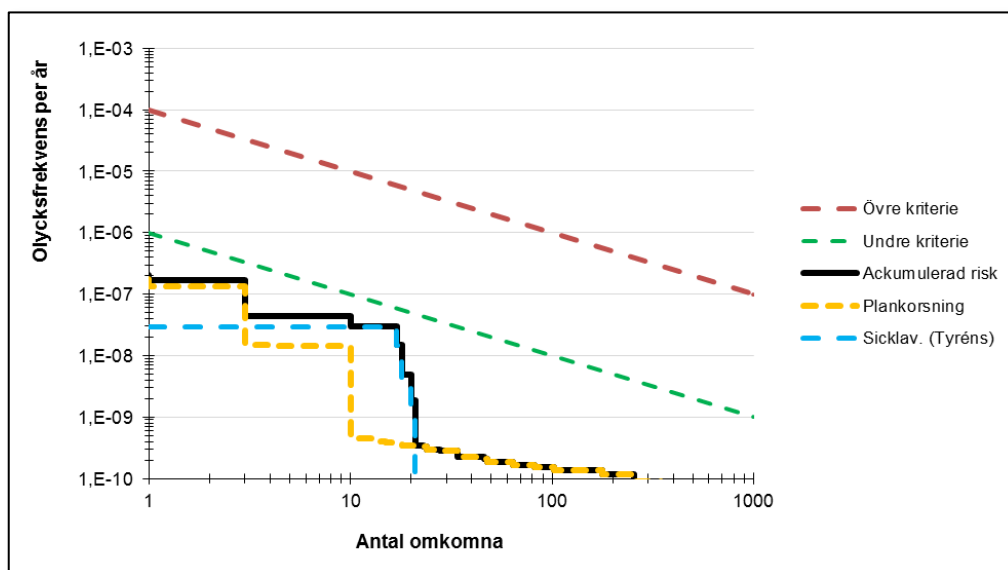
Figur 12. Individriskkurva med ackumulerad risk som inkluderar påverkan från både plankorsningsolyckor och "vanliga" farligt godsolyckor längs med Sicklavägen. Den redovisade kurvan "Ackumulerad risk" representerar riskpåverkan där den är som störst, vinkelrätt ut från Sicklavägen, precis i höjd med plankorsningen (illustreras med en svart streckad linje i Figur 11).

Resultaten visar att individrisken är relativt låg, men att den kan hamna i de lägre delarna av ALARP-området just i plankorsningen (inom omkring 30 meter från den plats där spårvägen korsar Sicklavägens norrgående körfält). Inom ALARP-området ska alla rimliga åtgärder vidtas. Ytterligare resonemang om åtgärder och deras rimlighet förs i kapitlet Riskvärdering och behov av åtgärder nedan.

Gällande uppskattning av samhällsrisk presenteras utökade resonemang i Bilaga B, resultaten visas i Figur 13 och Figur 14.



Figur 13. Samhällsriskskurva endast inkluderande olyckor i plankorsningen vid Sicklavägen/Uddvägen.



Figur 14. Samhällsriskskurva med ackumulerad risk som summerar påverkan från plankorsningsolyckor och "vanliga" farligt godsolyckor längs med Sicklavägen.

Resultaten visar att samhällsriskskottet från plankorsningen är litet i förhållande till det riskbidrag som tidigare uppskattats av Tyréns för Sicklavägen. Det är viktigt att notera i sammanhanget att kriterierna för värdering av samhällsrisk förutsätter att ett område på 1 kvadratkilometer studeras. För en rättvisande bild av den sammanvägda samhällsrisken i en kvadratkilometer skulle riskpåverkan från exempelvis Henriksdals reningsverk, Scandinavian Biogas och Södra länkens ytvägnät behöva inkluderas i den ackumulerade risken. Resultaten i Figur 14 kan dock användas för att dra slutsatser om storleken på riskpåverkan från plankorsningen i förhållande till riskpåverkan från Sicklavägen är relativt liten (för olycksförlopp med fler än tre omkomna är riskbidraget från Sicklavägen dominerande).

5.1.4 Höjning av korsningen

I samband med att Tvärbanan förläggs i korsningen med Sicklavägen kommer marknivån i korsningen att behöva höjas med som mest omkring 1 meter mitt i korsningen och omkring 20 cm i sydvästra hörnet. Detta görs för att anpassa vägbanorna till föreslagen spårinje. Det finns vissa förutsättningar som behöver påpekas i detta sammanhang. I den riskbedömning²² som upprättades i samband med detaljplanearbetet för kvarteret Forsen mm. specificeras dock ett antal dimensioneringsförutsättningar för bebyggelsen som delvis står i strid med den planerade höjningen av vägbanorna:

- *Den planerade trafikbarriären mellan Hammarby fabriksväg (heter idag Sicklavägen, författarens anm.) och lokalgatan i Hammarby fabriksvägs sträckning mellan Södra Länken och Båtbyggargatan utförs så att avåkning inte kan ske från Hammarby fabriksväg till lokalgatan.*
- *Hammarby fabriksvägs vägbana från Södra Länken till Båtbyggargatan skall göras med väglutning som gör att vägdelaren mellan trafikriktningarna blir lågpunkt.*
- *Nivåskillnad mellan Hammarby fabriksväg (lägre) och Båtbyggargatan (högre) om minst 25 cm kvarhålls vid en eventuell ombyggnad av Hammarby fabriksväg. Lågpunkten skall vara belägen minst 25 meter från närmaste byggnad.*

Vidare reglerades ett antal punkter i detaljplanen:

- *Byggnaderna kommer att ha entréer från lokalgatan mot Hammarby Fabriksväg men entréerna kommer att vara genomgående så att utrymning även kommer kunna ske mot gårdssidan.*
- *En mur kommer att löpa längs med Hammarby Fabriksväg samt delar av Båtbyggargatan. Muren kommer fungera både som ett extra avåkningsskydd samt kommer förhindra att utläckta ämnen rinner mot planerade fasader där så är möjligt.*
- *Byggnaderna kommer att utföras med obrännbart material i samtliga fasader.*
- *Inga enkelsidiga lägenheter kommer att byggas mot Hammarby Fabriksväg eller Båtbyggargatan.*

Det bör poängteras att man i riskbedömningen för kv. Forsen räknade med ett flöde av farligt gods som var betydligt högre än vad man idag vet (och använder som underlag i riskbedömningen för Lugnet III). Forsens beräkningar baserades på 15 000 transporter med ADR-S klass 3 per år. Idag är antalet 364. Anledningen till variationen är att arbetet för kv. Forsen genomfördes innan Södra länken öppnades och det fanns osäkerheter om vilka typer av farligt gods som skulle få gå i tunnarna. Att flödet nu är betydligt lägre avspeglas även i att risknivåerna som beräknats för Lugnet III är relativt låga.



Figur 15. Vy mot Kv Forsen och den mur som uppförts som skydd mot avåkande fordon och pölutbredning mot bebyggelsen.

Utgångspunkten för fortsatta resonemang bör ändå vara vilken funktion som riskbedömningen för kv Forsen efterlyser. Det handlar egentligen om två saker: att förhindra fordon från att hamna för nära bebyggelse och att hindra att brandfarliga vätskor kan rinna mot bebyggelsen. Detta åstadkom man i Forsen genom att både uppföra en mur, och genom att reglera höjdskillnader och lutning hos vägbanorna. En lämpligt utformad mur kan dock ge en skyddseffekt både avseende avåkande fordon och utbredning av vätskor. Den uppförda muren bedöms ha en skyddande effekt i båda dessa avseenden, se Figur 15. Att välja en utformning med både en mur och att reglera vägbanans lutning (och placering av vägbanornas lågpunkt) medförde en typ av dubbel säkerhet som bedömdes som rimlig 2002. Med dagens lägre flöde av farligt gods bedöms det vara omotiverat att lutning och lågpunkter förblir oförändrade för Sicklavägen. Vad gäller höjningen av vägbanorna så kommer området närmast muren att höjas med omkring 20 cm, vilket innebär att murens faktiska höjd över marken kommer att vara 20 cm mindre efter denna detaljplans genomförande. Murens förmåga att hindra ett fordon från att hamna nära bebyggelsen bedöms inte påverkas i någon större omfattning av vägbanehöjningen. Den bedöms också medföra ett fortsatt skydd avseende pölutbredning mot bebyggelsen. Den lågpunkt som idag finns mitt i korsningen kommer till följd av höjningen att förflyttas söderut längs Sicklavägen cirka 100 meter.

Höjningen av vägbanorna medför dock även att ett läckage som inträffar i plankorsningen lättare kan komma att rinna nedför lutningen in på Båtbyggargatan. Detta medför i sin tur att värmepåverkan från en pölbrand kan komma att påverka bebyggelsen utmed båda sidorna av Båtbyggargatan, och inte bara mot fasader som vetter mot Sicklavägen. Pölutbredningen som kan följa på ett utsläpp beror bland annat på mängden utsläppt vätska, underlagets lutning, underlagets porositet och placering av dagvattenbrunnar, diken etc.

Underlagets porositet (eller genomsläpplighet) har betydelse för hur snabbt och i vilken omfattning pölutbredning uppstår till följd av ett utsläpp. Frågan har diskuterats inom projekteringsgruppen då själva spårområdet kommer att beläggas med så kallade Strails, som är en gummiliknande gatubeläggning kring rälsen för underlättad passage för vägfordon. Strails bedöms dock inte medföra någon nämnvärd genomsläpplighet för vätskor utan bör betraktas som en hårdgjord yta där pölutbredning inte begränsas.

De beräknade risknivåerna ovan (se Figur 12 och Figur 14) indikerar att sådana pölutbredningar inträffar med så låg frekvens att någon oacceptabel risk inte uppkommer. Åtgärder för att minska möjligheten till pölutbredning ner längs Båtbyggargatan kan ändå övervägas med anledning av höjningen. Sådana åtgärder kan behöva inarbetas i detaljprojekteringen av spåranläggningen, se ytterligare resonemang i avsnitt *Behov av riskreducerande åtgärder* nedan.

5.2 B - Kollision mellan spårvagn och gångtrafikanter/cyklist

En kollision mellan en spårvagn och en gångtrafikanter eller cyklist kan leda till allvarliga skador och dödsfall. Det är därför av stor vikt att trafikmiljön utformas för att ge största möjliga trafiksäkerhet vid spårövergångar, stationslägen och andra riskfyllda platser. Det kan handla om ljud- och ljussignaler, hänsyn till siktlinjer och strävan efter att skapa en tydlig trafikmiljö som minimerar risken för att trafikanter felaktigt tolkar de situationer som annars kan leda till fara.

5.3 C - Kollision mellan två spårvagnar

Risken för kollisioner mellan två spårvagnar förebyggs av Tvärbanans ATC-system på ett sådant sätt att det inte bedöms relevant att studera olyckstypen vidare inom ramen för detaljplanarbetet (och därmed denna riskbedömning). Syftet med att införa ett ATC-system är att minimera risken för mänskliga misstag och därigenom öka säkerheten i och omkring spårvägsanläggningen. I praktiken innebär ett ATC-system att om en förare håller en för hög hastighet eller på annat sätt inte följer signaler, aktiveras ett datoriserat styrsystem och bromsar spårvagnen. Ytterligare riskhantering med koppling till spårvagnskollisioner kommer dock att genomföras i samband med Trafikförvaltningens tillståndsansökan till Transportstyrelsen och detaljprojektering av spåranläggningen.

5.4 D - Urspårning av spårvagn

En urspårande spårvagn kan träffa människor som vistas inom planområdet, men även byggnader eller människor som vistas utanför planområdet. Konsekvenserna av en urspårning beror på hur långt ifrån spåret som spårvagnen hamnar och sannolikheten beror på bland annat antalet och typen av spårvagnsrörelser, skick på spåranläggningen och spårvagnar, med mera.

5.4.1 Urspårning längs Uddvägen

Längs med Uddvägens sträckning kommer bebyggelse att placeras liksom befintlig bebyggelse utmed exempelvis Båtbyggargatan. Avståndet mellan bebyggelsen och närmaste spår kan bli ungefär 12 meter (avstånd mellan spår och områdesgräns för aktuell detaljplan), vilket liknar situationen vid Lugnet III och andra delar av Hammarby Sjöstad. Statistik från Göteborgs spårvägar visar att spårvagnar normalt endast hamnar ett par decimeter från spår vid urspårningar, men att en spårvagn även hamnat så långt som 5-6 meter från spår¹⁴. Trots detta kan det inte uteslutas att en spårvagn vid en urspårning kan påverka omgivningen på större avstånd än så. Vilket avstånd som en urspårande spårvagn hamnar på beror bland annat på hastigheten, ju större hastighet desto större kan påverkansområdet bli. På den aktuella sträckan kommer hastigheten att vara begränsad (största tillåtna hastighet, STH, blir 25 km/h i kurvan i början av Uddvägen, och 35 km/h i den nordligare kurvan vid Uddvägens slut och längs tråget). Sammantaget bedöms risksituationen längs Uddvägen vara jämförbar med övriga Hammarby Sjöstad, med avseende på behov av riskreducerande åtgärder i detaljplanen.

5.4.2 Urspårning vid Sickla station

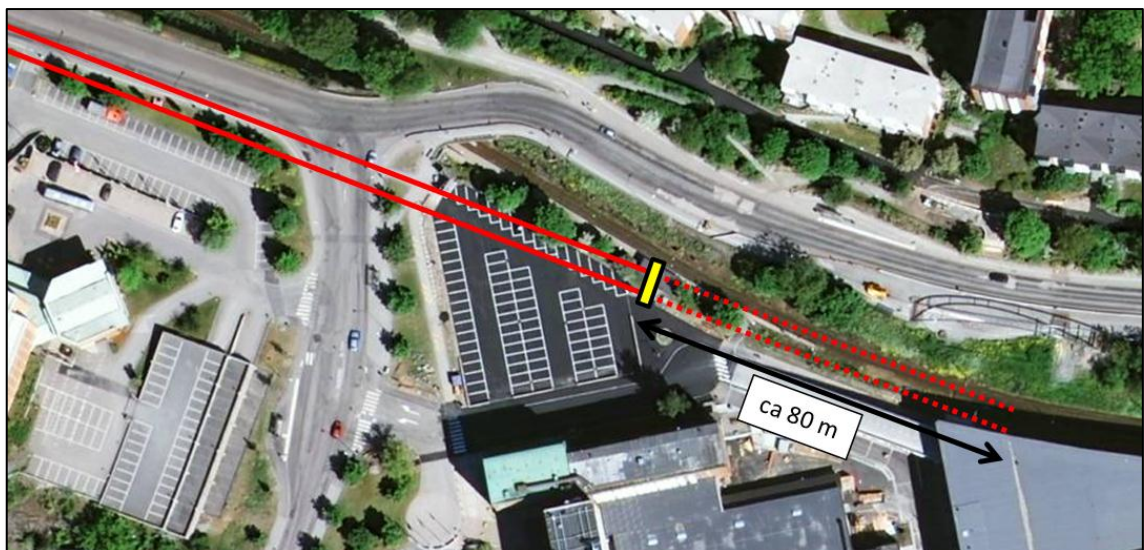
Det kan inte uteslutas att urspårningar av passerande tåg på Saltsjöbanan eller Tvärbanan skulle leda till påverkan mot den planerade centrumbebyggelsen vid Sickla station. Ett annat urspårningsrelaterat scenario innebär att en Tvärbanan fortsätter genom stoppblock och påverkar

området som ligger i spårriktningens fortsättning utanför det aktuella planområdet. Dessa två olika typer av scenarier diskuteras i de följande avsnitten.

Påverkan bakom Tvärbanans stoppblock

Eftersom Tvärbanans linjesträckning konvergerar med Saltsjöbanans, kan det inte uteslutas att en Tvärbana som fortsätter genom stoppblocken hamnar in på Saltsjöbanans spårområde. Omkring 80 meter längre bort längs Tvärbanans spårriktning finns en befintlig byggnad (parkeringsgarage), se Figur 16. Avståndet mellan stoppblock och det bostadshus som träffades av en spårvagn vid Saltsjöbadsolyckan i januari 2013 var omkring 30 meter.

Tvärbanan har (när den går på egen banvall likt vid Sickla station) ett ATC-system som bland annat går in och automatiskt bromsar en spårvagn om den skulle komma in mot stationen i för hög hastighet. I teorin ska därför en sådan olycka som i Saltsjöbaden 2013 inte kunna inträffa när ATC-systemet fungerar vid Sickla station¹. Från kurvan vid Uddvägens slut klättrar spåret uppför innan det når Sickla station, vilket innebär att även om ett tåg skulle skena då ATC-systemet felfungerar kommer hastigheten att förbli begränsad. STH är 35 km/h och nödbromsning sker om hastigheten är 7 km/h högre, vilket innebär att i teorin kan hastigheten aldrig överstiga 42 km/h, även om flera samtidiga fel inträffar. Vid spårens slut kommer stoppblock (av samma glidande typ som på Hamngatan) att placeras, samt bakom dessa en mur som övergår i en marknivå som ligger ett par decimeter över spårnivå. Om en spårvagn skulle fortsätta förbi stationsläget och kollidera med stoppblock och mur bedöms allvarliga skador kunna uppstå på spårvagnen, dess resenärer och människor som vistas i det absoluta närområdet vid stationen. Påverkan på större avstånd än något tiotal meter bakom stoppblocken bedöms som mycket osannolik. Sammantaget bedöms risken för påverkan bakom stoppblocken (även utanför det aktuella planområdet) vara så liten att ytterligare åtgärder i detaljplanen inte krävs.



Figur 16. Skiss över Tvärbanans nya spårlägen markerade med heldragen röd linje och förlängning i spårens riktning med streckad linje.

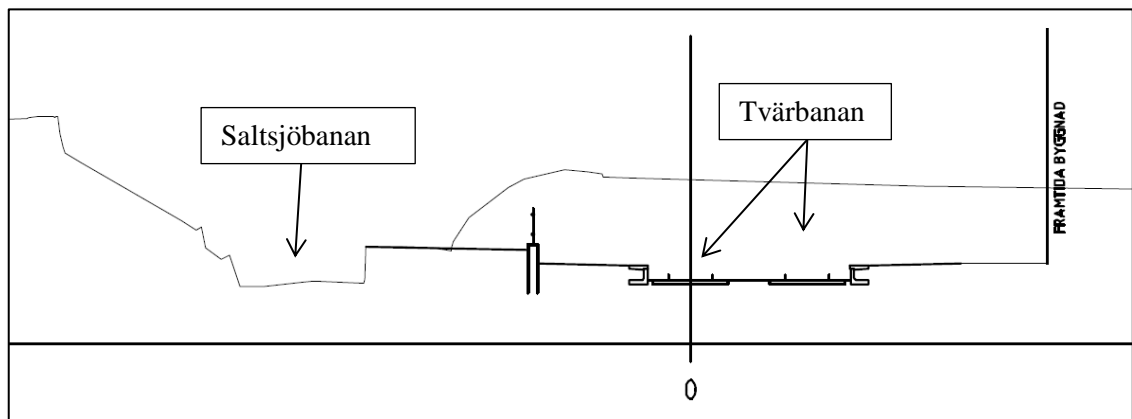
¹ Saltsjöbanan hade vid olyckstillfället 2013 inte något ATC-system installerat.

Påverkan mot centrumbebyggelsen

Den planerade centrumbebyggelsen vid Sickla station skulle kunna påverkas av en urspårande spårvagn på Tvärbanan och möjligen också av ett urspårande tåg på Saltsjöbanan.

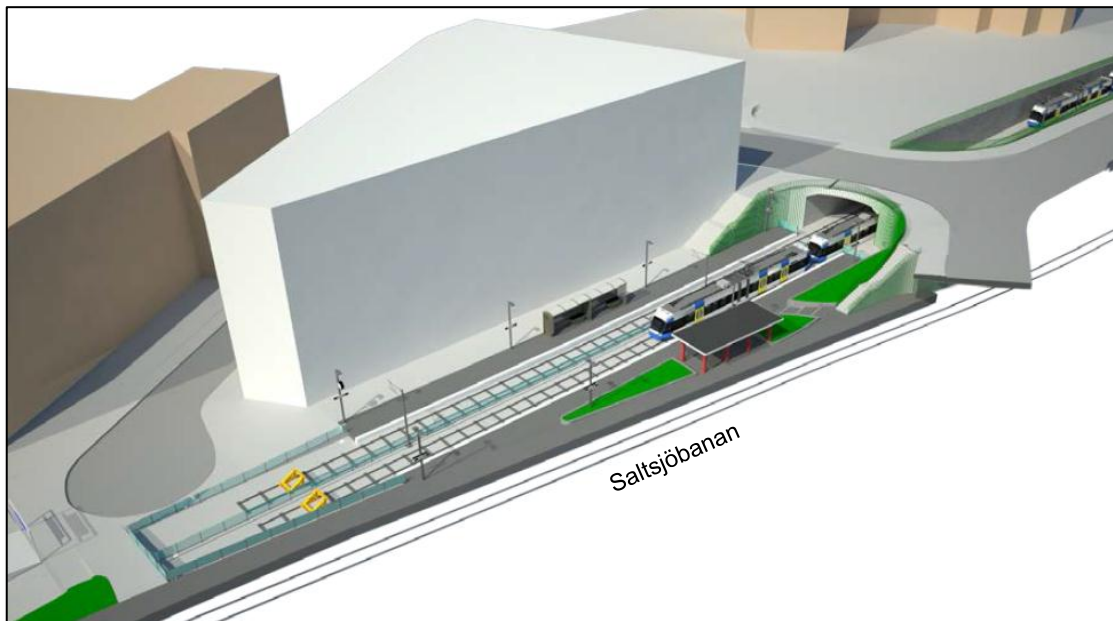
Det mest troliga i dagsläget är att den framtida tidtabellen¹² inte kommer att innehålla spårvagnar som passerar Sickla station utan att stanna, utan all trafik på Saltsjöbanan kommer att hålla en låg hastighet på väg in eller ut från stationen. Detsamma gäller naturligtvis Tvärbanans spårvagnar som antingen är på väg in mot Sickla station för att stanna vid ändstationen, eller som startar från Sickla station på väg mot Sickla udde (se även resonemang om största möjliga hastighet i föregående avsnitt).

Om en urspårning ändå skulle inträffa i höjd med centrumbebyggelsen bedöms både Saltsjöbanans och Tvärbanans plattformar medföra ett visst skydd som kan hindra ett spårfordon från att nå bebyggelsen, se Figur 17. I samband med genomförande av denna detaljplan kommer troligen Saltsjöbanans nuvarande träplattform vid Sickla station att ersättas med en mer robust betongkonstruktion. Saltsjöbanans plattformshöjd (en knapp meter) är högre än Tvärbanans (drygt tre decimeter).



Figur 17. Sektion genom Sickla station som visar plattformarnas höjd och spårens läge i förhållande till den planerade bebyggelsen (till höger).

Figur 18 visar en illustration över hur stationsområdet kan komma att utformas. Avståndet mellan byggnaden och Saltsjöbanans spår blir som minst knappt 20 meter. Tvärbanans närmaste spår hamnar drygt 10 meter från byggnadens fasad. Med hänsyn till plattformarnas skyddande effekt vid en urspårning, avstånden till byggnaden och spårvagnars/tågs hastigheter vid stationen bedöms det inte krävas ytterligare åtgärder i detaljplanen.



Figur 18. Föreslagen utformning av Sickla station med den planerade centrumbebyggelsen som en vit/grå volym. Saltsjöbanan närmast och Tvärbanans två spår mellan Saltsjöbanans spår och byggnaden.

5.5 E - Brand i spårvagn

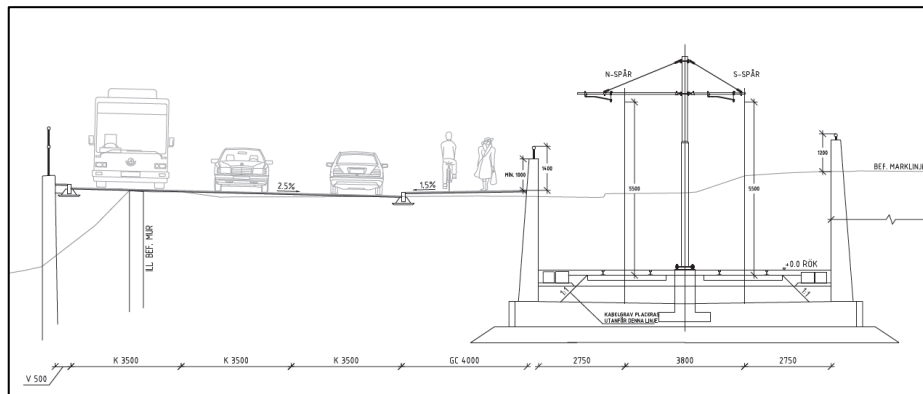
Vid en brand i en spårvagn som befinner sig i tråget längs med Värmdövägen kan trågets utformning medföra en mer utmanande utrymningssituation än om spårvagnen skulle behöva utrymmas längs med exempelvis Uddvägens sträckning. Bilaga C redovisar en fördjupad utredning av utrymningsmöjligheterna i tråget.

Resultaten från den fördjupade utredningen visar att utformningen av utrymningsvägar i tråget indirekt styrs av Plan- och Bygglagen och att det inte finns några specifika standarder framtagna för hur den ska utformas på det sätt som det finns för exempelvis tågtunnlar. Standarder och genomförda tester för tågtunnlar och byggnader har dock använts som utgångspunkt för utrymningsberäkningarna i utredningen.

Resultaten av beräkningarna visar att utrymningstiden blir acceptabelt kort med den föreslagna utformningen på 1,275 meter fri bredd mot trågets ytterväggar.

5.6 F - Vägfordon hamnar på spårområde

Utmed den sträcka av Värmdövägen där Tvärbanan kommer att gå i ett tråg på lägre nivå än körbanan finns den en risk för att avåkande fordon faller ner och hamnar på spårområdet. Detsamma gäller till viss del för Värmdövägens andra sida som vetter mot Saltsjöbanans tråg. Särskild allvarliga konsekvenser skulle kunna uppkomma om olycksfordonet transporterar farligt gods. Värmdövägen är inte en utpekad transportled för farligt gods, men det kan enligt SBF²⁵ ändå förekomma drivmedelsleveranser på vägen. Som skydd mot avåkande fordon kommer dock en mur att uppföras längs med hela det nya trågets sträckning. Muren kommer att ha en höjd av omkring 1 meter, och ovanpå muren kommer någon form av räcke/stängsel för personskydd att monteras, se Figur 19.



Figur 19. Sektion genom planerat tråg för Tvärbanan (till höger) och Värmdövägen (till vänster).

Vad gäller egenskaperna hos en sådan mur finns det vissa rekommendationer kring avvåningsskydd från Trafikverket som kan användas. I *VGU - Krav för vägar och gators utformning*²³ fastställs att vid val av kapacitetsklass enligt SS-EN 1317-2 ska hänsyn tas till kollisionenergin hos avkörande fordon samt till konsekvenser förknippade med att räckets kapacitet överskrids. Ett räck ”vid risk- o, skyddsobjekt” har som utgångsvärde att ha kapacitetsklass H2, vilket bedöms vara en bra utgångspunkt i detta fall. H2 är en typisk kapacitetsklass för broräcken i Sverige och innebär att de klarar en buss (13 000 kg) i 70 km/h i 20 graders vinkel.

Tråget medför några speciella förutsättningar om det skulle inträffa en olycka med exempelvis brandfarlig vätska. Om ett läckage på något sätt skulle hamna i tråget kommer pölutbredningen i huvudsak att ske västerut, bort från Sickla station nerför lutningen mot svängen vid Uddvägens slut. Utbredning av vätska kan dock antas begränsas något av underlagets porositet då spårområdet troligtvis får en markbeläggning av makadam. Eftersom den planerade muren längs Värmdövägen kommer att vara tättslutande och solid antas dock ett läckage på Värmdövägen normalt inte leda till att någon vätska hamnar nere i Tvärbanans tråg.

5.7 G - Strömförande ledningar

Strömförande ledningar kan dels påverka omgivningen om de ger upphov till magnetfält, dels leda till skador i närområdet vid nedfallen ledning. Nacka kommun tillämpar vid nyplanering av bostäder och lokaler där människor stadigvarande vistas i närheten av kraftledningar ett riktvärde för magnetfält på 0,4 μT . Inför planering av bostäder på Karlsbodavägen i Bromma genomfördes mätningar av magnetfält från Tvärbanan²⁴. Vid mätningarna uppmättes 0,1 μT för magnetfält utan tågpassage och 0,15 μT vid tågpassage i marknivå, 10,5 m från kontaktledningsstolpe och spår. I jämnhöjd med kontaktledning uppmättes 0,15 μT oavsett tågpassage. Baserat på dessa mätningar bedöms riktvärdet för magnetfält inte överstigas vid bebyggelsen utmed den aktuella sträckan av Tvärbanan. Frågan om lämpliga elsäkerhetsavstånd, riskområden, skyddszoner och övriga tekniska skyddsåtgärder behöver dock ändå beaktas i kommande detaljprojektering av anläggningen.

5.8 H - Förändrade insatsmöjligheter/angreppsväg Quality hotell Nacka.

Södertörns brandförsvarsförbund bedömer att insatsmöjligheterna vid händelser på hotellet fortfarande kommer att vara tillfredställande efter stängningen av tillfarten från Värmdövägen²⁵. Ingen särskild åtgärd behöver regleras i detaljplanen.

5.9 I - Suicid

Spåranläggningar av detta slag innebär en viss risk för suicid, särskilt kopplat till höjdskillnader och att människor kan vistas nära spårvägen på en högre höjd än spårläget. Hänsyn till personsäkerhet måste tas vid utformningen längs med träget vid Värmdövägen och även där Sickla industriväg korsar över spårvägen. Bron över spårvägen vid Sickla industriväg förses med skyddsnät/skyddstak. Inga ytterligare åtgärder för suicidprevention har identifierats i detta skede. Projektet SPIS²⁶ har mer underlag i frågan.

5.10 Osäkerheter och känslighetsanalys

Resultaten i riskbedömningar bör alltid betraktas med vetskap om de osäkerheter som finns i de många antaganden och ingångsvärden som använts vid analysen. I denna riskbedömning bedöms de antaganden och ingångsvärden som är särskilt förknippade med osäkerheter vara:

- Flödet av farligt gods på Sicklavägen
- Det framtida trafikflödet på Tvärbanan och Saltsjöbanan
- Uppskattningar av antal omkomna vid de olika scenarierna

Det faktum att många av ovanstående risker beskrivs med kvalitativa resonemang medför naturligt att detaljeringsnivån blir av ett övergripande slag. För de delar där kvantitativa värden använts för uppskattningar har det krävts att en rad olika parametrar antas. För att säkerställa att riskerna inte underskattats har de gjorda antagandena varit konservativa. Baserat på detta kan det antas att den verkliga risknivån inte överstiger den beräknade. Ytterligare resonemang om detta för riskuppskattningen vid plankorsningen fördes ovan i avsnitt 5.1.3 och i Bilaga A.

6 Riskvärdering

6.1 Jämförelse med riskkriterier

Resonemang om riskvärderingskriterier är endast tillämpbara för risker som har kvantifierats. I denna riskbedömning handlar det om riskerna förknippade med plankorsningen Sicklavägen. Övriga risker har hanterats kvalitativt och kan därför inte relateras till konkreta riskvärderingskriterier. De riskkriterier som används för riskvärdering vid plankorsningen är enligt ovan hämtade från Räddningsverkets *Värdering av risk*¹⁰. Resultaten visar att individrisken är acceptabelt låg på avstånd som överstiger omkring 30 meter från den plats där tranporterna med farligt gods korsar spårvägen. Inom omkring 30 meter visar resultaten att individrisken hamnar i de lägre delarna av ALARP-området, vilket innebär att alla rimliga åtgärder ska vidtas.

6.2 Behov av riskreducerande åtgärder

Som utgångspunkt för identifiering av lämpliga riskreducerande åtgärder används bland annat rapporterna *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner*²⁷ och *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering*²⁸.

En viktig utgångspunkt är de riskreducerande åtgärder som vidtas inom ramen för de intilliggande detaljplanerna. Dessa är för de tre detaljplanerna kvarteren *Forsen*, *Lugnet etapp III* och *Kontor Uddvägen* följande:

Kv Forsen²⁹:

- *Byggnaderna kommer att ha entréer från lokalgatan mot Hammarby Fabriksväg men entréerna kommer att vara genomgående så att utrymning även kommer kunna ske mot gårdssidan.*
- *En mur kommer att löpa längs med Hammarby Fabriksväg samt delar av Båtbyggargatan. Muren kommer fungera både som ett extra avåkningsskydd samt kommer förhindra att utläckta ämnen rinner mot planerade fasader där så är möjligt.*
- *Byggnaderna kommer att utföras med obrännbart material i samtliga fasader.*
- *Inga enkelsidiga lägenheter kommer att byggas mot Hammarby Fabriksväg eller Båtbyggargatan.*

Lugnet etapp III¹⁴:

Riskreducerande åtgärder som förslås med anledning av den sammanvägda risknivån är:

- *Tillgång till väg ut från bostäderna ska finnas som vetter bort från Sicklavägen och Värmdövägen.*
- *Området mellan bebyggelse och Sicklavägen eller Värmdövägen ska inte uppmuntra till stadigvarande vistelse.*
- *Brandspridning från en pölbrand på Sicklavägen bör begränsas. Detta kan göras med hjälp av följande:*
 - *Införa icke brännbar fasad som förhindrar omfattande brandspridning på fasaden. Mindre brännbara partier är tillåtna.*
 - *Införa avkörningsskydd och lutning på Sicklavägen som sluttar bort från planerad bebyggelse. Avkörningsskyddet förhindrar att fordon kan ta sig i riktning mot bebyggelsen medan lutningen leder bort ett eventuellt spill vilket gör att möjlig strålningspåverkan på bebyggelsen minskas. Avkörningsskyddet kan vara i form av ett räcke eller mur*

Kontor Uddvägen³⁰:

Ett mindre avstånd än 25 meter (bebyggelsen placeras på 20 meter, författarens anmärkning) anses vara möjligt om följande skyddsåtgärder vidtas:

- *Obebyggda områden utomhus inom 25 meter från Sicklavägen ska utföras så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.*
- *Utrymning från byggnader ska vara möjlig i riktning bort från Sicklavägen.*
- *För att förhindra brandspridning till de nya kontorsbyggnaderna ska fasader (väggar och fönster) inom 25 meter från Sicklavägen utföras så att risken för brandspridning in i byggnaden begränsas under den tid det tar för personer att utrymma utsatta byggnadsdelar eller att nå säker plats.*

De åtgärder som vidtagits (och kommer att vidtas) för de olika byggnaderna kring korsningen Sicklavägen och Båtbyggargatan/Uddvägen syftar till att ge ett visst skydd i händelse av en olycka med farligt gods på Sicklavägen. Åtgärderna knyts främst till ett scenario med värmepåverkan mot bebyggelsen t.ex. som följd av olika brandförlopp.

Resultaten av denna riskbedömning avseende risktillskottet från plankorsningen med spårtrafik, visar enligt tidigare att alla rimliga åtgärder ska vidtas inom omkring 30 meter från den plats där transporter med farligt gods korsar spårvägen. På större avstånd är risken på en acceptabelt låg nivå. Den enda byggnad som delvis hamnar inom det området är en av byggnaderna inom detaljplanen för Kontor Uddvägen. Med hänsyn till att den beräknade risknivån hamnar i de lägre delarna av ALARP-området, bedöms de åtgärder som redan föreslagits inom ramen för detaljplanen Kontor Uddvägen medföra att tillräcklig hänsyn tas till människors hälsa och säkerhet.

En sammanställning över de riskreducerande åtgärder som identifierats för samtliga risker redovisas i Tabell 3. Indelningen följer samma struktur som i kapitlet *Riskanalys* ovan.

Tabell 3. Sammanställning av risker och identifierade riskreducerande åtgärder.

Risk	Identifierade riskreducerande åtgärder	Åtgärd regleras i
A Kollision mellan spårvagn och vägfordon i plankorsning	Trafiksäkerhetsåtgärder (ex. signalreglering, utformning av körfält, hänsyn till sikt, beaktande av pölutbredning vid placering dagvattenbrunnar mot Båtbyggargatan). Hinderdetektering kan övervägas i korsningen om det är praktiskt genomförbart för att ytterligare minska risken för kollisioner.	Trafikförvaltningens projektering
B Kollision mellan spårvagn och gångtrafikant/cyklist	Trafiksäkerhetsåtgärder enligt Trafikförvaltningens ambitioner för spårvägsanläggningar.	Trafikförvaltningens projektering
C Kollision mellan två spårvagnar	Tvärbanans ATC-system, Trafiksäkerhetsåtgärder enligt Trafikförvaltningens ambitioner för spårvägsanläggningar.	Trafikförvaltningens projektering
D Ursparning av spårvagn	Lämplig dimensionering av plattformar, stoppbockar och mur vid Sickla station.	Trafikförvaltningens projektering
E Brand i spårvagn	Åtgärder i tråget: fri gångbredd på 1,2 meter, gångvänlig yta.	Trafikförvaltningens projektering
F Vägfordon hamnar på spårrområde	Mur längs Värmdövägen (och tillhörande räcke med avseende på personsäkerhet)	<u>Detaljplan</u>
G Kontaktledningar/strömförande ledningar	Lämpliga elsäkerhetsavstånd, skydds zoner och övriga eltekniska skyddsåtgärder behöver beaktas i kommande detaljprojektering av anläggningen.	Trafikförvaltningens projektering
H Förändrade insatsmöjligheter/angreppsväg Quality hotell Nacka.	Ingen åtgärd.	Regleras inte
I Spårplanläggningen innebär en riskplats för suicid	Bron över Sickla industriväg förses med skyddsnet, Värmdövägens mur förses med stängsel för personskydd.	Trafikförvaltningens projektering

7 Slutsats

Resultaten från den kvantitativa och kvalitativa riskbedömningen visar att ett antal av de identifierade riskerna kräver att riskreducerande åtgärder vidtas. De flesta av de identifierade åtgärderna är dock trafiksäkerhetsåtgärder som vidtas inom ramen för detaljprojekteringen av spårvägsanläggningen. Den åtgärd som identifierats som kan införas som reglering i detaljplanen är:

- Mur längs spårvägens tråg utmed Värmdövägen. Muren kan regleras som *avåkningskydd*.

Med införande av dessa åtgärder bedöms den föreslagna detaljplanen medföra tillräcklig hänsyn till människors hälsa och säkerhet inom och omkring planområdet. Det förutsätter dock att övriga identifierade riskreducerande åtgärder hanteras inom ramen för anläggningens detaljprojektering.

Referenslista

- ¹ Nacka kommun (2013). *Samrådshandling. Tvärbanan till Nacka. Detaljplan för Tvärbanans förlängning till Nacka, för fastigheten Sicklaön 40:12 m.fl. på Västra Sicklaön, Nacka kommun. Planbeskrivning upprättad september 2013. Dnr KFKS 2012/660-214. Projekt 9227.*
- ² Länsstyrelsen i Stockholms län (2013). *Samrådsyttrande – Förslag till detaljplan för Tvärbanan, Sicklaön 40:12 m.fl., Nacka kommun. Beteckning: 4021-33492-2013. 2013-11-25.*
- ³ Södertörns brandförsvärsförbund (2013). *Yttrande – Angående detaljplan Sicklaön 40:12 mfl Nacka kommun (Tvärbanan). Diariern: KFKS 2012/660-214. 2013-11-08.*
- ⁴ Plan- och bygglagen, SFS 2010:900.
- ⁵ Länsstyrelsen i Stockholms län (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill väg och järnväg för transport av farligt gods samt intill bensinstationer. Rapport 2000:01, Länsstyrelsen i Stockholms län.*
- ⁶ Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods. Faktablad 2006:000.*
- ⁷ Miljöbalk, SFS 1998:808.
- ⁸ Trafikverket (2013) *NVDB på webb 2012*. [Elektronisk] Tillgänglig: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket#>. (2013-08-22).
- ⁹ SIS (2010). *Svensk Standard SS-ISO 31000:2009. Riskhantering – Principer och riktlinjer*. Utgåva 1, ICS: 03.100.01;04.050. Stockholm: Swedish Standards Institute (SIS).
- ¹⁰ Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- ¹¹ Banverket (2009) *Spårväg – Guide för etablering*. Internationella erfarenheter för nordiska förhållanden. Den goda staden. 2009:7. Borlänge: Banverket.
- ¹² SLL (2013) *PM Kapacitetshöjande åtgärder på Saltsjöbanan*. Projekt: Upprustning Saltsjöbanan, Program: Slussen. Stockholm: Trafiknämndens förvaltning.
- ¹³ Ramböll (2013) *Uddvägen trafikutredning*. PM Uddvägen, version 1. Uppdragsnummer 61141250524000. Stockholm: Ramböll.
- ¹⁴ Tyréns (2013) *Lugnet etapp III, Hammarby Sjöstad Stockholm. Riskhänsyn i detaljplan, Planhandling*. Internt uppdragsnummer 249096. 2013-06-25.
- ¹⁵ Paulin, Olof (Epost: 2013-11-08) Enheten för samhällsskydd och beredskap, Länsstyrelsen i Stockholms län.
- ¹⁶ Länsstyrelsen i Skåne län (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM)*. Rapport ”Skåne i utveckling”, 2007:6.
- ¹⁷ Stadsbyggnadskontoret Göteborg (1997) *Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.
- ¹⁸ FOA (1997) *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker*. Tumba: Försvarets forskningsanstalt, avdelningen för vapen och skydd.
- ¹⁹ Brandskyddslaget (2013) *Detaljerad riskanalys Sicklaön 346:1 – avseende transporter med farligt gods på Sicklavägen*. 2013-04-08. Stockholm: Brandskyddslaget.
- ²⁰ TRAFKA (2013) *Bantrafikskador 2012. Statistik 2013:15*. Stockholm: Trafikanalys.
- ²¹ Banverket (2005). *Plankorsningsolyckor, Plankorsnings-OLA. Objektiva fakta*. 2005-10-26. Borlänge: Banverket.

²² Försvar & Säkerhet (2002) *Kompletterande riskbedömning för kv Forsen m.m. i Hammarby Sjöstad.* (Inklusive Bilagor). April 2002. Stockholm: Tyréns Byggkonsult AB.

²³ Trafikverket (2012). *VGU: Krav för vägar och gators utformning.* TRV publikation 2012:179. Trafikverket: Sektion landsbygd-vägrum, skyddsanordningar.

²⁴ SL (2008) *Miljökonsekvensbeskrivning för järnvägsplan.* Tvärbanan Norr delen Alvik-Solna station. 2008-01-18.

²⁵ Lindström, Henrik (Avstämningsmöte 2014-01-10) Insatsledare/kommunrepresentant Nacka, Södertörns brandförsvärsförbund. Minnesanteckningar: Avstämningsmöte angående olycksrisker i Detaljplan för Tvärbanans förlängning till Nacka. Plats: Länsstyrelsen i Stockholms län, 2014-01-10.

²⁶ Karolinska institutet (Elektronisk, hämtad 2014-01-22)
<http://ki.se/ki/jsp/polopoly.jsp?d=40043&a=119107&l=sv>

²⁷ Boverket & Räddningsverket (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport.* Karlstad: Räddningsverket.

²⁸ SKL (2012). *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering.* Stockholm: Sveriges kommuner och landsting, Avdelningen för tillväxt och samhällsbyggnad.

²⁹ Stockholms stad (2002). *Detaljplan för Kv Forsen mm (Sickla Park) inom Stadsdelen Södra Hammarbyhamnen i Stockholm (Del av Hammarby Sjöstad).* Planbeskrivning. Dnr 1999-08783-54. 2002-08-09.

³⁰ Nacka kommun (2013) *Kontor Uddvägen.* Planbeskrivning Samrådshandling, upprättad november 2013. Dnr KFKS 2012/148-214. Projekt:9218.

Bilaga A – Känslighetsanalys Plankorsningen

I denna bilaga redovisas resonemang om hur olika variabler och valda beräkningsmetoder kan påverka resultatet.

Alternativa metoder för frekvensuppskattningar

Alternativmetod 1 baseras på Banverkets *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*¹. Indata och beräkningssteg visas i Tabell 4. Frekvens i aktuell korsning beräknas genom att multiplicera antal tågpassager med respektive intensitet. Frekvens för farligt godsolycka beräknas genom att multiplicera frekvensen i korsningen med andelen fordon farligt gods.

Tabell 4. Indata och beräkningar för Alternativmetod 1.

	Värde	Enhet	Källa
Antal tågpassager	83 950	per år	Se rapportavsnitt ovan
Intensitet (ljud och ljus)	1,50E-07	olycka per tågpassage	Modell för skattning...
Intensitet (bommar)	5,00E-08	olycka per tågpassage	Modell för skattning...
Intensitet (inget)	2,00E-08	olycka per tågpassage	Modell för skattning...
Frekvens aktuell korsning (ljud och ljus)	1,26E-02	per år	-
Frekvens aktuell korsning (bommar)	4,20E-03	per år	-
Frekvens aktuell korsning (inget)	1,68E-03	per år	-
Andel farligt gods (FG) av trafiken	4,32E-05	-	Se rapportavsnitt ovan
Frekvens farligt godsolycka (ljud och ljus)	5,44E-07	per år	
Frekvens farligt godsolycka (bommar)	1,81E-07	per år	
Frekvens farligt godsolycka (inget)	7,25E-08	per år	

Antaget att den aktuella korsningen har ljud- och ljussignaler blir den uppskattade frekvensen 5,44E-07. Metoden bedöms endast ha en begränsad tillämpbarhet för spårvägsanläggningar då den är utvecklad för järnvägsanläggningar och de typer av plankorsningar som förekommer i den miljön.

Alternativmetod 2 är mycket överslagsmässig och baseras på den beräkningsgång som användes i Risk- och säkerhetsvärdering för dubbelspårsutbyggnaden på Lidingöbanan².

Indata och beräkningssteg visas i Tabell 5. Frekvens i aktuell korsning beräknas genom att multiplicera generell frekvens för plankorsningsolyckor med Tvärbanans andel av det svenska spårvägsnätet och andelen farligt gods utav trafikflödet på Sicklavägen.

Tabell 5. Indata och beräkningar för Alternativmetod 2.

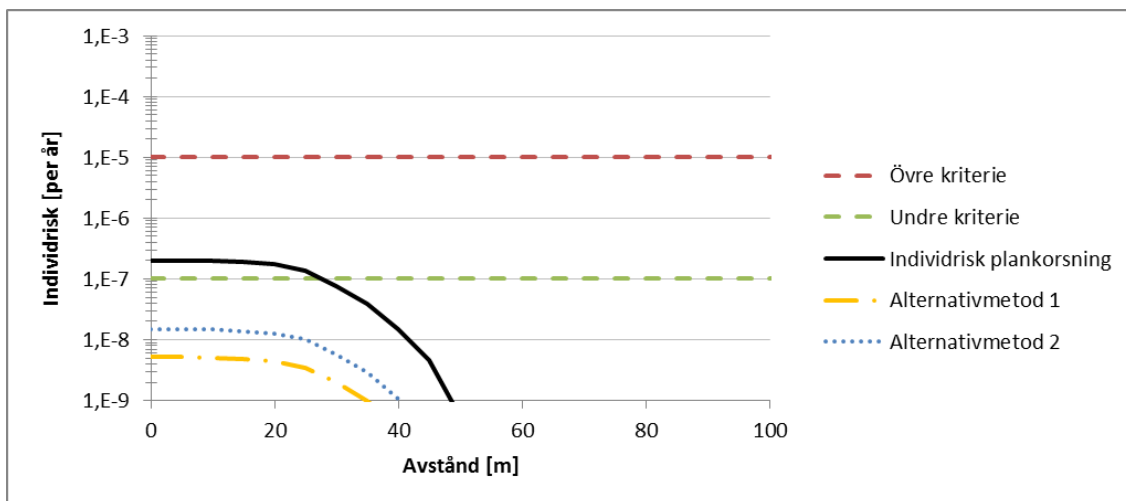
	Värde	Enhet	Källa
Förekomst av plankorsningsolyckor i Sverige	0,7	per år	TRAFKA Bantrafikskador 2012
Tvärbanans andel av det svenska spårvägsnätet	17/328	-	Spårväg - Guide för etablering
Andel farligt gods av trafiken	4,32E-05	-	Se rapportavsnitt ovan
Frekvens farligt godsolycka	1,57E-06	per år	-

Den uppskattade frekvensen blir $1,57E-06$ per år. Metoden bedöms använda onödigt generell statistik och grova antaganden för att väljas för tillämpning i det aktuella fallet.

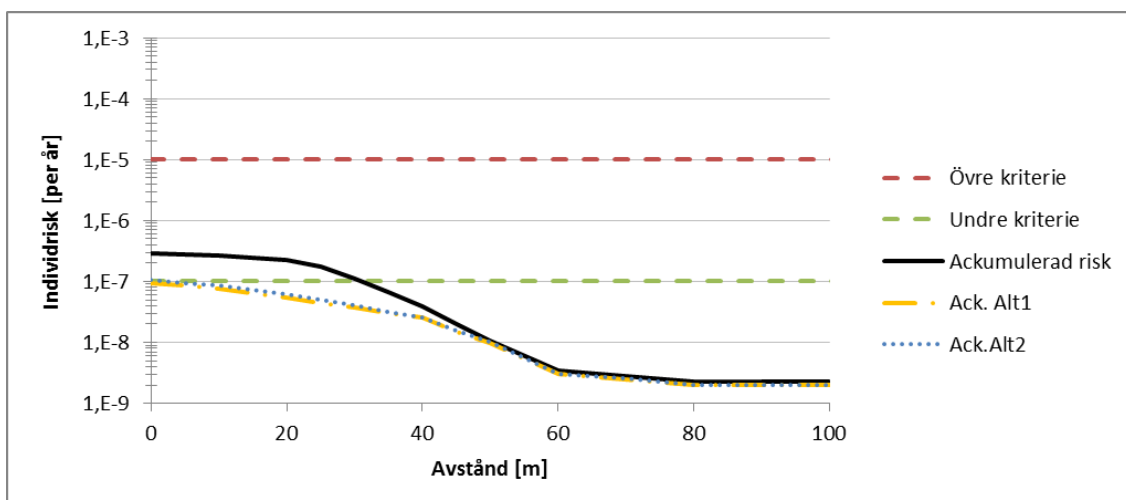
Individriskkurvor utifrån alternativa metoder för frekvensberäkningar

Figur 20 visar en jämförelse mellan individrisknivåer från endast plankorsningens riskbidrag för de olika metoderna för frekvensberäkningar.

Figur 21 visar en jämförelse mellan individrisknivåer (sammanvägd påverkan från både plankorsningen och Sicklavägens transporter) resulterande från den valda metoden ("Ackumulerad risk"), samt de två alternativa metoderna för frekvensberäkningar. Resultatet visar att den valda metoden genererar högre risknivåer. Alla metoderna överstiger det undre acceptanskriteriet, samtidigt som ingen av dem överstiger det övre. Sammantaget bedöms det utifrån detta som konservativt att använda den valda metoden, och som rimligt att konstatera att riskpåverkan på de platser där den är som störst kan komma upp i de lägre delarna av ALARP-området.



Figur 20. Individrisknivåer endast inkluderande riskpåverkan från plankorsningsolyckor, för de olika metoderna för frekvensberäkningar. "Individrisk plankorsning" representerar den valda metoden för frekvensberäkning.



Figur 21. Individrisknivåer som visar ackumulerad risk: sammanvägd riskpåverkan från Sicklavägens transporter med farligt gods och bidraget från plankorsningen. "Ackumulerad risk" visar resultatet av den valda beräkningsmetoden, medan "Ack. Alt1" och "Ack. Alt 2" visar resultatet från respektive alternativ metod.

Referenslista - Bilaga A

¹ Banverket (2001) *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*, Rapport 2001:5, 2001-10-22. Borlänge: Banverket, Miljösektionen.

² Ramböll (2012) *SL Lidingöbanan, partiell dubbelspårsutbyggnad från Torsvik till Gåshaga brygga. Risk- och säkerhetsvärdering*. 2012-06-20. Stockholm: Ramböll.

Bilaga B – Riskberäkningar

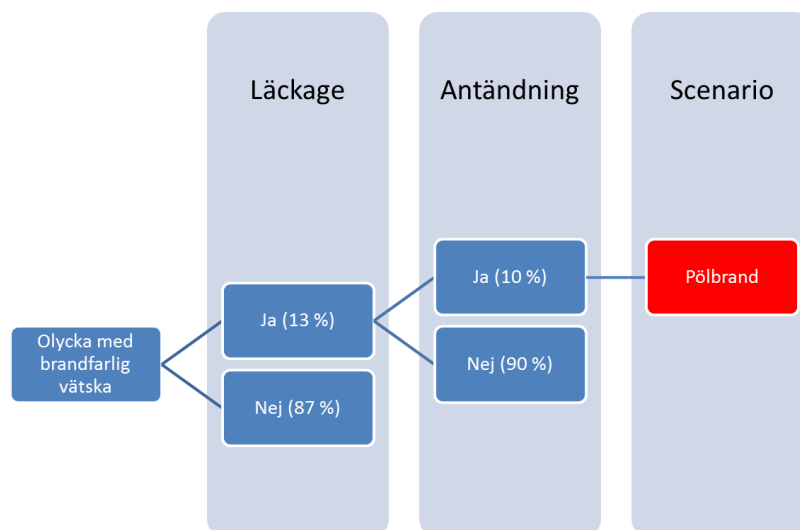
Frekvensberäkningar

Med hjälp av beräkningsmetoden som beskrivits ovan i rapporten kan en förväntad frekvens för olycka med en passerande tankbil med farligt uppskattas. De identifierade olycksscenerierna kan vid normal trafik involvera brandfarliga vätskor eller gaser.

Sannolikheten för att ett utsläpp uppkommer brukar i dessa sammanhang ofta hämtas från Räddningsverkets *Farligt gods – Riskbedömning vid transport*¹, där sannolikheten bland annat beror på vilken vägtyp och hastighetsbegränsning som råder.

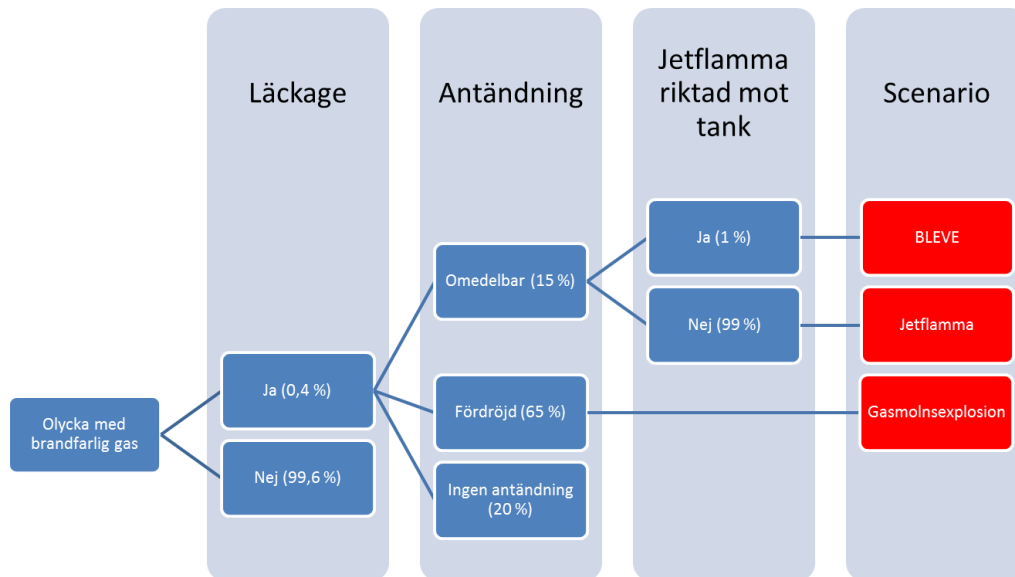
En kollision mellan en spårvagn och en lastbil som transporterar farligt gods medför troligen ett utsläpp av godset om hastigheten hos båda fordonen är hög och krockvåldet blir kraftigt. De spårvagnar som passerar korsningen kommer att hålla en relativt låg hastighet, då avståndet mellan kurvan på Uddvägen och Sickla uddes hållplats inte är tillräckligt för att accelerera till hög hastighet. Med samma resonemang antas lastbilar som kommer från Trafikplats Sickla inte hinna accelerera till höga hastigheter innan korsningen. Baserat på detta bedöms den sannolikhet som föreslås för 70-vägar i *Farlig gods – Riskbedömning vid transport* (index för farligt godsolycka 0,13) vara tillämpbar i detta fall.

För olyckor med brandfarliga vätskor visar händelseträdet i Figur 22 hur händelseförloppet kan utvecklas. Sannolikheten för en antändning av den pöl som bildas vid ett läckage av brandfarlig vätska baseras på uppgifter från Storbritannien². Statistiken visar att 10 % (17 av 165 identifierade utsläpp) av ”flammable liquids” antändes vid järnvägstransporter. I denna riskuppskattning antas tillgängliga tändkällor vara ungefär jämförbara vid elektrifierad järnväg som vid spårväg.



Figur 22. Händelseträd för olyckor med brandfarlig vätska.

De händelseförlopp som kan uppkomma vid olyckor med brandfarlig gas har identifierats som: jetflamma, gasmolnexplosion och BLEVE. Ett möjligt förlopp illustreras av händelseträdet i Figur 23.



Figur 23. Händelsetråd för olyckor med brandfarlig gas.

Sannolikheten för läckage från gastanken antas vara 1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska¹. Sannolikhetsfördelningen för de olika typerna av antändning antas är anpassade utifrån *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*³. Följande sannolikheter är resultatet av en sammanvägning av de två uppsättningar med sannolikheter som presenteras i rapporten för ”Litet utsläpp” respektive ”Stort utsläpp”:

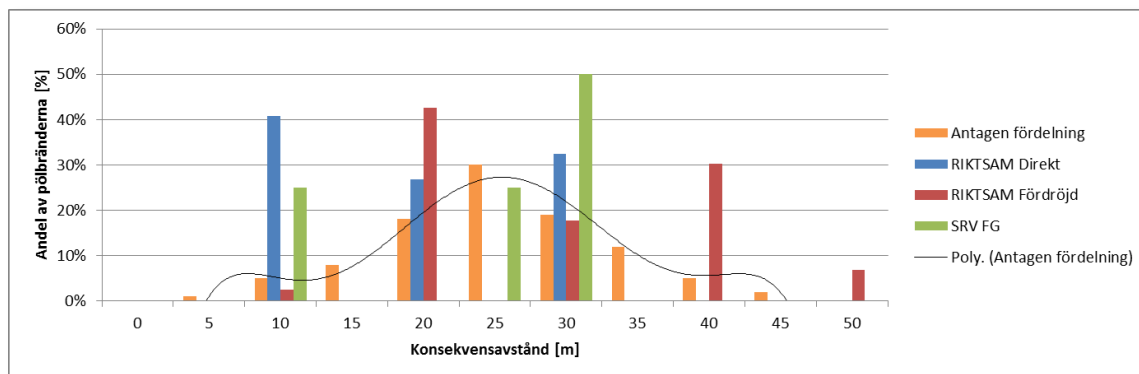
- Omedelbar antändning: 15 %
- Fördröjd antändning: 65 %
- Ingen antändning: 20 %

Vidare antas grovt att en av hundra (1 %) jetflammar är så riktad att den genom kraftig uppvärmning orsakar en BLEVE i en närliggande tank (eller om jetflamman reflekteras, en BLEVE som involverar den aktuella tanken själv).

Konsekvensberäkningar

Brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3)

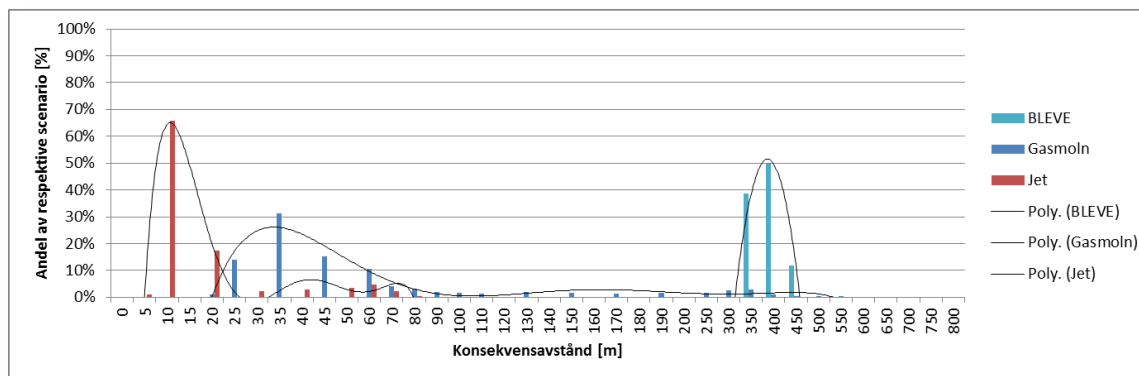
En sådan pölbrand som det identifierade olycksscenarioet utgör kommer att påverka omgivningen främst genom värmestrålning. Ett vanligt förekommande antagande⁴ är att människor omkommer inom det område där värmestrålningen överstiger 15 kW/m². Storleken på detta område definierar det så kallade konsekvensavståndet. Konsekvensavståndet beror bland annat på hur stor pöl som bildas och därigenom hur stora flammor som uppstår. I konsekvensberäkningarna har därför antagits en fördelning av hur långa konsekvensavstånd som uppstår vid en pölbrand, utifrån en jämförande studie av andra tillämpade strålningsberäkningar^{5,1}. Resultatet presenteras i Figur 24.



Figur 24. Olika använda fördelningar för konsekvensavståndet vid pölbränder. Den fördelning som används i denna riskbedömning kallas i figuren för "Antagen fördelning" (orange färg). Kurvan "Poly. (Antagen fördelning)" visar en trendlinje för tydlighet i figuren.

Brandfarlig gas (ADR-S klass 2.1)

Konsekvenserna av de identifierade typerna av olycksförlopp har tidigare beräknats bland annat i samband med att Länsstyrelsen i Skåne län upprättade sina Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen⁵. Motsvarande beräkningar är inte genomförda av Länsstyrelsen i Stockholms län, men resultaten med avseende på värmestrålning och direkta konsekvenser bedöms vara tillämpliga i hela landet. Figur 25 visar hur fördelningar för konsekvensavstånd anpassade utifrån denna tillämpas i denna riskbedömning.



Figur 25. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för BLEVE, gasmolnexplosion samt jetflammar, anpassat från RIKTSAM.

Samhällsrisksberäkningar

För samhällsrisksberäkningar tillämpas en persontäthet i ett område som täcker en kvadratkilometer med plankorsningen i centrum. Tyréns⁶ gör en grov uppskattning på 15 000 personer i området, varför samma siffra används i dessa uppskattningar. Siffran bedöms vara konservativ, och används för att beräkna antalet omkomna vid olika olycksscenarioer beroende på hur stor yta som respektive konsekvensområde beräknas täcka. För en uppskattning av antal omkomna vid de olika pölbränder som kan uppkomma används dock en mer direkt metod. Antalet omkomna uppskattas helt grovt enligt följande för de olika avstånd som pölbränderna kan påverka: vid pölbränder vars konsekvensavstånd når 20 meter antas en person omkomma. Vid pölbränder som påverkar mellan 20 och 40 meter bort antas tre personer omkomma och vid pölbränder som påverkar på mer än 40 meter antas tio personer omkomma. Det är viktigt att poängtera att detta är kvalitativa uppskattningar som är förknippade med stora osäkerheter.

Referenslista Bilaga B

-
- ¹ Räddningsverket (1996). *Farligt gods – riskbedömning vid transport*. Karlstad, Statens räddningsverk.
- ² HMSO (1991). *Major hazard aspects of the transport of dangerous substances*. Appendix 9. London: Advisory Comitee on Dangerous Substances Health & Safety Comission.
- ³ Purdy, G. (1993) *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*. Journal of Hazardous Materials, 33, 229-259. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- ⁴ Mistander (2009). *Användning av gränsvärden vid riskhänsyn i samhällsplaneringen - En genomgång på uppdrag av avdelningen för Samhällsskydd och beredskap på Länsstyrelsen i Stockholms län*. Stockholm: Länsstyrelsen.
- ⁵ Länsstyrelsen i Skåne län (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM)*. Rapport ”Skåne i utveckling”, 2007:6.
- ⁶ Tyréns (2013) *Lugnet etapp III, Hammarby Sjöstad Stockholm. Riskhänsyn i detaljplan, Planhandling*. Internt uppdragsnummer 249096. 2013-06-25.

Bilaga C – Utrymning av spårvagn i tråg

Bakgrund

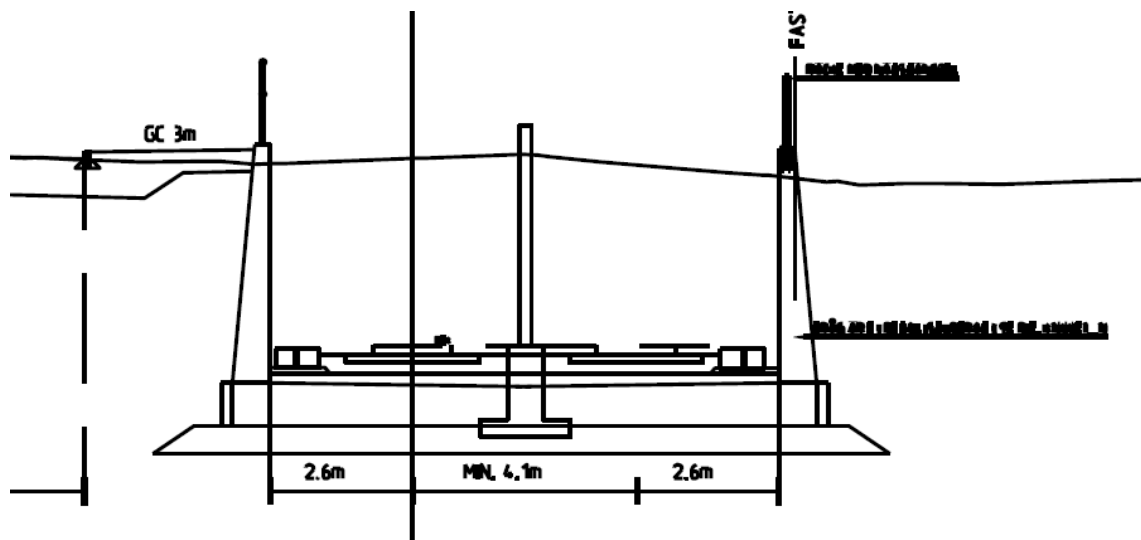
Vanligtvis när utrymning från tåg/spårvagnar beräknas gäller det vid stopp i tunnlar där röken utgör en stor fara för passagerarnas liv och hälsa. I ett tråg likt det aktuella saknas det tak vilket innebär att brandgasventilationen är ideal och brandgaserna utgör inte någon betydande fara för de utrymmade passagerarna. Förutom att avsaknaden av tak ger god brandgasventilation innebär den också att sikten blir bättre och orienteringsförmågan ökar vilket i sin tur leder till att gånghastigheterna således kan bli högre.

I det fall en spårvagn skulle tvingas stanna i tråget måste det finnas möjlighet för ombordvarande passagera att på ett säkert sätt lämna tåget. Några formella krav på utformningen av utrymningsvägar från tråget finns dock inte utan kommer att resoneras fram utifrån stöd i regelverk gällande tunnlar, utrymnings säkerhet generellt sett samt erfarenheter från utformning av områden där ett stort antal personer passerar.

Objektsbeskrivning

Tråget

Den aktuella delen av Tvärbanan är en sträcka som går längs med Värmdövägen och är placerat i ett tråg, vilket begränsar möjligheten till utrymning från spårvagnarna då bredden på gångstråken begränsas av väggarna i tråget. Sträckan är i storleksordningen 150 meter lång och tråget är som minst 9,3 meter brett mellan väggarna. Från spårmitte till trågvägg är avståndet 2,6 m. Mellan spåren är avståndet som minst 4,1 m.



Figur 26. Sektion "13 + 780" av den del av Tvärbanan som går i tråg.

Tågen

Tvärbanan trafikeras av två olika tågtyper, nämligen A35 och A32 där A35 infördes i samband med öppningen av Solnagrenen. De båda tågen har relativt liknande specifikationer och har ett liknande antal sittplatser 72 respektive 78. Däremot skiljer sig antalet ståplatser åt, där det i A35 finns 203 ståplatser mot bara 133 i A32, se Tabell 6. ¹ A35 har således kapacitet att ta det största totala antalet passagerare, vilket innebär att det kommer att vara det dimensionerande scenariot

vid beräkning av utrymningsmöjligheterna i tråget. Eftersom två tågsätt kan kopplas samman vid högtrafik så kommer detta att vara det dimensionerande scenariot då personantalet blir som störst och längden med begränsad utrymningsbredd kommer vara störst. Detta innebär att utrymningsförutsättningarna ska dimensioneras för att 550 personer ska kunna utrymma.

Tabell 6. Tekniska specifikationer för de tåg som trafikerar Tvärbanan.¹

Tåg	Längd (m)	Korgbredd (m)	Sittplatser	Ståplatser	Totalt
A35	30,8	2,65	72	203	275
A32	29,7	2,65	78	133	211

Utformning av utrymningsvägar

Tunnelbanesystem och andra spårvägstunnlar berörs inte av regelverket för gångbanor i järnvägstunnlar. Säkerheten i spårtunnlar regleras istället av Plan- och Bygglagen. En spårvägstunnel ska således vara projekterad på ett sådant sätt att personer som befinner sig i tunneln kan självutrymma, eller räddas på annat sätt, vid tillfälle av brand. I praktiken används dock vanligen regelverk och handböcker för järnvägstunnlar vilket även valts som utgångspunkt för denna analys.

Tunnel 11 och TSD 2008-163

Säkerheten i svenska järnvägstunnlar i det transeuropeiska järnvägssystemet för konventionella tåg och höghastighetståg regleras av bilagan till ”KOMMISSIONENS BESLUT av den 20 december 2007 om teknisk specifikation för driftskompatibilitet (TSD) avseende ”Säkerhet i järnvägstunnlar” i det transeuropeiska järnvägssystemet för konventionella tåg och höghastighetståg (2008/163/EG).

Specifikationen är implementerat i svenskt regelverk genom Trafikverkets TRVK 11² där vissa ytterligare krav ställs. TSD ställer krav på att gångbanor i tunnlar som är längre än 500 meter ska vara minst 0,75 m breda och ska vara placerade så att de inte ligger under rälsens underkant. Förekomsten av lokala hinder får inte minska minimibredden till mindre än 0,7 m och hindret får då inte vara längre än 2 m. Utrymningsvägarna ska förses med ledstänger omkring 1 meter ovanför gångbanorna ska vara placerade utanför gångbanans minimibredd. Slutligen krävs att gångbanor ska anläggas på ena sidan av spåret i enkelspåriga tunnlar och på båda sidor tunneln i dubbelspåriga tunnlar.

I TRVK 11 finns kompletterande krav som gör gällande att bredden ska vara minst 0,9 meter i tunnlar som är 100-500 meter och minst 1,2 meter i tunnlar som är längre än 500 meter. För att tunnlar som är längre än 100 m gäller det att ytorna i gångbanor ska vara gångvänliga. För tunnlar under 100 meter ställs inga krav.

Övriga internationella riktlinjer

I ett examensarbete från Lunds Tekniska Högskola³ gällande utrymning ur järnvägstunnlar gjordes en sammanställning av internationella riktlinjer för utrymningsvägar från järnvägstunnlar. Där presenterades riktlinjer från branschorganisationen UIC och från en arbetsgrupp inom FN (UNECE) som båda tagit fram riktlinjer för säkerhet i järnvägstunnlar. I såväl riktlinjerna från UIC⁴ som från UNECE⁵ bedömdes minimibredden för en gångbana i järnvägstunnlar vara 0,7 m och den optimala bredden 1,2 m.

Boverkets Byggregler (BBR)

De krav på utrymningsvägar som ställs av BBR på utrymningsvägar i byggnader har begränsad applicerbarhet för utrymningsituationer i spårmiljö, men redovisas här för att ge en komplett bild av dimensioneringen av utrymningsvägar. Enligt BBR gäller att utrymningsvägar bör ha en fri bredd på minst 0,90 m och att räcken och liknande får inkräkta med högst 0,10 m per sida i utrymningsvägen.⁶ Vidare gäller det enligt BBRAD också att utrymningsvägar som betjänar fler än 150 personer bör ha en fri bredd på minst 1,20 m.⁷

Tillgänglig bredd i tråg

Vagnarna som trafikerar Tvärbanan har en korgbredd som är 2,65 m och då avståndet mellan spårmittpunkt och trågvägg är 2,60 m innebär detta att det finns en tillgänglig bredd mellan tåg och yttre trågvägg som är 1,275 m. Avståndet mellan de två spåren (spårmittpunkt till spårmittpunkt) är 4,10 meter vilket innebär att den fria bredden blir 1,45 m om två spårvagnar stannar precis vid varandra, och betydligt större (6,7 m) om ingen spårvagn står på det andra spåret. Det finns dock ingenting i regelverken som absolut förhindrar att gångbanorna görs smalare och därför kommer även gångbanor med en bredd på 0,9 m och 0,75 m utvärderas i utrymningsberäkningarna.

Utrymningsberäkningar

Eftersom kritiska förhållanden ej förväntas uppstå i tråget så definieras acceptanskriteriet istället av en kötid som är längre än 8 minuter vilket bland annat är en rekommendation i BBRAD⁷. Den maximala kötiden är baserad på generella studier av utrymning av stora folkmassor och är satt utifrån att ett mål om att inte skapa farliga trängselsituationer vid utrymning och bedöms således vara applicerbart även i det aktuella fallet.

I vanliga fall brukar även detektions- och reaktionstid beaktas i utrymningsberäkningar, men då kritiska förhållanden ej förväntas uppstå utan det enbart handlar om att inte skapa en farlig kösituation beaktas dessa ej i denna analys. Därmed finns det tre olika parametrar som kommer att bestämma utrymningstiden från tråget och det är flödes hastigheten genom tågdörrarna, gånghastighet vid sidan av spårvagnen samt flödet förbi den främre delen av spårvagnen ut från tråget.

Utrymning ut genom tågdörrar

Varje tågsätt är försett med tre dörrpar på var sida och då höjden från golvet i tågen till marken är relativt låg kommer utrymning ut ur tågen att gå relativt snabbt. I praktiska försök som genomförts med andra lokaltåg visade det sig att flödet genom dörrar var i storleksordningen 0,441-0,761 personer/sekund⁸. Detta innebär att det totala personflödet ut genom dörrar på ena sidan av tåget tågsätt skulle vara i storleksordningen 2,6- 4,6 personer per sekund om dörrarna utnyttjas optimalt. Utifrån detta kan den totala evakueringstiden från tåget beräknas till att ligga någonstans i spannet 2-3,5 minuter om utrymning enbart kan ske på en sida och 1-2 minuter om utrymning kan ske på båda sidor. För att ge konservativa resultat och ta hänsyn till ett utnyttjande av dörrarna som inte är optimalt väljs det lägre värdet för flödet.

Gångtid längs med tåget

Generellt sett brukar gånghastigheten vid hög persontäthet sättas till 0,6 m/s för horisontella förbindelser.⁷ Detta gäller dock i utrymningsvägar där det även ställs krav på belysning och utformning av golvet. I en situation med begränsad belysning och ojämnt underlag kan hastigheten bli betydligt lägre. Vid försök i Lund visade det sig dock att gånghastigheten snarare blev något högre när underlaget bestod av makadam.⁹ Försöken genomfördes dock med studenter i försöksgruppen vilket innebar att försökspersonerna kan ha haft en bättre allmänkondition och balans än en normal population där personer som har olika former av rörelsehinder kan tänkas få problem vid en utrymning.

För gångbanor med en fri bredd om 0,9 meter eller mindre bedöms utrymmande personer enbart ha möjlighet att förflytta sig 1 person i bredd, utifrån försök som har genomförts i Lund.³ Vidare kommer gånghastigheten att vara helt beroende av den långsammaste personens gånghastighet då det är svårt att passera personer till följd av den begränsade bredden vilket innebär att den genomsnittliga gånghastigheten reduceras och antas enbart motsvara halva den generella gångtiden (0,3 m/s). Om bredden på gångbanorna blir 1,2 meter skapas däremot förutsättning för att två personer kan gå i bredd och därmed kan personer passera långsamtgående personer vilket innebär att det generella värdet bedöms vara applicerbart.

Under förutsättning att utrymning kan ske åt båda håll i tåget blir den längsta utrymningsvägen längs med ett dubbelt tågsätt 30 m, men om utrymning enbart kan ske antingen framåt eller bakåt på grund av hinder blir den maximala längden 60 meter.

Flöde förbi den främre delen av tåget

Flödet förbi den främre delen av vagnen kan beräknas på samma sätt som för flödet genom en dörröppning med en fast bredd. Personflödet för en situation med hög persontäthet sätts normalt sett till 1,2 personer per sekund och breddmeter. Om den tillgängliga bredden förbi spårvagnen antas vara 1,2 meter blir personflödet 1,44 personer per sekund i vardera riktningen som används. Under förutsättning att alla personer utrymmer förbi samma punkt den maximala tiden det tar för alla personer att passera förbi främre delen av spårvagnen omkring 6,5 minuter. Om utrymning kan ske i två riktningar halveras denna tid under förutsättning att de båda passagera utgångarna används optimalt och om dessutom båda sidor nyttjas kan passagetiden reduceras ytterligare med en faktor 2.

Sammanställning av passagtider och total utrymningstid

I Tabell 7 har olika utrymningsscenarioer för olika gångbanebredder sammanställts och den totala utrymningstiden har approximerats med summan för de ingående delmomenten. Genom att bara summera de olika momenten får en konservativ uppskattning då alla moment pågår parallellt.

De scenarier som har beaktats är olika alternativ med gångbana på sidan av spårvagnen mot yttre trågväggen. Möjligheten att en riktning blockeras exempelvis till följd av urspärning eller höga strålningsnivåer från en brand i spårvagnen studeras också.

Tabell 7. Beräkning av total utrymningstid för olika scenarier.

Scenario	Utrymning ur tåg [sekunder]	Gångtid [sekunder]	Passagetid [sekunder]	Total tid [sekunder]
Bredd gångbana 1,2 meter. Utrymning en sida och passage fram+bak	210	50	200	460
Bredd gångbana 1,2 meter. Utrymning en sida bara fram	210	100	390	700
Bredd gångbana 0,9 meter. Utrymning en sida och passage fram+bak	210	100	255	565
Bredd gångbana 0,9 meter. Utrymning en sida bara fram	210	200	510*	920
Bredd gångbana 0,75 meter. Utrymning en sida och passage fram+bak	210	100	310	620
Bredd gångbana 0,75 meter. Utrymning en sida bara fram	210	200	620*	1030

* innebär att passagetiden överstiger 8 minuter (480 sekunder) eller att total tid överstiger

Resultat

Resultaten av beräkningarna visar att passagetiden blir acceptabelt kort med den föreslagna utformningen på 1,275 meter bred gångbana. För gångbanelängder 0,75 respektive 0,9 meter (då en av riktningarna blockerats) skulle dock kötiden bli oacceptabelt lång. Detta baseras på ovan nämnda förutsättning att passagetiden ej får överstiga 8 minuter (480 sekunder).

Referenslista - Bilaga C

- ¹ Wikipedia, Tvärbanan, <http://sv.wikipedia.org/wiki/Tv%C3%A4rbanan>, hämtad 2014-01-20.
- ² Trafikverket (2011), TRVK Tunnel 11, Trafikverkets tekniska krav tunnel, TRV publ. 2011:087, Borlänge.
- ³ Ahlfont, J. & Lundström, F.V., (2012), Tunnelutrymning – Effekten av gångbanans bredd på förflyttningshastighet vid utrymning i en spårtunnel, Report 5398, Avdelning för Brandteknik och riskhantering, Lunds Universitet, Lund
- ⁴ UIC – International Union of Railways (2002), UIC-Codex 779-9 R Safety in Railway Tunnels 1st Edition
- ⁵ UNECE - United Nations Economic Commission for Europe inland transport committee (2003), Recommendations of the multidisciplinary group of experts on safety in tunnels (Rail), Geneva.
- ⁶ Boverket (2013), BFS 2013:14 – BBR 20 – Boverkets byggregler, Karlskrona.
- ⁷ Boverket (2013), BFS 2013:13 BBRAD 3 – Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, Karlskrona.
- ⁸ Norén, A., & Winér, J. (2003), Modelling Crowd Evacuation from Road and Train Tunnels - Data and design for faster evacuations Report 5127, Avdelning för Brandteknik och riskhantering, Lunds Universitet, Lund
- ⁹ Fridolf K., Ronchi E., Nilsson D. & Frantzich H. (2012). Movement speed and exit choice in smoke-filled rail tunnels. Avdelning för Brandteknik och riskhantering, Lunds Universitet, Lund