



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



Buss, BRT och spårväg - en jämförelse

Rapport 2011:1

2011-04-26

Analys & Strategi

Konsulter inom samhällsutveckling

WSP Analys & Strategi är en konsultverksamhet inom samhällsutveckling. Vi arbetar på uppdrag av myndigheter, företag och organisationer för att bidra till ett samhälle anpassat för samtiden såväl som framtiden. Vi förstår de utmaningar som våra uppdragsgivare ställs inför, och bistår med kunskap som hjälper dem hantera det komplexa förhållandet mellan människor, natur och byggd miljö.

Titel: Bussens fördelar vid kollektivtrafiksatsningar

Redaktör: Lars Sandberg

WSP Sverige AB

Besöksadress: Arenavägen 7

121 88 Stockholm-Globen

Tel: 08-688 60 00, Fax: 08-688 69 99

Email: info@wspgroup.se

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

www.wspgroup.se

Foto: Joachim Lundgren, Carl Swensson

Förord

Det finns ett stort intresse för att bygga ut spårvägstrafiken i landet. På en rad orter i landet pågår det diskussioner om att bygga ut spårvägstrafiken. I bland annat Stockholm och Helsingborg har planeringsarbetet kommit längre. Argumenten för att bygga ut spårvägstrafiken är ofta att man vill bygga upp en energisnål kollektivtrafik med hög kapacitet.

Alternativen till investeringar i spårväg är traditionell busstrafik, som ofta redan trafikerar de tilltänkta spårvägslinjerna eller att satsa på Bus Rapid Transit, BRT, som det brukar förkortas, är ett koncept av snabb och kapacitetsstark busstrafik. BRT finns inte i Sverige. Däremot finns det i ett 40-tal städer i USA, fem städer i Australien och Nya Zeeland och i ett 20-tal städer i Storbritannien, Holland, Frankrike och övriga Europa.

På uppdrag av Sv. Bussbranschens Riksförbund, BIL Sweden, Volvo, Scania, Mercedes-Benz och MAN har WSP Analys & Strategi jämfört traditionell busstrafik, Bus Rapid Transit (BRT) och spårväg dels generellt mellan transportslagen när det gäller kostnader, miljöpåverkan, passagerarkapacitet, restid, spårfaktorn och flexibilitet och dels i en fördjupad analys av fyra planerade eller diskuterade spårprojekt. Arbetet har utförts av Lars Sandberg (uppdragsledare), Göran Tegnér, Janne Henningsson, Daniel Waluszewski, Thomas Höjemo och Björn Hugosson (kvalitetskontroll).

Stockholm i mars 2011
WSP Analys & Strategi

Innehåll

1	UPPDRAGET	10
2	JÄMFÖRELSE MELLAN BUSS, BRT OCH SPÅRVÄG	11
2.1	Transportsätten	11
2.2	Kostnader	16
2.3	Passagerarkapacitet	22
2.4	Restid för passagerare	29
2.5	Flexibilitet	31
2.6	Spårfaktorn	35
3	FÖRDJUPAD JÄMFÖRELSE I AKTUELLA SPÅRPROJEKT	43
3.1	Stombusslinje 4 i Stockholm (Gullmarsplan-Radiohuset)	44
3.2	Tvårspårväg Syd Stockholm (Flemingsberg-Älvsjö)	51
3.3	Helsingborg (Knutpunkten – Dalhem)	60
3.4	Busslinje 16 i Göteborg (Brunnsparken-Eketrägatan)	68
4	FÖRDJUPAD JÄMFÖRELSE: MILJÖPÅVERKAN UR ETT LIVSCYKELPERSPEKTIV	77
4.1	Byggnation av infrastruktur	77
4.2	Drift av infrastruktur	78
4.3	Underhåll av infrastruktur	79
4.4	Rivning av infrastruktur	79
4.5	Tillverkning och service av vägfordon, vagnar och lok	79
4.6	Framdrift av fordon	80
4.7	Produktion av drivmedel	81
4.8	Omräkning av energiåtgång till utsläpp av växthusgaser	81
4.9	Beräkningar för aktuella infrastrukturprojekt	84
5	SLUTSATSER	92
5.1	Kostnader	92
5.2	Passagerarkapacitet	95
5.3	Restid	97
5.4	Flexibilitet	98
5.5	Spårfaktorn	99
5.6	Fördjupad jämförelse i aktuella spårprojekt	102
5.7	Miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv	107
5.8	Några avslutande slutsatser	107
	BILAGOR	110
	Bilaga 1/Referenser	110
	Bilaga 2/Kostnader generell jämförelse	115
	Bilaga 3/Kalkyler fördjupad jämförelse	133

Sammanfattning

Uppdraget

WSP Analys & Strategi har på uppdrag av Sv. Bussbranschens Riksförbund, BIL Sweden, Volvo, Scania, Mercedes-Benz och MAN gjort en komparativ analys mellan traditionell busstrafik, Bus Rapid Transit (BRT) och spårväg dels generellt mellan transportslagen när det gäller kostnader, miljöpåverkan, passagerarkapacitet, restid, spårfaktorn och flexibilitet och dels i en fördjupad analys av fyra planerade eller diskuterade spårprojekt:

- Spårväg som föreslås ersätta stombusslinje 4 i Stockholm
- Tvärspårväg Syd i Stockholm
- Spårväg Helsingborg
- Spårväg som föreslås ersätta busslinje 16 i Göteborg

Transportsätten

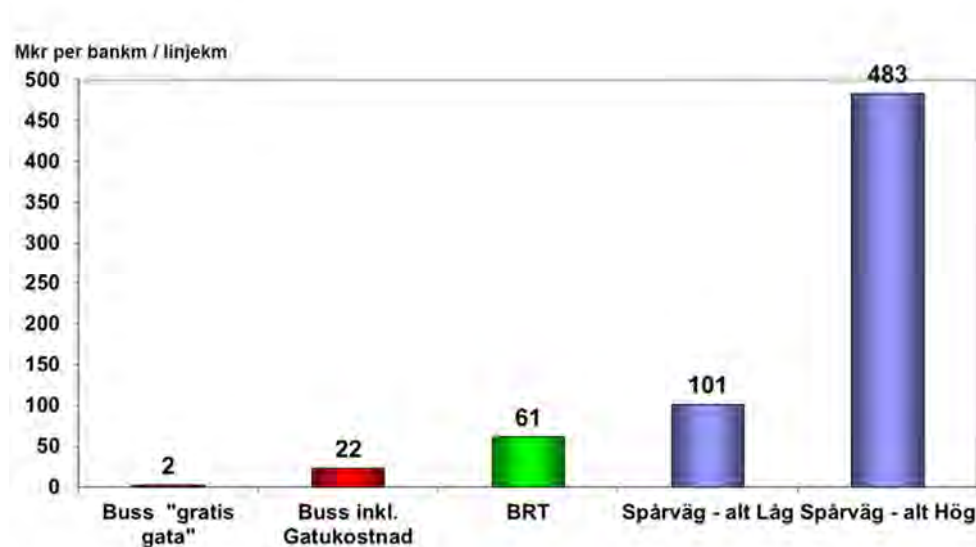
Studien omfattar tre transportsätt. Traditionell busstrafik, spårvägstrafik och BRT. Definitionen av buss i juridisk mening är ”En bil som är inrättad huvudsakligen för personbefordran och är försedd med fler än åtta sittplatser utöver förarplatsen.” Spårvägstrafik är trafik med spårvagnar som används för kollektiv persontransport.

Bus Rapid Transit eller BRT som det brukar förkortas, är ett koncept av snabb och kapacitetsstark busstrafik. BRT kännetecknas av full prioritet i egna körfält, stationer istället för hållplatser, fordon med genomtänkt design och tydlig profilering med hög kapacitet, väl utbyggd realtidsinformation till resenärerna samt tät och snabb trafikering. Dessutom brukar biljetterna säljas och kontrolleras på stationerna. Ungefär som i Stockholms tunnelbana.

Kostnader

Spårväg är betydligt dyrare än såväl traditionell busstrafik som BRT.

Figur 1 Investeringskostnader för buss, BRT och spårväg i Mkr per km bana/linje



Spårvägens investeringskostnader varierar starkt, därför har vi räknat på två alternativ. Oavsett om man räknar med det låga alternativet¹ eller det höga kostnadsalternativet, som är genomsnittskostnaden för fem planerade och ett genomfört spårvägsprojekt i Stockholms län, är investeringskostnaderna per kilometer flera hundra gånger högre för spårväg än traditionell busstrafik.

Spårväg har även betydligt högre investeringskostnader än BRT. Vid en låg uppskattning av spårvägens investeringskostnader är spårväg över 60 procent dyrare än BRT. I Stockholm är de genomsnittliga investeringskostnaderna för spårväg nästan 8 gånger dyrare än BRT.

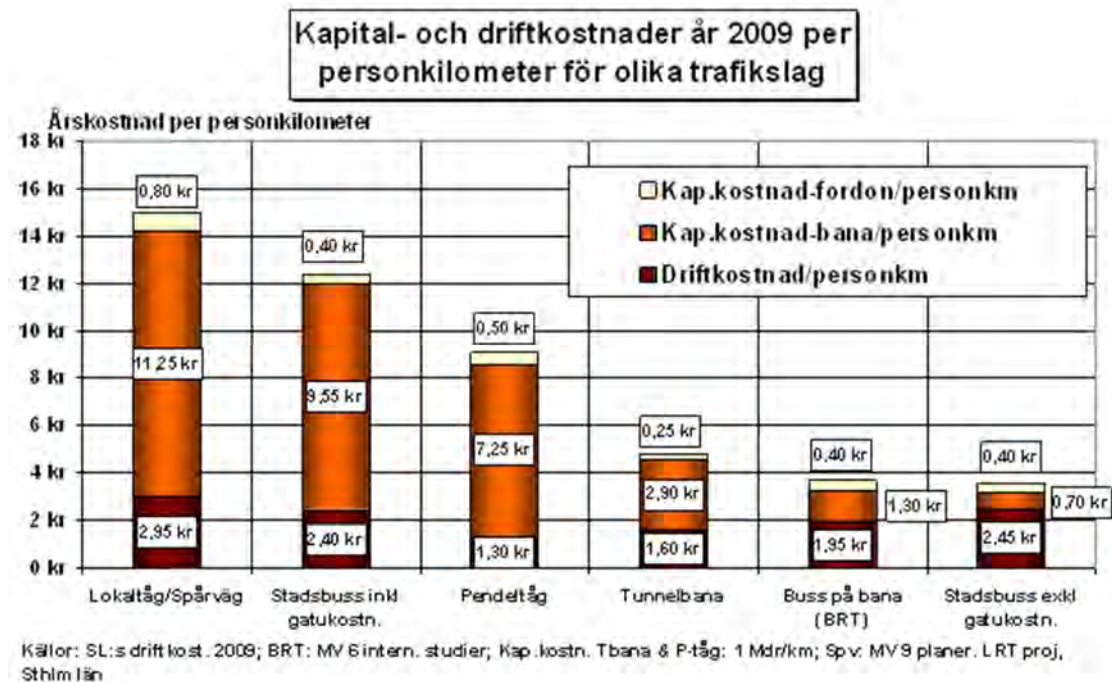
Även driftskostnaderna är avsevärt högre för spårväg än för buss. År 2009 var driftskostnaden per fordonskilometer mer än dubbelt så hög för spårväg. Även när man räknar driftskostnad per sittplatskilometer visar det sig spårväg vara dyrare än buss. Varje sittplats i en spårvagn är 52 procent dyrare jämfört med en sittplats i en buss. Till detta kommer att spårvägens driftskostnader stiger snabb-

¹ Som är ett medelvärde av när det är medelsvårt att bygga ca 50 Mkr/km och svår miljö att bygga, dvs. tät stadsmiljö med mycket ledningar i gatan och små utrymmen ca 70 Mkr/km uppräknat med kostnaderna för vagnar och depå enligt investeringskostnad Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem, Trivector rapport 2008:26.

bare än bussens. Sedan år 1995 har bussens årskostnader per utbudskilometer ökat med 39 procent realt på fjorton år, medan spårvägstrafikens kostnader har ökat med 103 procent.

För att visa kostnaderna i förhållande till den faktiska utnyttjandegraden kan man beräkna drift- och kapitalkostnader per personkilometer.

Figur 2 Kapital och driftskostnader per personkilometer år 2009



Lokaltåg/spårväg är det dyraste trafikslaget (15 kr/personkm). Busstrafik på stadsgata är billigast (3:56 kr/personkm) om man bortser från busstrafikens andel av de totala gatukostnaderna. Detta är det traditionella sättet att räkna eftersom de olika fordonsslagen på vägarna inte betalar sina gatukostnader. Detta är kostnader som väghållaren, dvs. kommunen eller Trafikverket betalar. Även om man i någon mening kan säga att vägtrafiken betalar för att använda vägarna genom vägtrafikbeskattningen. BRT är det näst billigaste färdssättet (3:65 kr/personkm).

Trafikhuvudmännens (de regionala kollektivtrafikmyndigheterna efter årsskiftet 2011/2012) investeringsvilja påverkas även av möjligheterna att få statlig medfinansiering till spårvägs-, buss- och BRT-projekten. I dag är det möjligt att söka statlig medfinansiering för såväl spårväg som bussbana på upp till 50-75 procent. Vid investering i ny infrastruktur finns det inga principiella skillnader mellan spårväg och BRT, däremot är det ofta möjligt att köra BRT-trafik på befintliga vägar, medan ny spårvägstrafik alltid kräver omfattande investeringar

i ny infrastruktur. Tidigare var det även möjligt att få statsbidrag till investeringar till rullande materiel till den spårburna trafiken. Detta är inte längre möjligt.

Miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv

Energiåtgången för att köra spårvagn är lägre än för buss och BRT (förutom om en elhybridbuss används). Däremot medför den energikrävande anläggningsprocessen för spårväg att energianvändningen per år sett till hela livslängden varierar jämfört med BRT på befintliga vägar.

Den fördjupade analysen av fyra diskuterade eller planerade spårvägsprojekt visade att energianvändningen över hela livslängden är lägre för elhybridbussar i BRT-trafik än spårväg i samtliga projekt. I Tvärförbindelse Syd är alla typer av BRT-bussar mer energieffektiva än spårvagn. Skillnaderna beror bland annat på hur lång sträcka spårväg som ska anläggas och sträckans turtäthet.

Hur stora utsläpp av växthusgaser som BRT och spårväg ger upphov till beror på vilket bränsle som används i bussarna och hur elanvändningen värderas. Resultatet från utsläppskalkylerna i den fördjupade analysen visar att om grön-elprincipen används för Tvärförbindelse Syd och Helsingborg ger biogasbussar lägre utsläpp än spårväg. I övrigt är spårväg mest utsläppssnålt. Om man värderar elanvändningen enligt EU-mix ger BRT-lösningen upphov till mindre utsläpp än spårväg, oavsett vilket bränsle som används i bussarna, i samtliga fyra spårprojekt. Resultatet av beräkningarna ska tolkas med stor försiktighet eftersom det finns flera osäkra variabler.

Restid

Vid samma förutsättningar ligger medelhastigheten, och därmed resenärernas restid, för spårväg, buss och BRT på samma nivå. Avgörande för medelhastigheten och resenärernas restid är inte fordonsslag utan avståndet mellan hållplatserna, prioritering i trafiksignaler och om trafiken bedrivs i blandtrafik med annan trafik eller inte osv. Traditionellt har dock spårvägstrafik getts bättre framkomlighet på gatorna än busstrafiken.

Flexibilitet

Traditionell busstrafik är det mest flexibla transportsättet och spårväg det minst flexibla för resenärerna. Under förutsättning att det finns vägar eller gator kan busstrafik ofta bedrivas nära bostäder, arbetsplatser och skolor osv. vilket ökar tillgängligheten för resenärerna. Vid vägarbeten eller liknande kan man ofta snabbt lägga om trafiken tillfälligt till näraliggande vägar. Det är enkelt att ändra linjenät och att sätta in ytterligare fordon. BRT är mindre flexibelt för resenärerna än traditionell busstrafik genom att BRT-system ofta har längre av-

stånd mellan stationerna för att kunna skapa en snabb och tät trafikering. Dessutom kör BRT på egna bussbanor eller i skyddade busskörfält och angör stationer istället för hållplatser. Spårväg har ofta färre hållplatser än buss, vilket medför fler byten. Dessutom medför nybyggnation och omläggning av linjer höga investeringar och kräver såväl lång planering som lång byggtid.

Spårfaktorn

Det brukar hävdas att spårtrafik har en s.k. spårfaktor. Med detta avses att fler passagerare väljer spårtrafik i valet mellan spårtrafik och likvärdig busstrafik.

Resultaten från studier om förekomsten av en spårfaktor är motstridiga. Därför bör man vara försiktig vid tolkning av olika resultaten. Troligen beror spårfaktorn till stor del på andra faktorer. En lång rad orsaker eller faktorer har identifierats som förklaringar i dessa analyser. Orsaker som kan delas i fem olika kategorier: komfort, fordonens skick och ålder, trafikering, begränsningar av biltrafiken, kommunikation av systemet. Dessa orsakskategorier har stora likheter med de utmärkande dragen hos BRT-system.

För att det ska finnas en genuin spårfaktor så behöver spårtrafiken rimligen ha egenskaper som inte går att flytta över till andra färdmedel, i detta fall till busstrafik. Vid korta resor är det svårt att finna förklaringar eller orsaker till spårfaktorn som är knutna till egenskaper som enbart finns hos spårtrafik och som inte skulle kunna överföras till BRT-trafik. Detta kan förklara varför flera studier inte har kunnat konstatera någon spårfaktor vid kortare resor, dvs. resor som är kortare än 40-60 minuter.

Flera utredningar har pekat på att inställningen till buss- respektive spårtrafik skiljer sig åt hos ansvariga politiker. Inställningen till busstrafik i Sverige verkar istället vara att infrastruktur för buss inte får kosta pengar och att busstrafiken väl kan köra på den väg som redan finns. Trots att ett BRT-system kostar en bråkdel av ett motsvarande spårssystem är det mycket svårt att få politiskt stöd för att satsa på busstrafik, vilket av tradition har betraktats som ett budgetalternativ. Dessutom har det visat sig svårt att få acceptans för att prioritera busstrafik på biltrafikens bekostnad i svenska städer. Detta gäller inte spårtrafik.

Utöver den s.k. spårfaktorn hos resenärerna verkar det även finnas ett större intresse för spårvägsutbyggnad och en större acceptans för de stora kostnader som spårtrafik samt en större politisk vilja att skapa god framkomlighet för spårväg än för buss hos ansvariga politiker. Det verkar med andra ord även finnas en politiskt betingad spårfaktor.

Resenärskapacitet

Spårväg har den högsta passagerarkapaciteten på såväl fordonsnivå som systemnivå (med samma tidtabell). I Sverige är det maximala antalet passagerare i en spårvagn ca 180 st. Detta kan jämföras med traditionell busstrafik, där antalet varierar mellan 70 och 115 beroende på fordonstyp och 165 passagerare för den dubbelledade buss som används (i traditionell busstrafik) i Göteborg som vi använt som riktmärke för BRT i denna studie. Men kapaciteten i denna buss är fullt jämförbar med BRT-fordon som används i andra länder.

Spårvägstrafik (enkelkopplad) maximikapacitet vid en turtäthet på 2 minuter är ca 5400 - 5500 sittande och stående beroende på vilken spårvagnstyp som används. BRT-trafik med Volvos dubbelledade buss har en maximal kapacitet på nästan 5000 passagerare, medan maxkapaciteten i med traditionell busstrafik varierar mellan 2100 och 3450 beroende på busstyp. Genom en tätare tidtabell för buss- och BRT-trafiken minskas eller helt försvinner skillnaderna gentemot spårvägstrafiken.

Passagerarkapacitet i förhållande till investeringskostnad

Såväl BRT som traditionell busstrafik ger betydligt högre passagerarkapacitet per investeringskrona. Buss ger 31 gånger högre platskapacitet per investeringskrona än spårvagn och BRT ca 45 procent högre platskapacitet jämfört med spårväg vid en jämförelse mellan busstrafikens investeringskostnader (exkl. gatukostnader) och en låg uppskattning av spårvägens investeringskostnader.

Om man istället jämför ett medelvärde av investeringskostnaderna i spårväg i Stockholmsregionen med busstrafikens kostnader (exkl. gatukostnader) så ger traditionell busstrafik 138 gånger högre platskapacitet än spårväg per satsad investeringskrona; och BRT ger mer än 6 gånger högre platskapacitet jämfört med spårväg. Bilden blir likartad om man istället jämför sittplatskapacitet.

Fördjupad jämförelse i aktuella spårprojekt

På en rad orter i landet, bl.a. i Stockholm, Göteborg och Helsingborg, pågår det diskussioner om och planering av en utbyggnad av spårvägen. WSP:s beräkningar visar översiktligt skillnader mellan de tre transportsätten utifrån kända uppgifter för respektive spårvägsprojekt. Naturligtvis finns det osäkerheter i kalkylerna på grund av att det bl.a. kan saknas relevant projekteringsunderlag eller att linjeförslagen bara finns på idéstadiet.

Stombusslinje 4 i Stockholm (Gullmarsplan-Radiohuset)

Spårväg är det i särklass dyraste alternativet. Den totala kostnaden (investeringar och drift) per år för spårvägstrafik på sträckan beräknas till 292 Mkr/år, medan kostnaden för BRT beräknas till 63 Mkr/år och busstrafik 56 Mkr/år. Med BRT eller spårvagn beräknas restiden på linjen kunna minska med upp till 24 minuter jämfört med den faktiska restiden i dag.

Om kostnaden för spårväg på den 12 km långa sträckan i stället skulle användas till BRT-trafik skulle pengarna räcka till ett linjenät på totalt 55 km, dvs. 4,6 gånger mer linjelängd jämfört med en spårvägssträcka. För busstrafik skulle spårvägspengarna räcka till ett linjenät på 62 km.

Alternativt skulle kostnaden spårvägstrafik i stället kunna användas till fler fordon för buss eller BRT. Då skulle antalet sittplatser kunna ökas till 8300 för buss och drygt 6600 sittplatser för BRT jämfört med en kapacitet på knappt 1360 sittplatser med spårvagn. Med andra ord skulle en BRT-lösning kunna ge drygt 5 ggr fler sittplatser än spårvagnstrafik.

Tvärspårväg Syd Stockholm (Flemingsberg-Älvsjö)

De beräknade totalkostnaderna per år (drift och investeringar) för spårväg på Tvärspårväg Syd är nästan 6 gånger så höga som kostnaderna för BRT och 16 gånger så höga som för traditionell busstrafik. Kostnaden för spårväg beräknas till 446 Mkr/år, jämfört med 74 Mkr/år för BRT och 28 Mkr/år för busstrafik. Med BRT eller spårvagn beräknas restiden på sträckan kunna minskas med 8 minuter jämfört med den nuvarande fiktiva linjen.

Om kostnaden för spårväg i stället skulle användas till BRT så skulle pengarna räcka till investeringar och drift av ett nästan 6 gånger så stort linjenät. Med vanlig busstrafik skulle spårvägskostnaderna räcka till att ett nästan 16 gånger så lång linjelängd kan trafikeras. Kostnaden för spårvägstrafik på den 17,5 km långa sträckan skulle räcka till ett linjenät för BRT på 106 linjekilometer och för buss 275 linjekilometer.

Omräknat till sittplatskapacitet skulle kostnaden för spårväg räcka till över 8400 sittplatser med BRT och 8700 med buss. Detta ska jämföras med 560 med spårväg.

Helsingborg (Knutpunkten – Dalhem)

Den befintliga busstrafiken beräknas ha en årskostnad (drift och investeringar) på 13 Mkr, medan spårvägsalternativet kostar 60 Mkr/år och BRT 18 Mkr/år. BRT är med andra ord mer än 40 miljoner kronor billigare än spårväg per år.

Med BRT eller spårvagn beräknas restiden på sträckan kunna minskas med 5 minuter jämfört med den nuvarande busstrafikeringen.

Om spårvägskostnaderna istället omfördelades så skulle pengarna räcka till ett linjenät med BRT på totalt 18 km och nästan 25 km för buss, vilket ska jämföras med 5,4 km för spårvagn. För samma summa som en spårvägslinje kostar mellan Knutpunkten och Dalhem kan man bygga ett linjenät av BRT-linjer som är mer än tre gånger så stort.

Spårvägspengarna skulle istället kunna användas till ökad sittplatskapacitet i buss eller BRT genom fler fordon. Med en BRT-lösning skulle pengarna räcka till över 2100 sittplatser och med traditionell busslösning till mer än 1600 sittplatser. Detta kan jämföras med sittplatskapaciteten för spårvagn som i exemplet uppgår till 560 platser. För samma kostnad som spårväg kan få nästan 4 gånger fler sittplatser med BRT.

Spårväg på Busslinje 16 mellan Brunnsparken och Eketrägatan i Göteborg

Enligt WSP:s kalkyler för totalkostnader per år (drift och investeringar) blir spårvägsalternativet mer än tre gånger dyrare än BRT. Årskostnaden för spårväg beräknas till 123 Mkr/år, vilket ska jämföras med 40 Mkr/år för BRT. Totalkostnaden för den befintliga busstrafiken beräknas till 34 Mkr/år. Med BRT eller spårvagn beräknas restiden på sträckan kunna minskas med drygt fem minuter jämfört med den ”nuvarande” busstrafikeringen.

Om kostnaderna för spårväg istället skulle användas för BRT skulle pengarna räcka till totalt 27 linjekilometer och för traditionell busstrafik mer än 31 linjekilometer, jämfört med nästan 9 linjekilometer spårvägstrafik. Detta innebär att en BRT-linje skulle kunna göras 18 linjekilometer längre än spårvägsalternativet och busslinjen 22 linjekilometer längre för samma pengar.

Ett annat mått att redovisa hur kostnaden för spårvagn kan omfördelas är att räkna på en förändrad sittplatskapacitet. Med en BRT- eller busslösning räcker spårvägspengarna till omkring 3200 sittplatser att jämföra med spårvagnslösningens drygt 1000 platser. Både BRT och traditionell busstrafikering skulle ge tre gånger högre sittplatskapacitet.

Några avslutande slutsatser

Den samlade slutsatsen är att spårväg är betydligt dyrare än traditionell busstrafik och BRT, i många fall flera hundra procent dyrare. BRT-trafik med elhybridbussar, och i vissa fall även bussar som drivs av etanol, biogas och diesel, är dessutom ur ett livscykelperspektiv mer energieffektiva än spårväg. Även ut-

släppen av växthusgaser är, beroende på beräkningsmetod och bränsle, i vissa fall lägre jämfört med spårväg. Restiderna skulle kunna minskas om trafikhuvudmännen investerar i BRT eller spårväg istället för busstrafik. Dessutom skulle kapaciteten i kollektivtrafiken kunna ökas genom BRT och spårväg jämfört med buss.

BRT är ett helt koncept. Det går inte bara att ta vissa delar. För att uppnå fördelarna måste de olika beståndsdelarna implementeras konsekvent.

Högre medelhastighet och kortare restider skapas genom egna busskörfält, signalprioritering, längre avstånd mellan stationerna, försäljning och kontroll av biljetter redan på stationen, bussar som tillåter snabb på- och avstigning.

Ökad tillförlitlighet skapas genom separerade körfält, prioritering vid signaler, försäljning och kontroll av biljetter redan på stationen, bussar som tillåter snabb på- och avstigning.

Attraktivitet skapas genom kortare restider, hög turtäthet, ökad tillförlitlighet, bättre information till resenärerna samt genomtänkt design och tydlig profilering.

Hög kapacitet skapas genom kapacitetsstarka fordon som tillåter snabb på- och avstigning, försäljning och kontroll av biljetter redan på stationen, hög medelhastighet. Och så vidare.

Vad behövs för att BRT ska bli verklighet?

- En förutsättning är självklart att trafikhuvudmännen, eller de regionala kollektivtrafikmyndigheterna efter årsskiftet, investerar i BRT. BRT är ett helt koncept. Det räcker inte med att ta vissa delar. Då missar man fördelarna.
- På lokal nivå behöver politikerna våga ta obekväma beslut som ger BRT full prioritering på gator och vägar. Det handlar framförallt om att våga införa busskörfält eller bussgator och prioritering i trafiksinaler på hela linjen. Till stor del handlar det om att ändra synsätt hos kommunernas politiker och erbjuda BRT den framkomlighet som redan i dag ges spårvagnarna.
- BRT behöver dessutom bli en naturlig del av infrastrukturplaneringen. Vid planeringen av de statliga investeringarna i vägar och spår använder Trafikverket den s.k. "fyrstegsprincipen". Den innebär att man prövar om det finns andra sätt att tillgodose transportbehoven innan man fattar beslut om nyinvesteringar och större ombyggnader. BRT bör ingå som en självklar steg två-åtgärd enligt denna princip, dvs. en åtgärd som innebär att man använder den befintliga infrastrukturen bättre än i dag innan man bygger ny infrastruktur.

1 Uppdraget

WSP Analys & Strategi har av Sv. Bussbranschens Riksförbund, BIL Sweden, Volvo, Scania, Mercedes-Benz och MAN fått i uppdrag att göra en komparativ analys mellan traditionell busstrafik, Bus Rapid Transit (BRT) och spårväg. Arbetet har genomförts i stegvis.

1. I det första steget har en generell komparativ analys genomförts mellan traditionell busstrafik, BRT och spårtrafik. Följande aspekter har jämförts:
 - a. Kostnader
 - b. Passagerarkapacitet
 - c. Passagerarkapacitet per investerad miljon krona per kilometer bana
 - d. Restid för passagerare
 - e. Spårfaktorn
 - f. Flexibilitet
2. Med utgångspunkt från den generella komparativa analysen har en fördjupad komparativ analys mellan traditionell busstrafik, BRT och spårtrafik genomförts i ett andra steg när det gäller följande planerade eller diskuterade spårprojekt:
 - Spårväg som föreslås ersätta stombusslinje 4 i Stockholm
 - Tvärspårväg Syd i Stockholm
 - Spårväg Helsingborg
 - Spårväg som föreslås ersätta busslinje 16 i Göteborg

I den fördjupade analysen har följande aspekter jämförts:

- a. Kostnader
- b. Passagerarkapacitet
- c. Passagerarkapacitet per investerad miljon krona per kilometer bana
- d. Restid för passagerare
- e. Miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv

2 Jämförelse mellan buss, BRT och spårväg

I detta avsnitt redovisas en generell komparativ analys mellan traditionell buss- trafik, Bus Rapid Transit (BRT) och spårvägstrafik när det gäller kostnader, passagerarkapacitet, passagerarkapacitet per investerad miljon krona per kilometer bana, restid för passagerare, spårfaktorn och flexibilitet. Annan spårtrafik, så som exempelvis pendeltåg och tunnelbana ingår inte i jämförelsen.

2.1 Transportsätten

Det är trafikhuvudmännen som bestämmer vilken typ av trafik (t.ex. buss, BRT eller spårvägstrafik) som ska användas i olika områden och hur bussarna eller spårvagnarna ska vara utformade och inredda. Det är med andra ord trafikhuvudmännen, och deras ägare kommunerna och landstingen, tillsammans med infrastrukturhållarna, dvs. kommunerna och Trafikverket, som avgör om BRT ska komma till stånd och hur denna i så fall ska utformas samt gör de nödvändiga investeringarna.

Den 1 januari 2012 öppnas marknaden för regional (och lokal) kollektivtrafik med buss för konkurrens genom att en ny kollektivtrafiklag träder i kraft. Det innebär att bussföretag på rent kommersiella grunder tillåts konkurrera med den upphandlade kollektivtrafiken. Samtidigt ersätts dagens trafikhuvudmän med regionala kollektivtrafikmyndigheter.

Genom den nya lagen blir det också möjligt för bussföretag att köra rent kommersiellt trafik i de BRT-system som en regional kollektivtrafikmyndighet byggt upp (med vanliga bussar eller egna BRT-fordon) eller parallellt med den BRT-, buss- och spårtrafik som kollektivtrafikmyndigheten upphandlat.

Traditionell busstrafik

Definitionen av buss i juridisk mening är ”En bil som är inrättad huvudsakligen för personbefordran och är försedd med fler än åtta sittplatser utöver förarplatsen.”²

De flesta kollektivtrafikresorna i Sverige görs med buss. År 2009 gjordes 53 procent av kollektivtrafikresorna med buss och 10 procent med spårväg. Samma år fanns det 13 548 bussar i trafik i Sverige. Av dessa användes ca 8800 inom lokal och regional kollektivtrafik eller skolskjuts som upphandlats av trafikhuvudmännen. Av de övriga bussarna användes omkring 3200 till turist- och be-

² Lag (2001:559) om vägtrafikdefinitioner

ställningstrafik, uppskattningsvis 600 inom skolskjutstrafiken (som upphandlats av kommuner) och ca 600 användes för expressbusstrafik.³



Figur 3 Stadsbuss. Bild: Scania

Traditionell busstrafik i lokal och regional kollektivtrafik delar i allmänhet vägutrymmet med biltrafiken och övriga vägtrafiken. Det förekommer även att bussar i traditionell busstrafik trafikerar busskörfält eller särskilda bussgator/bussvägar.

BRT-trafik

Det finns ingen fastställd definition av Bus Rapid Transit (BRT). Inom UITP (International Association of Public transport) pågår det däremot ett projekt som ska komma fram till en gemensam definition av BRT. Vi presenterar därför några på definitioner av BRT:

Storstockholms Lokaltrafik, SL, använder exempelvis följande definition:

"BRT (Bus Rapid Transit) är ett transportsystem som erbjuder snabbare resor i städer än med vanliga stadsbussar. Detta uppnås genom förbättrad infrastruktur och tekniska hjälpmedel som ger bussen prioritet före annan trafik. BRT-system tillvaratar många

³ Svenska Bussbranschens Riksförbund (2010) Statistik om bussbranschen, november 2010

av spårtrafikens fördelar i kombination med busstrafikens väsentligt lägre kostnader.”⁴

Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009)⁵ presenterar flera definitioner. En definition är:

”Ett flexibelt, hög presterande och snabbt kollektivt transportmedel som genom att kombinera olika fysiska-, trafikerings- och systemelement skapat ett permanent integrerat system som utstrålar kvalitet och med en unik identitet” (Översättning från Leninsson et.al., TSRP 90)

En annan är:

”BRT är en högkvalitativ och kundorienterad transportlösning med bussar som ger snabba, bekväma och kostnadseffektiva förflyttningar i stadsmiljö.”

En tredje definition:

”Ett metrosystem i marknivå bestående av bussgator.”

Och en fjärde:

”Bus Rapid Transit (BRT) is a high-quality bus based transit system that delivers fast, comfortable and cost-effective urban mobility through rapid and frequent operations and excellence in marketing and customer service.”(BRT Planning Guide, ITDP)

⁴ SL (2009) Idéstudie BRT Stockholms län ”Tänk spår – kör buss”

⁵ Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? – kunskaps-sammanställning med identifiering av forskningsfrågor



Figur 4 BRT (Streetcar) i Leeds, Storbritannien. Bild: Volvo

Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) pekar på att BRT-system har flera utmärkande beståndsdelar som möjliggör ökad medelhastighet, hög turtäthet och bättre regularitet,⁶ så som

Tabell 1 Utmärkande beståndsdelar hos BRT-system

Beståndsdelar	Beskrivning
Körbana	Full prioritet på egna bussbanor och skyddade busskörfält. Raka tydliga linjesträckningar som medger medelhastigheter på 20-35 km/h
Stationer	Stationer istället för hållplatser skapar ett slutet system med ny identitet och högre attraktivitet Relativt långa avstånd mellan stationerna
Fordon	Kapacitetsstarka fordon i form av ledade fordon som kan ta ett stort antal passagerare med många breda dörrar på båda sidor så att angöringen till stationerna och ombordstigningen kan ske på liknande sätt som i tunnelbanesystem. Fordon med tydlig profilering och genomtänkt design.

⁶ Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? – kunskaps-sammanställning med identifiering av forskningsfrågor och SL (2009b) Idéstudie BRT Stockholms län ”Tänk spår – kör buss”

Biljettförsäljning	Biljettförsäljning med förvisering snabbar upp ombordstigningen genom att den kan ske genom alla dörrar och genom att biljetter inte behöver köpas eller kontrolleras ombord.
ITS (Intelligent Transport System)	ITS som ger resenärerna realtidsinformation såväl på väg till hållplats (via mobil eller Internet) som på hållplats och i fordon. ITS gör det också möjligt för förare och trafikplanerare att bättre hantera störningar i trafiken. Signalprioritering, kommunikationssystem, realtidssystem och säkerhetssystem. Full prioritering krävs.
Trafikering	Tät och snabb trafikering med hög regularitet utan hopklumpning möjliggörs av de ovan nämnda egenskaperna (separerad körbana, stationer istället för hållplats, kapacitetsstarka fordon, biljettförsäljning med förvisering och ITS). Medelhastigheter på minst 20 – 35 km/h

Det finns ingen BRT-trafik i Sverige. "Lundalänken" i Lund, stombusslinjerna 1-4 i Stockholms innerstad, stomlinjerna 16-19 i Göteborg och Vallås i Halmstad uppfyller några av BRT-systemens egenskaper, men de kan inte kallas BRT. Däremot finns det en mängd BRT-system runt om i världen. Det kanske mest kända finns i Curitiba i Brasilien som har inspirerat till andra BRT-system. BRT-system eller stråk finns i ett 40-tal städer i Nordamerika, ca 10 städer i Sydamerika, ett 20-tal städer i Asien (inklusive Australien och Oceanien) och ca ett 20-tal städer i Europa, bl.a. i Holland, Turkiet och Frankrike.⁷

Spårvägstrafik

Spårvägstrafik är trafik med spårvagnar som används för kollektiv persontransport. Anläggningen består av spår, dvs. ett par räler eller skenor, som kan vara integrerade i antingen gata (eller i annan beläggningssyta) eller går på egen banvall. Ofta ingår också luftledning för strömförsörjning i anläggningen. Fordonen som används i spårvägstrafik heter spårvagnar. Spårvagnstrafik kan framföras i blandtrafik, på reserverat utrymme i gata, på spår omgivet av gräsmatta eller annan växtlighet, eller helt inhägnat utrymme⁸

⁷ Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? – kunskaps-sammanställning med identifiering av forskningsfrågor

⁸ Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem, Trivector rapport 2008:26 och Johansson (2004) Konkurrensegenskaper hos kollektivtrafiksystem baserade på spårvagnar respektive bussar, 2004



Figur 5 Tvärspårvägen i Stockholm. Bild: WSP

I Sverige finns spårvägstrafik i Göteborg, Norrköping, Malmö (museispårväg), Malmköping (museispårväg) och Stockholm. Den mest omfattande spårvägstrafiken finns i Göteborg. SL talar ibland om lokalbanor, vilket är ett samlingsbegrepp för spårvägstrafiken på Nockebybanan och Tvärbanan samt järnvägstrafiken på Saltsjöbanan, Lidingöbanan och Roslagsbanan.⁹

2.2 Kostnader

I detta avsnitt redovisas de tre transportslagens fordonskostnader, en jämförelse mellan de tre systemens kapitalkostnader, driftskostnader för trafiken och kostnader per personkilometer. I bilaga 2 beskrivs beräkningar och kostnadsposter mer utförligt.

⁹ Tegner (2007) Alternativa trafiksystem för Ostsektorn, Transek PM 2007-01-22 och <http://sl.se/sv/Om-SL/Det-har-ar-SL/Verksamhet/Trafiken/Lokalbana/>

Fordonskostnader

Tabell 2 Investeringskostnad per buss/vagn¹⁰

Fordonstyp	Investeringskostnad
Normalbuss (dieseldriven) 12 meter	2,1 Mkr
Boggiebuss 15 meter	2,5 Mkr
Ledbuss 18 meter	2,9 Mkr
Dubbelledbuss 24 meter	4,7 Mkr (500 000 Euro)
Etanolbuss	Plus 150 000 kr/fordon
Gasbussar	Plus 500 000 kr/fordon ¹¹
Trådbuss	Plus 1,7–3,0 Mkr/fordon. Kostnader för kontaktledning och matarstation tillkommer. Trådbussanläggning, totalt, inkl. fordon: 14 Mkr/km
Hybridbuss	4,5 Mkr ¹² .
Spårvagn 30 meter	20-25 Mkr
Spårvagn 40 meter	28-32 Mkr

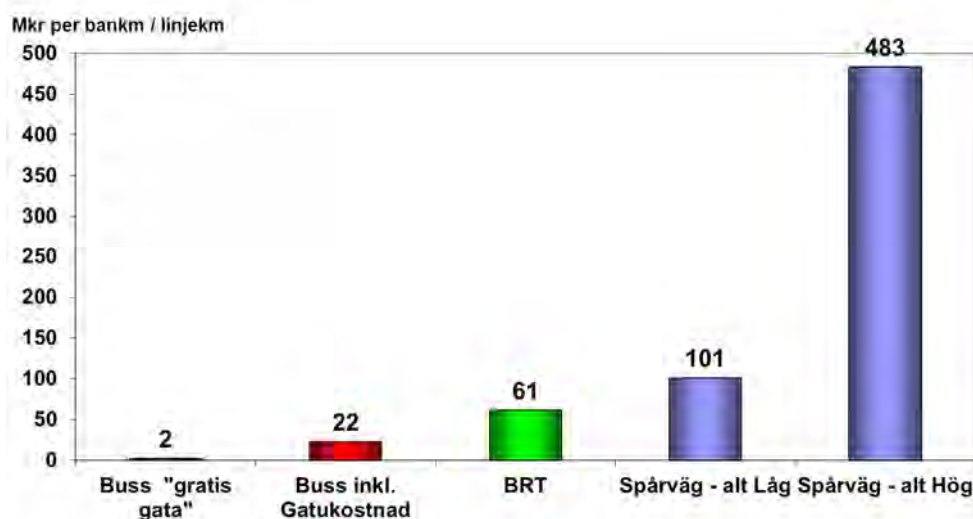
¹⁰ Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem
Trivector Rapport 2008:26.

¹¹ BIL Sweden

¹² Källan för inköpskostnaden av en hybridbuss är Volvo. Batterierna är under intensiv
utveckling kommer kostnaden gå ner. Inköpspriset förväntas därför gå ned.

Jämförelse av de tre systemens kapitalkostnader

Figur 6. Investeringskostnader för Buss, BRT och spårväg i Mkr per km bana/linje



BRT kostar ca 60 Mkr per linjekm i genomsnitt i sex BRT-system som är i drift i olika länder. Detta kan jämföras med 2 Mkr för vanlig buss på stadsgata, om man som i traditionella beräkningar utelämnar busstrafikens gatukostnader, eller med 22 Mkr per linjekm, när busstrafikens andel av gatukostnaderna tas med.

Det låga kostnadsalternativet för spårväg uppgår till 101 Mkr per km, vilket är över 60 procent dyrare än BRT. Det höga kostnadsalternativet, som är genomsnittskostnaden för 5 planerade spårvägsprojekt samt ett genomfört projekt i Stockholms län, uppgår till 483 Mkr per km, eller nästan 8 gånger så dyrt som BRT.¹³

För samma budget - exempelvis en miljard kronor - erhåller man således 16 km BRT men bara 10 km spårväg. Man får således 60 procent mer per satsad bugetkrona med BRT jämfört med spårväg. Detta avser den allra lägsta kostnads kalkylen för spårväg. I Stockholmsregionen – där spårväg är betydligt dyrare att bygga – blir spårvägs kostnaderna över sju gånger dyrare att bygga jämfört med BRT. För en miljard kronor i investeringar får man där 2,1 km bana, jämfört med ca 16 km med BRT.

¹³ Beräkningarna finns i bilaga 2

Driftskostnader för trafiken

I statistiken över den lokala och regionala kollektivtrafiken för år 2009¹⁴ finns en rad intressanta ekonomiska nyckeltal för buss och spårväg: Buss- och spårvägsresorna skiljer sig väsentligt åt i reslängd och i beläggingsgrad, vilket påverkar en del nyckeltal. Även platsantalet per vagn skiljer sig åt. Därför blir kostnaden per vagnkilometer högre för spårväg än buss, medan kostnaden per resa och per personkilometer blir högre för buss. Baserat på muntliga uppgifter från branschen uppskattas driftkostnadsandelen till ca 90 procent för buss och till ca 70 procent för spårväg.

Tabell 3. Nyckeltal för buss och spårväg. Hela landet exkl. Stockholms län år 2009

Hela Sverige exkl. Stockholms län, år 2009	Buss	Spårväg
Trafikintäkter, Tkr	5 398 019	718 083
Trafikeringskostnader, Tkr	11 083 778	1 034 022
Resor, tusental	383 382	105 478
Personkm, tusental	4 474 208	495 110
Utbudskm, tusental	423 290	14 026
Sittplatskm, Tusental	16 214 685	994 048
Reslängd/resa, km	11,7	4,7
Beläggning; Personer/vagn	11	35
Årskostnad/utbudskm	26,18 kr	73,72 kr
Biljettintäkt/påstigande	14,08 kr	6,81 kr
Biljettintäkt/personkm	1,21 kr	1,45 kr
Årskostnad/Personkm	2,48 kr	2,09 kr
Biljettintäkt/Årskostnad	49 %	69 %
Kostnad/resa	28,91 kr	9,80 kr
Kapitalkostnadsandel	11 %	32 %
Kapitalkostnad/utbudskm	2,75 kr	23,59 kr
Driftkostnad/utbudskm	23,44 kr	50,13 kr
Driftkostnad/Sittplatskm	0,61 kr	0,71 kr
Årskostnad/sittplats	0,68 kr	1,04 kr

Driftkostnaden per utbudskilometer uppgick år 2009 till 23:44 kr/per fordonskilometer för buss respektive till 50:13 kr/fordonskilometer för spårväg. Denna jämförelse blir något missvisande eftersom en spårvagn har större sittplatskapacitet än en buss. Men även när man räknar per sittplatskilometer visar sig

¹⁴ Trafikanalys (2009) Lokal och regional kollektivtrafik 2009. Nyckeltalen för spårväg baseras Göteborg och Norrköping eftersom spårväg bara finns i drift i dessa städer förutom i Stockholm. Orsaken till att Stockholm inte finns med i denna tabell är att spårvägskostnaderna sammanförs med övriga lokalbanor, som t.ex. Roslagsbanan, i SL:s årsredovisning.

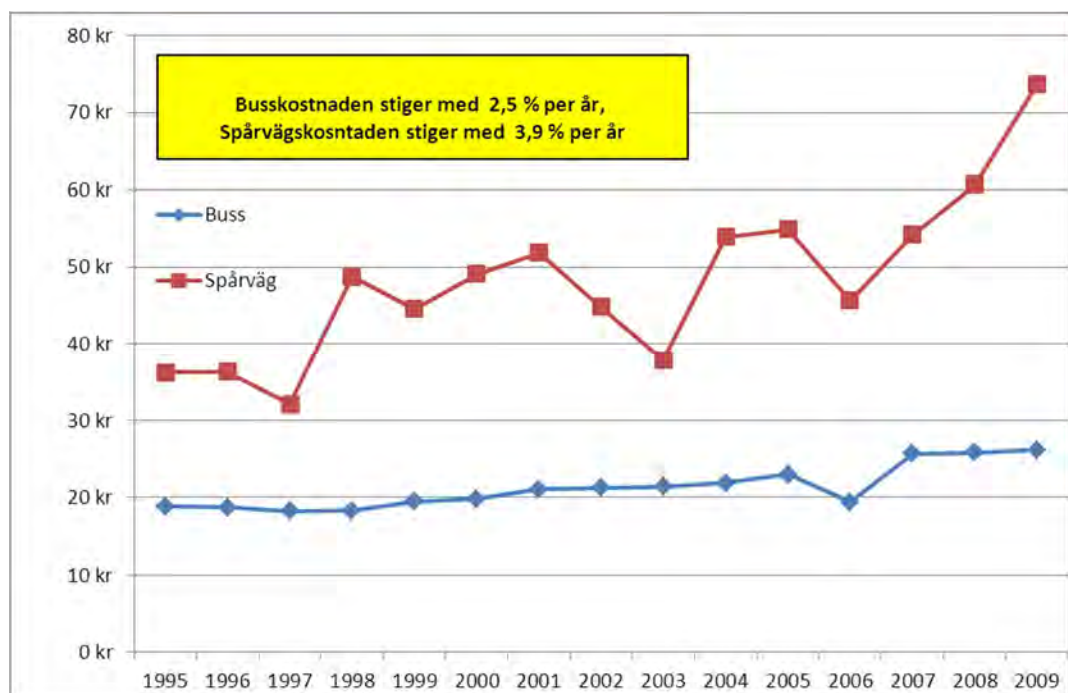
spårväg vara dyrare än buss. Årskostnaden för buss uppgår till 68 öre per sittplatskilometer och för spårväg till 1:04 kr. Varje sittplats i en spårvagn är således 52 procent dyrare jämfört med en sittplats i en buss. Även själva driftkostnaden är 16 procent högre för spårväg än för buss.

Ett medelvärde under de senaste fem åren för driftskostnaden per utbudskilometer är:

- Buss 24 kr/utbudskm (63 öre/sittplatskm)
- Spårväg 58 kr/utbudskm (81 öre/sittplatskm)

Årskostnaderna har stigit betydligt snabbare för spårväg än för buss sedan år 1995. Enligt SLTF:s och SIKAs årliga statistik har bussens årskostnader per utbudskilometer ökat med 39 procent realt på fjorton år, medan spårvägstrafikens kostnader har ökat med 103 procent realt under samma tidsrymd. Detta motsvarar en årlig kostnadsökning på 2,5 procent för buss och med 3,9 procent för spårväg, se figuren nedan.

Figur 7 Real kostnad per vagnkilometer för buss och spårväg, hela landet exkl. Stockholms län, 1995 - 2009

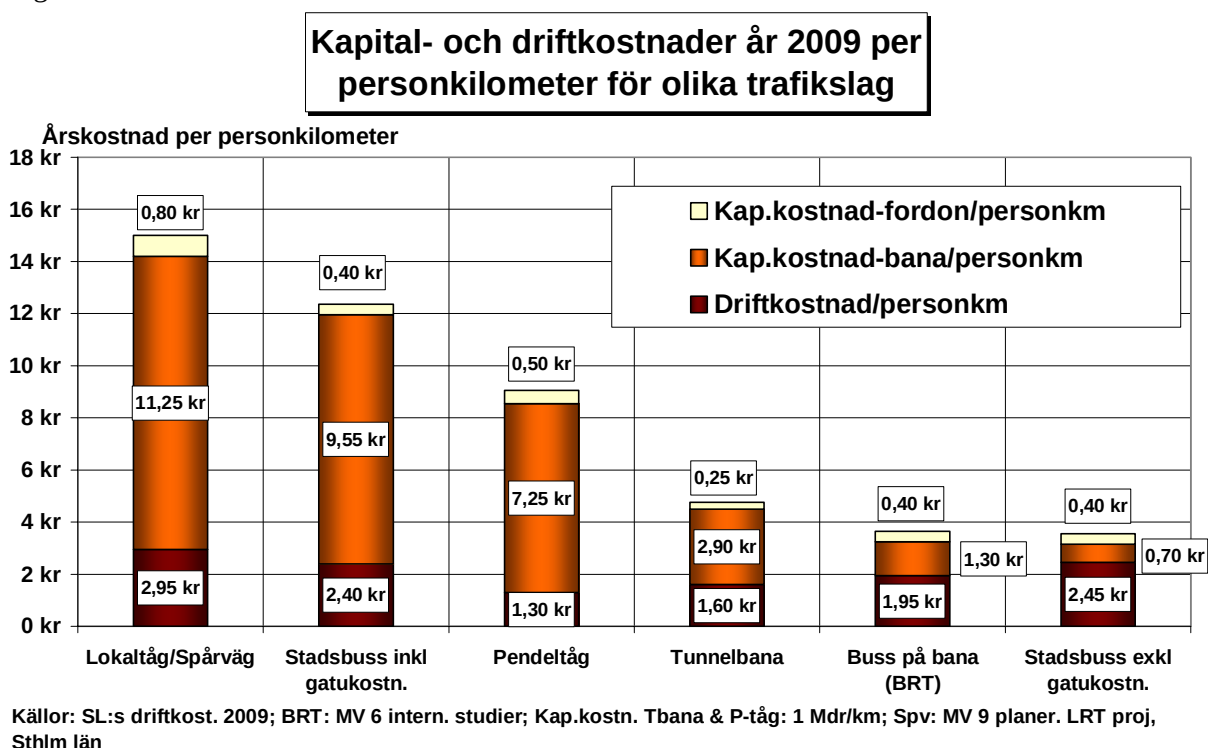


Spårväg är således både dyrare såväl i investering som i drift och dessutom ökar årskostnaderna i det närmaste dubbelt så snabbt för spårväg jämfört med buss.

Kostnader per personkilometer

Alla kostnader har räknats om till "per personkilometer". Detta innebär att kostnaderna som redovisas nedan är beroende på den faktiska utnyttjandegraden. I genomsnitt är belägningsgraden per sittplats 30 %, högst för tunnelbana med 38 % (delvis beroende på att det finns få sittplatser och många ståplatser i tunnelbanan); och lägst för lokalbanor/spårväg med 24 % utnyttjade sittplatser. En annan faktor som förklarar skillnaderna i kapitalkostnader per personkilometer är hur mycket spåren utnyttjas. Som ett exempel kan nämnas att tunnelbanans spårutnyttjande är närmare åtta gånger högre än för spårväg. Detta gör att de höga kapitalkostnaderna slås ut på betydligt fler resenärer.

I figuren nedan sammanfattas kostnaderna:



Figur 8 Kapital- och driftskostnader per personkilometer för olika trafikslag, 2009

Lokaltåg/spårväg visar sig vara det mest kostsamma trafikslaget med 15 kronor per personkilometer. Den enskilt största kostnadsposten utgörs här av kapitalkostnaden, som uppgår till 11:25 kr/personkm. Även driftkostnaden är högre än till och med för buss med 2:95 kr/personkm.

Buss på stadsgata är både näst dyrast och billigast, beroende på hur man räknar. Om man bortser från busstrafikens andel av de totala gatukostnaderna, blir busskostnaden ca 3:56 kr per personkilometer, och härmed det allra billigaste

trafikslaget. Detta är det traditionella sättet att räkna eftersom de olika fordonslagen på vägarna inte betalar sina gatukostnader. Detta är kostnader som väghållaren, dvs. kommunen eller Trafikverket betalar. Även om man i någon mening kan säga att vägtrafiken betalar för att använda vägarna genom vägtrafikbeskattningen. Om man - å andra sidan - även beaktar busstrafikens andel av infrastrukturkostnaden för en typisk stadsgata, då blir buss det näst dyraste färd-sättet, med drygt 12:35 kr per personkilometer.¹⁵

Buss på egen bana, s.k. Bus Rapid Transit (BRT), uppvisar en kostnad på ca 3:65 kr personkilometer och blir härigenom det näst billigaste färd-sättet.

Statlig medfinansiering

Trafikhuvudmännens (de regionala kollektivtrafikmyndigheterna efter årsskiftet 2011/2012) investeringsvilja påverkas även av möjligheterna att få statlig medfinansiering till spårvägs-, buss- och BRT-projekten. I dag är det möjligt att söka statlig medfinansiering för såväl spårväg som bussbana på upp till 50-75 procent. Vid investering i ny infrastruktur finns det inga principiella skillnader mellan spårväg och BRT, däremot är det ofta möjligt att köra BRT-trafik på befintliga vägar, medan ny spårvägstrafik alltid kräver omfattande investeringar i ny infrastruktur. Tidigare var det även möjligt att få statsbidrag till investeringar till rullande materiel till den spårburna trafiken. Detta är inte längre möjligt. I den fördjupade jämförelsen i kapitel 3 har vi inte tagit hänsyn till eventuella effekter av den statliga infrastrukturfinansieringen. I Tvärspårväg syd bygger beräkningarna på att ny infrastruktur behöver byggas för både spårvägstrafiken och BRT-trafiken. I de övriga tre projekten bygger beräkningarna på att befintliga gator anpassas till BRT-trafik. Skälet är att det inte finns plats att bygga nya vägar inne i Stockholms, Göteborgs och Helsingborgs stadskärnor.

2.3 Passagerarkapacitet

Passagerarkapaciteten i de olika fordonsslagen kan antingen beskrivas per fordon eller på systemnivå.

Fordonskapacitet

Antalet sitt- och ståplatser i en buss eller spårvagn varierar beroende på bl.a. fordonets komfortstandard, antal dörrar och golvhöjd, dvs. om den har låg- eller normalgolv. Bussar med lågt golv har generellt lägre kapacitet eftersom det är svårt att använda utrymmena ovanför och runt hjulhusen effektivt. För stadstrafik tillverkas i stort sett bara låggolvs- och lågentrébussar. Lågentrébussar har

¹⁵ Beräkningarna av busstrafikens gatukostnader finns i bilaga 2

lågt golv fram till bakaxeln och därefter högt golv. Detta innebär att man får fler sittplatser i den bakre delen av bussen.¹⁶

Antalet stående maximeras enligt tabellen nedan. Om antalet överstigs kan bussens högsta tillåtna vikt, enligt väghållarens bestämmelser, överstigas.

Tabell 4 Antal stående och sittande i olika fordonstyper¹⁷

Fordonstyp	Stående	Sittplatser	Sittplatser för låggolvsbussar	Totalt (stående och sittplatser låggolvsbuss)
Normalbuss 12 m	35	32-42	35	70
Boggibuss 14,5 m	45	46-56	45	90
Ledbuss 18,5 m	60	44-68	55	115
Spårvagn 30 m	105	80		185
Göteborgs spårvagn Sirio, 30 m	96	83		179
Norrköpings spårvagn Flexity Classic	115	64		179
Dubbelledbuss 24 m	104		61	Registrerad för totalt 165 resenärer, men konstruerad för att ta upp till 200 resenärer

Fordonsstorleken och utformningen av fordonen varierar i de BRT-system som finns runt om i världen. I BRT-systemet Metro Orange Line i Los Angeles, USA, har bussarna plats för upp till 57 passagerare. Passagerarkapaciteten på bussarna som används i systemet TransJakarta i Jakarta Indonesien är 30 sittande och 55 stående och i TransMilenio, i Bogotá, Colombia, är kapaciteten i de ledbussar som används 160 passagerare. Dubbelt ledade bussar kommer dock att köpas in med en kapacitet på 270 passagerare (stor andel stående).¹⁸ Volvo Bussars 24 meter långa dubbelledbussar, Volvo 7500, som används i Gö-

¹⁶ Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem Trivector Rapport 2008:26

¹⁷ SL (2008) RIPLAN – Riktlinjer för planering av kollektivtrafik i Stockholms län, Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem Trivector Rapport 2008:26, Volvo (2008) och Infrastrukturnyheter (2008) Plats för fler pendlare i Sveriges längsta buss, 2008-04-08

¹⁸ Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? – kunskaps-sammanställning med identifiering av forskningsfrågor

teborg är en låggolvsbuss som är registrerade för 165 passagerare (61 sittande och 104 stående), men den är konstruerad för 200 passagerare.¹⁹

För att skapa hög kapacitet används ofta bussar som inte är låggolvsbussar eller har lågt insteg i BRT-system.²⁰ Som framgår i tabellen ovan är antalet sittplatser upp till 25 procent högre i en normalgolvsbuss än i en låggolvsbuss.

Även i spårvagnstrafik varierar fordonsstorleken och utformningen av fordonen och därmed passagerarkapaciteten i fordonet. De största stadsspårvagnarna är 40 meter långa och 2,65 breda. En stadsbanevagn med denna storlek tar ca 100 sittande och 150 stående. En normal spårvagn med bredden 2,65 meter och längden 30 meter tar 48 sittande och 170 stående om den är tvåriktnings med dörrar på båda sidor. Men exempelvis Göteborgs nya spårvagn, enriktningsspårvagnen Sirio med dörrar på en sida (2,65 bred) tar 83 sittande och 96 stående och Norrköpings nya spårvagn, Flexity Classic (2,4 meter bred, tvåriktning med dörrar på båda sidor) tar 64 sittande och 115 stående.²¹ I SL:s riktlinjer för planering av kollektivtrafik i Stockholms län anges antalet sittplatser i spårvagn (30 m) till 80 st. och antalet stående till 105 st.

Systemkapacitet

Kapaciteten i ett system kan antingen beskrivas som den maximala kapaciteten som kan uppnås i systemet eller som kapaciteten vid en önskad turtäthet.

Uppgifterna om den maximala kapaciteten i olika system varierar kraftigt. Enligt den litteraturgenomgång som Johansson (2004) gjort varierar kapaciteten i traditionella buss-system (ledbuss) mellan 2500 och 7500 passagerare per timme och riktning. Det högre passagerarantalet förutsätter en buss med 125 resenärer varje minut.

Enligt Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) uppskattas praktisk maximal kapacitet för ett BRT-system med dubbla körfält till ca 35000 resenärer per riktning och timme. Detta bygger på att turtätheten varierar från under 1 minuters trafik till 10 minuters trafik. Begränsande faktorer på kapaciteten är avstånd mellan hållplatserna och hållplatserna utformning samt framkomlighet i korsningar och i blandtrafik. För att få snabbhet, regularitet och hög kapacitet i ett BRT-system behöver man bygga egna körfält eller körvägar. Dessutom är prio-

¹⁹ Volvo (2007) Pressmeddelande från Volvo Bussar AB "Volvo säljer ytterligare sju dubbelledbussar till Göteborg", 2007-05-16

²⁰ Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? – kunskaps-sammanställning med identifiering av forskningsfrågor

²¹ Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem Trivector Rapport 2008:26.

ritet i korsningar viktig för att skapa förutsättningar för kapaciteten. I BRT-system har man stationer istället för enklare hållplatser och avståndet mellan stationerna är längre än i traditionell busstrafik, ofta 500-1000 meter.²²

Andersson och Gibrand (2008) anger den maximala kapaciteten per riktning och timma i BRT-system till hela 48000 resenärer. Detta förutsätter två körfält vid hållplatserna, 160 passagerare per buss, 300 bussar per riktning och timme samt en turtäthet med en buss var 12:e sekunder.

Det finns flera BRT-system som har en högre kapacitet än 4 000 passagerare per timme och riktning. Dessa är:

- O-Bahn i Adelaide, med 7 150 passagerare
- Integrated Transportation Network i Curitiba, med 5 400 passagerare
- Trans Milenio i Bogotá, med 4 800 passagerare
- Superbus i Leeds, med 4 400 passagerare.²³

Även uppgifterna om maximal kapacitet för spårvägstrafik varierar kraftigt. Enligt Andersson och Gibrand (2008)²⁴ har spårvagnstrafiken i Bordeaux en maximal kapacitet på 24000 resenärer. Detta förutsätter spårvagnståg på totalt 80 meter och en turtäthet med 1,5 minuterstrafik. Varje vagn i detta tåg tar 70 sittande och 230 stående passagerare. Ett 80 meter långt tåg kan då ta 600 passagerare.

Enligt Johansson (2004)²⁵ är det inte lämpligt att överskrida 9000 passagerare och riktning i spårvägstrafik. I så fall måste spårvagnståg längre än 65 meter användas, eller en tätare trafik intervall än tre minuter användas, vilket är olämpligt när spårtrafik korsar gatutrafik, som hindrar den för mycket. Det är inte heller lämpligt att ha fler stående passagerare än fyra per kvadratmeter.

²² Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? – kunskaps-sammanställning med identifiering av forskningsfrågor

²³ Tegner (2007) Alternativa trafiksystem för Ostsektorn. En systemjämförelse, Transek PM 2007-01-22

²⁴ Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem Trivector Rapport 2008:26.

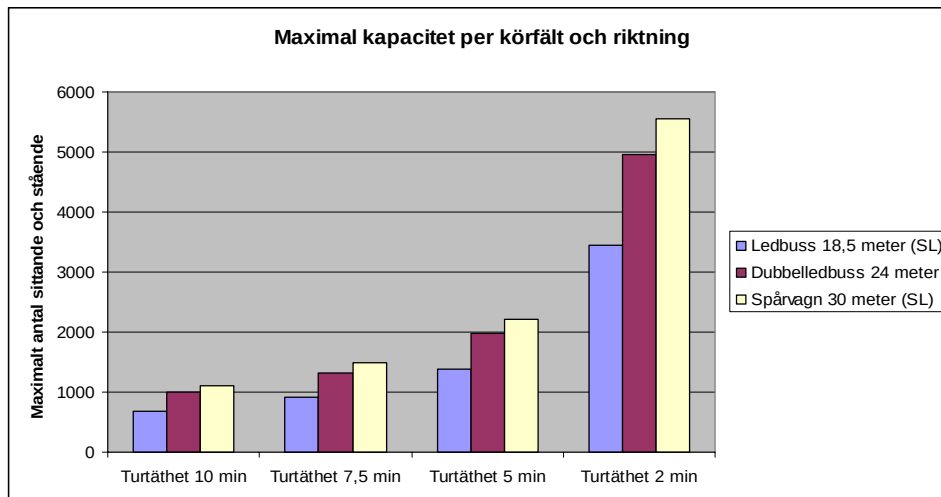
²⁵ Johansson (2004) Konkurrensegenskaper hos kollektivtrafiksystem baserade på spårvagnar respektive busar

Tabell 5 Maximal kapacitet för buss- och spårtrafik per körfält och riktning vid olika turtäthet²⁶

Fordonstyp	Totalt (stående och sittplatser låggolvsbuss)	Turtäthet 10 min	Turtäthet 7,5 min	Turtäthet 5 min	Turtäthet 2 min
Normalbuss 12 meter (SL)	70	420	560	840	2100
Boggibuss 14,5 meter (SL)	90	540	720	1080	2700
Ledbuss 18,5 meter (SL)	115	690	920	1380	3450
Spårvagn 30 meter (SL)	185	1110	1480	2220	5550
Göteborgs spårvagn Sirio, 30 meter	179	1074	1432	2148	5370
Norrköpings spårvagn Flexity Classic	179	1074	1432	2148	5370
Dubbelledbuss 24 meter	165	990	1320	1980	4950

Som tabellen visar har spårvagnstrafik den högsta maximala kapaciteten med omkring 5400 till 5500 sittande och stående i en turtäthet på 2 minuter beroende på vilken spårvagnstyp man använder. BRT-trafik med Volvos dubbelledade bussar som används i Göteborg har en maximal kapacitet på nästan 5000 passagerare, medan maxkapaciteten i med traditionell busstrafik varierar mellan 2100 och 3450 beroende på busstyp.

²⁶ SL (2008) RIPLAN – Riktlinjer för planering av kollektivtrafiken i Stockholms län, SL 2008-05-06. Uppgifterna om den dubbelledade bussen är hämtade från Volvo (2007) Pressinformation "Volvo säljer ytterligare sju dubbelledbussar till Göteborg", Volvo Bussar AB, 2007-05-16. Vid beräkningen av kapaciteten för dubbelledbussen har inte hänsyn tagits till om fordonets högsta tillåtna vikt (inkl. resenärer) överskrider väghållarens bestämmelser.



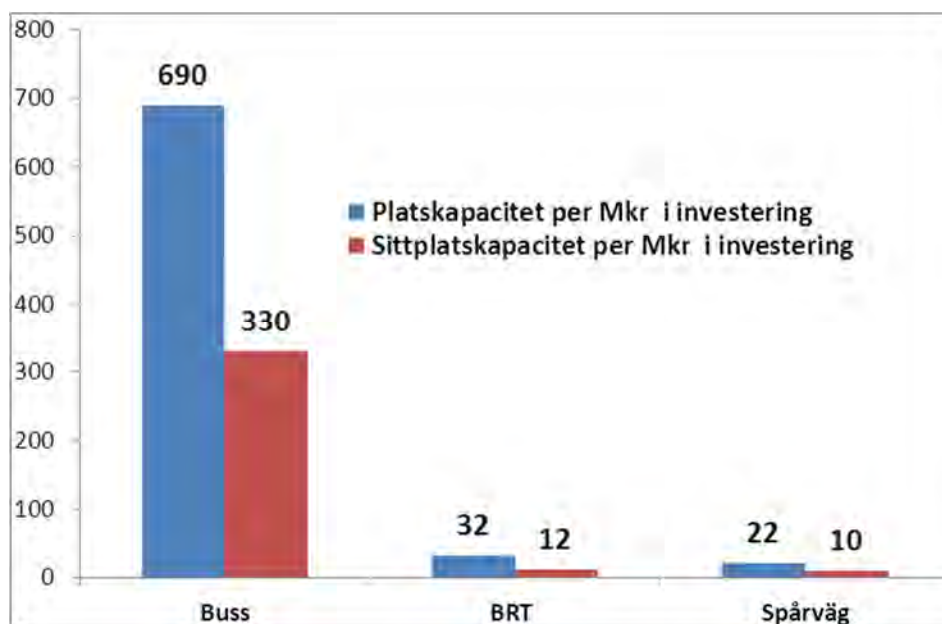
Figur 9 Maximal kapacitet per körfält och riktning för olika trafikslag

Spårvagnstrafikens maximikapacitet är 12 procent högre än BRT och 61 procent högre än trafik med ledbuss med samma tidtabell. Det är naturligtvis möjligt att öka kapaciteten för BRT och buss genom en tätare tidtabell så att kapacitetsskillnaderna jämfört med spårväg minskas eller helt försvinner.

Passagerarkapacitet per investerad miljon krona per kilometer bana

Utgår man från de investeringskostnader för fordon som anges i ovan, samt från platskapaciteten per fordon kan man jämföra hur mycket passagerarkapacitet man erhåller per satsad miljon krona i investering per kilometer bana respektive linje för buss, BRT och spårväg. Eftersom vi räknar med ett lågt och ett högt alternativ för buss och spårväg erhålls olika relationer beroende på om man väljer det låga eller det höga kostnadsalternativet:

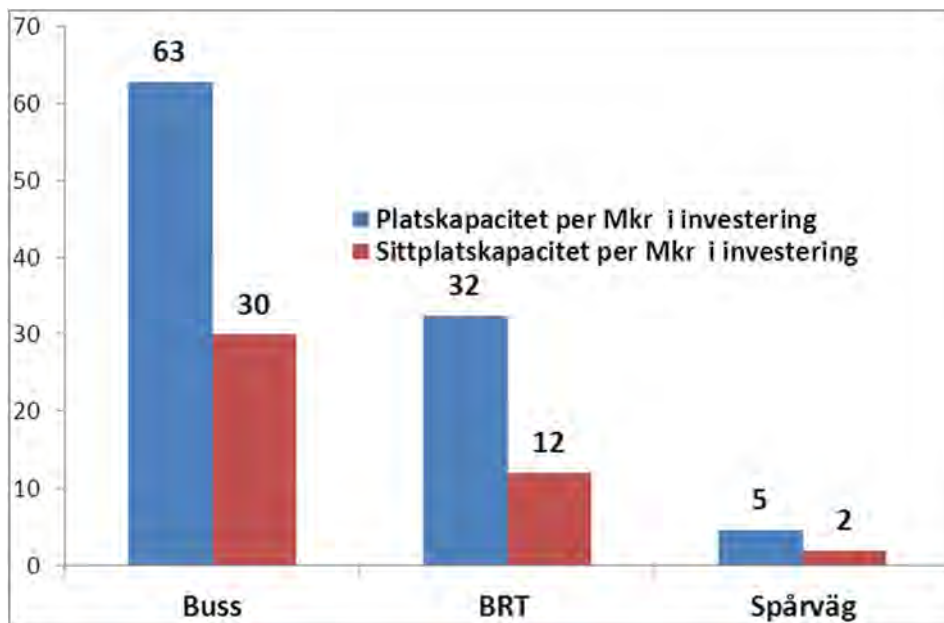
Figur 10. Passagerarkapacitet (totalt resp. sittplats-kapacitet) per miljon kronor per km för buss, BRT och spårväg; kostnadsalternativ Låg



Vid det låga kostnadsalternativet²⁷ erhålls 31 gånger högre platskapacitet med buss jämfört med spårvagn per investeringskrona, och 21 gånger högre jämfört med BRT. BRT ger ca 45 procent högre platskapacitet jämfört med spårväg. Ungefär samma relationer gäller även vid en jämförelse av sittplatskapaciteten. I figuren nedan visas motsvarande jämförelse vid det höga kostnadsalternativet:

²⁷ Busstrafikens gatukostnader räknas inte in och spårtrafikens kostnader bygger på Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem Tri-vector Rapport 2008:26

Figur 11. Passagerarkapacitet (totalt resp. sittplats-kapacitet) per miljon kronor per km för buss, BRT och spårväg; kostnadsalternativ Hög



I detta alternativ ingår gatukostnaderna för busstrafiken och för spårväg räknar vi här med de högre kostnaderna som gäller i Stockholmsregionen. Då ger traditionell busstrafik 13 gånger högre platskapacitet än spårväg per satsad investeringskrona; och BRT ger mer än sex gånger högre platskapacitet jämfört med spårväg vid samma investeringskostnad. Görs jämförelsen per sittplats ger buss 15 gånger högre och BRT sex gånger högre sittplatskapacitet jämfört med spårväg till samma investeringskostnad.

2.4 Restid för passagerare

Medelhastigheten och därmed restiden för passagerarna beror på om trafiken bedrivs på fullt separerade bussgator eller i blandtrafik och i så fall hur tät den övriga trafiken är, hållplatsavstånd och graden av prioritering. Vägverket presenterar i sin Effektkatalog kollektivtrafik, som ska vara ett stöd vid planering av kollektivtrafik, schablonmässiga medelhastigheter för buss, spårvagn och tunnelbana.

Tabell 6 Schablonmässiga medelhastigheter²⁸

Buss	Centrala tätortsdelar	15-20 km/h
	Ytterområden, förort	20 km/h
	Regional trafik	40-50 km/h
Spårvagn	Egen banvall	30-40 km/h
	Blandtrafik	15-20 km/h
Tunnelbana		35 km/h

Traditionell busstrafik

Maxhastigheten för bussar i Sverige är 90 km/h. Busstrafik går i allmänhet i blandtrafik med bil- och lastbilstrafik, vilket sänker hastigheterna och förlänger restiderna. På gatu- och vägavsnitt med dålig framkomlighet kan hastigheter ned till 5 km/h förekomma. Medelhastigheten för bussar i centrala tätortsdelar varierar normalt mellan 15 och 20 km/h. I ytterområden och förorter beräknar Vägverket medelhastigheten till 20 km/h och i regional trafik 40-50 km/h.

BRT

För att öka kapaciteten, tillförlitligheten och medelhastigheten brukar BRT bedrivas med full prioritet på egna bussbanor och busskörfält och i trafiksignaler. Internationellt ligger medelhastigheten för BRT-system ofta mellan 20-35 km/h, men det finns exempel på BRT-system där bussarna kan komma upp i 100 km/h. BRT-system i Sverige kommer att omfattas av samma lagstiftning som övrig busstrafik. Maxhastigheten skulle därför vara 90 km/h. Kottenhoff, Andersson och Gibrand anger 25 km/h som önskvärd medelhastighet i innerstad och 30 km/h i förort.²⁹

Spårväg

I blandtrafik är medelhastigheten för spårvagnar 15-20 km/h och på egen banvall är medelhastigheten 30-40 km/h enligt Vägverket. Maxhastigheten i gatu-

²⁸ Vägverket (2008) Kollektivtrafik effektkatalog. Effektsamband för vägtransportsystemet, Vägverket Publikation 2008:10

²⁹ Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? – kunskaps-sammanställning med identifiering av forskningsfrågor

miljö är 25-50 km/h, på egen bana i stadsmiljö 40-70 km/h och på bana utanför stad 60-100 km/h.³⁰



Figur 12 Buss i bilkö. Bild: Volvo

Avgörande för medelhastigheten och resenärernas restid för alla tre systemen är avståndet mellan hållplatserna, prioritering i trafiksignaler och att trafiken inte bedrivs i blandtrafik med annan vägtrafik. När buss, BRT och spårväg ges samma förutsättningar på dessa punkter ligger hastigheterna på i stort sett samma nivå. Traditionellt har dock spårvägstrafik givits en bättre framkomlighet på gatorna än busstrafiken. Om exempelvis BRT ges bättre framkomlighet genom busskörfält och prioritering i trafiksignaler så att medelhastigheten kan ökas från 15 till 35 km/h på en 10 km lång sträcka så minskas resenärernas restid med 23 minuter.

2.5 Flexibilitet

Transportsättens flexibilitet ur resenärernas perspektiv kan beskrivas på olika sätt. Den kan beskrivas som flexibilitet i linjesträckning och placering av hållplatser/stationer, dvs. hur flexibelt systemet är när det gäller att anlägga hållplatser och linjer nära människors bostäder, arbetsplatser och andra målpunkter och hur komplicerat det är att förändra linjesträckningen? Eller så kan den beskrivas som flexibilitet i utbudet, dvs. hur komplicerat är det att ändra utbudet och tidtabellen? Ett tredje sätt är att beskriva flexibiliteten vid störningar. Hur kom-

³⁰ Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem Trivector Rapport 2008:26

plicerat är det att upprätthålla trafiken vid problem i exempelvis infrastrukturen?

Traditionell busstrafik

Traditionell busstrafik är mer flexibelt än såväl BRT som spårväg. Under förutsättning att det finns vägar eller gator kan busstrafik ofta bedrivas nära bostäder, arbetsplatser och skolor osv. vilket ökar tillgängligheten för resenärerna. Busstrafiken är dessutom mindre sårbar när det gäller problem i infrastrukturen. Vid vägarbeten eller liknande kan man ofta samma dag lägga om busstrafiken tillfälligt till näraliggande vägar. Ett traditionellt bussystem är mycket flexibelt när det gäller att ändra linjenät och att sätta in ytterligare fordon. Leveranstiden för en buss är 6-9 månader. Busstrafik kräver jämförelsevis låga investeringar i såväl fordon som infrastruktur. Ny busstrafik kan lätt införas och linjesträckningarna kan enkelt läggas om, förlängas eller förkortas. Flexibiliteten är en av den traditionella busstrafikens främsta styrkor.



Figur 13 Stadsbuss. Bild: WSP

Bus Rapid Transit

BRT är mindre flexibelt än traditionell busstrafik, men mer flexibelt än spårtrafik. Genom att BRT helt, eller uteslutande, kör på egna bussbanor eller i skyddade busskörfält och angör stationer istället för hållplatser minskas flexibiliteten. Ett BRT-system kräver dessutom mer omfattande investeringar i infrastruktur och fordon, vilket gör det dyrare och mer komplicerat att införa och förändra linjer. I BRT-system brukar man ofta ha raka linjesträckningar och relativt

långa avstånd mellan stationerna för att kunna skapa en snabb och tät trafiker-
ing. Detta kan medföra att resenärerna får längre avstånd till stationerna. Flexi-
biliteten minskas också av att man i BRT-trafik använder bussar med normal-
golv och insteg i nivå på bussgolvet för att öka kapaciteten.

Den mindre flexibiliteten i ett BRT-system jämfört med traditionell busstrafik
kan också vara en fördel. Genom att BRT-systemet är mindre flexibelt blir det
mer strukturerande i staden.³¹ Precis som med spårväg framstår den separata
bussbanan som ett tydligt inslag i gatumiljön, vilket underlättar orienterbarheten
för resenärerna, inte minst för tillfälliga besökare, turister och andra resenärer
som inte är vaneresenärer. Dessutom kan den stimulera stadsutvecklingen kring
bussbanan.

BRT är mer flexibelt än spårtrafik genom att det går, även om det kanske inte är
önskvärt, att använda fordonen till trafik utanför bussbanorna och busskörfälten.
Det innebär exempelvis att det går snabbt och enkelt att lägga om trafiken vid
vägarbeten och andra problem på vägarna. Om fordonen ska användas utanför
BRT-systemet kan det dock behövas ytterligare investeringar. Möjligheterna att
använda fordonen utanför BRT-systemet beror på om bussar med normalgolv
används och om hållplatserna utanför BRT-systemet har anpassats till dessa.
Med anpassade hållplatser vid matartrafikens hållplatser kommer resenärerna att
även där att kunna kliva in i nivå med bussgolvet. Om bussarna används utanför
BRT-systemet kan det behöva skapas möjligheter för försäljning och/eller kon-
troll av biljetterna ombord, medan man i BRT-system bör använda biljettför-
säljning med förvisering.

³¹ Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem
Trivector Rapport 2008:26



Figur 14 Påstigning i BRT-fordon där hållplatsens golv anpassats till bussens golvhöjd. Bild: Volvo

BRT är också mer flexibel än spårtrafik genom att depåer för BRT-fordon kan ligga var som helst på vägnätet. Depåer för spårtrafik måste ligga i anslutning till spårsystemet.

BRT är slutligen mer flexibelt än spårtrafik genom den betydligt kortare byggtiden för BRT-system. Byggtiden varierar starkt i olika projekt, men ett BRT-system tar ca 12-18 månader att skapa i jämförelse med 3-5 år för spårväg.³² När det finns möjlighet att använda befintlig infrastruktur minskas behoven av att bygga nytt och byggtiden kan härigenom bli kortare. Den kortare byggtiden för BRT beror bl.a. på att alla åtgärder som görs inom befintligt väg-/trafikområde kan åstadkommas utan att det krävs några arbetsplaner eller förändringar i detaljplanen, så länge väghållaren och trafikutövaren är överens om åtgärderna.³³

Spårvägstrafik

Spårtrafik är det minst flexibla systemet av de tre. Nybyggnation och omläggning av linjer kräver lång planering och byggtid. Spårvägssystem brukar ofta ha raka linjesträckningar och relativt långa avstånd mellan stationerna. Detta kan medföra att resenärerna får längre avstånd till stationerna och att resenärerna behöver göra fler byten. Spårvägstrafik är också det system som kräver de mest

³² SL (2009) Idéstudie BRT Stockholms län. "Tänk spår – kör buss" samt Institute for Transportation & Development Policy (2007) Bus Rapid Transit Planning Guide

³³ SL (2009) Idéstudie BRT Stockholms län. "Tänk spår – kör buss"

omfattande investeringarna i såväl fordon som infrastruktur, vilket gör det dyrare och mer komplicerat att lägga och förändra linjer. Depåer för spårtrafik måste ligga i anslutning till spårsystemet, vilket minskar de möjliga platserna för placering av depå. Även detta gör spårtrafiken mindre flexibel än såväl traditionell busstrafik som BRT. Den mycket begränsade flexibiliteten kan också vara en fördel. Genom att den är statisk fungerar den strukturerande på bebyggelsen.³⁴



Figur 15 Tvärbanan i Stockholm. Bild: WSP

2.6 Spårfaktorn

Detta kapitel bygger till stor del på Kottenhoff och Byström (2010) som har gått igenom en mängd olika studier om spårfaktorn.³⁵

Vad är den s.k. spårfaktorn?

Det brukar hävdas att spårtrafik har en s.k. spårfaktor eller ibland kallad tågfaktor. Med denna faktor brukar avses att fler passagerare väljer spårtrafik i valet mellan spårtrafik och likvärdig busstrafik.³⁶ I trafikmodellsammanhang är spår-

³⁴ Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem Trivector Rapport 2008:26

³⁵ Kottenhoff och Byström (2010) När resenärerna själva får välja, KTH, WSP Analys & Strategi

³⁶ Johansson (2004) Konkurrensegenskaper hos kollektivtrafiksystem baserade på spår-vagnar respektive bussar, VTI meddelande 948 - 2004

faktorn den extra nytta som kan kopplas till ett visst trafikslag, i detta fall spårtrafik av olika slag, och som inte kan förklaras av andra faktorer som restid, pris och turtäthet eller annorlunda uttryckt är spårfaktorn det "överresande" med spårtrafik som inte borde uppkomma om enbart t.ex. tid och pris betydde något för resenärerna.

Finns det en generell spårfaktor?

En lång rad studier har gjorts angående förekomsten av en spårfaktor. Resultaten från dessa är långt ifrån entydiga. Vissa drar slutsatsen att det finns en spårfaktor, medan andra kommer fram till motsatsen.

I Norheim (1994) redovisas tydliga mervärden för tåg, spårvagn och tunnelbana i Oslo jämfört med buss. Vilket färdmedel man föredrog berodde dock delvis på om man fick sittplats eller inte och hur lång resan var. Bara 21-22 procent skulle välja buss på en resa på 40 minuter om man hade sittplats. Vid en femminuters resa skulle 30-40 procent välja buss framför spårvagn eller tåg. Olson m.fl. (2001) visade att det finns en högre betalningsvilja för pendeltåg än buss. Wardman (2002) som refererar tre tidigare ITS-studier av valet mellan buss och spårtrafik fann man att spårtrafik värderas högre än buss framförallt vid långväga resande, men även spårvagnstrafik värderades högre än buss.

I Fröidh (2003) analyseras de regionala snabbtågen på Svealandsbanans påverkan på resemarknaden, resbeteende och tillgänglighet. Fröidhs slutsats är att människor med tillgång till bil värderar snabba tåg högt, dels för att de är snabba och dels för att de ger en högre komfort, medan busstrafik värderas lågt.³⁷

En empirisk studie från Tyskland visade att vid fritt val mellan tågtrafik och busstrafik så prioriterade människor spårtrafiken. Besluten och dess orsaker analyserades genom en kvalitativ analys. Denna visade att argumenten för tåg var större utrymme i tågen, tillgång till toaletter, tåget går ostört från annan trafik, dvs. från vägtrafiken och bra åkkomfort som innebar att man blir mindre åksjuk.³⁸

Andra studier har inte kunnat visa att resenärerna föredrar spårtrafik framför busstrafik. Ben-Akiwa och Morikawa (2002) fann inte något i färdmedlet som visade att spårtrafik eller busstrafik föredrogs framför det andra.

³⁷ Fröidh (2003) Introduktion av regionala snabbtåg. En studie av Svealandsbanans påverkan på resemarknaden, resbeteende och tillgänglighet, KTH

³⁸ Kottenhoff, Dziekan och Lindström Olsson (2003) efter Megel (2001)

Cain & Flynn (2010) har undersökt attityder till olika kollektiva färdmedel i Los Angeles. De använde en attitydskala från 1-5. Vanlig lokalbuss fick 3,7 i medel. Spårvägar fick ca 4,0, vilket gäller även för en enklare form av BRT ("Metro Rapid 'BRT Lite' "). En mera avancerad BRT ("Orange Line BRT") fick 4,05 och tunnelbanan fick 4,15 attitydpoäng. Los Angeles-borna var med andra ord lika positiva till BRT som till modern spårväg.

Athern och Tapley (2008) visade i en studie av parallella buss- och spårutbud i intercitytrafik på Irland att busstrafiken föredras och värderas högre än tågtrafiken av de flesta resenärerna. På Irland bedrivs dock busstrafiken i allmänhet med fräscha och moderna bussar. Medan tågtrafiken ofta bedrivs med gamla tåg (medelåldern på den rullande materielen var 25 år vid undersökningstillfället) på omoderna banor. Dessutom har bussarna ofta kortare restider och lägre taxor än tågen.³⁹ Samma slutsats kom en äldre studie från Göteborg fram till. Den visade att gamla spårvagnar inte föredras framför busstrafik.⁴⁰

Thorselius (2008) analyser kunde inte heller visa att det finns en generell spårfaktor. Däremot fann han resandet minskade på längre avstånd när tåg ersattes med buss.

På grund av de motstridiga resultaten rekommenderar Kottenhoff och Byström (2010) att man bör vara försiktig vid tolkningar av olika resultat om spår faktorn. Deras slutsats är att spår faktorn troligen till stor del beror på fordonens skick, trafikeringen, situationen och resornas längd. Dessutom pekar de på att det finns risk att rapportören uttalar sig om färdmedlens utbud dvs. restider och turtäthet.

Kottenhoff och Byström pekar på ytterligare förklaringar till de motstridiga resultaten. En är att man inte kan säga spår trafik rent allmänt eftersom det finns en stor skillnad mellan olika typer av spår trafik, t.ex. mellan tunnelbanetrafik med framförallt ståplatser och nya höghastighetståg med lyxig image. En annan är att människor inte agerar på det sätt som de anger i attitydundersökningar. Här citerar de en studie som Widlert gjorde 1992: "det verkar som om resenärerna är mer benägna att favorisera tåget framför bussen när de skall besvara enkla frågor om vilket färdmedel de föredrar, än när de faktiskt väljer färdmedel..."

Spårfaktor vid långväga och kortväga resor

Resultaten av studierna kring förekomsten av en spårfaktor är mer entydiga när det gäller längre resor. Flera studier av tåg- och busstrafiken längs Blekinge

³⁹ Fröidh (2010) efter Athern och Tapley (2008)

⁴⁰ Kottenhoff, Dziekan och Lindström Olsson (2003) Resenärernas attityder och preferenser till kollektivtrafik, tåg och stationer – underlag för järnvägsutredningen

Kustbana (bl.a. Kottenhoff (1994) och Fröidh & Kottenhoff (2009)) pekar på att det finns en spårfaktor. Det gäller även när bussen har mycket hög standard med exempelvis 1+2 breda fåtöljer, stort benutrymme m.m. Resandestatistiken i 2009 års studie visade att det bara fanns en spårfaktor vid interregionala resor över en timme. Någon spårfaktor för resor under 1 timme kunde inte konstateras.

Att spårfaktorn verkar begränsa sig till längre resor stöds även av Thorselius (2008) som analyserat resvanedata från Blekinge Kustbana för åren 2001-2007. Thorselius slutsats är att resenärerna har en preferens för tåg framför buss av komfortskäl vid längre restider än 40-60 minuter. Vid kortare restider verkar resenärerna vara ambivalenta till buss eller tåg.⁴¹

Kottenhoff och Byström är öppna för att det kan finnas en positiv faktor även för kortare resor, men denna faktor behöver inte grunda sig på renodlad ”nytta” utan den kan istället botten i att folk lättare kommer ihåg var spårtrafiken, t.ex. tunnelbana, finns och hur man gör för att åka med den. Det finns även en hypotes om att spårtrafikens bekvämare stationer lockar fler att använda denna.

Går spårfaktorn att förklara med andra faktorer?

Flera studier har analyserat de bakomliggande orsakerna till spårfaktorn och skillnaderna i attityder till spår- och busstrafik. En rad orsaker har redan nämnts. Restidens längd, turtäthet, utrymme inne i fordonet, tillgången på sittplats och toaletter, åkkomfort som minskar risken för åksjuka, bekväma stationer, fordonens fräschhet, taxan och om fordonet framförs i blandtrafik eller har ett eget reserverat utrymme i infrastrukturen osv.

Johansson (2004) pekar på att det är svårt att bevisa att en spårfaktor verkligen existerar och om det verkligen handlar om att resenärerna har mer positiva preferenser gentemot spårtrafik eller om det ökade kollektivtrafikresandet beror på att man samtidigt med satsningar på spårtrafik ofta genomför en mängd kvalitetshöjande åtgärder, som introduktion av moderna och bekväma spårfordon, högre turtäthet, ny utrustning på hållplatserna som realtidsinformation och väderskydd eller att man samtidigt vidtagit kraftfulla åtgärder mot biltrafiken, anlagt områden i citykärnor för enbart cykel- och gångtrafik och infört parkeringsrestriktioner.⁴²

En annan förklaring till skillnaderna i attityder kan vara att spårtrafik fångar människors uppmärksamhet på ett annat sätt än busstrafik och är lättare att minnas. Kottenhoff och Byström (2010) pekar på att vissa färdmedel upplevs som

⁴¹ Kottenhoff & Byström (2010) efter Thorselius (2008)

⁴² Johansson (2004) efter Kasch (2002), Hass-Klau (2002) och (2000)

tydligare och är lättare att komma ihåg och att denna tydlighet är en viktig orsak till att man får en spårfaktor vid intervjuer. Enligt Scherer (2010)⁴³ är spårväg lättare att uppfatta än buss eftersom spårvägen har egenskaper som fångar uppmärksamheten, som avvikande design, särskild infrastruktur och massmediabekräftelse.

En tredje orsak kan vara komfortens betydelse. Kottenhoff (2003) menar att det sannolikt finns en preferens hos resenärerna att välja tåget (och flyget) framför bussen vid långväga resor och att detta bl.a. beror på att tåget upplevs som mer komfortabelt och att restiden kan utnyttjas bättre exempelvis för läsning, arbete och förtäring.⁴⁴ Även Thorselius (2008) slutsats var att resenärerna har en preferens för tåg framför buss av komfortskäl vid längre restider än 40-60 minuter.

En portugisisk studie (Beirão och Sarsfield Cabral, 2007) visade att spårtrafik i form av snabbspårväg är mer attraktiv för bilister än vad busstrafik är, medan det inte var någon stor skillnad för vaneresenärer inom kollektivtrafiken. Snabbspårvägen ansågs vara mer pålitlig, komfortabel, snabbare och rymligare samt gå oftare. Dessutom ansågs resan mer vilsam.

Att spårfaktorn i lokal kollektivtrafik kan förklaras med bakomliggande faktorer stöds även av Olsson, Widell och Algers (2001)⁴⁵. De drog slutsatsen att ”Den s.k. spårfaktorn, dvs. dagens trafikmodellens oförmåga att återskapa fördelningen mellan andelen personer som väljer buss respektive spårburen trafik, försvinner eller minskar i betydelse när fler egenskaper hos de olika färdätten beaktas vid färdmedelsvalet.”

Olika preferenser till spår- och busstrafik hos olika grupper av resenärer

Flera studier har också visat att det finns skillnader i preferenser till färdmedlen hos olika grupper av resenärer. Loncar-Lucassi (1998) menar att faktorerna snabbhet, överskådlighet och tillförlitlighet är viktigare för dem som reser med spårbunden trafik, medan de som reser med buss attraheras mer av trygghet, bekvämlighet och trivsamt.

Män brukar värdera spårtrafik högre än kvinnor och har därmed en större spårfaktor. En tänkbar förklaring, åtminstone för äldre kvinnor, kan vara att närheten till bussföraren skapar trygghet under resan. Andra tänkbara förklaringar kan

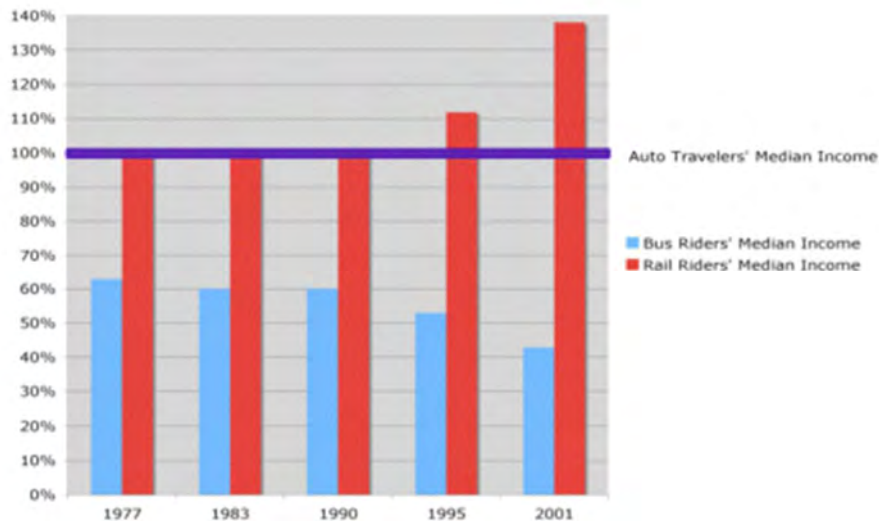
⁴³ Kottenhoff och Byström (2010) När resenärerna själva får välja, KTH, WSP Analys & Strategi

⁴⁴ Resenärernas attityder och preferenser till kollektivtrafik, tåg och stationer

⁴⁵ Komfortens betydelse för spår- och busstrafik. Trafikantvärderingar, modeller och prognoser för lokala arbetsresor. Mars 2001, VINNOVA Rapport VR 2001:8

vara att män ofta har bil som alternativ och att åka buss på samma väg som man kan ta sin egen bil känns inte så attraktivt.⁴⁶

Spårtrafik har sannolikt högre status än busstrafik. En av många indikationer på detta är att medelinkomsten för dem som åker buss i USA är ca 50 % av medelinkomsten, dvs. fattiga, medan de som åker på spår har 109 %, dvs. 9 % högre inkomst än medelamerikanen. Om man tar bort resandet i New York, som har mycket kollektivtrafik, så blir situationen ännu mer tydlig, se figuren.



Figur 16 Kollektivtrafikresenärers och bilisters medelinkomst i USA 1977-2001 (Alla resor exklusive New York)⁴⁷

Om man enbart betraktar övriga resor, alltså exklusive arbetsresor, blir situationen ännu mer markerad. Då visar det sig att enbart de riktigt fattiga med medianinkomst 33 % vill åka buss. I USA kan man inte locka välbeställda att åka buss, särskilt inte på fritiden.

Finns det en politisk spårfaktor?

Det finns en stor nyfikenhet på spårvagnar runt om i Sverige, ett tydligt tecken på detta är intresset för att bygga spårväg i Stockholm, Göteborg och Helsingborg. Samtidigt verkar intresset för BRT hittills vara relativt svalt i landet. På ett antal platser i landet har man dock försökt plocka delar av det som utmärker BRT-system.

Det verkar också finnas betydande skillnader mellan hur man betraktar BRT i andra länder och i Sverige. I andra delar av världen finns det ett stort intresse för BRT och dess möjligheter. Detta gäller inte bara i utvecklingsländer i Sy-

⁴⁶ Kottenhoff & Byström (2010)

⁴⁷ Taylor (2009)

damerika och Asien, utan även i ett stort antal städer i Nordamerika, Australien och Europa. I många andra länder betraktas BRT som ett stadsförnyelseprojekt, medan man i Sverige förknippar BRT med ”betongelement”⁴⁸.

Ett argument som används i andra länder vid satsningar på BRT är att man snabbt behöver en effektiv kollektivtrafik med hög kapacitet samtidigt som man inte vill göra dyra investeringar i spårutbyggnad. BRT anses vara mer kostnadseffektivt och man får ett större trafiksystem för samma mängd investerade pengar.

Inställningen till busstrafik i Sverige verkar istället vara att infrastruktur för buss inte får kosta pengar. Busstrafiken kan väl köra på den väg som redan finns. Trots att ett BRT-system vanligen kostar en tiondel av ett motsvarande tunnelbanesystem är det mycket svårt att få politiskt stöd för att satsa på busstrafik, vilket av tradition har betraktats som ett budgetalternativ. Dessutom har det visat sig svårt att få acceptans för att prioritera busstrafik på biltrafikens bekostnad i svenska städer.⁴⁹ Detta gäller inte spårtrafik. När en stad genomfört omfattande investeringar i ett nytt spårvägssystem så har spårtrafiken oftast politiskt tillförsäkrats god framkomlighet på biltrafikens bekostnad. Detta gäller utöver trafikförordningens (1998:1276) regel om att spårvagnar ska lämnas fri väg av andra trafikanter.⁵⁰

Denna skillnad i syn på buss- och spårtrafik beskrivs även i SL:s riktlinjer för planering av kollektivtrafik ”I många fall får spårväg en högre framkomlighet i gaturummet än vad motsvarande busslinje får... Högre framkomlighet är dock inget som följer med färdmedlet som sådant. Det utrymme i gaturummet som krävs för buss- respektive spårvägstrafik är snarlikt, och möjligheterna att skapa detta utrymme beror istället på andra yttre förutsättningar och politisk vilja.”⁵¹

⁴⁸ Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? – kunskaps-sammanställning med identifiering av forskningsfrågor

⁴⁹ Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? – kunskaps-sammanställning med identifiering av forskningsfrågor och Johansson (2004) Konkurrensegenskaper hos kollektivtrafiksystem baserade på spårvagnar respektive bussar, VTI meddelande 948. I litteraturen görs jämförelser mellan BRT och tunnelbana, men liknande resonemang kan föras vid jämförelser mellan BRT och spårväg, där kostnaden för spårväg är mellan 60 procent och nästan 800 procent dyrare än BRT.

⁵⁰ Johansson (2004) Konkurrensegenskaper hos kollektivtrafiksystem baserade på spårvagnar respektive bussar, VTI meddelande 948

⁵¹ SL (2008) RIPLAN - Riktlinjer för planering av kollektivtrafiken i Stockholms län, 2008-05-06

Utöver den s.k. spårfaktorn hos resenärerna verkar det även finnas ett större intresse för spårvägsutbyggnad och en större acceptans för de stora kostnader som spårtrafik samt en större politisk vilja att skapa god framkomlighet för spårväg än för buss hos ansvariga politiker. Det verkar med andra ord även finnas en politiskt betingad spårfaktor.

VTI genomför ett forskningsprojekt "Spårfaktorn på spåren" som bland annat ska undersöka hur viktig den politiska visionen är när beslut om spårvägar spårväg fattas och om det finns andra beslutsgrunder än beräkningar och prognoser enligt vedertagna metoder. En hypotes i undersökningen är att nya spårvägar och förlängningar av befintlig spårväg inte främst tillkommer som en följd av genomförda beräkningar och prognoser, utan snarare som en följd av en politisk strategi för hur kollektivtrafiken kan medverka till stadsutveckling och ökad attraktivitet.⁵²

⁵² Lätta spår (2009) Spårfaktorn på spåret: vad avgör frågan om spårvägsetablering? Lätta spår nr 1/2009

3 Fördjupad jämförelse i aktuella spårprojekt

Antaganden och avgränsningar

I jämförelserna nedan mellan uppskattade kostnader för dagens busstrafik, BRT och den planerade eller diskuterade spårvägstrafiken har vi inte tagit hänsyn till andra stadsmässiga eller trafikmässiga komplikationer som trafikering med spårvagn eller BRT kan medföra, som att befintligt gatuutrymme tas i anspråk för spårvagn eller BRT. Den befintliga vägtrafiken kan då komma att påverkas och få en försämrad framkomlighet. Detta kan i sin tur medföra att den nuvarande biltrafiken väljer andra vägar med en potentiell ökning av trängsel etc.

Beräkningsexemplen vill översiktligt visa på skillnader mellan de tre transportsätten utifrån kända uppgifter för respektive planerat eller diskuterat spårvägsprojekt och dess ekonomiska förutsättningar. Vi vill här påtala att det naturligtvis finns osäkerheter i kalkylerna på grund av att det bl.a. kan saknas relevant projekteringsunderlag eller att linjeförslagen endast finns på ett idéstadium. Syftet är snarare att visa på en jämförande teoretisk kostnads kalkyl för transportsätten samt att visa vad en alternativ användning av en beräknad spårvägs kostnad skulle kunna användas till.

I våra kalkyler har vi utrett hur summan en spårvägssatsning skulle kosta alternativt kan användas. Då har vi antagit att pengarna läggs på tätare BRT- eller busstrafik på den aktuella linjen. Naturligtvis kan summan i stället användas för att förbättra övriga kollektivtrafiklinjer på den aktuella orten.

Den buss som uppvisar störst likheter med BRT-fordon med hög kapacitet i Sverige är Volvos dubbelledade låggolvsbuss som används på linje 16 mellan Brunnsparken och Lindholmen i Göteborg som har 61 sittplatser. I BRT-trafik används ofta bussar med högre golv tillsammans med hållplatser/stationer med insteg i nivå med bussgolvet för skapa hög kapacitet utan att försämma tillgängligheten. Antalet sittplatser är upp till 25 procent högre i en normalgolvsbuss än i en låggolvsbuss. För att inte överskatta antalet sittplatser i BRT-buss har vi i beräkningarna antagit att antalet sittplatser i den dubbelledade bussen som används i Göteborg skulle kunna ökas med drygt 15 procent om bussen har normalgolv. En motsvarande dubbelledad BRT-buss med 69 sittplatser används i TransMilenio-systemet i Bogotá.⁵³ Därför har vi använt detta antal sittande i BRT-fordonet i beräkningarna.

⁵³http://www.itdp.org/index.php/news/detail/first_set_of_transmilenio_bi_articulated_buses_launched_in_bogota/

Kalkyler

I kapitlet redovisas endast resultaten. De detaljerade kalkyler återfinns för respektive studerade exempel i bilaga 3.

Studerade linjesträckningar

De olika linjer som vi har studerat närmare är följande:

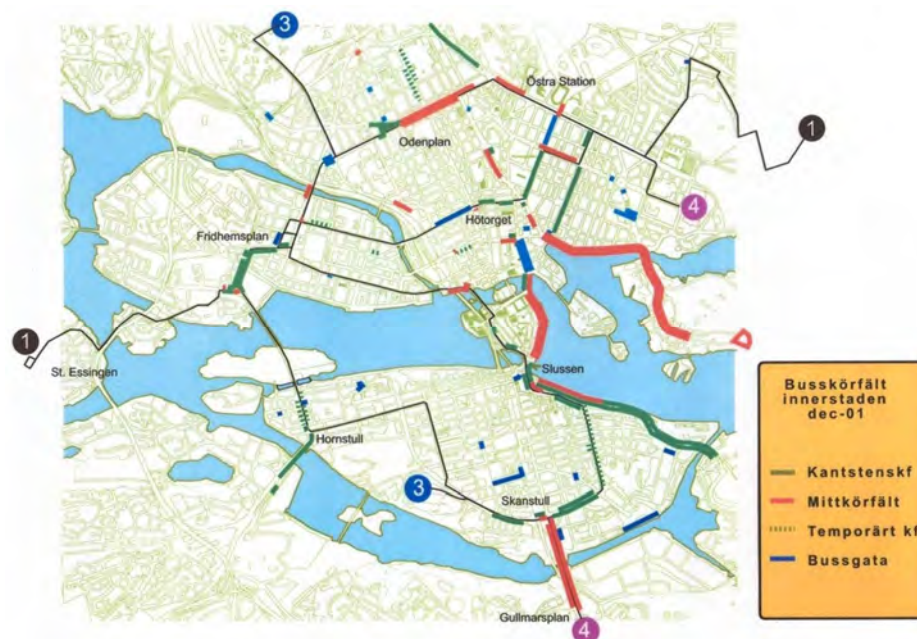
1. Stombusslinje 4 i Stockholm (Gullmarsplan-Radiohuset)
2. Tvärförbindelse Syd Stockholm (Flemingsberg-Älvsjö)
3. Helsingborg (Knutpunkten-Dalhem)
4. Busslinje 16 i Göteborg (Brunnsparken-Eketrägatan)

3.1 Stombusslinje 4 i Stockholm (Gullmarsplan-Radiohuset)

Stombusslinje 4 trafikerar sträckan Gullmarsplan - Radiohuset i Stockholm. Innan bussen når slutdestination Radiohuset passerar den bl.a. Skanstull, Hornstull, Fridhemsplan, Odenplan och Östra station.

I dagsläget kännetecknas linjen av förhållandevis låg hastighet. Busskörfält finns endast på korta sträckor, och kolonnkörning förekommer under rusningstid. Enligt en studie av Malin Ingemarson⁵⁴ har stombussarna inte uppnått det hastighetsmått som sattes upp vid införandet 1998.

⁵⁴ Ingemarson (2010) Körstudier för busstrafik – En körtidsstudie av stombusstrafiken i Stockholms innerstad



Figur 17 Linjedragning för stombussarna samt busskörfält i Stockholms innerstad.⁵⁵ Karta: SL, Malin Ingemarsson

Linje 4 är en utpräglad stadsbusslinje som korsar Stockholms innerstad på tvären.

Linjen har 30 hållplatser. Det tar 53 minuter att ta sig längs hela linjen, en sträcka på 12 km. Medelhastigheten ligger på 13,6 km/h.

Situationen idag

- * Sträcka: 12 km
- * Antal hållplatser: 30
- * Hållplatsavstånd: 800 m
- * Medelhastighet: 13,6 km/h
- * Turtäthet: var 4:e – var 10:e min.

I maxtrafik går stombuss 4 som tätast var 4:e minut. Under rusningstrafik går det som mest 14 avgångar i timmen. Totalt har linjen 211 turer per vardagsdygn enligt tidtabellen.⁵⁶

Enligt våra beräkningar behövs 27 bussar i trafik på linjen under rusningstrafik. Bussarna är idag enkelledade.

Skillnader och likheter mellan jämförelsealternativen BRT och spårväg

Då gatuutrymmet är trångt på sträckan finns ingen möjlighet att bygga ny bussbana eller spårväg vid sidan av befintlig gata. För både BRT och spårväg behöver ett körfält tas från biltrafiken i varje riktning.

⁵⁵ SL, Ingemarsson, Malin (2010) Uppgift via e-post.

⁵⁶ <http://sl.se/sv/Resenar/Planera-resa/Tidtabeller/>

Vi har antagit en reduktion av antalet hållplatser från 30 till 16. Med denna åtgärd uppnås ett rimligt hållplatsavstånd som är rimligt för spårvagn och BRT och ger en ökad medelhastighet.

I beräkningen (se bilaga 3) har ett antagande gjorts om en spårvagn med 80 sittplatser. För BRT har en dubbelledad buss med 69 sittplatser använts.

Restiden med BRT och spårvagn mellan Gullmarsplan och Radiohuset beräknas till 29 minuter, dvs. 24 minuter kortare än den faktiska restiden i dag.⁵⁷

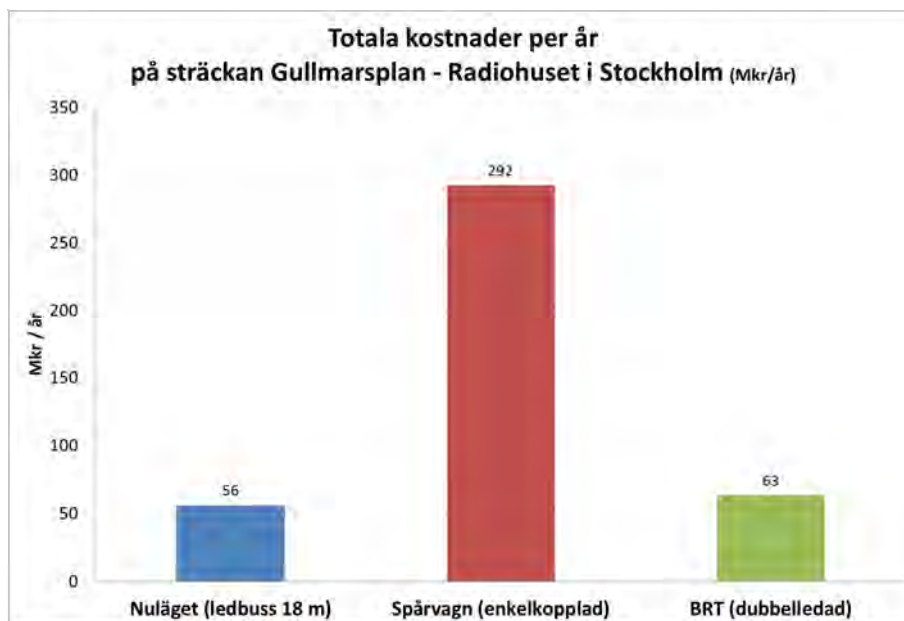


Figur 18. Sträckning för studerad linje med 16 hållplatser markerade med röda cirklar. Den grå ringen avser ett gångavstånd på 300 m (ungefär fem minuter) till hållplatsen. Karta: WSP

Kostnadsjämförelse mellan buss, BRT och spårväg i Stockholm city längs linje 4

För både BRT och spårväg har vi antagit att befintlig turtäthet för linje 4 har behållits. Antalet hållplatser och deras placering antas vara detsamma för både BRT och spårväg.

⁵⁷ Dagens restid är den faktiska uppmätta körtiden. Redovisad i Ingemarson (2010) Körstudier för busstrafik – En körtidsstudie av stombuss-trafiken i Stockholms innerstad. Hastigheten för BRT och spårvagn på 25 km/h är hämtad från Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem Trivector Rapport 2008:26. Med tanke på den faktiska trafiksituationen kan restidsvinsten vara något lägre.



Figur 19 Totala kostnader per år på sträckan Gullmarsplan-Radiohuset (Mkr/år)

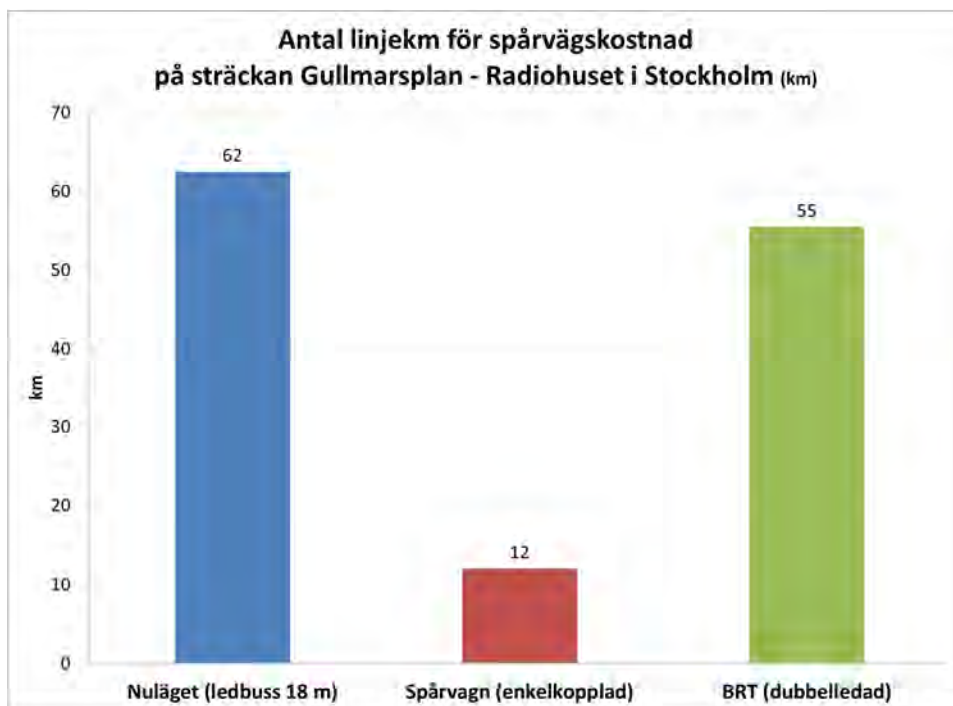
Spårväg i särklass dyrast

Som diagrammet visar skiljer sig kostnaderna kraftigt åt, där spårväg är det i särklass dyraste alternativet utifrån beräkningsförutsättningarna i kalkylen. Skillnaden mellan BRT- och spårvagnstrafikering är nästan 230 Mkr/år. Den största delen av differensen beror på att spårväg kostar 130 Mkr mer fördelat per år i byggkostnader för infrastrukturen jämfört med BRT.

I kalkylen har driftskostnaderna för väginfrastrukturen räknats in i busstrafikens (3,6 Mkr/år) och BRTs kostnader (3,6 Mkr/år). Dessa kostnader betalas inte av trafikhuvudmannen (eller den regionala kollektivtrafikmyndigheten efter den 1 januari 2012) utan av väghållaren, vilket torde vara Stockholms stad i detta fall. Om inte dessa kostnader räknas in blir skillnaden i kostnader ännu större mellan spårvagnstrafiken samt buss och BRT.

Hur många kilometer buss/BRT kan man istället få för motsvarande kostnad som för spårväg?

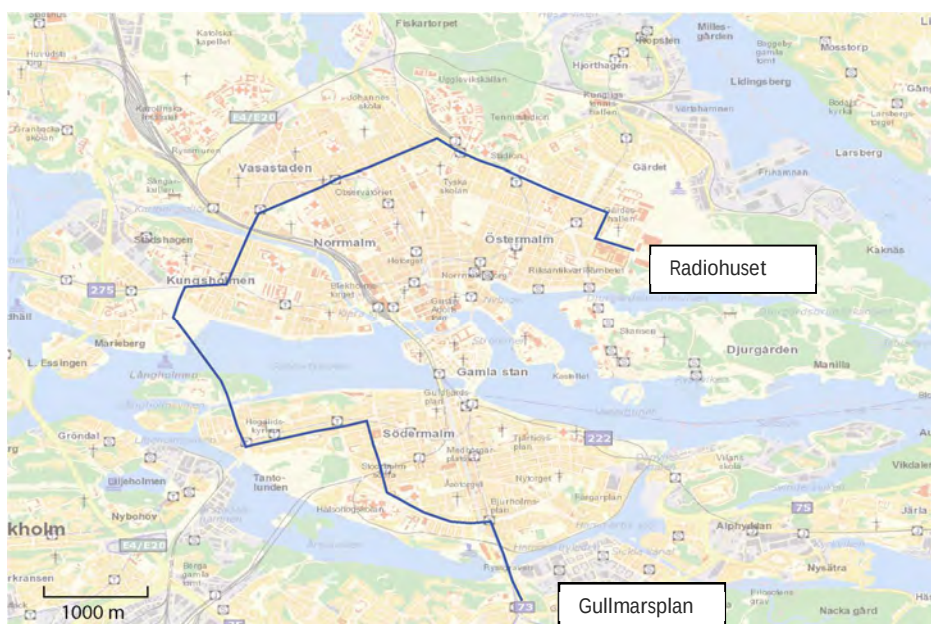
Om kostnaden för byggd spårväg i stället skulle användas till att utöka antalet linjekilometer så skulle detta medföra den totala linjelängden för buss skulle kunna ökas från 12 km till 62 km. Om spårvägskostnaderna istället användes för BRT så skulle pengarna räcka till ett linjenät av BRT-trafik om totalt 55 km, dvs. mer än 4 gånger längre linjesträcka jämfört med spårvägen.



Figur 20 Antal linjekilometer för spårvägskostnad på sträckan Gullmarsplan-Radiohuset

I beräkningarna i bilaga 3 kan närmare studeras hur spårvägskostnad kan omfördelas till ytterligare linjekilometer buss alternativt BRT.

Ett annat sätt att åskådliggöra omfördelningen av kostnaden för antalet linjekilometer med spårvagn är att skissa upp det antal linjekilometer som en BRT-lösning i stället kan ge.



Figur 21. För 227 Mkr per år erhålls 12 km spårväg. Karta: WSP



Figur 22. För samma kostnad per år kan man i stället få 55 km BRT-nät. (På kartan är endast 42 km utritat, vilket innebär att 11 km BRT-linje dessutom kan byggas utanför kartområdet). Karta: WSP

Hur många fler sittplatser kan man få för motsvarande kostnad för spårväg?

Motsvarande jämförelse av kostnaderna för en spårvägslösning kan appliceras på hur många fler sittplatser som kan erbjudas med en buss alternativt BRT-lösning. Med en enkelledad spårvagn är sittplatskapaciteten 1360 sittplatser. Om denna spårvägskostnad i stället används till fler fordon för buss alternativt BRT ökar antalet sittplatser till över 8300 för buss och drygt 6600 sittplatser för BRT. Detta motsvarar nästan 5 gånger fler sittplatser med BRT-lösning jämfört med spårvagn.



Figur 23 Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägskostnad på sträckan Gullmarsplan-Radiohuset

I beräkningstabellen (se bilaga 3) återfinns beräkningarna för omfördelning av spårvägskostnader till fler antal sittplatser med buss alternativt BRT.

3.2 Tvärspårväg Syd Stockholm (Flemingsberg-Älvsjö)

Tvärspårväg syd innebär att spårväg byggs från Huddinge sjukhus/Flemingsbergs station via Masmo till Skärholmen och området vid Kungens Kurva vidare till Älvsjö via Fruängen.



Figur 24: Karta över Spårväg Syd. Karta: SL.⁵⁸

⁵⁸ <http://sl.se/sv/Om-SL/SL-planerar-och-bygger/Sparvag-Syd/>

Dagens situation

I nuläget går ingen buss hela sträckningen mellan Flemingsbergs station och Älvsjö. I dagsläget utreder SL en ny buss- eller spårvägsförbindelse i området, där flera alternativa möjliga dragningar av linjen har presenterats.⁵⁹ En sträckningsstudie har genomförts för tvärsparvåg syd och arbete pågår med en förstudie. Enligt Länsplanen planeras byggstart av spårtrafik till 2019.⁶⁰

Situationen idag

- * Sträcka: 17,5 km
- * Antal hållplatser: 15
- * Hållplatsavstånd: 1200 m
- * Medelhastighet: 21,2 km/h
- * Turtäthet: var 15:e – var 30:e min.

⁵⁹ <http://sl.se/sv/Om-SL/SL-planerar-och-bygger/Sparvag-Syd/>

⁶⁰ Länsstyrelsen i Stockholms län (2010) Länsplan för regional transportinfrastruktur i Stockholms län 2010 – 2021. Fastställd av Länsstyrelsen den 31 maj 2010



Figur 25. Studerad sträckning för spårväg/bussbana i Stockholm syd. Karta: WSP

Det går att åka med linje 172 mellan Flemingsbergs station och Masmo, samt delsträckan mellan Kungens Kurva och Älvsjö med linje 173. En tänkt kombinerad linje av linje 172 och 173 mellan Älvsjö och Kungens Kurva skulle ha 25 hållplatser och en medelhastighet på 21,2 km/h. Sträckan är 17,5 km lång, med ett hållplatsavstånd på 1250 m i snitt. Det långa hållplatsavståndet förklaras av att bussen på långa sträckor kör antingen på motortrafikled eller i gles bebyggda områden (i trakterna kring Masmo). Den delvis glesbygdskaraktären och läget utanför stadens centrum gör linjen speciell i jämförelse med de tre övriga studerade exemplen.

Turtätheten för linjen är stabil, med 15 minuters intervaller under högtrafik och 30 minuter under lågtrafik. Totalt erbjuds 68 turer per vardagsdygn.⁶¹ Restiden med den fiktiva linjen uppgår till ca 50 minuter.

Enligt våra beräkningar behövs idag totalt 15 bussar i trafik på linjen under högtrafik. Linjen trafikeras idag av enkelledade bussar.

Skillnader och likheter mellan jämförelsealternativen BRT och spårväg

På sträckan som studerats finns möjlighet att på en del av sträckan bygga ny bussbana eller spårväg utan att ta bort bilkörfält. I de tre övriga fallstudierna har detta inte varit möjligt på grund av platsbrist. För en förenklad jämförelse har vi antagit att bussbana byggs på hela sträckan. Detta ger en överskattning av kostnaderna för BRT.

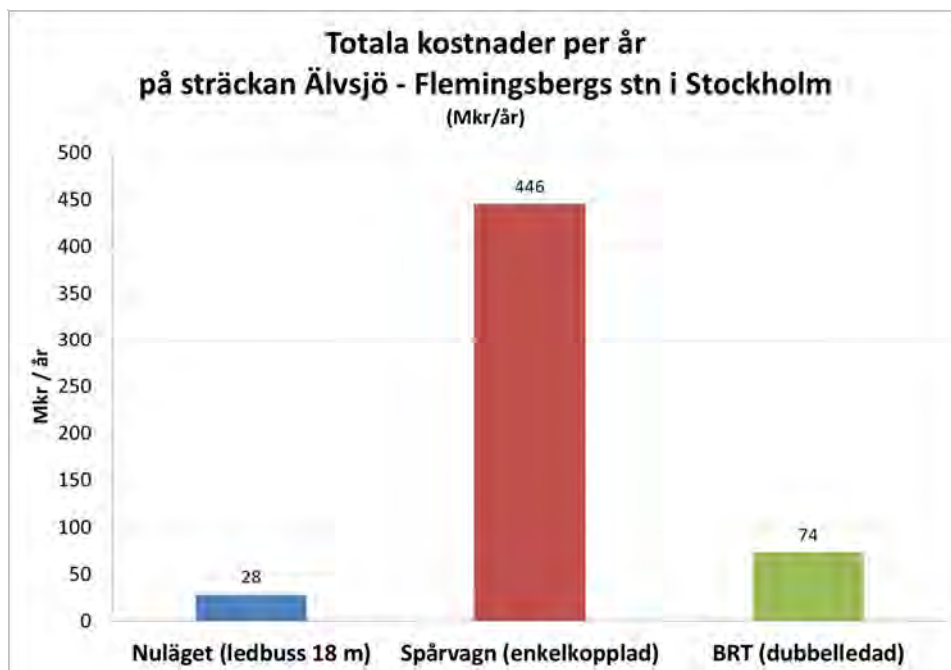
Den beräknade restiden med en BRT eller spårvagnslösning uppgår till ca 42 minuter, dvs. 8 minuter kortare jämfört med den nuvarande fiktiva linjen.

I beräkningen har ett antagande gjorts om en spårvagn med 80 sittplatser. Som jämförelse har spårvagnstypen som används på Tvärbanan i Stockholm 78 sittplatser. För BRT har en dubbelledad buss med 69 sittplatser använts i beräkningarna.

Väsentligt för kalkylen är att två broar behövs över E4 för att ansluta den nya kollektivtrafikförbindelsen till Skärholmens tunnelbanestation. Vi har antagit att broarna utformas på samma sätt för både BRT- och spårvägsalternativet.

Som visas i SL:s karta över sträckningsalternativ för tvärspårväg syd finns många tänkbara sätt att dra förbindelsen. I vår analys har ett av dessa alternativ valts som uppfyller grundkraven på koppling till Kungens Kurva och Skärholmens respektive Fruängens tunnelbanestation.

⁶¹ <http://sl.se/sv/Resenar/Planera-resa/Tidtabeller/>



Figur 26 Totala kostnader per år på sträckan Älvsjö-Flemingsbergs station (Mkr/år)

BRT betydligt billigare än spårtrafik trots nybyggnation av bussbana

I kalkylen (se bilaga 3) har vi räknat med att en ny bussbana konstrueras på hela sträckan mellan Älvsjö och Flemingsbergs station. Detta innebär att kostnaderna för BRT-banan är något överskattade, då befintliga körfält troligen kan användas åtminstone på vissa delar av sträckan. Kalkylen visar att BRT ändå ger en årskostnad som är mer än 370 Mkr lägre än för spårvagnsalternativet.

I kalkylen har driftskostnaderna för väginfrastrukturen räknats in i busstrafikens (5,3 Mkr/år) och BRTs kostnader (5,3 Mkr/år). Dessa kostnader betalas inte av trafikhuvudmannen (regionala kollektivtrafikmyndigheten) utan av väghållaren, vilket i de flesta fall är kommunen. Om inte dessa kostnader räknas in blir skillnaden i kostnader ännu större mellan spårvagnstrafiken samt BRT och buss.

Stora investeringskostnader för spårvagn

Den dominerande anledningen till att spårväg ger en högre kostnadsbild än BRT är den betydligt högre investeringskostnaden för spårväg i förhållande till bussbana – spårväg är här mer än 7 000 miljoner kronor dyrare.

Driftskostnaderna lägre för BRT

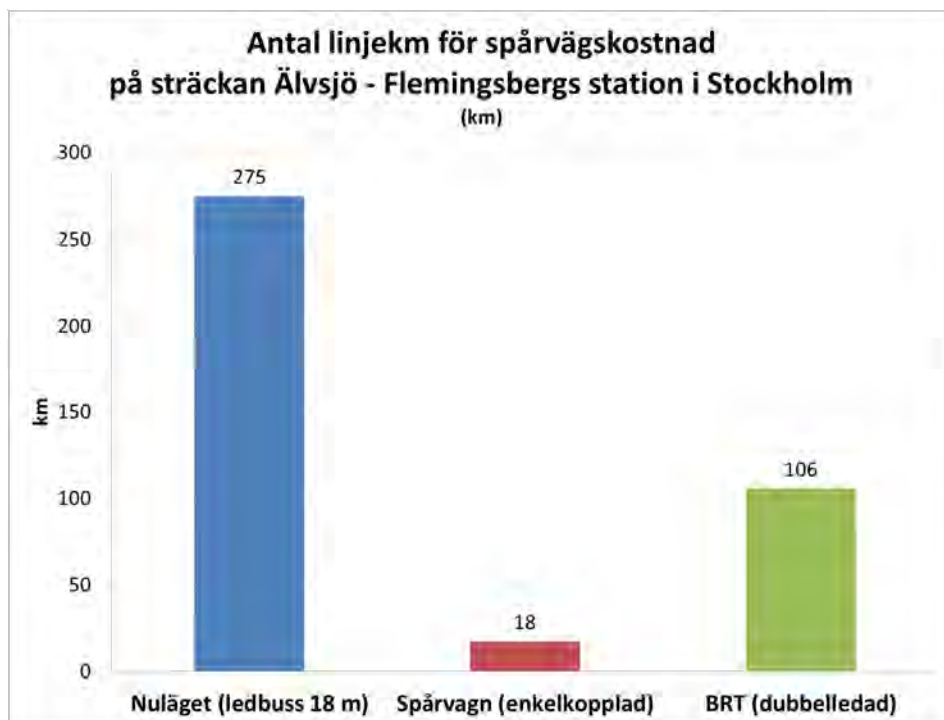
Även driftskostnaderna för BRT är väsentligt lägre. Detta ger en skillnad på ca 34 Mkr/år till BRT:s fördel jämfört med driftskostnader för spårvagnstrafiken. Även här blir skillnaderna ännu större om bara trafikhuvudmännens kostnader räknas in i kalkylen.

Broar osäker kostnadspost

Antalet och längden broar över motorvägen vid Kungens Kurva kommer att påverka projektets totalkostnad när projektering blir aktuell. Hur dessa utformas är inte möjligt att fastställa i detalj innan projekteringen gjorts. Vi har gjort en förenklad kalkyl och antagit att två broar på vardera 450 m behövs för att korsa motorvägen och angöra Skärholmens tunnelbanestation.

Hur många kilometer buss/BRT kan man få för motsvarande kostnad som för spårväg?

Effekterna av att omfördela en spårvägs kostnad till ytterligare linjekilometer för BRT alternativt buss visas i följande figur (beräkningarna återfinns i bilaga 3).



Figur 27 Antal linjekilometer för spårvägs kostnad på sträckan Älvsjö-Flemingsberg station

Sex gånger så stort nät för samma kostnad med BRT

Om summan som spårvagn skulle kosta i stället hade lagts på BRT hade ett nästan sex gånger så stort nät kunnat byggas. Detta innebär att exempelvis följande BRT-linjer dessutom skulle kunna byggas:

- Älvsjö station - Farsta Strand (c:a 8 km)
- Fruängen – Fridhemsplan (c:a 10 km)
- Älvsjö station – Gullmarsplan – Nacka (Ektorp) (c:a 15 km)
- Dessutom kan över 50 km BRT-linje byggas på andra områden i Stockholm.



Figur 28. För 209 Mkr/år får man 17,5 km spårväg (tvärförbindelse syd). Karta: WSP



Figur 29. För samma summa (446 Mkr/år) kan i stället 106 km BRT-bana byggas. På kartan visas endast 51 km; 55 km BRT-linje kan dessutom byggas utanför kartans gränser. Karta: WSP

Med vanlig busstrafik kan över femton gånger så stor linjelängd trafikeras för samma årskostnad som för spårvägstrafik. De stora skillnaderna i kostnader mellan alternativen tillsammans med det faktum att delar av sträckan går i glesbebyggda områden gör att det är viktigt att utvärdera den samhällsekonomiska lönsamheten i att bygga spårväg kontra BRT och traditionell busstrafikering.

Hur många fler sittplatser kan man få för spårvägspengarna?

Som i tidigare exempel kan en jämförelse visas i form av sittplatskapacitet. Med en spårvagn uppgår antalet sittplatser till 560, medan en omfördelning av spårvägs-kostnader ger över 8300 sittplatser med BRT och 8700 med buss.



Figur 30 Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad Älvsjö-Flemingsberg

Femton gånger högre sittplatskapacitet med BRT

Kalkylen (bilaga 3) är grundad på dagens turtäthet med en avgång var femtonde minut. Med det belopp spårväg skulle kosta kan man få femton gånger högre sittplatskapacitet i maxtrafik med BRT, och ännu högre med traditionell buss-trafik.

3.3 Helsingborg (Knutpunkten – Dalhem)

Dagens situation



Figur 31. Studerad delsträcka av linje 1 mellan Knutpunkten och Dalhem. Karta: Infab AB och Skånetrafiken

Helsingborgs stad och Höganäs kommun har låtit utreda förutsättningarna för att anlägga en spårtrafik mellan Helsingborg och Höganäs samt förutsättningar och linjestruktur för spårväg inom Helsingborgs stad. Enligt studien så sträcker sig den första linjen som kan bli aktuell för spårväg mellan Dalhem och H+ via Knutpunkten.

Den komparativa studien har avgränsats till en delsträcka mellan Knutpunkten och Dalhem på linje 1 i Helsingborg. Anledningen till att delsträckan har valts är att den har flest resenärer i stadsbusslinjenätet. Enligt en rapport till Helsingborgs stad⁶² är det också den första sträckan som studeras för eventuell framtida spårvägsutbyggnad. Därmed fungerar sträckan som ett utmärkt typfall för jämförelse mellan spårväg och BRT. Resultatet från studien ger en

Situationen idag

- * Sträcka: 5,4 km
- * Antal hållplatser: 14
- * Hållplatsavstånd: 415 m
- * Medelhastighet: 18 km/h
- * Turtäthet: var 5:e – var 30:e min.
- * Antal turer per vardagsdygn: 108

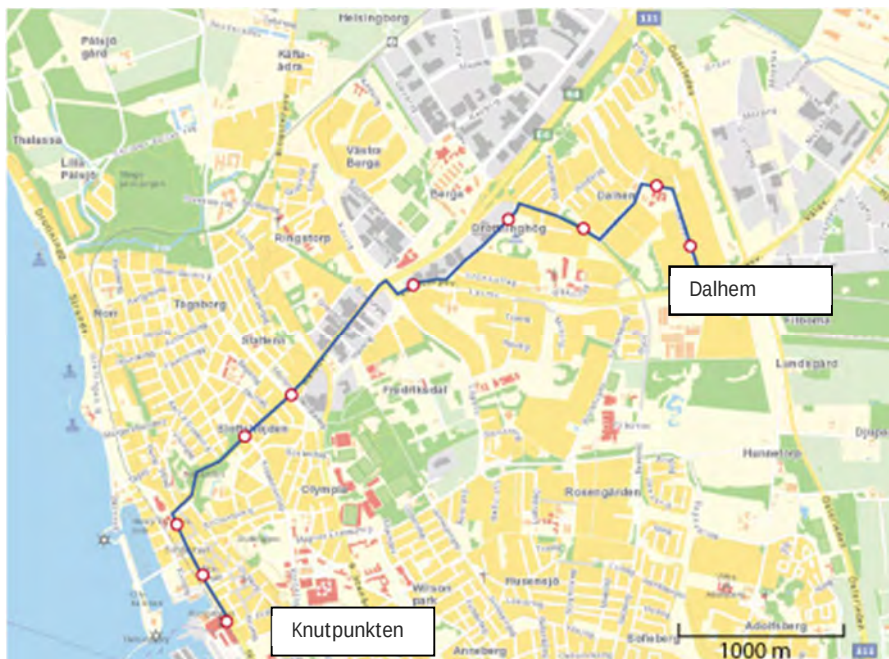
⁶² Hansson & Gibrand (2009) Spårväg i Helsingborg och Höganäs – idéstudie. Trivector Rapport 2009:43

kilometerkostnad per år som kan användas som en indikation på kostnader även för nätet totalt.

Sträckan inleds vid Knutpunkten som är en central omstigningsterminal mellan båt, buss och tåg mitt i Helsingborg. Bussen går till Dalhem, ett tätbebyggt miljonprogramsområde i utkanten av staden. På sträckan finns i dagsläget inga reserverade busskörfält⁶³.

Enligt våra beräkningar behövs idag totalt 9 bussar i trafik på linjen under högt trafik. Linjen trafikeras av normalstora bussar (12 m långa). En buss av denna typ har c:a 45 sittplatser. Detta innebär att c:a 400 sittplatser erbjuds resenärerna när utbudet är som störst under ett visst givet ögonblick på en vardagsmorgon. På grund av att kollektivtrafiken ska kunna konkurrera med bilåkande och därigenom erbjuda en liknande komfortnivå har vi valt att fokusera endast på sittplatser och inte på ståplatser. Restiden är i genomsnitt 18 minuter mellan Knutpunkten och Dalhem.

Jämförelsealternativen BRT och spårväg – gemensamma förutsättningar



Figur 32. Studerad sträckning för spårväg/bussbana i Helsingborg. Källa WSP

Jämförelsealternativen är spårväg respektive BRT-bana. För både spårväg och BRT har hastigheten antagits till 25 km/h. Den förhållandevis höga medelhastigheten beror på att båda trafikslagen har signalprioritering och går på egen

⁶³ Eva Werner, Helsingborgs stad

banan utan att störas av övrig trafik. Hastigheten ligger inom det spann för medelhastighet för BRT och spårvagn som anges i litteraturen⁶⁴. Båda trafiktyperna får samma hastighet eftersom hållplatsavståndet är exakt detsamma och passagerarflödet vid på- och avstigning ser likadant ut.

Gemensamt för spårväg/bussbana

- * Sträcka: 5,4 km
- * Antal hållplatser: 10
- * Hållplatsavstånd: 600 m
- * Medelhastighet: 25 km/h
- * Turtäthet: var 5:e minut – var 30:e minut

Som en utgångspunkt till jämförelsen finns den utredning som gjorts på uppdrag av Helsingborgs stad, vilken föreslår att spårväg bland annat ska anläggas från Råå/Raus via Knutpunkten till Dalhem och till Väla, till Höganäs via Mariastaden och till söder (området H+).⁶⁵

Vi har antagit att den nya trafikeringen sker längs samma sträckning i Helsingborg som buss 1 går nu (en sträcka på 5,4 km). Även den befintliga turtätheten antar vi kommer att vara densamma som i nuläget för att medge en ökad jämförbarhet mellan alternativen. Restiden med BRT och spårvagn mellan Knutpunkten och Dalhem beräknas till 13 minuter, dvs. 5 minuter kortare än vid nuvarande busstrafikering, vilket bl.a. beror på den högre medelhastigheten.

För BRT och spårväg gäller att hållplatserna är lika många och har samma läge. I jämförelse med dagens situation har antalet hållplatser minskats från 14 till 10 för att öka kollektivtrafikens hastighet. Det genomsnittliga avståndet mellan två hållplatser har därmed ökat från 415 m till 600 m. Placeringen av hållplatserna har dock optimerats för att hållplatserna ska ligga nära tyngdpunkter för bostadsbebyggelse med målet att majoriteten av resenärerna ska ha en hållplats lika nära som i dagsläget.

Skillnader mellan jämförelsealternativen BRT och spårväg

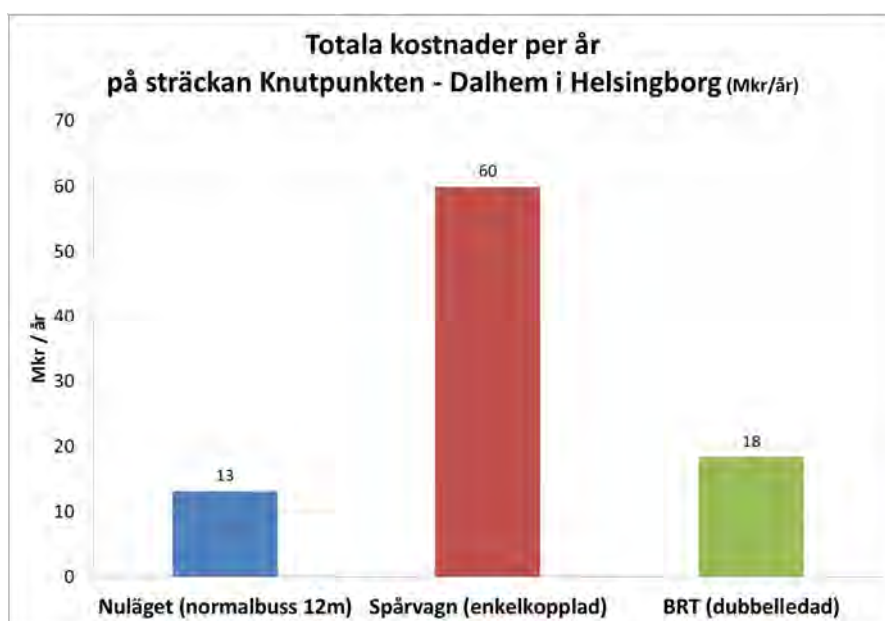
Väsentliga skillnader mellan spårväg och BRT finns framförallt i sittplatskapacitet per fordon. I beräkningen har ett antagande gjorts om en spårvagn med 80 sittplatser enligt SL:s planeringsriktlinjer. För BRT har en dubbelledad buss med 69 sittplatser använts i beräkningarna.

⁶⁴ Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? – kunskaps-sammanställning med identifiering av forskningsfrågor

⁶⁵ <http://www.helsingborg.se/templates/StandardPage.aspx?id=68465&epslanguage=SV>

Kostnadsjämförelse mellan buss, BRT och spårväg i Helsingborg

Trafikeringsutbudet för både BRT- och spårväg har medvetet gjorts så jämförbart som möjligt för att kunna ge en rättvisande ekonomisk jämförelse mellan alternativen. I båda fallen antas fordonen gå på en separat bana, utan störningar från biltrafik. Hållplatserna kommer att se likartade ut i båda fallen.



Figur 33 Totala kostnader per år på sträckan Knutpunkten-Dalhem (Mkr/år)

Stora kostnadsskillnader mellan BRT och spårväg

När de beräknade totalkostnaderna (inklusive både drift och investeringar) räknas om till årskostnader syns stora kostnadsskillnader mellan befintlig busstrafikering, BRT och spårväg. Den befintliga busstrafiken beräknas ha en årskostnad på 13 Mkr, medan spårvägsalternativet kostar 60 Mkr/år och alternativet med BRT ger en totalkostnad på 18 Mkr/år.

Vid beräkningarna har driftskostnaderna för väginfrastrukturen räknats in i kostnaderna för busstrafiken (1,6 Mkr/år) och BRT (1,6 Mkr/år). Dessa kostnader betalas vanligen av väghållaren, vilket i de flesta fall är kommunen, och inte av trafikhuvudmannen (regionala kollektivtrafikmyndigheten). Om inte dessa kostnader räknas in blir skillnaden i kostnader ännu större mellan spårvagnstrafiken samt BRT och buss.

BRT 40 miljoner kronor billigare per år

BRT-alternativet ger mer än 40 miljoner kronor lägre årskostnad. En del av förklaringen till BRT:s lägre kostnadsbild är att befintlig väg görs om till bussbana, men även om en helt ny BRT-bana byggts hade spårvägsalternativet varit vä-

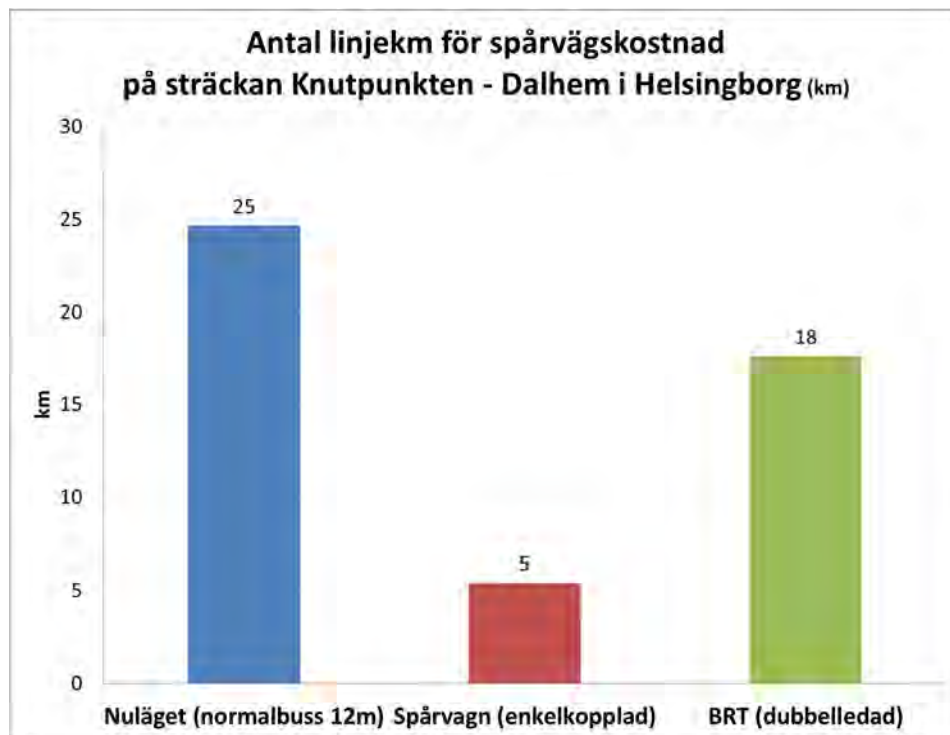
sentligt dyrare. Detta visades i kostnadsanalysen för tvärförbindelse syd i Stockholm tidigare i detta kapitel.

Befintlig busstrafik billigast

Den busstrafik som körs nu har lägst kostnad enligt vår analys. I det fall befintligt resande inte beräknas öka och inga trafikstockningar uppkommer, kan traditionell busstrafik vara ett alternativ. Om Helsingborgs stad har en målsättning om ett ökat kollektivtrafikresande och en vilja att minska antalet bilkörfält är dock BRT-alternativet att föredra eftersom det ger möjlighet till en väsentligt högre kapacitet.

Hur många kilometer buss/BRT kan man få för spårvägspengarna?

En omfördelning av spårvägs kostnad till ytterligare linjekilometer för BRT eller buss kan ge mer än 17 km för BRT och nästan 25 km för buss.



Figur 34 Antal linjekilometer för spårvägs kostnad på sträckan Knutpunkten-Dalhem

Som visas av diagrammet ger spårväg förhållandevis lite trafik för pengarna jämfört med alternativen. För samma summa som en spårvägs linje kostar mellan Knutpunkten och Dalhem kan man bygga ett linjenät av BRT-linjer som är mer än tre gånger så stort.

Förutom 5 km BRT-bana mellan Knutpunkten och Dalhem kan man dessutom bygga nästan 13 km BRT-bana på annan plats. Beräkningen förutsätter att befintligt gatuutrymme tas i anspråk och görs om till BRT-standard.

Det är också intressant att notera att man genom motsvarande driftsram inom befintlig busstrafikering kan trafikera en linjelängd som är femdubblad jämfört med spårvagnslinjens sträckning.

I följande figurer åskådliggörs den större yttäckning som en BRT-lösning teoretiskt kan ge jämfört med en spårvägssträckning.



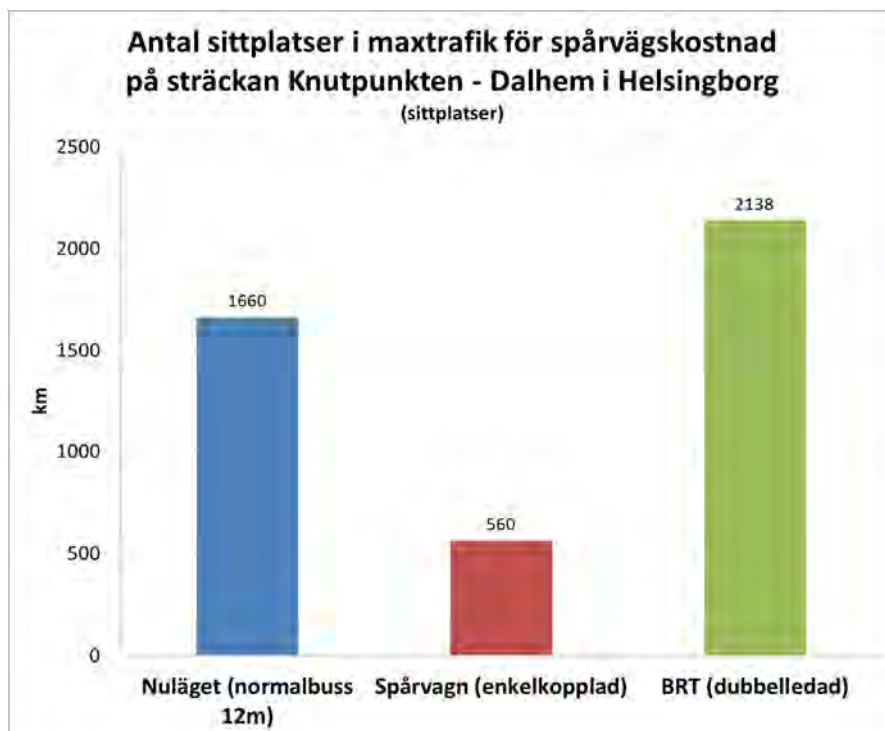
Figur 35. För 60 Mkr/år får man 5,1 km spårväg. Källa WSP



Figur 36. För samma summa (70 Mkr/år) erhålls 18 km BRT-bussbana som här teoretiskt visas. Källa WSP

Hur många fler sittplatser kan man få för spårvägspengarna?

Om vi beräkningsmässigt i stället använder spårvägs-kostnad till att visa på möjligheten till ökad sittplatskapacitet, dvs. med fler fordon, ger detta följande. Med en BRT-lösning kan antalet sittplatser uppgå till nästan 3100 platser och med traditionell buss lösning till nästan 2400 sittplatser. Detta kan jämföras med sittplatskapaciteten för spårvagn som i exemplet uppgår till 560 platser.



Figur 37 Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad Knutpunkten-Dalhem

Fyra gånger fler sittplatser med BRT för samma kostnad som spårväg

Kapacitetsmässigt får man med BRT nästan fyra gånger fler sittplatser att erbjuda resenärerna om man använder den summa spårväg skulle ha kostat till BRT i stället.

För befintlig busstrafik kan man, som visas i diagrammet, också få betydligt fler sittplatser än med spårvagnstrafik. Vid traditionell busstrafik (till skillnad från vad som i allmänhet är fallet med BRT) delas dock gatuutrymmet ofta med personbilar. Detta innebär att det rent praktiskt blir svårt att komma fram med så många bussar då flödes hastigheten skulle bli för låg.

Från antalet sittplatser går det att räkna ut en motsvarande turtäthet. För BRT-bussarna blir turtätheten då ungefär varannan minut. Detta kan kontrasteras mot spårvagnen som kommer var femte minut med samma årskostnad.

3.4 Busslinje 16 i Göteborg (Brunnsparken-Eketrägatan)

Dagens situation

I dagsläget går stombusslinje 16 i Göteborg från Högsbohöjd via Brunnsparken och Lindholmen till Eketrägatan. Trots att det går dubbelledade bussar på linjen är den hårt belastad i maxtimmen, till följd av det stora antalet resande till högskolor, gymnasieskolor och företag på Lindholmen. På sträckan från Lindholmen till Eriksberg finns en bussbana redan i drift med signalprioritering och egna körfält.

Situationen idag

- * Sträcka: 8,8 km
- * Antal hållplatser: 15
- * Hållplatsavstånd: 600 m
- * Medelhastighet: 20 km/h
- * Turtäthet: var 5:e – var 20:e min.



Figur 38 Nuvarande linjenät för spårvagnar och stadsbussar i Göteborg med linje 16 mellan Högsbohöjd och Ekestrådet.⁶⁶ Källa: Västtrafik

I denna studie har en delsträcka med en förändrad linjestreckning studerats, som startar vid Centralstationen och går via Hjalmar Brantingsplatsen innan den når Lindholmen och till slut Eriksberg.

⁶⁶ http://www.vasttrafik.se/ResizeImageHandler.aspx?ImagePath=/upload/Linjekartor_hogupp-ogupp-lost/dec2009/sparvagnskartadec2010.png&ImageWidth=2000&ImageHeight=2000

Anledningen till denna förändring är att det i visionen K2020 finns en spår-
vägsdragning inritad i "KomOfta"-nätet som går via Hjalmar Brantingsplatsen
(se figur nedan).



Figur 39 Linjenät för spårväg i centrala Göteborg enligt K2020 ("KomOfta").⁶⁷

Källa: Göteborgsregionens Kommunalförbund

Eftersom en tänkt linje har studerats i detta avsnitt har de respektive
hållplatserna för linje 16 och 99 kombinerats. Detta ger totalt 15 hållplatser, och
en uppskattad medelhastighet på 20 km/h med ett genomsnittligt
hållplatsavstånd. Den förhållandevis höga medelhastigheten förklaras av att

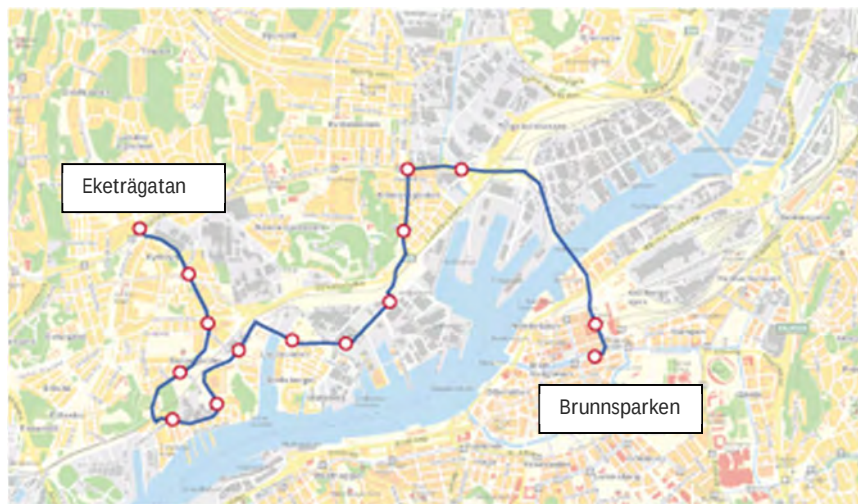
⁶⁷ Göteborgsregionens kommunalförbund (2009) Kollektivtrafikprogram för Göteborgs-
regionen. K2020. Antaget 2009-04-03.

reserverade kollektivtrafikkörfält finns på 5,6 km av totalt 8,8 km. Restiden uppskattas till drygt 26 minuter.

I maxtrafik går buss 16 som tätast var 5:e minut. Busslinjen har god standard med en turtäthet på var 20:e minut under sena kvällar. Totalt erbjuds 122 turer på linje 16 per vardagsdygn, och dessutom erbjuds 55 turer på linje 99, som också går mellan Göteborgs centrum och Lindholmen.⁶⁸

Enligt våra beräkningar behövs idag totalt 15 bussar i trafik på linjen under högttrafik. Linjen trafikeras av både enkel- och dubbelledade bussar. En dubbelledad låggolvsbuss har en kapacitet på 61 sittplatser.

Jämförelsealternativen BRT och spårväg – likheter och skillnader



Figur 40. Studerad sträckning för spårväg/bussbana i Göteborg. Källa: WSP

För både spårväg och BRT har hastigheten antagits till 25 km/h. Vi har antagit att den nya trafikeringen sker längs sträckning enligt kartan ovan (en kombination av linje 16 och 99) på en sträcka av 8,8 km. Även den befintliga turtätheten antar vi kommer att vara densamma som i nuläget för att medge en ökad jämförbarhet mellan alternativen. I båda jämförelsealternativen är hållplatserna lika många och har samma läge. Restiden med BRT och spårvagn beräknas till 21 minuter

Gemensamt för spårväg/bussbana

- * Sträcka: 8,8 km
- * Antal hållplatser: 15
- * Hållplatsavstånd: 600 m
- * Medelhastighet: 25 km/h
- * Turtäthet: var 5:e minut – var 20:e min.

⁶⁸ <http://www.vasttrafik.se/Startsida/Tidtabeller/>

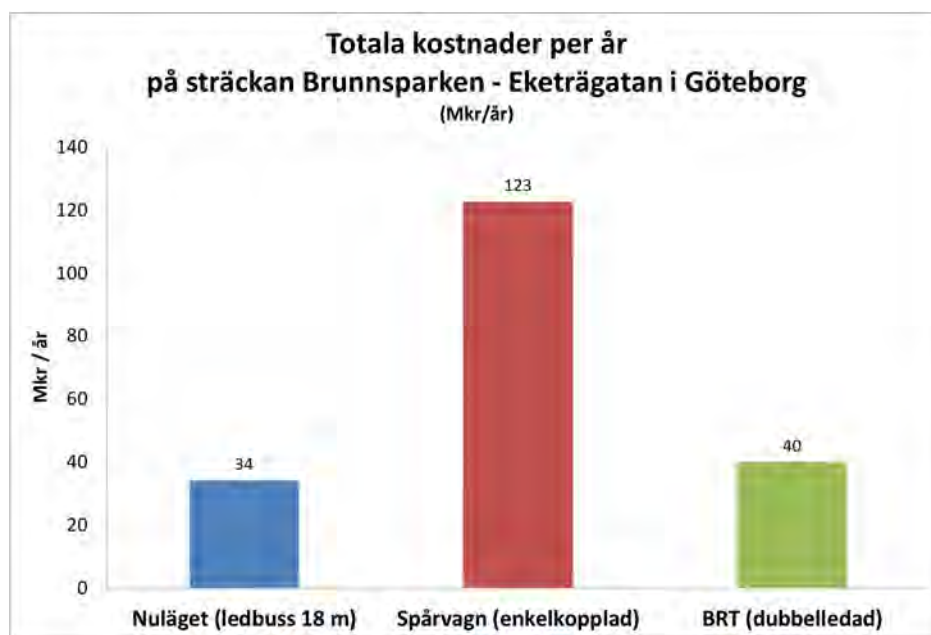
mellan Brunnsparken och Eketrägatan. Detta är drygt 5 minuter kortare än en tänkt linje med traditionell busstrafik Brunnsparken – Hjalmar Brantingsplatsen – Vågmästareplatsen – Lindholmen – Eriksberg – Eketrägatan.

Den stora skillnaden i Göteborgskalkylen jämfört med övriga kalkyler är den goda tillgång på befintlig infrastruktur som finns, både i form av spår- och bussväg. I kalkylen har vi tagit hänsyn till den existerande spårvägen mellan Brunnsparken och Vågmästareplatsen (2,8 km). På samma sätt har kalkylerna för BRT beaktat att befintlig bussbana finns mellan Lindholmen och Eriksberg, också denna på 2,8 km.

På samma sätt som för tidigare kalkyler har vi antagit att en dubbelledad BRT-buss med 69 sittplatser används. För spårvagn har vi antagit samma sorts vagn som i övriga kalkyler, det vill säga en spårvagn med 80 sittplatser.

Kostnadsjämförelse mellan buss, BRT och spårväg i Göteborg

Trafikeringsutbudet för både BRT- och spårväg har medvetet gjorts så jämförbart som möjligt för att kunna ge en rättvisande ekonomisk jämförelse mellan alternativen.



Figur 41 Totala kostnader per år på sträckan Brunnsparken-Eketrägatan (Mkr/år)

Spårväg 3 gånger dyrare

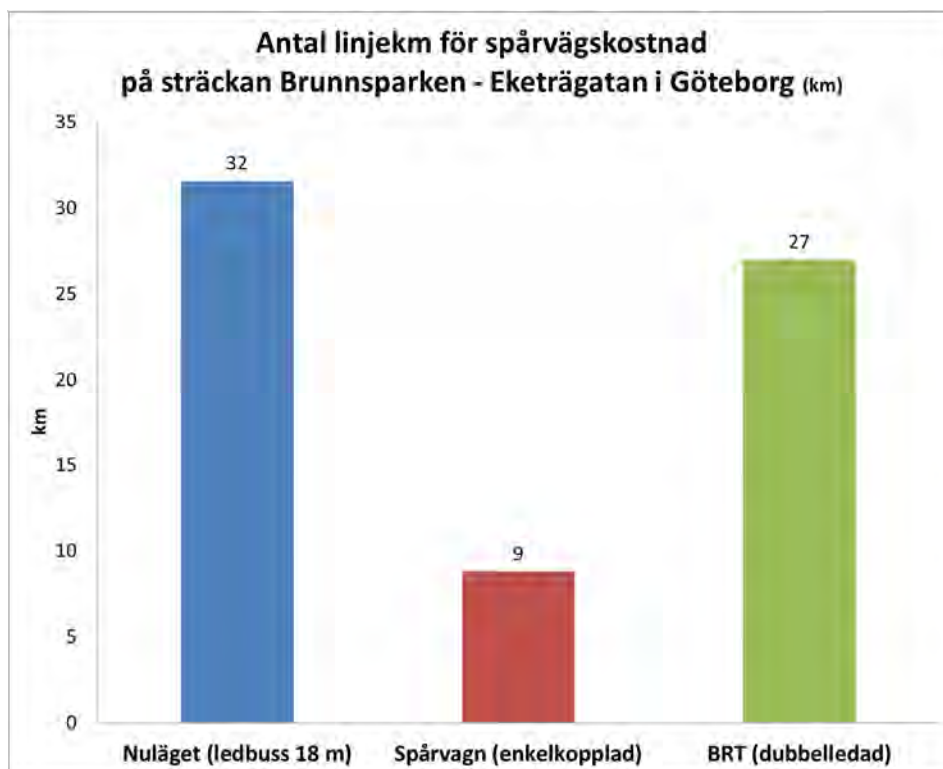
Enligt våra kalkyler (se bilaga 3) för totalkostnader per år blir spårvägsalternativet mer än tre gånger dyrare än BRT. Skillnaden är 83 miljoner kronor per år

till BRT:s fördel. Huvuddelen av skillnaden härrör från disparata investeringskostnader för infrastrukturen (skillnad på 22 Mkr/år). Även trafikeringskostnaderna bidrar till BRT:s lägre kostnader; här har BRT 44 Mkr lägre årskostnad. En tredje post där en större differens finns mellan alternativen är fordonskostnaderna, där BRT har en årskostnad som är 13 Mkr lägre än spårväg.

Vid beräkningarna har driftskostnaderna för väginfrastrukturen räknats in i kostnaderna för BRT (2,6 Mkr/år) och busstrafik (2,6 Mkr/år). Dessa kostnader betalas vanligen av väghållaren, vilket i de flesta fall är kommunen, och inte av trafikhuvudmannen (regionala kollektivtrafikmyndigheten i framtiden). Om inte dessa kostnader räknas in blir skillnaden i kostnader ännu större.

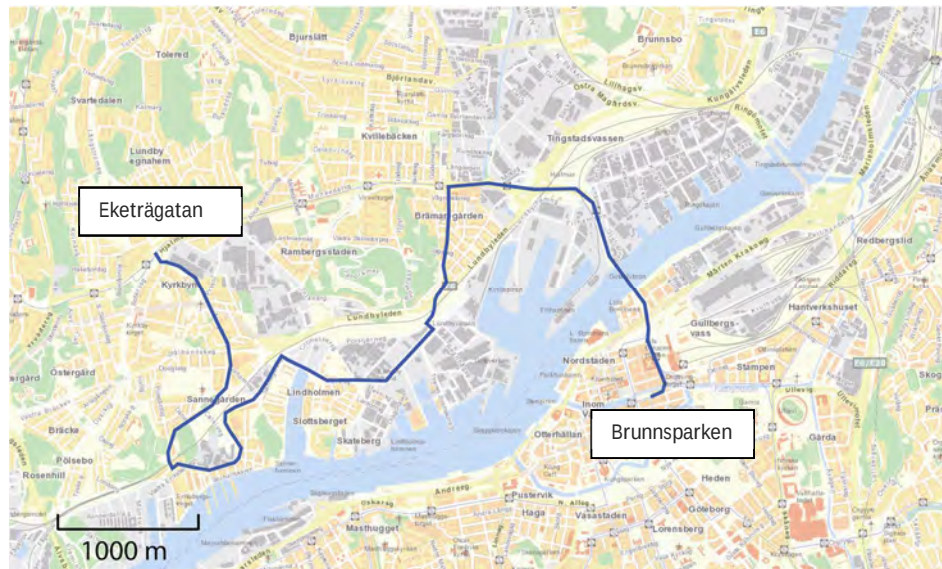
Hur många kilometer buss/BRT kan man få för spårvägspengarna?

Vid en beräkningsmässig omfördelning av spårvägskostnaden kan en BRT-lösning ge totalt 27 linjekilometer och en ordinarie busstrafikering drygt 32 linjekilometer, som visas av följande figur.

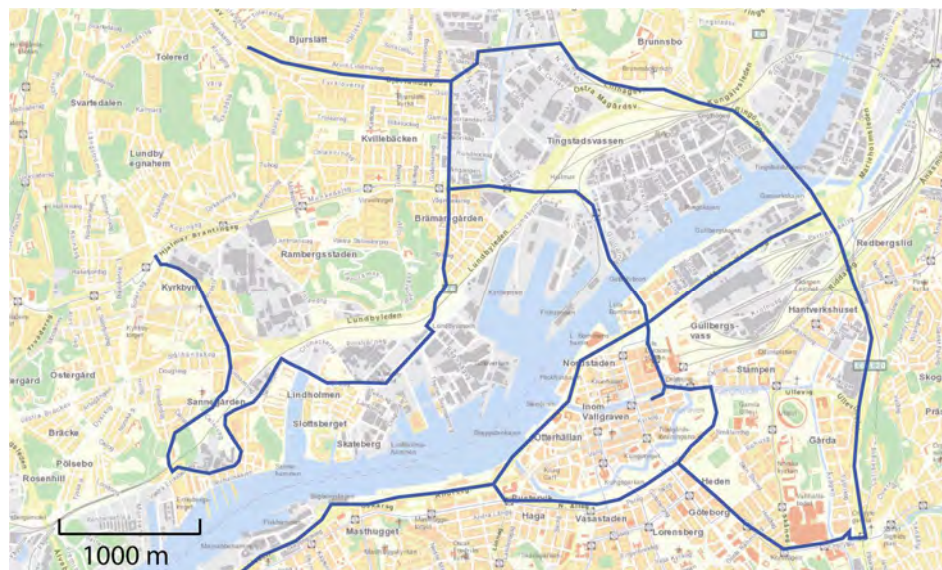


Figur 42 Antal linjekilometer för spårvägskostnad på sträckan Brunnsparcken-Eketrädegatan

Följande figurer visar vad en beräknade omfördelningen av kostnaden för en spårvagnslinje kan ge om dessa appliceras på antalet linjekilometer för en BRT-trafikering.



Figur 43. För 124 Mkr per år erhålls 8,8 km spårväg i Göteborg. Källa: WSP



Figur 44. Under förutsättning att befintlig gata kan konverteras till BRT-körfält kan man för samma summa som i föregående figur trafikera ett BRT-linjenät på 27 km. Källa WSP

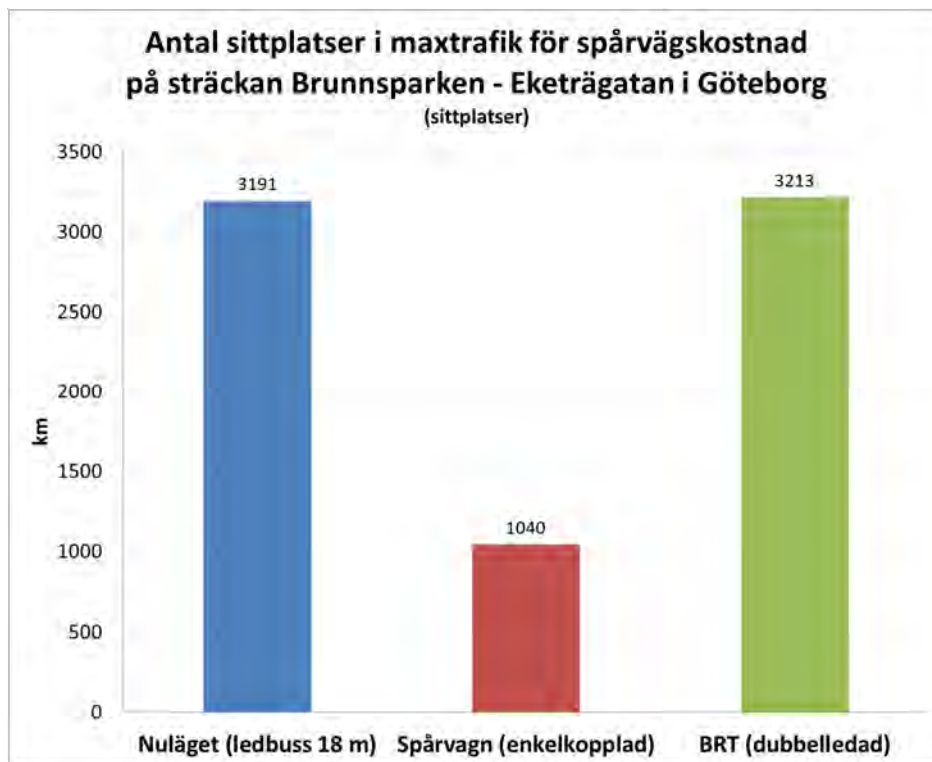
Exemplet i figuren ovan för BRT-linjenätet förutsätter att befintliga körfält kan konverteras till BRT-busskörfält. Under dessa förutsättningar kan följande exempel på linjenät trafikeras för spårvägspengarna:

- Eketrägatan – Brunnsparken (5 km)

- Bjurslätt – Svingeln – Korsvägen – Järntorget – Majorna (14 km)
- Drottningtorget – Heden (1 km)
- Vågmästareplatsen – Swedenborgsplatsen (1 km)
- Lilla Bommen – Olskroksmotet (2 km)
- Järntorget – Olskroksmotet (2 km)
- Dessutom finns 2 km BRT-linje tillgodo för användning på annan plats.

Hur många fler sittplatser kan man få för spårvägspengarna?

Ett annat mått att redovisa hur kostnaden för spårvagn kan omfördelas är att räkna på en förändrad sittplatskapacitet. Med en BRT- eller busslösning innebär det att den totala kapaciteten kan uppgå till c:a 3200 sittplatser att jämföra med spårvagnslösningens drygt 1000 platser (enkelledad spårvagn).



Figur 45 Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägskostnad Brunnsparken-Eketrägatan

Som visas i diagrammet ovan ger både BRT och traditionell busstrafikering över tre gånger högre sittplatskapacitet i högtrafik för årsbeloppet för ny spårväg och trafikering mellan Brunnsparken och Eketrägatan. Översatt i turtäthet skulle spårvägspengarna i stället kunna ge 58 bussavgångar eller 46 BRT-avgångar per timme.

Brunnsparken en flaskhals för både BRT och spårväg

Spårväg och BRT ger en god kapacitet både på Hisingssidan och på fastlandssidan till Lilla bommen eftersom trafikeringen sker på reserverat gatuutrymme utan störningar från privatbilar. Vid Göteborgs centrala kollektivtrafikknutpunkt Brunnsparken är kapaciteten dock mycket begränsad. För en god regularitet i trafikeringen behöver denna aspekt tas hänsyn till i planeringen av en eventuell BRT- eller spårvägslinje.

4 Fördjupad jämförelse: Miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv

När infrastruktur och transporter betraktas ur ett energi- och miljöperspektiv är det i regel användandet av infrastrukturen som diskuteras, d.v.s. det drivmedel som står för framdriften. I transportsystemets livscykel finns dock ytterligare ett antal mycket energikrävande poster. Det handlar exempelvis om byggnation och underhåll av infrastrukturen, tillverkning och service av fordon samt drivmedelsproduktion. I detta avsnitt görs ett försök att inkludera samtliga dessa aspekter för att kunna bedöma miljöpåverkan från ett antal infrastrukturprojekt ur ett livscykelperspektiv.

Denna studie inkluderar inte att ta fram nya grunddata för energianvändningen för olika delar av transportsystemets liv eller för specifika infrastrukturprojekt. Större delen av data härstammar från FOI-rapporten *Indirekt energi för svenska väg- och järnvägstransporter* (2005) som i sin tur innehåller data från ett 30-tal tidigare genomförda transportenergistudier.

4.1 Byggnation av infrastruktur

Energianvändningen vid byggnation av infrastruktur går i princip åt till att förflytta massa. Både vid byggande av väg och spår handlar det främst om att flytta jord, sten och byggnadsmaterial. Energianvändningen för byggnadsskedet skiljer sig dock markant åt beroende på den lokala geografin. Det är därför viktigt att tolka de genomsnittliga siffror som presenteras med stor försiktighet. I tabellen nedan redovisas ett antal exempel på uppgifter om byggnadsrelaterad energi. Notera att värdena skiljer sig mellan olika studier och olika länder.

Tabell 7. Total byggnadsrelaterad energi för vägar och spår

Infrastruktur	Energianvändning, GJ/km	Studien avser land
<i>Väg</i>		
Motorväg 2-filer	12 960	Sverige
Landsväg, 2-filer	12 283	Sverige
Stadsväg, 2-filer	20 000	USA
<i>Spår</i>		
Elektrifierat enkelspår	9 447	Sverige
Elektrifierat dubbelspår	16 732	Sverige
Ej elektrifierat enkelspår	8 457	Sverige
Ej elektrifierat dubbelspår	14 752	Sverige
Elektrifierat dubbelspår	20 214	Danmark

Spår och bana på plan mark	20 862	USA
Tunnelbana	397 451	USA
Pendeltåg plan mark	16 200	USA

Källa: FOI

I tabellen åskådliggörs den totala byggnationsrelaterade energiåtgången för olika typer av vägar och spår. En intressant iakttagelse är att energiåtgången för byggnation av väg respektive spår verkar ligga i ungefär samma storleksordning. Byggnation av tunnelbana innebär dock en mångdubblad energiåtgång. Om man delar upp energianvändningen på dess beståndsdelar för respektive infrastrukturkonstruktion är bilden också relativt samstämmig. Energiåtgången för de tidiga anläggningsmomenten, som exempelvis röjning, sprängning, jord- och bergschaktning är ungefär lika stor för vägbyggnation som för spårbyggnation (2 000 – 3 000 GJ/km). Större delen av energin går för både väg- och spårbyggnation åt till att framställa materialet. Vid vägbyggnation utgör framställningen bärlager, förstärkningslager och slitlager stora energiposter, medan det vid spårbyggnation främst handlar om framställning och montering av rälsen.

4.2 Drift av infrastruktur

Driftfasen inkluderar de stödfunktioner som krävs eller underlättar användandet av infrastrukturen. Underhåll av infrastrukturen inkluderas dock inte då denna har en egen post i beräkningarna. I drift av infrastruktur inkluderas här exempelvis snöröjning, sandning, sopning, rensning av diken och elanvändningen för trafikljus och belysning, där det sistnämnda utgör en stor post.

Tabell 8. Driftrelaterad energi för vägar och spår

Infrastruktur	Energianvändning, GJ/filkm/år	Studien avser land
<i>Väg</i>		
Motorväg 2-filer	61,5	USA
Landsväg, 2-filer	21,5	USA
Stadsväg, 2-filer	14,5	USA
<i>Spår</i>	Energianvändning, GJ/spårkm/år	
Tunnelbana	1 925 (inklusive stationsanläggningar)	Sverige
Järnväg	113	Sverige
Spårväg	30	Sverige

Källa: FOI

4.3 Underhåll av infrastruktur

Energianvändningen för underhåll av infrastruktur är till viss del beroende av användningsfrekvensen. För vägar utgörs underhållet bland annat av ytbeläggning, diesel för arbetsmaskiner, målning och fyllnadsmaterial. För spårssystem handlar det främst om utbyte av slitmaterial som koppartråd, växlar och räls, men även om belägningsarbeten.

Tabell 9. Underhållsrelaterad energianvändning för vägar och spår

Infrastruktur	Energianvändning, GJ/filkm/år	Studien avser land
<i>Väg</i>		
Motorväg 2-filer	175	Sverige
Landsväg, 2-filer	36	Sverige
Stadsväg, 2-filer	64	USA
<i>Spår</i>	Energianvändning, GJ/spårkm/år	
Elektrifierad järnväg	487	USA
Ej elektrifierad järnväg	139	USA
Järnväg	76	Sverige

Källa: FOI

4.4 Rivning av infrastruktur

I ett livscykelperspektiv ska egentligen även den eventuella rivningen av infrastrukturen inkluderas. Den totala energiåtgången för rivning av infrastruktur är dock försumbar eftersom vägar och spår ytterst sällan rivs. Energiåtgången för rivning kommer därför att bortses från i denna kalkyl. Även skrotning av fordon och vagnar bortses från, då energiåtgången här till stor del beror på hur mycket av materialet som återvinns. En omfattande återvinning kan göra att energiåtgången minimeras.

4.5 Tillverkning och service av vägfordon, vagnar och lok

Infrastruktur förutsätter att det finns fordon, vagnar och lok som kan trafikera den och för att tillverka dessa går det åt energi. Energiåtgången varierar starkt i litteraturen, men i tabellen nedan har ett antal värden valts ut för att ge en bild av energiåtgången.

Tabell 10. Energiåtgång för tillverkning av vägfordon, vagnar och lok

Infrastruktur	Energianvändning, GJ/fordon
Personbil	125-140
Lastbil	1099
Buss	1006
Personvagn spårvagn	2610
Personvagn tåg	2315
Personvagn pendeltåg	2452
Godsvagnar	640-1183
Lok	5741

Källa: FOI

De fordon som trafikerar infrastrukturen är i behov av service som också innebär energianvändning. I tabellen nedan finns ett par nyckeltal för energiåtgången för denna post i beräkningarna.

Tabell 11. Energiåtgång för service av vägfordon, vagnar och lok

Infrastruktur	Energianvändning, GJ/fordon/år
Personbil	1,7
Lastbil	12
Buss	168
Personvagn, inkl stationär uppvärmning	799
Tunnelbanevagn inkl stationär uppvärmning	484
Spårvagn, inkl stationär uppvärmning	255
Spårvagn, exkl stationär uppvärmning	105

Källa: FOI

4.6 Framdrift av fordon

En stor post av energiåtgången i transportsystemet är givetvis framdriften av fordon. Detta är också den post som normalt fokuseras vid analyser av energi-

och miljöpåverkan av infrastrukturprojekt. I tabellen nedan finns en sammanställning av ett antal energivärden för de fordon som här är relevanta.

Tabell 12. Energiåtgång för framdrift av fordon

Fordonsslag	Energianvändning, kWh/fkm	KWh/sittplatskm ⁶⁹
Dieselbuss (4,6 l/mil)	4,5	0,07
Etanolbuss (7,4 l/mil)	4,5	0,07
Biogasbuss (0,45 Nm ³ /km)	4,4	0,06
Elhybridbuss	2,7	0,04
Spårvagn, medelvärde	3,15	0,04

Källa: Scania, Trivector och Volvo⁷⁰

Tabellen visar att spårvagn är effektivare än bussarna per sittplatskm, förutom elhybridbussen som ungefär drar lika mycket energi per fordonskilometer som en spårvagn. Att skillnaden är stor i liter/mil mellan en etanolbuss och en buss som drivs av diesel och biogas förklaras av det relativt sett låga energiinnehållet i etanol.

4.7 Produktion av drivmedel

Energiåtgången för produktion av drivmedel är en av de poster i kalkylen som är svårast att värdera. För de fossila bränslena bensin och diesel visar studier att ett påslag på cirka 20 % är relevant. För el är det däremot helt och hållet beroende på hur elen produceras och av vilken energikälla. På grund av de svårigheter som uppstår vid värdering av el har den indirekta energin för produktion av drivmedel och el inte medräknats i denna kalkyl. För utsläpp används dock LCA-värden vid beräkning av utsläppen vid användning av bränslet.

4.8 Omräkning av energiåtgång till utsläpp av växthusgaser

I uppdraget ingår att beskriva hur utsläppen av växthusgaser ur ett livscykelperspektiv förändras vid olika infrastrukturprojekt. För att kunna redovisa utsläpp behövs information om vilken typ av bränsle som energianvändningen som

⁶⁹ Bussarna antas ha 69 sittplatser och spårvagnen 80 sittplatser enligt tidigare antaganden.

⁷⁰ Uppgifter angående bussar som drivs med diesel, etanol och biogas har erhållits av Scania. Uppgiften om spårvagnens energianvändning kommer från Andersson och Gi-brand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem, Trivector Rapport 2008:26. Energiåtgången för elhybridbussen kommer från Edward Jobson, Volvo

ovan har redovisats består av. Detta är information som vi inte har tillgång till i detta projekt, men för att kunna genomföra beräkningar av utsläpp kommer här antaganden för varje del i transportsystemet att göras. Nedan redovisas och diskuteras antagandena.

Antagande: All energianvändning utgörs av el- eller dieselanvändning.

För att underlätta utsläppsberäkningarna för ett specifikt infrastrukturprojekt antas att all energianvändning utgörs av antingen el- eller dieselanvändning. Dieselanvändning får här representera alla fossila bränslen som kan tänkas användas i transportsystemet. Andelen av respektive bränsle kommer att uppskattas för respektive del i transportsystemet. Det enda undantag från detta antagande gäller framdriften av fordonen där ett flertal bränslen kommer att studeras.

Tabell 13. Andel el- och dieselanvändning per del i transportsystemet

Del av transportsystemet	Andel elanvändning	Andel dieselanvändning
<i>Väg</i>		
Byggnation av infrastruktur	10 %	90 %
Drift av infrastruktur	60 %	40 %
Underhåll av infrastruktur	20 %	80 %
Tillverkning och service av fordon	50 %	50 %
<i>Spår</i>		
Byggnation av infrastruktur	10 %	90 %
Drift av infrastruktur	60 %	40 %
Underhåll av infrastruktur	20 %	80 %
Tillverkning och service av fordon	50 %	50 %

I tabellen ovan åskådliggörs antaganden kring energianvändningen i olika skeden av transportsystemet. Observera att andelarna är uppskattningar och inte gör anspråk på att beskriva en exakt verklighet. I byggskedet handlar det till stor del om att flytta massa. Grävande, schaktning och liknande görs till största del av fossilbränsleddrivna arbetsmaskiner. Drift består till stor del av elanvändning i form av trafiksignaler och belysning, men även av snöröjning, sandning och liknande åtgärder. Underhållet utgörs främst av beläggningsarbeten, där en stor del är dieseldrivna traktorer och grävmaskiner. För tillverkning och service av fordon finns inga större skillnader mellan spår- och vägfordon. För samtliga skeden antas samma proportioner för väg- och spårtrafik. Skillnaderna i tillvägagångssätt är relativt små och utan mer omfattande utredning känns det inte

ändamålsenligt att skilja färdssätten åt baserat på osäkra antaganden som kan få stor effekt på kalkylresultatet.

Antagande: Utsläpp per energislag fördelar sig enligt följande

När utsläpp från fordon beräknas används ofta koldioxidinnehållet i bränslet som parameter, d.v.s. utsläppen vid avgasröret. På senare tid har det dock blivit allt mer vanligt att räkna med LCA-utsläpp. Trafikverket använder ett livscykelperspektiv när de räknar fram reduktionen av växthusgaser av att använda fordonsgas och E85 istället för bensin i personbilar. I denna beräkning ger etanol utsläpp av växthusgaser som uppgår till 0,57 kg/liter och biogas 0,59 kg/Nm³. Notera att denna beräkning avser biogas som är tillverkad från hushållsavfall, vilket ger den högsta klimatbelastningen av de olika råvaror som idag används för biogastillverkning. Med lika stort påslag som Trafikverket använder för bensin uppgår utsläppen från diesel till cirka 2,9 kg/liter. För el används uppskattningar för respektive elmix.

Tabell 14. Utsläpp av växthusgaser per använd mängd drivmedel/energibärare

Drivmedel/energibärare	Utsläpp, kg CO ₂ /liter (Nm ³)	Utsläpp, g CO ₂ /kWh
Diesel	2,9	292
Biogas	0,6	61
ED95 (etanolbränsle för buss)	0,7	112
El, bra miljöval		5
El, svensk elmix		20
El, nordisk elmix		100
El, europeisk elmix		400

Källa: Trafikverket LCA-utsläpp, Svensk Energi, IVL, Vattenfall

Att värdera utsläpp från el är en kontroversiell fråga och olika beräkningsmetoder används av olika aktörer. SJ och SL menar att de endast köper så kallad grön el, med låga utsläpp som följd⁷¹. Andra menar att den svenska elmixen ska användas, medan vissa rekommenderar den nordiska elmixen med motiveringen att elsystemet i stor utsträckning är nordiskt. I byggbranschen används ofta den europeiska elmixen och i vissa fall används marginalet som ger ännu högre utsläpp per kilowattimme. Hur stora utsläpp som elanvändningen antas ge upphov till är helt avgörande för kalkylens resultat. I detta uppdrag kommer vi därför att beräkna utsläppen både med grön el och med europeisk elmix. Notera att detta

⁷¹ I räkneexemplet används utsläppsfaktorn för Vattenfalls el ”bra miljöval” ur ett LCA-perspektiv. Denna är något högre än de värden som förekommer i debatten som endast inkluderar drift av kraftverken.

inte utgör en rekommendation, utan är ett tillvägagångssätt för att belysa skillnaderna mellan de olika beräkningssätten.

4.9 Beräkningar för aktuella infrastrukturprojekt

I detta uppdrag ska översiktliga beräkningar för några aktuella infrastrukturprojekt genomföras. Då inga specifika uppgifter om hur byggnation av spårväg respektive BRT-bana ska gå till vid de fyra olika projekten finns, kommer nyckeltal användas för att på ett ungefärligt sätt beskriva energianvändningen för respektive projekt. Detta gör att resultatet för de olika projekten inte bör användas för att göra uttalanden om energiåtgången i de specifika fallen.

Nedan genomförs en utförlig kalkyl som utgår från exemplet med att ersätta stombusslinje 4 i Stockholm med spårväg. De tre övriga infrastrukturprojekten beskrivs mer översiktligt i slutet av kapitlet.

Räkneexempel – Spårväg som föreslås ersätta stombusslinje 4 i Stockholm

Stombusslinje 4 går från Radiohuset till Gullmarsplan, en sträcka på 12 km som fördelar sig enligt tabellen nedan.

Tabell 15. Befintlig kollektivtrafikinfrastuktur aktuell sträcka för stombusslinje 4

Spårväg	km
Befintlig spårväg	0
Sträcka utan spårväg	12,0
Total sträcka	12,0
Buss	
Befintlig bussbana (BRT-anpassad)	0,1
Busskörfält	2,9
Buss i blandtrafik	9,0
Total sträcka	12,0

Källa: Egna beräkningar

I beräkningen jämförs alternativen att göra om sträckan till en BRT-lösning och bygga spårväg. I kalkylen ingår därför inte konstruktionen av befintliga gator och vägar. Hela sträckan utgörs idag av flerfilig stadsväg, vilket innebär att en BRT-lösning teoretiskt sett (här bortses från hur detta påverkar övrig trafik) kan konstrueras genom att använda en eller flera av filerna som bussfiler. Detta betyder att det för en BRT-lösning endast behöver göras enklare modifieringar, som exempelvis ommålning och omskyltning (åtgärden kräver sannolikt även en del immateriella insatser, exempelvis informationsinsatser). BRT-banan består av skyddade bussbanor och stationer som liknar de som används för en

spårväg. Det behövs även nya fordon och en uppbyggnad av ITS-system som ska förse resenärer och förare med realtidsinformation om trafiksituationen.

För spårvägen krävs att den befintliga vägen rivs upp, spår läggs och en nyasfaltering görs. För att beskriva energiåtgången för detta används ett nyckeltal som beskriver byggnation av ”spår och bana på platt mark” som uppgår till 20 862 GJ/km. Det ska noteras att detta är ett schablonvärde som inte ger någon exakt uppfattning av energiåtgången i detta specifika fall, men som kan fungera som en indikation.

En stor svårighet i kalkylen ligger i att uppskatta energiåtgången för de åtgärder som skulle behövas genomföras för att en BRT-lösning skulle komma till stånd. I litteraturgenomgången har det inte funnits några nyckeltal för ombyggnad av en befintlig vägsträcka till en BRT-lösning. Om vi bortser från utrymmesproblem och förutsätter att det på den aktuella sträckan finns tillräckligt med filer för att avsätta en i vardera riktningen till skyddad BRT-fil kommer det dock inte vara särskilt omfattande åtgärder som krävs för en BRT-lösning. Sannolikt är byggandet av stationerna det mest energikrävande, men liknande typ av stationer skulle även behöva byggas vid en spårlösning. Åtgärder i form av ommålning och omskyltning ryms normalt inom det årliga underhållet, vilket uppgår till mindre än 0,3 % av energiåtgången för byggnation av spårväg per km. Konstruktion och installering av realtidssystemet är en post som sannolikt är större, men en stor del av detta skulle även behöva göras vid en spårlösning. För att uppskatta energiåtgången som krävs för sätta upp en BRT-lösning antas i kalkylen att denna uppgår till en fjärdedel av energiåtgången för att bygga en ny landsväg, cirka 3 100 GJ/km. Denna energiåtgång antas för de 9 km i räkneexemplet där bussarna idag inte färdas i en egen fil. För de 3 km där en separat bussfil redan existerar antas energiåtgången till 310 GJ/km.

En viktig parameter i kalkylen är den livslängd som antas för infrastrukturen. I kalkylen räknas med en livslängd på 40 år för BRT-lösningen och 60 år för spårvägen, enligt ASEK:s kalkylvärden⁷². När energiåtgången för service och tillverkning av fordon beräknas har det antal fordon som krävs för drift i 40 år används.

För både BRT-lösningen och spårlösningen antas antalet fordon som krävs uppgå till 17 st. I kalkylen utgår från att en buss har en livslängd på 15 år, medan en spårvagn lever i 30 år. Turtätheten är densamma som har beskrivits tidigare i rapporten.

⁷² Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn ASEK 4, SIKA PM 2008:03

I nedanstående kalkyl beräknas energiåtgången för de olika faserna i räkneexemplet.

Tabell 16. Energikalkyl för BRT-lösning respektive spårlösning, GWh per år

	Energiåtgång (GWh/år)	
Fas	BRT-lösning	Spårväg
Byggnation	0,2	1,2
Drift	0,1	0,2
Underhåll	0,4	0,5
Fordonstillverkning	0,5	0,4
Fordonsservice	1,0	0,5
Totalt	2,2	2,8

Källa: Egna uppskattningar utifrån schablonvärden

I tabellen åskådliggörs energiåtgången för en spårlösning och en BRT-lösning. Det är mer energikrävande att sätta upp en spårväg än en BRT-bana. Detta beror givetvis på att byggnationen av en spårväg, där det krävs att den befintliga vägen rivs upp och asfalteras på nytt, är betydligt mer omfattande än modifieringarna som krävs för en BRT-lösning där vägen redan existerar. Tillverkningen av asfalt och konstruktionen av själva spåret är andra energikrävande poster som undviks vid en BRT-lösning. Noteras kan att energiåtgången för fordons-service dock är större vid en BRT-lösning. Detta beror på att bussarnas service kräver mer energi. Storleken på övriga poster i energikalkylen är ungefär desamma.

Tabell 17. Utsläppskalkyl för BRT-lösning respektive spårlösning, ton koldioxidvalenter per år

	Växthusgasutsläpp (ton/år)			
	<i>Europeisk elmix</i>		<i>Grön el</i>	
Fas	BRT-lösning	Spårväg	BRT-lösning	Spårväg
Byggnation	60	351	52	305
Drift	34	71	12	24
Underhåll	129	159	96	119
Fordonstillverkning	163	142	70	61
Fordonsservice	350	172	150	74
Totalt	737	895	381	583

Källa: Egna uppskattningar utifrån schablonvärden

Om energiåtgången räknas om till utsläpp av växthusgaser är det tydligt att de indirekta utsläppen (utsläpp som inte orsakas av själva framdriften av fordonet) i detta fall är större vid en spårlösning än vid en BRT-lösning. Förhållandet står

sig oavsett om europeisk elmix eller så kallad grön el används i kalkylen. Intressant är också att notera storleken på utsläppen nästan varierar med en faktor 2 beroende på vilket utsläppsvärde som allokeras till den använda elen. Observera att utsläppsberäkningen inte enbart beskriver utsläpp i Sverige. En relativt stor del av dessa utsläpp kommer exempelvis att ske där råvaruproduktionen och tillverkningen av spårvagnsspåret äger rum.

Ett vanligt argument i debatten är att spårvägen i driftfasen är energieffektivare och orsakar mindre utsläpp och därför är ett bättre miljöalternativ. I tabellen nedan beräknas skillnaden i energiåtgång i driftfasen mellan de olika färdmedlen.

Tabell 18. Energikalkyl för fordonsdrift vid BRT-lösning respektive spårlösning, fkm och GWh

Fas	BRT-lösning	Spårväg
Fordonskilometer per år (fkm)	1 519 200	1 519 200
<i>Energiåtgång per år (GWh)</i>		
Dieselbuss	6,8	
Etanolbuss	6,8	
Biogasbuss	6,6	
Elhybridbuss	4,1	
Spårvagn		4,8

Källa: Egna uppskattningar utifrån schablonvärden

I tabellen ovan redovisas energiåtgången för de transporter som skulle behövas på sträckan med respektive färdmedel. Spårvagn är med marginal mindre energikrävande än alla bussar förutom elhybridbussen som ligger ännu något lägre. Om energianvändningen för framdriften introduceras i den ovanstående kalkylen erhålls följande resultat.

Tabell 19. Energikalkyl för BRT-lösning respektive spårlösning inklusive framdrift, GWh per år

	Energiåtgång (GWh/år)	
Fas	BRT-lösning	Spårväg
Byggnation	0,2	1,2
Drift	0,1	0,2
Underhåll	0,4	0,5
Fordonstillverkning	0,5	0,4
Fordonsservice	1,0	0,5

Framdrift dieselbuss	6,8	
Framdrift etanolbuss	6,8	
Framdrift biogasbuss	6,6	
Framdrift elhybridbuss	4,1	
Framdrift spårvagn		4,8
Totalt dieselbuss	9,0	
Totalt etanolbuss	9,0	
Totalt biogasbuss	8,8	
Totalt elhybridbuss	6,3	
Totalt spårvagn		7,6

Källa: Egna uppskattningar utifrån schablonvärden

Energianvändningen över hela livslängden är lägre för en BRT-lösning om elhybridbussar används än vid byggnation och användande av spårväg. Däremot är energianvändningen högre för en BRT-anläggning om diesel, etanol eller biogas används som drivmedel.

Tabell 20. Utsläppskalkyl för BRT-lösning respektive spårlösning inklusive framdrift, ton koldioxidekvivalenter per år

	EU-mix		Grön el	
Fas	BRT-lösning	Spårväg	BRT-lösning	Spårväg
Byggnation	60	351	52	305
Drift	34	71	12	24
Underhåll	129	159	96	119
Fordonstillverkning	163	142	70	61
Fordonsservice	350	172	150	74
Delsumma	737	895	381	583
Framdrift dieselbuss	2 001		2 001	
Framdrift etanolbuss	725		725	
Framdrift biogasbuss	403		403	
Framdrift elhybridbuss	1 207		1 207	
Framdrift spårvagn		1 914		24
Totalt dieselbuss	2 738	2 809	2 381	607
Totalt etanolbuss	1 462		1 106	
Totalt biogasbuss	1 140		784	
Totalt elhybridbuss	1 944		1 588	

Källa: Egna uppskattningar utifrån schablonvärden

När utsläpp av växthusgaser studeras beror resultatet helt och hållet på vilken utsläppsfaktor som används för el. Om europeisk elmix används ger elanvändning upphov till stora utsläpp och det är inte positivt för miljön att använda spårvagn istället för buss. Om vi istället, i linje med SL och SJ, använder så kallad grön el i beräkningen beror resultatet i på vilket bränsle som antas användas i de bussar som vi jämför med.

Det är helt avgörande för kalkylen vilket bränsle som används i bussen och hur elanvändningen värderas. Om det mest fördelaktiga för spårvägen väljs; att elanvändningen värderas enligt grön el-principen ger spårvägen upphov till mindre utsläpp än BRT-lösningen per år oavsett hur bussarna drivs. Om elanvändningen värderas enligt europeisk elmix är det oavsett bussbränsle inte positivt för miljön med en spårlösning.

Tre ytterligare infrastrukturprojekt

I studien har ytterligare tre infrastrukturprojekt studerats. Även för dessa har beräkningar på energiåtgång och utsläpp av växthusgaser genomförts. Resultatet presenteras i tabellerna nedan.

Tabell 21. Energikalkyl för BRT- respektive spårlösning inklusive framdrift för tre olika infrastrukturprojekt, GWh per år

	Tvärförbindelse Syd		Helsingborg		Göteborg	
	Energiåtgång (GWh/år)		Energiåtgång (GWh/år)		Energiåtgång (GWh/år)	
Fas	BRT-lösning	Spårväg	BRT-lösning	Spårväg	BRT-lösning	Spårväg
Byggnation	0,8	1,9	0,1	0,5	0,1	0,6
Drift	0,1	0,3	0,0	0,1	0,1	0,1
Underhåll	0,6	0,7	0,2	0,2	0,3	0,4
Fordonstillverkning	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3
Fordonsservice	0,5	0,2	0,2	0,2	0,6	0,4
Framdrift dieselbuss	3,2		1,6		4,2	
Framdrift etanolbuss	3,2		1,6		4,2	
Framdrift biogasbuss	3,1		1,5		4,1	
Framdrift elhybridbuss	1,9		1,0		2,5	
Framdrift spårvagn		2,2		1,1		2,9
Totalt dieselbuss	5,4		2,3		5,6	
Totalt etanolbuss	5,4		2,3		5,6	
Totalt biogasbuss	5,3		2,3		5,5	
Totalt elhybridbuss	4,1		1,7		4,0	
Totalt spårvagn		5,6		2,3		4,7

Källa: Egna uppskattningar utifrån schablonvärden

I tabellen ovan åskådliggörs energiåtgången per år för tre olika infrastrukturprojekt med en BRT-lösning respektive spårväg. I samtliga projekt är elhybridbuss mer energieffektivt än spårväg. För Tvärförbindelse Syd är även dieseldrivna bussar mer energieffektiva än spårvagn. Att det varierar mellan projekten vilket av färdmedlen som är det mest energieffektiva beror på längden på sträckan, där byggnation av en längre sträcka är till nackdel för spårvägen, och turtätheten, där en högre turtäthet är till förmån för spårvägen.

Tabell 22. Utsläppskalkyl för BRT- respektive spårlösning inklusive framdrift för tre olika infrastrukturprojekt, ton koldioxidekvivalenter per år

	Tvärförbindelse Syd		Helsingborg		Göteborg	
Fas	EU-mix	Grön el	EU-mix	Grön el	EU-mix	Grön el
Dieselbuss	1 652	1 407	717	603	1 711	1 473
Etanolbuss	1 052	807	423	309	928	690
Biogasbuss	901	656	349	235	731	493
Elhybridbuss	1 279	1034	534	420	1 224	986
Spårvagn	1 942	777	832	263	1 758	375

Källa: Egna uppskattningar utifrån schablonvärden

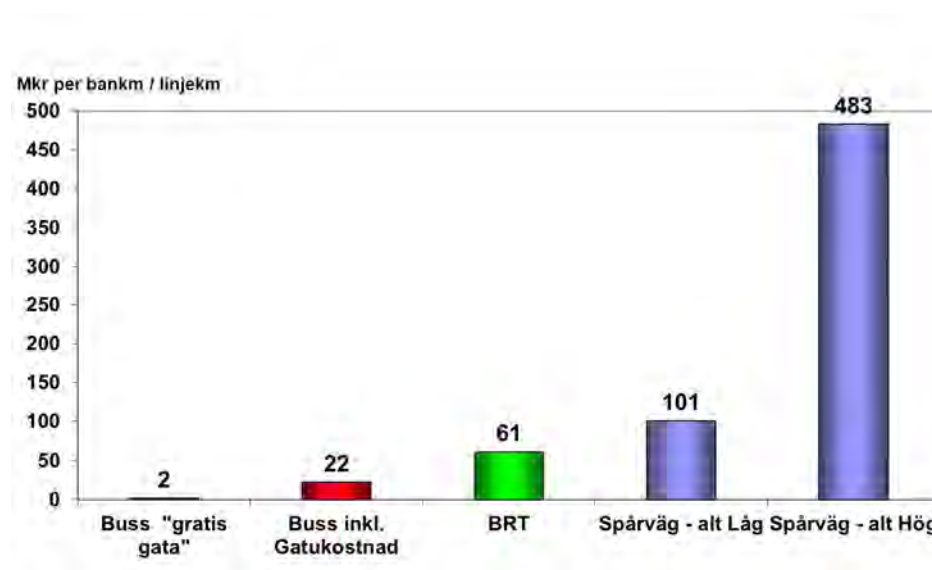
Resultatet från utsläppskalkylerna visar att om man räknar med EU-mix är BRT-lösningen utsläppssnålare än spårlösningen, oavsett vilket bränsle som används i bussarna. Om däremot grön-elprincipen används beror kalkylens resultat på vilket bränsle som används i bussarna.

5 Slutsatser

5.1 Kostnader

Jämförelse av de tre systemens kapitalkostnader

Figur 46. Investeringskostnader för Buss, BRT och spårväg i Mkr per km bana/linje



BRT kostar ca 60 Mkr per linjekm i genomsnitt i sex BRT-system som är i drift olika länder. Detta kan jämföras med 2 Mkr för vanlig buss på stadsgata, om man som i traditionella beräkningar utelämnar busstrafikens gatukostnader, eller med 22 Mkr per linjekm, när busstrafikens andel av gatukostnaderna tas med.

Det låga kostnadsalternativet för spårväg uppgår till 101 Mkr per km, vilket är över 60 procent dyrare än BRT. Det höga kostnadsalternativet, som är genomsnittskostnaden för 5 planerade spårvägsprojekt samt ett genomfört projekt i Stockholms län, uppgår till 483 Mkr per km, eller nästan 8 gånger så dyrt som BRT.

För samma budget - exempelvis en miljard kronor - erhåller man således 16 km BRT men bara 10 km spårväg. Man får således 60 procent mer per satsad bugetkrona med BRT jämfört med spårväg. Detta avser den allra lägsta kostnadskalkylen för spårväg. I Stockholmsregionen – där spårväg är betydligt dyrare att bygga – blir påvägskostnaderna över sju gånger dyrare att bygga jämfört med BRT. För en miljard kronor i investeringar får man där 2,1 km bana, jämfört med ca 16 km med BRT.

Driftskostnader för trafiken

Även när det gäller driftskostnaden är kostnaderna avsevärt lägre för buss än med spårväg.

Tabell 23. Nyckeltal för buss och spårväg. Hela landet exkl. Stockholms län år 2009⁷³

Hela Sverige exkl. Stockholms län, år 2009	Buss	Spårväg
Trafikintäkter, Tkr	5 398 019	718 083
Trafikeringskostnader, Tkr	11 083 778	1 034 022
Resor, tusental	383 382	105 478
Personkm, tusental	4 474 208	495 110
Utbudskm, tusental	423 290	14 026
Sittplatskm, Tusental	16 214 685	994 048
Reslängd/resa, km	11,7	4,7
Beläggning; Personer/vagn	11	35
Årskostnad/utbudskm	26,18 kr	73,72 kr
Biljettintäkt/påstigande	14,08 kr	6,81 kr
Biljettintäkt/personkm	1,21 kr	1,45 kr
Årskostnad/Personkm	2,48 kr	2,09 kr
Biljettintäkt/Årskostnad	49 %	69 %
Kostnad/resa	28,91 kr	9,80 kr
Kapitalkostnadsandel	11 %	32 %
Kapitalkostnad/utbudskm	2,75 kr	23,59 kr
Driftkostnad/utbudskm	23,44 kr	50,13 kr
Driftkostnad/Sittplatskm	0,61 kr	0,71 kr
Årskostnad/sittplats	0,68 kr	1,04 kr

Driftkostnaden per utbudskilometer uppgick år 2009 till 23:44 kr/per fordonskilometer för buss respektive till 50:13 kr/fordonskilometer för spårväg. Denna jämförelse blir något missvisande eftersom en spårvagn har större sittplatskapacitet än en buss. Men även när man räknar per sittplatskilometer visar sig spårväg vara dyrare än buss. Årskostnaden för buss uppgår till 68 öre per sittplatskilometer och för spårväg till 1:04 kr. Varje sittplats i en spårvagn är således 52 procent dyrare jämfört med en sittplats i en buss. Även själva driftkostnaden är 16 procent högre för spårväg än för buss.

Årskostnaderna har dessutom stigit betydligt snabbare för spårväg än för buss sedan år 1995. Enligt SLTF:s och SIKAs årliga statistik har bussens årskostna-

⁷³ Trafikanalys (2009) Lokal och regional kollektivtrafik. Nyckeltalen för spårväg baseras Göteborg och Norrköping eftersom spårväg bara finns i drift i dessa städer förutom i Stockholm. Orsaken till att Stockholm inte finns med i denna tabell är att spårvägskostnaderna sammanförs med övriga lokalbanor, som t.ex. Roslagsbanan, i SL:s årsredovisning.

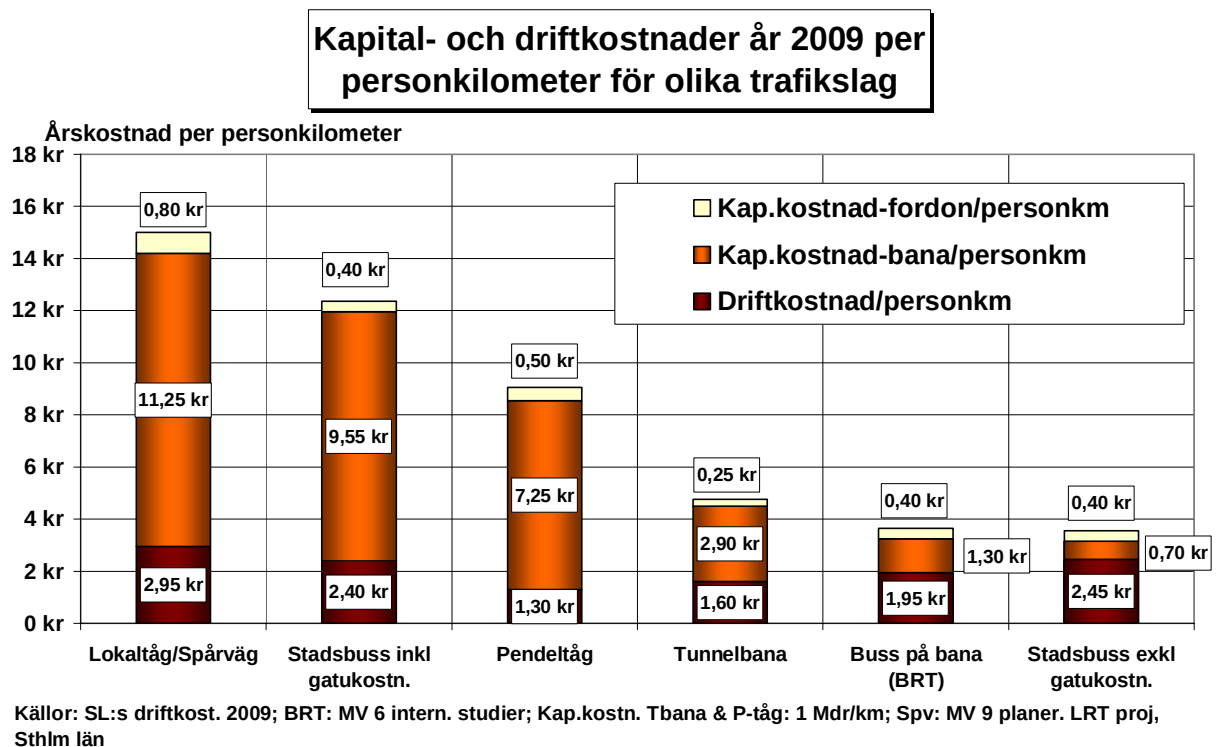
der per utbudskilometer ökat med 39 procent realt på fjorton år, medan spårvägstrafikens kostnader har ökat med 103 procent realt under samma tidsrymd. Detta motsvarar en årlig kostnadsökning på 2,5 procent för buss och med 3,9 procent för spårväg,

Spårväg är således både dyrare såväl i investering som i drift och dessutom ökar årskostnaderna i det närmaste dubbelt så snabbt för spårväg jämfört med buss.

Kostnader per personkilometer

Alla kostnader har räknats om till "per personkilometer". Detta innebär att kostnaderna som redovisas nedan är beroende på den faktiska utnyttjandegraden. I genomsnitt är beläggningsgraden per sittplats 30 %, högst för tunnelbana med 38 % (delvis beroende på att det finns få sittplatser och många ståplatser i tunnelbanan); och lägst för lokalbanor/spårväg med 24 % utnyttjade sittplatser. En annan faktor som förklarar skillnaderna i kapitalkostnader per personkilometer är hur mycket spåren utnyttjas. Som ett exempel kan nämnas att tunnelbanans spårutnyttjande är närmare åtta gånger högre än för spårväg. Detta gör att de höga kapitalkostnaderna slås ut på betydligt fler resenärer.

I figuren nedan sammanfattas kostnaderna:



Lokaltåg/spårväg visar sig vara det mest kostsamma trafikslaget med 15 kronor per personkilometer. Den enskilt största kostnadsposten utgörs här av kapital-

kostnaden, som uppgår till 11:25 kr/personkm. Även driftkostnaden är högre än till och med för buss med 2:95 kr/personkm.

Traditionell busstrafik på stadsgata är både näst dyrast och billigast, beroende på hur man räknar. Om man bortser från busstrafikens andel av de totala gatukostnaderna, blir busskostnaden ca 3:56 kr per personkilometer, och härmed det allra billigaste trafikslaget. Detta är det traditionella sättet att räkna eftersom de olika fordonsslagen på vägarna inte betalar sina gatukostnader. Detta är kostnader som väghållaren, dvs. kommunen eller Trafikverket betalar. Även om man i någon mening kan säga att vägtrafiken betalar för att använda vägarna genom vägtrafikbeskattningen. Om man - å andra sidan - även beaktar busstrafikens andel av infrastrukturkostnaden för en typisk stadsgata, då blir buss det näst dyraste färdssättet, med drygt 12:35 kr per personkilometer.⁷⁴

Buss på egen bana, s.k. Bus Rapid Transit (BRT), uppvisar en kostnad på ca 3:65 kr personkilometer och blir härigenom det näst billigaste färdssättet.

5.2 Passagerarkapacitet

Passagerarkapaciteten i de olika fordonsslagen kan antingen beskrivas per fordon eller på systemnivå. Antalet sitt- och ståplatser i en buss eller spårvagn varierar beroende på bl.a. fordonets komfortstandard, antal dörrar och golvhöjd, dvs. om den har låg- eller normalgolv. Det är trafikhuvudmannen som specificerar hur fordonen ska vara utformade och inredda. Bussar med lågt golv har generellt lägre kapacitet eftersom det är svårt att använda utrymmena ovanför och runt hjulhusen effektivt.

På fordonsnivå har spårvagn i allmänhet högre kapacitet än BRT och traditionell busstrafik. I Sverige är det maximala antalet passagerare i en spårvagn ca 180 st. Detta kan jämföras med traditionell busstrafik, där antalet varierar mellan 70 och 115 beroende på fordonsstyp och 165 passagerare för den dubbelledade buss som används (i traditionell busstrafik) i Göteborg som vi använt som riktmärke för BRT i denna studie.

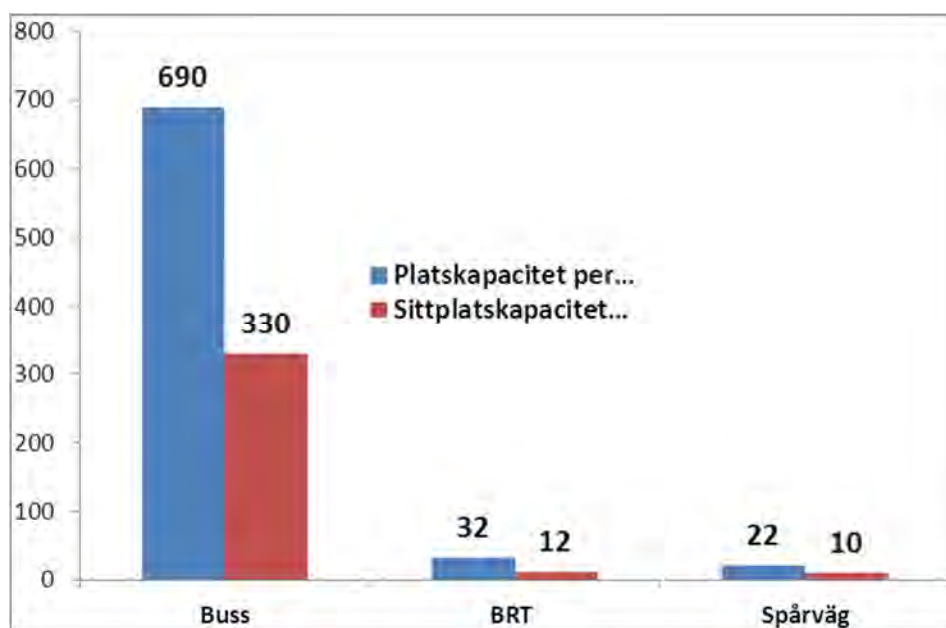
Även på systemnivå har spårvägstrafik den högsta kapaciteten. Spårvägstrafikens maximikapacitet vid en turtäthet på 2 minuter är ca 5400 - 5500 sittande och stående beroende på vilken spårvagnstyp som används. BRT-trafik med Volvos dubbelledade bussar som används i Göteborg har en maximal kapacitet på nästan 5000 passagerare, medan maxkapaciteten med traditionell busstrafik varierar mellan 2100 och 3450 beroende på busstyp. Spårvägskapaciteten är med andra ord 12 procent högre än i BRT och 61 procent högre än i trafik med led buss.

⁷⁴ Beräkningarna av busstrafikens gatukostnader framgår av bilaga 2.

Passagerarkapacitet per investerad miljon krona per kilometer bana

Vi har även beräknat hur mycket passagerarkapacitet man erhåller per satsad miljon krona i investering per kilometer bana respektive linje för buss, BRT och spårväg.

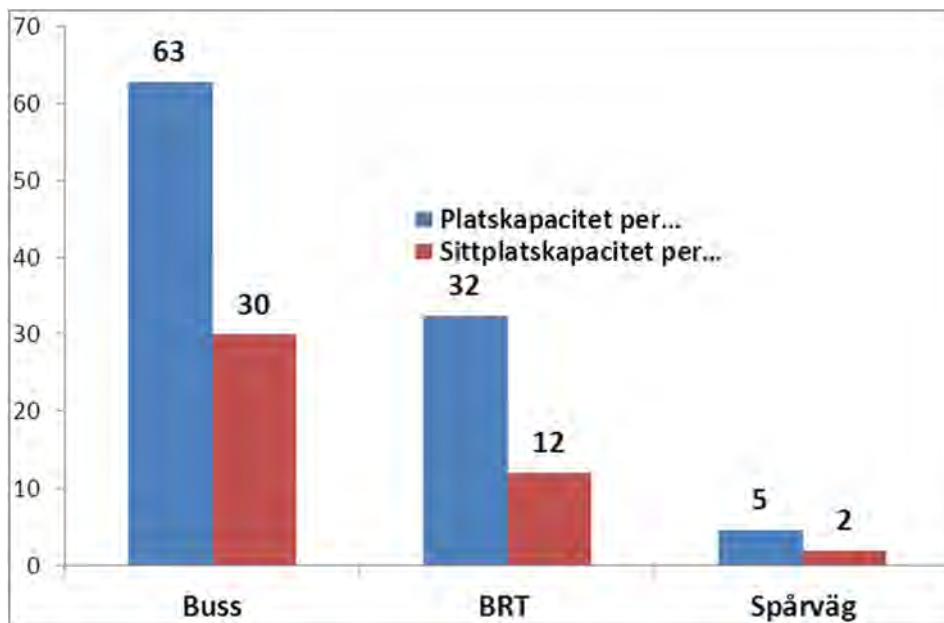
Figur 47. Passagerarkapacitet (totalt resp. sittplats-kapacitet) per miljon kronor per km för buss, BRT och spårväg; kostnadsalternativ Låg



Vid det låga kostnadsalternativet⁷⁵ i erhålls 31 gånger högre platskapacitet med buss jämfört med spårvagn per investeringskrona, och 21 gånger högre jämfört med BRT. BRT ger ca 45 procent högre platskapacitet jämfört med buss. Ungefär samma relationer gäller även vid en jämförelse av sittplatskapaciteten.

⁷⁵ Busstrafikens gatukostnader räknas inte in och spårtrafikens kostnader bygger på Gi-brand och Andersson (2008)

Figur 48. Passagerarkapacitet (totalt resp. sittplats-kapacitet) per miljon kronor per km för buss, BRT och spårväg; kostnadsalternativ Hög



I detta alternativ ingår gatukostnaderna för busstrafiken och för spårväg räknar vi här med de högre kostnaderna som gäller i Stockholmsregionen. Då ger traditionell busstrafik 13 gånger högre platskapacitet än spårväg per satsad investeringskrona; och BRT ger mer än sex gånger högre platskapacitet jämfört med spårväg vid samma investeringskostnad. Görs jämförelsen per sittplats ger buss 15 gånger högre och BRT sex gånger högre sittplatskapacitet jämfört med spårväg till samma investeringskostnad.

5.3 Restid

Medelhastigheten, och därmed resenärernas restid, hos traditionell busstrafik, BRT och spårväg ligger på samma nivå. I blandtrafik är medelhastigheten för såväl traditionell busstrafik som spårvägstrafik 15-25 km/h. Internationellt ligger medelhastigheten för BRT-system ofta mellan 20-35 km/h, men det finns exempel på BRT-trafik där bussarna kan komma upp i 100 km/h. Det finns även exempel spårvägstrafik med en maxhastighet på 100 km/h.

Avgörande för medelhastigheten och resenärernas restid för alla tre systemen är avståndet mellan hållplatserna, prioritering i trafiksignaler och att trafiken inte bedrivs i blandtrafik med annan vägtrafik. När buss, BRT och spårväg ges samma förutsättningar på dessa punkter ligger hastigheterna på i stort sett samma nivå. Traditionellt har dock spårvägstrafik givits en bättre framkomlighet på gatorna än busstrafiken. Om exempelvis BRT ges bättre framkomlighet genom busskörfält och prioritering i trafiksignaler så att medelhastigheten kan

ökas från 15 till 35 km/h på en 10 km lång sträcka så minskas resenärernas res-tid med 23 minuter.

5.4 Flexibilitet

Traditionell busstrafik

Traditionell busstrafik är det mest flexibla systemet ur ett resenärsperspektiv. Under förutsättning att det finns vägar eller gator kan busstrafik ofta bedrivas nära bostäder, arbetsplatser och skolor osv. vilket ökar tillgängligheten för rese-närerna. Busstrafiken är dessutom mindre sårbar när det gäller problem i infra-strukturen. Vid vägarbeten eller liknande kan man ofta snabbt lägga om busstra-fiken tillfälligt till näraliggande vägar. Ett traditionellt bussystem är mycket flexibelt när det gäller att ändra linjenät och att sätta in ytterligare fordon. Leve-ranstiden för en buss är 6-9 månader. Flexibiliteten är en av den traditionella busstrafikens främsta styrkor.

Bus Rapid Transit

BRT är mindre flexibelt än traditionell busstrafik, men mer flexibelt än spårtra-fik. Genom att BRT helt, eller uteslutande, kör på egna bussbanor eller i skyd-dade busskörfält och angör stationer istället för hållplatser minskas flexibiliteten. Ett BRT-system kräver dessutom mer omfattande investeringar i infrastru-ktur och fordon än traditionell busstrafik, vilket gör det dyrare och mer komplice-rat att införa och förändra linjer. I BRT-system brukar man ofta ha raka linje-sträckningar och relativt långa avstånd mellan stationerna för att kunna skapa en snabb och tät trafikering. Detta kan medföra att resenärerna får längre avstånd till stationerna. Flexibiliteten minskas också av att man i BRT-trafik använder bussar med normalgolv och insteg i nivå på bussgolvet för att öka kapaciteten, vilket innebär att man kan behöva två hållplatssystem. Den mindre flexibiliteten i ett BRT-system jämfört med traditionell busstrafik kan också vara en fördel. Genom att BRT-systemet är mindre flexibelt blir det mer strukturerande i sta-den. Precis som med spårväg framstår den separata bussbanan som ett tydligt inslag i gatumiljön, vilket underlättar den orienterbarheten för resenärerna, inte minst för tillfälliga besökare, turister och andra resenärer som inte är vanerese-närer. Dessutom kan den stimulera stadsutvecklingen kring bussbanan.

BRT är mer flexibelt än spårtrafik genom att det går, även om det kanske inte är önskvärt, att använda fordonen till trafik utanför bussbanorna och busskörfälten. Det innebär exempelvis att det går snabbt och enkelt att lägga om trafiken vid vägarbeten och andra problem på vägarna. Om fordonen mer än tillfälligt ska användas utanför BRT-systemet kan det dock behövas ytterligare investeringar, bl.a. i hållplatser som är utformade så att det går att kliva in i nivå med bussgol-

vet och system för förvisering av biljetter. BRT är slutligen mer flexibelt än spårtrafik genom den betydligt kortare byggtiden för BRT-system.

Spårvägstrafik

Spårtrafik är det minst flexibla systemet av de tre. Nybyggnation och omläggning av linjer kräver lång planering och byggtid. Ofta behövs det dessutom anslutande busstrafik, vilket innebär att resenärerna tvingas byta färdmedel. Spårvägstrafik är också det system som kräver de mest omfattande investeringarna i såväl fordon som infrastruktur, vilket gör det dyrare och mer komplicerat att lägga och förändra linjer. Den mycket begränsade flexibiliteten kan också vara en fördel. Genom att den är statisk fungerar den strukturerande på bebyggelsen.

5.5 Spårfaktorn

Det brukar hävdas att spårtrafik har en s.k. spårfaktor. Med denna faktor brukar avses att fler passagerare väljer spårtrafik i valet mellan spårtrafik och likvärdig busstrafik. I trafikmodellsammanhang är spårfaktorn den extra nytta som kan kopplas till ett visst trafikslag, i detta fall spårtrafik av olika slag, och som inte kan förklaras av andra faktorer som restid, pris och turtäthet eller annorlunda uttryckt är spårfaktorn det ”överresande” med spårtrafik som inte borde uppkomma om enbart t.ex. tid och pris betydde något för resenärerna.

Orsaker till spårfaktorn

Det har gjorts en mängd studier om förekomsten av den s.k. spårfaktorn. Resultaten från studierna är motstridiga. Vissa drar slutsatsen att det finns en spårfaktor, medan andra kommer fram till motsatsen. Som Kottenhoff och Byström (2010) rekommenderar bör man därför vara försiktig vid tolkning av olika resultaten om spårfaktorn. Troligen beror spårfaktorn till stor del på andra faktorer som trafikering, fordonens skick, resornas längd osv.

En mängd studier har analyserat de bakomliggande orsakerna eller förklaringarna till spårfaktorn och till skillnaderna i attityder till spår- respektive busstrafik. Ett stort antal olika orsaker eller faktorer har identifierats som förklaringar till spårfaktorn i dessa analyser. Orsaker som kan delas i fem olika kategorier:

Komforten

Komforten upplevs som högre i spårtrafiken. Det finns större utrymme i tågen och tillgång till toalett. Restiden kan användas bättre, för t.ex. läsning, förtäring och arbete, och resan upplevs som mer vilsam vid resor med spårtrafiken. Spårtrafikens har bättre åkkomfort, vilket gör att man blir mindre åksjuk. Några av komfortfaktorerna kan sannolikt i sin tur förklaras med att spårtrafiken går

ostört från vägtrafiken. Även komforten och kvaliteten på stationerna pekas ut som bakomliggande faktor till spårfaktorn. Spårtrafiken har bekvämare stationer. Samtidigt med satsningar på spårtrafik genomfördes en mängd kvalitetshöjande åtgärder, som t.ex. ny utrustning på hållplatserna som realtidsinformation och väderskydd.

Fordonen

Spårfaktorn och skillnaderna i attityder har förklarats med bussarnas och spårfordonens skick och ålder. Är de gamla och slitna eller nya, moderna, bekväma och fräscha? Är fordonen utformade för sittande eller framförallt för stående passagerare?

Trafikeringen

Spårtrafiken är snabbare, går oftare och har högre turtäthet än busstrafiken. Spårtrafiken upplevs som pålitligare. Resornas längd och restiden har också pekats ut som orsaker.

Begränsningar av biltrafiken

Samtidigt med satsningar på spårtrafiken har man vidtagit kraftfulla åtgärder mot biltrafiken, anlagt områden i stadskärnor för enbart cykel- och gångtrafik och infört parkeringsrestriktioner. Till denna kategori hör även att skillnaderna i attityder kan bero på att spårtrafiken går ostört från vägtrafiken.

Kommunikation av systemet

Spårtrafiken har egenskaper som fångar människors uppmärksamhet, som avvikande design, särskild infrastruktur och mediabevakning. Spårtrafiken är tydligare och är lättare att komma ihåg och människor har lättare att komma ihåg hur man gör när man reser med spårtrafiken. En del spårtrafik har dessutom en lyxig image.

För att det ska finnas en genuin spårfaktor så behöver spårtrafiken rimligen ha egenskaper som inte går att flytta över till andra färdmedel, i detta fall till busstrafik, eller annorlunda uttryckt, finns det några tekniska, juridiska eller andra hinder för att flytta över de egenskaper hos spårtrafiken och orsakerna till att resenärer säger sig föredra spårtrafik, till busstrafiken i form av t.ex. BRT?

Vid kortväga resor är svaret på detta är sannolikt i de flesta fall nej. Vid korta resor är det svårt att finna förklaringar eller orsaker till spårfaktorn som är

knutna till egenskaper som enbart finns hos spårtrafik och som inte skulle kunna överföras till BRT-trafik. Detta kan förklara varför flera studier inte har kunnat konstatera någon spårfaktor vid kortare resor, dvs. resor som är kortare än 40-60 minuter.

Vid långväga resor är det annorlunda. Bland annat finns det såväl tekniska som juridiska hinder för att köra en buss i mycket höga hastigheter. Man kan även anta att detta skulle påverka komforten högst betydligt. Att det kan finnas en spårfaktor för långväga trafik bekräftas också av att flera studier har pekat på att det finns en spårfaktor vid längre resor.

De fem orsakskategorierna och innehållet i kategorierna uppvisar stora likheter med de utmärkande beståndsdelarna hos BRT-system som redovisas i tabell 1. Eller som Kottenhoff och Byström (2010) uttrycker saken: Bus Rapid Transit är ett sätt att ”försöka få busstrafik med en positiv spårfaktor. Detta kan kanske lyckas om man verkligen gör stora investeringar i bussbanor, stationer, komfort etc.” Detta understryker också att BRT är ett helt koncept som man inte kan plocka enskilda delar ifrån.

Politisk spårfaktor

Flera utredningar har pekat på att inställningen till buss- respektive spårtrafik skiljer sig åt hos ansvariga politiker. Inställningen till busstrafik i Sverige verkar istället vara att infrastruktur för buss inte får kosta pengar. Busstrafiken kan väl köra på den väg som redan finns. Trots att ett BRT-system vanligen kostar en bråkdel av ett motsvarande spårssystem är det mycket svårt att få politiskt stöd för att satsa på busstrafik, vilket av tradition har betraktats som ett budgetalternativ. Dessutom har det visat sig svårt att få acceptans för att prioritera busstrafik på biltrafikens bekostnad i svenska städer.⁷⁶ Detta gäller inte spårtrafik. När en stad genomfört omfattande investeringar i ett nytt spårvägssystem så har spårtrafiken oftast politiskt tillförsäkrats god framkomlighet på biltrafikens bekostnad. Detta gäller utöver trafikförordningens (1998:1276) regel om att spårvagnar ska lämnas fri väg av andra trafikanter.⁷⁷

⁷⁶ Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? – kunskaps-sammanställning med identifiering av forskningsfrågor och Johansson (2004) Konkurrensegenskaper hos kollektivtrafiksystem baserade på spårvagnar respektive bussar, VTI meddelande 948

⁷⁷ Johansson (2004) Konkurrensegenskaper hos kollektivtrafiksystem baserade på spårvagnar respektive bussar, VTI meddelande 948

Denna skillnad i syn på buss- och spårtrafik beskrivs även i SL:s riktlinjer för planering av kollektivtrafik ”I många fall får spårväg en högre framkomlighet i gaturummet än vad motsvarande busslinje får... Högre framkomlighet är dock inget som följer med färdmedlet som sådant. Det utrymme i gaturummet som krävs för buss- respektive spårvägstrafik är snarlikt, och möjligheterna att skapa detta utrymme beror istället på andra yttre förutsättningar och politisk vilja.”⁷⁸

Utöver den s.k. spårfaktorn hos resenärerna verkar det även finnas ett större intresse för spårvägsutbyggnad och en större acceptans för de stora kostnader som spårtrafik samt en större politisk vilja att skapa god framkomlighet för spårväg än för buss hos ansvariga politiker. Det verkar med andra ord även finnas en politiskt betingad spårfaktor.

5.6 Fördjupad jämförelse i aktuella spårprojekt

Beräkningarna visar översiktligt skillnader mellan de tre transportsätten utifrån kända uppgifter för respektive planerat eller diskuterat spårvägsprojekt och dess ekonomiska förutsättningar. Naturligtvis finns det osäkerheter i kalkylerna på grund av att det bl.a. kan saknas relevant projekteringsunderlag eller att linjeförslagen bara finns på idéstadiet.

Även om det finns osäkerheter i kalkylerna så framträder ett mycket tydlig mönster: Spårväg är betydligt dyrare än BRT och traditionell busstrafik. I flera av de analyserade projekten är spårvägen tre till fyra gånger dyrare än BRT. Kostnaderna för Tvärspårväg Syd i Stockholm är nästan 6 gånger så höga som kostnaderna för BRT. Jämför man spårvägskostnaderna med kostnader för traditionell busstrafik blir skillnaderna ännu större. Detta innebär i sin tur att man skulle kunna få betydligt mer trafik med BRT eller traditionell busstrafik för pengarna.

För samma summa som spårvägslinjerna beräknas kosta i de olika projekten skulle man kunna få nät av BRT-linjer som är mellan 3 och 6 gånger så stora som spårvägslinjerna. Omräknat i sittplatskapacitet så skulle BRT istället för spårväg ge mellan 3 och 15 gånger fler sittplatser.

Stombusslinje 4 i Stockholm (Gullmarsplan-Radiohuset)

Stombusslinje 4 trafikerar sträckan Gullmarsplan - Radiohuset i Stockholm. Innan bussen når slutdestination Radiohuset passerar den bl.a. Skanstull, Hornstull, Fridhemsplan, Odenplan och Östra station. Restiden med BRT och

⁷⁸ SL (2008) RIPLAN - Riktlinjer för planering av kollektivtrafiken i Stockholms län, 2008-05-06

spårvagn mellan Gullmarsplan och Radiohuset beräknas till 29 minuter, dvs. 24 minuter kortare än den faktiska restiden i dag.⁷⁹

Kostnader

Spårväg är det i särklass dyraste alternativet. Skillnaden mellan BRT- och spårvagnstrafikering är nästan 240 Mkr/år. Den totala kostnaden (investeringar och drift) per år för spårvägstrafik på sträckan beräknas till 308 Mkr/år, medan kostnaden för BRT beräknas till 64 Mkr/år och busstrafik 56 Mkr/år.

I kalkylen har driftskostnaderna för väginfrastrukturen räknats in i busstrafikens (3,6 Mkr/år) och BRT:s kostnader (3,6 Mkr/år). Dessa kostnader betalas i allmänhet inte av trafikhuvudmannen, utan av väghållaren (kommunen eller Trafikverket) eftersom vägtrafiken inte betalar sina infrastrukturkostnader. Om inte dessa kostnader räknas in blir kostnadsskillnaden ännu större mellan spårvagnstrafiken samt BRT och buss.

Hur många linjekilometer buss/BRT kan man få för spårvägspengarna?

Om kostnaden för spårväg på den 12 km långa sträckan i stället skulle användas till BRT-trafik så skulle pengarna räcka till ett linjenät på totalt 54 km, dvs. 4,5 gånger mer linjelängd jämfört med en spårvägssträcka. För busstrafik skulle spårvägspengarna räcka till ett linjenät på 65 km.

Hur många fler sittplatser kan man få för spårvägspengarna?

Om kostnaden för investeringar och drift av spårvägstrafik i stället skulle användas till fler fordon för buss alternativt BRT så kan antalet sittplatser ökas till över 8700 för buss och drygt 9500 sittplatser för BRT. Detta ska jämföras med en sittplatskapacitet på knappt 2100 sittplatser med spårvagn. Med andra ord skulle en BRT-lösning kunna ge drygt 4,6 ggr fler sittplatser än spårvagnstrafik.

⁷⁹ Dagens restid är den faktiska uppmätta körtiden. Redovisad i Ingemarson (2010) Körstudier för busstrafik – En körtidsstudie av stombusstrafiken i Stockholms innerstad. Hastigheten för BRT och spårvagn på 25 km/h är hämtad från Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem Trivector Rapport 2008:26. Med tanke på den faktiska trafiksituationen kan restidsvinsten bli något lägre.

Tvärspårväg Syd Stockholm (Flemingsberg-Älvsjö)

Tvärspårväg syd innebär att spårväg byggs från Huddinge sjukhus/Flemingsbergs station via Masmo till Skärholmen och området vid Kungens Kurva vidare till Älvsjö via Fruängen. I dagsläget går det ingen buss på hela sträckan. Däremot går buss 172 och 173 tillsammans hela sträckan. Restiden med BRT eller spårvagn beräknas vara 8 minuter kortare jämfört med en tänkt kombinerad linje av buss 172 och 173 (utan byte).

Kostnader

De beräknade totalkostnaderna per år (drift och investeringar) för spårväg på Tvärspårväg Syd är nästan 6 gånger så höga som kostnaderna för BRT och 16 gånger så höga som för traditionell busstrafik. Kostnaden för spårväg beräknas till 455 Mkr/år, jämfört med 74 Mkr/år för BRT och 28 Mkr/år för busstrafik.

I kalkylen har vi räknat med att en ny bussbana konstrueras på hela sträckan mellan Älvsjö och Flemingsbergs station. Detta innebär att kostnaderna för BRT-banan är något överskattade, eftersom befintliga körfält troligen kan användas åtminstone på vissa delar av sträckan. Kalkylen visar att BRT ändå ger en årskostnad som är 380 Mkr lägre än för spårvagnsalternativet.

Dessutom har driftskostnaderna för väginfrastrukturen räknats in i kostnaderna för busstrafik (5,3 Mkr/år) och BRT (5,3 Mkr/år). Dessa kostnader betalas inte av trafikhuvudmannen utan av väghållaren. Om inte dessa kostnader räknas in blir skillnaden i kostnader ännu större mellan spårvagnstrafiken samt BRT och buss.

Hur många linjekilometer buss/BRT kan man få för spårvägspengarna?

Om summan som spårvagn skulle kosta i stället hade lagts på BRT hade ett sex gånger så stort linjenät kunnat byggas. Med vanlig busstrafik kan 16 gånger så stor linjelängd trafikeras för samma årskostnad som för spårvägstrafik. Kostnaden för spårvägstrafik på den 17,5 km långa sträckan skulle räcka ett linjenät för BRT på 108 linjekilometer och för buss 281 linjekilometer

Hur många fler sittplatser kan man få för spårvägspengarna?

Om vi i stället använder spårvägskostnaderna till att visa på möjligheten till ökad sittplatskapacitet, dvs. med fler fordon, ger detta följande. Med en BRT räcker spårvägspengarna till över 8500 sittplatser med BRT och 8900 med buss. Detta ska jämföras med 560 med spårväg.

Helsingborg (Knutpunkten – Dalhem)

Helsingborgs stad och Höganäs kommun har låtit utreda förutsättningarna för att anlägga en spårtrafik mellan Helsingborg och Höganäs samt förutsättningar och linjestruktur för spårväg inom Helsingborgs stad. Enligt studien så sträcker sig den första linjen som kan bli aktuell för spårväg mellan Dalhem och H+ via Knutpunkten. Den komparativa studien har avgränsats till en delsträcka mellan Knutpunkten och Dalhem på linje 1 i Helsingborg eftersom det är den första sträckan som studeras för eventuell framtida spårvägsutbyggnad och det är den linje i stadsbusslinjenätet som har flest resenärer. Restiden med BRT och spårvagn beräknas vara 5 minuter kortare än den nuvarande busstrafikeringen.

Kostnader

När de beräknade totalkostnaderna (inklusive både drift och investeringar) räknas om till årskostnader syns stora kostnadsskillnader mellan befintlig busstrafikering, BRT och spårväg. Den befintliga busstrafiken beräknas ha en årskostnad på 13 Mkr, medan spårvägsalternativet kostar 60 Mkr/år och alternativet med BRT ger en totalkostnad på 18 Mkr/år. BRT är med andra ord mer än 40 miljoner kronor billigare per år. I kalkylerna har driftskostnaderna för väginfrastrukturen inkluderats i kostnaderna för busstrafiken (1,6 Mkr/år) och BRT (1,6 Mkr/år). Dessa kostnader betalas i allmänhet inte av trafikhuvudmannen, utan av väghållaren (kommunen eller Trafikverket) eftersom vägtrafiken inte betalar sina infrastrukturkostnader. Om inte dessa kostnader räknas in blir kostnadsskillnaden ännu större mellan spårvagnstrafiken samt BRT och buss.

Hur många linjekilometer buss/BRT kan man få för spårvägenspengarna?

Om spårvägskostnaderna istället omfördelades så skulle pengarna räcka till ett linjenät med BRT på mer än 17 km och nästan 25 km för buss. Detta ska jämföras med 5,4 km för spårvagn. För samma summa som en spårvägslinje kostar mellan Knutpunkten och Dalhem kan man bygga ett linjenät av BRT-linjer som är mer än tre gånger så stort.

Hur många fler sittplatser kan man få för spårvägenspengarna?

Om vi beräkningsmässigt i stället använder spårvägskostnad till att visa på möjligheten till ökad sittplatskapacitet, dvs. med fler fordon, ger detta följande. Med en BRT-lösning kan antalet sittplatser uppgå till över 2100 platser och med traditionell busslösning till mer än 1660 sittplatser. Detta kan jämföras med sittplatskapaciteten för spårvagn som i exemplet uppgår till 560 platser. Detta in-

nebär att man för samma kostnad som spårväg kan få nästan fyra gånger fler sittplatser med BRT.

Spårväg på Busslinje 16 mellan Brunnsparken och Eketrägatan i Göteborg

I dagsläget går stombusslinje 16 i Göteborg från Högsbohöjd via Brunnsparken och Lindholmen till Eketrägatan. I denna studie har en delsträcka med en förändrad linjesträckning studerats, som startar vid Centralstationen och går via Hjalmar Brantingsplatsen innan den når Lindholmen och till slut Eriksberg. Anledningen till denna förändring är att det i visionen K2020 finns en spårvägsdragning inritad i "KomOfta"-nätet som går via Hjalmar Brantingsplatsen.

Restiden med BRT eller spårvagn beräknas vara 5 minuter kortare än den "nuvarande" busstrafikering.

Kostnader

Enligt våra kalkyler för totalkostnader per år (drift och investeringar) blir spårvägsalternativet mer än tre gånger dyrare än BRT. Årskostnaden för spårväg beräknas till 123 Mkr/år, vilket ska jämföras med 40 Mkr/år för BRT. Totalkostnaden för den befintliga busstrafiken beräknas till 34 Mkr/år. Vid beräkningarna har driftskostnaderna för väginfrastrukturen räknats in i kostnaderna för BRT (2,6 Mkr/år) och busstrafik (2,6 Mkr/år). Dessa kostnader betalas vanligen av väghållaren och inte av trafikhuvudmannen. Om inte dessa kostnader inkluderas blir skillnaden i kostnader ännu större.

Hur många linjekilometer buss/BRT kan man få för spårvägspengarna?

Om kostnaderna för spårväg istället skulle användas för BRT så skulle pengarna räcka till totalt 27 linjekilometer och för traditionell busstrafik mer än 31 linjekilometer, jämfört med nästan 9 linjekilometer spårvägsstrafik. Detta innebär att en BRT-linje skulle kunna göras ca 18 linjekilometer längre än spårvägsalternativet och busslinjen 22 linjekilometer längre för samma pengar.

Hur många fler sittplatser kan man få för spårvägspengarna?

Ett annat mått att redovisa hur kostnaden för spårvagn kan omfördelas är att räkna på en förändrad sittplatskapacitet. Med en BRT- eller busslösning räcker spårvägspengarna till drygt 3200 sittplatser att jämföra med spårvagnslösningens drygt 1000 platser (enkelledad spårvagn). Både BRT och traditionell buss-

trafikering skulle ge tre gånger högre sittplatskapacitet i högtrafik för årsbeloppet för ny spårväg och trafikering mellan Brunnsparken och Eketrägatan. Översatt i turtäthet skulle spårvägspengarna i stället kunna ge 58 bussavgångar eller 46 BRT-avgångar per timme.

5.7 Miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv

Generellt kan sägas att den energikrävande anläggningsprocessen för en spårväg gör att skillnaden i energianvändning per år sett till hela livslängden mellan spårväg och BRT-lösning är liten trots att energiåtgången för att köra spårvagn är mindre än motsvarande för buss.

Den fördjupade analysen av fyra diskuterade eller planerade spårvägsprojekt visade att energianvändningen över hela livslängden är lägre för elhybridbussar i BRT-trafik än spårväg i samtliga projekt. För Tvärförbindelse Syd är trafik med samtliga typer av bussar mer energieffektivt än spårvagn.

Hur stora utsläpp av växthusgaser som BRT och spårväg ger upphov till beror på vilket bränsle som används i bussarna och hur elanvändningen värderas. Resultatet från utsläppskalkylerna i den fördjupade analysen visar att om grön-elprincipen används för Tvärförbindelse Syd och Helsingborg ger biogasbussar lägre utsläpp än spårväg. I övrigt är spårväg mest utsläppssnålt. Om man värderar elanvändningen enligt EU-mix ger BRT-lösningen upphov till mindre utsläpp än spårväg, oavsett vilket bränsle som används i bussarna, i samtliga fyra spårprojekt. Resultatet av beräkningarna ska tolkas med stor försiktighet eftersom det finns flera osäkra variabler.

5.8 Några avslutande slutsatser

BRT är ett helt koncept. Det går inte bara att ta vissa delar. För att uppnå fördelarna måste de olika beståndsdelarna implementeras konsekvent.

Högre medelhastighet och kortare restider skapas genom egna busskörfält, signalprioritering, längre avstånd mellan stationerna, försäljning och kontroll av biljetter redan på stationen, bussar som tillåter snabb på- och avstigning.

Ökad tillförlitlighet skapas genom separerade körfält, prioritering vid signaler, försäljning och kontroll av biljetter redan på stationen, bussar som tillåter snabb på- och avstigning.

Attraktivitet skapas genom kortare restider, hög turtäthet, ökad tillförlitlighet, bättre information till resenärerna samt genomtänkt design och tydlig profilering.

Hög kapacitet skapas genom kapacitetsstarka fordon som tillåter snabb på- och avstigning, försäljning och kontroll av biljetter redan på stationen, hög medelhastighet. Och så vidare.

Vad behövs då för att BRT ska bli verklighet?

- En förutsättning är självklart att trafikhuvudmännen, eller de regionala kollektivtrafikmyndigheterna efter årsskiftet, investerar i BRT. BRT är ett helt koncept. Det räcker inte med att ta vissa delar. Då missar man fördelarna.
- På lokal nivå behöver politikerna våga ta obekväma beslut som ger BRT full prioritering på gator och vägar. Det handlar framförallt om att våga införa busskörfält eller bussgator och prioritering i trafiksignaler på hela linjen. Till stor del handlar det om att ändra synsätt hos kommunernas politiker och erbjuda BRT den framkomlighet som redan i dag ges spårvagnarna.
- BRT behöver dessutom bli en naturlig del av infrastrukturplaneringen. Vid planeringen av de statliga investeringarna i vägar och spår använder Trafikverket den s.k. ”fyrstegsprincipen”. Den innebär att man prövar om det finns andra sätt att tillgodose transportbehoven innan man fattar beslut om nyinvesteringar och större ombyggnader. BRT bör ingå som en självklar steg två-åtgärd enligt denna princip, dvs. en åtgärd som innebär att man använder den befintliga infrastrukturen bättre än i dag innan man bygger ny infrastruktur.

Det finns ett stort behov av ytterligare studier av BRT och jämförelser mellan BRT och spårvägstrafik. Även regeringen pekar på att det behövs forskning och utveckling när det gäller BRT.⁸⁰

Ett område där det behövs fördjupade analyser är miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv. För att med större säkerhet kunna redogöra för energianvändning och utsläpp över en livscykel vid olika typer av transportlösningar behövs det en större studie av dessa frågor i ett infrastrukturprojekt.

Den politiska spårfaktorn är ett annat område där det behövs fortsatta studier. Hur yttrar sig den politiska spårfaktorn? I vilken utsträckning påverkan den politiska spårfaktorn infrastrukturplaneringen och avvägningarna och bedömningarna mellan å ena sidan BRT och buss och å andra sidan spårväg? Finns det behov av att förändra regelverk?

⁸⁰ Regeringens proposition 2010/11:1 Utgiftsområde 22 Kommunikationer, avsnitt forskning och utveckling

Ett tredje område där det behövs fortsatta studier är hur BRT kan bli en självklar del av Trafikverkets "fyrstegsprincip". Som nämnts kan BRT ses som en steg två åtgärd enligt denna princip, dvs. trimning av befintlig infrastruktur.

Bilagor

Bilaga 1/Referenser

Litteratur

Andersson & Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem, Trivector rapport 2008:26

Athern och Tapley (2008) The use of stated preference techniques to model modal choices on interurban trips in Ireland. Transportation Research Part A 42, 15-27

Banverket m.fl. (2009) Samlad effektbedömning. Objekt Spårväg Solnagrenen, Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen, senast reviderad 2009-04-02

Banverket m.fl. (2009) Samlad effektbedömning Objekt Spårväg Syd, Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen, senast reviderad 2009 04 07

Banverket m.fl. (2009) Samlad effektbedömning. Objekt Spårväg Norr Kistagrenen, Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen, senast reviderad 2009-05-05.

Beirão och Sarsfield Cabral (2007) Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study, Transport Policy 14 (2007) 478-489

Ben-Akiwa och Morikawa (2002) Comparing ridership attraction of rail and bus. Transport Policy 9(2), 107-116"

Cain & Flynn (2010) Tangible and intangible service attributes: Quantifying the importance of image and perception to bus rapid transit, TRB 2010 Annual meeting CD-ROM

FOI (2005) Indirekt energi för svenska väg- och järnvägstransporter

Fröidh & Kottenhoff (2009) Resandet längs Blekinge kustbana före och efter elektrifieringen, TRITA-TEC-RR 09-00x, KTH Trafik & Logistik, 2009

Fröidh (2003) Introduktion av regionala snabbtåg. En studie av Svealandsbanans påverkan på resemarknaden, resbeteende och tillgänglighet, KTH

Fröidh (2010) Resande och trafik med Gröna tåget, KTH Järnvägsgruppen Publikation 1001

Göteborgs Spårvägar (2008) PM ang. Spårvägsförlängningen Ljura - Ringdansen, 2008-03-14

Göteborgsregionens kommunalförbund (2009) Kollektivtrafikprogram för Göteborgsregionen, K2020. Antaget 2009-04-03,

Hansson & Gibrand (2009) Spårväg i Helsingborg och Höganäs – idéstudie. Trivector Rapport 2009:43

Hansson (2008) Samhällsekonomisk värdering av spårväg i Skåne - exempel i Malmö, Lund och Helsingborg, Trivector rapport 2008:78

Hass-Klau m.fl. (2000) Bus or Light Rail, Making the Right Choice

Hass-Klau m.fl. (2002) Future of Urban Transport. Learning from Success and Weakness

Infrastrukturnyheter (2008) Plats för fler pendlare i Sveriges längsta buss, 2008-04-08

Ingemarson (2010) Körstudier för busstrafik – En körtidsstudie av stombusstrafiken i Stockholms innerstad

Institute for Transportation & Development Policy (2007) Bus Rapid Transit Planning Guide

Institute for Transportation & Development Policy (2009) First set of Trans-Milenio Biarticulated Buses launched in Bogotá. 2009-08-19.

Johansson & Lange (2009) Spårväg Guide för Etablering. Banverket 2009:7.

Johansson (2004) Konkurrensegenskaper hos kollektivtrafiksystem baserade på spårvagnar respektive bussar, VTI meddelande 948

Kommunförbundet Stockholms län (2007) Gemensam standard för busshållplatser i Stockholms län. 2007-11-22

Kottenhoff och Byström (2010) När resenärerna själva får välja, KTH, WSP Analys & Strategi

Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? - kunskapssammanställning med identifiering av forskningsfrågor

Kottenhoff, Dziekan och Lindström Olsson (2003) Resenärernas attityder och preferenser till kollektivtrafik, tåg och stationer - underlag för järnvägsutredningen

Länsstyrelsen i Stockholms län (2010) Länsplan för regional transportinfrastruktur i Stockholms län 2010 – 2021. Fastställd av Länsstyrelsen den 31 maj 2010

Lätta spår (2009) Spårfaktorn på spåret: vad avgör frågan om spårvägsetablering? Lätta spår nr 1/2009

Loncar-Lucassi (1998) Komfortens betydelse för spår- och busstrafik. Trafikantvärderingar, modeller och prognoser för lokala arbetsresor. Mars 2001, VINNOVA Rapport VR 2001:8

Megel (2001) Schienenbonus: Nur ein Mythos? – Bus oder Bahn im Regionalverkehr – Schemata und Präferenzen, Der Nahverkehr 06/2001, Jg. 19, S. 20-23. Translation: Rail-Bonus: a myth only? – bus or train in regional public transport – schemata and preferences

Norheim (1994) Analyser av kollektivtrafikanternas preferenser i Oslo, TÖI TP/0770/1994

Olsson, Widell och Algers (2001) Komfortens betydelse för spår- och busstrafik. Trafikantvärderingar, modeller och prognoser för lokala arbetsresor. Mars 2001, VINNOVA Rapport VR 2001:8

Regeringens proposition 2010/11:1 Utgiftsområde 22 Kommunikationer

RTK (2008) Väg- och kollektivtrafikobjekt i RUFS 2010-arbetet, ARBETSMATERIAL 4:2008

Scherer (2010) IS LIGHT RAIL MORE ATTRACTIVE TO USERS THAN BUS TRANSIT? ARGUMENTS BASED ON COGNITION AND RATIONAL CHOICE., TRB 2010 Annual Meeting CD-ROM

SIKA (2008) Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn ASEK 4, SIKA PM 2008:03

Skånetrafiken (2010) Tidtabell för linje 1, Knutpunkten - Dalhem.

SL (2007) SL-Fakta

SL (2008) RIPLAN – Riktlinjer för planering av kollektivtrafiken i Stockholms län, SL 2008-05-06.

SL (2009) Genomförandebeslut Spårväg city (Djurgårdslinjen), etapp 1, 2009-06-04.

SL (2009b) Idéstudie BRT Stockholms län. "Tänk spår - kör buss"

SL (2010) Förnyat genomförandebeslut – Spårväg City, SL 2010-11-15

Svenska Bussbranschens Riksförbund (2010) Statistik om bussbranschen, november 2010

Taylor (2009) Who Rides Transit in the U.S.? Analyzing Public Transit Patronage in Metropolitan, PPT-presentation på KTH maj 2008"

Tegner (2007) Alternativa trafiksystem för Ostsektorn. En systemjämförelse, Transek PM 2007-01-22

Tegner (2008) Hur kan spårtaxi finansieras? - en jämförelse mellan buss, spårväg och spårtaxi, WSP Rapport 2008:21

Tegner (2009) PM Kostnader för olika kollektiva trafikslag i Stockholms län 2009, opublicerat PM

Thorselius (2008) Resvaneundersökningar från Blekingetrafiken. Danielson & Co, 2008

Trafikanalys (2009) Lokal och regional kollektivtrafik 2009

Vägverket (2001) Vägverkets effektsamband 2000. Kollektivtrafik effektkatalog och handledning, Publikation 2001:82

Vägverket (2004) Förstudie samrådshandling Väg 274 Kulla vägsäl.

Vägverket (2008) Kollektivtrafik effektkatalog. Effektsamband för vägtransportsystemet, Vägverket Publikation 2008:10

Vinnova (2001) Komfortens betydelse för spår- och busstrafik. Trafikantvärderingar, modeller och prognoser för lokala arbetsresor. Mars 2001, VINNOVA Rapport VR 2001:8

Volvo (2007) Volvo säljer ytterligare sju dubbelledbussar till Göteborg, Pressmeddelande från Volvo Bussar AB, 2007-05-16

Widlert (1992) Trafikantvärderingar vid regional tågtrafik, TFB Rapport 1992:2

ÅF (2009) Kapacitetsanalys Tvärbana Norr Solnagrenen och Kistagrenen, 2009-03-16

Muntliga källor

Lennart Arnrup, f.d. VD för Östgötatrafiken.

Per Ekberg, Bitr. Planeringschef, AB Stor-Stockholms lokaltrafik

Jan Zetterberg, Tekniska kontoret i Norrköping

Edward Jobson, Volvo

Webbsidor

www.itdp.org/index.php/news/detail/first_set_of_transmilenio_bi_articulated_buses_launched_in_bogota/

www.vv.se/filer/40469/Kulla%20slutrappport%20del%202.pdf

www.sl.se/sv/Om-SL/Det-har-ar-SL/Verksamhet/Trafiken/Lokalbana/

www.sl.se/sv/Om-SL/SL-planerar-och-bygger/Sparvag-Syd/

www.sl.se/sv/Resenar/Planera-resa/Tidtabeller/

www.vasttrafik.se/ResizeImageHandler.aspx?ImagePath=/upload/Linjekartor_hogupp-

[lost/dec2009/sparvagnskartadec2010.png&ImageWidth=2000&ImageHeight=2000](http://www.vasttrafik.se/ResizeImageHandler.aspx?ImagePath=/upload/Linjekartor_hogupp-lost/dec2009/sparvagnskartadec2010.png&ImageWidth=2000&ImageHeight=2000)

www.vasttrafik.se/Startsida/Tidtabeller/

Bilaga 2/Kostnader generell jämförelse

I detta avsnitt redovisas inledningsvis kapitalkostnader för bana och fordon för buss, BRT och spårväg. Därefter redovisas driftskostnader för färdställen. Avsnittet om kostnader är till stor del hämtat från rapporten ”Hur kan spårtaxi finansieras? – en jämförelse mellan buss, spårväg och spårtaxi”.⁸¹

Kapitalkostnader

Transportsättens kapitalkostnader består av fordonskostnader och infrastruktur-kostnader. Dessa kostnader kan i sin tur delas upp i en rad andra kostnader.

Busstrafikens kapitalkostnader

Fordonskostnader

Bussar finns i en rad olika storlekar och drivs med olika drivmedel. Detta påverkar kostnaderna per fordon.

Tabell 24 Investeringskostnad per buss⁸²

Fordonstyp	Investeringskostnad
Normalbuss (dieseldriven) 12 meter	2,1 Mkr
Boggiebuss 15 meter	2,5 Mkr
Ledbuss 18 meter	2,9 Mkr
Dubbelledbuss 24 meter	4,7 Mkr (500 000 Euro)
Etanolbuss	Plus 150 000 kr/fordon
Gasbussar	Plus 500 000 kr/fordon ⁸³
Trådbuss	Plus 1,7–3,0 Mkr/fordon. Kostnader för kontaktledning och matarstation tillkommer. Trådbussanläggning, totalt, inkl. fordon: 14 Mkr/km
Hybridbuss	4,5 Mkr ⁸⁴ .
Spårvagn 30 meter	20-25 Mkr
Spårvagn 40 meter	28-32 Mkr

⁸¹ WSP Rapport 2008:21

⁸² Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem
Trivector Rapport 2008:26 och kostnaden för inköp av en hybridbuss kommer från Edward Jobson, Volvo.

⁸³ BIL Sweden

⁸⁴ Källan för inköpskostnaden av en hybridbuss är Volvo. Batterierna är under intensiv utveckling kommer kostnaden gå ner. Inköpspriset förväntas därför gå ned.

Infrastrukturkostnader för hållplatser, terminaler och depåer

Busstrafikens infrastrukturkostnader omfattar bussdepåer, busshållplatser och bussterminaler inkl. skyltning. Dessa kostnader betalas oftast av gatuhållaren eller av markägaren, vilket oftast är kommunerna och i regel inte av trafikhusvudmannen.

En busshållplats kan antingen vara en enkel hållplats med stolpe, informations-skylt och vägmärken, eller en mer påkostad busshållplats för t.ex. två ledbussar, med regn- och vindskydd och handikappanpassad. En enkel busshållplats upptar för en 18 meter lång ledbuss ca 75 kvadratmeter⁸⁵. Kostnaden per kvadratmeter för en busshållplats angavs i Vägverkets Effektsamband 2000⁸⁶ till mellan 1 000 och 1 200 kr per kvadratmeter, samt till mellan 2 000 och 3 000 kr för vägmärken per hållplats. Med uppräkningsindex till prisnivå 2007 med Vägverkets vägbyggnadsindex (som har ökat med 33,7 procent sedan år 2000) blir medelkostnaden för en enkel busshållplats 113 645 kr.

En större handikappanpassad busshållplats kostar ca 700 000 kr, enligt uppgift från Vägverket i samband med ny busshållplats vid Kulla vägskäl⁸⁷. I beräkningarna används fördelningen 80 procent enkla busshållplatser och 20 procent handikappanpassade större busshållplatser. Från SL Fakta år 2007 kan man uppskatta antalet busstolpar (två vid varje hållplats, en på vardera sidan om vägen/gatan) till 2,09 per linjekilometer⁸⁸. Medelkostnaden blir då 230 000 kr per hållplatsstolpe, och årskostnaden till 14 800 kr per hållplatsstolpe (med 25 års avskrivningstid och en annuitetsfaktor på 0,064), eller till 31 000 kr (avrundat) per linjekilometer⁸⁹. När investeringskostnaden slås ut per linjekilometer blir kapitalkostnaden 527 500 kr/linjekilometer.

Kostnaderna för att bygga bussdepåer varierar starkt pga. flera faktorer. Enligt Storstockholms Lokaltrafik, SL, kostar en bussdepå för ca 75 bussar mellan 260-300 Mkr beroende på läge och markförhållanden. Avskrivningstiden är 30 år⁹⁰. Detta blir i medeltal 3,73 Mkr per buss. Årskostnaden uppgår till 216 000 kr per buss, räknat på en avskrivningstid på 30 år.⁹¹ Med SL:s depåtäthet på ca 105 bussar per depå och sammanlagt 18 bussdepåer, samt med ledning av anta-

⁸⁵ Lennart Arnrup, f.d. VD för Östgötatrafiken.

⁸⁶ Vägverket (2000) Vägverkets effektsamband 2000. Kollektivtrafik effektkatalog och handledning, Publikation 2001:82

⁸⁷ <http://www.vv.se/filer/40469/Kulla%20slutrapport%20del%202.pdf>

⁸⁸ SL (2007) SL-Fakta år 2007

⁸⁹ Vi räknar kostnaderna per linjekilometer, eftersom stadstrafikdatabasen innehåller uppgifter om linjekilometer för respektive stad.

⁹⁰ Per Ekberg, Bitr. Planeringschef, AB Stor-Stockholms Lokaltrafik

⁹¹ Kostnaderna har räknats upp med byggkostnadsindex.

let linjekilometer, blir den årliga depåkostnaden per linjekilometer 40 000 kr. När investeringskostnaden slås ut per linjekilometer blir kapitalkostnaden 799700 kr/linjekilometer.

År 2005 öppnades en bussdepå i Helsingborg för uppställning av 130 bussar utomhus. Ytan för bussdepån var ca 44 000 kvadratkilometer. Kostnaden för depån anges till 45 miljoner kr.⁹² Detta blir i medeltal en kostnad på 346 000 kr per buss. Årskostnaden blir 20 000 kr med en avskrivning på 30 år.

Enligt uppgifter från SL får man räkna med att en bussterminal på 15 000 kvm kostar ca 38-45 Mkr beroende på läge och markförhållanden.⁹³ SL har i medeltal ett 40-tal bussar per bussterminal och sammanlagt 51 bussterminaler. Medelkostnaden per buss för bussterminaler blir 1,04 Mkr, och årskostnaden för bussterminaler blir då ca 60 000 kr per år och buss. Med ca 0,2 bussar per linjekilometer blir bussterminalkostnaden ca 12 000 kr per linjekilometer och år. När investeringskostnaden slås ut per linjekilometer blir kapitalkostnaden 222300 kr/linjekilometer.

I tabellen nedan sammanfattas busstrafikens infrastrukturkostnader, exklusive gatukostnader i kronor per linjekilometer i prisnivå år 2010:

Tabell 25. Busstrafikens investeringskostnader (fordon inkl. infrastruktur, men exkl. gatukostnader)

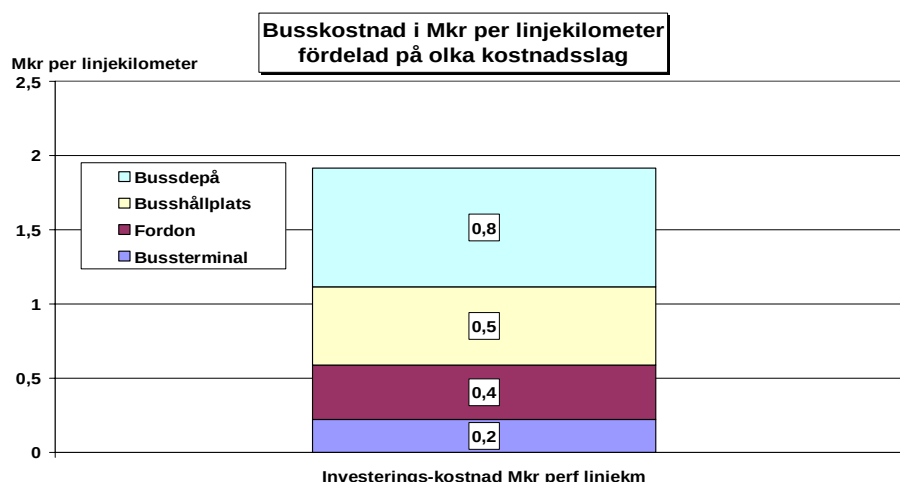
Investeringskostnad, Mkr, Prisinivå 2010	Investeringskostnad, kr per linjekm	Investeringskostnad Mkr/linjekm
Busshållplats	527 500 kr	0,5
Bussdepå	799 700 kr	0,8
Bussterminal	222 300 kr	0,2
Summa infra kostnad per linjekm, exkl. gatukostnad	1 549 500 kr	1,5
Bussens fordonskostnad per linjekm	365 900 kr	0,4
Summa investeringskostnad/linjekm för buss	1 915 400 kr	1,9

De olika kostnadsslagen visas även i figurform nedan:

⁹² Andersson & Gibrand (2008)Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem, Trivector rapport 2008:26

⁹³ Per Ekberg, Bitr. Planeringschef, AB Stor-Stockholms Lokaltrafik

Figur 49. Busstrafikens investeringskostnader (fordon inkl. infrastruktur, men exkl. gatukostnader)



Busstrafikens investeringskostnad uppgår således till knappt 2 Mkr per linjekilometer. Fordonskostnaden utgör mindre än 20 % av hela kostnaden. Det är kostnaderna för depå, hållplats och terminal som svarar för drygt 80 % av kapitalkostnaden.

Traditionell busstrafik rullar i de allra flesta fall i blandtrafik tillsammans med personbilstrafik och lastbilstrafik på det allmänna vägnätet, därför uppstår inga särskilda kostnader för vägbanan. Busstrafikens infrastrukturkostnader omfattar därför vanligen, som redan nämnts, bara kostnader för busshållplatser, bussterminaler och bussdepåer.

Det är inte enkelt att åstadkomma en rättvisande jämförelse av kostnaderna för de olika studerade trafikslagen. För spårvägssystemen är det självklart att ta med kapitalkostnaderna för banan. För busstrafiken brukar man bortse från gatukostnaderna eftersom inga särskilda kostnader för vägbanan uppstår genom busstrafik.

Det kan däremot finnas skäl att beräkna bussens gatukostnader. Bussar sliter på gatunätet, i (icke-linjär) proportion till fordonsvikten⁹⁴. Ibland byggs separata bussgator eller busskörfält och i framtiden kan man dessutom tänka sig bilfria städer, men med gatunät exklusivt för enbart busstrafik (jämför med den helt bilfria staden Masdar City i Abu Dhabi). Som en känslighetsanalys beaktar vi

⁹⁴ En 3-axlad led buss väger 18,75 ton och en vanlig personbil väger ca 1,5 ton. Bara vägslitage är ca 4 800 gånger högre för ledbussen (eftersom slitaget växer med exponenten 4 i förhållande till fordonsvikten)

därför busstrafikens infrastrukturkostnader i kostnadsalternativet Hög. I kostnadsalternativ Låg och Medel ingår inte busstrafikens gatukostnader.

Med hjälp av Stadstrafikkompassen kan den andel av städernas gatunät som används för busstrafiken uppskattas. I stora och kollektivtrafiktäta städer trafikerar kollektivtrafiken närmare 13 procent av gatuutrymmet (9 procent exklusive Göteborg). I medelstora kollektivtrafiktäta städer är motsvarande andel 7 procent och hälften så mycket, 4,3 procent i medelstora och medeltäta städer. I medeltäta stora städer trafikeras 8 procent av gatuutrymmet av busstrafiken. I mindre städer ligger motsvarande andel på under 3 procent och i kollektivtrafikglesa småstäder på lite drygt 1 procent. Ett medelvärde över de olika stadstyperna innebär att kollektivtrafikens gatuutnyttjande uppgår till 5 procent av gatuutrymmet.

I samband med arbetet med K2020 i Göteborg har schabloner för investeringar i bussbanor och busskörfält ofta använts i kostnadsskattningarna för sådana åtgärder. Enligt uppgift från Västra Götalandsregionen har kostnaderna för bussbanor antagits uppgå till 12,5 Mkr per kilometer och kostnaderna för busskörfält till mellan 8 och 12 Mkr per kilometer beroende av omgivande struktur. Schablonerna är framtagna utifrån erfarenheter av tidigare utförda projekt och inkluderar inte kringinvesteringar, röromläggningar och andra liknande åtgärder.

Vi har ovan visat att busstrafiken utnyttjar mellan 1,3 procent och 12,7 procent av gatunäten. Det kan därför vara rimligt att investerings-, drift- och underhållskostnader för dessa gator belastar busstrafiken proportionerligt till deras utnyttjande i ett högkostnadsalternativ. Den högre fordonsvikten hos bussar i förhållande till genomsnittet för vägfordonen bör dessutom beaktas i ett sådant alternativ.

Drift- och underhållskostnader för gatunät

Med utgångspunkt i statistik från Svenska Kommun- och Landstingsförbundet (SKL) har årskostnaderna för drift- och underhåll av det svenska kommunala gatunätet beräknats. För samtliga svenska kommuner uppgår årskostnaden till 2,85 miljarder kronor. Motsvarande kostnader för de 59 kommuner som ingår i stadstrafikdatabasen uppgår till 1,6 miljarder kronor. Busstrafikens andel av drift- och underhållskostnader för gatunäten utgör 14 procent⁹⁵, vilket motsvarar 233 miljoner kronor per år. Som procent av de totala kollektivtrafikkostnaderna utgör gatudriftkostnaderna 5 procent.

⁹⁵ Den höga andelen beror som tidigare nämnts på att bussarnas andel av vägslitaet är väsentligt högre än deras andel av trafikarbetet.

Investeringskostnader för gatunäten

Även investeringskostnaden för gatunäten kan i vissa fall vara en relevant kostnad som bör belasta busstrafiken i proportion till andelen av gatunyttjandet.

I Vägverkets Effektkatalog för vägar och gator anges schablonkostnader för investeringar i olika vägtyper. Schablonerna som framgår av tabell 2 nedan, är framtagna utifrån motsvarande regionala data för perioden 2004-2007. I kostnaden ingår kostnader för arbetsplan, bygghandling, upphandling och del av marklösen samt produktionsstöd. Från Vägverkets Effektkatalog för vägar och gator har följande investeringskostnader hämtats:

Tabell 26 Schablonkostnader för olika vägtyper

Typsektion	Mkr/km (prisnivå 2005)	Mkr/km (prisnivå 2007)
MV	38,5	42
4F/ 2+2, tätortsnära	55,8	61,3
4F/ 2+2, landsbygd	22,9	25,1
2+1	14	15,4
9m, landsbygd	11,3	12,4
9m, tätortsnära	26,8	29,4

Källa: Vägverkets effektkatalog för vägar och gator, 2008. Anm. Fetstil anger vägtyper relevanta i tätorter.

Kostnaderna är genomsnittliga kostnader och beräknade med ledning av ett antal vägobjekt öppnade för trafik under 2004-2007. De kan inte tas för att vara exakta och ska därför användas med stor försiktighet. Variationen är stor beroende på om det är en väg i tätort eller på landsbygd som avses, om det är en befintlig vägsträckning eller en helt ny, vilket område i landet det gäller, antalet anslutningar samt många fler faktorer.

En analys har gjorts för Storstockholms gatunät beträffande fördelningen av gatulängden på de olika gatutyperna. Analysen visar på att 64 procent av stadens gatunät utgörs av 9 meters vägar med 1+1 körfält. Gator med 4 körfält (2+2 körfält) utgör 27 procent och stadsmotorvägar utgör 9 procent av den totala gatulängden.

Tabell 27. Gatunäten i Stockholm: fördelning på gatutyper samt investeringskostnader

Gatutyp	Mkr/km (prisnivå 2007)	Beräknad procent-fördelning
Stadsmotorväg	42,0	9 %
2+2 körfält i tätort	61,3	27 %
1+1 körfält i tätort	29,4	64 %
Medelvärde, Mkr/km	39	100 %

Källa: Egna bearbetningar

Resultatet av analysen visar att medelkostnaden för Stockholms gatutyper uppgår till 39 Mkr per gatukilometer.

Fördelningen mellan gatutyper varierar självfallet mellan olika städer, vilket påverkar medelkostnaden. Det har dock inte varit möjligt att inom ramen för denna studie differentiera dessa kostnader ytterligare.

Den sammanlagda gatulängden för gatunätet i Stadstrafikdatabasen uppgår till 163 420 kilometer. Givet ovanstående medelkostnad uppgår återanskaffningsvärdet för dessa 59 städers gatunät till 6 340 miljarder kronor. Kollektivtrafikens andel av denna totala investeringskostnad motsvarar 292 miljarder kronor eller 5 procent. Räknat på en annuitet på 4 procent och med 40 års livslängd blir årskostnaden för gatunäten 320 miljarder kronor.

Kollektivtrafikens andel av denna totala gatuinvesteringskostnad har beräknats på följande sätt:

Tabell 28. Nyckeltal som visar kollektivtrafikens andel av gatuinfrastruktur-kostnaderna, år 2006

Nyckeltal	Värde	Sort	Källa
Personbilstrafikarbetet i Sverige	66 668	milj fkm	SIKA
Dito på det kommunala vägnätet	19 850	milj fkm	SKL
De 59 städernas totala befolkning	3,18	milj invån	SCB
Tätortsbefolkning > 11 000 invån/tätort	5,08	milj invån	SCB
De 59 städernas andel av tätortsbefolkningen	63%	%	
Personbilstrafikarbetet i de 59 städerna	12 426	milj fkm	
Buss- (och spårvägs-)trafikens trafikarbete i 59 städer	116	milj fkm	Stadstrafikdatabasen
Busstrafikens andel av biltrafikarbetet	0,9%	%	
Busstrafikens fordonsekvivalent i förh t personbil	3,5	ggr för buss/bil	
Busstrafikens andel av gatu- infra mht fordons-ekvivalenter (fkm)	2,55%	%	
Gatunätets invest.kostnad i 59 städer (återanskaffningsvärde)	6 340 300	Mkr	Egna beräkningar beaserade på uppgifter från SKL
Busstrafikens andel av de totala gatukostnaderna i 59 städer	161 900	Mkr	
Linjekm, Buss i 59 städer	7 870	km	Stadstrafikdatabasen
Busstrafikens kostnad för gatu- infrastruktur per linjekm	20,6	Mkr	

Eftersom Stadstrafikdatabasen omfattar städer med 11 000 invånare och uppåt, har personbilstrafikarbetet på det kommunala vägnätet för tätorter över detta invånarantal valts som jämförelsevägnät. Den lokala och regionala kollektivtrafikens andel av vägtrafikarbetet uppgår då till 0,9 procent. Med hänsyn till att bussarnas utrymmesbehov i gaturummet motsvarar ca 3,5 personbilar i s.k. "personbils-ekvivalenter" räknas bussarnas andel av transportarbetet upp med faktorn 3,5 från 0,9 till 2,5 procent. Kollektivtrafikens andel av de totala gatu-investeringskostnaderna för de 59 städerna (som ligger till grund för denna analys) uppgår till ca 162 miljarder kronor. Räknat på antalet linjekilometer för busstrafiken i dessa städer blir busstrafikens gatukostnad 21 Mkr per linjekilometer.

Det bör påpekas att vi här applicerat gatutypsfordelningen från Stockholm på de 59 städer som ingår i Stadstrafikdatabasen. Vi vet emellertid inte hur väl detta återspeglar verkligheten och det är möjligt att förfarandet leder till en viss över-

skattning av kostnaderna. Vi bedömer dock inte att detta har någon avgörande betydelse för storleksordningen av kostnadsuppskattningarna.

Sammanfattning av busstrafikens kapitalkostnader

Traditionell busstrafik bedrivs i de allra flesta fall i blandtrafik på det allmänna vägnätet, därför brukar man i allmänhet inte räkna in busstrafikens gatukostnader. Detta sätt att beräkna busstrafikens kapitalkostnader framgår av alternativ Låg.

För att åstadkomma en rättvisande jämförelse mellan kostnaderna för de olika trafikslagen har vi i alternativ Hög kalkylmässigt räknat med att både gatudrift- och gatuinvesteringskostnaderna belastar busstrafiken, med en viss andel. Kostnaderna för hållplatser, terminaler och depåer (depåkostnaderna är beräknade på depåkostnader i Stockholms län) ingår i alla kostnadsalternativ. I alternativ Hög inkluderas således även gatunätets investeringskostnader i form av dess återanskaffningsvärde, varvid kollektivtrafikens andelar av dessa kostnader beaktas i alternativ Hög.

Som ett genomsnitt för 59 svenska städer (med Göteborg som den största staden och Fagersta som den minsta) erhålls busstrafikens kapitalkostnader per linjekilometer till:

- 2 Mkr per linjekilometer exklusive gatukostnader (alt. Låg)
- 22 Mkr per linjekilometer inklusive gatukostnader (alt. Hög)

Bus Rapid Transits kapitalkostnader

Kostnaden för investering i bussar som ska användas i BRT-trafik varierar utifrån en mängd faktorer som hur många fordon som beställs, hur dessa ska vara utrustade, drivmedel osv. Den dubbelledade buss som används i Göteborg kan användas som riktmärke. Denna 24 meter långa Volvo 7500 används dock i traditionell busstrafik och har lågt golv, medan bussar som används i BRT-system bör vara bussar med normalgolv med insteg i nivå med stationsgolvet. Investeringskostnaden för denna buss är 4,7 miljoner kr.

Kostnader för depåer för BRT-fordon är uppskattningsvis detsamma som för övrig busstrafik, medan kostnader för hållplatser kan antas vara i samma storleksordning som för spårvagnstrafik

Med utgångspunkt från BRT-system som är i drift i olika länder kan man räkna ut den genomsnittliga investeringskostnaden.

Tabell 29. Investeringskostnad per km bussbana i Mkr (dubbelspår) ⁹⁶

Bussbanesystem	Kapitalkostnad, Mkr per km bana
B-line, Vancouver	5
Superbus, Leeds	25
O-Bahn, Adelaide	49
Phileas APT, Eindhoven	82
Zuidtangent, Amsterdam	97
Transitway, Ottawa	110
Medelvärde	61

Den genomsnittliga investeringskostnaden för dessa sex BRT-system som är i drift är 61 Mkr (dubbelspår). I dessa investeringskostnader ingår kostnader för investeringar i infrastruktur, stationer, hållplatser, fordon, trafikövervakning och driftledning. Däremot ingår inte kostnader för bussdepåer.

Den genomsnittliga investeringskostnad stämmer väl överens med vad som anges i övrig litteratur. Andersson och Gibrand (2008) uppskattar investeringskostnaden till mellan 30-70 000 kr per meter bussbana.⁹⁷

Spårvägens kapitalkostnader

Spårvägstrafikens kapitalkostnader består av fordonskostnader och infrastrukturkostnader. Infrastrukturkostnaderna består i sin tur av kostnader för hållplatser, stationer, depåer samt spår och kontaktledningar.

Enligt Gibrand och Andersson (2008) är investeringskostnaderna för en spårvagn:

- Spårvagn 30 meter, ca 20-25 Mkr
- Spårvagn 40 meter, ca 28-32 Mkr

Kostnaden för depåanläggningen beror på systemets storlek, men kostnaden brukar ligga mellan 20 och 35M Euro, vilket motsvarar 190 till 330 Mkr.

Enligt uppgifter från SL är investeringskostnaden för en station 10 Mkr.

Kostnaden för spårunderhåll varierar starkt mellan olika spårvägssystem. I Norrköping är kostnaden för 500 000 kr/km och år och i Göteborg 1,6 miljoner kr/km och år för dubbelspår. Skillnaden mellan Göteborg och Norrköping beror

⁹⁶ Tegner (2007) Alternativa trafiksystem för Ostsektorn, Transek 2007

⁹⁷ Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem Trivector Rapport 2008:26

på att antalet växlar per spårkilometer är betydligt högre i Göteborg.⁹⁸ Detta kan jämföras med att driftkostnaden för en väg eller gata med busstrafik i tätort är 30-45 kr/m² för en 9 meter bred väg blir kostnaden i snitt ca 340 000 kr/km och år.⁹⁹

Gibrand och Andersson redovisar kostnaderna för infrastrukturen (spår och kontaktledning) för olika miljöer. I kostnaden ingår inte vagnhall, fordon eller stadsförnyelse:

- Lätt att bygga, dvs. egen bana på tidigare åker eller gräsmatta, ca 30 Mkr/km
- Medelsvårt att bygga, vilket innebär normal tätortsmiljö i gata, ca 50 Mkr/km
- Svår miljö, dvs. tät stadsmiljö med mycket ledningar i gatan och små utrymmen, ca 70 Mkr/km

I samma rapport sammanfattas spårvägens infrastrukturkostnader till

- Spårväg, bana inkl. elsystem, 30 - 70 Mkr/km
- Spårväg, total anläggning, 110 - 210 Mkr/km

Andersson och Gibrand (2008)¹⁰⁰ konstaterar att "Kostnaden för spårvägens infrastruktur varierar mycket. Ofta anges kostnaden för ett helt spårvägsprojekt vilket då innehåller bana, gatumöblering, stadsförnyelse längs spåret, depå och fordon. Detta blir då den högsta kostnaden för ett spårvägssystem, medan den lägsta kostnaden fås om man bara ser till vad det kostar att bygga spåret och kontaktledningen. Beroende på vad man avser med byggkostnad, kan prisbilden variera mellan 20 Mkr och 200 Mkr per km".

Kostnadsuppskattningarna för spårvägens investeringskostnader varierar mellan å ena sidan Stockholms län och å andra sidan de andra svenska spårvägsstäder (Göteborg och Norrköping). Vi har därför beräknat ett medelvärde för kapitalkostnaderna för planerade projekt i Stockholms län. Att vi valt planerade projekt beror på att det gått ett antal år sedan tvärbanan byggdes ut.

⁹⁸ Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem Trivector Rapport 2008:26.

⁹⁹ Vägverket (2008) Effektkatalog kollektivtrafik 2008

¹⁰⁰ Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem Trivector Rapport 2008:26.

Tabell 30 Kostnader för planerade spårvägsprojekt i Stockholms län

Planerade spårvägskostnader för Stockholms-projekt	Total-kostnad Mkr	Sträcka km	Mkr/km	Mkr/km, exkl. vagnar och depå
Tvärspårväg Syd ¹⁰¹	8000	17,7	452	418
Spårväg City, etapp 1: Sergels Torg - Nybroplan ¹⁰²	173	0,6	288	250
Spårväg City, etapp 2: Sergels Torg–Ropsten ¹⁰³	2800	5,7	491	333
Tvärbanan Häggvik-Roslags-Näsby ¹⁰⁴	2000	8	250	250
Tvärbanan Norr Kistagrenen till Sollentuna ¹⁰⁵	6200	9,6	642	458
Tvärbanan Alvik-Solna ¹⁰⁶	5434	7	776	462
Medelvärde planerade spårvägsprojekt i AB-län			483	362

Medelvärdet av de sex spårvägsprojekten i Stockholms län (fem planerade och ett genomfört) är 483Mkr per kilometer dubbelspår.

För Spårväg Syd har vi i den fördjupade analysen använt kostnadsbedömningen från den samlade effektbedömningen för detta objekt. För spårtrafik som ska ersätta stombusslinje 4 har vi använt kostnadsbedömningen i SL:s genomförandebeslut för Spårväg City för första etappen mellan Sergels torg och Nybroplan. För spårvägsutbyggnaderna i Helsingborg har vi använt data från rapporten

¹⁰¹ Samlad effektbedömning Objekt Spårväg Syd, Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen, senast reviderad 2009 04 07

¹⁰² SL (2009) Genomförandebeslut Spårväg city (Djurgårdslinjen), etapp 1, 2009-06-04.

¹⁰³ Förnyat genomförandebeslut – Spårväg City, SL 2010-11-15. Uppgifterna är enligt SL grovt uppskattade. Vissa kostnadsposter i materialet är sammanblandade med åtgärder på Lidingöbanan. Dessa kostnader har räknats bort i tabellen. Sträckan är uppskattad

¹⁰⁴ Väg- och kollektivtrafikobjekt i RUFs 2010-arbetet, ARBETSMATERIAL 4:2008. Kostnaderna har schablonmässigt antagits till 250 Mkr exklusive fordon i materialet. Det är okänt om även depåkostnaden är exkluderad.

¹⁰⁵ Samlad effektbedömning. Objekt Spårväg Norr Kistagrenen, Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen, senast reviderad 2009- 05 -05. Bansträckan Bromma Hpl – Sollentuna C är hämtad från ÅF-rapport Kapacitetsanalys Tvärbana Norr Solnagrenen och Kistagrenen, 2009-03-16

¹⁰⁶ Samlad effektbedömning. Objekt Spårväg Solnagrenen, Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen, senast reviderad 2009- 04-02

Samhällsekonomisk värdering av spårväg i Skåne¹⁰⁷. Beloppen för Helsingborg med tillägg för matarstation har använts. För Göteborg har vi i avsaknad av data från rikets andra stad i stället använt siffror för Malmö från samma rapport¹⁰⁸.

En generell kalkylsiffra per kilometer för spårvägsutbyggnad i stadsmiljö är mycket svår att beräkna. En ansats är att använda bedömningen från Gibrand och Andersson (2008) av investeringsbehov för när spårinfrastruktur är medelsvårt att bygga ca 50 Mkr/km och svår miljö att bygga, dvs. tät stadsmiljö med mycket ledningar i gatan och små utrymmen, ca 70 Mkr/km. Ett medelvärde för detta intervall blir då 60 Mkr/km. Kostnader för vagnar och depå tillkommer, som med utgångspunkt från en kalkyl för Norrköping uppgår till 70 procent av övriga kostnader. Detta ger ett alternativ Låg på 101 Mkr/km.

Sammanfattning spårvägens kapitalkostnader¹⁰⁹

För de fortsatta kalkylerna rekommenderar vi att man räknar med två alternativa kostnadsnivåer, ett alternativ Låg och ett alternativ Hög. Det låga alternativet förklaras ovan och alternativ Hög för spårväg är medelvärdet för de planerade spårvägsprojekten i Stockholms län, 483Mkr per kilometer dubbelspår.

Tabell 31 Kostnader för dubbelspårig spårväg per kilometer bana i två alternativa kostnadsnivåer

Kostnadsalternativ	Definition	Spårvägs-kostnader, Mkr per dubbelspårskilometer
Alternativ Låg	Medelstora städer (Trivector)	101 Mkr/km
Alternativ Hög	Storstad (Stockholm)	483 Mkr/km

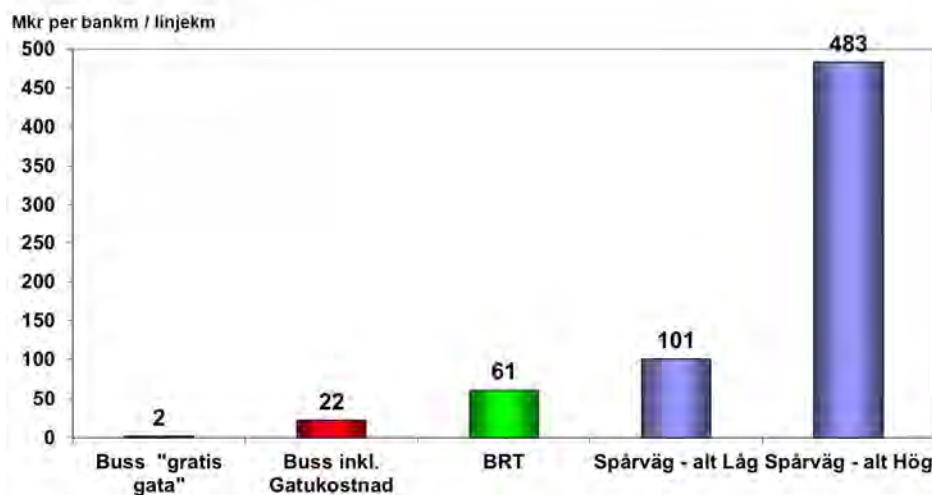
¹⁰⁷ Hansson (2008) Samhällsekonomisk värdering av spårväg i Skåne - exempel i Malmö, Lund och Helsingborg.

¹⁰⁸ Hansson (2008) Samhällsekonomisk värdering av spårväg i Skåne - exempel i Malmö, Lund och Helsingborg.

¹⁰⁹ Tegner (2008) Hur kan spårtaxi finansieras? – en jämförelse mellan buss, spårväg och spårtaxi, WSP rapport 2008:21

Jämförelse av de tre systemens kapitalkostnader

Figur 50. Investeringskostnader för Buss, BRT och spårväg i Mkr per km bana/linje



BRT kostar ca 60 Mkr per linjekm i genomsnitt i sex BRT-system som är i drift olika länder. Detta kan jämföras med 2 Mkr för vanlig buss på stadsgata, om man som i traditionella beräkningar utelämnar busstrafikens gatukostnader, eller med 22 Mkr per linjekm, när busstrafikens andel av gatukostnaderna tas med.

Det låga kostnadsalternativet för spårväg uppgår till 101 Mkr per km, vilket är över 60 procent dyrare än BRT. Det höga kostnadsalternativet, som är genomsnittskostnaden för 5 planerade spårvägsprojekt samt ett genomfört projekt i Stockholms län, uppgår till 483 Mkr per km, eller nästan 8 gånger så dyrt som BRT.

För samma budget - exempelvis en miljard kronor - erhåller man således 16 km BRT men bara 10 km spårväg. Man får således 60 procent mer per satsad bugetkrona med BRT jämfört med spårväg. Detta avser den allra lägsta kostnads kalkylen för spårväg. I Stockholmsregionen – där spårväg är betydligt dyrare att bygga – blir spårvägs kostnaderna över sju gånger dyrare att bygga jämfört med BRT. För en miljard kronor i investeringar får man där 2,1 km bana, jämfört med ca 16 km med BRT.

Driftskostnader för trafiken

I statistiken över den lokala och regionala kollektivtrafiken för år 2007¹¹⁰ finns en rad intressanta ekonomiska nyckeltal för buss och spårväg: Buss- och spårvägsresorna skiljer sig väsentligt åt i reslängd och i beläggingsgrad, vilket påverkar en del nyckeltal. Även platsantalet per vagn skiljer sig åt. Därför blir kostnaden per vagnkilometer högre för spårväg än buss, medan kostnaden per resa och per personkilometer blir högre för buss. Baserat på muntliga uppgifter från branschen uppskattas driftkostnadsandelen till ca 90 procent för buss och till ca 70 procent för spårväg.

Tabell 32. Nyckeltal för buss och spårväg. Hela landet exkl. Stockholms län år 2009

Hela Sverige exkl. Stockholms län, år 2009	Buss	Spårväg
Trafikintäkter, Tkr	5 398 019	718 083
Trafikeringskostnader, Tkr	11 083 778	1 034 022
Resor, tusental	383 382	105 478
Personkm, tusental	4 474 208	495 110
Utbudskm, tusental	423 290	14 026
Sittplatskm, Tusental	16 214 685	994 048
Reslängd/resa, km	11,7	4,7
Beläggning; Personer/vagn	11	35
Årskostnad/utbudskm	26,18 kr	73,72 kr
Biljettintäkt/påstigande	14,08 kr	6,81 kr
Biljettintäkt/personkm	1,21 kr	1,45 kr
Årskostnad/Personkm	2,48 kr	2,09 kr
Biljettintäkt/Årskostnad	49 %	69 %
Kostnad/resa	28,91 kr	9,80 kr
Kapitalkostnadsandel	11 %	32 %
Kapitalkostnad/utbudskm	2,75 kr	23,59 kr
Driftkostnad/utbudskm	23,44 kr	50,13 kr
Driftkostnad/Sittplatskm	0,61 kr	0,71 kr
Årskostnad/sittplats	0,68 kr	1,04 kr

Driftkostnaden per utbudskilometer uppgick år 2009 till 23:44 kr/per fordonskilometer för buss respektive till 50:13 kr/fordonskilometer för spårväg. Denna jämförelse blir något missvisande eftersom en spårvagn har större sittplats-

¹¹⁰ Trafikanalys (2009) Lokal och regional kollektivtrafik 2009. Nyckeltalen för spårväg baseras Göteborg och Norrköping eftersom spårväg bara finns i drift i dessa städer förutom i Stockholm. Orsaken till att Stockholm inte finns med i denna tabell är att spårvägskostnaderna sammanförs med övriga lokalbanor, som t.ex. Roslagsbanan, i SL:s årsredovisning. Källa: Trafikanalys Lokal och regional kollektivtrafik 2009. Statistik 2010:12 tabell 7, s.48

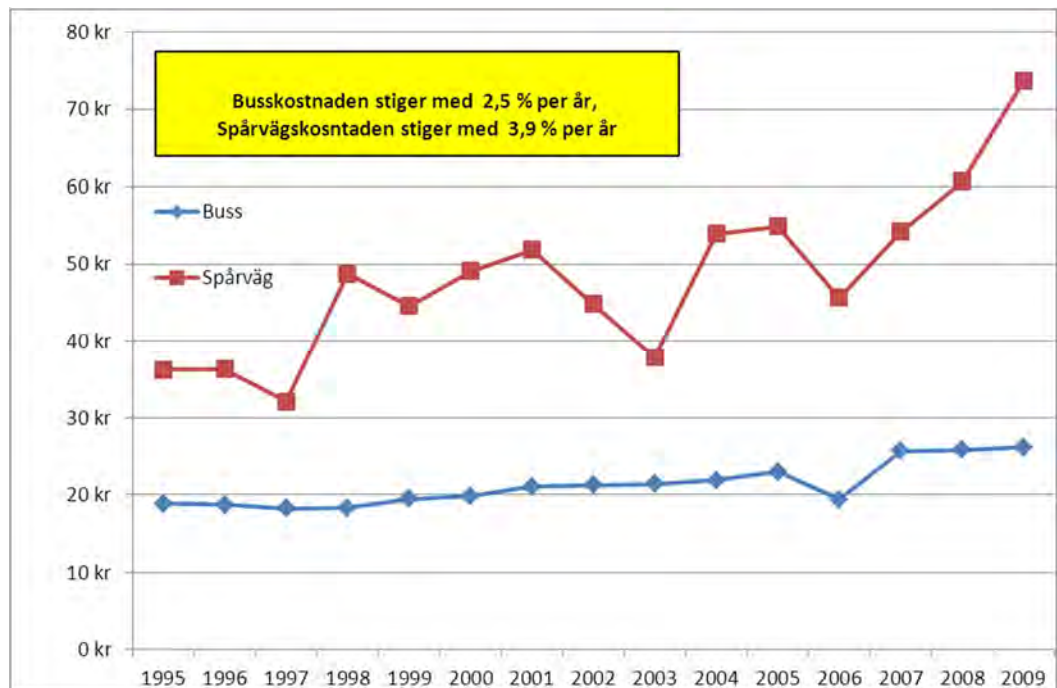
kapacitet än en buss. Men även när man räknar per sittplatskilometer visar sig spårväg vara dyrare än buss. Årskostnaden för buss uppgår till 68 öre per sittplatskilometer och för spårväg till 1:04 kr. Varje sittplats i en spårvagn är således 52 procent dyrare jämfört med en sittplats i en buss. Även själva driftkostnaden är 16 procent högre för spårväg än för buss.

Ett medelvärde under de senaste fem åren för driftkostnaden per utbudskilometer är:

- Buss 24 kr/utbudskm (63 öre/sittplatskm)
- Spårväg 58 kr/utbudskm (81 öre/sittplatskm)

Årskostnaderna har stigit betydligt snabbare för spårväg än för buss sedan år 1995. Enligt SLTF:s och SIKAs årliga statistik har bussens årskostnader per utbudskilometer ökat med 39 procent realt på fjorton år, medan spårvägstrafikens kostnader har ökat med 103 procent realt under samma tidsrymd. Detta motsvarar en årlig kostnadsökning på 2,5 procent för buss och med 3,9 procent för spårväg, se figuren nedan.

Figur 51 Real kostnad per vagnkilometer för buss och spårväg, hela landet exkl. Stockholms län, 1995 - 2009



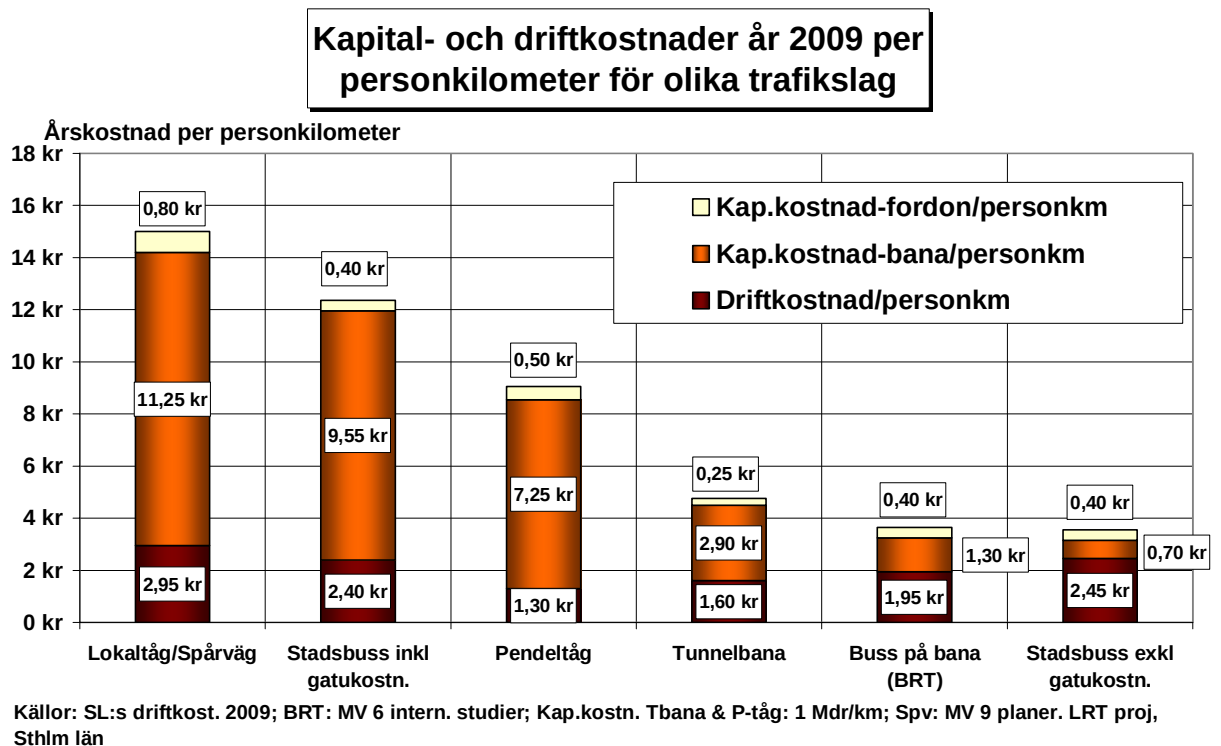
Spårväg är således både dyrare såväl i investering som i drift och dessutom ökar årskostnaderna i det närmaste dubbelt så snabbt för spårväg jämfört med buss.

Driftskostnaden för BRT-trafiken är lägre än i traditionell busstrafik genom att bussarna och personalen kan användas mer effektivt genom tidsvinsterna som uppstår genom att restiderna och körsträckorna är kortare i BRT. Däremot uppkommer underhållskostnader vid BRT. Storleken på dessa beror på hur BRT-systemet har byggts.¹¹¹ Om dieselbussar används så är priset på diesel högre än elpriset.

Kostnader per personkilometer

Alla kostnader har räknats om till "per personkilometer". Detta innebär att kostnaderna som redovisas nedan är beroende på den faktiska utnyttjandegraden. I genomsnitt är belägningsgraden per sittplats 30 %, högst för tunnelbana med 38 % (delvis beroende på att det finns få sittplatser och många ståplatser i tunnelbanan); och lägst för lokalbanor/spårväg med 24 % utnyttjade sittplatser. En annan faktor som förklarar skillnaderna i kapitalkostnader per personkilometer är hur mycket spåren utnyttjas. Som ett exempel kan nämnas att tunnelbanans spårutnyttjande är närmare åtta gånger högre än för spårväg. Detta gör att de höga kapitalkostnaderna slås ut på betydligt fler resenärer.

I figuren nedan sammanfattas kostnaderna:



¹¹¹ Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem
Trivector Rapport 2008:26.

Lokaltåg/spårväg visar sig vara det mest kostsamma trafikslaget med 15 kronor per personkilometer. Den enskilt största kostnadsposten utgörs här av kapitalkostnaden, som uppgår till 11:25 kr/personkm. Även driftkostnaden är högre än till och med för buss med 2:95 kr/personkm.

Buss på stadsgata är både näst dyrast och billigast, beroende på hur man räknar. Om man bortser från busstrafikens andel av de totala gatukostnaderna, blir busskostnaden ca 3:56 kr per personkilometer, och härmed det allra billigaste trafikslaget. Detta är det traditionella sättet att räkna. Om man - å andra sidan - även beaktar busstrafikens andel av infrastrukturkostnaden för en typisk stadsgata, då blir buss det näst dyraste färdssättet, med drygt 12:35 kr per personkilometer.

Buss på egen bana, s.k. Bus Rapid Transit (BRT), uppvisar en kostnad på ca 3:65 kr personkilometer och blir härigenom det näst billigaste färdssättet.

Bilaga 3/Kalkyler fördjupad jämförelse

Nedan återfinns de kalkyler som är gjorda för respektive exempel samt referenser och kommentarer till beräkningarna.

Kalkylförutsättningar

Vid insamlande av indata till beräkningarna har det visat sig att vissa kostnadsposter endast anges med kostnadsspann. I de fall kostnadsuppgifterna varierar kraftigt mellan olika källor har vi valt att använda kostnadsuppgifter som ligger på samma nivå inom kostnadsspannet både för spårvagn respektive BRT.

För beräkningarna finns vissa gemensamma indata

Kalkylränta 4 %

Avskrivningstider (år)

Buss	15
Spårvagn	30
Hållplats	30
Depå	40
Gata/Spår/Bro	40

1. Stombusslinje 4 i Stockholm (Gullmarsplan-Radiohuset)

Tabell 33 Kostnadsjämförelse mellan buss, BRT och spårväg för linje 4

Ekonomisk kalkyl Stockholm: Linje 4 Gullmarsplan - Radiohuset	Nuläget (ledbuss 18 m)		Spårvagn (enkelkopplad)		BRT (dubbelledad)	
	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)
Kapitalkostnader						
Fordon						
Antal fordon	27		17		17	
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	2,9		25,0		4,7	
Totalt fordon	78	6,8	425	23,6	80	6,9
Hållplatser						
Antal hållplatser	30		16		16	
Investeringskostnad per hållplats (Mkr)	0,7				0,7	
Totalt hållplatser	21	1,2			11,2	0,6
Depå						
Antal fordon	27		17		17	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	3,7		6,2		3,7	
Totalt depå	101	4,9	105	5,1	63	3,1
Gata/spår						
Antal km gata/spår	12,0		12,0		12,0	
Investeringskostnad per km gata/spår (Mkr/km)	39		250		16	
Busstrafikens andel av investeringskostnaderna	0%					
Totalt gata/spår	0	0,0	3000	145,7	192	9,3
Driftskostnader						
Trafikering						
Antal turer per dygn	211		211		211	
Sträcka (km)	12,0		12,0		12,0	
Utbudskilometer per dygn (km/dygn)	5 064		5 064		5 064	
Utbudskilometer per år (km/år, 300 dagar)	1 519 200		1 519 200		1 519 200	
Driftkostnad (kr/utbudskm)	26		74		26	
Totalt trafikering		39,8		112,0		39,8
Infrastruktur						
Sträcka för spår (km)			12,0			
Kostnad per km spår (Mkr/km)			0,5			
Yta för gata (m ²)	96 000				96 000	
Kostnad per m ² (Mkr/m ²)	0,000038				0,000038	
Totalt infrastruktur		3,6		6		3,6
Totala kostnader per år (Mkr/år)		56		292		63

Tabell 34 Källor och anmärkningar till föregående tabell.

Ekonomisk kalkyl	Källor och anmärkningar
Stockholm: Linje 4 Gullmarsplan - Radiohuset	
Kapitalkostnader	
Fordon	
Antal fordon	Egna beräkningar på basis av omloppstidsberäkningar.
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem.
Totalt fordon	
Hållplatser	
Antal hållplatser	denna rapport.
Investeringskostnad per hållplats (Mkr)	Kommunförbundet Stockholms län (2007) Gemensam standard för busshållplatser i Stockholms län. 2007-11-22, samt Vägverket (2004) Förstudie samrådshandling Väg 274 Kulla vägskal.
Totalt hållplatser	
Depå	
Antal fordon	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	Avsnittet 3.2 Kostnader i denna rapport (uppgift från Per Ekberg, SL för bussdepå i Stockholm), samt Johansson & Lange (2009) Spårväg Guide för Etablering. Banverket 2009:7.
Totalt depå	
Gata/spår	
Antal km gata/spår	Wieselgrensplatsen har spårlängden reducerats med 2,8 km. På samma sätt har den befintliga bussbanan på 2,8 km på Lindholmen subtraherats.
Investeringskostnad per km gata/spår (Mkr)	30 i denna rapport. BRT: Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem. 8-12 Mkr/km består av upprustn av gata, 1,2 Mkr för signalprioriterad korsning (5 korsningar/km)
Busstrafikens andel av investeringskostnaderna	Nuläget: Eftersom gatan hade behövts ändå antas nuvarande busstrafik ej belastas med investeringskostnaden.
Totalt gata/ spår	
Driftskostnader	
Trafikering	
Antal turer per dygn	Skånetrafikens tidtabell för linje 1, Knutpunkten - Dalhem.
Sträcka (km)	Egna beräkningar med hjälp av GIS-verktyg.
Utbudskilometer per dygn (km/dygn)	Antal turer per dygn multiplicerat med 2 för att få både tur och retur multiplicerat med sträckan.
Utbudskilometer per år (km/år, 300 dagar)	Beräkningen har skett med 300 dagar per år , för att kompensera för reducerad trafik under helger och sommartidtabell.
Driftkostnad (kr/utbudskm)	Trafikanalys (2009) Lokal och regional kollektivtrafik 2009. Statistik 2010:12 tabell 7, s 48Se även tabell 32 i denna rapport. Lönekostnader ingår i driftskostnaderna.
Totalt trafikering	
Infrastruktur	
Sträcka för spår (km)	
Kostnad per km spår (Mkr/km)	Spårvagn: Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem.
Yta för gata (m ²)	Nuläget och BRT: 8 meters gatubredd har antagits.
Kostnad per m ² (Mkr/m ²)	Nuläget och BRT: Vägverket (2008) Effektsamband för vägtransportsystemet kollektivtrafik. 2008:10.
Totalt infrastruktur	
Totala kostnader per år (Mkr/år)	

Tabell 35 Antal linjekilometer för spårvägs kostnad Gullmarsplan-Radiohuset

Antal linjekm för spårvägs kostnad	Nuläget (ledbuss 18 m)	Spårvagn (enkelkopplad)	BRT (dubbelledad)
Stockholm: Linje 4 Gullmarsplan - Radiohuset	Linjekm (km)	Linjekm (km)	Linjekm (km)
Totala kostnader per år (Mkr/år)	56	292	63
Antal km gata/spår	12,0	12,0	12,0
Kostnad per km och år (Mkr/km*år)	4,7	24,4	5,3
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	236		229
Antal extra linjekilometer för spårvägs kostnad	50,4		43,4
Totalt antal linjekm för spårvägs kostnad (km)	62,4	12,0	55,4

Tabell 36 Källor och anmärkningar till föregående tabell

Antal linjekm för spårvägs kostnad	Källor och anmärkningar
Stockholm: Linje 4 Gullmarsplan - Radiohuset	
Totala kostnader per år (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Antal km gata/spår	Egna beräkningar med hjälp av GIS-verktyg.
Kostnad per km och år (Mkr/km*år)	
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Antal extra linjekilometer för spårvägs kostnad	
Totalt antal linjekm för spårvägs kostnad (km)	

Tabell 37 Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad Gullmarsplan-Radiohuset

Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad	Nuläget (ledbuss 18 m)	Spårvagn (enkelkopplad)	BRT (dubbelledad)
Stockholm: Linje 4 Gullmarsplan - Radiohuset	Antal sittplatser	Antal sittplatser	Antal sittplatser
Antal fordon	27	17	17
Antal sittplatser per fordonsenhet	55	80	69
Antal sittplatser i maxtrafik	1485	1360	1173
Investering, marginalkostnadsberäkning			
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	2,9	25,0	4,7
Årskostnad per fordon (Mkr/år)	0,3	1,4	0,4
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr/år)	3,7	6,2	3,7
Årskostnad för depå per fordon (Mkr/år)	0,2	0,3	0,2
Total marginalkostnad investering per fordon och år	0,4	1,7	0,6
Drift, marginalkostnadsberäkning			
Total driftskostnad för trafikering (Mkr/år)	39,8	112,0	39,8
Driftskostnad för trafikering per fordon (Mkr/år)	1,5	6,6	2,3
Marginalkostnad per fordon och år (Mkr/år)	1,9	8,3	2,9
Marginalkostnad per sittplats och år (Mkr/år)	0,035	0,103	0,042
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	236		229
Antal extra fordon för spårvagnskostnad	124		78
Antal extra sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	6821		5401
Totalt antal sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	8306	1360	6574

Tabell 38 Källor och anmärkningar till föregående tabell

Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad Stockholm: Linje 4 Gullmarsplan - Radiohuset	Källor och anmärkningar
Antal fordon	Egna beräkningar på basis av omloppstidsberäkningar.
Antal sittplatser per fordonsenhet	Nuläget: Uppgift för ledbuss 18 m med låggolv, i tabell 9 i denna rapport. Spårvagn: Uppgift för spårvagn 30 m i denna rapport. BRT: Institute for Transportation & Development Policy (2009) First set of TransMilenio Bi-articulated Buses launched in Bogotá. 2009-08-19.
Antal sittplatser i maxtrafik	Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem.
Investering, marginalkostnadsberäkning	
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Årskostnad per fordon (Mkr/år)	För avskrivningstider se ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Årskostnad för depå per fordon (Mkr/år)	
Total marginalkostnad investering per fordon och år	
Drift, marginalkostnadsberäkning	
Total driftskostnad för trafikering (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Driftskostnad för trafikering per fordon (Mkr/år)	
Marginalkostnad per fordon och år (Mkr/år)	
Marginalkostnad per sittplats och år (Mkr/år)	
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Antal extra fordon för spårvagnskostnad	
Antal extra sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	
Totalt antal sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	

2. Tvärförbindelse Syd Stockholm (Flemingsberg-Älvsjö)

Tabell 39 Kostnadsjämförelse mellan buss, BRT och spårväg för tvärförbindelse syd

Ekonomisk kalkyl	Nuläget (ledbuss 18 m)		Spårvagn (enkelkopplad)		BRT (dubbelledad)	
	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)
Stockholm tvärförbindelse syd: Älvsjö - Flemingsberg						
Kapitalkostnader						
Fordon						
Antal fordon	8		7		7	
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	2,9				4,7	
Totalt fordon	23	2,0			33	2,8
Hållplatser						
Antal hållplatser	25		15		15	
Investeringskostnad per hållplats (Mkr)	0,7				0,7	
Totalt hållplatser	18	1,0			10,5	0,6
Depå						
Antal fordon	8		7		7	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	3,7				3,7	
Totalt depå	30	1,4			26	1,3
Gata/spår						
Antal km gata/spår	17,5		17,5		17,5	
Investeringskostnad per km gata/spår (Mkr/km)	39		452		46	
Busstrafikens andel av investerings-kostnaderna	0%					
Totalt gata/spår	0	0,0	7910	384,3	805	39,1
Broar						
Brolängd (m)					900	
Brobredd (m)					8	
Broyta (m ²)					7200	
Investeringskostnad per m ² bro (Mkr/m ²)					0,017	
Totalt broar					122	5,9
Driftskostnader						
Trafikering						
Antal turer per dygn	68		68		68	
Sträcka (km)	17,5		17,5		17,5	
Utbudskilometer per dygn (km/dygn)	2 380		2 380		2 380	
Utbudskilometer per år (km/år, 300 dagar)	714 000		714 000		714 000	
Driftkostnad (kr/utbudskm)	26		74		26	
Totalt trafikering		18,7		52,6		18,7
Infrastruktur						
Sträcka för spår (km)			17,5			
Kostnad per km spår (Mkr/km)			0,5			
Yta för gata (m ²)	140 000				140 000	
Kostnad per m ² (Mkr/m ²)	0,000038				0,000038	
Totalt infrastruktur		5,3		8,75		5,3
Totala kostnader per år (Mkr/år)		28		446		74

Tabell 40 Källor och anmärkningar till föregående tabell

Ekonomisk kalkyl	Källor och anmärkningar
Helsingborg: Knutpunkten - Dalhem	
Kapitalkostnader	
Fordon	
Antal fordon	Egna beräkningar på basis av omloppstidsberäkningar.
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	Buss/BRT: Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem. Spårvagn: Fordonskostnader ingår i investeringskostnad gata/spår
Totalt fordon	
Hållplatser	
Antal hållplatser	Spårvagn: Hållplatskostnader ingår i kilometerkostnaden. Hållplatsplacering enligt illustration i denna rapport.
Investeringskostnad per hållplats (Mkr)	Kommunförbundet Stockholms län (2007) Gemensam standard för busshållplatser i Stockholms län. 2007-11-22, samt Vägverket (2004) Förstudie samrådshandling Väg 274 Kulla vägskal.
Totalt hållplatser	
Depå	
Antal fordon	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	Spårvagn: Depåkostnader ingår i investeringskostnad gata/spår
Totalt depå	
Gata/spår	
Antal km gata/spår	Egna beräkningar med hjälp av GIS-verktyg.
Investeringskostnad per km gata/spår (Mkr)	Spårvagn: Samlad effektbedömning Objekt Spårväg Syd, rev 2009-04-07, sid 2, Investeringsplaneringen, Banverket/Vägverket Investeringskostnad 7400 Mkr, Totalt 8000 Mkr. BRT: Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem. 46 Mkr/km för bygget av bussbanan Lundalänken med planskilda korsningar.
Busstrafikens andel av investeringskostnaderna	Nuläget: Eftersom gatan hade behövts ändå antas nuvarande busstrafik ej belastas med investeringskostnaden.
Totalt gata/spår	
Broar	
Brolängd (m)	Spårvagn: Brokostnaden ingår i kilometerkostnaden. BRT: Total uppskattad längd för två broar över motorvägen vid Kungens Kurva för att nå Skärholmens tunnelbanestation.
Brobredd (m)	
Broyta (m ²)	
Investeringskostnad per m ² bro (Mkr/m ²)	
Driftskostnader	
Trafikering	
Antal turer per dygn	Skånetrafikens tidtabell för linje 1, Knutpunkten - Dalhem.
Sträcka (km)	Egna beräkningar med hjälp av GIS-verktyg.
Utbudskilometer per dygn (km/dygn)	Antal turer per dygn multiplicerat med 2 för att få både tur och retur multiplicerat med sträckan.
Utbudskilometer per år (km/år, 300 dagar)	Beräkningen har skett med 300 dagar per år, för att kompensera för reducerad trafik under helger och sommartidtabell.
Driftkostnad (kr/utbudskm)	Trafikanalys (2009) Lokal och regional kollektivtrafik 2009. Statistik 2010:12 tabell 7, s 48Se även tabell 32 i denna rapport. Lönekostnader ingår i driftskostnaderna.
Totalt trafikering	
Infrastruktur	
Sträcka för spår (km)	
Kostnad per km spår (Mkr/km)	Spårvagn: Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem.
Yta för gata (m ²)	Nuläget och BRT: 8 meters gatubredd har antagits.
Kostnad per m ² (Mkr/m ²)	Nuläget och BRT: Vägverket (2008) Effektsamband för vägtransportsystemet kollektivtrafik. 2008:10.

Tabell 41 Antal linjekilometer för spårvägs kostnad Älvsjö-Flemingsberg station

Antal linjekm för spårvägs kostnad	Nuläget (ledbuss 18 m)	Spårvagn (enkelkopplad)	BRT (dubbelledad)
Stockholm tvärförbindelse syd: Älvsjö - Flemingsberg	Linjekm (km)	Linjekm (km)	Linjekm (km)
Totala kostnader per år (Mkr/år)	28	446	74
Antal km gata/spår	17,5	17,5	17,5
Kostnad per km och år (Mkr/km*år)	1,6	25,5	4,2
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	417		372
Antal extra linjekilometer för spårvägs kostnad	257,4		88,3
Totalt antal linjekm för spårvägs kostnad (km)	274,9	17,5	105,8

Tabell 42 Källor och kommentarer till föregående tabell

Antal linjekm för spårvägs kostnad	Källor och anmärkningar
Helsingborg: Knutpunkten - Dalhem	
Totala kostnader per år (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Antal km gata/spår	Egna beräkningar med hjälp av GIS-verktyg.
Kostnad per km och år (Mkr/km*år)	
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Antal extra linjekilometer för spårvägs kostnad	
Totalt antal linjekm för spårvägs kostnad (km)	

Tabell 43 Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad Älvsjö-Flemingsberg

Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad	Nuläget (ledbuss 18 m)	Spårvagn (enkelkopplad)	BRT (dubbelledad)
Stockholm tvärförbindelse syd: Älvsjö - Flemingsberg	Antal sittplatser	Antal sittplatser	Antal sittplatser
Antal fordon	8	7	7
Antal sittplatser per fordonsenhet	55	80	69
Antal sittplatser i maxtrafik	440	560	483
Investering, marginalkostnadsberäkning			
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	2,9	25,0	4,7
Årskostnad per fordon (Mkr/år)	0,3	1,4	0,4
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr/år)	3,7	30,0	3,7
Årskostnad för depå per fordon (Mkr/år)	0,18	1,46	0,18
Total marginalkostnad investering per fordon och år	0,4	2,8	0,6
Drift, marginalkostnadsberäkning			
Total driftskostnad för trafikering (Mkr/år)	18,7	52,6	18,7
Driftskostnad för trafikering per fordon (Mkr/år)	2,3	7,5	2,7
Marginalkostnad per fordon och år (Mkr/år)	2,8	10,4	3,3
Marginalkostnad per sittplats och år (Mkr/år)	0,050	0,130	0,047
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	417		372
Antal extra fordon för spårvagnskostnad	151		114
Antal extra sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	8290		7878
Totalt antal sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	8730	560	8361

Tabell 44 Källor och kommentarer till föregående tabell

Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad Helsingborg: Knutpunkten - Dalhem	Källor och anmärkningar
Antal fordon	Egna beräkningar på basis av omloppstidsberäkningar.
Antal sittplatser per fordonsenhet	Nuläget: Uppgift för ledbuss 18 m, läggoliv i tabell 9 i denna rapport. Spårvagn: Uppgift för spårvagn 30 m i denna rapport. BRT: Institute for Transportation & Development Policy (2009) First set of TransMilenio Bi-articulated Buses launched in Bogotá. 2009-08-19.
Antal sittplatser i maxtrafik	Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem.
Investering, marginal-kostnadsberäkning	
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Årskostnad per fordon (Mkr/år)	För avskrivningstider se ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Årskostnad för depå per fordon (Mkr/år)	
Total marginalkostnad investering per fordon och år	
Drift, marginalkostnads-beräkning	
Total driftskostnad för trafikering (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Driftskostnad för trafikering per fordon (Mkr/år)	
Marginalkostnad per fordon och år (Mkr/år)	
Marginalkostnad per sittplats och år (Mkr/år)	
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).

3. Helsingborg (Knutpunkten–Dalhem)

Tabell 45 Kostnadsjämförelse mellan buss, BRT och spårväg för Helsingborg

Ekonomisk kalkyl	Nuläget (normalbuss 12m)		Spårvagn (enkelkopplad)		BRT (dubbelledad)	
	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)
Kapitalkostnader						
Fordon						
Antal fordon	9		7		7	
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	2,1		25		4,7	
Totalt fordon		19 1,6		175 9,7		33 2,8
Hållplatser						
Antal hållplatser	14		10		10	
Investeringskostnad per hållplats (Mkr)	0,7		0,7		0,7	
Totalt hållplatser		10 0,5		7 0,4		7 0,4
Depå						
Antal fordon	9		7		7	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	0,3		6,2		0,3	
Totalt depå		3 0,2		43 2,1		2 0,1
Gata/spår						
Antal km gata/spår	5,4		5,4		5,4	
Investeringskostnad per km gata/spår (Mkr/km)	39		73		16	
Busstrafikens andel av investeringskostnaderna	0%					
Totalt gata/spår		0 0,0		394 19,2		86 4,2
Driftskostnader						
Trafikering						
Antal turer per dygn	108		108		108	
Sträcka (km)	5,4		5,4		5,4	
Utbudskilometer per dygn (km/dygn)	1 166		1 166		1 166	
Utbudskilometer per år (km/år, 300 dagar)	349 920		349 920		349 920	
Driftkostnad (kr/utbudskm)	26		74		26	
Totalt trafikering		9,2		25,8		9,2
Infrastruktur						
Sträcka för spår (km)			5,4			
Kostnad per km spår (Mkr/km)			0,5			
Yta för gata (m ²)	43 200				43 200	
Kostnad per m ² (Mkr/m ²)	0,000038				0,000038	
Totalt infrastruktur		1,6		2,7		1,6
Totala kostnader per år (Mkr/år)		13		60		18

Tabell 46 Källor och kommentarer till föregående tabell

Ekonomisk kalkyl	
Helsingborg: Knutpunkten - Dalhem	
Källor och anmärkningar	
Kapitalkostnader	
Fordon	
Antal fordon	Egna beräkningar på basis av omloppstidsberäkningar.
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem.
Totalt fordon	
Hållplatser	
Antal hållplatser	Hållplatsplacering enligt illustration i denna rapport.
Investeringskostnad per hållplats (Mkr)	Kommunförbundet Stockholms län (2007) Gemensam standard för busshållplatser i Stockholms län. 2007-11-22, samt Vägverket (2004) Förstudie samrådshandling Väg 274 Kulla vägskal.
Totalt hållplatser	
Depå	
Antal fordon	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem, uppgift för Helsingborg, samt Johansson & Lange (2009) Spårväg Guide för Etablering. Banverket 2009:7.
Totalt depå	
Gata/spår	
Antal km gata/spår	Egna beräkningar med hjälp av GIS-verktyg.
Investeringskostnad per km gata/spår (Mkr)	Spårvagn: Trivector (2008) Samhällsekonomisk värdering av spårväg i Skåne - exempel i Malmö, Lund och Helsingborg. Beloppen för Helsingborg med tillägg för matarstation har använts. Se även avsnittet Spårvägens kapitalkostnader i denna rapport. BRT: Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem. 8-12 Mkr/km består av upprustn av gata, 1,2 Mkr för signalprioriterad korsning (5 korsningar/km)
Busstrafikens andel av investeringskostnaderna	Nuläget: Eftersom gatan hade behövts ändå antas nuvarande busstrafik ej belastas med investeringskostnaden.
Totalt gata/spår	
Driftskostnader	
Trafikering	
Antal turer per dygn	Skånetrafikens tidtabell för linje 1, Knutpunkten - Dalhem.
Sträcka (km)	Egna beräkningar med hjälp av GIS-verktyg.
Utbudskilometer per dygn (km/dygn)	Antal turer per dygn multiplicerat med 2 för att få både tur och retur multiplicerat med sträckan.
Utbudskilometer per år (km/år, 300 dagar)	Beräkningen har skett med 300 dagar per år, för att kompensera för reducerad trafik under helger och sommartidtabell.
Driftkostnad (kr/utbudskm)	Trafikanalys (2009) Lokal och regional kollektivtrafik 2009. Statistik 2010:12 tabell 7, s 48Se även tabell 32 i denna rapport. Lönekostnader ingår i driftskostnaderna.
Totalt trafikering	
Infrastruktur	
Sträcka för spår (km)	
Kostnad per km spår (Mkr/km)	Spårvagn: Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem.
Yta för gata (m ²)	Nuläget och BRT: 8 meters gatubredd har antagits.
Kostnad per m ² (Mkr/m ²)	Nuläget och BRT: Vägverket (2008) Effektsamband för vägtransportsystemet kollektivtrafik. 2008:10.

Tabell 47 Antal linjekilometer för spårvägs kostnad Knutpunkten-Dalhem

Antal linjekm för spårvägs kostnad Helsingborg: Knutpunkten - Dalhem	Nuläget (normalbuss 12m) Linjekm (km)	Spårvagn (enkelkopplad) Linjekm (km)	BRT (dubbelledad) Linjekm (km)
Totala kostnader per år (Mkr/år)	13	60	18
Antal km gata/spår	5,4	5,4	5,4
Kostnad per km och år (Mkr/km*år)	2,4	11,1	3,4
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	47		42
Antal extra linjekilometer för spårvägs kostnad	19,3		12,2
Totalt antal linjekm för spårvägs kostnad (km)	24,7	5,4	17,6

Tabell 48 Källor och anmärkningar till föregående tabell

Antal linjekm för spårvägs kostnad Helsingborg: Knutpunkten - Dalhem	Källor och anmärkningar
Totala kostnader per år (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Antal km gata/spår	Egna beräkningar med hjälp av GIS-verktyg.
Kostnad per km och år (Mkr/km*år)	
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Antal extra linjekilometer för spårvägs kostnad	
Totalt antal linjekm för spårvägs kostnad (km)	

Tabell 49 Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad Knutpunkten-Dalhem

Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad Helsingborg: Knutpunkten - Dalhem	Nuläget (normalbuss 12m) Antal sittplatser	Spårvagn (enkelkopplad) Antal sittplatser	BRT (dubbelledad) Antal sittplatser
Antal fordon	9	7	7
Antal sittplatser per fordonsenhet	35	80	69
Antal sittplatser i maxtrafik	315	560	483
Investering, marginalkostnadsberäkning			
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	2,1	25,0	4,7
Årskostnad per fordon (Mkr/år)	0,2	1,4	0,4
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr/år)	0,3	6,2	0,3
Årskostnad för depå per fordon (Mkr/år)	0,02	0,30	0,02
Total marginalkostnad investering per fordon och år	0,2	1,7	0,4
Drift, marginalkostnadsberäkning			
Total driftskostnad för trafikering (Mkr/år)	9,2	25,8	9,2
Driftskostnad för trafikering per fordon (Mkr/år)	1,0	3,7	1,3
Marginalkostnad per fordon och år (Mkr/år)	1,2	5,4	1,7
Marginalkostnad per sittplats och år (Mkr/år)	0,035	0,067	0,025
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	47		42
Antal extra fordon för spårvagnskostnad	38		24
Antal extra sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	1345		1655
Totalt antal sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	1660	560	2138

Tabell 50 Källor och anmärkningar till föregående tabell

Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad Helsingborg: Knutpunkten - Dalhem	Källor och anmärkningar
Antal fordon	Egna beräkningar på basis av omloppstidsberäkningar.
Antal sittplatser per fordonsenhet	Nuläget: Uppgift för normalbuss 12 m, låggolv i tabell 9 i denna rapport. Spårvagn: Uppgift för spårvagn 30 m i denna rapport. BRT: Institute for Transportation & Development Policy (2009) First set of TransMilenio Bi-articulated Buses launched in Bogotá. 2009-08-19.
Antal sittplatser i maxtrafik	Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem.
Investering, marginalkostnadsberäkning	
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Årskostnad per fordon (Mkr/år)	För avskrivningstider se ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Årskostnad för depå per fordon (Mkr/år)	
Total marginalkostnad investering per fordon och år	
Drift, marginalkostnadsberäkning	
Total driftskostnad för trafikering (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Driftskostnad för trafikering per fordon (Mkr/år)	
Marginalkostnad per fordon och år (Mkr/år)	
Marginalkostnad per sittplats och år (Mkr/år)	
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).

4. Busslinje 16 i Göteborg (Brunnsparken-Eketrägatan)

Tabell 51 Kostnadsjämförelse mellan buss, BRT och spårväg för Göteborg

Ekonomisk kalkyl	Nuläget (ledbuss 18 m)		Spårvagn (enkelkopplad)		BRT (dubbelledad)	
	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)
Kapitalkostnader						
Fordon						
Antal fordon	15		13		13	
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	2,9		25,0		4,7	
Totalt fordon	44	3,8	325	18,1	61	5,3
Hållplatser						
Antal hållplatser	15		15		15	
Investeringskostnad per hållplats (Mkr)	0,7		0,7		0,7	
Totalt hållplatser	11	0,6	10,5	0,6	10,5	0,6
Depå						
Antal fordon	15		13		13	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	3,7		6,2		3,7	
Totalt depå	56	2,7	80	3,9	48	2,4
Gata/spår						
Antal km gata/spår	8,8		6,0		6,0	
Investeringskostnad per km gata/spår (Mkr/km)	39		93		16	
Busstrafikens andel av investeringskostnaderna	0%					
Totalt gata/spår	0	0,0	556	27,0	96	4,6
Driftskostnader						
Trafikering						
Antal turer per dygn	177		177		177	
Sträcka (km)	8,8		8,8		8,8	
Utbudskilometer per dygn (km/dygn)	3 106		3 106		3 106	
Utbudskilometer per år (km/år, 300 dagar)	931 799		931 799		931 799	
Driftkostnad (kr/utbudskm)	26		74		26	
Totalt trafikering		24,4		68,7		24,4
Infrastruktur						
Sträcka för spår (km)			8,8			
Kostnad per km spår (Mkr/km)			0,5			
Yta för gata (m ²)	70 192				70 192	
Kostnad per m ² (Mkr/m ²)	0,000038				0,000038	
Totalt infrastruktur		2,6		4,387		2,6
Totala kostnader per år (Mkr/år)		34		123		40

Tabell 52 Källor och anmärkningar till föregående tabell

Ekonomisk kalkyl Göteborg: Brunnsparken - Eketrågatan	Källor och anmärkningar
Kapitalkostnader	
Fordon	
Antal fordon	Egna beräkningar på basis av omloppstidsberäkningar.
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem.
Totalt fordon	
Hållplatser	
Antal hållplatser	Hållplatsplacering enligt illustration i denna rapport.
Investeringskostnad per hållplats (Mkr)	Kommunförbundet Stockholms län (2007) Gemensam standard för busshållplatser i Stockholms län. 2007-11-22, samt Vägverket (2004) Förstudie samrådshandling Väg 274 Kulla vägskal.
Totalt hållplatser	
Depå	
Antal fordon	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	Avsnittet 3.2 Kostnader i denna rapport (uppgift från Per Ekberg, SL för bussdepå i Stockholm), samt Johansson & Lange (2009) Spårväg Guide för Etablering. Banverket 2009:7.
Totalt depå	
Gata/spår	
Antal km gata/spår	Egna beräkningar med hjälp av GIS-verktyg. På grund av att befintligt spår mellan Brunnsparken och Wieselgrensplatsen har spårlängden reducerats med 2,8 km. På samma sätt har den befintliga bussbanan på 2,8 km på Lindholmen subtraherats.
Investeringskostnad per km gata/spår (Mkr)	Beloppen för Malmö med tillägg för matarstation har använts. Se även avsnittet Spårvägens använts. Se även avsnittet Spårvägens kapitalkostnader i denna rapport. BRT: Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem. 8-12 Mkr/km består av upprustn av gata, 1,2 Mkr för signalprioriterad korsning (5 korsningar/km)
Busstrafikens andel av investeringskostnaderna	Nuläget: Eftersom gatan hade behövts ändå antas nuvarande busstrafik ej belastas med investeringskostnaden.
Totalt gata/spår	
Driftskostnader	
Trafikering	
Antal turer per dygn	Skånetrafikens tidtabell för linje 1, Knutpunkten - Dalhem.
Sträcka (km)	Egna beräkningar med hjälp av GIS-verktyg.
Utbudskilometer per dygn (km/dygn)	Antal turer per dygn multiplicerat med 2 för att få både tur och retur multiplicerat med sträckan.
Utbudskilometer per år (km/år, 300 dagar)	Beräkningen har skett med 300 dagar per år , för att kompensera för reducerad trafik under helger och sommartidtabell.
Driftkostnad (kr/utbudskm)	Trafikanalys (2009) Lokal och regional kollektivtrafik 2009. Statistik 2010:12 tabell 7, s 48Se även tabell 32 i denna rapport. Lönekostnader ingår i driftskostnaderna.
Totalt trafikering	
Infrastruktur	
Sträcka för spår (km)	
Kostnad per km spår (Mkr/km)	Spårvagn: Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem.
Yta för gata (m ²)	Nuläget och BRT: 8 meters gatubredd har antagits.
Kostnad per m ² (Mkr/m ²)	Nuläget och BRT: Vägverket (2008) Effektsamband för vägtransportsystemet kollektivtrafik. 2008:10.

Tabell 53 Antal linjekilometer buss/BRT för spårvägs kostnad Brunnsparken-Eketrågatan

Antal linjekm för spårvägs kostnad Göteborg: Brunnsparken - Eketrågatan	Nuläget (ledbuss 18m) Linjekm (km)	Spårvagn (enkelkopplad) Linjekm (km)	BRT (dubbelledad) Linjekm (km)
Totala kostnader per år (Mkr/år)	34	123	40
Antal km gata/spår	8,8	8,8	8,8
Kostnad per km och år (Mkr/km*år)	3,9	14,0	4,5
Skilnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	89		83
Antal extra linjekilometer för spårvägs kostnad	22,8		18,2
Totalt antal linjekm för spårvägs kostnad (km)	31,6	8,8	27,0

Tabell 54 Källor och anmärkningar till föregående tabell

Antal linjekm för spårvägs kostnad Göteborg: Brunnsparken - Eketrågatan	Källor och anmärkningar
Totala kostnader per år (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Antal km gata/spår	Egna beräkningar med hjälp av GIS-verktyg.
Kostnad per km och år (Mkr/km*år)	
Skilnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Antal extra linjekilometer för spårvägs kostnad	
Totalt antal linjekm för spårvägs kostnad (km)	

Tabell 55 Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad Brunnsparken-Eketrä gatan

Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad Göteborg: Brunnsparken - Eketrä gatan	Nuläget (ledbuss 18m) Antal sittplatser	Spårvagn (enkelkopplad) Antal sittplatser	BRT (dubbelledad) Antal sittplatser
Antal fordon	15	13	13
Antal sittplatser per fordonsenhet	55	80	69
Antal sittplatser i maxtrafik	825	1040	897
Investering, marginalkostnadsberäkning			
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	2,9	25,0	4,7
Årskostnad per fordon (Mkr/år)	0,3	1,4	0,4
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr/år)	3,7	6,2	3,7
Årskostnad för depå per fordon (Mkr/år)	0,2	0,3	0,2
Total marginalkostnad investering per fordon och år	0,4	1,7	0,6
Drift, marginalkostnadsberäkning			
Total driftskostnad för trafikering (Mkr/år)	24,4	68,7	24,4
Driftskostnad för trafikering per fordon (Mkr/år)	1,6	5,3	1,9
Marginalkostnad per fordon och år (Mkr/år)	2,1	7,0	2,5
Marginalkostnad per sittplats och år (Mkr/år)	0,037	0,087	0,036
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	89		83
Antal extra fordon för spårvagnskostnad	43		34
Antal extra sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	2366		2316
Totalt antal sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	3191	1040	3213

Tabell 56 Källor och anmärkningar till föregående tabell

Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad Göteborg: Brunnsparken - Eketrågatan	Källor och anmärkningar
Antal fordon	Egna beräkningar på basis av omloppstidsberäkningar.
Antal sittplatser per fordonsenhet	Nuläget: Uppgift för ledbuss 18 m med låggolv, i tabell 9 i denna rapport. Spårvagn: Uppgift för spårvagn 30 m i denna rapport. BRT: Institute for Transportation & Development Policy (2009) First set of TransMilenio Bi-articulated Buses launched in Bogotá. 2009-08-19.
Antal sittplatser i maxtrafik	Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem.
Investering, marginalkostnadsberäkning	
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Årskostnad per fordon (Mkr/år)	För avskrivningstider se ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Årskostnad för depå per fordon (Mkr/år)	
Total marginalkostnad investering per fordon och år	
Drift, marginalkostnadsberäkning	
Total driftskostnad för trafikering (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).
Driftskostnad för trafikering per fordon (Mkr/år)	
Marginalkostnad per fordon och år (Mkr/år)	
Marginalkostnad per sittplats och år (Mkr/år)	
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)	Se Ekonomisk kalkyl (tidigare i denna rapport).

WSP är ett globalt företag som erbjuder kvalificerade konsulttjänster för samhälle och miljö. Med drygt 250 kontor världen över och mer än 9 500 medarbetare är WSP ett av de största konsultföretagen i Europa och bland de tio största i världen. Verksamheten bedrivs huvudsakligen i Storbritannien och Sverige, men också i övriga Europa, USA, Afrika och Asien.

I Sverige är WSP ett rikstäckande konsultföretag med ca 1900 medarbetare. Verksamheten bedrivs inom följande affärsområden: WSP Analys & Strategi, WSP Byggprojektering, WSP Environmental, WSP International, WSP Management, WSP Samhällsbyggnad och WSP Systems.