



Regional samverkan: **SPÅRVAGNAR I SKÅNE**

Handledning för spårvägsplanering i Skåne

april 2011



Illustration David Wiberg © Malmö SBK

Förord

Intresset för spårvagnstrafik växer sig allt starkare i Skåne, i synnerhet i de tre större städerna Malmö, Helsingborg och Lund. Alla städerna har tagit beslut om att genomföra förstudier av deras respektive första etapp av spårväg. Regionen och berörda kommuner har ett i spårvagnssammanhang unikt samarbete. Dels finns en förmodad ansvarsfördelning med kommunerna som förvaltare av spårinfrastrukturen och regionen som ansvarig för trafikeringen, dels eftersträvas en samverkan mellan tre städer. Målet är ett effektivt och attraktivt spårvägssystem, som dock rent fysiskt är uppdelat i tre städer med omnejd.

Samarbetet hanteras inom samverkansprogrammet "Spårvagnar i Skåne" (SPIS), som under 2010-2011 bedriver fem delprojekt.Handledningen för spårvägsplanering är ett delprojekt som under 2010 är behandlad i en arbetsgrupp med deltagare från alla fyra parter inom SPIS. Förutom undertecknade består arbetsgruppen av Camilla Morland och Daniel Svanfelt, Malmö stad, Håkan Lindström och Martin Wester, Helsingborgs stad samt Christian Rydén och Christer Hansson, Lunds kommun. Arbetsgruppen har konsultföretaget Trivector Traffic till hjälp.

Spårvägshandledningen ska visa upp parternas gemensamma bild av det kommande spårvägssystemets standard och utformning. Handlingen redovisar bland annat förutsättningarna för spårvagnstrafik i stads- och trafikplaneringen i Skåne.

Mattias Schiöth

Delprojektledare Handledning för spårvägsplanering
Skånetrafiken, Region Skåne

Lars Brümmer

Samordningsansvarig SPIS
Regional utveckling, Region Skåne

Dokumentinformation

Titel	Handledning för spårvägsplanering i Skåne
Serienr	2010:09
Projektnr	10006
Författare	Joel Hansson, Trivector Traffic PG Andersson, Trivector Traffic Malena Möller, Trivector Traffic Björn Petersson, Trivector Traffic
Bilder	© Trivector Traffic där inte annat anges.
Layout	Björn Petersson, Trivector Traffic
Kvalitetsgranskning	PG Andersson, Trivector Traffic Joel Hansson, Trivector Traffic
Beställare	Skånetrafiken, Region Skåne, Malmö stad, Helsingborgs stad och Lunds kommun Kontaktperson: Mattias Schiöth, Skånetrafiken, tel. 0451-28 85 70

Dokumenthistorik

Version	Datum	Förändring	Distribution
0.1	2010-02-24	Utkast teknisk standard	Arbetsgrupp
0.2	2010-04-13	Uppdaterad teknisk standard	Arbetsgrupp
0.3	2010-05-07	Utformningsprinciper	Arbetsgrupp
0.4	2010-06-10	Justerad efter synpunkter	Internt för granskning
0.5	2010-06-11	Ny disposition	Arbetsgrupp
0.6	2010-06-23	Samrådshandling	Remissinstanser
0.7	2010-12-07	Justerad efter remissynpunkter	Arbetsgrupp
0.8	2010-12-23	Smärre ytterligare justeringar	Arbetsgrupp
0.9	2011-01-27	Preliminärversion	SPIS styrgrupp
1.0	2011-04-04	Beslutad version	SPIS

Trivector Traffic AB
Kontor Stockholm
info@trivector.se

Åldermansgatan 13
Barnhusgatan 16
www.trivector.se

227 64 Lund
111 23 Stockholm

tel 046-38 65 00
tel 08-54 55 51 70

fax 046-38 65 25
fax 08-54 55 51 79

Innehållsförteckning

Förord

1. Om spårvägshandledningen, riktvärden och gränsvärden	1
1.1 Ett verktyg för översiktlig planering av spårväg i Skåne	1
1.2 Begreppen riktvärde och gränsvärde	2
2. Grundläggande principer – kännetecknen för skånsk spårväg	5
3. Spårvägen i stadsmiljön och i landskapet	9
3.1 Spårvagnar	9
3.2 Fria rummet – grundläggande mått	13
3.3 Spårvägens placering i gaturummet	15
3.4 Hur utformas gatan kring spårvägen?	18
3.5 Spårväg i landsbygdsmiljö	21
3.6 Banteknik – radier, lutningar och laster	23
3.7 Strömförsörjning	26
3.8 Buller och vibrationer	31
3.9 Underjorden	33
4. Spårvägen i relation till övrig trafik	35
4.1 Framkomlighet	35
4.2 Gemensamma utrymmen – gågator, torg och korsningar	37
4.3 Trafiksäkerhet	40
4.4 Signalsystem	43
4.5 Spårvagnar på järnväg	44
5. Hållplatser	47
5.1 Placering	47
5.2 Utformning	49
5.3 Integrering i stadsmiljön	51
5.4 Relation mellan buss och spårvagn	53
6. När du vill veta mer – litteraturförteckning	56



Florens, Italien

1. Om spårvägshandledningen, riktvärden och gränsvärden

1.1 Ett verktyg för översiktlig planering av spårväg i Skåne

Spårvägshandledningen definierar de gemensamma, utformningsmässiga ramarna för de skånska spårvägssystemen. Först och främst slår handledningen fast vilka mått och andra tekniska krav som ska gälla för anläggningarna. Den beskriver också vilka valmöjligheter som finns – och konsekvenserna av dem – vid utformningen av systemet.

Jämförelser har gjorts med värden för befintliga svenska spårvägar, men eftersom det inte finns någon gemensam standard och måtten i dessa system bygger på olika historiska förutsättningar har det inte bedömts lämpligt att genomgående använda värden från dessa spårvägssystem. Flera av värdena baseras istället på den tyska spårvägsstandarden som definieras i BOStrab. I många fall har dessutom särskilda avvägningar gjorts med hjälp av olika svenska och internationella erfarenheter, med anpassning för de skånska förhållandena.

Målet är att handledningen ska fungera som en hjälp för planerare i olika sammanhang – ett verktyg som kan användas vid exempelvis detaljplanläggning i de skånska kommuner som planerar för spårväg. Handledningen är också första steget i att definiera de tekniska ramarna för de skånska spårvägarna. Detta innebär inte att den tar upp alla detaljer, utan många områden kommer att fördjupas i samband med exempelvis projekteringsanvisningar eller inför fordonsupphandling.



Figur 1-1. Bybanen i Bergen.

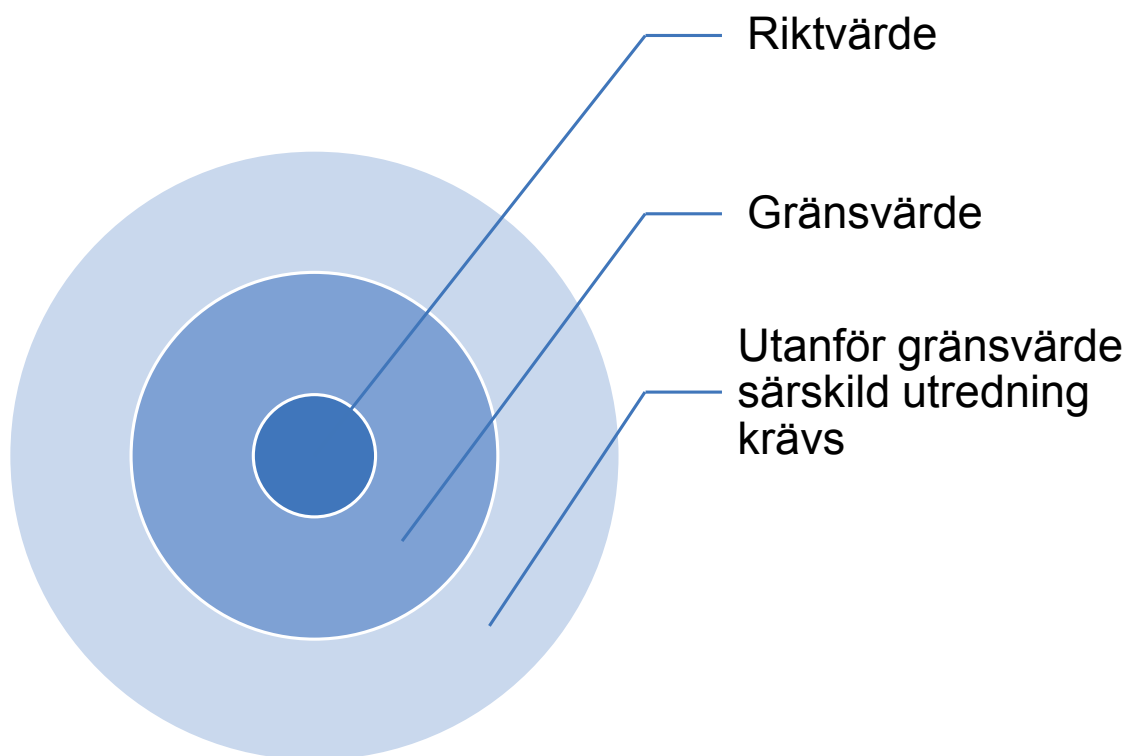
1.2 Begreppen riktvärde och gränsvärde

Handledningen definierar ett antal grundläggande värden för de skånska spårvägarnas utformning. Handlingen är uppbyggd kring riktvärden och gränsvärden.

- Riktvärdet ger god standard.
- Gränsvärdet ger acceptabel standard.

Avsteg från ett gränsvärde kräver särskild utredning i varje enskilt fall, med beskrivning av konsekvenser och alternativa lösningar. Förankring med den regionala spårvägsorganisationen (SPIS – regionalt samverkansprogram för spårvagnar i Skåne) är viktig, och på sikt är det tänkbart att avsteg från gränsvärden måste godkännas av den framtida organisation som står för driften av spårvägsanläggningen.

Notera att gränsvärdet i vissa fall inte är detsamma som vad som är tekniskt möjligt. Avsteg kan dock få allvarliga konsekvenser för exempelvis restid, tillgänglighet eller trafiksäkerhet och därför är det viktigt att i varje fall, där avsteg från ett gränsvärde diskuteras, pröva alternativa lösningar och följderna av dessa.



Figur 1-2. Handledningen är uppbyggd kring riktvärden och gränsvärden. Avsteg från gränsvärdet kräver särskild utredning.

Det är ett vanligt misstag att man i tidiga planeringsskeden alltför lättvindigt gör avsteg från gränsvärdena och utnyttjar de tekniska minimikraven. I UITP:s sammanställning *Guidelines for selecting and planning a new light rail system, Level 2, Typical light rail system parameters* står exempelvis beträffande kurvradier:

“It is recommended to use a minimum radius of 25 m in the early planning stages. Often, through the more accurate design in later stages, after inserting transition curves, (...) a 25 m radius could be reduced to 22.5 or 20 m.”

Avsteg från detta gränsvärde redan i ett tidigt skede riskerar att senare ge allvarliga konsekvenser för spårvagnsutförande, passagerarkomfort, slitage, buller och i slutändan systemets funktion och effektivitet. För övrigt konstaterar UITP att 100 m radie är ett bättre riktvärde än minimikravet 25 m, som bara bör användas undantagsvis. Mer om kurvradier står att läsa i avsnittet om banteknik i denna handledning.

Det bör också noteras att de olika riktvärdena och gränsvärdena inte kan ses som fristående värden, utan parametrarna samverkar inte sällan med varandra. En generell tumregel kan vara att man bör undvika att ligga nära gränsvärdet för flera parametrar samtidigt. En del viktiga samband berörs i denna handledning, i den mån de bedöms intressanta för den översiktliga planeringen. Specialfallen lämnas, liksom andra detaljfrågor, för närmare beskrivning i kommande skeden av spårvägsplaneringen.



Figur 1-3. Svängande spårvagn i Madrid. Spårvägens krav på stora kurvradier gör att den går genom cirkulationsplatsen, något som också ger den tydlig prioritet gentemot biltrafiken.

ernata VILACO



Florens, Italien

2. Grundläggande principer – kännetecken för skånsk spårväg

I det inledande arbetet med spårväg i Skåne beskrevs spårvägen på följande sätt:

”Spårvägstrafik är det mest kapacitetsstarka, miljöanpassade och utrymmessnåla trafikslaget ovan mark, men det är mer än så. En väl utformad spårvägstrafik får stora systemeffekter och ger – jämfört med bussen – förutsättningar för högre kvalitet, kortare restider, större attraktivitet och ökat resande. Ett spårvägssystem är tydligt, ger struktur åt staden och nya förutsättningar för bebyggelse och stadsförnyelse. Ekonomisk och social integration stimuleras. Det finns flera exempel i Europa på spårvägs-satsningar som lett till förnyelse, social integration och utbyggnad av den stad som berörs.

Syftet med den planerade spårvägstrafiken är att den ska ge kollektivtrafiken ökad kapacitet och bättre kvalitet samtidigt som den blir mer miljöanpassad, mer attraktiv och konkurrenskraftig och leder till ökat resande. En avgörande förutsättning för att syftet med trafiken ska uppnås är att den blir en integrerad del av den lokala och regionala kollektivtrafiken i respektive stad och i regionen och ingår i de sammanhållna system för priser, biljetter, information, marknadsföring, försäljning mm. som finns för denna.”

Med utgångspunkt från denna definition kan vi förstå att en skånsk spårväg inte endast är en transportkorridor utan även en viktig del i stadsutvecklingen. Detta ställer höga krav på utformning av spårvägen och dess omgivning samtidigt som onödiga barriärer inte får skapas. Följande ledord hjälper till i designen av spårvägen:

- Spårvägsnärlig utformning hellre än järnvägsnärlig.
- Separerad och samtidigt en naturlig del av stadsmiljön.

Nyckelpunkter

2

Spårvägen ska ges en god framkomlighet (med ett riktvärde för medelhastigheten i tätortsmiljö på ca 25 km/tim) vilket innebär egen bana utmed hela sträckningen. Den egna banan behöver inte vara inhägnad men måste vara tydligt markerad så att andra trafikanter tydligt förstår vilken yta som är avsedd för spårvägen. I de fall det krävs hinder för passage av spåren är gröna välplanerade häckar inte sällan en bättre lösning än standardiserade nätstaket. I detta sammanhang utgör även utformningen av kontaktledningsanläggningen en viktig del av spårvägens image. Man kan välja att försöka gömma kontaktledningen eller att skapa en tydlig gatmöbel av framförallt stolparna som bär upp kontaktledningen.

Skånsk spårväg etableras och ersätter busstrafiken när resandet uppgår till mellan 800 och 1000 resenärer i en riktning under den mest belastade timmen. Utöver kapaciteten är miljöaspekten central, med målet att skapa ett långsiktigt hållbart transportsystem i Skåne. Förutom kapacitetskravet kan spårväg också bli aktuell som ett medel att minska trängseln i vägnätet, under förutsättning att spårvägen ses som ett alternativ till vägutbyggnad.

De följande bilderna visar på olika lösningar, så väl föredömen som sådana som bör undvikas, från städer med spårväg.



Figur 2-1. Snabbspårväg för 70 km/tim i Lyon. Banan, som ligger i gräsmatta, avgränsas från gångvägen med en välplanerad plantering.



Figur 2-2. Snabbspår i Göteborg. Banan, som ligger på makadambädd, avgränsas från omgivningen med nätstaket. Även kontaktledningsanläggningen är mer järnvägmässig än motsvarigheten i Lyon.



Figur 2-3. Stadsspårväg i Lyon på egen bana. Spårvägen utgör en naturlig del av stadsmiljön och går helt separerad från övrig trafik. Framkomligheten garanteras även av prioritering i trafiksignaler.



Figur 2-4. Gatuspårväg i Stockholm (Gröndal). Spårvägen går blandad med övrig trafik och risken för stopp bakom bilar i kö är stor. Hastigheten för spårvagnen riskerar att bli låg.



Kassel, Tyskland

3. Spårvägen i stadsmiljön och i landskapet

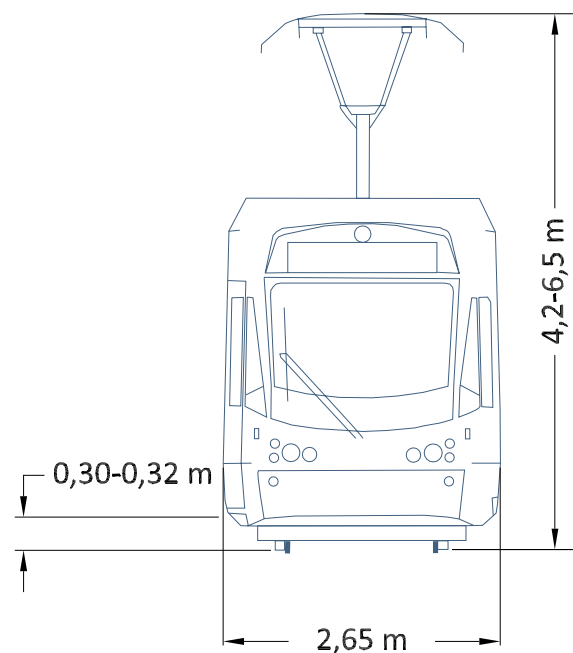
3.1 Spårvagnar

Parameter	Riktvärde	Gränsvärde	Vid undantag	Nyckelpunkter 3.1
Bredd, exklusive ev. backspeglar		2,65 m	Max 2,65 m	
Bredd, inklusive ev. backspeglar		Max 2,95 m	-	
Längd, lokala linjer	30 - 45 m	Max 65 m (2*32 m)	-	
Längd, regionala linjer		Max 80 m (2*40 m)	-	
Höjd med nedfälld strömvtagare		Max 4,0 m	-	
Funktionshöjd strömvtagare		4,2 - 6,5 m	-	
Instegshöjd		0,30 - 0,32 m	-	
Tvåriktningsvagnar				
Vikt	max 2 ton/m	max 2,5 ton/m	-	
Axeltryck	max 10 ton	max 12 ton	-	

Bredd

Standardbredd på moderna spårvagnar är 2,40 eller 2,65 m. För de skånska spårvagnarna väljs bredden 2,65 m. Detta ger bättre komfort (bredare säten och/eller rymligare mittgång) och i viss mån högre kapacitet (den tillgängliga ytan i spårvagnen ökar med 10 %) jämfört med 2,40 m bredd. Det finns också en regional aspekt. En bredare vagn är bättre lämpad för trafikuppgiften på de regionala linjer som planeras i Skåne, i synnerhet om så kallad duotrafik med spårvagnar på järnväg blir aktuell. 2,40 m breda spårvagnar skulle då kräva komplicerade speciallösningar på hållplatserna för att komma tillräckligt nära plattformen.

Med 2,65 m breda spårvagnar bör man vara särskilt noggrann med tydligheten i gaturummet, så att framkomligheten inte blir lidande. Spårvagnarna är något bredare än bussar, och den större bredden ökar risken för att spårvagnen blockeras. Risken är särskilt stor i blandtrafik, något som emellertid inte kommer att vara vanligt i Skåne (målsättningen är att det inte ska förekomma alls). För att undvika problemet bör spårvagnens utrymme tydligt markeras med till exempel linjemarkering eller avvikande material i spårområdet.



Figur 3-1. Bredd och höjd för skånska spårvagnar.

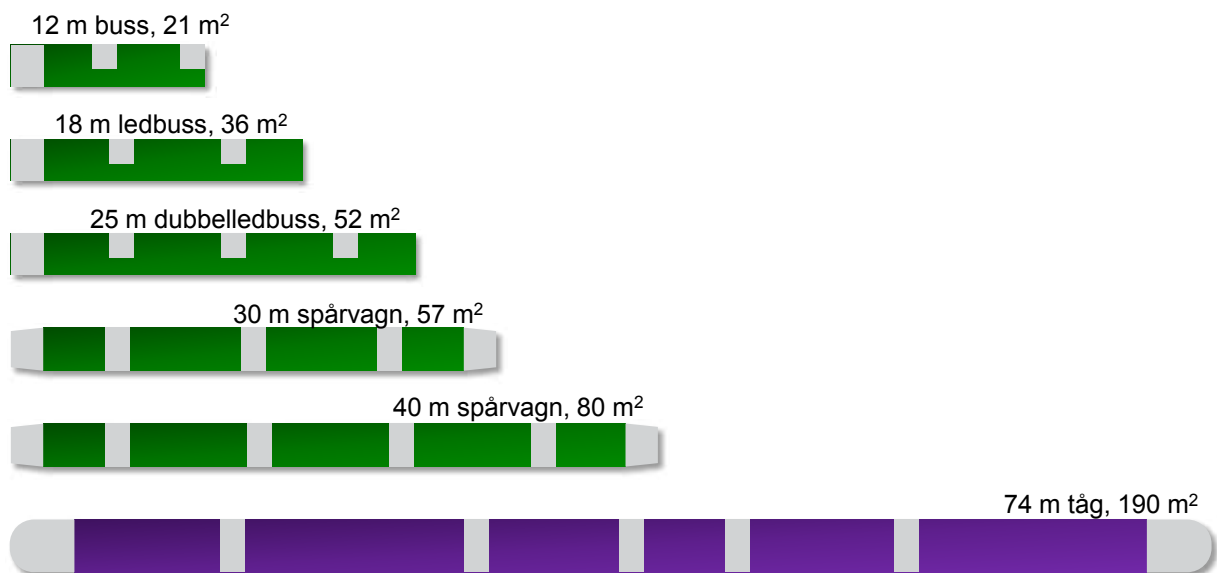
Backspeglar ersätts allt oftare med kameror utmed vagnssidorna (benämns ofta elektronisk backspegel). Kameror kräver i princip inget extra utrymme utanför vagnssidan. Backspeglar som sticker ut upp till 0,15 m på vardera sidan av spårvagnen påverkar dock inte normalsektionen med de mått som beskrivs här. Total tillåten spårvagnsbredd inklusive backspeglar är därför max 2,95 m.

Längd

Spårvagnarnas längd är avgörande för systemets kapacitet. En 29–32 m lång spårvagn (30-metersvagn) innebär knappt en fördubbling av kapaciteten jämfört med en 18 m lång ledbuss, förutsatt samma turtäthet. Med 40–43 m långa spårvagnar (40-metersvagnar) kan man nästan trefaldiga kapaciteten jämfört med ledbussar.

För att möjliggöra en fördubbling av kollektivresandet och mer därtill kommer det på vissa lokala linjer att krävas vagnslängder på runt 40 m. Ett flertal systemspårvagnar som finns på marknaden idag är drygt 40 m långa (vissa extremfall är ännu längre med fordonsenheter på över 50 m). I ett inledande skede eller på linjer där kapacitetsbehovet inte är lika stort kan vagnslängder på runt 30 m vara tillräckligt. Spårvagnar på lokala linjer bör alltså vara mellan 30 och 45 m långa, beroende på kapacitetsbehovet.

På regionala linjer varierar resandet beroende på tidpunkt i större utsträckning än på lokala linjer. Det kan därför vara motiverat att köra med dubbelkopplade fordonsenheter på de regionala linjerna i vissa tidslägen. Med dubbelkopplade spårvagnar minskar kapacitetsglappet mellan spårvagn och tåg, vilket innebär att det blir möjligt att kunna välja den lättare spårinfrastrukturen framför konventionell järnväg även på linjer där kapacitetsbehovet är förhållandevis stort. Dubbelkopplade spårvagnar innebär också att man klarar sig med enkelspårssträckor i större utsträckning, eftersom det går att erbjuda samma kapacitet vid lägre turtäthet än med enkla fordonsenheter. De spårvagnar för regional trafik som finns på marknaden är inte längre än 40 m. Dubbelkopplade spårvagnar på regionala linjer innebär därmed max 80 m total längd.



Figur 3.2. Jämförelse av tillgänglig yta i några olika fordonstyper. Den tillgängliga ytan har uppskattats via längd, bredd och med avdrag för förarplats och yta kring dörrarna (cirka 1,5 m gånger 1,5 m). Spårvagnarna är 2,65 m breda tvåriktningsvagnar och tåget är ett modernt Pågatåg av typen X61. Observera att kapaciteten inte är rakt proportionell mot den tillgängliga ytan i respektive fordon. Spårfordon klarar normalt fler stående per yta tack vare bättre gångegenskaper. Ytan vid dörrarna, som inte räknats in i ytangivelserna ovan, kan också användas av stående passage rare.

Höjd

Med helt nedfälld strömavtagare är de spårvagnar som finns tillgängliga på marknaden maximalt 4,0 m höga, mätt från rälsöverkant. Detta mått anges också som maxhöjd i BOStrab §34.

För att kunna anpassa kontaktledningen till broar och samtidigt ha frihet för anpassning till stadsmiljön i övrigt bör strömavtagarens funktionshöjd åtminstone omfatta intervallet 4,2–6,5 m, mätt från rälsöverkant. Observera att detta intervall ger gränsen för vad som ska vara tekniskt möjligt i systemet, och är inte detsamma som gränsvärdet för kontaktledningshöjden.

Instegshöjd

Dörröppningen bör finnas 0,30–0,32 m över rälsöverkant, vilket är ett normalt värde för moderna spårvagnar.

Maxhastighet

Enligt BOStrab §49 är det lämpligt att köra på sikt i hastigheter upp till 70 km/tim. För högre hastigheter krävs ett signalsystem av järnvägstyp. På lokala linjer är det därför lämpligt att eftersträva en maximal hastighet för spårvagnarna på 70 km/tim.

På regionala linjer krävs högre hastigheter för att kunna erbjuda attraktiva restider. De spårvagnar för regional trafik som finns på marknaden idag har normalt en maxhastighet på 100 km/tim. Detta är också en rimlig målhastighet för att kunna åstadkomma attraktiva restider i de regionala stråken. På regionala linjer bör spårvagnarna alltså kunna framföras i hastigheter upp till åtminstone 100 km/tim.

Acceleration och ryck

1,2 m/s² är ett normalt värde på acceleration i spårfordon för lokal trafik. Värdet är en avvägning mellan restid och komfort. 1,2 m/s² gäller för accelerationen exempelvis i tunnelbanan och på Tvärbanan i Stockholm.

Mer kritiskt för komforten än accelerationen är rycket, det vill säga accelerationens förändring per tidsenhet. Obehag för gående passagerare uppstår vid ryck större än 0,4 m/s³, enligt en licentiatavhandling från KTH (Förstberg 1996). För stående och sittande passagerare är gränsvärdena något högre. VGU använder för mjukt körsätt 0,5 m/s³ som grundvärde för ryck i längdled.

Bromsförmåga

Maximal stoppsträcka på plant spår med fungerande nödbroms regleras i BOStrab §36 enligt följande tabell.

Utgångshastighet	Genomsnittlig retardation	Maximal stoppsträcka
20 km/tim	1,71 m/s ²	9 m
30 km/tim	2,04 m/s ²	17 m
40 km/tim	2,29 m/s ²	27 m
50 km/tim	2,47 m/s ²	39 m
60 km/tim	2,57 m/s ²	54 m
70 km/tim	2,73 m/s ²	69 m

Driftsbroms ger normal retardation på runt 1 m/s². Driftsbromsens prestanda bör dock ligga högre för att kunna kompensera för medlut.

Kurvtagning, horisontalradie

Kurvtagningsförmåga är en avvägning mellan möjlighet till anpassning i stadsmiljön och komfort vid högre hastigheter. Klarar spårvagnen ner till 25 m radie finns goda möjligheter till anpassning i staden samtidigt som det är möjligt att åstadkomma goda köregenskaper vid högre hastigheter. 25 m som minsta radie är utgångspunkt i planeringen. Det kan visa sig att det på något enstaka ställe blir nödvändigt att gå ner till ännu mindre radie, och då måste fordonen naturligtvis vara anpassade för detta. Notera att minimiradien helst bara bör användas i depån och på andra ställen där utrymmet är väldigt begränsat – spårvagnens gränsvärde anger vad som är tekniskt möjligt att bygga infrastrukturen efter, men andra gränsvärden gäller för banan.

Vertikalradie

625 m vertikalradier, såväl konvexa (backkrön) som konkava, bör klaras av de flesta moderna spårvagnar enligt den tyska standarden. Notera att spårvagnens gränsvärde anger vad som är tekniskt möjligt att bygga infrastrukturen efter, men andra gränsvärden gäller för banan.

Tvåriktningsvagnar

Eftersom det på flera planerade linjer saknas utrymme för vändslingor ska spårvagnarna kunna manövreras från båda vagnsändarna. Detta innebär också mindre störningskänslighet, eftersom tvåriktningsspårvagnar kan vända var som helst på linjen där det finns en växelförbindelse mellan spåren, för att trafikera andra riktningen. Nackdelen är sämre sittplatskapacitet, eftersom enriktningsspårvagnar har förarhytt i bara en vagnsände och dörrar bara på ena sidan. Även om vändslinga inte är nödvändig för tvåriktningsvagnar kan det ändå övervägas, eftersom vändningen går snabbare jämfört med övergångsväxlar där föraren tvingas till byte av körande.

Vikt

Riktvärdet max 2 ton per meter spårvagn ger normalt tillräcklig lastkapacitet och rimlig fordonsvikt. Gränsvärdet ligger högre, max 2,5 ton per meter, men tyngre spårvagnar än riktvärdet 2 ton per meter bör bara tillåtas i undantagsfall (till exempel spårvagnar för regional trafik, det vill säga högre hastigheter) eftersom man annars riskerar att få onödigt tunga spårvagnar som slukar energi och sliter på spåret. Tungna spårvagnar genererar också mer buller och vibrationer.

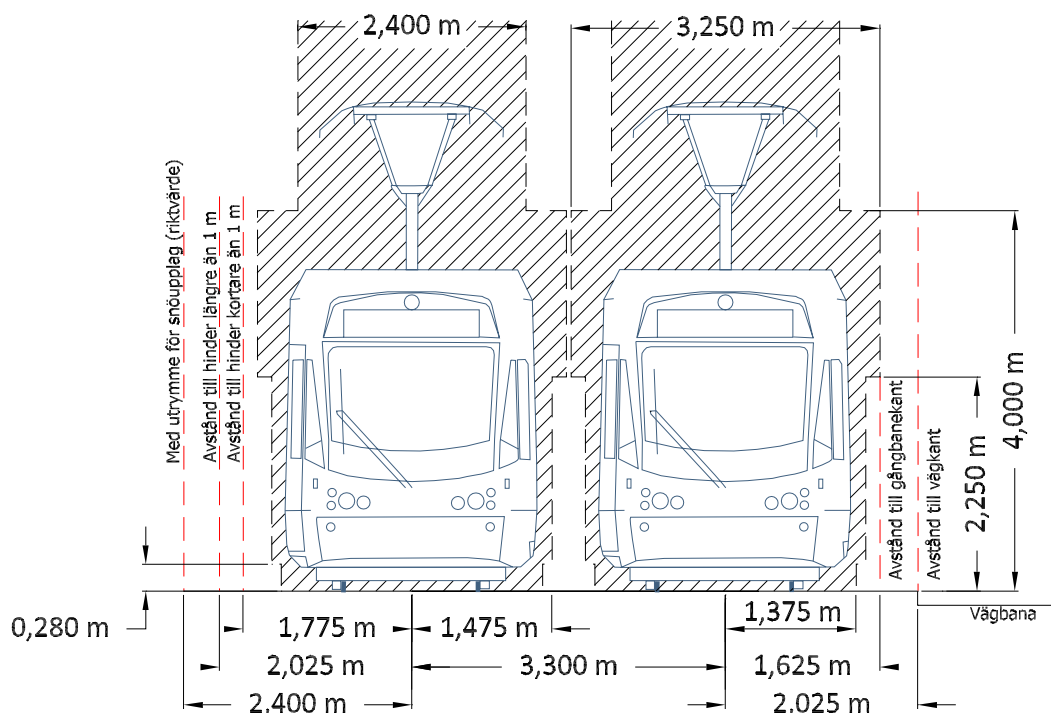
Motsvarande gäller för axeltrycket – även om gränsvärdet är max 12 ton bör mer än 10 ton axeltryck bara tillåtas i undantagsfall för att undvika onödigt tunga spårvagnar med hänsyn till energiförbrukning, spårslitage, buller och vibrationer.



Figur 3-3. Spårväg i Mulhouse.

3.2 Fria rummet – grundläggande mått

Parameter	Riktvärde	Gränsvärde	Vid undantag	Nyckelpunkter 3.2
Fri bredd		Min 3,25 m	-	
Spårmittavstånd		Min 3,30 m	-	
Avstånd mellan spår- mitt och plattform		1,375 m	-	
Avstånd mellan spår- mitt och väggkant för parallell fordonstrafik vid sidan av spårvägen		Min 2,025 m	-	
Avstånd från spår- mitt till fasta hinder kortare än 1 m		Min 1,775 m	-	
Avstånd från spår- mitt till fasta hinder längre än 1 m	Min 2,40 m	Min 2,025 m	-	
Breddökning i kurvor, på respektive sida av ett spår		Min 12,5/R [m], där R är radien i meter	-	



Figur 3-4. Normalsektion med de minimimått som gäller för spårvägen i rakspår. Notera att kontaktledningsstolpar inte ingår i denna sektion – detta exempel förutsätter således väggupphängd kontaktledning, kontaktledningsstolpar på sidorna eller att det är ett helt trådlöst avsnitt. Se även typsektioner på sidorna 16, 17, 28 och 50, som visar spårvägsutrymmets totala bredd i ett antal olika situationer.

Utrymmesbehoven längs en spårvägslinje varierar beroende på en rad faktorer som vegetation, val av kontaktledningsupphängning, eventuella staket, typ av rumsbildning och övrig trafik. Där hållplatser anläggs krävs också extra utrymme jämfört med de mellanliggande sträckorna. Här definieras de grundläggande måtten i spårvägsanläggningen.

Fri bredd, spårmittavstånd och avstånd till väggkant

Fri bredd är maximal spårvagnsbredd inklusive backspeglar plus 0,15 m vingelmån (spårvagnen kan "gunga" lite på grund av små avvikelser i spåret) på vardera sidan, totalt 3,25 m. Mellan spåren bör avståndet vara något bredare. Med minst 3,3 m spårmittavstånd är det möjligt att låta bussar trafikera hållplatserna (även om detta inte sker i normal drift kan det vara en fördel att vid driftsstörningar inte nödvändigtvis måste finnas särskilda reservhållplatser). 3,3 m spårmittavstånd ger 0,65 m avstånd mellan vagnssidorna när två spårvagnar möts.

Utmed spårvägen bör det finnas ett säkerhetsutrymme med minst 0,7 m bredd från vagnssidan (BOStrab §19). Här ska det vara säkert att vistas, ifall spårvagnen behöver utrymmas, och därför får det inte finnas någon trafik utöver gångtrafik inom detta område. Minsta avstånd mellan spårmitt och väggkant blir därmed 2,025 m (gränsvärde). Ska det dessutom finnas utrymme för snömagasin mellan spårvägen och vägbanan bör avståndet ökas till 2,4 m (riktvärde).

Gångbanor kan samordnas med säkerhetsutrymmet, och för dessa är det alltså fria rummet som utgör begränsningen, 1,625 m från spårmitt.

Minsta avstånd till fasta hinder

Det ska mellan spårvagnssidan och korta hinder finnas ett utrymme på minst 0,45 m (BOStrab §19). Detta innebär att avståndet mellan spårmitt och hinder kortare än 1 m ska vara minst 1,775 m. För långsträckta fasta hinder gäller samma som för väggkant, ett säkerhetsutrymme med minst 0,7 m bredd ska finnas utmed spårvägen. Detta innebär att avståndet mellan spårmitt och långsträckta hinder (1 m och längre) ska vara minst 2,025 m (gränsvärde). Ska det dessutom finnas utrymme för snömagasin bör avståndet ökas till 2,4 m (riktvärde).

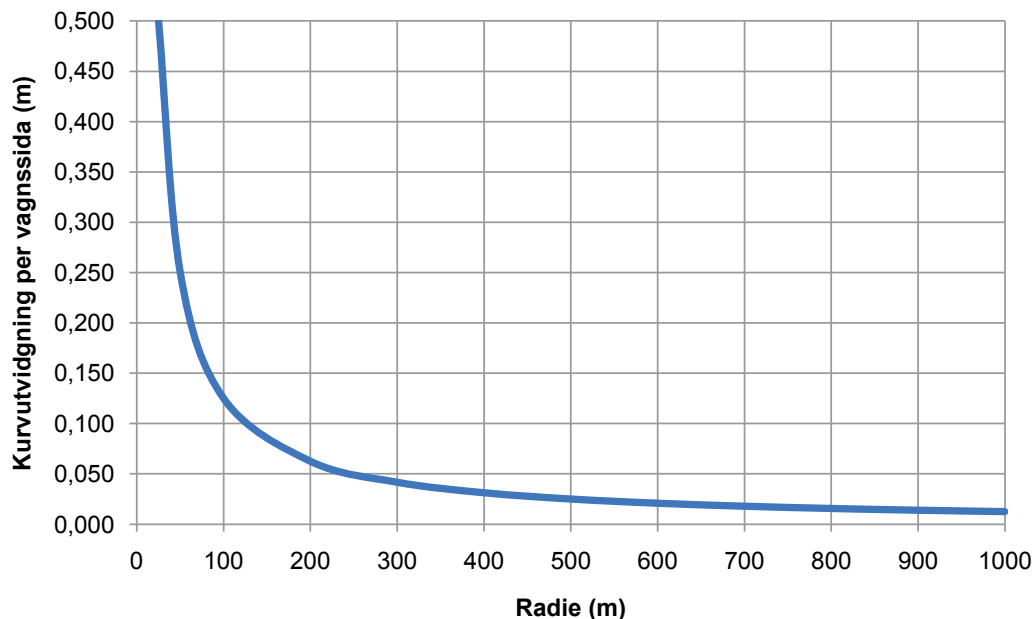
Utmed dubbelspår gäller ovanstående mått på utsidan. Mellan spåren utgörs begränsningen av fria rummet.

Kurvutvidgning

På grund av så kallat svep måste fria rummet utökas i kurvor. Breddökning av fria rummet i kurvor har beräknats med hjälp av en förenklad typspårvagn, en 14 m lång vagn med boggiavstånd 10 m, det vill säga 2 m överhäng utanför boggi centrum. Typspårvagnens vagnskorg är ett rätblock, och det är alltså i verkligheten möjligt med större överhäng med hjälp av rundade hörn i vagnsändarna.

Med en sådan typspårvagn kan kurvutvidgningen såväl på kurvans insida som på utsidan approximeras med $12,5/R$ [m], med mycket små avvikelser (approximationen ger alltid en överskattning av värdet). R är kurvradie i meter. En kurvradie på 25 m ger således en breddökning på 0,5 m på vardera sidan av spåret, det vill säga totalt 1 m breddökning per spår.

Kontroll har gjorts mot ett flertal systemspårvagnar som finns på marknaden, och enligt dessa kontroller ger denna enkla formel en väl anpassad breddökning för de krav som kan ställas för flertalet moderna spårvagnar. Breddökningen på insidan kan möjligen minskas något, åtminstone på sträckor som inte trafikeras av spårvagnar för regional trafik, då många spårvagnar byggda endast för lokal trafik är ledade på ett bättre sätt och har kortare boggiavstånd än typspårvagnen.



Figur 3-5. Breddökning av fria rummet på kurvans in- respektive yttersida beroende på kurvradie.

3.3 Spårvägens placering i gaturummet

Mittförlagd spårväg är att föredra (riktvärde), men sidoförlagd spårväg (gränsvärde) finns som alternativ där gatumiljön är bättre lämpad för sådan placering, exempelvis då målpunkter eller gatuanslutningar är ensidigt placerade.

Att tänka på:

- Tydlighet i trafiksituationen
- Tillgänglighet till fastigheter
- Gatumiljö
- Utrymmesbehov

Nyckelpunkter
3.3

Det finns två olika alternativ till placering av spårvägen, antingen i mitten av gatan (mittförlagd) eller vid sidan (sidoförlagd). På en del håll i världen finns också spårvägar med ett spår på var sida av gatan, det vill säga med biltrafik mellan spåren, men detta alternativ ger inga större fördelar (tvärtom tar det mer plats, kostar mer material och försämrar tillgängligheten till fastigheter på båda sidor av gatan) och bör därför inte bli aktuellt i Skåne.

Generellt är mittförlagd spårväg den bästa placeringen, då den ger en tydlig stadsmässighet samtidigt som tillgängligheten till fastigheter blir god. Mittförlagd bör därför eftersträvas där det finns plats.

Mittläge är också det normala och medför endast konflikt med övrig trafik vid vänstersvängar, vilka därför bör undvikas i möjligaste mån. Sidoförlagd spårväg används oftast i gator med enkelriktad biltrafik, men i vissa fall även i dubbelriktade gator där målpunkter eller gatuanslutningar är ensidigt placerade.

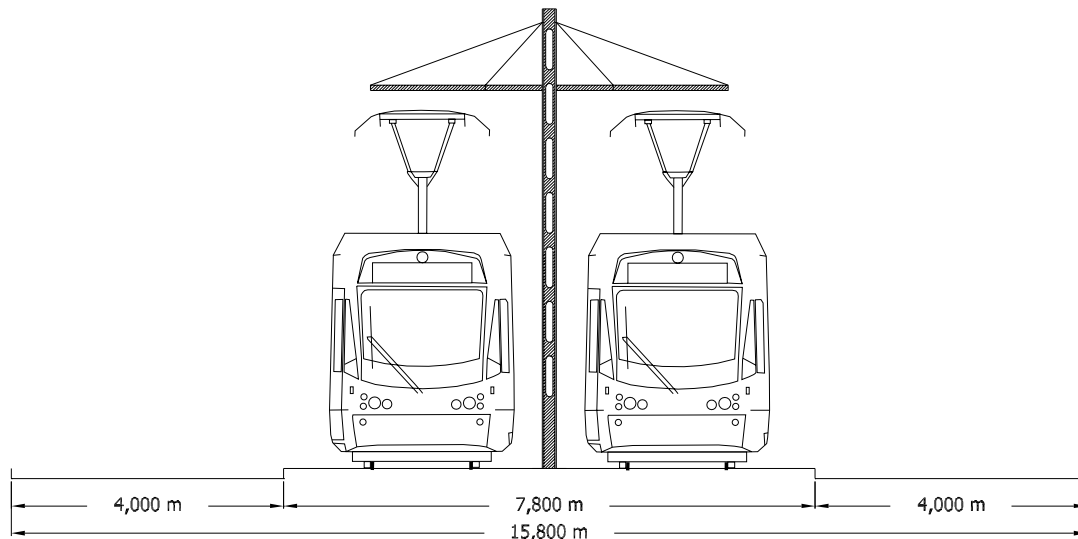
Mittförlagd sträcka

Positivt

- Utformning vid hållplats kan underlättas trafiksäkerhetsmässigt då biltrafiken "kör runt" hållplatsen. Därmed kan även en hastighetsminskning fås i anslutning till hållplatsen. Då många olyckor sker i anslutning till hållplatserna är detta en fördel.
- Symmetrisk utformning av gaturummet, vilket bidrar till stadsmässigheten utmed gatan.
- Skapar flexibilitet vad gäller trädplantering och parkeringsplatser.
- Skapar korta övergångar för fotgängare.
- Lastning och lossning till fastigheter underlättas, då bilkörvägen alltid ligger närmast fastigheterna.
- Tydligare trafiksituation vid korsningar.

Negativt

- Sämre flexibilitet för biltrafiken vid tillfälliga stopp på grund av smal enkelriktad körbana alternativt att körbanan bör vara minst 4 meter bred för att klara omkörning av cykel (om det inte finns separata cykelbanor) samt för att man ska kunna passera ett fordon som har havererat eller av någon anledning stannat i gatan.



Figur 3-6. Exempel på gatusektion med mittförlagd spårväg. Vägbanorna bör, om de är enfiliga, göras 4 m breda för att möjliggöra omkörning av en havererad personbil utan att biltrafiken tvingas upp på spårområdet. Spårvägsområdets bredd med andra typer av kontaktledningsupphängning visas på sidan 28 och vid hållplats på sidan 50.

Sidoförlagd sträcka

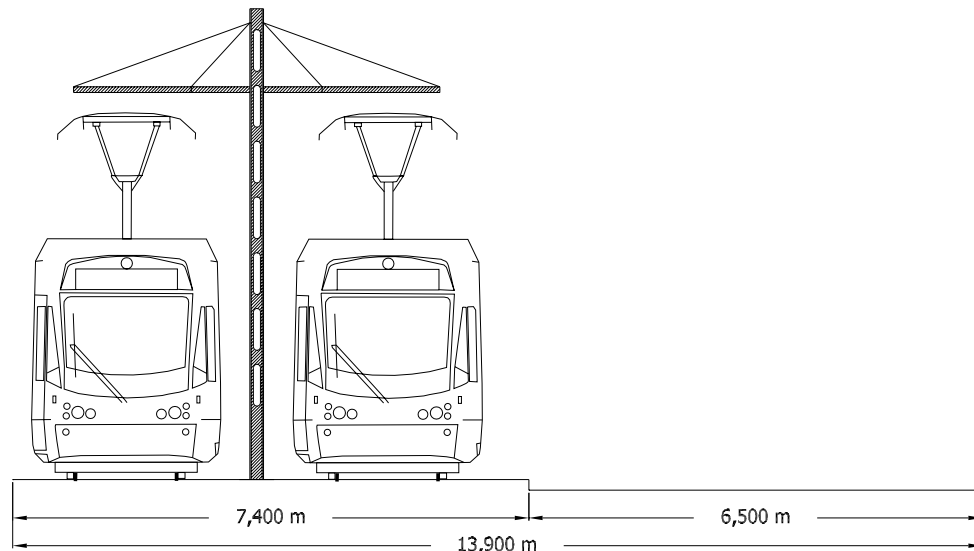
Positivt

- Ökad flexibilitet för biltrafiken vid tillfälliga stopp på grund av gemensam dubbelriktad körbana, den totala körbanebredden kan därmed minskas något.
- Bilkörfält behöver inte korsas för att från hållplats komma till målpunkter på "rätt sida".
- Anslutningsvägar från motsatt sida korsar inte spårvägen.

Negativt

- Asymmetrisk utformning av gaturummet.
- Kantstensparkering hamnar på ena sidan i mitten av gatan alternativt är parkering endast på en sida av gatan möjligt.

- Kantstensparkering blir mer ytkrävande då det behövs en extra skiljeremsa mellan parkering och spårväg om parkering ska finnas på båda sidor eftersom den inte kan samordnas med trottoaren.
- Lastning och lossning till kvarteren på spårvägens sida försvåras, då spårvägen hamnar mellan bilkörvägen och fastigheterna.
- Närhet till fastigheter kan öka risken för störande buller och vibrationer.
- Tillgänglighet för räddningstjänst kan försvåras när det inte finns en gata nära husfasaden. Kontaktledning som kommer nära huset kan också vara ett problem för räddningstjänsten.
- Otydlig trafiksituation vid korsningar.



Figur 3-7. Exempel på gatusektion med sidoförlagd spårväg. Vägbanan för bilar kan ofta totalt sett göras smalare än med mittförlagd spårväg, om gatan har ett bilkörfält i vardera riktningen. Med två körfält för biltrafik i vardera riktningen blir det däremot ingen skillnad i biltrafikens utrymmesbehov. Spårvägens utrymme är mindre än med mittförlagd spårväg, om man bara ser till fria rummet. Oftast vill man emellertid med sidoförlagd spårväg avgränsa spårutrymmet, exempelvis med hjälp av en plantering, vilket innebär att utrymmesbehovet i praktiken blir större. Spårvägsområdets bredd med andra typer av kontaktledningsupphängning visas på sidan 28 och vid hållplats på sidan 50.



Figur 3-8. Ett stycke sidoförlagd spårväg i Norrköping. Vid korsningar är det särskilt viktigt att tydliggöra trafiksituationen, då både spårväg och gata har trafik i båda riktningarna. För oskyddade trafikanter bör det finnas ett skyddsutrymme, så att passage kan ske i etapper.

3.4 Hur utformas gatan kring spårvägen?

Nyckelpunkter

3.4

- Spårvägen bör utgöra ett strukturbildande element.
- Förtydliga trafiksituationen med rätt utformning och materialval.
- Stor flexibilitet vid materialval, exempelvis spår i gräs.
- Tänk på hur drift och underhåll påverkas.
- Träd på lagom avstånd från spåren med hänsyn till elsäkerhet, siktförhållanden och lövhalka.

Spårvägen bör utgöra ett strukturbildande element i staden, något som ligger i linje med att skapa hållbara städer. För att få en attraktiv och hållbar stad bör därför spårvägen utnyttjas och bidra till stadsförnyelse.

Gatans utformning kring spårvägen bör utformas så att gällande regler för gatan, vad gäller till exempelvis spårvagnens förkörsrätt, tydliggörs. Spårvägens strukturbildning för gaturummet bör även nyttjas i möjligaste mån.

Vad gäller grönstruktur bör spårvägens möjlighet till gräsbeväxt spår område utnyttjas för att minska hårdgjorda asfaltsytor i staden. Detta ger även en bullerdämpande effekt och kan skapa ett stort mervärde. På samma sätt bör man försöka ställa kontaktledningsstolparna i linje med träden. Kontaktledningsstolparna kan med fördel också samutnyttjas med gatubelysning.

Gatubeläggning, material

Vid materialvalen för spårvägen är det viktigt att tänka på de generella drift- och underhållsaspekterna, både vad gäller kostnader att sköta valt material samt dess hållbarhet över en längre period. Det är även viktigt att hållbarheten hos valt material beaktas för att undvika sättningar, som påverkar både komfort och buller samt även den långsiktiga kostnaden för anläggningen.

Där spårvägen går separerad från trafiken på gummihjul finns en stor flexibilitet vad gäller markbeläggning. När asfalt eller betong inte är nödvändigt för att möjliggöra bil- och busstrafik i spåren är gräs eller olika typer av stenläggningar är vanligast. Men det finns också mer udda varianter, exempelvis passerar spårvägen i Oslo en fontän.



Figur 3-9. Grässpår i Le Mans. Detta skapar både en grönska i stadsmiljön samt ger en viss bullerdämpande effekt.



Figur 3-10. I Bergen används på många ställen en materialblandning baserad på majs för att färgmässigt särskilja spårområdet (för övrigt är korsningar med biltrafik rödfärgade och korsningar med gångtrafik är grå). Dessutom används en nivåskillnad för att förtydliga trafiksepareringen.



Figur 3-11. Gatstensbeläggning i en spårväggata i Marseille.

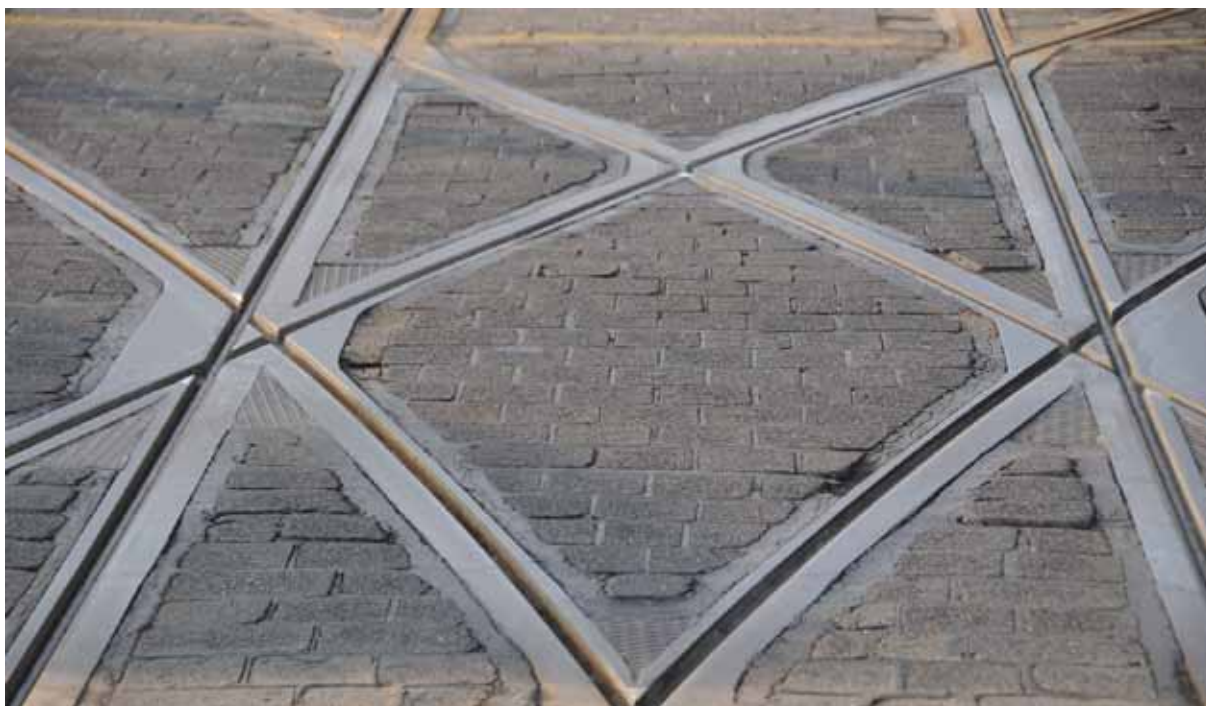


Figur 3-12. Spårvagnarna kan gå på vatten i Oslo.

Gaturäl eller vignolräl

Det finns två typer av räler: gaturäl och vignolräl. Gaturäl kallas ibland rännskena och används där rälets överkant ska vara i nivå med markytan, exempelvis där gummihjulsfordon ska kunna passera spåren. Spårväg kan också byggas med så kallad vignolräl, som är den typ som normalt används i järnvägssammanhang.

Gaturäl är exempelvis nödvändig i de fall där spårvägen går i gågata, liksom i de fall då även busstrafik tillåts i spårområdet.



Figur 3-13. Gaturäler, rännskenor, i en spårvägs korsning i Karlsruhe.



Figur 3-14. Vignolräler i ett spår under byggnation i Norrköping.

Växtlighet kring spårvägen

Träd är naturligtvis en viktig ingrediens för att skapa en trivsamt stadsmiljö. Den förnyelse av stadsrummet som spårvägsbyggnationen ofta förknippas med, kan i många fall också innebära ny grönska i gatumiljön. Viktigt att tänka på är då att plantera träd och buskar så att de inte växer in för nära spårvägen.

- Träd och buskar får aldrig växa in i fria rummet, 1,625 m från spårmittpunkt (alternativt 1,475 m från spårmittpunkt om de håller sig under backspegelns höjd).
- Dessutom gäller de avstånd till fasta hinder som definieras i de grundläggande måtten för fria rummet. Buskar får alltså inte planteras närmare än 2,025 m från spårmittpunkt. Mellan spåren gäller dock fria rummet enligt ovan.
- Man ska inte behöva klippa träden varje år – det mår trädet inte bra av. Det ska dessutom finnas marginaler för att grenar böjer sig vid hård vind eller mycket snö och då ska de inte nå fram till kontaktledning eller röra vid vagnen.
- Avstånd till växtlighet bygger inte bara på elsäkerhet eller direkta hinder för spårvagnen. Väl så viktig att ha i åtanke är sikten för föraren. Om träd och buskar står för nära spåret så kan en människa döljas bakom växtligheten, vilket innebär risk för olycka. Särskilt i kurvor kan man behöva öka avståndet. En spårvagn ska kunna stanna på halva siktsträckan och skymmer växter sikten så måste hastigheten sänkas.
- Det är viktigt att välja rätt trädslag, så att växterna kan må bra och kronorna blir vackra samtidigt som avståndskraven uppfylls. Man bör undvika trädslag med ytliga rötter som kan växa in i bankroppen och störa anläggningen.
- Vid lutningar vill man hålla träden på större avstånd med tanke på lövhalkan på hösten.
- Träd kan mycket väl placeras i rad med kontaktledningsstolpar, ett sätt att göra stolparna mindre påtagliga i stadsmiljön.

3.5 Spårväg i landsbygdsmiljö

- På landsbygdssträckor blir anläggningen vanligen mer järnvägslik, men spårvägens utformningsmässiga flexibilitet kan användas på samma sätt som i stadsmiljön.
- Utmed regionala linjer är det särskilt viktigt att eftersträva hög hastighet för att restiderna ska vara konkurrenskraftiga i förhållande till bilen.
- Enkelspårssträckor kan övervägas, men vid hållplatserna finns oftast behov av dubbelspår.

Nyckelpunkter
3.5

I landsbygdsmiljö eftersträvas höga hastigheter, vilket medför att anläggningen blir mer järnvägslik. Vanligen anläggs spåren på makadambädd, och kontaktledningsanläggningen blir lite kraftigare för att klara de högre hastigheterna.

I tätortspassager kan man på samma sätt som i stadsmiljön utnyttja spårvägens utformningsmässiga flexibilitet, till exempel med spår i gräs. Utmed regionala linjer är det emellertid särskilt viktigt att eftersträva hög hastighet och god framkomlighet för att restiderna ska vara konkurrenskraftiga i förhållande till bilen. Detta innebär att stora kurvradier och en hög grad av separering – där antalet korsningspunkter med biltrafik och oskyddade trafikanter minimeras – måste eftersträvas även inne i tätorterna.

På en del landsbygdssträckor, där turtätheten ofta är lägre än på de lokala linjerna, kan enkelspår övervägas. Mötespår, eller ännu hellre dubbelspårssträckor, bör då finnas vid hållplatserna för att spårvagnarna ska kunna mötas där de ändå stannar. Möjligheten till enkelspår är starkt kopplad till förutsättningarna att köra dubbelkopplade spårvagnar.



Figur 3-15. På landsbygdssträckor blir spårvägen vanligen mer järnvägsläk. Här på makadambädd utanför Valenciennes, Frankrike.



Figur 3-16. Hållplatserna kan anpassas till den småskaliga miljön i mindre orter, som här utanför Valenciennes.



Figur 3-17. Hållplats i mer typisk järnvägsmiljö utanför Karlsruhe.

3.6 Banteknik – radier, lutningar och laster

Parameter	Riktvärde	Gränsvärde	Vid undantag	Nyckelpunkter 3.6
Maxhastighet, lokala linjer	70 km/tim			
Maxhastighet, regionala linjer	120 km/tim			
Spårvidd	1,435 m			
Horisontalradie, regional linje på egen banvall (150 mm rälsförhöjning)	Min 700 m	Min 600 m	Min 25 m	
Horisontalradie, lokal linje på egen banvall (150 mm rälsförhöjning)	Min 250 m	Min 200 m	Min 25 m	
Horisontalradie, 50 km/tim på gatuspår (ingen rälsförhöjning)	Min 300 m	Min 200 m	Min 25 m	
Horisontalradie, 30 km/tim på gatuspår (ingen rälsförhöjning)	Min 110 m	Min 75 m	Min 25 m	
--- Observera att ovanstående radier är minimivärden. Utrymme för övergångskurva måste finnas ---				
Övergångskurva, ryck	Max 0,4 m/s ³	Max 0,67 m/s ³		
Lutning		Max 6 %	Max 9 %	
Vertikalradie, egen banvall (vignolspår, 70-120 km/tim)	Min 5000 m	Min 3500 m	Min 1500 m	
Vertikalradie, gatuspår 70 km/tim	Min 5000 m	Min 3500 m	Min 625 m	
Vertikalradie, gatuspår 50 km/tim	Min 1500 m	Min 1300 m	Min 625 m	
Bärighet, last per meter		Min 2,5 ton/m		
Bärighet, axeltryck		Min 12 ton		

Dimensionerande hastighet

Lämplig målhastighet på lokala linjer är 70 km/tim, vilket innebär att man kan köra på sikt. För högre hastigheter krävs ett signalsystem av järnvägstyp. På regionala linjer bör målhastigheten ligga högre för att det ska vara möjligt att åstadkomma attraktiva restider. De spårvagnar för regional trafik som finns på marknaden idag har normalt en maxhastighet på 100 km/tim. Enligt tillverkarna ska det dock snart vara möjligt att komma upp i 120 km/tim med spårvagnar. Högre hastighet än så är svårt att åstadkomma, eftersom hjulprofilen är svår att anpassa till tvära kurvor i stadsmiljön samtidigt som man vill ha hög hastighet på landsbygdssträckorna. På regionala linjer är därmed en rimlig målhastighet för dimensionering av banan 120 km/tim.

Naturligtvis måste hastigheten anpassas efter den aktuella trafiksituationen, men för att åstadkomma attraktiva restider bör målhastigheten eftersträvas i så stor utsträckning som möjligt.

Spårvidd

För att inte omöjliggöra eventuell duotrafik i framtiden och för att öka möjligheterna för verkstadssamordning ska spårvägarna vara normalspåriga, 1,435 m spårvidd. Alternativet, meterspår, medför inga kostnadsfördelar utan tvärtom kan det medföra högre kostnader för drift och underhåll med tanke på maskininnehav med mera.

Kurvradier

Sidoaccelerationer på upp till ungefär 1 m/s^2 upplevs som acceptabla av de flesta passagerare. För god komfort bör sidoaccelerationen inte överstiga $0,65 \text{ m/s}^2$. Dessa värden används som gräns- respektive riktvärde vid tyska spårvägar. Trafikverket använder på motsvarande sätt så kallad rälsförhöjningsbrist på 100 mm, $0,98 \text{ m/s}^2$ (0,1G), som gränsvärde för fordon typ B (konventionella järnvägsfordon med gångdynamiskt gynnsamma egenskaper) respektive 70 mm, $0,65 \text{ m/s}^2$, som gränsvärde för fordon typ A (övriga konventionella tåg).

Mot bakgrund av detta används här som riktvärde den minsta radie som behövs för bibehållen hastighet genom kurvan med $0,65 \text{ m/s}^2$ sidoacceleration och som gränsvärde den radie som ger $0,98 \text{ m/s}^2$ sidoacceleration.

Ett sätt att höja hastigheten i kurvan är att anlägga rälsförhöjning, det vill säga höjdskillnad mellan rälerna för att motverka sidoaccelerationen i kurvan. Normalt anläggs inte större rälsförhöjning än 150 mm. Rälsförhöjningen måste anpassas till höjdförhållandena i den övriga gatumiljön, vilket innebär att det med spårväg i gata kan vara svårt att anlägga någon rälsförhöjning alls även om det är önskvärt och bör eftersträvas.

I gatuspår antas således ingen rälsförhöjning och på egen banvall (där spårvägen går helt avskild från övrig trafik) antas 150 mm rälsförhöjning. Detta ger 75 m som minsta radie i gatuspår med hastighetsnivå 30 km/tim och minst 200 m radie för hastighetsnivå 50 km/tim. På egen banvall (med 150 mm rälsförhöjning) krävs minst 200 m radie för 70 km/tim och minst 600 m radie för 120 km/tim.

Hastighet	Radie (beroende på hastighet och rälsförhöjning)				Övergångskurva, längd	
	Rälsförhöjning 0 mm		Rälsförhöjning 150 mm		Riktvärde	Gränsvärde
	Riktvärde	Gränsvärde	Riktvärde	Gränsvärde		
15 km/tim	30 m	25 m	25 m	25 m	11 m	7 m
20 km/tim	50 m	35 m	25 m	25 m	14 m	9 m
30 km/tim	110 m	75 m	45 m	35 m	21 m	13 m
40 km/tim	190 m	130 m	80 m	65 m	28 m	17 m
50 km/tim	300 m	200 m	120 m	100 m	34 m	21 m
60 km/tim	450 m	300 m	170 m	150 m	41 m	25 m
70 km/tim	600 m	400 m	250 m	200 m	48 m	29 m
80 km/tim	800 m	550 m	350 m	300 m	55 m	33 m
90 km/tim	1000 m	650 m	400 m	350 m	62 m	37 m
100 km/tim	1200 m	800 m	500 m	400 m	69 m	41 m
110 km/tim	1450 m	1000 m	600 m	500 m	75 m	45 m
120 km/tim	1750 m	1150 m	700 m	600 m	82 m	49 m

Om avsteg från gränsvärdet måste göras bör radien åtminstone inte understiga 25 m. Det kan på något enstaka ställe bli nödvändigt att gå ner till ännu mindre radie, men då måste man se till att spårvagnarna är anpassade för mindre radier. Man ska också ha i åtanke att små radier ger, utöver lägre hastighet och sämre komfort, betydligt värre bullersituation liksom större underhållskostnader.

Övergångskurvor

Mellan kurva och rakspår anläggs övergångskurvor. Normalt bör formen vara så kallad klotoid (matematisk term för en formel som beskriver spiralförmig eller korgbåge (en serie av cirkelsegment med ökande/minskande radie). I tidiga planeringsskeden, då spårvägen i vissa fall skisseras grovt utan övergångskurvor, är det viktigt att ha extra utrymmesmarginer i kurvorna, eftersom det annars inte kommer att bli tillräckligt med utrymme för övergångskurvor vid en senare detaljprojektering. Någon meters marginal i spårvägsutrymmets bredd oftast tillräckligt även i förhållandevis tvära kurvor.

Övergångskurvans längd bestäms av det maximala rycket – hur snabbt sidoaccelerationen förändras. Här antas $0,4 \text{ m/s}^3$ som riktvärde (den nivå där gående passagerare kan börja känna obehag) och $0,67 \text{ m/s}^3$ som gränsvärde (dimensionerande värde enligt BOStrab). Längden kan beräknas med formeln $L_r \geq v \cdot a / j$; där v är hastigheten i m/s (hastigheten i km/tim $V/3,6$); a är förändringen i acceleration (gränsvärdet $0,98 \text{ m/s}^2$ bör användas när övergångskurvan dimensioneras); och j är rycket (riktvärde $0,4 \text{ m/s}^3$ eller gränsvärde $0,67 \text{ m/s}^3$). Vid rälsförhöjning anläggs en ramp med samma längd som övergångskurvan.

Växlar

I växlar är det vanligt med kurvradier på 50 eller 100 m. Växlar med radie 25 m förekommer, men ska helst bara användas i depåer. Växlar som placeras i rakspår är att föredra, eftersom man då kan använda en standardtyp samtidigt som det minimerar underhållsbehovet. Dessutom bör man undvika bil- och busstrafik i spårrområden med växlar. Annars är risken stor för driftsproblem, särskilt vintertid.

Växlarna fjärrstyrs direkt från spårvagnen. Av den anledningen bör växlar inte placeras direkt efter hållplatser, eftersom de då av misstag kan läggas om av bakomvarande spårvagn ifall två spårvagnar står inne vid hållplatsen samtidigt. Växlarna kan låsas för att undvika detta problem, med det innebär då att två vagnar inte samtidigt kan stå på hållplatsen. En fördel kan dock vara att låsta växlar medger högre hastighet.

Lutning

Upp till 6 % lutning klaras normalt utan att man behöver drivning på fler axlar än i en normal systemspårvagn. I särskilda fall går det att klara upp till 8–9 % lutning, men då krävs extra uppmärksamhet mot:

- skarpa kurvor
- träd utmed spåren som kan orsaka lövhalka (kan i viss mån undvikas med värmeslingor i spåret)
- korsningar med övrig trafik, som kan hindra spårvagnarnas framkomlighet
- siktsträckan – i nedförsbackar blir bromssträckan längre.

I stora lutningar är det också viktigt att spårvägen har eget utrymme i gatan; spårvagnar i blandtrafik är inte aktuellt på sådana sträckor. Detta är viktigt dels eftersom så kallade vignolrälser är lättare än gaturälser att hålla rena med hänsyn till löv, dels för att annan trafik inte ska störa spårvagnarna i den branta lutningen.

De största problemen med stora lutningar uppstår vid de sällsynta tillfällena då en motor eller ett helt fordon havererar. I normal drift klaras upp till 8–9 % lutning även med standardspårvagnar som har 2/3 motorisering (drivning på två av tre axlar). Vid motorhaveri kan man dock behöva vidta speciella åtgärder som bogsering och extra sandning, med driftsstörningar som följd. Detta är emellertid mycket sällsynta händelser. Ett alternativ, för att vara på den säkra sidan, är att använda spårvagnar som har drivning på alla axlar. Detta har viss inverkan på priset, men hindrar inte möjligheten att ha låg golvhöjd i hela spårvagnen.

Vertikalradier

Vertikalradier begränsas dels med hänsyn till komfort, dels med hänsyn till siktsträcka. Vid konvexa kurvor (krön) handlar det om att upptäcka låga hinder i tillräckligt god tid och vid konkava kurvor handlar det om att strålkastarljuset ska nå tillräckligt långt framåt.

Med spår på egen banvall (upp till 120 km/tim och vignolspår) används minst 3500 m vertikalradie som gränsvärde (baserat på Trafikverkets riktlinjer).

Där spårvägen inte går helt avskild från övrig trafik är siktsträckan dimensionerande. Enligt VGU ska föraren kunna upptäcka och stanna före ett 0,2 m högt hinder. Med stoppträckor enligt avsnittet som beskriver fordonsprestanda, en reaktionstid på 1,5 s och kompensation för eventuellt medlut medför detta gränsvärden på minst 3500 m vid 70 km/tim och 1300 m vid 50 km/tim.

Riktvärdena sätts på motsvarande sätt för stoppsikt med 1,5 s reaktionstid och 1,2 m/s² retardation (klaras normalt med driftsbroms). Resulterande riktvärden blir då 5000 m vid 70 km/tim och 1500 m vid 50 km/tim.

Bärighet

För att utbudet av spårvagnar, särskilt för regional trafik, inte ska begränsas av banstandardens bärighet ska bärigheten klara fordonsvikter på 2,5 ton per meter och axeltryck på 12 ton. Detta bör normalt sett motsvara gator med bärighetsklass 1. Det går dock inte alltid att jämföra spår med väg, då tryckspridningen i underbyggnaden skiljer sig åt. På spårväg fördelas lasterna ut via rälen, vilket inte sker för vägfordon. För broar är det nödvändigt att göra särskilda lastfallsberäkningar, det vill säga att man identifierar värsta tänkbara scenario ur belastningsperspektiv och kontrollerar detta.

Notera att det är önskvärt med lättare fordon än vad dessa gränsvärden tillåter, med hänsyn till med hänsyn till energiförbrukning, spårslitage, buller och vibrationer.

3.7 Strömförsörjning

Parameter	Riktvärde	Gränsvärde	Vid undantag	Nyckelpunkter 3.7
Kontaktledningshöjd över rälsöverkant på sträcka	5,5 m	5,0 - 6,0 m	-	
Höjd över rälsöverkant under viadukter		Min 4,2 m	-	
Konstruktionshöjd under viadukter	Min 0,3 m	Min 0,2 m	-	

Spårvägens strömförsörjning, 750 V likström, består av de två huvuddelarna kontaktledning och likriktarstation.

Kontaktledning

Kontaktledningen för spårväg utgör den ena ledaren för drivströmmen till spårvagnen. Den andra ledaren, återledaren, utgörs av rälererna. Strömmen leds ned i spårvagnen via en strömvavtagare på taket. För spårväg används normalt inte bärlina till kontaktledningen då hastigheterna är relativt låga (under 80 km/tim).

Kontaktledningsanläggningen består vanligen av stolpar, bärlinor (linspann) och kontaktledningen. I de fall husen på ömse sidor av gatan är höga nog kan bärlinan monteras direkt i husväggen varvid behovet av stolpar bortfaller. Avståndet mellan upphängningspunkterna är normalt ca 30 meter vilket innebär att stolparna med fördel kan samutnyttjas för gatubelysning.

Kontaktledningshöjden bör normalt inte understiga 5,0 m enligt Elsäkerhetsverkets föreskrifter. Under denna höjd krävs tydlig varningsmarkering och särskild skyltning. Det övre gränsvärdet, cirka 6,0 m, ges av strömvavtagarens funktionshöjd på spårvagnen med en viss marginal för att små lokala avvikelser inte ska störa driften. Riktvärde för kontaktledningshöjden är 5,5 m, som är en normal kontaktledningshöjd för svenska spårvägar. Det finns dock möjlighet att variera denna inom gränsvärdesintervallet för att anpassa anläggningen till stadsmiljön.

Under viadukter är det möjligt att gå ner till en kontaktledningshöjd på 4,2 m, och helst ska det då inte förekomma någon övrig trafik på sträckan. Till detta kommer en konstruktionshöjd på minst 0,2–0,3 m. Minsta fri höjd mellan rälsöverkant och viadukt är alltså 4,4 m.

Kontaktledningen (för lågspänning, det vill säga under 1500 V likspänning) ska enligt elsäkerhetsbestämmelserna (ELSÄK FS 2008-1) monteras enligt följande: "En luftledning för lågspänning får vara framdragen över eller invid en byggnad under förutsättning att den endast med särskilda hjälpmedel kan nås från fönster, balkonger eller tak".

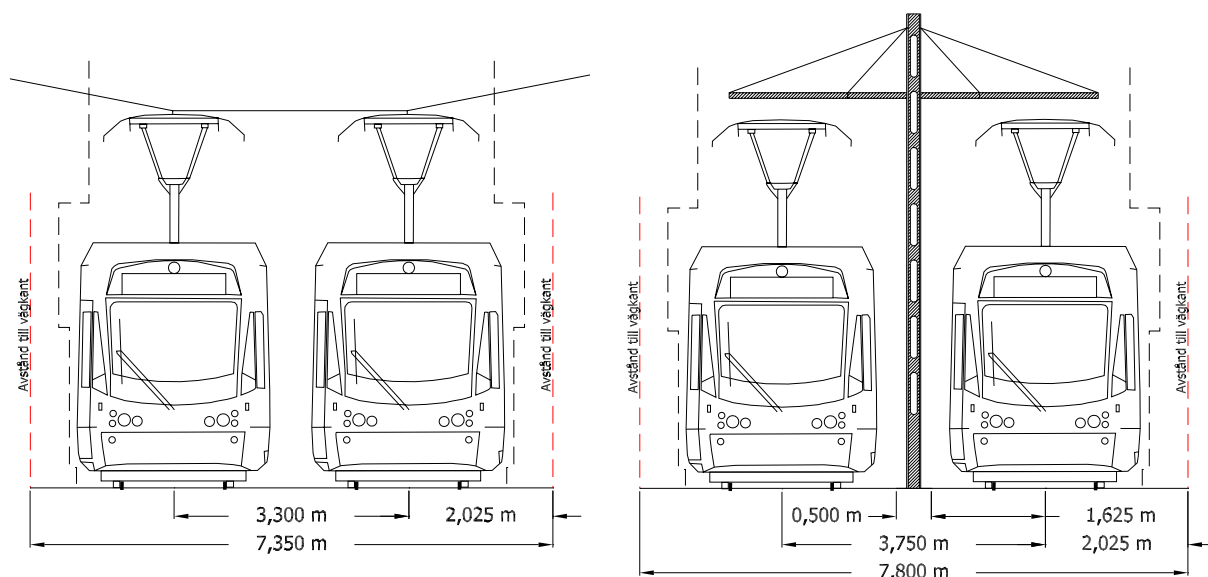
För att kunna arbeta på spänningsatt ledning skall tvärtråden vara dubbelisolerad med minst två meter mellan isolatorerna. Detta innebär att mellan vägg-/mastfäste och ledningens upphängare skall finnas två stycken isolatorer. Kontaktledningsanläggningens utformning har stor betydelse för spårvägsanläggningens inpassning i stadsrummet.



Figur 3-18. Exempel från Paris där kontaktledningsanläggningen samordnas med gatubelysningen.

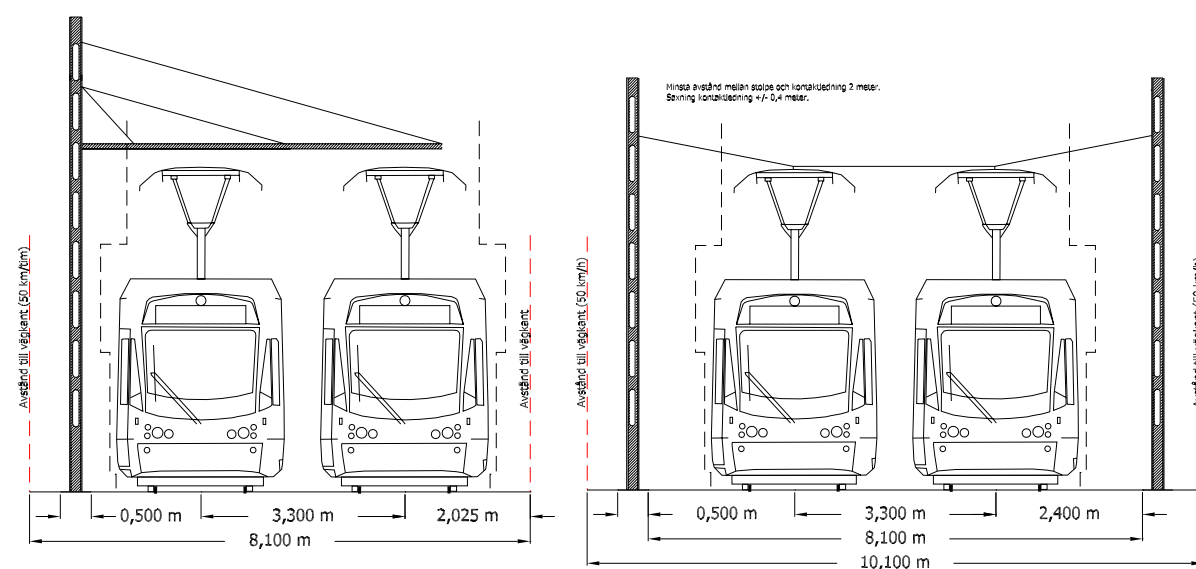
Kontaktledningsstolpar

Kontaktledningsanläggningen bör ägnas stor estetisk omsorg för att den inte ska upplevas som ett störande element i stadsmiljön. Kontaktledningsstolparna kan utformas på många olika sätt, samtidigt som det går att utnyttja olika möjliga placeringar i gaturummet. Av kostnadsskäl såväl som av estetiska skäl bör man försöka minimera antalet stolpar. Vanligast är därför stolpar mellan spåren eller väggupphängd kontaktledning. Detta tar samtidigt minst utrymme i gaturummet i anspråk.



Figur 3-19. Sektion med väggupphängd kontaktledning respektive med kontaktledningsstolpe mellan spåren.

Säkerhetszon mellan väggkant och kontaktledningsstolpe (oeftergivligt hinder) är enligt VGU beroende av gatans karaktär och verkliga reshastigheter. I gaturum med referenshastighet 50 km/tim som genom sin karaktär och täta korsningar ger låga hastigheter, korta länklängder och låga flöden ska säkerhetszonen vara minst 0,5–1 m. Vid breda gator, genomfartsleder med höga flöden, rekommenderas säkerhetszonen på minst 3 m. Vid referenshastighet 70 km/tim bör säkerhetszonen vara ännu bredare, åtminstone 4 m men helst över 7 m.



Figur 3-20. Spårväg med kontaktledningsstolpe på ena sidan, gemensam för båda spåren, respektive med stolpar på båda sidor.



Figur 3-21. Kontaktledningsanläggning med enkel luftledning i franska Le Mans.

Trådlösa system

Det finns ett antal system på marknaden som möjliggör sektioner utan kontaktledning. Enklast är att förses spårvagnarna med batterier eller superkondensatorer, som inte kräver någon särskild infrastruktur utan endast anpassning av spårvagnarna. Detta innebär naturligtvis dyrare spårvagnar, men å andra sidan kan systemet bidra till energibesparing genom att bromsenergin bättre kan tas tillvara i spårvagnen.

Med batterier eller superkondensatorer bör den trådlösa sträckan inte vara längre än cirka 300–400 m. För att kunna köra längre sträckor utan kontaktledning krävs någon form av särskild infrastruktur, antingen en tredje skena i marken eller en nedgrävd ledning som bygger på kraftöverföring genom induktion. Dessa system är leverantörsbundna och innebär också högre infrastrukturkostnader.

Korta sträckor utan kontaktledning, för passage av särskilt känsliga miljöer, kan alltså övervägas. Man bör dock vara uppmärksam på att detta påverkar kostnaden för spårvagnarna, som då måste förses med batteri eller superkondensatorer.

Likriktarstationer

Likriktarstationen innehåller den utrustning som krävs för att mata kontaktledningen med 750 V likspänning. Likriktarstationen tar emot 10 kV trefas växelspanning (även exempelvis 20 kV förekommer) från det allmänna elnätet. I likriktarstationen transformeras denna ned och likriktas till 750 V likspänning. För detta krävs dels transformator, dels likriktare.

Likriktarstationer finns av olika typer. Med modern teknik såsom spänningsstyrda likriktare kan avståndet mellan likriktarstationerna ökas, samtidigt som energiförbrukningen reduceras genom att spårvagnarnas bromsenergi kan återföras till det matande trefasnätet.

Bilderna nedan visar en typisk anläggning i Norrköping respektive ett exempel på underjordisk likriktarstation i Parla. Likriktarstationerna placeras normalt på ett avstånd av 1-3 km. I Parla finns tre matarstationer för en bana på totalt 10 km, det vill säga ca 3,3 km mellan matarstationerna.



Figur 3-22. Likriktarstation i Norrköping (till vänster) – storlek ca 25 kvadratmeter. Endast en av byggnaderna är till för spårvägen, den andra är nätstation för eldistribution till det aktuella området i Norrköping.



Figur 3-23. Underjordisk likriktarstation i Parla, Spanien.

3.8 Buller och vibrationer

- Buller kan begränsas både genom anpassning av spåranläggningen och av spårvagnarna.
- Hög underhållsnivå minskar problemen med buller och vibrationer.
- Stora kurvradier är att föredra även med hänsyn till kurvskrik.
- Lätta spårvagnar med täckta hjulsidor bör eftersträvas.
- Spår i gräs ger lägre ljudnivå.
- På särskilt känsliga partier kan specialanpassad spårbyggnadsteknik utnyttjas.

Nyckelpunkter
3.8

Det finns få referenser kring buller och vibrationer som uppkommer av spårvagnstrafik. I mätningar från Göteborg framgår dock att äldre spårvägssystem av den typen ger upphov till buller motsvarande dieselbusstrafik. Frekvensområdet är däremot annorlunda, med generellt högre frekvenser för spårvagnstrafik än för busstrafik med förbränningsmotorer. Buller och vibrationsproblemen beskrivs i "Den goda staden", framtagen av Trafikverket, som spårvagnens akilleshäla.

Det finns emellertid gott om metoder att minska både buller- och vibrationsproblemen. Nya system genererar också generellt mindre buller och vibrationer än de som är uppbyggda på gammal teknik.

Buller

Bullret kan begränsas både genom anpassning av spåranläggningen och av spårvagnarna. En åtgärd som har betydande effekt är underhållet av själva spåranläggningen. Spårillorna bör hållas rena och fria från till exempel löv för att begränsa bullret. Även kurvradier har en betydande effekt på bullernivåerna. Snäva kurvor kan ge upphov till relativt höga bullernivåer, särskilt i form av så kallat kurvskrik.

Om hjul- och boggsidor täcks genom vagnssidans utformning eller genom att borstar monteras blir bullret från spårvagnarna lägre. Exemplet med borstar tillämpas exempelvis i Bordeaux. Ett annat sätt att dämpa bullret från spårvagnarna är att montera ljuddämpande skivor på utsidan av hjulsidorna, så kallade hajfenor.



Figur 3-24. Spårvagnar blir tystare om hjulen skyddas som här i Strasbourg.



Figur 3-25. Spår lagt i prefabricerade betongelement med gummiinlägg minskar både vibrationer och buller. Här från byggnationen av Spårväg City i Stockholm.

Spårvagnarnas vikt är också av stor betydelse, och för att begränsa buller- och vibrationsnivåer bör man eftersträva så lätta fordon som möjligt.

Grässpår ger lägre ljudnivå jämfört med hård omgivning och anses dessutom ofta vara ett trivsamt inslag i stadsrummet. Bullerplank är ofta effektiva för bullerdämpning men försämrar de stadsmässiga kvalitéerna i så hög grad att de inte rekommenderas inne i städer.

Vibrationer

Utformningen av spåranläggningen har stor betydelse för hur mycket vibrationer som fortplantas till omgivningen. Exempelvis är öppet spår med betongsliprar sämre än spår med träsliprar.

För att minska vibrationer är det vid anläggning av nya spåranläggningar vanligt att isolera spåranläggningen från omgivningen med gummiinlägg. På detta sätt undviker man att större delen av vibrationerna fortplantas till omgivande byggnader med mera. Gummimaterialet kan placeras mellan rälsfot och sliprar och även runt rälerna.

En konstruktionsprincip som har blivit relativt vanlig och har goda vibrationsdämpande effekter går ut på att en stor solid betongkonstruktion först gjuts. I denna ska det finnas rännor i vilka rälerna kan placeras. Rälerna hålls fast i rännorna av ett gummikorkmaterial med vibrationsdämpande effekt.

På speciellt känsliga partier kan dyrare konstruktioner bli aktuella. En sådan kan utformas som två separata betongkonstruktioner som är förbundna med fjädring. Spåranläggningen installeras på den övre medan den understa vilar på undergrunden.

3.9 Underjorden

- Nedstigningsbrunnar placeras utanför spårområdet.
- Ledningar som ligger längs spåret flyttas.
- Ledningar som korsar spåret ligger kvar.
- Skydd mot vagabonderande strömmar byggs in.

Nyckelpunkter

3.9

Flyttning och förnyelse av olika ledningar (VA, fjärrvärme, el, tele, gas, bredband och så vidare) i befintliga gator där spårvägen ska dras fram kan bli såväl kostsamma och komplicerade som omstridda. Kostnaden i projekt där den nya spårvägen ligger mycket i befintliga gator kan i värsta fall omfatta 10 % av den totala budgeten. Det är därför viktigt att börja diskutera och förbereda dessa frågor på ett tidigt stadium så att det potentiella problemet man står inför kan lösas på ett logiskt sätt i positiv anda.

Även om några ledningar måste flyttas för att de ligger för ytligt är detta inte huvudskälet till att flytta ledningar som ligger längs med den planerade spårvägen. Det viktigaste skälet till att undvika ledningar under spåren är att skapa tillgänglighet till ledningarna utan att spårvagnstrafiken störs. Det är således en driftsäkerhetsfråga för såväl spårvägen som ledningsägaren mer än en teknisk fråga rörande belastning på ledningarna. Låter man större kulvertar, som har en tillräckligt lång återstående livstid, ligga kvar under spåren måste nedstigningsbrunnarna flyttas bort från spårområdet.

Ledningar som korsar spårvägen låter man normalt ligga kvar. I vissa fall, om ledningen ligger ytligt, kan man behöva bygga konstruktioner som avlastar trycket från spåren på ledningen. Det kan vara en fördel att lägga ledningarna i kulvert som kan kommas åt från sidan. Detta innebär att arbeten med ledningarna kan ske utan störning för spårvägen.

Ledningar, som kan ta skada av vagabonderande strömmar från spårvägens återledning i rälen, måste skyddas. Detta sker normalt genom en lösning baserad på elektrolys.

I nybyggnadsområden accepteras aldrig ledningar under spårvägsspåren. Här gäller det att i planeringen ta hänsyn till att ledningar förläggs i andra stråk än där spårvägen planeras.

Kostnaden för ledningsflytt är en förhandlingsfråga. En utgångspunkt kan vara att kostnaden fördelas mellan spårbyggaren och ledningsägaren baserat på den nytta som respektive part har av flytten. Spårvägen får en mer driftsäker anläggning medan ledningsägaren får en ny anläggning med förlängd livstid.



Mulhouse, Frankrike

4. Spårvägen i relation till övrig trafik

4.1 Framkomlighet

- Spårvägen bör ha helt eget utrymme och 100 % prioritet gentemot övrig trafik (riktvärde).
- Spårvagn och buss på samma bana är tekniskt möjligt, men kräver större utrymme, riskerar att ge sämre insteg, begränsar valmöjligheterna beträffande markbeläggning och ger dyrare underhåll (gränsvärde).
- Spårväg i blandtrafik bör aldrig förekomma.
- Spårvagn har företräde framför andra fordon enligt trafikförordningen.
- Spårvagn kan undantas från skyltad hastighet och väjningsplikt.
- Spårvagn har företräde framför fotgängare vid gångpassager.

Nyckelpunkter

4.1

Spårvagnens framkomlighet påverkar direkt både punktligheten och restiden, men indirekt även spårvagnstrafikens image. Framkomligheten beror till stor del på var och hur spårvägen placeras i gatan. Här är korsningarna de viktigaste punkterna.

Man bör alltid eftersträva att spårvägen, eller åtminstone kollektivtrafiken (dock inte taxi) ges helt eget utrymme för att kvaliteten på systemet ska bli bra. Denna standard bidrar alltså bäst till att skapa en spårväg med goda förutsättningar att erbjuda:

- bra punktlighet
- korta restider
- bra image
- god trafiksäkerhet (hög trafikprioritet skapar bättre förutsättningar för att hålla jämn hastighet och mindre ryckig körning)
- goda valmöjligheter för olika gatubeläggningar.

Bussar och spårvagnar på samma bana

I många länder låter man kollektivtrafikens bussar och spårvagnar trafikera samma bana. Detta kan vara lämpligt bland annat ur linjenätssynpunkt. Sådana lösningar innebär dock att spårtrafikens kapacitet begränsas. Av denna anledning väljer man till exempel i Frankrike i regel bort denna lösning och försöker istället skapa goda bytespunkter.

Förutom trängseln längs spåret finns beständighetsaspekter kring en gemensam bana. Busstrafik i spårvägsspår är en extra belastning som ger tydliga nedbrytningseffekter och betydligt högre underhållskostnader. För att undvika detta krävs konstruktioner som är mer motståndskraftiga än de som behövs på banor där endast spårvagnar skall gå. Detta fördyrar anläggningen samtidigt som möjligheten till grässpår i princip omöjliggörs. Grässpår ses av många som ett estetiskt tillskott i gatubilden och har en bullerdämpande effekt.

Val av gatsten som ytbeläggning där busstrafik skall gå i spårvägsspår är problematisk eftersom sättningskador lätt uppstår. Kombinationen kan också leda till ökat buller och försämrade komfort i bussarna.



Figur 4-1. I Karlsruhe låter man på några ställen bussar och spårvagnar använda samma banor och hållplatslägen.

Körfältsbredd för dubbelriktad spårtrafik behöver åtminstone vara 6,6 meter om kontaktledningar kan hängas på intelligande husväggar. För dubbelriktad busstrafik behövs 7,0–7,5 meter på grund av vingelmån, det vill säga att bussarna inte följer sin bana lika exakt som ett spårfordon. Vid trånga utrymmen kan det därför vara en fördel att inte låta busstrafiken gå på samma bana då plats i gaturummet kan sparas.

Det kan ur kapacitetssynpunkt vara en dålig lösning att låta spårvagnar och bussar angöra samma hållplatslägen. Det finns dock goda exempel där man tillämpar byte över plattform. Exempelvis är detta vanligt i Frankrike. Det kan emellertid ibland vara ett problem att anlägga hållplatser med byte över plattform i gatumiljö då lösningen kräver relativt stor bredd i gaturummet. Mer om relationen mellan bussar och spårvagnar vid hållplatser finns i hållplatsavsnittet i denna handledning.

Företräde enligt trafikförordningen

Spårväg har normalt bättre framkomlighet än busstrafik eftersom den i lagstiftningen är prioriterad framför annan fordonstrafik. Utdragen nedan kommer från trafikförordningen.

2 kap 5§ trafikförordningen:

- En trafikant skall lämna fri väg för
 1. utryckningsfordon som avger signal med föreskriven larmanordning,
 2. järnvägståg eller spårvagn om inte spårvagnsföraren har väjningsplikt som utmärks genom vägmärke. Förare som skall lämna fri väg skall stanna om det är nödvändigt.

Regelverket betyder att fotgängare ska ge spårvagn företräde vid ett oreglerat övergångsställe, såvida spårvagnsföraren inte har väjningsplikt som utmärks genom ett vägmärke. Detta innebär en stor skillnad jämfört med busstrafik, där bussföraren alltid har skyldighet att lämna företräde vid ett oreglerat övergångsställe. Oreglerade övergångsställen ska alltså ej förekomma över spårvägsspår. Dessa punkter ska istället utformas som gångpassager utan zebramarkering.

2 kap 7§ trafikförordningen

- En trafikant som har för avsikt att korsa en järnväg eller spårväg skall vara särskilt försiktig och vara uppmärksam på om något tåg eller någon spårvagn närmar sig. Förare av fordon skall anpassa hastigheten så att fordonet kan stannas före korsningen. Korsningen skall passeras utan onödigt dröjsmål.
- En trafikant får inte färdas in i en korsning med järnväg eller spårväg
 1. om ett tåg eller en spårvagn närmar sig,
 2. när en ljussignal visar rött sken, en ljudsignal ljuder eller en bom fälls, är fälld eller reses eller
 3. om det finns risk för att trafikanten måste stanna i korsningen.
- En trafikant som inte får färdas in i en korsning med järnväg eller spårväg skall stanna på betryggande avstånd från korsningen och före signaler eller bommar.

Förordning om säkerhet vid tunnelbana och spårväg

Enligt 12§ gäller att

- Förare av spårvagn är skyldig att följa sådan trafikregel i lokal trafikföreskrift som avser färdhastighet, väjningsplikt eller stopplikt.
- I en säkerhetsordning för spårväg får föreskrivas undantag från lokal trafikföreskrift som avses i första stycket. Sådant undantag anges med tilläggstavla på det vägmärke som utmärker trafikregeln i den lokala trafikföreskriften.

Observera att spårvagn har företräde framför fotgängare på övergångsställe.

4.2 Gemensamma utrymmen – gångar, torg och korsningar

- Spårvagnens förkörsrätt bör framgå av den fysiska utformningen.
- I cirkulationsplatser ska spårvägen passera rakt igenom, skyddad med trafiksignaler.
- Spårvagnar accepteras i högre utsträckning än bussar på gångar och torg, men effekten på restiderna måste beaktas noggrant.
- Cykeltrafik och spårvagnstrafik bör alltid separeras.

Nyckelpunkter
4.2

Utformningen vid gemensamma utrymmen och framförallt korsningspunkter bör ägnas särskild uppmärksamhet. Korsningarna är de viktigaste punkterna för framkomligheten. Man bör alltid sträva efter att utformningen ska vara självförklarande. Därför bör spårvagnens förkörsrätt framgå av den fysiska utformningen för att underlätta för samtliga trafikanter. Det samma gäller i de fall då en eventuell lokal trafikföreskrift (LTF) föreskriver någonting annat.

Speciell omsorg kring utformningen för personer med någon form av nedsatt funktionsförmåga, framförallt synsvaga och blinda, bör ges.



Figur 4-2. Spårvägen passerar genom en cirkulationsplats i Lyon. Spårvagnarnas trafikprioritet, och trafiksäkerheten, säkras med hjälp av signaler.

Cirkulationsplatser

Cirkulationsplatser kan anläggas utmed spårvägen, under förutsättning att spårvägen kan passera rakt igenom. Vanligen krävs någon form av signalreglering för att spårvagnarna ska kunna ges fri väg genom cirkulationsplatsen.

Om spårvagnen ska ges företräde gentemot annan trafik i en cirkulationsplats måste detta regleras i en LTF (Lokal trafikföreskrift). Ett sätt att förenkla trafiksituationen är alltså att införa en trafiksignal som aktiveras när en spårvagn närmar sig cirkulationsplatsen. För att underlätta trafiksituationen ytterligare bör man endast ha ett körfält i varje riktning i kombination med spårväg genom en cirkulationsplats.

Gångator och torg

Spårvagnar accepteras i betydligt större utsträckning än bil- och busstrafik på platser som normalt bara är tillgängliga till fots. Anledningen är antagligen främst att spåret tydligt visar spårvagnens färdväg. Även om det på motsvarande sätt går att markera bilars och bussars färdväg finns ofta en upplevd risk att dessa fordon kan avvika från denna väg. Detta ger spårvägen möjlighet att nå de allra mest centrala och folktäta delarna av staden. Samtidigt ska man komma ihåg att denna vinst ofta är på bekostnad av hastigheten, och därmed restiden. Lösningen bör därmed endast användas där majoriteten av resenärerna har målpunkt.

Cykeltrafik

Vad gäller cykeltrafik och spårvagnstrafik så bör de alltid separeras, antingen genom att skapa alternativa stråk för cyklisterna eller genom att inrymma separata cykelbanor i gaturummet utmed spårvägen. Cyklar i spårområdet innebär stor olycksrisk, särskilt i och med faran för fall när cykelhjulet fastnar i rännskenan. Man bör därför också se till att cykelstråk korsar spårvägen med stor vinkel, helst vinkelrätt.



Figur 4-3. Över ett av torgen i Nice, Place Garibaldi, rullar spårvagnen i nära samklang med fotgängarna.



Figur 4-4. Spårvagnarna samsas med gångtrafikanter i centrala Norrköping. Detta ger en utmärkt tillgänglighet till målpunkterna i centrum, men hastigheten är låg.

4.3 Trafiksäkerhet

- Självförklarande gaturum – med exempelvis upphöjd köryta för spårvägen och olika markbeläggning för spårväg, gångtrafik och biltrafik – höjer trafiksäkerheten.
- Vänstersvängande fordon över spåren bör undvikas i så stor utsträckning som möjligt, och där det inte kan undvikas bör korsningen säkras med trafiksignaler.
- Oreglerade övergångsställen utformas som gångpassager utan zebramarkering.
- Behovet av räcken och staket beror på hastighet och den övriga trafikens intensitet, men normalt är de inte nödvändiga om utformningen i övrigt stödjer trafiksäkerheten.
- Varningssignaler med ljus och ljud kan användas för att öka oskyddade trafikanters uppmärksamhet.

Nyckelpunkter

4.3

Trafiksäkerhet är en väldigt viktig aspekt vad gäller spårvagnstrafik, både på den övergripande nivån och på detaljnivå vid utformningen av gator. Trafiksäkerheten är särskilt viktig för oskyddade trafikanter. Därför bör stor omsorg läggas ner på att få en så tydlig och säker utformning som möjligt, så att skador och dödsfall inte ökar i samband med införandet av spårvagnstrafik.

Utformning som stödjer trafiksäkerheten

Den fysiska utformningen av spårvägssystemet bör naturligtvis stötta trafiksäkerheten i så hög grad som möjligt. Spårvägsutrymmet bör tydligt markeras i gatan. Metoden kan variera, med alltifrån en enkel heldragen linje till ett staket utmed spåren. Staket är emellertid av stadsmiljöskäl inte önskvärda, varför en linje i kombination med avvikande markbeläggning i spårområdet oftast är att föredra. En bra metod är att också göra spårområdet något upphöjt i förhållande till omgivande körbanor, vilket innebär att spårområdet blir både fysiskt och visuellt avgränsat. Den fysiska avgränsningen minskar också risken för oönskade u-svängar över spårområdet. Pollare är ytterligare en möjlighet, som kan användas där det behövs ännu tydligare avgränsning.



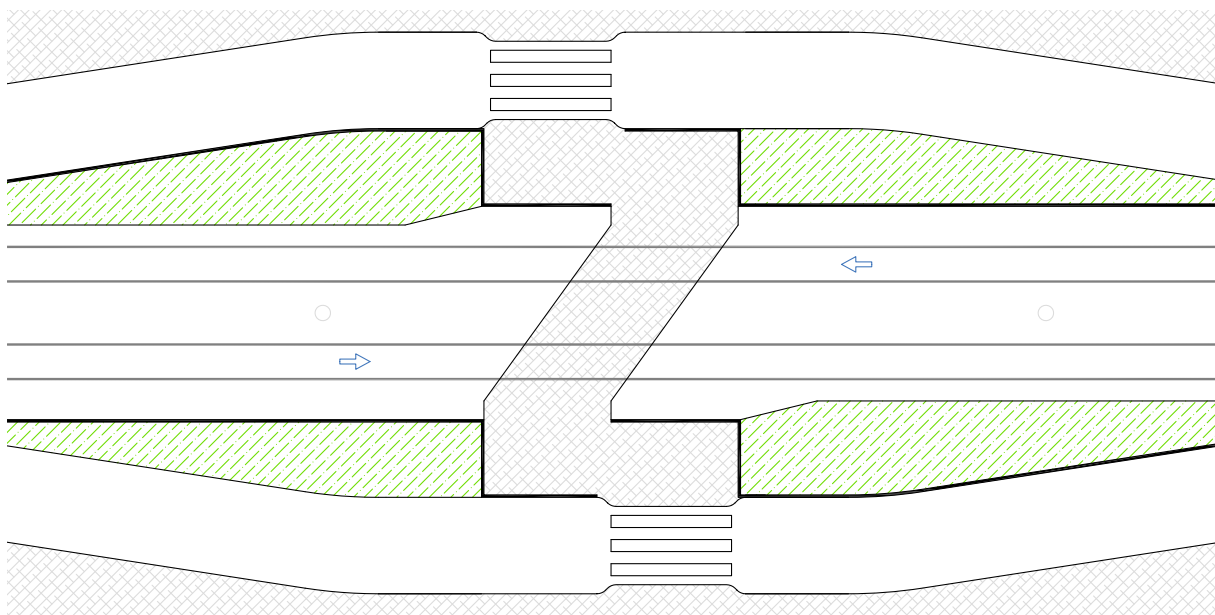
Figur 4-5. På denna gata i Mulhouse är spårvägsområdet upphöjt i förhållande till omgivande körbanor, för att tydliggöra spårvägens separata utrymme. Notera också att busstrafiken får samsas med biltrafiken vid sidan av spårvägen.



Figur 4-6. På Bybanen i Bergen används samma färgmarkeringar utmed hela banan. Korsningar med biltrafik är rödmarkerade och korsningar med gångtrafik är grå. En entydig, förutsägbar och återkommande trafiksituation minskar risken för olyckor.

Generellt kan man säga att blandtrafik försämrar trafiksäkerheten. Man bör även, i möjligaste mån, undvika vänstersvägande fordon över spåren. Där det inte kan undvikas bör korsningen säkras med trafiksignaler.

Vad gäller oreglerade övergångsställen över spårväg så ska de inte förekomma alls. Dessa punkter ska istället utformas som gångpassager utan zebramarkering. Motivet är att skapa en tydligare trafikmiljö, som visar att fotgängare ska ge spårvagnar företräde vid oreglerade gångpassager enligt trafikförordningen. Vid höga hastigheter kan man även utnyttja gångpassager med saxad utformning, där man med hjälp av mittrefuger tvingas vända sig mot spårvagnstrafiken vid övergång.



Figur 4-7. Exempel på utformning av gångpassage vid höga hastigheter: saxad gångpassage, som innebär att de gående styrs upp mot spårvagnstrafiken. Lösningen kräver någon form av räcken.

Räcken och staket

Räcken kan i vissa fall användas för att kanalisera fotgängarflöden och förhindra spring över gata och spårväg. Behovet beror på hastighet och den övriga trafikens intensitet. Staket är dock inte så stadsmässiga och bör undvikas åtminstone i stadskärnan. Dessutom kan räcken och staket göra att spårvägen blir en barriär i staden. För att ändå skapa god trafiksäkerhet krävs stor omsorg kring materialval med mera, som ger gaturummet tydliga visuella avgränsningar.

Där avskiljande räcken ändå behövs ska de vara minst 1,1 meter höga och klätterfria. Räcken eller staket vid sidan av spårvägen måste sättas på sådant avstånd att spårvagnen kan utrymmas på ett säkert sätt. Avståndet mellan spårmittpunkt och staket ska vara minst 2,025 m (helst 2,4 m), vilket innebär att spårområdet totala bredd måste ökas om det ska avgränsas med räcken eller staket. Staket mellan spårerna (maximalt 0,35 m brett) kan däremot normalt inrymmas utan att spåravståndet behöver ökas.

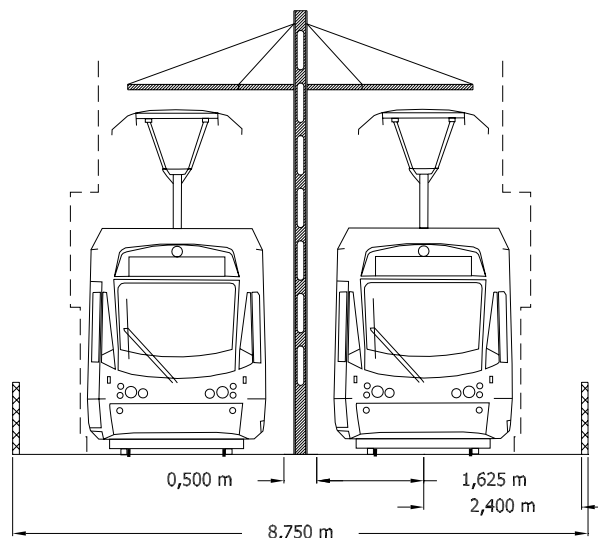
Även här är materialval av stor betydelse för att spårvägen ska kunna medföra den önskade försköningen av gaturummet. Man kan även överväga möjligheten att ersätta eller samordna staketet med växtlighet.

Varningssignaler

Vid gångpassager som inte ligger i direkt anslutning till hållplatser bör man sätta upp varningssignaler med ljus och ljud för att öka oskyddade trafikanters uppmärksamhet. Genom att utforma signalen för passage över spårområdet olik den över biltrafikområdet särskiljs dessa områden och visar att olika regler gäller för de olika områdena. Vad man vill förmedla är att fotgängare passerar spårområdet "på egen risk", och det bör därför inte finnas någon grön signal som indikerar att området är fritt och avsäger fotgängaren från ansvar att se sig för.

Spårvagnarnas utformning

Front och sidor på spårvagnen bör vara utformade så att människor som av någon anledning stöter emot spårvagnen inte riskerar att hamna under vagnen utan fångas upp eller förs åt sidan.



Figur 4-8. Om spårområdet ska avgränsas med räcken eller staket måste bredden ökas. Här används riktvärdet 2,4 m mellan spårmittpunkt och staketet. Används gränsvärdet 2,025 m blir spårområdet totala bredd i stället 8,0 m.



Figur 4-9. Exempel på varningssignal i Paris, med tilläggsskylt som understryker att spårvagnen har företräde. Signalen visar rött sken då spårområdet inte ska beträdas, annars är den släckt.

4.4 Signalsystem

- Signalsystem av järnvägstyp är normalt inte nödvändigt vid hastigheter upp till 70 km/tim.
- Kollektivtrafiksignaler är en viktig del av anläggningen för att skapa prioritet gentemot övrig trafik.

Nyckelpunkter
4.4

Signalsystem för spårväg kan delas upp i tre delar.

- Signaler som skyddar spårvagn från att kollidera med annan spårvagn
- Signaler som ger spårvägen företräde framför annan trafik
- Signaler som vägleder spårvagnsföraren om vägval i till exempel växlar.

Skydd mot kollision med annan spårvagn

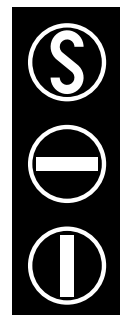
Denna typ av signaler är oftast av järnvägskaraktär och ingår då i ett system med automatiskt tågstopp om en signal som visar rött passerar – i sin mest avancerade form ATC, som även innehåller skydd mot hastighetsöverträdelser. Denna typ av signaler används i de fall spårvägen inte kan trafikeras på sikt, det vill säga när föraren kör utan stöd av signaler likt en bussförare i normal vägtrafik.

Enligt tyska BOStrab (Kapitel 6, §49, pkt 2.2) krävs denna typ av säkerhet om hastigheten är över 70 km/tim. Anläggningar med en högsta hastighet av 70 km/tim behöver inte denna typ av signalsystem utan körning på sikt är säkerhetsmässigt en god lösning.

Utöver vid höga hastigheter krävs denna typ av signalsystem även vid enkelspår.

Företräde framför annan trafik

Signalanläggningar för spårväg för denna typ av konflikter regleras i Vägmärkesförordningen (SFS 2007:90). Kollektivtrafiksignaler beskrivs i kapitel 3 §§ 9-12. Kollektivtrafiksignal kan visa S, - (vågrätt streck) eller | (lodrätt streck). Kollektivtrafiksignalen är en del av en signalreglering där övrig trafik har signaler med rött, gult eller grönt ljus. Förutom dessa signaler finns "Signaler för påkallande av särskild försiktighet" enligt Vägmärkesförordningen 3 kap § 21. Dessa är vanligen växelvis blinkande gult eller rött ljus med ringsignal som varnar fotgängare att korsa spårvägsspåren då spårvagn närmar sig. Röd signal har skarpare symbolvärde, eftersom rött betyder stopp även i andra sammanhang.



Vägledande signaler

Vägledande signaler hjälper spårvagnsföraren att se körvägen i till exempel en växel. Dessa signaler är unika för varje enskild spårväg i Sverige och regleras i den lokala Trafiksäkerhetsinstruktionen.

4.5 Spårvagnar på järnväg

- Spårvagnstrafik på järnväg kräver dubbla kraftförsörjningssystem och signalsäkerhetssystem i spårvagnarna.
- Lägre topphastighet men bättre accelerations- och bromsförmåga än konventionella järnvägsfordon gör duospårvagnar lämpliga för trafik med tätare uppehåll än vad tågtrafik normalt brukar vara lämpligt för.

Nyckelpunkter

4.5

Duospårväg innebär trafik med samma fordon på spårväg, till exempel i städer, och järnväg, mellan städerna, i ett integrerat kollektivtrafiknät där man på så sätt kan undvika bytet på järnvägsstationen. Trafiken bedrivs med duospårvagnar, eller tvåsystemsvagnar, eftersom det krävs dubbla strömförsörjnings- och/eller signalsäkerhetssystem. Om duospårvagnar kör på samma järnvägsspår som annan tågtrafik kallas det track sharing. Fenomenet uppstod i tyska Karlsruhe 1989.

Duospårvagnar har dubbla strömförsörjningssystem, som under färd kan växla vanligtvis mellan spårvägens likström (i Sverige 750 V) och järnvägens växelström (i Sverige 15 kV, 16 2/3 Hz). Även en variant som klarar att växla mellan el- och dieseldrift finns på marknaden.

Även utrustning för att hantera olika signalsäkerhetssystem kan finnas. Man säger att vagnen är en tvåsystemsvagn. Detta är inget unikt för spårvagnar – sedan 2000 bedrivs tågtrafik i Sverige med dubbla system, nämligen Öresundstågen och godståg, som klarar att växla mellan danska och svenska el- och signalsystem på Öresundsförbindelsen.

Duospårvagnen är dyrare än en vanlig spårvagn och finns i få utföranden och längder och kan således inte specialanpassas efter exempelvis mycket känsliga stadsmiljöer.

Sett till prestanda tvingas man till en kompromiss mellan å ena sidan de önskade egenskaperna för en konventionell spårvagn och å andra sidan de för ett järnvägsfordon, till exempel pendeltåg. Duospårvagnen har inte högre toppfart än 100–120 km/tim, vilket gör att den inte kan konkurrera med konventionella tåg på längre sträckor än ett par mil. Å andra sidan har duospårvagnen ofta mycket god accelerations- och bromsförmåga, vilket gör den lämplig för trafik med tätare uppehåll än vad tågtrafik normalt brukar vara lämpligt för.



Figur 4-10. Spårvagn på järnvägsstation i Kassel.



Figur 4-11. Spårvagn på järnvägsspår i närheten av Kassel.



Florens, Italien

5. Hållplatser

5.1 Placering

Parameter	Riktvärde	Gränsvärde	Vid undantag	Nyckelpunkter 5.1
Horisontalradie vid hållplats		Rakspår	Min 250 m	
Lutning vid hållplats	Max 2 %	Max 3 %	-	
Hållplatsavstånd	500–800 m	Min 400 m	Enligt lokala förutsättningar	

Kurvradie

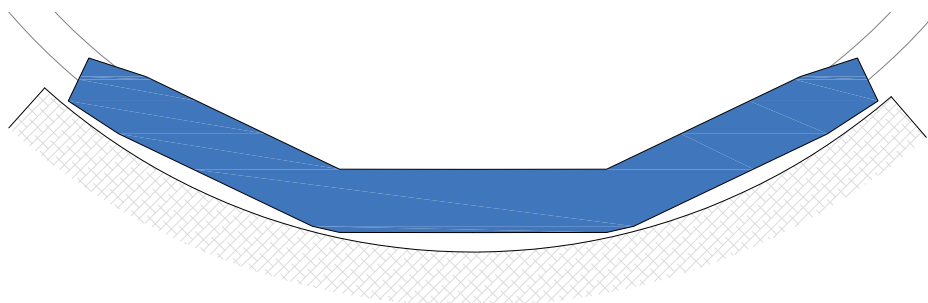
Vid hållplats ska rakspår alltid eftersträvas eftersom hållplats i kurva medför större avstånd mellan plattform och insteg i spårvagnen. Dessutom gör en eventuell kurva att föraren inte kan få en lika bra överblick över på- och avstigning.

Rakspår bör också eftersträvas direkt före och efter hållplatsen, med hänsyn till så kallat svep (att spårvagnen tar upp extra utrymme i kurvor). Riktvärdet bör vara en vagnslängd på ömse sidor om plattformen (med hänsyn till spårvagnar som är konstruerade så att de behöver befinna sig helt och hållet på rakspår för att de ska vara parallella med spåret) och gränsvärdet bör vara minst 15 m rakspår på vardera sidan.

I undantagsfall, då hållplats i kurva inte kan undvikas, är det viktigt att eftersträva så stora kurvradier som möjligt. Ju mindre kurvradien är, desto större glapp riskerar man att få mellan plattform och insteg i vagnen. Enligt internationell standard bör ett absolut minimum för kurvradie vid hållplats inte understiga 250 m.

Hur stort glappet mellan plattform och insteg i spårvagnen blir beror på spårvagnens utformning med hänsyn till placering av hjul respektive dörrar. Glappet vid rakspår är 5 cm, men vid 250 m radie kan det i värsta fall bli nästan dubbelt så stort (alltså uppemot 10 cm). Vid 500 m radie blir glappet som mest 7,5 cm; vid 1000 m radie som mest 6,25 cm och så vidare (jämför kurvutvidgning i fria rummet).

Ytterligare en aspekt att ta hänsyn till är att spåret kan förflytta sig i sidled i kurvan på grund av temperaturväxlingar eller de centrifugalkrafter som uppstår när spårvagnar trafikerar kurvan. Spåret måste därför fixeras i förhållande till plattformskanten om hållplatsen ligger i kurva.



Figur 5-1. Med hållplats i kurva riskerar man att få ett stort glapp mellan plattform och insteg i spårvagnen.

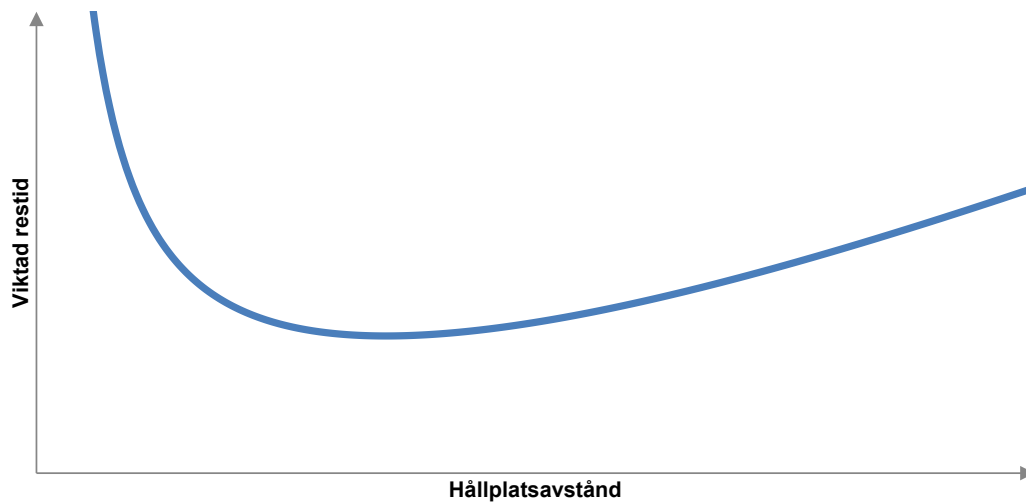
Lutning

Vid hållplatser bör lutningen inte överstiga 2 %, då risk för olägenheter vid halt väglag uppstår. Gränsvärdet är dock max 3 % enligt Skånetrafikens hållplatshandbok.

Hållplatsavstånd

Avståndet mellan stopp är en avvägning mellan efterfrågan vid målpunkten och den extra restid som varje stopp medför. Genom att skapa raka och centrala linjesträckningar med litet längre hållplatsavstånd och utan hinder från annan trafik så kan en hög attraktivitet för trafiken erhållas. Därmed accepteras längre avstånd till hållplatserna.

Om man lägger ihop tiden det tar att gå till närmsta station eller hållplats med åktiden i spårvagnen kan man räkna ut restiden. Denna varierar med hållplatsavståndet och har ett flackt minimum, för lokal trafik ofta vid 500–800 m inom bebyggt område. Detta hållplatsavstånd bör därför gälla som riktvärde. Gränsvärdet sätts till minimum 400 m. Kortare hållplatsavstånd än så riskerar att medföra alltför långa restider.



Figur 5-2. Principiellt samband mellan genomsnittligt hållplatsavstånd i bebyggt område och restid dörr till dörr. De faktiska värdena beror på lokala förutsättningar i varje system, men vanligtvis är optimalt hållplatsavstånd runt 500–800 m för lokal trafik. Modellen visar att restidsstandarden dörr till dörr är känsligare för alltför korta hållplatsavstånd, där kurvan är brant, än för längre hållplatsavstånd, där kurvan är flackare.



Figur 5-3. Linje ML3 i Boadillo utanför Madrid har hög medelhastighet tack vare långa hållplatsavstånd. Hållplatserna är centralt placerade i orten.

5.2 Utformning

Parameter	Riktvärde	Gränsvärde	Vid undantag	Nyckelpunkter 5.2
Plattforms­längd, lokal linje	Planberedskap för 45 m	Min 35 m	-	
Plattforms­längd, flera lokala linjer	Planberedskap för 65 m	Min 35 m		
Plattforms­längd regional linje		Min 80 m	-	
Plattforms­bredd	Min 3,5 m (inklusive utrustning som väderskydd m.m.)	Min 2,25 m fri yta (exklusive hållplats­utrustning)	-	
Plattforms­höjd	0,28 m		-	

Plattforms­längd

Plattforms­längden anpassas till spårvagnslängden, plus ytterligare ett par meter. På lokala linjer ska den därför vara 35–45 m beroende på vilken kapacitet som efterfrågas. På linjer där man kan förutse ett kapacitetsbehov för längre vagnar inom några år från spårvägens öppnande bör långa plattformar, ca 45 m för att möjliggöra trafik med drygt 40 m långa spårvagnar, byggas redan från början.

På sträckor som är gemensamma för mer än en planerad lokal linje bör man eftersträva planberedskap för 65 m långa plattformar, för att möjliggöra två 32 m långa spårvagnar vid plattformen samtidigt.

På regionala linjer bör plattformarna anpassas för dubbelkopplade spårvagnar, totalt 80 m långa. Utmed de lokala linjer som på sikt kan komma att sammankopplas med regionala linjer bör man således också ha planberedskap för 80 m långa plattformar, även om behovet inte finns omedelbart vid spårvägens öppnande.

Hållplatsen ska ligga i rakspår, som dessutom ska sträcka sig åtminstone 15 m utanför hållplatsen enligt föregående avsnitt. För en 80 m lång hållplats behövs alltså en 110 m lång raksträcka.

När utrymme finns bör en utformning med gångpassage i mitten övervägas, av trafiksäkerhetsskäl. Hållplatslägena förskjuts då så att spårvagnarna stannar före gångpassagen.

På samlade hållplatser, där plattformarna i stället är mitt för varandra, bör hållplatslägena placeras så att spårvagnar som samtidigt befinner sig på hållplatsen står omlott så att sikten från respektive förarplats inte hindras av vagnen intill.

Plattformsbredd

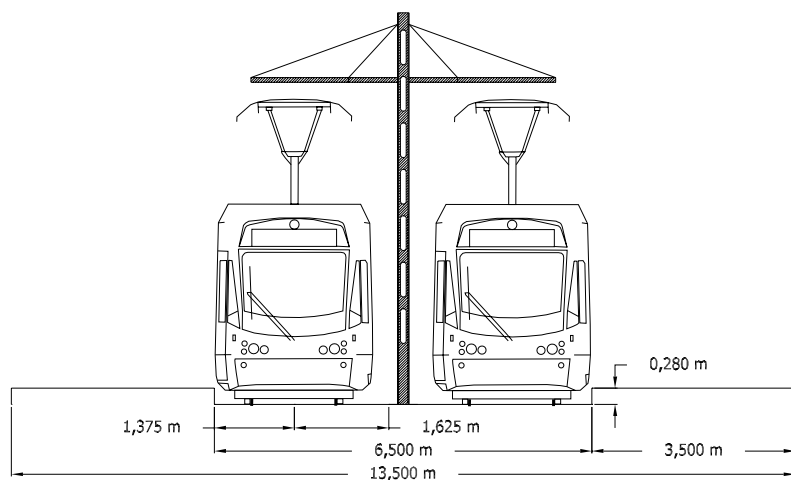
Plattformarnas bredd bör inte understiga 3,5 m, inklusive utrymme för utrustning som väderskydd med mera. Gränsvärdet är enligt Skånetrafikens hållplatshandbok minimum 2,25 m fri yta, det vill säga exklusive hållplatsutrustning. Där utrymmet är trångt finns möjlighet att utforma väderskydd och annan utrustning så att den totala plattformsbredden kan vara endast marginellt bredare än gränsvärdet.

På hållplatser med många av- och påstigande är det särskilt viktigt med tillräcklig plattformsbredd, och då är minimibredden naturligtvis inte att rekommendera. Den tillgängliga plattformsytan per person bör inte understiga 1 m², beräknat på det största antal personer som förväntas befinna sig på plattformen samtidigt.

Plattformar bör vara utrustade med regnskydd och sittplatser. Dessutom skall information i form av tidtabeller, kartor och realtidsskyltar finnas.

Plattformshöjd

Riktvärde för plattformshöjden är 0,28 m. Detta är lägre än den föreskrivna instegshöjden i spårvagnen för att man endast i undantagsfall ska kliva nedåt vid påstigning, även om spårvagnen är tungt lastad och hjulprofilen sliten (instegshöjden i spårvagnen kan variera 5–6 cm under normala driftförhållanden).



Figur 5-4. Sektion vid hållplats, med kontaktledningsstolpe mellan spåren.

Funktionshinderanpassning

Plant insteg för funktionshinderade underlättas med spårvagnstrafik i jämförelse med busstrafik. Då spårvagnen går på spåren kan avståndet mellan spårvagnen och plattformen minimeras och blir därmed även oberoende av föraren. Därför är det även viktigt att hållplatser hamnar på raksträckor och inte i kurvor, så att inga glapp uppstår mellan spårvagnen och plattformen. I övrigt hänvisas till Skånetrafikens hållplatshandbok.

Ändhållplatser

Ändhållplatser anpassas efter trafikupplägg och framtida utvecklingsmöjligheter, särskilt med tanke på eventuell förlängning av linjen.

5.3 Integrering i stadsmiljön

- Sidoplattformar är oftast att föredra framför mittplattform med tanke på totalt utrymmesbehov, passagerarkomfort och möjlighet till bussangöring.
- Trädrader eller gatuparkering kan utnyttjas mellan hållplatserna för att utnyttja en kontinuerlig bredd i gaturummet.
- Hastighetsdämpande åtgärder för biltrafiken är i många fall lämpliga vid hållplatser för att höja trafiksäkerheten och förbättra tillgängligheten mellan plattform och gångbana.

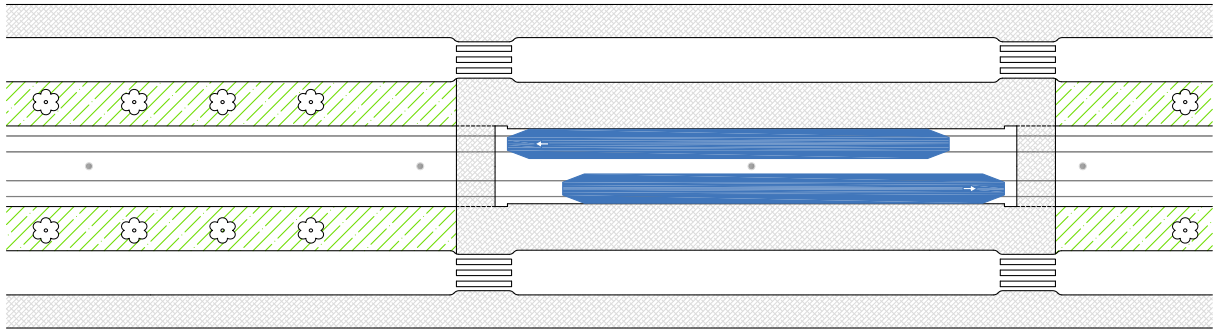
Nyckelpunkter
5.3

Sidoplattformar är det normala, även om mittplattformar är möjliga då spårvagnarna har dörrar på båda sidor (tvåriktningsvagnar). Med mittplattform spar man någon meter i gatusektionens bredd. Totalt sett blir utrymmesbehovet dock större än med sidoplattformar, eftersom man vid rakspår behöver lägga in s-kurvor på ömse sidor om hållplatsen vilket kräver mycket utrymme i längsled. Detta innebär också sämre komfort. Dessutom kan bussar inte använda hållplatsen om den har mittplattform, eventuell ersättningstrafik vid störningar i spårvägssystemet får man alltså då ha någon annanstans. Om mittplattform ändå är att föredra på något ställe är det viktigt att tänka på att det ska vara stora radier i s-kurvorna på ömse sidor om plattformen, annars blir åkturen ryckig, obekvämlig och bullrig. Olycksrisken ökar också, då många passagerare rest sig upp för avstigning före s-kurvan in till hållplats.

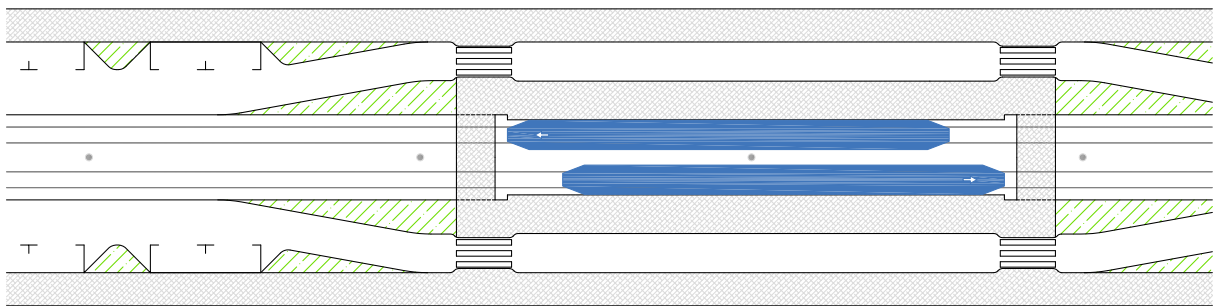
Med spårväg som löper intill en gångbana är det fullt möjligt att integrera hållplatsplattformen med gångbanan, såsom ofta sker vid busshållplatser där utrymmet är snålt.



Figur 5-5. Hållplats på linje T3 i Paris. Före och efter hållplatsen ryms gatuparkering (till vänster i bild). Vid hållplatsen används detta utrymme i gaturummet i stället till plattformarna. Situationen motsvarar planskissen i Figur 5-7.



Figur 5-6. I en gatusektion med spårväg i mitten kan trädrader på ömse sidor om spårvägen anläggas mellan hållplatser, i det utrymme som vid hållplatser behövs för plattformar.



Figur 5-7. Ett alternativ är att använda det extra utrymmet mellan hållplatser till gatuparkering. Bilgatan sidoförskjuts då vid hållplatser, vilket samtidigt har en hastighetsdämpande effekt. Se även Figur 5-5, som visar en tillämpning av denna princip.



Figur 5-8. Hållplats i franska Nantes med upphöjd köryta för biltrafiken. Fotgängaren får plan mark till trottoaren medan bilen får en upphöjning som sänker hastigheten och uppmärksammar bilföraren på de gående.

5.4 Relation mellan buss och spårvagn

- Bussar och spårvagnar har olika instegshöjder, vilket gör det svårt att uppnå plant insteg för båda fordonsslagen om de stannar vid samma hållplatsläge.
- Matartrafik ökar spårvägens resandeunderlag.
- Byte över plattform med väderskyddande tak där så är möjligt skapar förutsättningar för ett så kallat sömlöst system, där byten inte upplevs som störande.

Nyckelpunkter
5.4

Bussar och spårvagnar vid samma hållplatslägen

På grund av till exempel utrymmesbrist, eller för att skapa god tillgänglighet till ersättningsbussar vid driftsstopp kan det vara lämpligt att planera för gemensamma hållplatslägen för bussar och spårvagnar.

En viktig förutsättning är dock att bussar och spårvagnar inte är identiska och därför ställer olika krav på hållplatsernas utformning. Om spårväg och busstrafik ska kunna samordnas på ett bra sätt måste hållplatserna utformas så att god tillgänglighet till båda trafikslagen skapas trots att fordonen är olika höga.

Instegshöjd vid en spårväghållplats är normalt 28 cm. Vid busshållplatser eftersträvas i regel en lägre instegshöjd (0,17 m) för att passa nigande bussar. Ett sätt att kringgå problemet är att en del av plattformens höjd anpassas efter bussar och en annan efter spårvagnar. Vid bussläget kan då en höjd på normala 17 cm väljas och vid hållplatsläget för spårvagnar är en höjd på 28 cm lämplig. Detta resulterar emellertid i långa hållplatser.

En annan lösning som är relativt vanlig i Tyskland är att man väljer specialutformade kantstenar som är högre än vid vanliga busshållplatser. Plattformens kantstenar måste utformas så att hjulmuttrar och karossida på bussar inte skadas trots stenens höjd. Det finns ett antal olika kantstenstyper på marknaden att välja mellan. Dessa kantstenar ger plant insteg i bussen, men nivåskillnaden till en låggolvsspårvagn blir normalt 6–8 cm vilket är något mer än önskvärt. Samtidigt ökar glappet i sidled mellan plattformen och insteget i bussen eller spårvagnen.



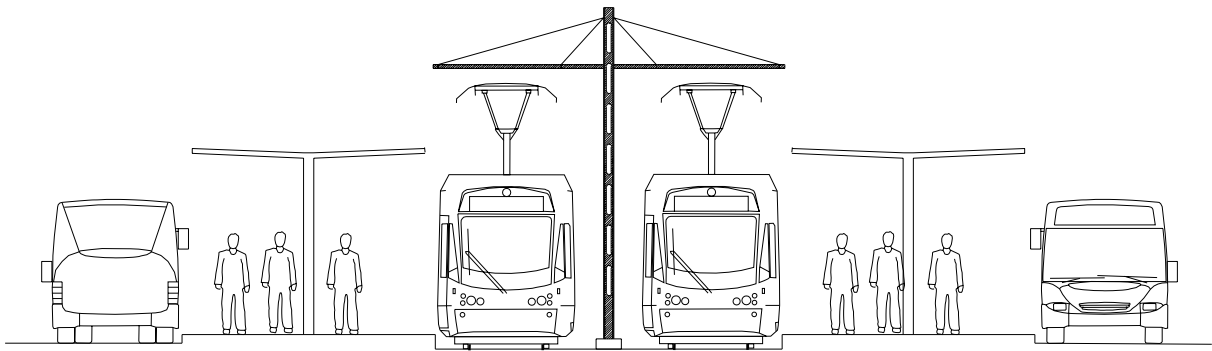
Figur 5-9. Dresden Combibord ©, exempel på kantsten för buss och spårvagn. Foto från Tribeton.

Byten mellan buss och spårvagn

Matartrafik, med bussar som ansluter till strategiska punkter utmed spårvägen, är en viktig förutsättning för att förbättra den ekonomiska effektiviteten i systemet och öka resandeunderlaget för spårvägen.

Eftersom både bussar och spårvagnar är relativt småskaliga är det ofta inte svårt att skapa goda bytesmöjligheter i markplanet. Detta gör att tillgänglighetshämmande trappor och gångtunnlar kan undvikas.

Byte ska helst kunna ske endast genom några få stegs förflyttning över plattform. En öppen miljö bör eftersträvas utan onödiga barriärer i form av till exempel staket. För att öka komforten och ytterligare höja kollektivtrafikens attraktivitet kan plattformar gärna utrustas med väderskyddande tak som sträcker sig hela vägen mellan buss och spårvagn.



Figur 5-10. Hållplatsutformning för byte över plattform.



Figur 5-11. En attraktiv bytespunkt mellan buss och spårvagn med byte över plattform i Le Mans.



Strasbourg, Frankrike

6. När du vill veta mer – litteraturförteckning

- Andersson, E. och Berg, M., Järnvägssystem och spårfordon, Järnvägsgruppen KTH (2001)
- Andersson E., Berg, M. och Stichel, S., Spårfordons dynamik, Järnvägsgruppen KTH (2002)
- Andersson, PG och Gibrand, M., Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem – som finns på världsmarknaden och är i bruk, rapport 2008:26, Trivector Traffic (2008)
- Andersson, S. m.fl., Historik, kunskap och analys för trafiksäkerhetsprogram 2010–2020, rapport 1:2009, Göteborgs Stad, Trafikkontoret (2009)
- Banstandard, Göteborgs Stad, Trafikkontoret (2002)
- BOStrab. Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen, upplaga 1987, VDV (2000)
- Catling, D. m.fl., Guidelines for Selecting and Planning a New Light Rail System, UITP (2001)
- Danneberg, E., Untersuchungen und Definition von Anforderungen zur Lichtraumberechnung von Schienenbahnen, Diplomarbeit, Technische Universität Dresden (2001)
- Davidsson, G., Spårvägar i Skåne, Region Skåne (2009)
- Der Straßenbahner. Handbuch für U-Bahner, Stadt- und Straßenbahner, VDV (2001)
- Devereux, L. m.fl., HiTrans Best practice guide, HiTrans (2005)
- Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om hur elektriska starkströmsanläggningar ska vara utförda, Elsäkerhetsverket ELSÄK-FS 2008:1
- Elsäkerhetsverkets föreskrifter om behörighet för elinstallatörer, Elsäkerhetsverket ELSÄK-FS 2007:2
- Fritt utrymme utmed banan, BVF 586.20, Banverket (1998)
- Förstberg, J., Motion-related comfort levels in trains – A study on human response to different tilt control strategies for a high speed train, rapport 1996:41, KTH Järnvägsteknik (1996)
- Hållplatshandboken 2006, Rev 2008-10-20, Skånetrafiken (2008)
- Johansson, R., Rosén, M. m.fl., Integrerad stadspårväg med fokus på trafiksäkerhet. En kunskapsöversikt, Sweco (2010)
- Johansson, R. m.fl., Trafiksäkerhetsrevision Spårväg City, Sweco (2009)
- Johansson, T. och Lange, T., Persontransporter i långa banor, rapport i projektet Den goda staden, Banverket (2008)
- Johansson, T. och Lange, T., Spårväg. Guide för etablering, rapport i projektet Den goda staden, Banverket (2009)
- Koch, G., Chancen für einen alternativen Bau- und Betrieb von Neben-strecken nach BOStrab, Bahn- und Stadtverkehr (2003)
- Kottenhoff, K., Andersson, PG och Gibrand, M., Bus Rapid Transit i Sverige? Kunskapsammanställning med identifiering av forskningsfrågor, KTH och Trivector Traffic (2009)
- Lilja, Å., Teknisk standard spårväg city, SL och Tyréns (2008)
- Möller, M. m.fl., Lätt spårtrafik i Skåne – en inledande studie, SSSV, Helsingborgs stad, Banverket, Länsstyrelsen i Skåne, Region Skåne och Skånetrafiken (2007)
- Plattformer och lastkajer, BVF 286.26, Banverket (1995)
- Regelbok – för spårbunden trafik 2010, Transportstyrelsen (2010)
- Spårväg City. Planeringsprinciper., Stockholms Stad och SL (koncept 2009)
- Stadtverkehr 1-2/10, Fachzeitschrift für den öffentlichen Personen-Nahverkehr auf Schiene und Straße, EK-Verlag (2010)
- Tillåten hastighet mht spårets geometriska form, BVF 586.41, Banverket (1996)
- Trafikkontorets projekterings- och utförandeanvisningar, TPU 2010, Göteborgs Stad, Trafikkontoret (2010)
- Trafiksäkerhetsinstruktion (TRI). Spårvägstrafiken i Norrköping, utgåva 3, Norrköpings kommun (2005)
- Usterud Hanssen, J. m.fl., Lettbaner – europeiske erfaringer, TØI rapport 764/2005, Transportøkonomisk institutt (2005)
- VGU. Vägars och gators utformning, VV Publikation 2004:80, Vägverket (2004)

- www.alstom.se
- www.ansaldobreda.it
- www.bombardier.se
- www.bybanen.no
- www.caf.es
- www.lightrail.se
- www.siemens.com
- www.sparvagnsstaderna.se
- www.stadlerrail.com

