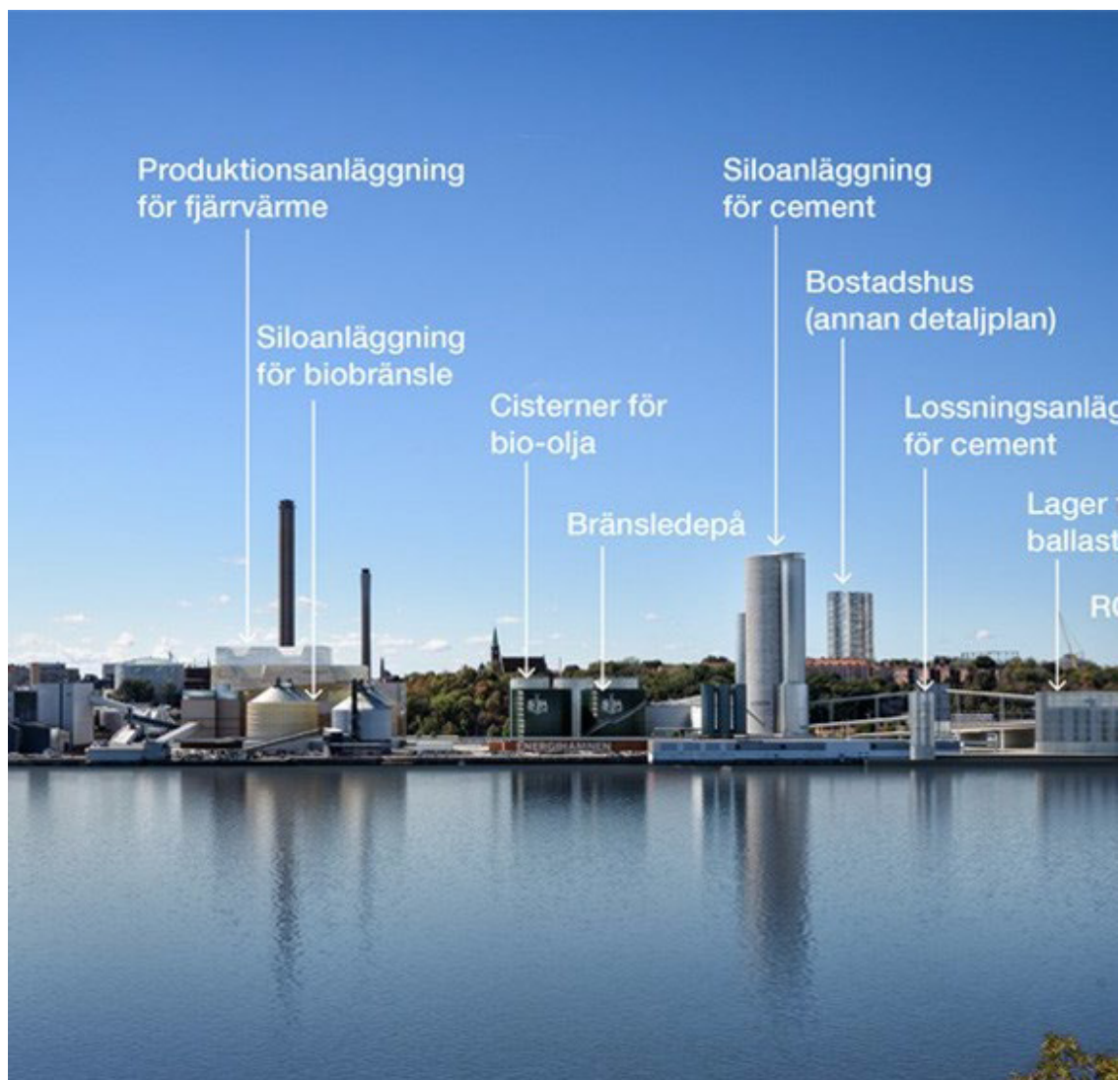


Rapport

# GENOMFÖRBARHET SPÅRVÄG LÄNGS ENERGIHAMNEN



Framtidsbild Energihamnen sedd från Millesgården på Lidingö, med Cementas byggnader till höger.  
Bild: Råformat/Urban Design

2022-03-25



**UPPDRAG**

311977

Titel på rapport: Genomförhet spårväg längs Energihamnen  
Status: Underlag till detaljplan  
Datum: 2022-03-25

**MEDVERKANDE**

Beställare: Exploateringskontoret i Stockholm  
Kontaktperson: Ida Karlsén Hultman

Konsult: Tyréns AB  
Uppdragsansvarig: Åsa Lilja  
Kvalitetsgranskare: Jonas Frejd  
Granskning konstruktion:  
Ulrika Wendt  
Granskning geoteknik:  
Petter Odén  
Granskning spårteknik:  
Jörgen Rickham

**REVIDERINGAR**

Revideringsdatum  
Version:  
Initialer:

Uppdragsansvarig:  
Åsa Lilja

---

Datum: 2022-04-26

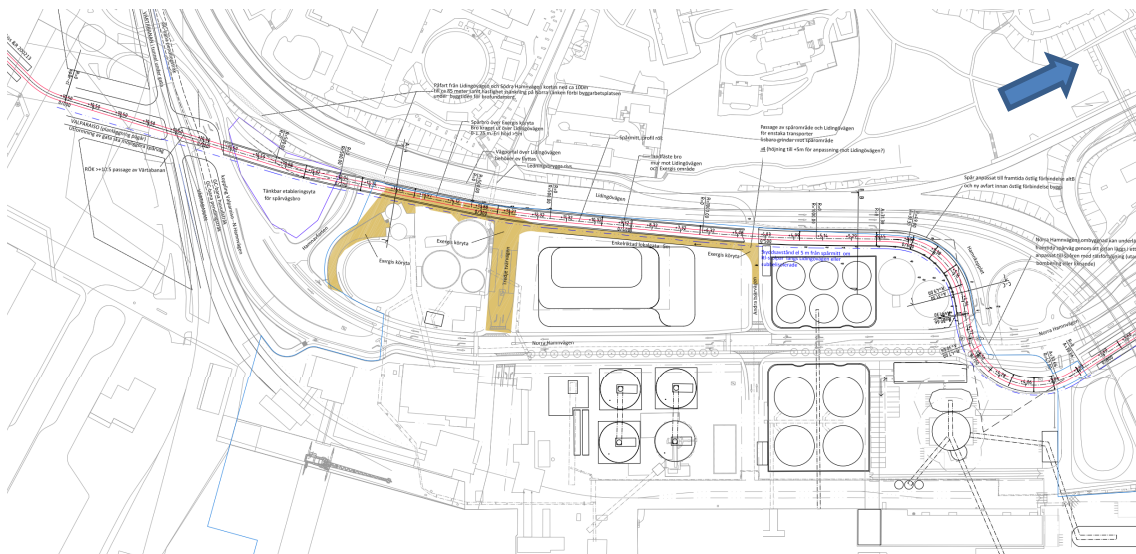
Handlingen granskad av:  
Jonas Frejd

---

Datum: 2021-11-24

## SAMMANFATTNING

Syftet med utredningen är att visa att det är genomförbart att förlänga Spårväg city längs Energihamnen och beskriva konsekvenser av utbyggnaden och behovet av anpassningar på befintlig och planerad infrastruktur. Rapporten ska fungera som underlag i detaljplanearbetet.



Figur 1 Översikt Energihamnen med spårväg. Brunmarkerad yta visar Exergis körytor för bil- och släp, 24 meter långa fordon. (bilaga ritning M1)

Spårområdet som utretts löper längs med Exergis område och Lidingövägen enligt Fig 1 ovan. Det bedöms som genomförbart att bygga spårväg på sträckan enligt beskrivningen nedan.

I den södra delen kommer spåren ligga på en hög bro som landar strax innan Andra Tvärvägen. Bron kommer att vara komplicerad att bygga på grund av närheten till Lidingövägen och de grundförstärkningar och underjordiska anläggningar som redan finns på sträckan. Bedömningen är att detta är tekniskt möjligt men kommer innebära en hög kostnad. Den fria höjden under bron och möjligheten för Exergi att sköta sina transporter är dimensionerande för höjden under bron tillsammans med fri höjd under Lidingövägen. De anläggningar som ligger under mark är dimensionerande för spännvidden på bron som blir uppåt 40 meter och därför kräver tre höga balkar som bär upp brobanan i de längsta avsnitten mellan brostöd.

Ett påfartskörfält på Lidingövägen kommer att behöva kortas ned och stängas av under byggtiden och Exergi har ingen möjlighet att disponera körytorna intill Lidingövägen under byggtiden.

Grundförstärkningen i området har inte helt kunnat klargöras under utredningstiden och möjligen krävs att grundläggningen schaktas fram för att kunna avgöra hur brostöden ska grundläggas utan att hamna i konflikt med befintliga pålar. För utredningen har antagits att stålplåtar kan borras ned till fast botten.

Längs resterande sträcka innebär förslaget en stödmur mot Exergis område som ligger på en lägre nivå. Spårområdet och muren behöver pålas längs hela Exergis anläggning.

Risken för urspårning hanteras genom skyddsräler på broar och eventuellt också i S-kurvan längs Hamnkopplet. Ett alternativ till skyddsral längs Hamnkopplet är att höja stödmuren mot Exergi och dimensionerna den för påkörning av spårvagn. En förhöjd mur mellan spår och Exergi skyddar också mot gnistbildning mellan hjul och ral.

Elsäkerhetsavstånden (enligt ELSÄK) som utvärderats baseras på järnvägsanläggning med högre spänning än vad som är aktuellt för spårväg. Det innebär att skyddsavståndet för elsäkerhet 5 meter är väl tilltaget för spårvägsanläggning med 750 V spänning.

Risken för att gnistor från kontaktledning eller från spårvagnens hjul och bromsar leder till brand vid läckande cistern kan hanteras genom gnistskydd, låg hastighet på sträckan och eventuell uppvärmning av ledning samt instruktioner i händelse av olycka.

I dag förvaras vätskor med brandfarlighetsklass 3 i cisterner som ligger i spårens närhet. Om dessa vätskor läcker ut kommer de inte antändas av gnistor orsakade av spårvägen.

Om cisternerna i framtiden fylls med mer lättflyktiga och brandfarliga vätskor eller nya cisterner för detta önskas byggas i spårvägens behov frågan studeras vidare och risker i samband med gnistbildning hanteras.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>4</b>
<b>1 INLEDNING.....</b>	<b>8</b>
1.1 BAKGRUND .....	8
1.2 SYFTE OCH AVGRÄNSNING .....	8
1.3 INTRESSENTER UTÖVER STOCKHOLMS STAD .....	9
<b>2 PLANER OCH PROJEKT I NÄROMRÅDET .....</b>	<b>10</b>
2.1 SAMRÅDSFÖRSLAG TILL DETALJPLAN FÖR ENERGIHAMNEN.....	10
2.2 SPÅRVÄG CITY .....	11
2.3 ÖSTLIG FÖRBINDELSE PLANERINGSLÄGE .....	11
2.4 VALPARAISO .....	12
2.5 ROPSTEN .....	13
<b>3 PLANLÄGGNING AV SPÅRVÄG.....</b>	<b>14</b>
<b>4 RIKTLINJER FÖR PLANERING .....</b>	<b>15</b>
<b>5 STUDERAD SPÅRSTRÄCKNING.....</b>	<b>17</b>
5.1 SPÅRVÄG .....	20
5.1.1 SPÅRGEOMETRI I PLAN .....	20
5.1.2 SPÅRGEOMETRI I PROFIL MED BRON INLAGD .....	20
5.1.3 SPÅRSEKTIONER .....	20
5.1.4 KONTAKTLEDNING OCH ELSÄKERHET.....	20
<b>6 RISK .....</b>	<b>22</b>
6.1 STOCKHOLM OCH EXERGIS OMRÅDE .....	22
6.2 LIDINGÖVÄGEN .....	27
6.3 UNDER BYGGTIDEN.....	27
6.4 GENERELLA RISKFRÅGOR OCH MÖJLIGHET TIL RÄDDNINGSINSATS .....	28
<b>7 BROKONSTRUKTIONER.....</b>	<b>29</b>
7.1 FÖRUTSÄTTNINGAR.....	29
7.2 FÖRSLAG BROKONCEPT .....	30
7.3 ÖVERBYGGNAD.....	30
7.4 PRODUKTIONSPLAN.....	31
7.4.1 FÖRARBETE .....	31
7.4.2 GRUNDLÄGGNING .....	31
7.4.3 BYGGFAS .....	31
7.4.4 EFTERARBETE .....	32
<b>8 GEOTEKNIK OCH GRUNDLÄGGNING .....</b>	<b>33</b>

8.1	UNDERLAG FÖR GEOTEKNIK .....	33
8.2	TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR.....	33
8.3	TOPOGRAFI OCH YTBEKÄFFENHET .....	34
8.4	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDE.....	34
8.5	HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDE .....	38
8.6	BEFINTLIGA KONSTRUKTIONER OCH DERAS GRUNDLÄGGNING .....	38
8.7	SPÅRVÄGENS GRUNDLÄGGNING .....	38
8.8	STABILITET .....	39
8.9	SÄTTNINGAR.....	39
8.10	PÅVERKAN AV KLIMATFÖRÄNDRINGAR .....	39
8.11	TEMPORÄRA SCHAKTER OCH BEHOV AV STÖDKONSTRUKTIONER.....	39
8.12	VIBRATIONER.....	39
9	INTRÅNG.....	39
9.1	UNDER BYGGTIDEN.....	39
9.2	PERMANENT .....	40
10	UTREDNINGSBEHOV I FORTSATT PLANERING AV SPÅRVÄG .....	41
11	BILAGOR .....	41
12	UNDERLAG OCH REFERENSER.....	42



# 1 INLEDNING

## 1.1 BAKGRUND

Spårväg City är planerad att förlängas från Djurgårdsbron genom stadsutvecklingen i Frihamnen och Värtahamnen till Ropsten och depån på Lidingö.

I det pågående detaljplanearbetet för Energihamnen föreslås därför ett spårområde längs med planområdet och Lidingövägen.

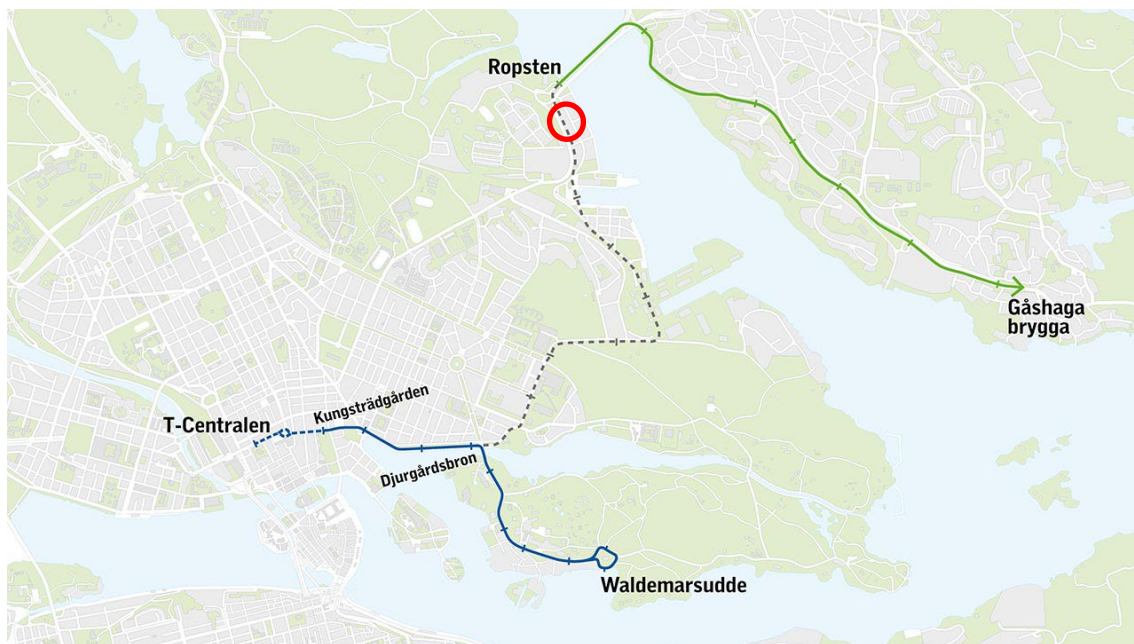
Spårvägsprojektet är satt på paus men det behöver säkerställas att den framtida spårdragningen inte omöjliggörs av stadens pågående och planerade utveckling av Energihamnen.

För att komma i mål med detaljplanen behöver staden visa att spårutrymmet är tillräckligt, kan hantera riskfrågorna och att det byggnadstekniskt är möjligt att bygga en spårvägsbro i ett senare skede när Energihamnen har utvecklats.

Exploateringskontoret ger därför Tyréns i uppdrag att utreda spårväg Citys genomförbarhet längs Energihamnens planområde.

## 1.2 SYFTE OCH AVGRÄNSNING

Syftet med utredningen är att visa att en framtida förlängning av Spårväg city längs Energihamnen är möjlig och beskriva konsekvenser av utbyggnaden och behovet av anpassningar på befintlig och planerad infrastruktur. Rapporten ska fungera som underlag i detaljplanearbetet.



Figur 2 Utredningsområdet markerat i rött. Spårsträckning för Spårväg Citys förlängning till Ropsten och depån på Lidingö. Källa SLL Spårväg city

Utredningen ska precisera spårområdet i den nya detaljplanen. Det framtida spårområdet samordnas med gatuprojektering för avfart från Lidingövägen till Ropsten samt Norra Hamnvägens nya utformning.

Ett förslag till utformning av spårvägsbro; spännvidder, lägen för brostöd, grundläggning, produktionsmetod tas fram för att belysa konsekvenserna av brobygget. Möjliga etableringsytor och behov av avstängningar under byggtiden beskrivs också i rapporten.



Andra spårsträckningar har studerats tidigare i olika sammanhang. Exempel är spår i Norra Hamnvägen eller spårbro längs västra sidan av Lidingövägen. Dessa sträckningar har inte bedömts vara möjliga att genomföra och har inte studerats vidare i denna utredning.

***Denna rapport utgör underlag för detaljplan och ingår inte i eventuellt framtida förfrågningsunderlag.***

### 1.3 INTRESSENTER UTÖVER STOCKHOLMS STAD

En utbyggnad av spårvägen påverkar direkt eller indirekt nedanstående intressenter:

**Region Stockholm, Trafikförvaltningen** – Har ansvar för spårvägsanläggningar i regionen och bygger och förvaltar spårvägen och dess konstruktioner. Äger och förvaltar spårvägsdepån på Lidingö som är planerad för spårväg Citys vagnar. För spårväg Citys eventuella förlängning från Djurgårdsvägen till Ropsten och sammankoppling med Lidingöbanan finns inget beslut.

**Stockholm Exergi** – spårområdet ligger i direkt anslutning till Exergis område. Exergi hanterar brandfarliga och giftiga kemikalier och för anläggningen gäller Sevesolagstiftningens högre nivå. Den högre kravnivån innebär bland annat att tillstånd krävs samt att säkerhetsrapporter ska tas fram.

**Trafikverket** – spårområdet ligger i direkt anslutning till väg 277 som är en del av Norra länken och Lidingövägen. Trafikverket har väghållaransvar för väg 277 och ramperna till Ropsten/Norra Hamnvägen. Samtidigt med planläggningen av Energihamnen driver Trafikverket en precisering av Riksentresse för en östlig förbindelse med en koppling till det övergripande vägnätet i Ropsten.

**Stockholms Hamn** Stockholms stad arrenderar ut delar av marken till Stockholms Hamn AB som i sin tur upplåter stora delar med arrende till Stockholm Exergi.

**Lidingö** – påverkas direkt av framkomligheten på väg 277 men också genom den förbättrade kollektivtrafik som en koppling till Spårväg city innebär.

**Länsstyrelsen** – riksentresse för Östlig förbindelse. Vägar av särskild betydelse för regional eller interregional trafik - Österleden (E20) Värtan - (222/260) trafikplats Lugnet. Med hänsyn till den betydelse som infrastrukturen har i Storstockholm skall korridoren för den s.k. Österleden hanteras som riksentresse intill dess beslut baserat på förnyad förstudie och vägutredning tagits.

Länsstyrelsen ger tillstånd och gör tillsyn av Sevesoanläggningar. Tillsynen görs ofta tillsammans med den kommunala räddningstjänsten och miljöförvaltningen i den kommun där verksamheten ligger.

**Värtahamnen** med spåranslutning är ett riksentresse (med tillhörande kombiterminal - Stockholm Värtan).

## 2.1 SAMRÅDSFÖRSLAG TILL DETALIPLAN FÖR ENERGIHAMNEN



2022-03-25

Byggnad får inte uppföras. Staket, portar och invallningsmurar får byggas. Inom området får spårvägsbro uppföras.

I södra delen fram till och med Tredje Tvärvägen tillåts industriverksamhetens transporter under spårvägsbro.

## 2.2 SPÅRVÄG CITY

Region Stockholm, Trafikförvaltningen har för närvarande inget uppdrag att utreda spårväg på sträckan mellan Djurgårdsbron och Ropsten.

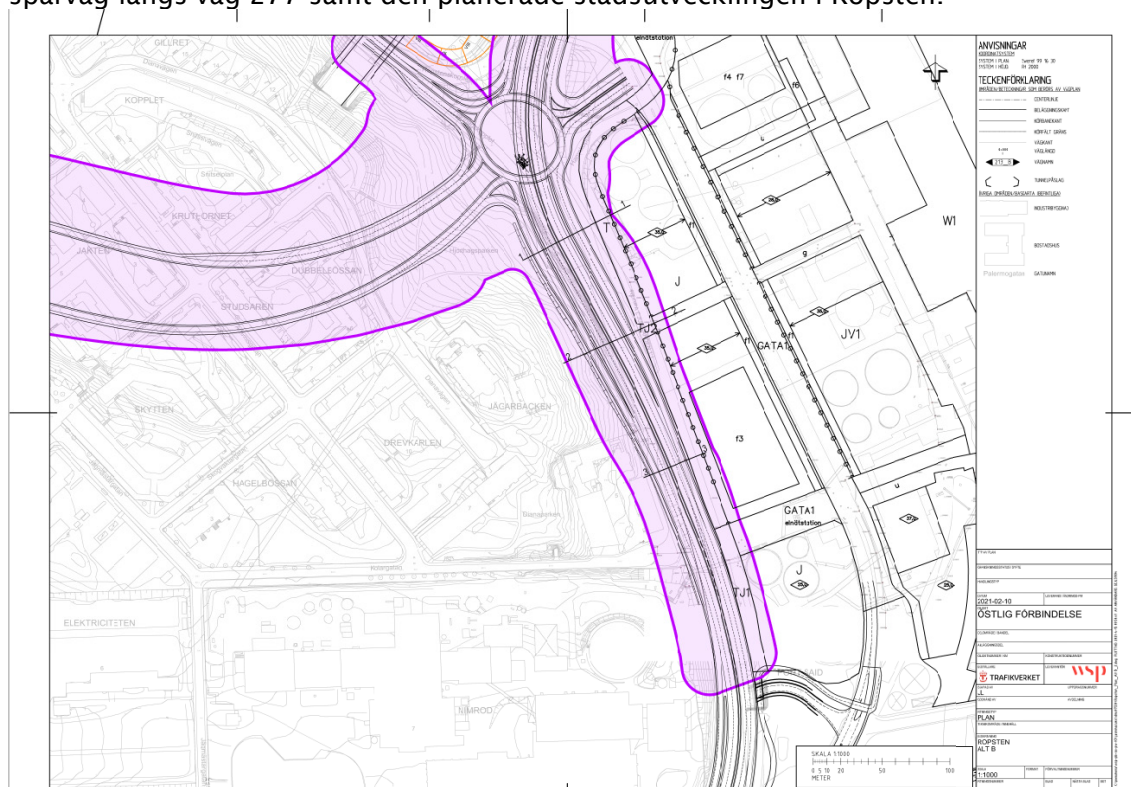
Underlaget som denna utredning utgått från gällande spårvägen har tagits fram av WSP på uppdrag av Trafikförvaltningen år 2014 och ligger som grund till nuvarande spårrområde i förslaget till ny detaljplan för Energihamnen.

I utredningen föreslås mindre justeringar av detaljplanens utbredning för spårområdet. Det gäller framför allt i den norra delen längs Hamnkopplet där spåren flyttas norrut för att ge plats för skyddsutrymme och driftavstånd till befintlig cistern.

## 2.3 ÖSTLIG FÖRBINDELSE PLANERINGSLÄGE

Östlig förbindelse är en del av den inre ringleden runt Stockholm och är en koppling för den regionala biltrafiken mellan Södra länken och Norra länken. Det finns i dagsläget inget beslut om att genomföra en Östlig förbindelse.

Olika skisser har tagits fram för hur en anslutning av Östlig förbindelses till väg 277 och Norra länken kan se ut. Skisserna är underlag i arbetet med preciseringen av riksintresse för Östlig förbindelse. Förslagen ligger i direkt anslutning till planområdet för Energihamnen och ger olika förutsättningar och begränsningar för att bygga spårväg längs väg 277 samt den planerade stadsutvecklingen i Ropsten.



Figur 4 Trafikverket, Östlig förbindelse, Ropsten Alt B. 2021-02-10



Alt B som visas i figuren är kompatibel med föreslagen spårutformning längs Energihamnen. Det lila området markerar förslaget till riksintresse Östlig förbindelse. Av- och påfarten med namnet Hamnkopplet påverkas mer av förslaget än spårvägen. Övriga alternativ för Östlig förbindelse som tagits fram av Trafikverket kan inte kombineras med föreslagen spårdragning.

## 2.4 VALPARAISO

Valparaiso är ett större område inom Norra Djurgårdsstaden som ska markanvisas genom jämförelseförfarande. Området ligger strax söder om Energihamnens planområde.

Totalt bedöms området innehålla cirka 150 000 kvm ljus BTA. Varav 130 000 kvm kommersiell bebyggelse som motsvarar cirka 5 000 arbetsplatser, men också cirka 200 bostäder. Stockholms stad vill teckna markanvisningsavtal med en ankarbyggaktör som tillsammans med staden utvecklar området. Ankarbyggaktören garanteras en markanvisning om cirka 50 000 kvm ljus BTA. Markanvisningsavtal planeras skrivas 2022.



Figur 5 Valparaiso – illustration från Handlingsprogram v 0.1, Hållbarhetskrav vid markanvisning, Stockholms stad

Sträckningen på spårvägen i utredningen utgår från och ansluter till kvarteret Valparaiso. Spårvägen leds in i utredningsområdet från ett hållplatsläge i den nya stadsdelen på en bro över industrispåren till Energihamnen. Nivån på spårvägen behöver ligga på lägst +10.5 för att passera över industrispåren.

Det är i fortsatt planarbete för Valparaiso viktigt att studera att spårvägen kan kopplas vidare till spårdragningen längs Energihamnen. Hur gatan med spårväghållplatsen i Valparaiso är riktad är viktig för den mycket tigha spårlösningen längs Energihamnen. Spårgeometrin påverkar hastighet, slitage och buller. En annan fråga som bör utredas inom planarbetet för Valparaiso och kan påverka spårgeometrin längs Energihamnen är

ett eventuellt behov att vända tåg norr om Valparaisos hållplats. En vändning kräver utrymme för växlar och lämpliga lutningar för uppställning av tågagnar. Frågan om vändning/ändstation norr om Valparaiso har varit aktuell i tidigare planering av spårvägen.

## 2.5 ROPSTEN



Figur 6 Lilla Lidingöbron sett från Ropsten Källa: Implenia

Bygget av lilla Lidingöbron pågår för fullt. Lilla Lidingöbron byggs för framtiden och ett ökat resande mellan Lidingö och Stockholm. Den nya bron blir mer trafikvänlig för gående, cyklister och mopedister och får dubbla spår för Lidingöbanan. Lilla Lidingöbron byggs i ett lågt läge som ger förutsättningar för spårvägens anslutning i Ropsten om spårväg City ska kopplas samman med Lidingöbanan. Det begränsar alternativa dragningar av spårvägen förbi Energihamnen eftersom passager över Lidingövägen inte fungerar med Lilla Lidingöbrons höjdläge.

Planeringen av Ropsten är inte färdig. Den är viktig då den kommer att definiera spårvägens och hållplatsens läge norr om aktuellt utredningsläge.

### 3 PLANLÄGGNING AV SPÅRVÄG

Spårväg kräver ofta en järnvägsplan men en detaljplan kan ibland räcka (om spårväg planeras inom gatumark t ex). I tidigare planering av Spårväg City togs beslut om att spårvägen skulle planläggas genom detaljplan och inte järnvägsplan. I detaljplanen för Energihamnen planeras ett spårreservat för framtida spårväg.

Lag (1995:1649) om byggande av järnväg

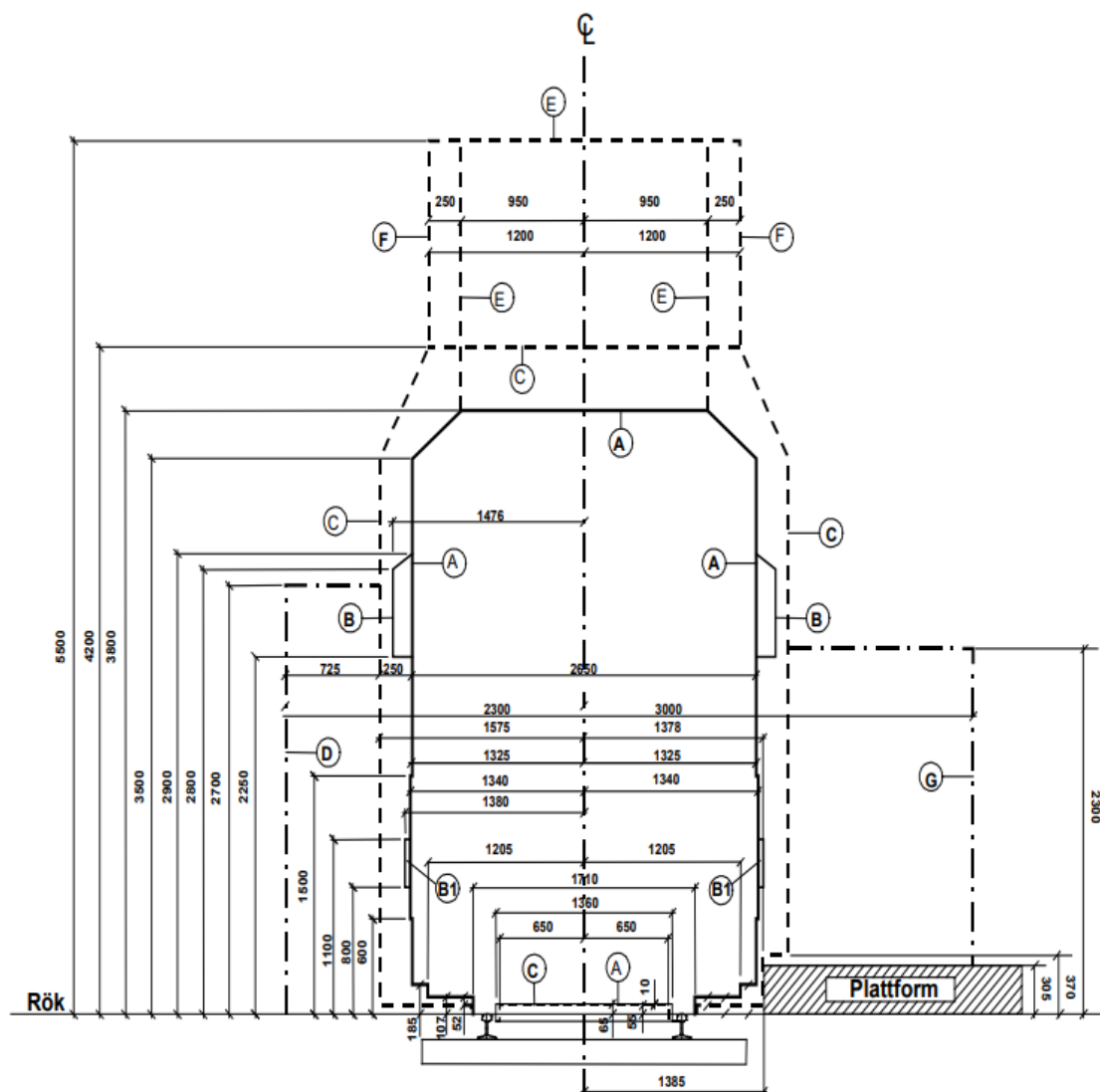
1 kap. Allmänna bestämmelser

...§1 andra stycket säger

Vad som föreskrivs om järnväg tillämpas också på tunnelbana och spårväg. Om en tunnelbana eller en spårväg byggs med stöd av en detaljplan enligt plan- och bygglagen (2010:900) behöver dock bestämmelserna i denna lag inte tillämpas. Lag (2012:440).

## 4 RIKTLINJER FÖR PLANERING

Spårvägen har planerats utifrån Trafikförvaltningen föreskrifter, SSÄ SÄB-0347 samt Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK FS-FS 2008:1, ELSÄK-FS 2021:1.



Figur 7 Normalsektion för fria rummet (mm)

Förklaringar till normalsektion fria rummet:

- A Konstruktionsprofil
- B Begränsningslinje för backspegel
- B1 Begränsningslinje för belysning
- C Minsta sektion för fria rummet
- D Gräns för minsta skyddsutrymme
- E Begränsningslinje för takströmvtagare i arbetsläge
- F Skyddsgräns mot strömvtagare
- G Gräns inom vilken fasta föremål på plattform ej får placeras

Dimensionerande spårgeometri för spårväg är: Horisontalradie = 25 m Vertikalradie = 500 m



Minsta radie i förslaget är för horisontalradie R45m i områdets norra del och R500m på bron i områdets södra del. Minsta vertikalradie i förslaget är Rv1000m.

I kurvor breddökas enligt nedanstående formel och tabell.

Rälsförhöjning planeras på delen mellan Valparaiso och Norra Hamnvägen. I kurvan som leder ut i korsningen med Norra Hamnvägen planeras ingen rälsförhöjning utan spårens profil och sidolutning anpassas till gatans höjdsättning i korsningen.

Kurvradie R (m)	$\Delta i = 7170/R$ (mm)	$\Delta y = 10625/R$ (mm)
17	422	625
20	359	531
25	287	425
30	239	354
40	179	266
50	143	213
60	120	177
80	90	133
100	72	106
150	48	71
200	36	53
250	29	43
300	24	35
400	18	27
500	14	21
600	12	18
800	9	13
1000	7	11
2000	4	5

Figur 8 Utvidgning för några valda radier för A36 Spårväg city

Dimensionerande vagnar för Spårväg city är vagnstypen A36.

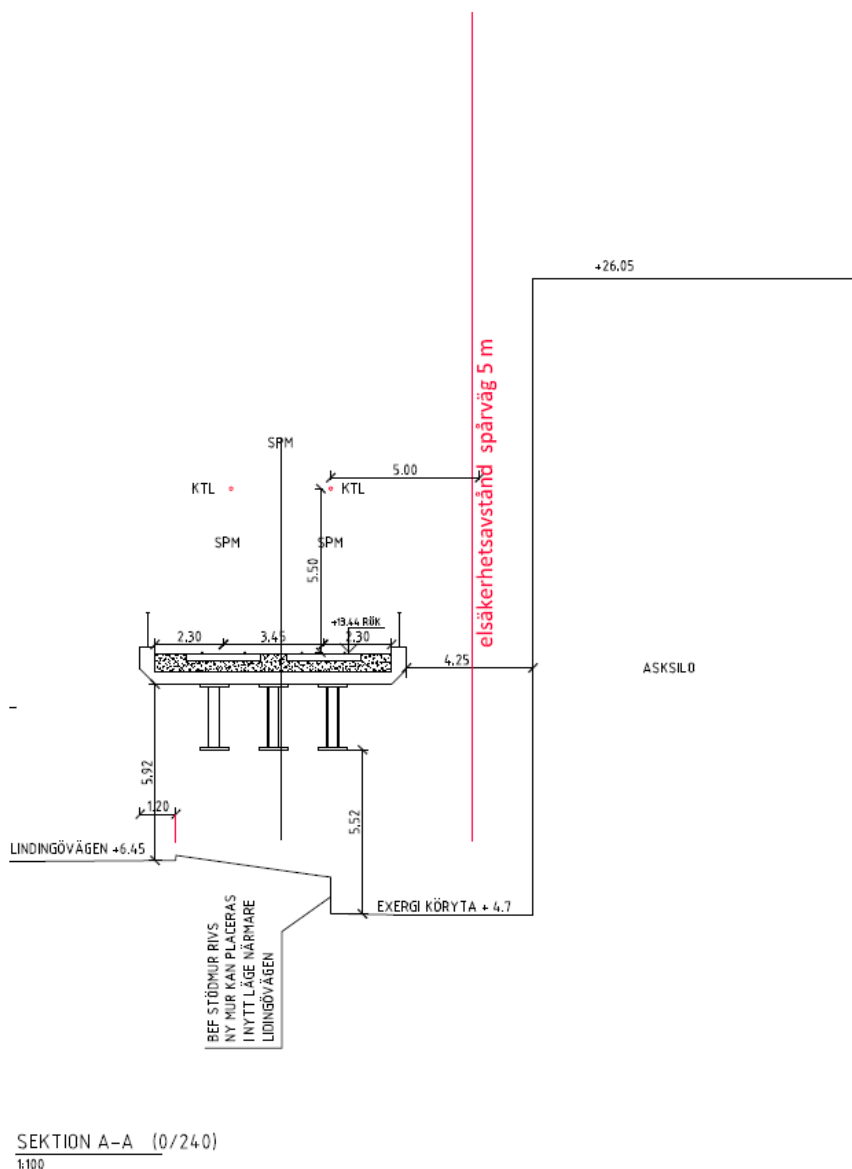
Fri höjd för Lidingövägen och Exergis område ska vara 4,5 meter. Planeringshöjden som använts i utredningen är 5 meter. Dimensionerande fordon som trafikerar Exergis område är en lastbil med längden 24 meter, typfordon Ls (VGU).

Riskfrågor för spårväg och närhet till bebyggelse och cisterner har jämförts med ställningstagande enligt riskutredning för Tvärbanans Kistagren, och framförallt den riskutredning som tagits fram av SLL inom projektet Spårväg city. Se kap 6.1.5 Risk.

## 5 STUDERAD SPÅRSTRÄCKNING

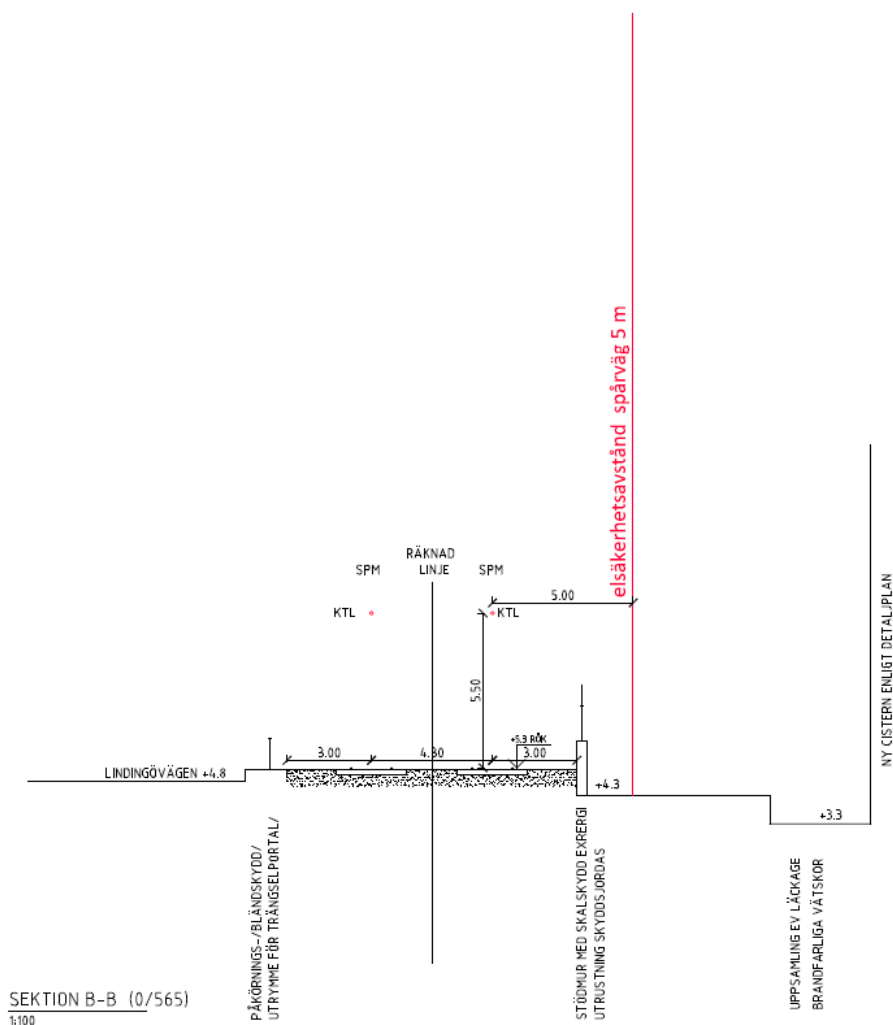
Spårvägars utformning kan generellt delas upp i fyra huvudtyper av spårväg: spår i gatumiljö på reserverat utrymme, spår i gatumiljö i blandtrafik, spår i gatumiljö över torg/öppen plats/shared space och spår på egen banvall. Beroende på hur omgivningen kring spåret ser ut är det mer eller mindre lämpligt att bygga enligt de olika huvudkaraktärerna. Längs med den studerade sträckningen är endast spår på egen banvall aktuellt.

En spårkorridor längs v 277 (Lidingövägen) har studerats. Spåren har placerats utifrån avstånd till Exergis anläggningar, utrymme för körytor på Exergis område, fri höjd under bro för vägtrafik.



Figur 9 Sektion 0/260 vid asksilo i områdets södra del

En stor del av sträckan behöver spårvägen gå på bro enligt Fig 9 för att ge plats för Stockholm Exergis industriella transporter.



Figur 10 Sektion 0/565 spårområde längs Lidingövägen

Där spårvägen möter omgivande mark föreslås spårvägen följa Lidingövägens körbana enligt Fig 10 och utgöra en naturlig breddning av "vägrummet" med en stödmur mot Exergis område som ligger lägre. Stödmuren kan fungera som invallning mot spår och Lidingövägen vid eventuellt läckage från oljecisterner.

Hastighet vid spårväg på egen bana medger normalt upp till 80 km/tim. Men geometrin i både plan och profil på studerad sträcka kommer att innebära en avsevärt lägre hastighet. I de större radierna begränsas hastigheten till omkring 50 km/tim på grund av 5 % lutning och vertikalkurvor på 1000 m. I den tvära kontrakurvan längs avfarten och korsningen med Norra Hamnvägen kommer maximal hastighet vara 15-20 km/tim. För att minska risken för urspärning genom för hög hastighet föreslås ATC<sup>1</sup> med baliser<sup>2</sup> på sträckan som förhindrar att hastigheten överskrids.

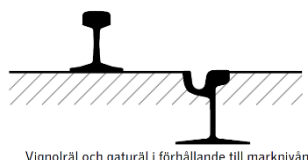
<sup>1</sup> ATC, Automatic Train Control, är ett samlingsnamn för olika säkerhetssystem för järnväg som kraftigt minskar risken för olyckor som orsakas av handhavandefel från lokföraren. ATC kallas idag även för ATP, Automatic Train Protection. I enklare form övervakar ATC endast att den tillåtna hastigheten inte överskrids eller att en stoppsignal inte passeras. Mer avancerade varianter kan även hantera information om plattformars placering, banlutning, att en signal längre fram visar stopp och så vidare och kan därför även användas för automatisk tågkörning.

<sup>2</sup> Baliser - är en del av en telekommunikationsutrustning och placerad mitt i ett järnvägsspår. Balisen sänder information om kommande bansträcka till ett passerande tåg.

Korsningen med Norra Hamnvägen i den norra delen av utredningsområdet och korsningen i södra delen av utredningsområdet som planeras i Valparaiso där spåren leds in i gatumiljö på reserverat kommer att signalregleras.

Mitt på den studerade sträckningen i förlängningen av Andra Tvärvägen har Exergi ett behov att vid enstaka tillfällen (ungefär vart tionde år) korsa spåren och Lidingövägen med stora transportfordon. Vid dessa tillfällen krävs särskild avstängning av både spår och väg 277, Lidingövägen och arbete bör planeras under natten när övrig trafik är begränsad. Kontaktledningen bör förberedas för att enkel nedmontering för höga transporter ska klaras i korsningspunkten.

Normalt är spårväg på egen banvall signalreglerat av signalsäkerhetssystem med ATC för att möjliggöra högre hastigheter, dock förekommer i undantagsfall områden med lägre hastighet och siktkörning. Spårvägen både före och efter studerad sträcka planeras som spår i gatumiljö på reserverat utrymme och innebär att spårvagnsföraren kör på sikt.



Vignolräl och gaturäl i förhållande till marknivå



Figur 12 Strails i gatukorsning (vignolräl)

På den studerade sträckan föreslås makadam och vignolräl. I korsningar med bil, gång och cykeltrafik föreslås densifalt eller markbetong och gaturäl. Vignolräl kombinerat med Strails eller betongblock kan också vara ett alternativ. Vid cykelpassager är det viktigt att korsa spåren så vinkelrätt som möjligt för att minska risken för att cykelhjulet fastnar i spåret. På bron kan makadamfria spår övervägas för att hålla nere vikten och konstruktionstjockleden samt minska risken för krypströmmar i omgivande anläggningar. Framtaget förslag till bro som beskrivs senare i rapporten har makadam i spåröverbyggnad på bron. Det finns möjlighet att bygga makadamfria spår på bron vilket minskar lasten och kan sänka spårens profil något.

I korsningspunkten för Exergis tillfälliga transporter föreslås spårövergång av gummielement typ Strails och öppningsbara grindar mot både väg 277, Lidingövägen och mot Andra Tvärvägen inom Exergis område.

Ingen teknikbyggnad har planerats in på den studerade sträckningen. Nätstation planeras in efter korsningen med Norra Hamnvägen och innan hållplatsen längs Norra Hamnvägen. Det är viktigt att beakta siktfrågorna för alla trafikslag, spårvagn/biltrafik/gående/cyklist i nätstationens omgivning.

Spårvägen har ingen egen belysning på sträckan. I anslutning till gator och vägar belyses även spårområdet av gatubelysningen. Eventuellt kan belysning för spåren fästas in i kontaktledningsstolpar där spåren går på egen bana och där vägens belysning inte räcker till.

Då spårtrafiken och vägtrafiken på avfartsrampen möts "på fel sida" i vänstertrafik behövs sannolikt ett bländskydd. Bländskyddet kan med fördel integreras med

avåkningskydd i skyddsremsan mellan väg och spår för att minska breddbehovet i gatusektionen.

Ingen vegetation planeras i närheten av spårvägen inom planområdet. Eventuellt kan grusgräs vara aktuellt i spårområdet för att öka den biologiska mångfalden i ett i övrigt hårdgjort landskap. Detta kan dock öka risken för läckströmmar och korrosion på angränsande ledningar och byggnader.

## 5.1 SPÅRVÄG

### 5.1.1 SPÅRGEOMETRI I PLAN

Se ritningsbilaga M1

### 5.1.2 SPÅRGEOMETRI I PROFIL MED BRON INLAGD

Se ritningsbilaga M2

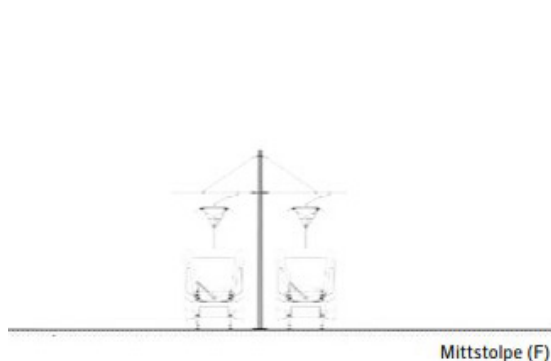
### 5.1.3 SPÅRSEKTIONER

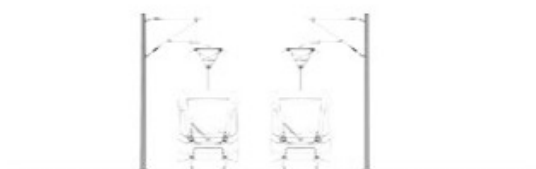
Principsektioner se ritningsbilaga M3

Sektionerna visar avstånd mellan spårområde och Exergis cisterner samt elskyddsavstånd enligt föreskrifter för järnvägsanläggning.

### 5.1.4 KONTAKTLEDNING OCH ELSÄKERHET

Kontaktledningen kan ordnas på olika principiella sätt enligt nedanstående figurer. Styrande för förslaget till spårdragning har varit att öka skyddsavstånd till byggnader enligt Elsäkerhetsverkets krav för järnvägsanläggning.





Dubbelsidig kontaktledningsstolpe med bärlina (A)



Dubbelsidig kontaktledningsstolpe med bärlina på bro (B)



Dubbelsidig kontaktledningsstolpe på bro (C)



På bron föreslås dubbelsidig kontaktledning med bärlina enligt fig (B) ovan. Kontaktledningsstolpar undviks där spåren ligger som närmast cisterner. Se planritning M1 samt sektionsritning M3. För att minska elskyddsavstånd kan kontaktledningsstolpar placeras enkelsidigt.

På sträckan med tvära kontrakurvor i norra delen föreslås kontaktledningen bäras av mittstolpe för att klara elsäkerhetsavstånd till både väggkant och byggnad enligt Fig (F). Se planritning M1 samt sektionsritning M3.

I systemhandlingsprojekteringen för korsningen med Norra Hamnvägen bör utrymme för kontaktledningsstolpar reserveras och möjligheten att schakta för kontaktledningsfundament i efterhand studeras. Tänkbara platser/principer för kontaktledningsstolpar är markerade på ritning M1.



Genom att dubbelisolera kontaktledningssystem begränsas skyddsavståndet till infästningspunkten för kontaktledningstråden. Det betyder att kontaktledningsstolpar inte kan bli spänningsförande och att kravet på skyddsavstånd till kontaktledningsstolpe utgår. Nockebybanan fungerar på detta sätt.

## 6 RISK

I tidigare arbete med planeringen av kollektivtrafikförsörjningen av Norra Djurgårdsstaden har en riskbedömning för spårväg längs Energihamnen tagits fram av riskkonsult Bengt Dahlgren AB. Riskutredning ny spårväg TN 2016-1560. Utredningen togs fram 2018 på uppdrag av Trafikförvaltning SLL. Riskutredningen pekar på att spårdragningen och planen behöver studeras vidare längs utredningssträckan för att minimera riskerna och ge plats för nödvändiga säkerhetsåtgärder.

För att säkerställa att dessa slutsatser är rimliga har riskbedömningen tillsammans med spårförslaget kontrollerats och kommenterats av Tyréns riskkonsult och kontaktledningsspecialist.

Riskutredningens sammanfattning av identifierade avsteg/konfliktpunkter

Grundtext	Krav/ Rekommendation/ Beslut
Elsäkerhetsverkets särskilda säkerhetskrav 7 kap. §3. <sup>7</sup>	Minst <b>5 m</b> mellan spänningsförande del på spårväg och byggnad eller byggnadsdel.
Sprängämnesinspektionens föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor <sup>12</sup>	Skyddsavstånd mellan skyddsobjekt och anläggning med brandfarliga vätskor skall vara så att betryggande skydd erhålls. Avstånden skall begränsa risken för - antändning av de brandfarliga vätskorna, - brandspridning inom anläggningen, och - brandspridning till skyddsobjekt vid brand i anläggningen.
Sprängämnesinspektionens föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor <sup>12</sup>	Rekommenderade avståndet mellan byggnader av obrännbart material/icke brandfarlig verksamhet och cisterner med brandfarlig vätska klass 3 med volym > 100 m <sup>3</sup> anges till <b>12 m</b> .
Trafikverket <sup>8</sup>	Rekommenderar att cisterners innehållande brandfarlig vätska som placeras nära en järnväg anläggs under jord för att minska skaderisken vid en olycka. (Obs. järnväg)
Elsäkerhetsverkets särskilda säkerhetskrav <sup>7</sup>	Ett minsta säkerhetsavstånd på <b>15 m</b> mellan friledning och riskområde för brandfarlig vara <sup>7</sup> . Säkerhetsavståndet avser kraftledningar konstruerade för över 12kV spänning men har i Miljökonsekvensbeskrivningen till detaljplanen för ny Götaälvbro i Göteborg Stad <sup>9</sup> antagits som minimiavstånd även för spårvägens spänning, 750 V till följd av den uppenbara risken för gnistbildning.

### 6.1 FÖREKSRIFTER ELSÄKERHET ELSÄK FS 2008:1

7 kap. Särskilda säkerhetskrav för kontaktledningsanläggningar för drift av järnväg, spårväg, tunnelbana eller elväg.

**3 §** En kontaktledning ska dras så, att det horisontella avståndet mellan spänningsförande del och en byggnad eller någon byggnadsdel, i vilken ledningen inte ska införas, uppgår till **minst 5 meter** när det är vindstilla.

En kontaktledning som är friledning för **högst 750 V** nominell spänning får dock dras närmare byggnader under förutsättning att den endast med särskilda hjälpmedel kan nå från fönster, balkonger eller tak.



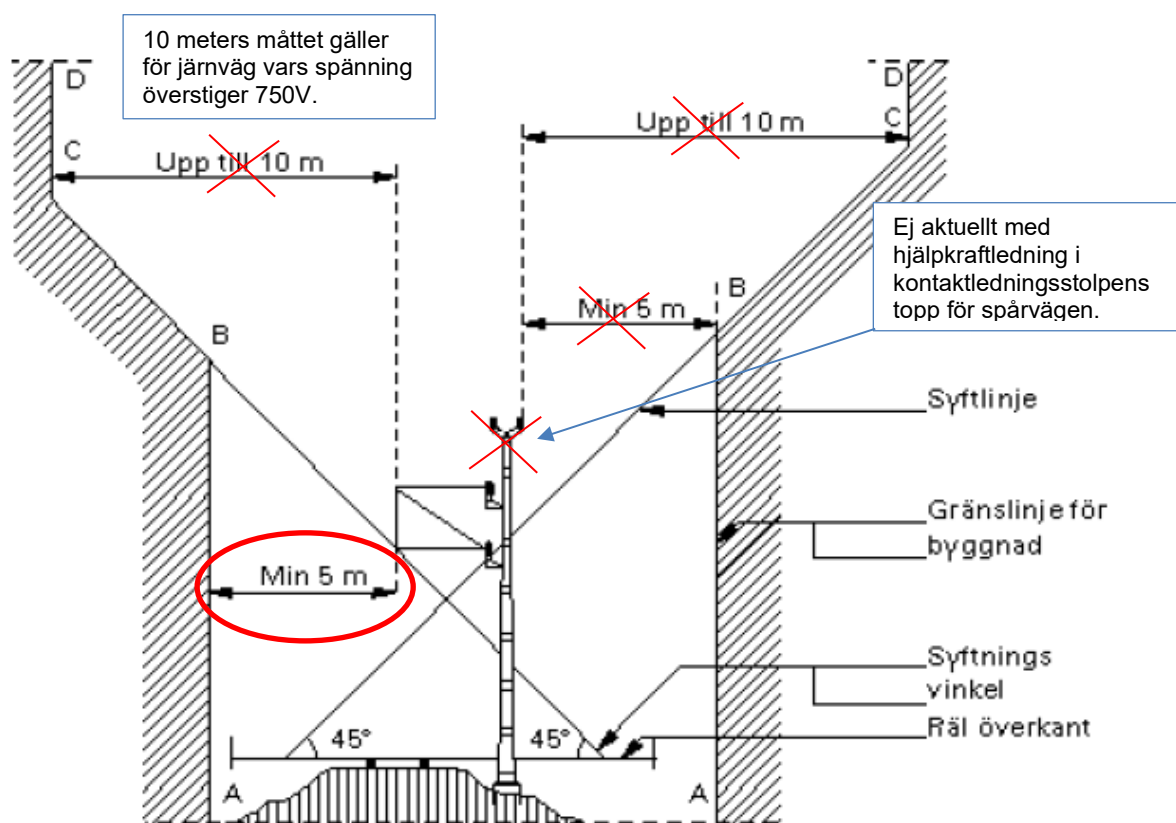
Utan hinder av första stycket får det horisontella avståndet minskas

- vid driftbyggnader till 3 meter,
- vid driftbyggnader med en basarea om högst 10 m<sup>2</sup> till 0,5 meter under förutsättning att byggnaden har ett avstånd om minst 4 meter till kontaktledningen och ett horisontellt avstånd till närmaste stolpe om minst 4 meter, och
- vid plattformstak till det avstånd som med hänsyn tagen till fordonens strömavtagare och det arbete som kan behöva utföras på taket kan anses ge betryggande säkerhet. Undantaget i tredje stycket c) gäller endast om tillträdet till plattformstaket är begränsat för obehöriga.

#### Allmänna råd

Om en kontaktledning är framdragen i närheten av en byggnad som är avsevärt högre än kontaktledningen kan särskilda säkerhetsåtgärder ibland behövas.

Normalt behövs dock inte några särskilda skyddsåtgärder om någon byggnadsdel inte finns närmare kontaktledningen än som anges av gränslinjerna A-B-C-D i nedanstående figur med sektion av spår med en kontaktledning för nominell spänning **över 750 V**.



Figur 13 Bild ur ELSÄK-FS 2008:1 med kommentarer för spårväg med spänning 750 V.

**5 §** En kontaktledning ska dras så, att det horisontella avståndet mellan en spänningsförande del och en vägrenskant uppgår till minst 4 meter.

## 6.2 STOCKHOLM OCH EXERGIS OMRÅDE

Risker som hänförs till avstånd till byggnad kan dels innebära risk för urspärning och påkörning av byggnad, dels till elsäkerhetsfrågor. PM Risk och säkerhet, fördjupad utredning, Tvärbanan Kistagrenen, Brandskyddslaget 2016.

Avstånd från spårmit till asksilo (Elsäkerhetsverket kap 7 §3:  
Minsta avstånd mellan spänningsförande del och byggnad 5 meter.

Föreskriften gäller för järnvägsanläggning med spänning >750 V. Alltså högre än spårvägens spänning. Enligt praxis gäller för kontaktledningar ≤750V för spårväg ett krav på minst 2 meter horisontellt avstånd mellan spänningsförande del och en byggnad eller någon byggnadsdel, i vilken ledning inte ska införas, när det är vindstilla.

Vid byggnader som är avsevärt högre än kontaktledningen kan särskilda säkerhetsåtgärder ibland behövas. Övre delen av cisternen för eldningsolja i Exergis norra del ligger innanför zonen enligt fig 13. Men då spänningen för spårvägen inte överstiger 750 V och det saknas fönster, dörrar och tak där ledningen kan nå från bedöms att säkerhetsåtgärder på grund av byggnadshöjd inte är relevanta i detta fall.

Trafikförvaltningen utgår ofta från minsta avstånd 5 meter mellan spårmit och byggnad vilket också skapar utrymme att underhålla byggnad utan att inkräkta på spårområdet. Det innebär ett elsäkerhetsavstånd på säkra sidan.

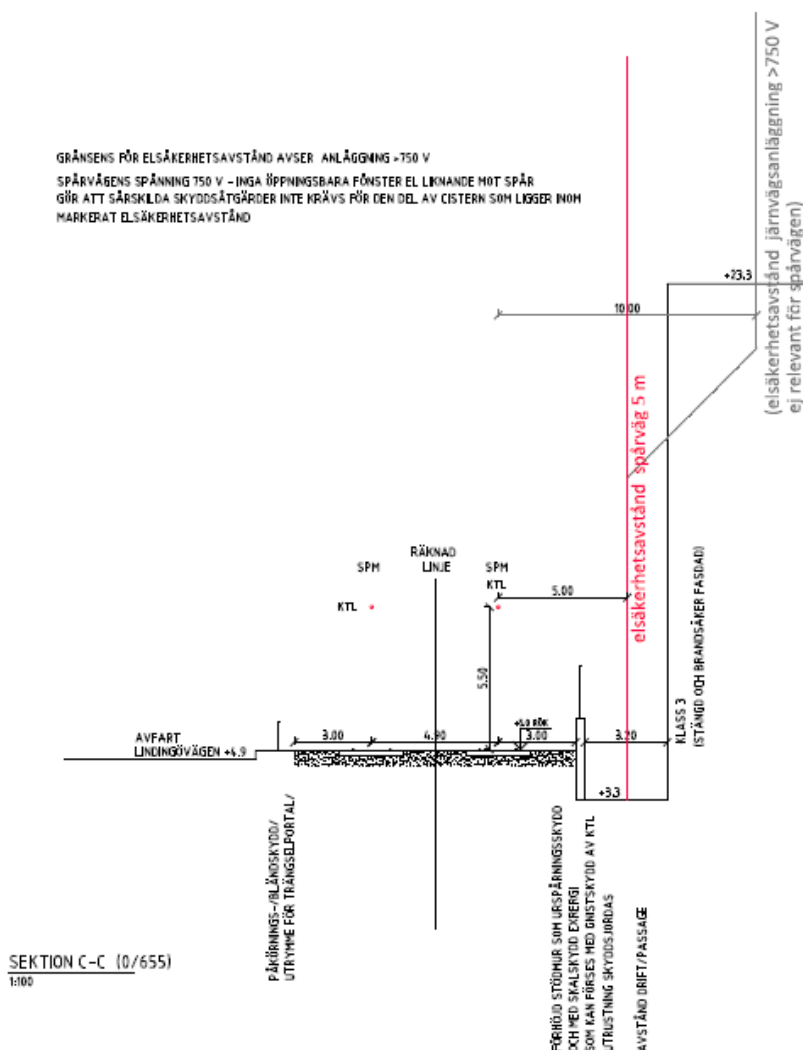
I planförslag som ligger till grund för riskutredningen är minsta avstånd från spårmit till asksilo 3,5 meter. Avståndet har i förslaget utökats till 7,2 meter och klarar kravet på 5 meter mellan spänningsförande del och byggnad. Det skapar också möjlighet att underhålla och renovera cistern och spårvägsbro även i det trängsta snittet. Se sektion fig 9.

Avstånd från spårmit till cisterner med eldningsolja  
(Sprängämnesinspektionens föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor).  
Avstånden ska begränsa risken för antändning av de brandfarliga vätskorna, brandspridning inom anläggningen, brandspridning till skyddsobjekt vid brand i anläggningen.

Rekommenderat avstånd mellan byggnader av obrännbart material/icke brandfarlig verksamhet och cisterner med brandfarlig vätska – klass 3 anges till 12 meter. Avståndet är för brandspridning mellan byggnad och cistern och inte direkt tillämpligt för avstånd till spårväg.

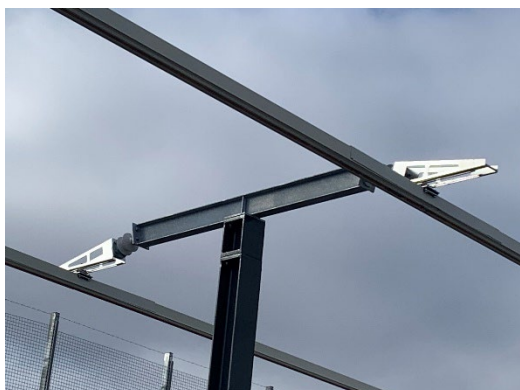
I planförslaget som ligger till grund för riskutredningen är minsta avstånd mellan spårmit och cisterner med eldningsolja brandfarlighetsklass 3, 5,5 meter. Avståndet har i förslaget utökats till 6,55 meter enligt fig 13. Avståndet klarar då kravet på skyddsavstånd mellan spänningsförande delar och byggnad. Avståndet är mindre än de 12 meter som sprängämnesinspektionen rekommenderar mellan byggnad/icke brandfarlig verksamhet och cistern med brandfarlig vätska. Detta mått är dock inte direkt tillämpligt på spårväg.

Den identifierade risken är att läckage från cisterner kan antändas av gnistbildning från kontaktledning eller gnistbildning vid spårvagnens hjul. Eldningsoljan av brandfarlighetsklass 3 har hög flampunkt och antänds inte så lätt. Vid nuvarande förvaring av eldningsolja är risken därför extremt liten att utläckt olja ska antändas av gnistor från spårvägen och gnistskydd bedöms av Tyrens brandspecialist inte vara nödvändigt. Ändras användningen eller det byggs nya anläggningar med mer brandfarligt material ökar risken och kräver att riskfrågan utreds för eventuella skyddsåtgärder och nödvändiga tillstånd.



Figur 14 Sektion vid cistern med eldningsolja

Vid eventuell ändrad användning till förvaring av mer brandfarliga vätskor föreslås "skyddsnät" till samma höjd som kontaktledningen (ca 5 m över rök). Skyddsnät föreslås då utformas som gemensamt skalskydd för Exergis område och gnistgaller (se foton på nästa sida som visar flygplatsens skalskydd vid tvärbanans hållplats Bromma flygplats. Maskvidden behöver dock minskas för att förhindra gnistor.) Alternativt utformas gnistskyddet som tät skärm typ bullerskärm. För att förhindra gnistbildning på grund av snö- och isbildning på kontaktledningen kan ledningen också värmas. Kontaktledningsstolparna föreslås mittplacerade på denna sträcka för att klara avstånd till byggnad (5m) och avstånd till väggkant (4m). Är elanläggningen dubbelisolerad kan stolpar placeras sidoordnat.



*Foton: Tvärbanan vid Bromma flygplats.*

*Skalskydd mot flygplatsen i höjd med kontaktledning. Maskvidden i gallret kan minskas för att fungera som gnistskydd. Kontaktledning i strömskena minskar kontaktledningens höjd. Enkelsidiga kontaktledningsstolpar minskar elsäkerhetsavstånd på motsatt sida.*

För att förhindra att spårvagn kan spåra ur och köra in i cisternerna med brandfarliga vätskor föreslås urspårningsräl och/eller att muren dras upp och fungerar som en fysisk barriär vid eventuell urspårning. Om muren höjs så den täcker spårvagnens hjul fungerar den också som gnistskydd för gnistbildning orsakad av bromsar och hjul. Sträckan som passerar närmast cisternerna med brandfarligt innehåll är kurvig (R45m) med kontrakurvor vilket ökar risken för urspårning. Åt vilket håll urspårningen sker påverkas också av om det är ytterkurva eller innerkurva. Med ökad hastighet ökar konsekvenserna av en urspårning. Geometrin samt närheten till korsningen med Norra Hamnvägen leder till att en mycket låg hastighet (15-20 km/tim) för spårvagnarna

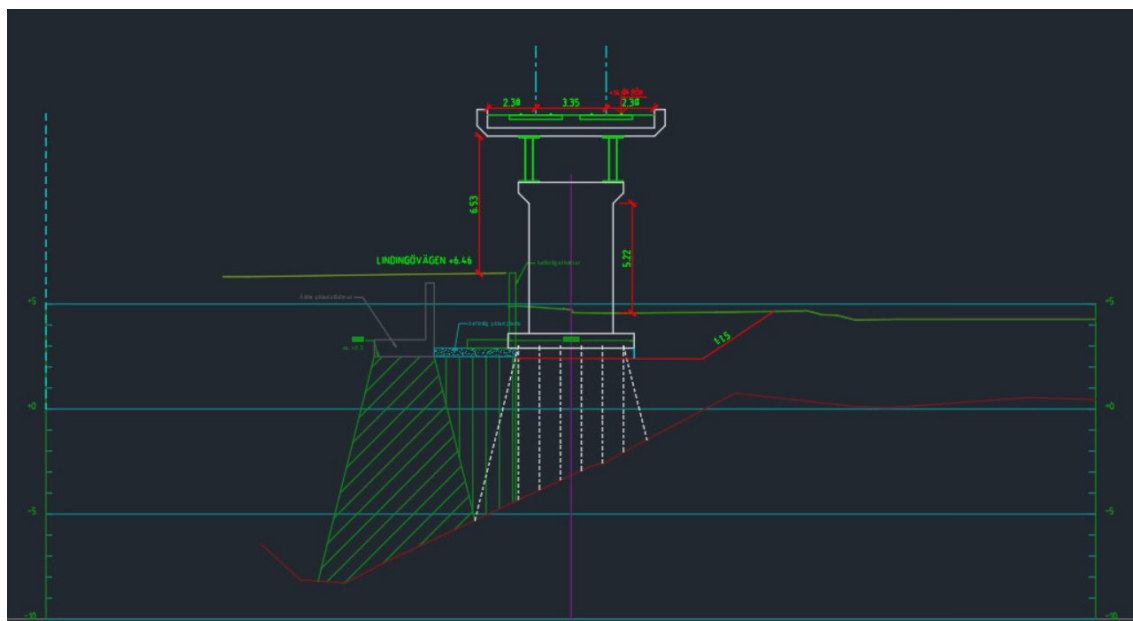


krävs på den känsligaste delen där cistern ligger närmare spåren än 15 meter. ATC kan nyttjas på sträckan för att säkerställa den låga hastigheten.

### 6.3 LIDINGÖVÄGEN

Elsäkerheten ställer krav på minst 4 m mellan spänningsförande del och vägkant. Med mittplacerade stolpar klaras detta krav samt kravet på avstånd till cisterner, Lidingövägen trafikeras med farligt gods (primär trafikled för farligt gods). För att minska risken för olyckor med dessa transporter samt även olyckor med annan vägtrafik föreslås avakningsskydd/skyddsräcke med begränsning av arbetsbredd mellan vägtrafik och spårväg. Kantsten mellan vägens körbana och spårområdet förhindrar brandfarliga vätskor att rinna in på spårområdet och bländskydd i räckesliv förhindrar bländning mellan biltrafik och spårvagn. Utrymme för vägbelysning, trafiksignaler, vägmärken samt portaler för vägvisning och trängselskatt ska också rymmas på skyddsremsan mellan väg och spårväg. Utrustningen ska skyddsjordas.

### 6.4 UNDER BYGGTIDEN



Figur 15 Sektion vid grundläggning av brostöd vid långa spännvidder i områdets södra del

Grundläggningen av brostöd och ny mur innebär svårigheter då de nya byggnadsverken ska grundläggas med pålar på redan grundförstärkt område (Trafikverket, Lidingövägen) enligt Fig 14. Det är sannolikt pålar i området men KC-pelare kan också finnas. Det geotekniska underlaget som samlats in är inte komplett och visar inte exakt omfattning av befintlig grundläggning för Lidingövägen. Även cisternerna är sannolikt pålade. Sneda pålar ser också ut att finnas inom området. Det går inte att avgöra grundläggningen och exakt var befintliga pålar finns utan att riva stödmuren, schakta fram pålplattor och pålar etc. Detta är inte aktuellt i dagsläget – men vid start av planeringen för spårvägen bör detta utredas vidare och en särskild riskutredning för hur Lidingövägen påverkas av bygget av bro och stödmur och vilka metoder och kontroller som krävs tas fram (ska godkännas av Trafikverket). Grundläggningsfrågan kommer att vara en kostnadsdrivande parameter i uppdraget. Vid byggandet av pålplattor för brostöden i den södra änden av planområdet kommer befintlig stödmur mot Lidingövägen att behöva rivas för att sedan byggas upp igen. Det innebär att Lidingövägens bredd reduceras med ett körfält under byggtiden för brons pålplattor och att påfarten som ligger närmast Energihamnen behöver stängas

av tillfälligt. För att kompensera för den kortare påfarten behöver sannolikt Lidingövägens hastighet då sänkas. Se planritning M1.

Under spårvägens byggtid kommer körytor för industritrafiken intill Lidingövägen på Exergis område inte vara tillgängliga. Det handlar framförallt om byggtiden för brodelarna med sina bottenplattor. Tömningen av cisterner som nås genom trafikering av dessa ytor behöver antingen undvikas under byggtiden för spårbron eller nås genom att man kör in och lastar i cisternen och sedan backar ut mot Norra Hamnvägen. Backning ut över Norra Hamnvägens trafik är olämpligt men bör kunna få dispens från Trafikkontoret och då med signalvakt och avstängning av den allmänna trafiken på Norra Hamnvägen. Längs Lidingövägen har Exergi behov av att köra tung trafik. Det innebär att brodelare behöver dimensioneras för påkörningskrafter.

## **6.5 GENERELLA RISKFRÅGOR OCH MÖJLIGHET TIL RÄDDNINGSINSATS**

Spårvägens kontaktledningar utformas med möjlighet till räddningsfrånkoppling så att de kan göras spänningslösa vid händelse av en olycka eller vid Exergis passage av spåren vid Andra Tvärvägen. Dessutom behöver räddningstjänsten kunna arbetsplatsjorda kontaktledningen för att kunna genomföra en säker räddningsinsats. Enligt Storstockholms Brandförsvär har de utrustning för att kunna arbetsplatsjorda, men de ser att vissa platser 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 fara och tidsfördröjning i räddningsarbetet.

Längs den studerade sträckningen går spårvägen på bro eller längs inhägnat spårområde mellan Exergi och större trafikled. Det innebär att vid utrymning av spårvagn är det långa sträckor för passagerarna att röra sig längs spårområdet för att ta sig bort från spårområdet. Då spårvagnarna har dörrar på båda sidor finns möjlighet att ta sig ut på sidan som vänder sig bort från olyckan som kan innebära risk och det finns utrymme (minst 0,65 meter) att röra sig längs vagnens båda sidor. Vi olycka kan spåret göras strömlöst för att förhindra spårvagn i mötande riktning och så att människor kan utrymma spårvagn i mötande riktning. Räddningsinsatser inom spårområdet nås från korsningen med Norra Hamnvägen, passagen vid Andra Tvärvägen eller från bron som ansluter till Valparaiso. Räddningsinsatser är också möjliga från Lidingövägen. Behov av brandvägar inom Exergis område kan krävas och studeras utifrån Exergis olika verksamheter, idag och framtida.

Dessutom rekommenderas att spårvagnsförare utbildas i hur de ska agera vid olyckstillbud på Lidingövägen eller inom Exergis område. Då har förarna kunskapen att ta ett beslut om att stanna på behörigt avstånd, eller accelerera förbi olycksplatsen, beroende på situationen. På så sätt minskar risken att passagerare exponeras för olycka.

I riskberäkningar för Kistagrenen så innebär olycksrisker förknippade med trafiken på spårvägen endast påverkan för tredje man inom maximalt 11 meter (avståndet motsvarar maximalt skadeavstånd vid en urspårning i 80 km/tim.) Det finns inga ytor utmed sträckan som förväntas uppmuntra till stadigvarande vistelse inom 11 meter från spåren samt att skyddsåtgärder pga bro och närhet till cisterner kräver skyddsräll eller andra urspårningsskydd.

Exergi är ett skyddsobjekt vilket ställer särskilda krav under hela processen på projektering, byggande och förvaltningsskede. Skalskyddet måste fungera och sekretess gäller för områdets anläggningar. Anläggning är en Sevesoanläggning av hög

klass vilket innebär att tillstånd krävs för ändringar av verksamheten. Spårvägsreservatet kan påverka framtida tillstånd och kräva skyddsåtgärder.

## 7 BROKONSTRUKTIONER

### 7.1 FÖRUTSÄTTNINGAR

För att ge plats för Exergis körvägar inom sin anläggning behöver spårvägen lyftas och passera på bro över den södra delen av området. Det är svårt att hitta lämpliga placeringar för brostöd och ytan under bron behövs som körvägar för Exergis verksamheter. Körvägarna trafikeras av lastbil med släp och med dagens disposition av området finns inte plats att föra ned brostöd i körytan. Stöden måste därför placeras utanför begränsningen som utgörs av stödmuren längs körytan. På den trängsta sträckan finns också korsande underjordiska anläggningar som förhindrar valfria placeringar av brostöd. Stödets placering innebär att spåren måste skjutas ut från cisternerna vilket är bra då elskyddsavstånd klaras och det finns ca 4 meter mellan bro och cistern som möjliggör framtida underhåll av cistern och bro. Det som också blir resultatet av att bron placeras närmare Lidingövägen är att brobanan inkräktar på Lidingövägens bredd. Det innebär att bron måste byggas på en nivå så att fri höjd ovanför Lidingövägen klaras.

Med ovanstående förutsättningar ges spännvidder på ca 40 m mellan brostöd på den mest kritiska sträckan. På resterande sträcka där det inte finns korsande ledningar och kulvertar kan spännvidden minska och då även konstruktionshöjden på bron.



*Figur 16 Referensbild föreslagen brotyp. Tvärbanebron över järnvägen i Sundbyberg.*

Den konstruktionstyp som föreslås bärs av höga stålbjälkar med en brobana av betong som ligger under spårvägens räil. Det innebär att spårens höjd inte pressas upp alltför mycket.



## 7.2 FÖRSLAG BROKONCEPT

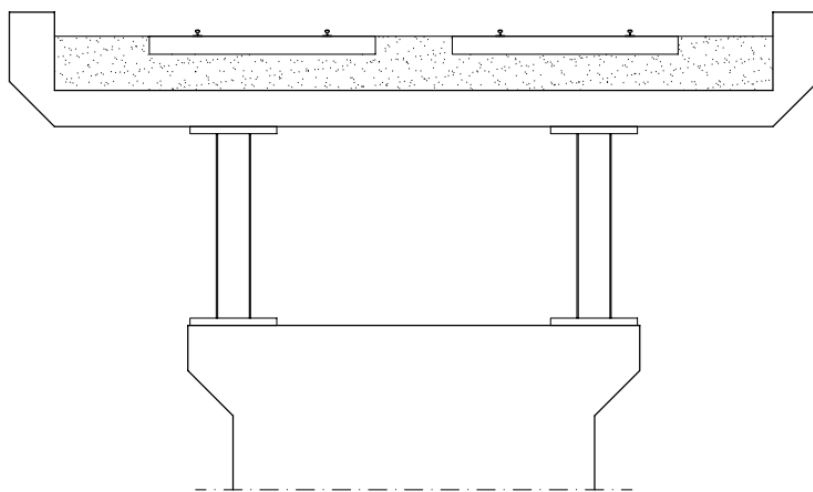
De styrande parametrarna som gör att denna brotyp anses lämplig är höjdbegränsning för spårvägen, fri höjd över Lidingövägen, begränsat utrymme för stöden och långa spännvidder.

Brons totala bredd är ca 9 m och i det trängsta området behöver bron kraga ut över Lidingövägen. Ett bra alternativ för en bred bro där tillgänglig yta för stöden är begränsad är en betongplatta med konsoler över längsgående huvudbalkar. Detta alternativ möjliggör att stöden för bron endast behöver vara lika bred som avståndet mellan brons huvudbalkar.

Stål I-balkar eller lådprofiler är ett bra alternativ för långa spännvidder där deformationen kan vara en styrande parameter. Sektionens egenskaper kan optimeras för att anpassas till den faktor som kan vara avgörande i dimensioneringen.

Det statiska systemet för denna lösning anses lämpligt i tidiga skeden då dimensionering konservativt kan utföras genom att dela upp systemet i längsled och i tvärlid utan samverkan. Förutsättningen i den preliminära dimensioneringen är att betongplattan bär all last i tvärlid och stålbalkar bär all last i längsled. Se Bilaga A för preliminär dimensionering av bron.

## 7.3 ÖVERBYGGNAD



Figur 17 – Sektion överbyggnad, föreslagen typ av bro

Överbyggnaden består av stålbalkar, tvärbalkar, betongplatta och ballast, se Figur 16. För att huvudbalkarna inte ska vippa och buckla kommer avstyvningar och tvärbalkar behövas. Dessa detaljer är viktiga för balkarnas bärrighet men det anses inte avgörande och kan dimensioneras i ett senare skede. Betongplattan kommer att gjutas i armerad betong och bär alla laster i tvärlid.

### Underbyggnad

Underbyggnaden består huvudsakligen av stöden. Stöden kommer gjutas i armerad betong och föreslås konstrueras som betongskivor. Betongskivor är mer robusta och är enklare att dimensionera för påkörningslaster. Då spårvägen går igenom ett trångt område nära Lidingövägen och Exergis område kommer brostöden behöva dimensioneras för påkörningslaster.

## 7.4 PRODUKTIONSPLAN

### 7.4.1 FÖRARBETE

Förarbetet handlar till stor del om att skapa goda förutsättningar för att logistiken ska fungera väl under fortsatta byggskedet. Den del av Lidingövägen som bron kommer att påverka ska stängas av så att arbetet kan utföras och biltrafiken där kommer ledas om. Vidare ska arbetsbodar samt upplagsytor för material och maskiner inrättas i anslutning till byggplatsen för att säkerställa logistiken. Förarbetet innebär också en del förberedande markarbete såsom schaktning av jordmassor och spontning. Eventuellt kan även de långa stålbalkarna svetsas ihop i detta område om det skulle bli enklare än att transportera dessa.

Idag finns ett obebyggt område på ytan norr om Tredje Tvärvägen i Exergis området som kan vara ett lämpligt område för detta ändamål. Troligtvis kommer detta område vara bebyggt när spårvägen ska byggas och därför inte längre tillgängligt som etableringsyta.

Andra och Tredje Tvärvägen samt ytan längs spårbygget kommer att behöva användas för transporter till spårvägsbyggnationen.

Söder om utredningsområdet finns en obebyggd trekantig markyta som spårvägen ska passera på bro. Denna yta kan användas som etableringsyta vid bygget av spårvägen mellan Valparaiso och Ropsten men ligger avskilt från Energihamnens område genom Hamnpåfarten och kräver byggtransporter via Norra Hamnvägen till delen som ligger längs Exergis område.

### 7.4.2 GRUNDLÄGGNING

Grundläggningen rekommenderas att utföras enligt avsnitt 9.7 med borrade stålrörspålar. Pålning/Pålgrupperna kommer huvudsakligen ske där stöden kommer att finnas. Pålgruppen för varje stöd består av både raka och lutande pålar.

### 7.4.3 BYGGFAS

Som första steg i byggfasen slås pålarna och grundplattorna gjuts. Det finns befintliga konstruktioner i området och det ligger under entreprenörens ansvar att värdera om dessa kan återanvändas eller om de ska rivas. Det kan finnas några områden där den nya grundplattan inkräktar på de befintliga stödmurar eller betongplattor, se ritning K11-02-01. Det kan vara bra att utreda om det går att behålla dessa konstruktioner och justera läget för grundläggningen av bron. Om en stödmur behöver rivas kan det vara ett alternativ att bygga muren ovanpå grundplattan i den korta sträckan som stödet befinner sig i.

Därefter gjuts skivstöden över grundplattorna. När dessa har härdat kan övergångskonstruktioner och lager installeras.

Nästa steg är att montera stödställningar för balkarna att vila på vid svetsarbetet om man anser att svetsning av huvudbalkarna ska göras på stöden.

Ett annat alternativ skulle vara att svetsa huvudbalkarna i ett annat område, förslagsvis tillräcklig nära för att kunna lyfta färdigsvetsade balkar på stöden.

Lämpligaste alternativ beror på vilken påverkan av Lidingövägen och Exergis område som kan accepteras.

I nästa steg lyfts tvärbalkarna på plats och svetsas ihop med huvudbalkarna. I samband med monteringen svetsas även de underliggande avstyvningarna fast i tvärbalk och huvudbalk.

Därefter kan formen till brobanepattan byggas på stålbalkarna för att sedan gjuta betongplattan.

Till sist målas bron där svetsar och andra exponerade stålytor finns men merparten av broelementen levereras ytbehandlade och färdigmålade till byggplatsen.

#### 7.4.4 EFTERARBETE

Efter att bron har färdigställts ska de sista komponenterna installeras. Det handlar om dräneringssystem, kontaktledning, ballast, räls, räcken och belysning. Som ett sista steg ska därefter bodar, maskiner och material tas bort och platsen återställas.

## 8 GEOTEKNIK OCH GRUNDLÄGGNING

### 8.1 UNDERLAG FÖR GEOTEKNIK

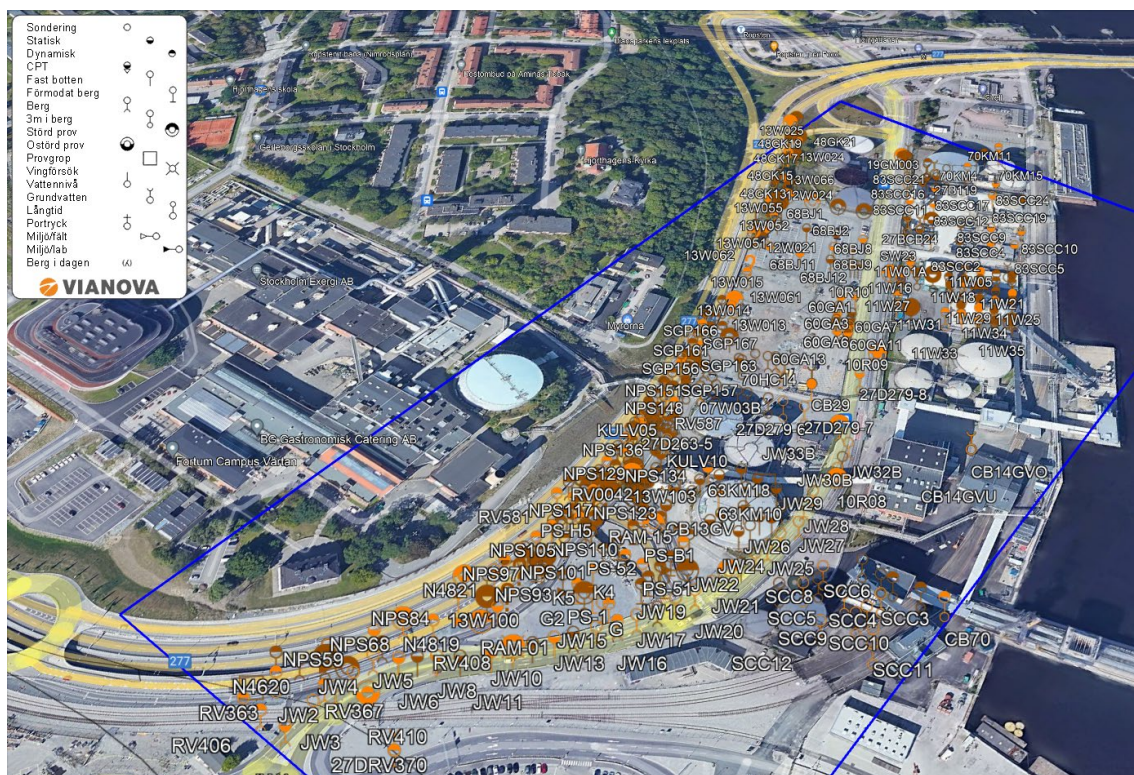
Följande handlingar har använts som underlag vid upprättande av denna rapport:

- Arkivmaterial från Stockholm stads geoarkiv
- Geosuite databas från Exploateringskontorets del Stora Projekt - Norra Djurgårdsstaden
- Arkivmaterial så som modellfiler från Trafikverket för Norra Länken genom Exploateringskontoret
- Arkivmaterial från Trafikverkets arkiv.
- Arkivmaterial från Stockholm Exergi

### 8.2 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

Från Geoarkivet finns ett fåtal sonderingar utförda längs med sista delen av Lidingövägen som svänger av med den befintliga rampen ned till Hamnkopplet och Norra Hamnvägen. Sonderingarna visar på fyllning, lera och antagen sand för att stanna vid fast mark på ca 5–6 m under markytan. Underlagen är från 1948 utförda av Stockholm stads gatukontor.

I projektet Norra Djurgårdstaden (NDS) finns en databas med samlade sonderingar för området. Databasen skickades från GeoMind med samlade sonderingar från konsulter så som WSP, Golder, Geomind, Bjerking, Sweco, med fler som är utförda i olika omgångar och olika år.



Figur 18. Bild tagen från Google Earth med hjälp av en samlad kml-fil för alla sonderingar i databasen.

Underlaget som tillhandahållits från Trafikverkets projekt Norra Länken Värtan NL52 Trafikplats Värtan har varit modellfiler och pdf:er från de arbetshandlingar som togs fram under projektets bygghandlingsskede.

Arkivmaterialet från Stockholm Exergi har bestått av gamla ritningar från 1957, 1962 och 1964 som gjordes av Skanska, dåvarande Skanska cementgjuteriet och av Gunnar Näslund 1958.

Underlaget bestod även av marktekniska undersökningsrapporter för geotekniska och miljötekniska undersökningar på deras område som är utförda av Sweco (2018 och 2019) och GeoMind (2021).

### 8.3 TOPOGRAFI OCH YTBEKÄFFENHET

Spårområdet är tänkt att gå från Valparaiso i söder och på östra sidan längst med Lidingövägen fram till nedfarten mot Norra Hamnvägen där spårområdet svänger ned och följer dagens befintliga avfartsramp för biltrafiken.

Markytan i det planerade spårområdet varierar mellan nivån +2,5 och +6,5.

Ytbekäffenheten utgörs främst av hårdgjorda ytor och en kort del av gräsbeklädda ytor.

### 8.4 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDE

Enligt SGU:s jordartskarta består jorden i området av fyllning.

Generellt utgörs marken av ett fyllningslager som underlagras av torrskorpelera. Jordlagerföljden under torrskorpelera består av lera på friktionsjord vilande på berg. Djup till berg varierar längst med sträckan, grundaste sonderingen visar på berg vid ca 4,5 m och djupaste sonderingen visar ca 19 m.

Förekommande lera i området har angetts ha en skjuvhållfasthet på 15 kPa vid nivå +2 och vid nivå -2 öka med 2kPa/m.

Då underlag ej erhållits från de kolvprovtagningar som finns i arkivunderlaget kan konsolideringsgraden för lera vid nuvarande spänningssituation ej avgöras. Dock kan jordförstärkning som tidigare utförts inom området indikera att lera kan vara sättningsbenägen för större tillskottslaster.

Jordprofilen för sträckan presenteras i ritningsbilaga med start G11-02-02 - 12. I profilen anger vi vart planerade stöd önskas placeras och befintliga konstruktioner. Längdmätningen följer spårlinjen som tagits fram för detta uppdrag.

#### Lm 0+000 - 0+100

På denna sträcka har inga geotekniska undersökningar hittats i databasen.

#### Lm 0+ 100 - 0+110

Marken inom denna delsträcka utgörs generellt av fyllning underlagrad av torrskorpelera och lera vilande på friktionsjord på berg.

#### Fyllning

Fyllningens mäktighet är ca 1,5 m och består av sand, grus och sten enligt den utförda sonderingen.

#### Torrskorpelera och lera

Ett lager på ca 8 meter lera underlagras fyllningen. De översta ca 1,3 m av lera är av torrskorpekaraktär. Sonderingen stannar vid fast lagrad jord, troligen friktionsjorden.



**Lm 0+110 – 0+155**

På denna sträcka har inga geotekniska undersökningar hittats i databasen.

**Lm 0+155 – 0+215**

Inom sträckan består jordlagerföljden av fyllning på varvig lera på friktionsjord på berg.

**Fyllning**

Fyllningen består av grusig sandlager med en tjocklek mellan ca 0,5 m och ca 3 meter. Fyllningen vilar på lera.

**Torrskorpelera och lera**

Leran har en varierande mäktighet mellan ca 4 och 7 m där det på ett fåtal ställen i sonderingarna visar på ett tunt lager torrskorpelera på som mest 0,5 m tjocklek. Leran ligger på friktionsjord.

**Friktionsjord**

Friktionsjorden är ej provtagen dock visar sonderingarna som är utförda på moränjord på en varierande tjocklek mellan 5-7 m.

**Berg**

Under friktionsjorden följer berget. Djup till berg varierar mellan 12,5 och 16 m från markytan.

**Lm 0+215 – 0+225**

Längst med sträckan ligger fyllning på torrskorpelera på lera på friktionsjord på berg. Vid längdmätning ca 0+220 finns ingen lera förutom ett tunt lager torrskorpelera som är ca 0,5 m.

**Fyllning**

Fyllningen varierar mellan ett skikt på ca 0,5 m till 1,4 m som underlagras av ett tunt lager torrskorpelera.

**Torrskorpelera och lera**

Torrskorpelerans mäktighet varierar mellan 0,5 – 1,3 m och tunnas av norrut. Torrskorpeleran ligger ovanpå ett lerlager vars tjocklek varierar mellan ca 0,5 m och 6,6 m var på leran tunnare ut och försvinner i området kring ca 0+220 och ökar sin mäktighet norr ut igen.

**Friktionsjord**

Friktionsjorden är ej provtagen. Mäktigheten varierar mellan ca 3,8 - 11,5 m för jordlagret.

**Berg**

Underliggande friktionsjorden ligger berget. Sondering är ej utförd nedtill berg för denna sträcka.

**Lm 0+225 – 0+300**

Sträckan har en generell jordlagerföljd av fyllning på ett tunt lager torrskorpelera fläckvis på lera på friktionsjord på berg.

Ett grundvattenrör, med benämningen 27D7BE1, ska vara installerat vid lm ca 0+228 på denna sträcka.

Lägsta uppmätta grundvattennivå är registrerad 2008-01-09 på nivån +0,0 som motsvarar ca 4,4 m från markytan. Högsta är mätt 2008-03-05 på nivån +0,5 som

motsvarar ca 4,1 m från markytan. Markytans nivå för röret är registrerat som nivå +4,4.

#### Fyllning

Mäktigheten av fyllningen varierar längst med sträckan mellan 0,4 m och 1,8 m. Fyllningen ligger ovan ett tunt lager torrskorpelera (ställvis) och även direkt ovan lera.

#### Torrskorpelera och lera

Torrskorpan finns fläckvis på sina ställen längs med sträckan. Tjockleken varierar mellan ca 0,3 och 0,5 m. Under torrskorpelera följer lera, som har en mäktighet mellan ca 1 m och 4,8 m.

#### Friktionsjord

Friktionsjorden är ej provtagen, lagret varierar i tjocklek mellan ca 0,4 och 10,4 m. Sonderingar i friktionsjorden visar på förekomst av block och sten och sand.

#### Berg

Under friktionsjorden ligger berget. Sonderingarna visar på att berget generellt inte har märkbara sprickor och att vid bedrivandet har sjunkningen varit jämn. Dock finns det en sondering som visar på sprickigt berg med märkbara sprickor på ett djup på ca 9 m vid längdmätningen 0+285. Djup till berg varierar på sträckan mellan 12,5 och 14,5 m från markytan-

#### **Lm 0+300 – 0+400**

Generellt har sträckan en jordlagerföljd likt de andra. Fyllning på torrskorpelera som finns i ett jämnare lager längs med hela sträckan. Under följer lera och under lera följer friktionsjord på berget.

Ett grundvattenrör, med benämningen 27D7BE4U, ska vara installerat vid lm ca 0+312 på denna sträcka.

Lägsta uppmätta grundvattennivå är registrerad 2008-05-07 på nivån -0,1 som motsvarar ca 4,6 m från markytan. Högsta är mätt 2008-03-05 på nivån +0,5 som motsvarar ca 4 m från markytan. Markytans nivå för röret är registrerat som nivå +4,5.

#### Fyllning

Mäktighet av fyllning varierar mellan ca 0,4 och 1,5 m. I sonderingar uppvisas block och/eller stenförekomst.

#### Torrskorpelera och lera

Under fyllningen ligger ett jämt lager med torrskorpelera som varierar mellan ca 0,2 m och ca 1 m. Under den ligger lera med en mäktighet mellan ca 2,4 m och 6,8 m. Provtagningen och laboratorieundersökning visar på varvig lera.

#### Friktionsjord

Under lera ligger ett lager friktionsjord med mäktighet som varierar mellan ca 0,4 och 8,7 m. Friktionsjorden är ej provtagen. Under friktionsjorden ligger berg.

#### Berg

Djup till berg på sträckan varierar mellan ca 4,6 och 13,8 m från markytan. Mellan längdmätning 0+305 och 0+325 visar sonderingar på märkbara sprickor i berget vid undersökningstillfället. Resterande sonderingar visar på att sjunkningen vid neddrivningen av sonden varit jämn dvs inga märkbara sprickor.



**Lm 0+400 – 0+500**

Jordlagerföljden för sträckan liknar föregående sträcka med fyllningen underlagrandes av torrskorpelera på lera på friktionsjord på berg. Den hösta uppmätta grundvattennivån på sträckan är +1,7 som motsvarar ca 3 m under markytan och lägsta uppmätta grundvattenytan är -0,2 som motsvarar ca 4,9 m under markytan.

Fyllning

Mäktigheten av fyllningen varierar mellan ca 1 - 2,2 m. Provtagning från labb visar att fyllningen består av grusig sand med inslag av träbitar av det större slaget.

Torrskorpelera och lera

Under fyllningen ligger torrskorpelera och lera. Torrskorpeleran varierar i tjocklek mellan 1,5 m - 2 m längst sträckan. Under den ligger ett lager lera med en mäktighet mellan 1,1 m till 4,3 m. Laboratorieundersökning på upptagna prover visar att leran betecknas som varvig lera.

Friktionsjord

Friktionsjorden som underlagrar leran har en tjocklek som varierar mellan 3,4 m till 8,8 m. Friktionsjorden är inte provtagen men sonderingar visar på att det finns block i friktionsjorden i olika storlekar där den största är ca 0,7 m.

Berg

Djup till berg varierar mellan ca 7 och 13 m från markytan. Sonderingarna visar på jämn sjunkning vid undersökningens utförande.

**Lm 0+500 – 0+600**

Jordlagerföljden för denna sträcka är samstämmig med de övriga sträckorna som består av fyllning på torrskorpelera, på lera, på friktionsjord, på berg.

Fyllning

Fyllningen har en tjocklek mellan ca 0,7 - 1,6 m längst med sträckan. Provtagning vid undersökningstillfället visar resultat på grusig sand.

Torrskorpelera och lera

Under fyllningen ligger ett lager torrskorpelera med en mäktighet mellan ca 0,8 m och 2 m. Provtagning under undersökningstillfället visar på att torrskorpeleran innehåller silt och är delvis varvig. Underliggande torrskorpan ligger en lera vars tjocklek varierar mellan 2 - 3,9 m. Provtagning visar att leran är varvig enligt labbresultat.

Friktionsjord

Under leran ligger en friktionsjord som ej är provtagen. Sonderingar visar på blockförekomst. Friktionslagrets tjocklek varierar mellan 5 - 13,5 m.

#### Berg

Djup till berg varierar mellan ca 9,9m - 19,1m från markytan.

#### **Lm 0+700 – 0+710**

Generellt består området av fyllning på friktionsjord på berg.

#### Fyllning

Fyllningen tolkas som sandig grus.

#### Friktionsjord

Friktionsjorden är ej provtagen, sonderingen visar ett stopp på ca 2,4 m då sonden inte kunde drivas ned ytterligare.

### **8.5 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDE**

Databasen har 27 registrerade grundvattenrör var av lägsta nivån som är uppmätt i området är -1,3 vilket motsvarar ca 4,75 m under markytan. Den hösta uppmätta nivån i området är +2,1 vilket motsvarar ca 2 m under markytan.

### **8.6 BEFINTLIGA KONSTRUKTIONER OCH DERAS GRUNDLÄGGNING**

I området längs utredd spårvägssträckning finns industribyggnader, befintliga hus och konstruktioner, cisterner, ledningar i marken och tunnlar med mera.

Enligt underlag från Trafikverket finns i Lidingövägen olika typer av förstärkningar så som bankpålning, spont, kompletterande förstärkningar vid befintliga äldre bankpålar, brostöd med vertikala och lutande pålar, äldre stödmurar, nya stödmurar, befintliga KC-pelare men även tunnlar, brofundament, fundament och ledningsstråk av större dimension.

I samma underlag förekommer planering för nya KC-pelalområden, lättfyllning, förstärkningar, bropelare, brofundament och planerad spont. Då det inte är relationshandlingar som är arkivunderlaget kan inte det med säkerhet antas att dessa planer har verkställts.

I den östra vägkanten av Lidingövägens tidigare sträckning finns enligt underlaget en längsgående stödmur mellan Km 0+130 – 0+460. Muren är pålad på sträckan km 0+130 – 0+380. Stödmuren bedöms efter underlaget att ha installerats tidigare än 1957. I den östra vägkanten av Lidingövägens nuvarande sträckning finns idag en stödmur mellan km 0+230 – 0+340 där den ansluter till den tidigare muren. Muren är delad i två sektioner som på sträckan km 0+270 – 0+280 ligger omlott. Enligt underlaget är området mellan den äldre muren och dessa murar förstärkt med en pålad platta. Om murarna står på plattan eller är grundlagda på egna pålar framgår inte av underlaget.

I planområdets södra del passeras två kulvertar tvärs planerad spårsträckning. Den norra kulverten är enligt underlaget grundlagd på pålar. Den södra kulverten saknar information om grundläggning.

### **8.7 SPÅRVÄGENS GRUNDLÄGGNING**

Det geotekniska underlaget visar på lera längs med hela den planerade spårsträckningen. Grundläggningsrekommendationerna för spårområdet och spåret samt de planerade stödmurarna och brofundamenten är pålning med borrade stålrörspålar eftersom block förekommer i fyllningen samt i den naturliga friktionsjorden.

## 8.8 STABILITET

Stabilitetsproblem kan förekomma vid schakt för grundläggning av brostöden.

## 8.9 SÄTTNINGAR

Då pålning förordas på spårsträckningen föreligger ingen risk för sättningsproblematik.

## 8.10 PÅVERKAN AV KLIMATFÖRÄNDRINGAR

Då rekommendationen för grundläggning är pålning ser vi inga problem med de klimatförändringarna som kan påverka grundvattnet och därmed påverka leran.

## 8.11 TEMPORÄRA SCHAKTER OCH BEHOV AV STÖDKONSTRUKTIONER

För att få plats med brofundamenten vid längdmätningarna ca 0+230, 0+257, 0+287 till 0+325 behöver delar av de befintliga stödmurarna monteras ned för att grundlägga brofundamentet. Därmed kommer även den pålade plattan att behöva rivas för att grundlägga den nya brofundamenten. Antagande är att denna platta är pålad. Vilken typ av påle som använts har inte framkommit i utredningen.

Den äldre muren belägen mitt i Lidingövägens högra körfält kommer inte att behöva monteras ned. Planerade brofundament kommer i vissa lägen att hamna tätt intill men bedöms inte påverka muren.

## 8.12 VIBRATIONER

Då det finns risk för tung trafik precis in till det tänkta spårområdet och lera förekommer i området rekommenderas en vibrationsutredning att utföras för spårkonstruktionen och även för de tänkta arbetena som kan bli påverkade av den pågående trafiken under byggtiden.

# 9 INTRÅNG

## 9.1 UNDER BYGGTIDEN

Under byggnationen kommer Lidingövägen och dess avfartsramp att påverkas. Även Exergis verksamheter påverkas under byggtiden. Det är viktigt att det som planeras inom detaljplanen för Energihamnen och byggs innan spårvägen kommer på plats inte försvårar grundläggning och byggnation ytterligare. Till exempel planeras en körväg och en byggnad för BIO CCS anläggning mellan Första och Andra Tvärvägen som kan komplicera grundläggning och utrymmesbehov för byggandet av spårvägen.

Delen med bro (södra delen av planområdet):

För att ge plats för den nya bron krävs att ledningen för fjärrkyla som ligger parallellt med Lidingövägen på Exergis område rivs och förläggs i nytt läge. Muren som håller uppe marken för ledningen rivs och byggs tillbaka för att hålla Lidingövägen.

Återställande: Färdig markytan under bron föreslås ligga i samma nivå som Exergis körytor och asfalteras. Ytorna kan efter färdigställande disponeras och skötas av Exergi. Förvaring av brandfarligt material eller fordon är inte lämpligt under bron.

Vid grundläggningen av brostöden längs Lidingövägen kommer befintlig mur mot Lidingövägen att behöva rivas/demonteras på de sträckor som blir berörda av arbetet med grundläggningen av (pålad bottenplatta). Det innebär att minst ett körfält på

Lidingövägen behöver stängas av under tiden för bygget av brostöd. Avstängningen kan ske under längre period för hela sträckans brostöd eller delas in i mindre etapper som kräver fler men kortare avstängningar.

Exergi har idag körväg för lastbil med släp både förbi och genom cisternerna med aska. Delen som ligger utmed Lidingövägen kommer vara helt otillgänglig för Exergis transporter under byggtiden.

Exergis anläggning är ett skyddsobjekt. Det ställer stora krav på hur både projektering och byggnation kommer att gå till. Skalskyddet för Exergi måste t ex fungera under hela byggtiden.

Delen där spåren är i nivå med Lidingövägens avfart (norra delen av området): Längs med Lidingövägen ska vägutrymmet förskjutas norrut för att ge plats för spårvägen och dess elskyddsavstånd. Mot Exergis område ska en mur byggas för att hålla upp spårvägen. Lidingövägen är grundförstärkt och fyllning för spårvägen samt muren kräver också grundförstärkning. Det innebär att ett körfält på Lidingövägen och dess avfart behöver stängas av under tiden för schakt och grundläggning för spårvägen och muren. Geotekniska ritningar för cisternen som står närmast avfarten visar att belastning av området strax intill cisternen bör undvikas. Planerad mur ligger inom detta område och frågan behöver utredas vidare. Längs denna sträcka behövs inga körytor för den dagliga verksamheten men åtkomst till cisternerna behövs. Cisterner med brandfarligt innehåll innebär att arbete måste utföras så att brand- och explosionsrisk minimeras.

Korsningen med Norra Hamnvägen:

Under spårvägens byggtid ska såväl biltrafik som gående och cyklister kunna passera korsningen och arbetsområdet säkert. Det är lämpligt att i ombyggnaden för Norra Hamnvägen säkerställa att överbyggnad är tillräcklig för spårvägen och att det finns utrymme för refuger att ställa signalstolpar, kontaktledningsstolpar mm för att minimera ombyggnationen när spårvägen ska på plats. Korsningen förutsätts kräva signalreglering även under byggtiden. I systemhandlingshandlingsprojekteringen som pågår för Norra Hamnvägen diskuteras att höja Lidingövägens anslutning och korsningen med Norra Hamnvägen. Spårvägens profil behöver då justeras för att följa avfartens nya höjd.

Etableringsytor:

Det kommer att krävas utrymme för att bygga spårvägen och dess bro. Etableringsytor behövs i närområdet. I dagsläget är marken söder om Hamnpåfarten där spårvägsbron passerar oplanerad. Marken intill spårområdet inom detaljplanen för Energihamnen är planlagd och sannolikt bebyggd när bygget av eventuell spårväg är aktuell.

## 9.2 PERMANENT

Det permanenta intrånget som spårvägen leder till förutom själva spårområdet är att spårvägsbron kommer att kraga ut någon meter över Lidingövägens körbana. Fri höjd med minst 5m marginal över körbana är förutsättningen för utredningen.

## 10 UTREDNINGSBEHOV I FORTSATT PLANERING AV SPÅRVÄG

- Anpassningar till Valparaiso. Samordning i kommande detaljplanearbete för Valparaiso.
- Anpassning till ombyggnad av Hamnpåfarten (brostöd ska ner alldeles intill stödmurar för nytt läge Hamnpåfarten). Det kan vara idé att utföra försvarsarbeten för brostödens grundläggning samtidigt som Hamnpåfarten byggs om.
- Utredning kring befintlig grundläggning och hur pålning i detta område bäst utförs.
- Riskutredning för schakt och grundläggning intill Lidingövägens bank.
- Riskutredning för schakt och pålning intill befintliga cisterner grundlagda på lera.
- Design av spårvägsbro.
- Fortsatt förankring kring riskfrågorna för spårvägen.
- Avstämning med riksintresset för Östlig förbindelse.
- Trafikfrågor under byggtiden.

## 11 BILAGOR

Spårritningar:

M1	Plan 1:1000	A11
M2	Profil 1:1000/1:100	A11
M3	Sektioner 1:100	A11

Geoteknik:

Bilaga X profil geoteknik längs spårprofil. Ritning G11-02-02 – G11-02-12

Bro:

Ritning K11-02-01

Beräkningsbilaga Bilaga A



## 12 UNDERLAG OCH REFERENSER

- Gestaltungsprogram Tvärbanan Kistagrenen, SLL, 2016-06-23
- SSÄ SÄB-0347 Spårväg "Lidingöbanan, Nockebybanan, Tvärbanan och Spårväg city". Minsta fritt utrymme och minsta skyddsavstånd. SL-2009-11903.
- Riskutredning ny spårväg TN 2016-1560 Kollektivtrafikförsörjningen av Norra Djurgårdsstaden
- Kommentarer brandskydd och risk, Magnus Lindhe Tyréns
- Kommentarer kontaktledning – elskyddsavstånd, Sven-Olof Bergqvist, Tyréns