

# Attraktiv stad med spårväg

- En litteraturstudie



LUNDS  
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg

Examensarbete:  
Olle Karlsson

© Copyright Olle Karlsson

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Lunds universitet  
Box 882  
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering  
Lund University  
Box 882  
SE-251 08 Helsingborg  
Sweden

Tryckt i Sverige  
Media-Tryck  
Biblioteksdirektionen  
Lunds universitet  
Lund 2018

## Sammanfattning

Intresset för spårvägar har ökat internationellt de senaste decennierna. Svenska städer har uppmärksammat spårvägars goda egenskaper och flera av dem har även påbörjat utredningar inför framtida spårvägsprojekt. Syftet med denna studie har varit att undersöka hur spårvägar kan bidra till attraktiva städer med fokus på dess gestaltning. Arbetet utgörs av en litteraturstudie som är baserad på bland annat tidigare studier, planeringsdokument, underlagsrapporter och vetenskapliga artiklar.

Arbetets resultat tyder på att spårvägar har en positiv påverkan på stadsmiljön; - både som ett transportmedel med goda miljöegenskaper och hög kapacitet samt som ett medel för stadsomvandling. Spårväg är ett flexibelt trafikslag med väldigt lång livslängd som kan etableras på flera olika sätt. Dess utförande kan bland annat bidra till att spårvägen gör ett mindre visuellt intrång i staden samt en attraktiv stadsmiljö. Arbetet tar upp flera spårvägsutföranden som utgör goda exempel på detta.

Det är viktigt att spårvägen får sitt berättigade utrymme i staden och att den blir integrerad i stadsbilden på ett smidigt sätt utan barriäreffekter. Hur arbetet kring spårvägens gestaltning utförs har en stor inverkan på spårvägens slutliga presentation i staden. Det är därför viktigt att gestaltungsarbetet påbörjas tidigt, gärna redan i initialfasen av projektet, och fortgår under hela projekteringsprocessen. Det bidrar till ett bättre slutresultat och även en möjlighet att lyfta fram lösningsförslag som andra teknikslag annars missat. God infrastrukturarkitektur sägs skapas i samspel mellan samtliga som planerar, bygger och underhåller infrastrukturen.

Anläggningsprinciperna *gatuspår* och *avskilt spår* medför goda möjligheter för en god integrering av spårväg i staden utan barriäreffekter. På delar av sträckan där mycket folk kommer att passera bör spårområdet utgöras av ett hårt markmaterial för att det ska vara enkelt att korsa spåret. För övriga delar av sträckan med mindre korsande trafik bör spårområdet förläggas i gräsplantering i så stor utsträckning som möjligt med lämpligt lokaliserade gång- och cykelpassager.

Många städer har täckts av onödigt mycket gråa hårda ytor. Vid ny- eller utbyggnad av spårväg finns goda möjligheter att introducera ny grönska i staden i form av gräs- och trädplanteringar som bör utnyttjas. Grönska har visat sig ha positiva effekter på människans hälsa och välmående samt bidragandet till attraktiva städer. Gräsplanteringar medger en viss bullerdämpande effekt och tillåter fördröjt vattenintrång. Trädplanteringar har visat sig mildra klimatpåverkans effekt, reducera vindar, ge skugga och

minska uppfattning av buller. De också nyttjas för att minska spårvägens kontaktledningssystemens visuella intryck.

Hållplatser kan utformas på många olika vis, från enkla lösningar till utformningar som kan ses som konstverk. Upphöjd hållplatsplattform i samband med lågt fordonsgolv medför plant insteg vilket bidrar till smidig passagerarväxling. Hållplatserna bör överdimensioneras efter förväntade för att reducera trängsel. Lokaliseringen av hållplatserna har stor inverkan på hur attraktiv kollektivtrafiken upplevs av allmänheten och de bör därför placeras logiskt i staden i relation till viktiga målpunkter.

Spårvägens kontaktledningskonstruktion kan utgöra ett störande inslag i stadsmiljön med introduktionen av stolpar och ledningar i staden. Dess visuella intrång kan minskas och bli mer naturlig genom vidtagande av åtgärder som bland annat reducerar antalet nödvändiga stolpar i staden, samt genom noggrant val av färg, stolputformning, avspänningstyper och kontaktledningshöjd. Nyttjandet av alternativa strömförsörjningsmetoder så som tredje matningsskena (APS) och batteridrift kan motiveras på delar av sträckan spårvägen korsar känsliga stadsmiljöer med kulturvärden, men det är system som är oprövade i Sverige och kräver vidare utredningar.

Nyckelord: Spårväg, stadsplanering, attraktiv stad, attraktiv stadsmiljö.

## Abstract

Internationally there has been a growing interest of tramways the past decades. Swedish cities have taken notice of the positive characteristics that tramway have on cities and many of them has also begun investigations for future projects including tramway. The purpose of this study was to investigate in which ways tramways can contribute in creating attractive cities. The work consists mainly of a literature study based on previous studies, planning documents, supporting reports and scientific articles.

The results of this study indicate that tramways have a positive impact on the urban environment; - both as a means of transport with good environmental characteristics and high capacity, as well as a means for urban transformation. Tramway is a mean of transportation which is flexible and that can be established in a variety of ways. The way its established can amongst other things contribute to the making of a tramway with less visual intrusion in the city as well as the making of an attractive urban area. The report presents several examples of how this can be achieved.

It is important that the tramway gets its rightful space in the city and that it is integrated in a way that doesn't cause barrier effects. Its final presentation is heavily affected by how its design work has been carried out. It's important that the design work begins early, preferably at the initial stage of the project, and continues throughout the design process. Doing so contributes to a better final product and an opportunity to introduce solutions that engineers otherwise would have missed. Good infrastructure architecture is said to be created in interaction between all those who are planning, building and maintaining the infrastructure.

The construction principles *street track* and *secluded tracks* provide good opportunities for a good integration of the tramway in the city without causing barrier effects. Parts of the stretch where a lot of people will cross, the track area should consist of solid ground material that makes it easy to cross the track. For other parts of the stretch with less crossing traffic, the track should be placed in grass surface with well localized passages for those who are walking or cycling.

Many cities are covered with an unnecessary amount of gray hard surfaces. When building new tramways or expanding existing ones there are good opportunities to introduce new greenery in the city in the form of grass and tree plantations that should be utilized. Greenery has been shown to have positive effects on human health and their well-being, as well as contributing to attractive cities. Grass is said to have a certain noise-dampening effect and

it also allows for delayed water intrusion which can reduce the load on the city main. Trees have been shown to mitigate the impact of climate change, reduce winds, give shade as well as reduce the perception of noise. They can also be utilized to reduce the visual impression of the tramway catenary system.

Tramway stops can be designed in a variety of ways, from simple solutions to designs that can be considered works of art. Elevated platform in combination with low vehicle flooring brings plant entry, which contributes to smooth passenger change. Tramway stops should be oversized in relation to its expected passenger flows to reduce crowding. The location of the stops has a major impact on how attractive the public transport is perceived by the public and should therefore be placed logically in the city in relation to important places.

The tramways catenary system can pose a disturbing element in the urban environment, with the introduction of posts and conduits in the city. Its visual intrusion can be reduced and become more natural by taking actions, which reduces the number of necessary posts in the city, as well with certain choice of color, shape of posts, tension control devices and catenary height. The use of catenaries can be eliminated with the usage of alternative power supply methods such as APS, which supplies electricity through a third rail at ground level, or the use of battery powered trams. Such alternative power supply methods can be motivated if the tram is to cross sensitive urban environments with cultural worth. Such systems are untested in Sweden and require further investigation.

Keywords: Tramway, urban planning, attractive city, attractive urban area.

## **Förord**

*Attraktiv stad med spårväg* är mitt examensarbete som jag skrivit vid Lunds tekniska högskola (LTH) i samarbete med ÅF Infrastructure under våren 2018. Det var det sista momentet av utbildningen till *Högskoleingenjör Byggt teknik – Järnvägsteknik* och har bundit samman det jag lärt mig under de senaste tre åren.

ÅF är ett ingenjör- och designföretag med verksamhet inom energi, industri och infrastruktur. Företaget har i samarbete med Skanska projekterat Lunds spårväg och har därför god erfarenhet från spårvägsbyggen sedan tidigare.

Ett stort tack till mina handledare Pia Hane-Weijman Eliasson från ÅF och Ulrik Berggren från LTH. Ni har bidragit med värdefull kunskap och erfarenhet till mitt examensarbete.

Många av arbetets fotografier är tagna från videor som Benoit Mazerolles lagt upp på sin Youtubekanal EreboSan. Jag vill rikta stort tack till honom för att han har gett mig tillstånd att använda hans arbete.

Jag har alltid haft ett intresse för design vilket var anledningen till valet av inriktning mot gestaltning istället för det tekniska i denna rapport.

# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Syfte och frågeställning</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2 Metod</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Avgränsning</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Spårvägar i Sverige</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Varför spårväg?</b> .....	<b>3</b>
2.1.1 Spårfaktor .....	4
<b>3 Spårvägens miljöpåverkan</b> .....	<b>5</b>
<b>3.1 Buller och vibrationer</b> .....	<b>6</b>
<b>4 God etablering av spårväg</b> .....	<b>8</b>
<b>4.1 Gestaltungsarbetet kring spårväg</b> .....	<b>9</b>
<b>5 Anläggningsprinciper</b> .....	<b>12</b>
<b>6 Mark</b> .....	<b>15</b>
<b>7 Grönka</b> .....	<b>18</b>
<b>7.1 Gräsplantering</b> .....	<b>18</b>
<b>7.2 Trädplantering</b> .....	<b>20</b>
<b>8 Hållplatser</b> .....	<b>23</b>
<b>9 Strömförsörjning</b> .....	<b>26</b>
<b>9.1 Kontaktledning</b> .....	<b>26</b>
9.1.1 Kontaktledningshöjd .....	28
9.1.2 Bärlina eller inte .....	29
9.1.3 Avspänningstyper .....	30
9.1.4 Stolputformning .....	31
9.1.5 Färg .....	31
<b>9.2 Alternativ till kontaktledning</b> .....	<b>32</b>
9.2.1 Tredje matningsskena .....	32
9.2.2 Batteridrift .....	34
<b>10 Fordon</b> .....	<b>37</b>
<b>11 Diskussion</b> .....	<b>43</b>
<b>12 Slutsats</b> .....	<b>46</b>
<b>Källor</b> .....	<b>47</b>



# 1 Inledning

Flera svenska städer har tidigare haft spårväg, men samtliga lades ner under mitten av 1900-talet med undantag för i Göteborg och Norrköping samt två förortsspårvägar i Stockholmsområdet då bilen var det prioriterade färdmedlet. Avvecklingstrenden av spårväg har stannat upp sedan ett flertal år tillbaka och intresset för färdmedlet ökar i takt med att kravet på hållbara trafikslag höjs (Johansson & Svensson 2011, s. 13).

Några exempel på att spårvägens popularitet har ökat i Sverige på senare tid:

- Lunds Spårväg är under konstruktion.
- Helsingborg, som tidigare haft spårväg 1903 till 1967, har tagit fram en förstudie för stråket mellan Helsingborg och Höganäs och för en lokal linje (Helsingborgs stad 2013, s. 29).
- Norrköping har förlängt en linje under senare år.
- Tvärbanan och Spårväg City i Stockholm
- Utredningar pågick mellan 2010 och 2016 för Malmös första spårvägsetapp för stråket Lindängen – Västra Hamnen – Stenkällan. Den planerade satsningen har dock fått läggas på is i väntan på att en politisk överenskommelse nås (Malmö 2018).
- Även i Uppsala finns det planer på att bygga spårväg (Spårvagnsstäderna u.å b)

Enligt Johansson och Svensson (2011) är spårvägsintresset i Sverige en del av ett ökande intresse för spårväg internationellt. Spårvägen har blivit en viktig del av en attraktiv och välfungerande stad. Frankrike, som har många moderna spårvägar, har lyckats visa potentialen spårvägen har som ett urbant transportmedel (Johansson & Svensson 2011, s. 13).

Denna rapport har samlat förslag på hur spårvägen kan utformas för en attraktiv och modern stadsbild. Det finns många exempel på lyckade lösningar både i Sverige och internationellt. Många bildexempel kommer från franska spårvägar där man flera gånger visat hur moderna spårvägsbyggen kan bidra till en attraktiv stadsmiljö. Tanken med detta arbete är att det ska ge inspiration för en god utveckling av kollektivtrafiken för hållbar stadsutveckling i framtiden.

## 1.1 Syfte och frågeställning

Syftet med denna studie är att undersöka hur spårvägar kan bidra till attraktiva städer med fokus på dess gestaltning. Arbetet ska kunna användas som hjälpmedel inför framtida spårvägsprojekt genom att presentera förslag på spårvägsutföranden som bidrar till skapandet av attraktiva städer.

Min frågeställning är

- *Hur kan spårvägar bidra till en attraktiv stadsbild?*

## 1.2 Metod

Arbetet utgörs huvudsakligen av en litteraturstudie som är baserad på bland annat tidigare studier, planeringsdokument, underlagsrapporter och vetenskapliga artiklar. Som komplement till litteraturstudien har två intervjuer utförts med personer som arbetat med projekteringen för Lunds spårvägsprojekt.

## 1.3 Avgränsning

Arbetet kommer att gå in på det man ser av spårvägen, alltså gestaltungsdelen av spårvägar. Den tekniska aspekten av spårvägsutformningar är också viktig, men är mindre relevant för detta arbete, och tas endast upp i specialfall för att förtydliga varför specifika gestaltungslösningar inte realistiskt går att utföra.

Att gå igenom lösningar för samtliga spårvägar runt om i världen går inte realistiskt att utföra och för äldre anläggningar är informationen ibland föråldrad och kan därmed inte vara av nytta för framtida projekt. Av dessa anledningar begränsas arbetet till undersökning av moderna spårvägar som är relevanta för examensarbetets syfte.

Det finns ingen specifik lösning som fungerar för samtliga spårvägsprojekt då dess utförande beror på lokala förutsättningar. Arbetet kan dock ge riktlinjer för hur en attraktiv stadsmiljö kan konstrueras med hjälp av spårväg.

## 2 Spårvägar i Sverige

Spårväg har utvecklats en hel del sedan den första, Swansea and Mumbles Railway i Wales, togs i bruk 1807 och som då drogs av häst (Rogers, P u.å). Sveriges första spårväg togs i bruk i juni 1877 och drogs också av häst mellan Ramlösa hälsobrunn och Ramlösa havsbadhus (Ranby, H 2005, s. 67). Från att den första svenska spårvägen togs i bruk tills idag har Sverige haft 29 stycken spårvägar (PG Andersson 2018). Många av dessa försvann då andra transportmetoder ansågs vara mer effektiva/moderna i samband med att bilen blev en allt populärare transportmetod.

Idag har Sverige sex stycken spårvägar i drift för reguljär persontrafik (ej museer el dyl): Göteborgs spårvägar, Norrköpings spårvägar, Spårväg City, Lidingöbanan, Tvärbanan och Nockebybanan varav de fyra sistnämnda finns att hitta i Stockholm. Lunds Spårväg är under konstruktion och beräknas att tas i drift 2020.

### 2.1 Varför spårväg?

Moderna spårvagnar drivs med el, släpper inte ut avgaser och är relativt tysta. De är pålitliga och har en tre gånger så lång teknisk livslängd som en buss samtidigt som de kräver ungefär en tredjedel så mycket energi för framförning jämfört med en vanlig dieselbuss (Spårvagnsstäderna, u,å a). De lagda spåren har lång livslängd samt ger en tydlighet och långsiktighet där förtroendet för kollektivtrafiken ökar och närboende behöver inte oroa sig för att deras möjlighet att förflytta sig med kollektivtrafik tas bort (Lund 2011, s. 10). Precis som för andra kollektiva färdmedel är spårvagnar yteffektiva, dvs den gatuyta som används vid förflyttning av varje trafikant är låg. I *Fakta om kollektiv transport* (1995, s. 17) har Stangeby och Norheim kommit fram till att spårvagn är det bästa kollektiva färdmedlet när det gäller yteffektivitet. I studien landar spårvagn på en andraplats med 1,2 kvadratmeter per resande kort efter fotgängare där 0,8 kvadratmeter per resande gäller, *se tabell 1*.

Tabell 1 Kvadratmeter per resande för olika transportslag (Källa: Stangeby & Norheim 1995, s. 17).

Transportslag	Kvadratmeter per resande
Fotgängare	0,8
Spårvagn	1,2
Buss	2,1
Cykel	9,7
Personbil	22,1

Regeringen (2017) skriver i *Mål för transporter och infrastruktur*: ”Det övergripande transportpolitiska målet är att säkerställa en samhällsekonomisk effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgarna och näringslivet i landet”. Regeringen antyder också att det är viktigt med hållbara transporter för att nå miljömålen. Forskning visar att internationella spårvägar tidigare medverkat till uppfyllelse av snarlika mål (Johansson & Lange 2008, s. 7)

Förutom dess goda miljö och kapacitetsegenskaper anses spårvägssystem också ha en stadsomvandlande effekt vilket är ett starkt motiv för anläggning av nya spårvägssystem idag. I de franska städerna Strasbourg, Lyon och Bordeaux har innerstadens kvalité höjts avsevärt med spårvägsprojekten genom ombyggnation av stadsmiljön i samband med spårvägsbygget (Johansson & Svensson 2011, s. 86). Frankrike har demonstrerat spårvägens potential för stadsomvandling och återskapande av urbana kvalitéer som biltrafikens negativa effekter tidigare försvagat. I Frankrike har spårväg ett starkt stöd bland städernas invånare. Trots att det i många fall lett till begränsningar för biltrafik och försämrade parkeringsmöjligheter uppfattas introduktionen av moderna spårvägar i samband med stadsutveckling som en tydlig förbättring av staden (Johansson & Svensson 2011, s. 35–37).

Intresset för att bygga spårväg har ökat internationellt. Många städer i Europa och Nordamerika har haft stor framgång med nyetablering eller vidareutveckling av befintliga spårvägssystem (Hedström 2004, s. 11).

### 2.1.1 Spårfaktor

I förslagshandlingen *Förstudie Spårväg Lund C till ESS* (2011, s. 10) presenteras begreppet spårfaktor som den ökande attraktiviteten som spårburen kollektivtrafik medger jämfört med vägburen. Författarna av förslagshandlingen påpekar att det finns tydliga tecken på att bilister attraheras till spårburen kollektivtrafik i större utsträckning än vägburen. Tidigare förändringar från busstrafik till spårburen trafik, vilket i många fall lett till kortare restid och andra förbättringar av resstandard, pekar på en spårfaktor som motsvarar en resandeökning på omkring 20 procent (Lund 2011, s. 10).

### 3 Spårvägens miljöpåverkan

Trafikverket (2018) antyder att energianvändning för transporter idag domineras av fossila bränslen. De påpekar också att inrikes transporter står för ungefär en tredjedel av Sveriges utsläpp av växthusgaser, där vägtrafiken står för drygt 90 procent av den tredjedelen. FN:s vetenskapliga klimatpanel IPCC har slagit fast att människans klimatpåverkan står för större delen av den globala uppvärmningen sedan mitten av 1900-talet. FNs klimatscenarier visar på en fortsatt uppvärmning och förändring i samtliga delar av klimatsystemet framöver till följd av de fortsatta ökade växthusgashalterna. De antyder att denna utveckling går att begränsa genom omfattande minskningar av koldioxidutsläpp (Naturvårdsverket 2013, ss. 4, 6).

Spårvagnar drivs med elkraft och ger inte lokala utsläpp i trafikmiljön så länge de drivs med miljömärkt el, det vill säga elkraft från förnybara källor så som vindkraft, vattenkraft, biomassa och solkraft. Spårvagnar bidrar inte heller till ökade partikelemissioner till skillnad från exempelvis en buss med gummihjul (Johansson & Lange 2008, s. 134). De partikelhalter som idag förekommer i tätorters utomhusluft är i flera fall skadliga och kan bland annat orsaka hjärt- och kärlsjukdomar samt luftvägsproblem (Gustafsson et al. 2015, s. 5).

Vid förändring av transportsystem finns det möjligheter att förbättra stadsmiljön vilket kan resultera i bland annat renare luft och minskat buller. Spårvägen ger möjlighet att introducera ny grönska i stadsutrymmet, bland annat i form av gräs- och trädplanteringar (figur 3.1). Sådana ekosystem kan bland annat bidra till bättre allmän hälsa i städer då luftkvaliteten förbättras och bullret minskar (Bolund & Hunhammar 1996). Mer information angående grönområdets effekter på stadsmiljön finns under rubrik 6. *Grönska*.



Figur 3.1 Spårväg i gräsplantering, Paris (Källa: Mazerolles 2016 a).

### 3.1 Buller och vibrationer

Trafikbuller utgör bland de största miljöproblemen i stadsmiljön och ger upphov till störningar och besvärsreaktioner av olika slag. Det försämrar koncentrationsförmågan och möjligheten att uppfatta tal, vilket leder till negativa effekter på prestation och inläring (Öhrström, Ögren, Jerson, Zachau & Gidlöf-Gunnarsson 2009, s. 8)

Ofta definieras buller som oönskat ljud. Hur störande ljudet uppfattas varierar från person till person, ljudnivå (decibel), karaktären av ljudet och vilken inställning man har till det (Ramboll 2013, s. 4). Studier har visat att störningar av tågbuller är högre i områden där tågtrafik alstrar vibrationer, det vill säga att buller i kombination med vibrationer resulterar i större störningar (Öhrström et al. 2009, s. 8).

Spårvagnar har enligt Trivector (2008, s. 3) liknande bullervärden som traditionella dieselbussar. Vid hållplatser och andra stopp genererar spårvagnen mindre buller än bussar på grund av att motorljudet utgör den största bullerkällan från bussar (Trivector 2008, s. 3).

Buller och vibrationer som en spårväg alstrar uppkommer på flera sätt. Mycket ljud uppkommer vid kontakten mellan räls och hjul (Ramboll 2013, s. 6). Skarpa kurvor, spårräfflor, hjulplattor och grus eller sand i spår kan leda till högre ljudnivåer. Det är därför viktigt att ha rutiner för daglig rengöring och skräpsugning av spår i kombination med ständigt underhåll av spår och vagnar för en så tyst spårvägstrafik som möjligt. Kurvskrik och gnissel som förekommer i kurvor kan reduceras med utrustning som automatiskt smörjer banan och spårvagnens hjul (Johansson & Lange 2009, s. 42).

Vibrationer från spårvägen kan vara ett svårhanterat och kostsamt problem. Omkringliggande hus kan ta skada av vibrationer om de inte isolerats tillräckligt. Enligt Ramboll (2013 s. 7) är de bästa och mest ekonomiska åtgärderna att vibrationsisolera under spårbädden vid nybyggnation. Gummimaterial under och runt rälsen kan bli aktuella, liksom gummimaterial under eventuella sliprar. Vid känsliga områden kan ytterligare dämpning uppnås genom att gjuta två skilda betongkonstruktioner, som är fjädrade sinsemellan och där den övre tillhör spåret och den undre grunden (Johansson & Lange, ss. 42, 43).

Gräsplanteringar i spårområden har visat sig ge en bullerdämpande effekt. I *Spårväg Lund C till ESS – buller och vibrationer* (Ramboll 2013, s. 7) antyds att ett utnyttjande av markdämpning i samband med gräs i direkt anslutning till spår minskar buller med ungefär 3 dBA-enheter.

Bullerplank utmed spårvägen minskar också bullernivån, men då menar Johansson och Lange (2009, s. 43) att det är bättre att angripa problemet vid källan. Exempelvis genom att montera skivor utanpå hjulsidorna med ljuddämpande effekt. Genom nedsänkning av vagnssidan så den täcker boggi- och hjulsidor erhålls liknande effekt. På spårvagnar i Bordeaux monteras robusta borstar fram- och baktill boggin för ytterligare dämpning (Johansson & Lange 2009, s. 43).

Resultatet i rapporten *Spårväg Lund C till ESS – buller och vibrationer* (2013, s. 25) talar för att trafikbullersituationen i Lund kommer att förbättras av införandet av stadens nya spårväg.

## 4 God etablering av spårväg

Spårväg är ett flexibelt trafikslag som kan etableras på flera olika sätt. De lokala förutsättningarna för spårväg varierar stort från projekt till projekt. (Johansson & Lange 2009, s. 7).

I *Spårväg för en hållbar stad* (2013) intervjuade Felix Brännlund Thomas Johansson från TJ Kommunikation. I rapporten anser Johansson att utgångspunkten för nya spårvägprojekt bör vara att integrera spårvägen så väl som möjligt utan barriäreffekter i stadsmiljön. Johansson menar att de potentiella möjligheterna att stärka ekologiska och sociala funktioner ökar med en samverkande integrering. Johansson beskriver också att det är viktigt att spårvägar ges prioritet i gaturummet för att investeringar ska bli meningsfulla. Vid planering och bygge av spårväg är det en kamp om gaturummet (Brännlund 2013, s. 20, 32).

Johansson och Lange (2009, s. 7) skriver att de ser två bekymmersamma utvecklingstrender för spårväg. Den första de nämner är att spårvägen inte får sitt berättigade utrymme i gaturummet. Enligt författarna får spårvägen det överblivna utrymmet efter att bilen har fått sitt. De skriver att *”det kommer bli väldigt dyrt att ha moderna spårvagnar stående i bilköerna!”*. Den andra utvecklingstrenden de nämner är att spårvägar byggs med järnvägen som förebild. Detta resulterar i skapandet av barriärer och spårvägen blir därmed inte integrerad i stadsbilden på ett smidigt sätt. De nämner att på många platser i Europa tillåts spårvägar att färdas i gågator.



Figur 4.1 Spårväg i Angers, Frankrike. Spårväg i gräsplantering medför mer grönska i staden (Källa: Mazerolles 2017 b)



Bokalders och Block (2010, s. 556, 562) menar att en kombination av en attraktiv kollektivtrafik tillsammans med åtgärder som minskar biltrafiksandelen bidrar till hållbara transporter i staden. Att spårvägen tar av bilens utrymme i staden kan därmed fungera som ett sätt att minska biltrafiksandel, samtidigt som kollektivtrafiken förbättras. Johansson och Lange (2009, s. 35) antyder att det är relativt ovanligt för nya spårvägar att utformas för blandtrafik med biltrafik.

Johansson och Lange påpekar att Sveriges planerare, utredare, konsulter och beslutsfattare kan ta lärdom av internationella erfarenheter där spårvägens syfte är större än endast transportmedel. Spårväg kan användas som ett verktyg för en medveten förnyelse av staden (Johansson & Lange 2009, s. 7)

Franska spårvägsprojekt har satsat mycket på ombyggnaden av stadsrummet och estetik i samband med spårvägsbyggen. Ett exempel på detta är att hälften av anläggningskostnaderna för spårvägen i Grenoble och Strasbourg tilldelades spårvägens infrastruktur och den andra hälften till försköning av stadsutrymmet kring spårvägen (Johansson & Svensson 2011, s. 27). I Sverige har det noterats en ökad medvetenhet om spårvägens potential för stadsutveckling över tid. I *Spårfaktor på spåret* tar Johansson och Svensson (2011, s. 86 – 87) upp utbyggnaden av Tvärbanan i Hammarby sjöstad som ett exempel på detta. Där har man sett att stadsutvecklingsambitionerna var avsevärt högre i de senare delarna än i de första sträckorna.

#### **4.1 Gestaltungsarbetet kring spårväg**

*”Gestaltning är inte synonymt med utsmyckning eller planteringar utan handlar om utformning av helheten och alla ingående detaljer.”* – Trafikverket (2014, s.10)

Då spårvägar har en väldigt lång livslängd och tar stor plats i staden är dess presentation av stor betydelse. En utgångspunkt i detta arbete har varit att undersöka hur spårvägar kan bidra till attraktiva städer. Utförandet av gestaltungsarbetet har en stor inverkan på spårvägens slutliga design och är därför relevant för detta arbete.

Trafikverket har tagit fram *Handbok för gestaltungsarbete och gestaltungsprogram i infrastrukturprojekt* som är en handbok vars tyngd ligger i att beskriva hur gestaltungsarbete ska utföras för väg- och järnvägsprojekt. I handboken understryker de att det är viktigt att det finns en samsyn kring vad gestaltning betyder för hur gestaltungsfrågan behandlas. Trafikverket menar att god gestaltning betyder att tillvarata platsens

egenskaper, att skapa ett samspel med landskapet kring anläggningen och att ta hänsyn till hur anläggningen upplevs av resenärer och betraktare (Trafikverket 2014, s. 10).

Pia Hane-Weijman Eliasson, delaktig i Lunds Spårvägsprojekt i egenskap av teknikansvarig för gestaltning på ÅF, menar att de kan bli tvungna att göra nödlösningar om de kommer sent in i projektet. Lyfts istället gestaltningsdelen upp i tidigt skede är det lättare att hitta lösningar som fungerar för alla teknikområden. Förutom att gynna projektets slutliga design kan ett tidigare samarbete leda till en bättre helhetslösning också. Hane-Weijman Eliasson menar att tekniker ofta enbart ser på den tekniska lösningen, och att de genom att släppa in gestaltning tidigare i projektet kan upptäcka lösningar som annars hade missats (Hane-Weijman Eliasson 2018-03-15). Trafikverket har en liknande uppfattning. I *Handbok för gestaltningsarbete och gestaltningsprogram i infrastrukturprojekt* skriver Trafikverket – ”God väg- och järnvägsarkitektur skapas i samverkan mellan alla som planerar, bygger och underhåller infrastruktur.”. De påpekar också att det är viktigt med en samsyn och förståelse kring de funktionella aspekterna som påverkar gestaltningen, en gemensam vision om kvalité samt en god förståelse och insikt för landskapet kring projektet för en god gestaltning (Trafikverket 2014, s. 7).

Gestaltningsarbetet ska enligt Trafikverkets handbok påbörjas tidigt och involveras i samtliga delar av projektets olika moment, från planeringsstadiet ända in i förvaltningsskedet. Trafikverket vill att väsentliga gestaltningsfrågor ska identifieras och uppmärksammas redan i samband med åtgärdsvalprocessen (Trafikverket 2014, s. 10).

Johansson framhåller att svenska spårvägsprojekt har varit mer ingenjör drivna vilket har gjort att designfrågor kommit in sent. Han tar upp Tvärbanan som exempel på detta, då det enligt honom var först i slutet av processen som designers engagerades. Han nämner också att Sverige kan ta lärdom av Frankrike när det gäller utförande av gestaltningsarbete. Johansson menar att i Frankrike värderas kvalitén av det estetiska högt, och att det redan i initialfasen av projekten finns idéer kring formspråk och val av färg (Brännlund, 2013 s. 34).

Vid förfrågan om vad som Hane-Weijman Eliasson hade önskat ändra på om Lunds spårvägsprojekt hade börjat om från början, svarade hon att hon önskade att det fanns en större förståelse kring att gestaltningen behöver lika mycket fokus som de övriga teknikområdena och att gestaltningen inte är löst

bara för att det finns ett gestaltningsprogram framtaget (Hane-Weijman Eliasson 2018-03-15).

## 5 Anläggningsprinciper

Spårvägar kan utformas enligt tre anläggningsprinciper (Hedström 2008, s. 12 – 14):

- 1) *Gatuspår* - spårvägen är anlagd i gatumiljö där blandtrafik förekommer. Spårområdet ska kunna trafikeras av spårvägsfordon samt andra typer av fordon inklusive fotgängare och cyklister genom att spåret ligger i jämnhöjd med övrig markyta (figur 5.1).



Figur 5.1 Exempel på anläggningsprincip gatuspår. Spårväg i Norrköping. (Källa: Wikipedia 2005).

- 2) *Avskilt spår* - spårvägen får sitt eget körområde som i första hand trafikeras av spårvägsfordon. Körområdet är mer eller mindre avskilt från övrig trafik genom antingen markeringar, barriärer eller nivåskillnader mellan spårområde och gatan. Hedström (2004, s. 41) påpekar att gång- och cykeltrafik kan passera spårområdet även fast det inte är meningen. Passage kan underlättas genom nyttjandet av hårda markmaterial vilket kan vara lämpligt vid platser mycket människor rör sig (figur 5.2).



Figur 5.2 Exempel på spårväg på avskilt spår. Utformningsprincip för Lunds spårväg (Källa: Metro Arkitekter åt Lunds kommun, s. 66)

3) *Spår på egen banvall* - spårvägen kör på egen bana som är kraftigt avskild från övrig trafik och liknar järnvägens (figur 5.3).



Figur 5.3 Exempel på spår på egen banvall. Tvärbanan, Stockholm (Källa: Wikipedia 2009 a)

De olika anläggningsprinciperna medför olika för- och nackdelar. Johansson och Lange framhåller att de nya franska spårvägssystemen utformas huvudsakligen enligt anläggningsprincipen *avskilt spår* och att det erbjuder flera möjliga lösningar för god integrering av spårväg i stadsmiljön. De påpekar också att *gatuspår* innebär en risk för dålig framkomlighet på grund av att anläggningsprincipen medför att spårvagnar blandas med övrig trafik och att med anläggningsprincipen *spår på egen banvall* riskeras införandet av ”*tyngre och rent tekniskt orienterade järnvägslösningar i stadsmiljön*” (Johansson & Lange 2009, s. 15, 35). Nyttjandet av anläggningsprincipen *avskilt spår* medför kortare restider än för *gatuspår*, då spårvagnarna inte delar gatuutrymme med övrig trafik. *Avskilt spår* medger också en möjlighet att införa ny grönska i staden, då det är möjligt att förlägga spårvägen i gräsplantering eftersom spårområdet inte trafikeras av andra trafikslag som kräver hård köryta. *Spår på egen banvall* tillåter högre hastigheter än de andra anläggningsprinciperna, men på bekostnad av att spårvägen inte integreras naturligt i staden samtidigt som det medger en stor barriäreffekt.

Spårvägar behöver inte förhålla sig till endast en anläggningsprincip, utan det går att blanda efter behov. Ett exempel på detta är Tvärbanans linje mellan Liljeholmen och Alvik där spårvagnarna huvudsakligen kör på *egen banvall* med undantag en mindre sträcka genom Liljeholmen och Gröndal där spårvagnarna kör på *gatuspår* (Hedström 2004, s. 25).

## 6 Mark

Spårvagnar tar sig fram genom att rulla fram på ett spår som förlagts i stadens utrymme. Markytan som spåret förläggs i kan utgöras av olika material. Johansson och Lange (2009, s. 15) nämner att bland annat att materialen asfalt, betong, gatsten, gräsplantering, större sten- eller betongblock kan användas för spårvägar.

Valet av material beror på ett flertal faktorer. Bland annat på om tänkt spårområdet ska vara körbart av andra fordon, materialens önskade hållbarhet, kulörmöjligheter samt önskan att tillföra grönska till stadsrummet (Lund 2014, s. 33). Materialvalet kan också bero på var på sträckan man befinner sig. Det kan exempelvis vara motiverat att vid hållplatser nyttja andra markmaterial än gräsplantering då korsande fotgängare drar med sig jord och gräs upp på plattformen och sen in i spårvagnarna (Johansson & Lange 2009, s. 33).

Metoder för att avskilja spårområde från annan trafik kan exempelvis vara en enkel heldragen linje eller ett staket längs spåret. Det går också att kombinera den heldragna linjen med en avvikande markyta i spårområdet för ökat tydlighet (figur 6.1). För att ytterligare förtydliga gränsen mellan spårområde och andra trafikslags körbana kan spårområdet konstrueras på en lite högre höjd än omgivningen (Johansson & Lange 2009, s. 15). Hedström (2004, s. 43) påpekar att en fördel med beläggingsmaterial som gatsten och marksten är det förtydligar det område som spårvägsfordon kan komma att passera.



Figur 6.1 Spårväg i Angers, Frankrike. Kontrasten mellan de olika markmaterialen visar tydligt var spårvagnar kan komma att passera samtidigt som det hårda ytskiktet inte utgör hinder för korsande trafikanter. (Källa: Mazerolles 2017 b).

I *Riktlinjer för gestaltning / Spårväg Lund C – ESS* (2014, s. 40) nämns konceptet *vita linjen*. Författarna beskriver den *vita linjen* som ett linjärt element som sträcker sig utmed spåret och som åtskiljer spårområdet från kringliggande ytor med undantag vid korsningar med biltrafik. Den vita linjen utgörs av en kontrastrik färgton varifrån dess namn härstammar. Principen har bland annat använts för Barcelonas, Bergens (Norge) och flera av Frankrikes spårvägar. Dess syfte är tydliggöra och öka läsbarheten av spårvägen vilket resulterar i ökad trafiksäkerhet. Figur 6.2 visar ett *avskilt spår* med ett ytskikt av gatusten. Dess utformning tydliggör för cykel- och gångtrafikanter att de inte ska trafikera spårområdet av andra skäl än för att korsa spårområdet.



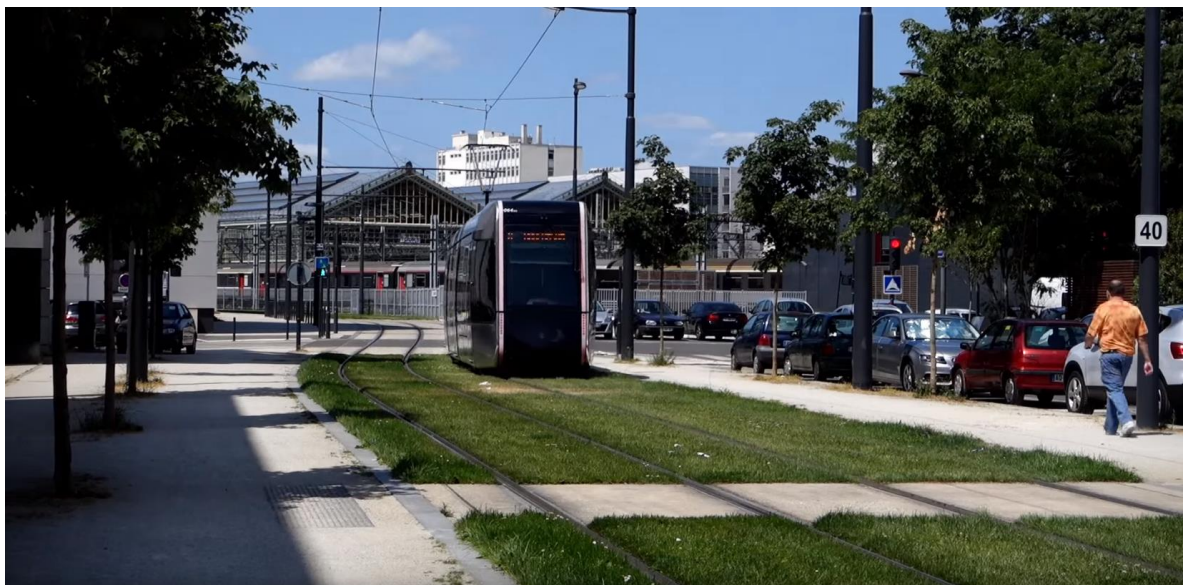
Figur 6.2 Gatusten tillsammans med vita linjen ger en tydlighet för andra trafikanter var spårvagnar kan komma att passera (Källa: Metro Arkitekter åt Lunds kommun, s. 27)

Johansson och Lange (2009, s. 9) påpekar att ett resultat av att spåret syns tydligt är att människor kan räkna med att spårvagnar kan komma att passera.



Staket och andra typer av avspärningar invid spåren används endast undantagsvis. Går det inte att frångå användandet av dem kan dess barriäreffekt mildras genom att se till att det finns lämpligt lokaliserade korsningar för fotgängare och cyklister. Staketets visuella intryck kan dämpas genom att låta växtligheter dölja staketet. (Johansson & Lange 2008, s. 9, 96, 98). Lämpligt lokaliserade korsningar kan på samma vis minska den måttliga barriäreffekten som spårväg förlagd i gräsplantering medför för gång- och cykeltrafikanter (figur 6.3).

Författarna av *Riktlinjer för gestaltning / Spårväg Lund C – ESS* (2014, s. 44, 46) vill att spårrområden i Lund, som ska korsas av gång- och cykelpassager, samt bilkorsningar ska utgöras av avvikande material, färg eller ytstruktur så att det tydligt framgår att det är där man korsar spåret. De betonar att det är viktigt med enhetlighet längs med sträckan och att samtliga passager i sin helhet betonas med samma avvikande material för att utformningen ska bli självförklarande och tydlig för trafikanterna. Författarna påpekar också att igenkänningsfaktorn bidrar till en ökad säkerhet.



Figur 6.3 Spårväg i Tours, Frankrike. Exempel på hur en passage för gång- och cykeltrafik kan se ut. (Källa: Mazerolles 2015).

## 7 Grönska

*”Modern forskning i miljöpsykologi visar att avsaknad av parker och grönområden kan påverka människors psykiska och fysiska hälsa.”*  
(Nordmalm, Sandberg, Berggren & Emanuelsson 1999, s. 36)

Grönska bidrar till en attraktiv stadsmiljö och värnar om ett kulturhistoriskt arv. Träd mildrar klimatpåverkans effekt, reducerar vindar, ger skugga och minskar uppfattning av buller (Stål, Ö 2013, s.3).

Nordmalm et al. (1999, s. 37) betonar att det råder ett underskott av gröna miljöer i tätorter. De skriver: *”Underskott yttrar sig i luft förorenad av stoftpartiklar, stora variationer i temperatur, brist på rumslig stimulans av träd och buskar, dålig infiltration av regn- och dagvatten samt brist på dämpning av buller.”*. De menar på grund av de nämnda anledningarna att alla åtgärder som bidrar till skapandet av ny grönska är positiva. Införandet av spårväg ger en möjlighet att introducera ny grönska i stadsutrymmet i form av bland annat grässpår och trädplanteringar (figur 7.1 & 7.2).



Figur 7.1 Spårväg i Le Mans, Frankrike, där gräsplanteringar flitigt används (Källa: Mazerolles 2017 d)

### 7.1 Gräsplantering

Listan över döda och hårda ytor i tätbebyggelse som kan kläs med grönska kan göras lång. Asfalt och betong har täckt upp onödigt mycket grön mark i staden. På många platser kan asfalten brytas upp och staden kan åter bli grön (Nordmalm et al. 1999, s. 37, 39). Genom att förlägga spårvägen i

gräsplantering kan grönska åter införas i stadsrummet och hårda gråa ytor blir gröna igen.

En bonuseffekt är att gräsplanteringar har hög infiltration och en förmåga att fördröja vatten vilket kan minska belastning på ledningsnätet (Lund 2014, s. 33). Gräsplanteringar sägs även ha en bullerdämpande effekt. I *Spårväg Lund C till ESS – buller och vibrationer* (2013, s.7) antyder Ramböll att gräs i direkt anslutning till spår minskar buller med ungefär 3 dBA-enheter.



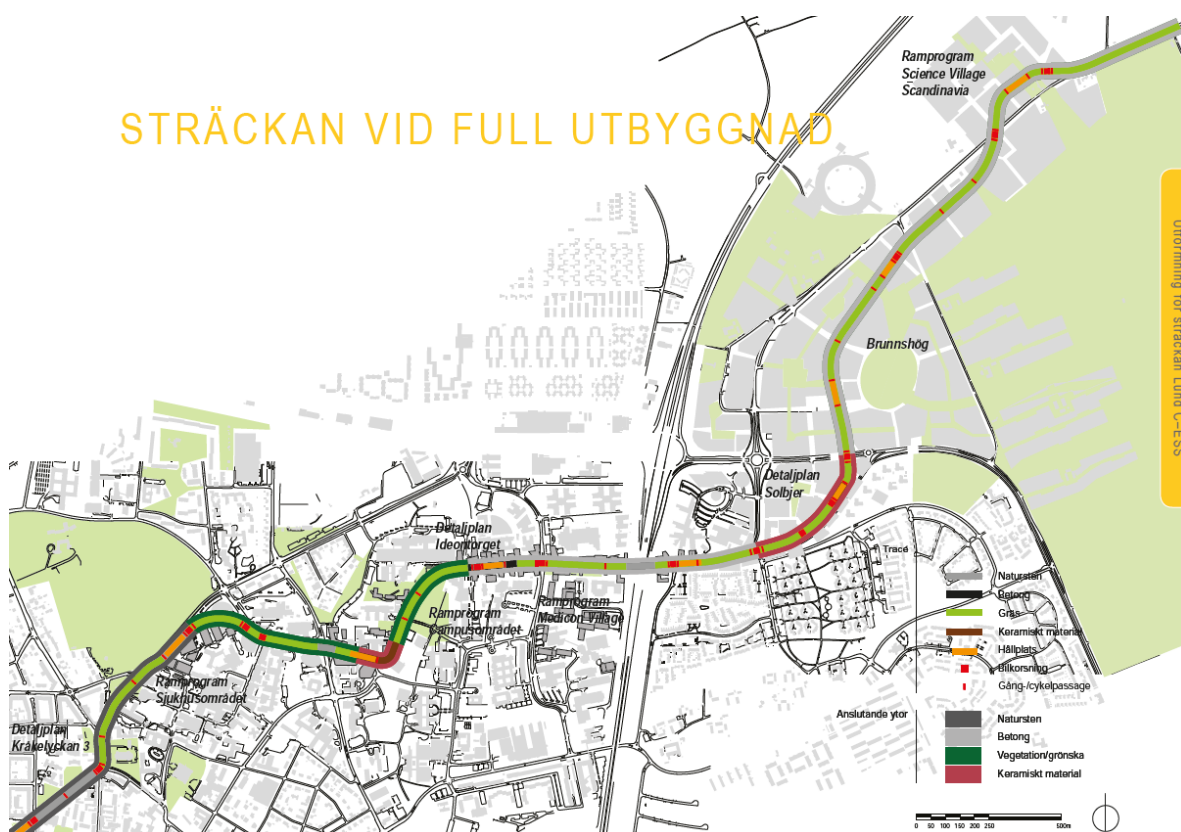
Figur 7.2 Spårväg i Angers, Frankrike, förlagd i gräsplantering (Källa: Mazerolles 2017b).

Gräsplanteringar bidrar till en ökad tydlighet över vart gränsen mellan spår område och övrig omgivning går. Detta på grund av färgkontrasten mellan gräs och hårda markytor som betong och asfalt (figur 7.3).



Figur 7.3 Gräsplanering i staden Reim i Frankrike markerar tydligt spårområdet. (Källa: Mazerolles 2017a).

Gräsplantering passar bra för anläggningsprincipen *spårväg på avskilt spår* då den inte delar körbana med trafik som kräver hård körbana. En spårväg som flitigt ska använda sig av det är Lunds spårväg, som idag är under konstruktion. I *Riktlinjer för gestaltning / Spårväg Lund C – ESS* (2014, s. 69), som ses som ett dokument som vägledde arbetet med spårvägens projektering, har spårvägens olika markförhållanden ritats upp. Som syns enligt figur 7.4 ska större delen av spårvägen gå på spår i gräsplantering (grönmarkerat i figuren = gräsplantering).



Figur 7.4 Utformning av sträcka Lund C - ESS (Källa: Atkins åt Lunds kommun, s.69)

## 7.2 Trädplantering

Nordmalm et al. (1999, s. 37 – 38) betonar att det i många fall råder ökenartade förhållanden vid stadens formellt gröna ytor i avseende till variation och mångfald. Det är därför viktigt att sträva efter en ökad variation och mångfald både vid upprustning av ekologiska fattiga miljöer och nyskapande av gröna ytor. Detta kan uppnås genom bland annat införandet av olika sorters trädplanteringar.

Med hjälp av träd kan spårvägens kontaktledning och dess tillhörande komponenter till viss del döljas i stadsmiljön. Delar av spårvägen i den franska staden Reims utgör ett gott exempel på detta (figur 7.5 & 7.6). Där har träd planterats mellan kontaktledningsstolparna vilket till viss del döljer kontaktledningsstolparna och får dem att bättre smälta in i stadsmiljön. Plantering av träd- och buskskikt sägs också ge positiva effekter för den lokala fågelfaunan (Nordmalm et al. 1999, s. 41)



Figur 7.5 Spårväg i Reims, Frankrike. Träd får stolparna att smälta in. (Källa: Mazerolles 2017 a)



Figur 7.6 Spårväg i Reims, Frankrike. Träd får stolparna att smälta in. (Källa: Mazerolles 2017 a)

Det går inte att undvika konflikter mellan träd och teknisk infrastruktur i stadsmiljö. Det är viktigt att ta hänsyn till vägar, ledningar (ovan och under mark) och byggnader med mera. För spårbundna fordon är det också viktigt att ta hänsyn till det *fria rummet*, vilket är det utrymme utmed spår inom vilket föremål inte får förekomma, med vissa undantag. Det är därför viktigt att vara aktsam för trädets form och dess växtegenskaper i förhållande till trädets planerade omgivning både ovan och under mark. Det är också viktigt att valet av trädart anpassas efter funktion och drift av kringliggande byggnader och teknisk infrastruktur. Vissa trädarter medger högre risk för lövhalka än andra. Det är vanligt att underskatta det utrymmesbehov som ett träd kräver ovan och under mark (Stål, Ö 2013, s.3).

## 8 Hållplatser

*”Den fysiska miljön har en stark inverkan på hur och i vilken utsträckning som människor reser.”* (FOJAB 2014, s. 10).

Spårvagnsstäderna (2015, s. 6) betonar att hållplatser som medför plant insteg genom upphöjd hållplatsplattform i kombination med lågt spårvagnsgolv upplevs som attraktiv av dess användare då det tillåter smidig passagerarväxling vid hållplatserna (figur 8.1). De understryker också att det är viktigt att det finns rymliga ytor med sittmöjligheter under tak, god belysning samt tillgång till tydlig trafikinformation för en attraktiv spårvagnshållplats.



Figur 8.1 Spårväg i Mulhouse, Frankrike. Upphöjd plattform i kombination med spårvagnens låga golv medför plant insteg (Källa: Mazerolles 2018 b).

Johansson & Lange (2008, s. 102) framhåller att hållplatser bör anpassas visuellt och fysiskt till omgivningen och att de ska vara logiskt placerade i staden i relation till viktiga målpunkter. De påpekar också att materialvalet för taktila stråk för synskadade samt färgsättningen av hållplatsens möblemang bör uppmärksammas. Konstverk kan komplettera den allmänna sfären och bör uppmärksammas vid hållplatsutformning.

I *Designkoncept / Vagn & Hållplats* (2015, s. 30) beskrivs riktlinjer för de planerade skånska spårvägarna när det gäller utformning av fordon och hållplatser. Författarna av rapporten påpekar att hållplatserna ska konstrueras på ett vis som medför att hållplatserna smälter in med omgivningen, dess

funktion tydligt signaleras samtidigt som de är lågmälda. De vill att hållplatsernas design ska utstråla öppenhet, transparens och enkelhet.

Viss hänsyn behöver tas för vid lokalisering av hållplatser i historiskt känsliga miljöer. I *Persontransporter i långa banor* (2008, s.101) skriver Johansson och Lange: ”Lokalisering av hållplatser i historiskt känsliga miljöer bör ske med hänsyn till visuell och fysisk påverkan.”. Ramböll (2013, s. 6) påpekar att det ofta uppkommer gnisslande ljud vid inbromsning vilket gör hållplatsernas läge betydelsefullt.



Figur 8.2 Enkel och öppen spårvagnshållplats i franska staden Tours (Källa: Mazerolles 2015).

I rapporten *Planera klimatsmart! Fysiska strukturer för minskad klimatpåverkan* (FOJAB 2014, s. 17) konstateras att lokaliseringen av hållplatser är viktigt för miljön. För att kollektivtrafiken ska vara ett attraktivt resealternativ måste bostäder, arbetsplatser, handel och andra målpunkter ligga inom rimligt avstånd till hållplatser. Rimligt avstånd mellan målpunkt och hållplats beror på kollektivtrafikens kvalitet. Enligt författarna av rapporten sägs en halv kilometer till stadsbuss, **en kilometer till spårvagn** och två kilometer till tåg generellt accepteras (FOJAB 2014, s.18).

Hållplatser måste dimensioneras efter förväntade passagerarströmmar. För trånga plattformar framkallar irritation och en säkerhetsrisk. Utöver det tar även passagerarutväxlingen längre tid om trängsel förekommer. Tidigare erfarenheter har visat att hållplatsers storlek ofta underskattats. Det är därmed lämpligt att planera för större trafik än vad som primärt förutses (Johansson & Lange 2009, s. 44).



Det finns några hållplatsutformningar som sticker ut från mängden runt om i Europa. I Luxemburg är en av spårvägssträckans hållplatser utformad liknande ett gigantiskt löv av glas och metall som sträcker sig över två spår och dess plattformar (figur 8.3).



Figur 8.3 Hållplats i Luxemburg, Tyskland. (Källa: Mazerolles, B 2017c).

En spårvägslinje i den franska staden Mulhouse har försett sina hållplatser med stora bågar vars färg varierar från hållplats till hållplats (figur 8.4). Bågarna gör det lätt för människor att uppfatta att det är en hållplats samtidigt som bågarnas olika färger underlättar att hänvisa besökare till rätt hållplats. Exempelvis ”Stig av där bågen är röd” (Johansson & Lange 2008, s. 101)



Figur 8.4 En av många hållplatser i Mulhouse, Frankrike, som dekorerats med färgade bågar (Källa: Mazerolles 2018 a)

## 9 Strömförsörjning

De flesta moderna spårvagnarna drivs på el och kräver kontinuerligt strömförsörjning för drift. Den vanligaste strömförsörjningsmetoden är lik den som används för vanlig järnväg, alltså att fordonet tar emot ström från en kontaktledning med hjälp av en strömavtagare som sitter på fordonets tak (figur 9.1). Anledningen till att detta är den vanligaste strömförsörjningsmetoden är för att den är billigast att bygga och har visat sig vara en stabil och långsiktigt hållbar lösning i flera år. Hansson skriver i *Spårvagnskoncept för Skåne* (2011, s. 8) att kontaktledning bör användas i så stor utsträckning som möjligt eftersom det är den klart ekonomiskt bästa lösningen.

Moderna spårvagnar återmatar elkraft vid inbromsning vilket andra spårforon inom samma matarsektion kan utnyttja. Återmatning tillsammans med det låga rullmotståndet mellan hjul och räls och den elektriska motorns höga verkningsgrad, bidrar till spårvagnars goda energieffektivitet (Johansson & Lange 2009, s. 9).

I *Spårvagnskoncept för Skåne* konstaterar Hansson (2011, s. 7) att spårvagnens återmatning möjliggör en besparing upp till 30 procent av dess framdrivningsenergi. Hansson påstår också att genom lagring av energi med hjälp av superkondensatorer på fordonen kan ytterligare 5-10% energibesparing kan uppnås. Tillsammans innebär det en möjlig total besparing av framdrivningsenergi på 35-40% i stadsmiljö.



Figur 9.1 Spårväg i Paris, Frankrike. Spårvagnen kör med strömavtagare (Källa: Mazerolles 2016)

### 9.1 Kontaktledning

Besier (2015, s. 26) skriver i rapporten *En utmaning: Kontaktledningar i stadsbilden*: "Hur kontaktledningen för en spårväg, och dess komponenter, utformas är av stor betydelse för stadsbilden." och "Grundinställningen bör

*vara att tekniska installationer för spårvagnarnas krafttillförsel ska dra till så lite uppmärksamhet som möjligt.*

Kontaktledning utgörs av kontakttrådar, bärlinor och bärtrådar som hängs upp i antingen utliggare (figur 9.2) eller bärlinor som fästs mellan hus (byggfäste) och/eller stolpar (figur 9.3). Kontakttråden går sicksack över spåret för ett jämt slitage av spårvagnens strömavtagare (Reijm 2006, s. 12).



*Figur 9.2 Beskrivning för kontaktledningens olika komponenter (Källa: Mazerolles 2018 c, förändrad av författare).*



*Figur 9.3 Exempel på kontakttråd som fäst i bärlina som sitter fast mellan en stolpe och en byggnad i Mulhouse, Frankrike. (Källa: Mazerolles 2018 a).*

Besier (2015, s. 28) anser att kontaktledningar ska fästas i fasader i så stor utsträckning som möjligt. Stolpar ska endast utnyttjas där fäste i fasader inte är möjligt eller vid raksträckor där stolparna kan anordnas i trädrader. Besier poängterar också att stolparnas utformning bör anpassas till stadsrummet. Några bildexempel på hur stolpar kan anordnas i trädrader hittas under rubrik 7. *Grönska* (figur 7.5 och 7.6).

Kulpa, Schwartz, Owings och Merrill (1995, s. 4) ger några exempel på vad som karaktäriserar ett "*nonintrusive design*" kontaktledningssystem för spårvägar. De skriver att:

1. Det ska vara väl integrerat med omgivningen, det vill säga att den upplevs som en del av gaturummets ursprungliga design.
2. Det ska inte bidra till att utöka röran av stolpar och ledningar/trådar i stadsmiljön mer än nödvändigt. De skriver också att stolpar ska undvikas om möjligheten finns att fästa kontaktledningen till byggnader (byggfäste).
3. Det ska utnyttja material som visuellt upplevs som lättare i textur och form för att minska det visuella intrycket. Detta innebär bland annat att kontaktledningsstolpens färg ska smälta in med omgivningen och att material som medger ett större tvärsnitt, exempelvis betong, ska undvikas.
4. Det ska integreras med gatuutrustningens design så som gatubelysning, trafiksignaler, regnskydd och andra beståndsdelar. Detta för att minimera antal dubletter och låta kontaktledningssystemet att bli en del av stadsmiljön.
5. Det ska endast omfatta de nödvändiga beståndsdelarna. Komponenter som switchar och övergångar som ska tas i drift vid ett senare tillfälle bör inte konstrueras förrän de ska användas.
6. Dess utformning ska anpassas efter vart kontaktledningssystemet befinner sig med hänsyn till omgivningen – vilket kan betyda att andra olika typer av stolpar och annan utrustning på olika delar av sträckan.

### 9.1.1 Kontaktledningshöjd

Från ett estetiskt perspektiv kan det vara en fördel att montera kontaktledningen högt; människornas synfält domineras då inte av ledningarna på samma sätt som vid en lägre montering. Enligt bestämmelser i Frankrike ska nya franska kontaktledningsanläggningar monteras på en höjd av minst sex meter ovanför markytan (Johansson & Lange 2008, s. 114).



Figur 9.4 Spårväg i Besançon, Frankrike. Hög kontaktledningshöjd i samband med att kontaktledningen fästs i bärlinor mellan byggfästen medför att kontaktledningen smälter in och gör ett litet visuellt intryck i stadsmiljön (Källa: Mazerolles 2014).

För svenska spårvägar varierar kontaktledningshöjden mellan 5,2 och 5,5 meter (Johansson & Lange 2009, s. 65). I Lund har man valt att använda kontaktledningshöjden 5,5 m med motivering att den höjden önskas över korsningar med fordon. Under broar är kontaktledningshöjden lägre. Nilsson antyder att kontaktledningshöjden till stor del styrs av standarder och att han själv inte ser att höjden för kontaktledningen avgörs ur en visuell aspekt (Nilsson 2018-04-26).

### 9.1.2 Bärlina eller inte

Kontaktledningar utförs huvudsakligen enligt två principer: direkt eller indirekt upphängning. *Direkt upphängning* innebär att kontaktledningen är direkt upphängd i bärlinor eller utliggare (figur 9.4) medan *indirekt upphängning* innebär att kontaktledningen hängs upp i bärtrådar (figur 9.5) (Hedström 2004, s. 47). *Indirekt upphängning* medger fler kontakttrådar i utbyte mot ett större tillåtet stolpavstånd. Genom att anlägga kontaktledning med bärlina tillåts stolpavstånd upp till 60 meter och utan bärlina tillåts stolpavstånd upp till 30 meter. Nilsson är av uppfattningen att det längre tillåtna stolpavståndet som nyttjande av bärlina medför inte ger någon större fördel i stadsmiljö på grund av att det ofta förekommer snäva kurvor i stadsmiljön som begränsar hur långt avståndet kan vara mellan stolparna (Nilsson 2018-04-16). Hedström framhåller att nya spårvägar i princip alltid använder *direkt upphängning* vid anläggningsprincip *gatuspår* eller *avskilt*

spår och att *indirekt upphängning* används för spårvägar på egen banvall där högre hastigheter förkommer (Hedström 2004, s. 47).



Figur 9.5 Exempel på kontaktledningskonstruktion med bärlina (Källa: Mazerolles 2018 c).

### 9.1.3 Avspänningstyper

Avspänningarnas uppgift är att ge kontaktledningen och dess eventuellt tillhörande bärlina en konstant inspänningskraft. Krav på inspänningskraft varierar för olika kontaktledningssystem på grund av olika hastighetskrav (Reijm 2006, s. 22).

Dalstål och Jannas (2016, s. 62 - 63) drar från egen visuell analys, tillsammans med intervjuer, slutsatsen att enkla lösningar så som rak fjäder och fast avspänning påverkar gatumiljön mindre än större mekaniska lösningar så som viktavspänningar. Viktavspänningar kan gömmas i speciellt utformade stolpar. Det är något som spårvägen i Orléans utnyttjar för att dölja systemets viktavspänningar (Johansson & Lange 2009, s. 62).

Lunds spårväg kommer att använda sig av fjäderavspänning på grund av Lunds spårväg har en speciell ”EMF-Sträcka” (Elektromagnetiska fält) som kräver många kablar i stolparna vilket inte möjliggör plats för en viktavspänningslösning. EMF-sträckan i Lund är ett område vid sjukhuset och Lunds Tekniska Högskola där de har EMF-känslig utrustning som inte får bli påverkad av spårvägen. Då spårvägen ska gå rakt igenom detta område var man tvungen vidta åtgärder för att minska EMF-strålningen som uppstår när spårvagnar passerar (Nilsson 2018-05-15). Nilsson berättar att

fjäderavspänning valdes för resten av sträckan för att vara konsekvent och ha en typ av anspänningssystem. Det är mindre komponenter att lagerhålla samtidigt som fjäderavspänning är lättare att installera och underhålla (Nilsson 2018-04-16).

#### 9.1.4 Stolputformning

Kontaktledningsstolparnas uppgift är att bära kontaktledningen och dess komponenter samt ge möjligheten att dölja tillhörande elektronik i stolparna. Nilsson betonar att det inte finns någon direkt standard för utformning av kontaktledningssystemets stolpar och att det är upp till varje projekt att välja, men att kontaktledningsutrustningen ofta är utformad för runda- och H-stolpar. Han beskriver att i förprojekteringen för Lunds spårvägsprojekt föreslogs två lösningar, runda- och H-stolpar. Landskapsarkitekterna förespråkade runda stolpar, men på grund av att stolparna ska husa mycket utrustning valdes H-stolpar då det är enklare att ”gömma” utrustningen i stolparna samt att de var billigare (Nilsson 2018-04-26).

Besier (2015, s. 28) påpekar det är viktigt att konstruera stolparna med minsta möjliga tvärsnitt och en succesiv avsmalnande form för att skapa diskreta och eleganta stolpar.

Det finns även en möjlighet att kombinera kontaktledningssystemet med andra installationer i staden så som lyktstolpar. Vid förfrågan om en sådan kombination förespråkas svarade fyra av fem intervjupersoner ja i Dalstål och Jannas rapport *Kontaktledningsavspänning* med förklaring att det minskar antalet stolpar i stadsmiljön (Dalstål & Jannas, s. 39). Orléans spårvägssystem är känt för bland annat kontaktledningsstolparnas utformning. I stadens innerområden göms viktavspänningar i stolparna och stolparna har i stor utsträckning integrerad gatubelysning vilket medför minskat antal stolpar i staden (Dalstål & Jannas, s. 29).

#### 9.1.5 Färg

Besier (2015, s. 28) skriver att man som regel bör sträva efter att ge stolpar låg kontrast mot omgivning och bakgrund, alltså mörka och dämpade nyanser.

Bjarnegård et al. Skriver i *Stadens Färg – Policy och riktlinjer för färgsättning av utrustning i Göteborg* (2014, s. 6) påpekar att en samordnad färgsättning av möbler och utrustning på allmänna platser kan bidra med tydlighet och gör dem lättare att känna igen som allmän och gemensam utrustning. Författarna

nämner även att en begränsning av antal färger bidrar till att möbler och utrustning blir mer förutsägbara och mindre uppseendeväckande.

## **9.2 Alternativ till kontaktledning**

Kontaktledningens visuella intrång i staden kan kringgås genom nyttjandet av alternativa strömförsörjningsmetoder så som tredje matningsskena eller batteridrift. Teknikerna har dock inte tillämpats i Sverige ännu, bland annat på grund av att de anses olämpliga för Sveriges klimat samt av ekonomiska skäl. I Tyréns miljökonsekvensbeskrivning för Spårväg City från Djurgårdsbron till Frihamnen (2012, s. 18) avfärdas batteridrift med motiveringen att det gav upphov till för tunga fordon och att sträckan var för lång för det. En tredje matningsskena bedömdes inte fungera tillfredställande i svenska klimatförhållanden.

Bensin och diesel har också använts/används för att driva spårvagnar, men det är inte modernt eller långsiktigt hållbart och kommer därför inte att tas upp i denna rapport.

### **9.2.1 Tredje matningsskena**

Istället för att mata spårvagnen med el-kraft från kontaktledningen kan matningen ske genom en tredje matningsskena. Detta var en av de första metoderna för att överföra energi till spårvagnarna, men med tiden visade sig den vara dyr, komplicerad och mer problembenägen jämfört med kontaktledningar vilket ledde till att den ersattes av kontaktledning istället (Post 2007, s. 45).

Spårvägen i Bordeaux visade vägen för modern tredje matningsskena. Staden har tidigare haft spårväg med strömvtagare i marknivå i form av en tredje matningsskena före 1958. När de skulle konstruera en ny spårväg ansågs tekniken inte längre vara säker nog, och ett beslut togs att de istället skulle använda sig av kontaktledning. Allmänheten tillsammans med den franska kulturministern protesterade när de fick höra detta. Protesterna lönade sig och det nya systemet APS (Alimine par le Sol) togs fram.





Figur 9.6: Spårvagn i Bordeaux, Frankrike, som kör på APS (Källa: Wikipedia 2008.b).

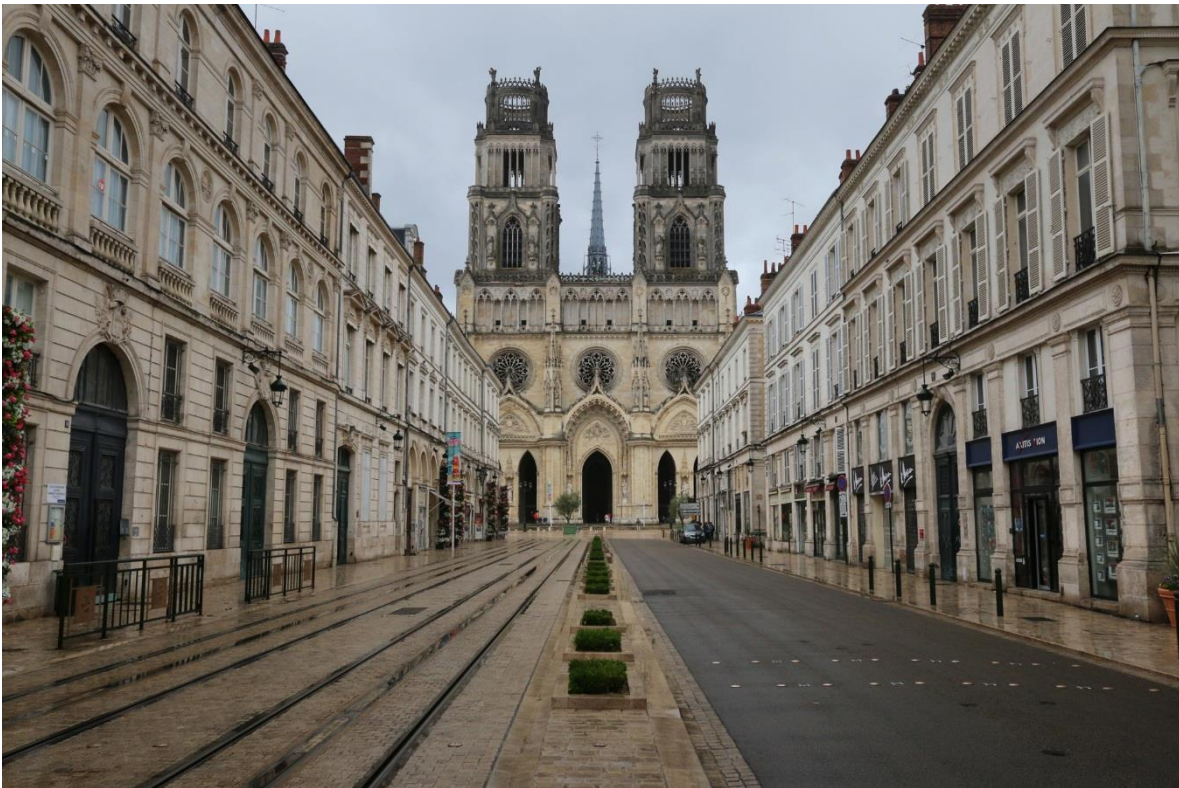
Med APS överförs elektricitet till spårvagnar genom en tredje räls på marknivå. Det eliminerar behovet av kontaktledningar och därmed minskas intrånget spårvägen har i stadsmiljön. Säkerheten kommer ifrån att det endast är den bit räls som spårvagnen täcker som matas med elektricitet med hjälp av radiosignaler mellan spårvagn och mark (Alstrom 2017).

En av huvudanledningarna till varför APS inte används i större utsträckning är den höga kostnaden. Enligt Johansson och Lange (2007, s. 65) kostar APS fyra gånger så mycket som en konventionell kontaktledningsanläggning. Förutom detta måste spårvagnarna vara specialanpassade med APS-upptag för att trafikera en spårvägssträcka med APS. Alltså är APS en dyr lösning jämfört med en konventionell kontaktledningsanläggning som visat sig fungera stabilt runtom i världen under lång tid.

Den ökade investeringskostnaden som APS medger kan rättfärdigas om den planerade spårvägen ska korsa känslig stadsmiljö med höga kulturvärden. I Bordeaux används APS i innerstaden medan vanlig kontaktledning används utanför innerstaden. Andra städer som har inspirerats av Bordeaux och som idag också använder APS är bland annat Angers, Tour och Reims och Orléans i Frankrike (Alstrom 2017).

Med en tredje matningsskena blir spårvägens visuella intrång i staden minimal och från ett gestaltungs-perspektiv blir spårvägen väldigt attraktiv då

kontaktledningen och dess tillhörande komponenter inte stör stadsbilden. I den franska staden Orléans används APS kring S:t Croix- katedralen vilket minimerar intrånget i stadsbilden och främjar platsens kulturvärde (figur 9.7).



Figur 9.7 Spårväg utrustad med APS framför S:t Croix-katedralen i Orléans, Frankrike. (Källa: Wikipedia 2014).

### 9.2.2 Batteridrift

Med spårvagnar som drivs med batteri är det endast ett vanligt spår som krävs för att föra fram spårvagnen, vilket betyder att ett väldigt litet intrång i stadsmiljön görs. Det finns spårvägar där batteridrift använts på kortare sträckor så som i Nice där de undviker att sätta upp kontaktledning vid stora öppna ytor med kulturvärlden eftersom den hade varit visuellt störande. Två sträckor i Nice om ca 400 meter trafikeras med batteridrift (Johansson & Lange 2009). Figur 9.8 visar en spårvägssträcka i Nice där spårvagnar kör på batteridrift. Avsaknaden av kontaktledningar och dess komponenter medför en öppen yta och spårvägen stör inte stadsmiljön.



Figur 9.8 Spårväg genom torget Place Massena i Nice, Frankrike, där spårvagnar kör på batteridrift (Källa: Wikipedia 2008.a).

Spårvagnens strömvtagare fälls ned innan spårvagnen kör ut på sträckor utan kontaktledning (figur 9.9).



Figur 9.9 Spårvagn i Nice, Frankrike, fäller ner sin kontaktavtagare. (Källa: Benoit Mazerolles 2013)

I Nanjing i Kina finns det två spårvägssträckor med batteridrift (figur 9.10). Vagnarna drivs med hjälp av PRIMOVE Li-Ion batterisystem från Bombardier (Bombardier u.å). Dessa möjliggör körning utan kontaktledning på 90% av den 9 km långa sträckan mellan Maqun station och Wang Wu Zhuang. Varje vagn har två 49 kWh batterier som laddas upp under 45 sekunder vid varje stopp och 10 minuter vid terminaler (Railwaygazette 2016).



Figur 9.10 En av Nanjings spårvagnar som lämnar Yuantong station (Källa: Wikipedia 2016).

## 10 Fordon

Spårvagnar kommer i många olika former och färger. Detta kapitel tar upp flera exempel på hur spårvagnar kan utformas. Det går också in på hur spårvagnars bredd och längd påverkar framkomlighet och kapacitet. Till en början kan det vara intressant att se hur dagens moderna spårvagnar i Sverige ser ut (figur 10.1 – 10.3).



Figur 10.1 Gammal och ny spårvagn på Tvärbanan, Stockholm (Källa: Wikipedia 2010)



Figur 10.2 Spårvagn i Norrköping (Källa: Wikipedia 2012).



Figur 10.3 Spårvagn i Göteborg (Källa: Wikipedia 2009 b).

Vid val av spårvagnsbredd görs en kompromiss mellan hur rymlig interiörens utrymme ska vara mot hur stort utrymme spårvagnen tar upp av gatan. Många moderna europeiska spårvagnar använder sig av spårvagnsbredden 2,40 meter. Intresset har på senare år ökat för spårvagnar med 2,65 meters bredd då det medför en mer rymlig interiör. Spårvagnsbredden kan minskas för att möjliggöra körning på trånga gator och passager. Figur 10.4 visar en spårvagn i Orléans med spårvagnsbredden 2,32 meter som utgör ett exempel på detta (Johansson & Lange 2009, s. 82).



Figur 10.4 Smal spårvagn i Orléans (Källa: Wikipedia 2008 c)

Låggolvsspårvagnar är ofta mellan 20 till 40 meter långa, men de flesta är runt 30 meter långa. Figur 10.5 visar en 32 meter lång spårvagn från den franska staden Le Mans. Långa spårvagnar rymmer fler passagerare än korta. I gengäld kräver de längre hållplatsplattformar samtidigt som de utgör ett visst hinder i trafiken då längre spårvagnar tar längre tid på sig att passera än kortare (Johansson & Lange 2009, s. 83). Korsar spårvägen signalreglerad trafik kan korta turintervaller innebära risk för störningar. Då kan det vara motiverat att istället nyttja längre tåg med högre kapacitet. Spårvagnsstäderna (2015, s. 6) påpekar att kortare spårvagnar än 30 meter generellt inte kan motiveras ur en teknisk/ekonomisk utgångspunkt.



Figur 10.5 Spårväg i Le Mans, Frankrike (Källa: Mazerolles 2017 d).

Nedan följer några exempel på unika spårvagnsutformningar från andra länder:

Precis som stadens utseende förändras under dagen förändras spårvägens. Spårvagnarna i franska staden Tours är utrustade med stora fram- och bakljus som gör ett imponerande visuellt intryck när solen gått ner (figur 10.6 & 10.7).



Figur 10.6 Spårvagnar i Tours under kvälls-/nattid (Källa: Mazerolles 2016 b).



Figur 10.7 Spårvagn i Tours under dagtid (Källa: Mazerolles 2015).



Spårvagnar i Luxemburg har glas i olika färger och en insida med möblemang som lyser upp (figur 10.8 & 10.9)



Figur 10.8 Spårvagnsutformning Luxemburg med varierande färg på fönster (Källa: Mazerolles 2017 c).



Figur 10.9 Insidan av spårvagnarna i Luxemburg (Källa: Mazerolles 2017 c).

Spårvagnarna i Reims följer inte ett enkelt färgtema, utan spårvagnarna kläs i många olika färger vilket sätter färg på staden (figur 10.10).



Figur 10.10 Spårvagnarna i franska staden Reims kläs i olika färger. Notera avsaknaden av kontaktledningar tack vare utnyttjandet av APS (Källa: Wikipedia 2011).

Spårvagnsstäderna påpekar att spårvagnar bör ha breda dörröppningar och lågt golv för att medföra smidigt och snabb resandeväxling. De anser också att minst en av dörröppningarna ska vara handikappanpassad (Spårvagnsstäderna 2015, s. 7).

Spårvagnars utformning kan även nyttjas för att lyfta fram en symbol för exempelvis kommunen eller länet. Författarna av *Designkoncept / Vagn & Hållplats* tar upp att de tänkta spårvagnarna som ska trafikera Skåne i framtiden kan kläs med ett pilmönster för att lyfta fram Skånetrafikens identitet. Pilarna har blivit en symbol för Skånetrafiken som är trafik huvudman för Skånes kollektivtrafik. De påpekar också att insidans möblemang kan presenteras på liknande sätt genom att exempelvis klä stolarna i Skånetrafikens pilmönster (Spårvagnar i Skåne och Skånetrafiken 2013, s. 18 & 24).

## 11 Diskussion

Spårvägar har utvecklats en hel del från att de drogs med häst för runt två århundranden sedan tills idag. Moderna spårvagnar är ett hållbart och miljövänligt transportmedel som har hög kapacitet i proportion till utnyttjad yta i staden. Introduktionen av spårväg kan ses som ett medel för stadsomvandling och syftet med denna studie har varit att undersöka hur spårvägar kan bidra till skapandet av attraktiva stadsmiljöer. Eftersom förutsättningarna för spårvägsprojekt skiljer sig från stad till stad finns det ingen specifik lösning som alltid fungerar. Arbetet presenterar istället riktlinjer som kan följas för att skapa en attraktiv stad med spårväg.

Studiens resultat tyder på att det är viktigt att spårvägen får sitt berättigade utrymme i staden och att den blir integrerad i stadsbilden på ett smidigt sätt utan barriäreffekter. Där mycket människor är i rörelse och kan komma att korsa spårområdet har anläggningsprincipen *gatuspår*, alternativt *avskilt spår* med hårt markmaterial, goda användningsområden. Det medför enkel korsning av spårområdet för gång- och cykeltrafikanter och utgör därmed ingen barriäreffekt. Vid övriga delar av sträckan kan anläggningsprincipen *avskilt spår* nyttjas för en kortare restid samtidigt som ger en möjlighet att införa grönska i staden i form av gräs- och trädplanteringar.

Tidigare studier visar på att det går att öka andelen hållbara transporter i staden genom att introducera ett förbättrat kollektivtrafiksystem i samband med åtgärder som begränsar bilens trafikutrymme. Som tidigare nämnt var det viktigt att spårvägen får sitt berättigade utrymme i staden. Genom att ge spårvägen detta utrymme på bekostnad av bilens trafikutrymme kan man slå två flugor i en smäll och öka andelen hållbara transporter i staden.

Grönska är bra för människans hälsa samt bidrar till skapandet av attraktiva stadsmiljöer. Genom att förlägga spårvägen i gräsplanteringar kan delar av stadens döda hårda ytor åter igen bli gröna samtidigt som ytskiktet medför en viss bullerdämpande effekt samt tillåter fördröjt vattenintrång. Med väl lokaliserade gång- och cykelpassager utgör gräsplanteringar inte några större hinder i staden. För delar av sträckan där det är lämpligt med hänsyn till övrig trafik kan man därför tänka sig att gräsplanteringar bör utnyttjas i så stor utsträckning som möjligt. Trädplanteringar har många positiva effekter på stadsmiljön och kan nyttjas för att minska kontaktledningskomponenternas visuella intryck i staden. Trafikanterers sikt kan tänkas påverkas negativt av olämpligt placerade trädplanteringar. När det gällde kontaktledningsstolparna ansågs det viktigt att minska antalet stolpar i stadsmiljön. Antalet träd kan tänkas begränsas på liknande sätt, men kanske inte i samma utsträckning då

träd bidrar med goda effekter för stadsmiljön till skillnad från kontaktledningsstolparna. Arbetet tar inte upp det, men det är något som jag anser bör uppmärksammas och vidareundersökas. Trädplanteringar kan därför tänkas placeras längs sträckan där det anses lämpligt.

Examensarbetet tar upp flera riktlinjer som kan följas vid utformning av hållplatser. Eftersträvas en praktisk lösning är det relevant att använda en enkel hållplatsutformning. Arbetet har också visat på att det finns möjligheter för hållplatskonstruktioner att bli något större än endast en hållplats i staden, utan också ett sorts konstverk. Arbetets resultat tyder på att lokaliseringen av hållplatser är viktigt för miljön och hur attraktivt spårvägen som färdmedelalternativ anses vara. Tidigare studier har visat att en sträcka på mindre än en kilometer mellan målpunkt och hållplats brukar anses godtagbart av resenärer. Vid planering om vart spårvägen ska gå i staden kan man tänka att samma resonemang kan nyttjas för att spårvägen ska bli ett så attraktivt färdmedelsalternativ som möjligt.

En högre kontaktledningshöjd kan bidra till att kontaktledningen gör ett mindre visuellt intrång i staden. Nilsson betonade att kontaktledningshöjden till stor del styrdes av standarder vilket var en av anledningarna till att kontaktledningshöjden 5,5 meter kommer att nyttjas för Lunds spårvägsprojekt. Eftersom det kan vara till fördel ur en estetisk synpunkt att montera kontaktledningen högre upp kan det vara relevant med utredningar om införandet av nya standarder för detta i Sverige. Det är något som jag tycker bör uppmärksammas inför kommande spårvägsprojekt.

Alternativa strömförsörjningsmetoder så som tredje matningsskena (APS) och batteridrift gör självklart ett mindre visuellt intrång i stadsmiljön än ett kontaktledningssystem gör. Lösningarna har dock tidigare ansetts olämpliga för svenska spårvägsprojekt av diverse anledningar. Ska den tänkta spårvägen korsa känsliga stadsmiljöer med höga kulturvärden kan en utredning för dess användande bli relevant. I övriga fall bör ett vanligt kontaktledningssystem nyttjas.

Arbetet tar upp flera exempel på goda spårvagnsutformningar ur ett gestaltningsperspektiv. Eftersom spårvagnar har lång livslängd tycker jag att man bör sikta på att skapa en spårvagnsdesign som är tidlös och utstrålar modernitet. Gärna en unik spårvagnsdesign som blir en symbol för staden, som till exempel spårvagnarna i Tours och Luxemburg som lyfts fram i rapporten.

Arbetet tar upp många positiva effekter som spårvägar har för stadsmiljön från ett gestaltningsperspektiv, men utelämnar i många fall hur utförbara lösningarna är från en teknisk och samhällsekonomisk synvinkel. Exempelvis kan grönska ur ett gestaltningsperspektiv ses som ett verktyg för att introducera mer färg i staden, men från ett förvaltningsperspektiv kan man tänka sig att mer grönska leder till ökade förvaltningskostnader på grund av att det medför mer skötsel och underhåll. Trafikverkets handbok för gestaltning betonar att god infrastrukturarkitektur skapas i samspel mellan samtliga som planerar, bygger och underhåller det. En diskussion kring de olika lösningarna måste framföras med samtliga parter i projektet för ett resultat som alla blir nöjda med.

Arbetet tar upp att gestaltningsfrågorna i svenska spårvägsprojekt har i vissa fall infallit sent, men tar inte upp konkreta anledningar till varför det blivit så utöver att svenska spårvägsprojekt har varit mer ingenjördrivna. Det är ett ämne som kan vara av intresse för vidare utredningar. Följs Trafikverkets handbok kring gestaltningsarbete i framtida spårvägsprojekt bör det vara möjligt att undvika denna typ av problem.

## 12 Slutsats

I samband med nybyggen eller utbyggnader av spårväg finns det goda möjligheter för ombyggnad av stadsrummet och estetik som bör utnyttjas.

För att uppnå bästa möjliga slutprodukt är det viktigt att spårvägen ges prioritet i stadsrummet, kvalitén av det estetiska måste värderas högt och arbetet kring gestaltning och design bör påbörjas så tidigt som möjligt. Trafikverkets handbok för gestaltungsarbete och gestaltungsprogram i infrastrukturprojekt bör nyttjas i så stor utsträckning som möjligt för att uppfylla detta.

Vid torg och andra allmänna utrymmen där mycket människor kommer att korsa spårområdet bör anläggningsprincipen *gatuspår* utnyttjas, alternativt *avskilt spår* med hårt markmaterial. Vid övriga delar av sträckan bör anläggningsprincipen *avskilt spår* förlagd i gräsplantering användas med väl lokaliserade gång- och cykelpassager.

Hållplatserna bör konstrueras med upphöjd plattform och spårvagnarna med lågt golv för en smidig passagerarväxling. Hållplatsernas ytor bör utformas så att de upplevs som rymliga och gärna överdimensioneras för att minska trängsel och öka säkerheten. Det är viktigt att hållplatser har god belysning och tydlig trafikinformation för att de ska upplevas som attraktiva. En sträcka på mindre än en kilometer mellan hållplats och olika målpunkter bör användas som riktlinje vid stadgande av hållplatsernas läge i staden.

Kontaktledningar bör monteras med *direkt upphängning* (utan bärlina) och i så stor utsträckning som möjligt fästas med byggfäste i husfasader. De stolpar som används bör integreras med gatubelysning om möjligt för att minska antalet stolpar i staden. Kontaktledningsstolparna bör utformas med minsta möjliga tvärsnitt och ha en succesiv avsmalnande form. Dess färg bör vara lågmäld och smälta in med miljön. Trädplanteringar mellan stolparna bör nyttjas där det anses lämpligt för att reducera kontaktledningssystemets visuella intryck och bidra till en ökad variation av grönska i staden.

Spårvagnsfordonet bör ha unik spårvagnsdesign som är tidlös och utstrålar modernitet. För att dämpa bullret spårvagnarna alstrar vid drift bör det införas underhållsrutiner på daglig rengöring och skräpsugning av spåren i kombination med kontinuerligt underhåll av spår och vagnar. En tyst spårväg är en attraktiv spårväg.

## Källor

Alstrom (2017). *APS – Ground-level power supply*.

<http://www.alstom.com/products-services/product-catalogue/rail-systems/Infrastructures/products/aps-ground-level-power-supply/> [2018-02-26]

Besier, S (2015). *En utmaning: Kontaktledningar i stadsbilden*. Modern Stadstrafik nr 4, 2015.

Bjarnegård, H., Sandow, A., Sintorn, A., Elofsson, R., Röntfors, K., Löfmarck, B., Sjölund, D & Linder, A (2014). *Stadens färg – Policy och riktlinjer för färgsättning av utrustning i Göteborg*. Göteborgs Stad.

Bokalders, V & Block, M (2010). *The Whole Building Handbook. How to Design Healthy, Efficient and Sustainable Buildings*. ISBN: 978-1-84407-523-2.

Bolund, P & Hunhammar, S (1999). *Ecosystem services in urban areas*. Economy 29.

Bombardier (u.å). *First catenary-free trams with lightweight battery technology*. <http://primove.bombardier.com/projects/asia-pacific/china-nanjing-primove-tram.html> [2018-03-01]

Brännlund, F (2013). *Spårväg för en hållbar stad – Stadsomvandling och integrering med grön infrastruktur*. Institutionen för stad och land, Sveriges lantbruksuniversitet: Uppsala.

Dalstål, M & Jannas, T (2016). *Kontaktledningsavspänning – En jämförelse mellan fast och rörlig avspänning i spårvägs miljö*. Lunds universitet.

Dymén, C., Brockett, S., och Damsgaard, O. (2009). *Framtidens Nordiska Stad*. Nordregio Working Paper 2009:1. ISSN 1403-2511. Stockholm.

FOJAB (2014). *Planera klimatsmart! Fysiska strukturer för minskad klimatpåverkan*. FOJAB arkitekter.

Gustafsson, M., Peterson, K., Persson, K., Blomqvist, G., Gustafsson, M & Janhäll, S (2015). *Diffusa partikelemissioner från trafik I bygg- och industriverksamhet*. IVL Svenska Miljöinstitutet, Stockholm.

Hansson, J (2011). *Spårvagnskoncept för Skåne*. Trivector Traffic & TTK, Lund.

Hedström (2004). *Attraktiv och effektiv spårvägstrafik – Den moderna spårvägens egenskaper, funktioner och potential för urbana och regionala persontransporter*. VTI notat 504-2004. Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping.

Helsingborgs stad (2013). *Förstudie för Spårvägstrafik Helsingborg – Höganäs*. Förslagshandling 2013-08-28.

Johansson, T. & Lange, T. (2009). *Den Goda Staden. Spårväg Guide för etablering – Internationella erfarenheter för nordiska förhållanden*. Banverket, Borlänge.

Johansson, T & Svensson, T (2011). *Spårfaktorn på spåret - Förutsättningar för spårväg i svenska städer i ett internationellt perspektiv*. Vti rapport 721 – Linköping.

Kulpa, J., Schwartz, A., Owings & Merrill, S. (1995). *Reducing the Visual Impact of Overhead Contact Systems*. Transportation Research Board – National Research Council.

Lund (2011). *Spårväg Lund C till ESS – ett starkare kunskapsstråk med spår på Lundalänken* (Förslagshandling, 2011-05-02). Lund, Lunds kommun.

Lund (2014). *Riktlinjer för gestaltning | Spårväg Lund C – ESS Riktlinjer för spårvägsbygget*, (2014-02-05). Lund, Lunds kommun.

Malmö (2018). *Spårväg i Malmö*. <http://malmo.se/sparvagn> [2018-03-06]

Naturvårdsverket (2013). *FN:s klimatpanel Klimatförändring 2013 Den naturvetenskapliga grunden. Sammanfattning för beslutsfattare*. Rapport 6592 - december 2013.

Nordmalm, P., Sandberg, E., Berggren, Å & Emanuelsson U (1999). *Grönare städer – Biomångfald och grönsstruktur*. Svenska Naturskyddsföreningen. ISBN 91-558.6361-2.

Post, Robert C. (2007) *Urban Mass Transit: The Life Story of a Technology*. Greenwood press, Westport.



- PG Andersson (2018). *Svenska spårvägsstäder*.  
[https://www.sparvagssallskapet.se/fakta/svenska\\_sparvagsstader.php](https://www.sparvagssallskapet.se/fakta/svenska_sparvagsstader.php) [2018-03-06]
- Post, Robert C. (2007). *Urban Mass Transit: The Life Story of a Technology*. Greenwood Press. London. ISBN 0-313-33916-3.
- Railwaygazette (2006). *Test running starts on second Nanjing tram line*.  
<http://www.railwaygazette.com/news/single-view/view/test-running-starts-on-second-nanjing-tram-line.html> [2018-03-01]
- Ramboll (2013). *Spårväg Lund C till ESS – buller och vibrationer*. [2018-03-14]
- Ranby, H (2005). *Helsingborgs historia, del VII:3: Stadsbild, stadsplanering och arkitektur: Helsingborgs bebyggelseutveckling 1863-1971* Helsingborg: Helsingborgs stad. ISBN 91-631-6844-8
- Regeringen (2017). *Mål för transporter och infrastruktur*.  
<http://www.regeringen.se/regeringens-politik/transporter-och-infrastruktur/mal-for-transporter-och-infrastruktur/> [2018-02-23]
- Reijm, M (2006) *Lärobok kontaktledning – Introduktion*. Banverket
- Rogers, P (u.å). *The Mumbles Train – Worlds first railway service*.  
[http://www.welshwales.co.uk/mumbles\\_railway\\_swansea.htm](http://www.welshwales.co.uk/mumbles_railway_swansea.htm) [2018-03-06].
- Spårvagnar i Skåne och Skånetrafiken (2013). *Designkoncept / Vagn & Hållplats*. Version 2013:08\_1.0.
- Spårvagnsstäderna (2015). *Guidelines för attraktiv kollektivtrafik med fokus på modern spårväg*. Stockholm.
- Spårvagnsstäderna (u,å a). *Spårvagnar är miljövänliga*.  
<http://www.sparvagnsstaderna.se/miljovanligt> [2018-04-10]
- Spårvagnsstäderna (u,å b). *Spårvägsplaner i Uppsala*.  
<http://www.sparvagnsstaderna.se/sparvagsplaner-i-uppsala>. [2018-03-06]
- Stangeby, I & Norheim B (1995). *Fakta om kollektiv transport. Erfaringer og løsninger for byområder*. Transportøkonomisk institutt, Oslo.

Stål, Ö (2013). *Träd vid spårväg – Vedartad vegetation intill spårvägräls och luftledning*. Spårvagnar i Skåne

Trafikverket (2014). *Handbok för gestaltungsarbete och gestaltungsprogram i infrastrukturprojekt*. TRV 2014/78881.

Trafikverket (2018). *Transportsektorns utsläpp*.  
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/energi-och-klimat/Transportsektorns-utslapp/> [2018-04-11]

Tricevor (2008) *Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem – som finns på världsmarknaden och är i bruk*. Rapport 2008:26. Lund.

Tyréns (2012). *Miljökonsekvensbeskrivning Spårväg City från Djurgårdsbron till Frihamnen*. Stockholm.

Öhrström, E., Ögren, M., Jerson, T., Zachau, G., Gidlöf-Gunnarsson, A. (2009). *Effekter på sömnen av buller och vibrationer från tåg: Experimentella studier i sömnlaboratorium*. Sahlgrenska Akademin, Göteborgs universitet: Rapport.

## Figurkällor

Atkins åt Lunds kommun (2014, s. 69). *Riktlinjer för gestaltning / Spårväg Lund C – ESS Riktlinjer för spårvägsbygget* [fotografi]. Lund: Lunds kommun.

Mazerolles, B (2013). *Trams in Nice, France* [fotografi]. <https://www.youtube.com/watch?v=OIWL5CZK3iI> [2018-03-01]

Mazerolles, B (2014). *Tramway de Besancon – Premier jour* [fotografi]. <https://www.youtube.com/watch?v=eIH0gDrV7UM&index=19> [2018-05-11]

Mazerolles, B (2015). *Tours tramway* [fotografi]. <https://www.youtube.com/watch?v=SC-BpGiRhsU> [2018-05-15]

Mazerolles, B (2016 a). *Paris tram – Line T3b – La Chapelle – Pantin* [fotografi]. <https://www.youtube.com/watch?v=lbwSIphCPjY> [2018-05-06]

- Mazerolles, B (2016 b). *Tours tramway by night* [fotografi].  
[https://www.youtube.com/watch?v=IZzWU\\_oVVXA](https://www.youtube.com/watch?v=IZzWU_oVVXA) [2018-03-20].
- Mazerolles, B (2017 a). *Reims tramway* [fotografi].  
<https://www.youtube.com/watch?v=YeSa3kJsp90> [2018-03-20].
- Mazerolles, B (2017 b). *Angers tramway* [fotografi].  
<https://www.youtube.com/watch?v=eIt1cRuZXOQ> [2018-03-20].
- Mazerolles, B (2017 c). *Luxembourg's new tram* [fotografi].  
<https://www.youtube.com/watch?v=mLW7hNE1Rck> [2018-04-18].
- Mazerolles, B (2017 d). *Le Mans tramway* [fotografi].  
<https://www.youtube.com/watch?v=8jakQCqjZFc> [2018-05-06].
- Mazerolles, B (2018 a). *Mulhouse tram-train* [fotografi]  
<https://www.youtube.com/watch?v=2ZwcsJyZ9Z8> [2018-05-06].
- Mazerolles, B (2018 b). *Mulhouse tramway* [fotografi]  
[https://www.youtube.com/watch?v=\\_JIIR-oZgfQ](https://www.youtube.com/watch?v=_JIIR-oZgfQ) [2018-05-06].
- Mazerolles, B (2018 c). *Rotterdam Metro* [fotografi]  
<https://www.youtube.com/watch?v=YDsf5Xo0U88> [2018-05-11].
- Metro Arkitekter åt Lunds kommun (2014, s. 27, 66). *Riktlinjer för gestaltning / Spårväg Lund C – ESS Riktlinjer för spårvägsbygget* [fotografi]. Lund: Lunds kommun
- Wikipedia (2005). *Spårvagn 65 vid Söder Tull i Norrköping, Östergötland, Sverige* [fotografi].  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sp%C3%A5rvagn\\_65\\_vid\\_S%C3%B6der\\_Tull,\\_Norrk%C3%B6ping,\\_juli\\_2005.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sp%C3%A5rvagn_65_vid_S%C3%B6der_Tull,_Norrk%C3%B6ping,_juli_2005.jpg) [2018-05-02].
- Wikipedia (2008 a). *Tramway de Nice sur la place Masséna le 10 octobre 2008* [fotografi].  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tramway\\_in\\_Nice.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tramway_in_Nice.jpg) [2018-03-01].
- Wikipedia (2008 b). *Citadis of the Line B near the square "place des Quinconces", Bordeauc, France* [fotografi].  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:XDSC\\_7576-tramway-Bordeaux-ligne-B-place-des-Quinconces.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:XDSC_7576-tramway-Bordeaux-ligne-B-place-des-Quinconces.jpg) [2018-02-26]

Wikipedia (2008 c). *Station Victor Hugo du tramway d'Orléans, Olivet, Loiret, France* [fotografi].  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tramway\\_Orleans\\_Victor\\_Hugo.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tramway_Orleans_Victor_Hugo.jpg) [2018-05-21].

Wikipedia (2009 a). *Tvärbanans station "Årstabergr", Stockholm* [fotografi].  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:C3%85rstabergr\\_2009e.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:C3%85rstabergr_2009e.jpg) [2018-05-02].

Wikipedia (2009 b). *Sirio spårvagn linje 6 Frihamnen* [fotografi].  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linje\\_6.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linje_6.jpg) [2018-05-15].

Wikipedia (2010). *Gammal och ny spårvagn på Tvärbanan* [fotografi].  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tv%C3%A4rbanangamlanya.jpg> [2018-04-16]

Wikipedia (2011). *Le tramway de Reims pendant l'inauguration à l'arrêt Opéra, Reims, Marne, France* [fotografi].  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tramway\\_de\\_Reims.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tramway_de_Reims.jpg) [2018-05-18].

Wikipedia (2012). *Cable car in Norrköping, Sweden* [fotografi].  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sp%C3%A5rvagn.jpg> [2018-05-15].

Wikipedia (2014). *Francias : Rue de Jeanne d'Arc, Orléans.* [fotografi].  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orleans3.jpg> [2018-03-26]

Wikipedia (2016). *A Nanjing Hexi Trams train is leaving Yuantong Station.* [fotografi].  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nanjing\\_Hexi\\_Trams\\_train.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nanjing_Hexi_Trams_train.jpg) [2018-03-01]

## **Personlig kommunikation**

Pia Eliasson Hane-Weijman, Teknikansvarig för gestaltning ÅF, möte 2018-03-15.

Kenny Nilsson, ÅF Sektion Elteknik syd, mailkommunikation 2018-04-26 & 2018-05-15.