



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



Ekonomiska jämförelser mellan BRT och spårväg i Sundsvall

Rapport

2012-02-15

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: Ekonomiska jämförelser mellan BRT och spårväg i Sundsvall, Linköping och Uppsala

Redaktör och huvudförfattare: Thomas Höjemo.

Medförfattare: Lars Sandberg, Janne Henningsson, Göran Tegnér

Kvalitetsgranskare: Vahid Fararos

Omslagsbild: adrim cm @ Flickr. CC-BY-ND

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

Förord

Intresset för att förnya kollektivtrafiken genom att bygga spårväg är stort på vissa håll i landet. Investeringskostnad för att bygga spårväg är hög. Samtidigt finns andra alternativ som är relevanta att ha med i en diskussion. Bus Rapid Transit (BRT) är ett alternativ till att utveckla dagens ”traditionella” kollektivtrafik. BRT visar på en betydligt lägre investeringskostnad och är därför ett intressant alternativ.

På uppdrag av BIL Sweden har WSP Analys & Strategi jämfört Bus Rapid Transit (BRT) och spårväg mellan transportslagen när det gäller kostnader, passagerarkapacitet och restid i en fördjupad analys av tre planerade eller diskuterade spårprojekt. Arbetet har utförts av Thomas Højemo (uppdragsledare), Lars Sandberg, Janne Henningsson, Göran Tegnér, och Vahid Fararos (kvalitetskontroll).

Denna rapport är fristående fortsättning till ”Buss, BRT och spårväg – en jämförelse” som togs fram under våren 2011.

Stockholm i februari 2012

WSP Analys & Strategi

Innehåll

SAMMANFATTNING	6
1 JÄMFÖRELSE MELLAN BRT OCH SPÅRVÄG.....	9
Vad är Bus rapid Transit (BRT)?	9
BRT:s beståndsdelar	9
BRT är något annat än traditionell busstrafik.....	16
2 UPPDRAGET	19
Antaganden och avgränsningar	19
Källor till jämförelsen.....	19
3 SUNDSVALL: SJUKHUSET - RESECENTRUM.....	22
Bakgrund	22
Tidigare utredningar.....	22
Sträcka för studie	24
Hur skulle BRT i Sundsvall kunna se ut praktiskt?	25
Förutsättningar för kostnadsjämförelse	27
Kostnadsanalys vid samma turtäthet för BRT och spårvagn	29
Kostnadsanalys vid samma sittplatskapacitet per timme för BRT och spårvagn	32
BILAGA 1 – EKONOMISK KALKYL FÖR SUNDSVALL.....	37

Sammanfattning

Uppdraget

WSP Analys & Strategi har på uppdrag av BIL Sweden gjort en jämförande analys mellan Bus Rapid Transit (BRT) och spårväg. Som utgångspunkt för denna analys ligger den tidigare rapport som WSP gjorde våren 2011. I denna rapport görs en jämförelse mellan transportslagen när det gäller kostnader, passagerarkapacitet och restid i en fördjupad analys av tre planerade eller diskuterade spårvägsprojekt:

- Sundsvall
- Uppsala
- Linköping

Transportsätten

Studien omfattar två transportsätt, spårvägstrafik och Bus Rapid Transit (BRT). Spårvägstrafik är trafik med spårvagnar som används för kollektiv persontransport. Eftersom det inte finns någon enhetlig definition av BRT så brukar man istället tala om att BRT har sex särskilt utmärkande beståndsdelar som tillsammans gör det möjligt att öka medelhastigheten, turtätheten, tillförlitligheten och attraktiviteten.

BRT som ett system:

- Egen **körbana** eller prioritering i trafiksignaler
- **Stationer** i stället för hållplatser
- **Fordon**, tydlig profilering och genomtänkt design
- Enkel biljettförsäljning och **biljetthantering**
- **ITS** i form av realtidsinformation, säkerhetssystem mm
- **Trafikering** med hög turtäthet

Resultat av analyserna

Sundsvall: Resecentrum-Sjukhuset

Kommunen har tidigare gjort en utredning för att jämföra spårväg och buss. De slutsatser som kom fram var att spårväg inte är realistiskt för staden eftersom

- Kapacitetsbehovet inte är så högt
- Större trängselproblem saknas i staden
- Befolkningsunderlaget är inte tillräckligt stort

Våra studier visar att med de kostnadsuppskattningar som angivits i Sundsvalls utredning skulle staden i jämförelse med spårväg kunna få en BRT -linje till en tredjedels kostnad. Om samma turtäthet ska gälla kommer dock BRT-linjen få en tredjedel färre antal sittplatser. Huvudjämförelsen har skett mellan BRT-bussar av 18 meters längd och spårvagnar som är 30 meter långa.

Om den uppskattade kostnaden för spårväg i stället används till ytterligare linjekilometer med BRT skulle kommunen få ett tre gånger så stort linjenät.

Om den uppskattade kostnaden för spårväg i stället används till fler BRT-fordon innebär detta att fyra gånger fler sittplatser kan tillskapas.

Om samma sittplatskapacitet ska gälla för BRT som för spårväg kommer kostnaderna för BRT-systemet ändå att vara ca 60 procent lägre. Samtidigt kommer turtätheten på grund av fler bussar vara 20 procent högre jämfört med spårväg.

Linköping – Linköping C-Mjärdevi Science Park

Den analyserade sträckan i Linköping följer i stort sätt linje 2 som är utpekad som en av stadens tre stombusslinjer. Huvudjämförelsen har skett mellan ledbuss (18 m) och enkelkopplad spårvagn (30 m).

Kostnadsjämförelsen mellan spårväg och BRT pekar på att BRT-linjen kostar drygt 40 procent av spårvägskostnaderna vid samma turtäthet. Med samma turtäthet innebär det även att BRT-linjen får ca 30 procent färre sittplatser jämfört med spårväg.

Om den beräknade spårvägskostnaden används till ett utbyggt BRT-nät kan det innebära ett nästan 2,5 gånger utökat BRT-nät.

Om spårvägskostnaden används till utökad sittplatskapacitet för BRT-fordonen ger detta 3 gånger fler sittplatser.

Vid samma sittplatskapacitet för spårväg som för BRT-linje kommer kostnaderna för BRT vara hälften av spårvägskostnaden. För att uppnå samma antal sittplatser med BRT som för spårväg innebär detta att flera bussar kommer att behövas. Detta innebär i sin tur en 30 procentig högre turtäthet jämfört med spårväg.

Uppsala – Resecentrum-Herrhagen

I Uppsala kommuns översiktsplan från år 2010 har ett antal stomlinjekorridorer reserverats för framtiden. Den studerade sträckan Resecentrum till Herrhagen är en av dessa korridorer. Eftersom jämförelsen i Uppsala bygger på ett scenario för år 2030 med hög kollektivtrafikandel har här dubbelledbussar (24 m) jämförts med enkelkopplade spårvagnar (30 m). Kapacitetsbehovet har dock ej varit så högt att behov finns av dubbelkopplade spårvagnar.

Kostnadsjämförelsen mellan spårväg och BRT vid samma turtäthet visar på att BRT-linjen kostar ca 40 procent av spårvägskostnaderna. Samma turtäthet innebär också att BRT-linjen får nästan 30 procent färre sittplatser jämfört med spårväg.

Om i stället spårvägskostnaden används till ytterligare linjekilometer med BRT skulle BRT-linjenätet mer än fördubblas (2,4 gånger)

Om i stället spårvägskostnaden används till utökad sittplatskapacitet skulle antalet sittplatser öka med 2,8 gånger jämfört med spårväg.

Vid samma sittplatskapacitet för spårväg som för BRT beräknas kostnaderna vara halverade med ett BRT-system jämfört med spårväg. Flera BRT-bussar kommer att behövas för att ha nå samma sittplatskapacitet. Detta kommer att innebära att turtätheten kommer att vara 30 procent högre jämfört med spårväg.

Några avslutande slutsatser

Spårväg dyrare än BRT

Den samlade slutsatsen är att spårväg är betydligt dyrare än BRT. För att uppnå samma sittplatskapacitet som för spårväg kan flera bussar behöva ingå i ett BRT-system. Samtidigt innebär detta en ökad turtäthet vilket för resenären är en vinst. Trots detta är kostnaden lägre för ett BRT-system.

De översiktligt studerade exemplen i de tre städerna visar på att med ett BRT-system kan kostnaderna användas på olika sätt jämfört med vad det kostar att införa en spårväglösning. I Sundsvall konstaterade kommunen att en spårväglösning inte är optimal med avseende på stadens behov av kapacitet och befolkningsunderlag. Staden skulle kunna få en högre kollektivstandard till en lägre kostnad med BRT. Dessutom kan en stad få ett betydligt större kollektivtrafiknät med en högre standard med BRT jämfört med kostnaden för en spårvägslinje.

Ett helt system

BRT bör ses som ett helt system på samma sätt som en spårväglösning. För att nå systemets positiva effekter fullt ut bör de olika delarna tas med. För att uppnå målet till högre medelhastighet, kortare restider, ökad tillförlitlighet, hög kapacitet etc bör det finnas egna busskörfält, signalprioritering, hög turtäthet, bra information, komfort och design etc.

Vad behövs för att BRT ska bli verklighet?

- En förutsättning är att de regionala kollektivtrafikmyndigheterna, 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 ta beslut som ger BRT full prioritering på gator och vägar. Det handlar framförallt om att 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 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 Jämförelse mellan BRT och spårväg

Vad är Bus rapid Transit (BRT)?

Bus Rapid Transit, BRT, är en vanlig benämning på högt utvecklade bussystem med infrastruktur som liknar spårtrafikens. BRT-system kombinerar många av de fördelar som traditionellt har varit kopplade till spårtrafik med busstrafikens betydligt lägre kostnader.¹

Ibland kallas BRT eller system som liknar BRT för BHNS (franska, översatt till engelska betyder det Buses with a High Level of Service), Metrobus, High-Capacity Bus Systems eller High-Quality Bus Systems.²

Det finns ingen fastställd definition av Bus Rapid Transit (BRT). "BRT Planning Guide" definierar BRT som: "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"

Eftersom det inte finns någon enhetlig definition av BRT så brukar man istället tala om att BRT har sex särskilt utmärkande beståndsdelar som tillsammans gör det möjligt att öka medelhastigheten, turtätheten, tillförlitligheten och attraktiviteten. De utmärkande beståndsdelarna består av körbanan, stationerna, fordonen, biljettsystemet, informationssystem (ITS) samt trafikeringen.

BRT:s beståndsdelar

Körbana

I BRT-system kör bussarna i busskörfält eller på egna bussbanor och prioriteras i trafiksignalerna för att öka medelhastigheten, minska restiden och öka tillförlitligheten för resenärerna. I traditionell busstrafik går i de allra flesta fall i blandtrafik och konkurrerar med vägutrymmet med personbilar och lastbilar, vilket sänker såväl hastigheten som tillförlitligheten.

¹ SL (2007) Idéstudie BRT Stockholms län "Tänk spår – kör buss"

² Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? – kunskapssammanställning med identifiering av forskningsfrågor och SL (2009b) Idéstudie BRT Stockholms län "Tänk spår – kör buss"



Figur 1 BRT på egen bana skyddade busskörfält i Istanbul, Turkiet. Foto: www.daimler.com

I BRT-system är linjestreckningarna i allmänhet raka och tydliga. Även detta ökar möjligheterna att öka medelhastigheten och korta restiderna för resenärerna.



Figur 2. Linjekarta för BRT-systemet i Crawley (Gatwick), Storbritannien

Stationer istället för hållplatser

Stationer istället för hållplatser gör det möjligt att skapa ett slutet system med ny identitet och hög attraktivitet. Genom relativt långa avstånd mellan stationerna kan medelhastigheten ökas, vilket minskar restiden för resenärerna.

Insteg i nivå med bussgolvet ger snabbare av- och påstigning, bättre tillgänglighet för funktionshindrade och personer med barnvagnar samt högre kapacitet. Genom att bussarna angör stationerna på liknande sätt som i tunnelbanesystem förstärks intrycket av BRT som ett särskilt system.



Figur 3. Insteg i nivå med bussgolvet. Foto: Volvo

Stationernas arkitektur varierar i de BRT-system som finns runt om i världen. Från mer eller mindre öppna stationer i exempelvis Istanbul till inbyggda BRT-stationer som i bl.a. Johannesburg.



Figur 4. BRT-station i Istanbul, Turkiet. Foto: Mercedes-Benz



Figur 5. Inbyggd BRT-station i Curitiba, Brasilien. Foto: Mercedes-Benz



Figur 6. BRT-station Rea Vaya-systemet i Johannesburg, Sydafrika. Foto: www.engineeringnews.co.za

Fordon

I många BRT-system används kapacitetsstarka fordon i form av enkel- eller dubbelledade bussar med längder på mellan 18 och 24 meter, med många och breda dörrar för att öka kapaciteten och snabba upp på- och avstigningen. I vissa system finns det även bussar med dörrar på båda sidor för att snabba upp angöringarna ytterligare. Men även kortare bussar används. Stora bussar och hög kapacitet är inget självändamål. Storleken på fordonen bör anpassas till behoven.



Figur 7. Dubbelledad buss, Göteborg. Foto: Volvo

I BRT-trafik används ofta höggolvsbussar i kombination med insteg i nivå med bussgolvet för att öka kapaciteten i fordonen och samtidigt få hög tillgänglighet för resenärerna. Detta är bl.a. vanligt i Sydamerika. Låggolvsbussar har generellt lägre kapacitet eftersom det är svårt att använda utrymmena ovanför och runt hjulhusen effektivt. Förutom att kapaciteten i respektive buss minskar finns det inget som hindrar att man använder låggolvs- eller lågcentrébussar i BRT-trafik tillsammans med insteg från plattformar som ligger på samma höjd som golvet i dessa bussar. Den lägre kapaciteten kan kompenseras genom en högre turtäthet

I BRT-system används ofta bussar med tydlig profilering och genomtänkt design. Detta ökar attraktiviteten och förstärker bilden av BRT som ett särskilt system ytterligare



Figur 8. BRT-buss i Leeds Storbritannien. Foto: Volvo



Figur 9. Buss i BRT-trafik i Las Vegas. Foto: sf.streetsblog.org

Biljettförsäljning

Biljetten köps och kontrolleras på stationen, ungefär som i tunnelbanan i Stockholm. Ett alternativ till spärrar eller vändkors är täta slumpvisa biljettkontroller. Detta medför att resenärerna kan gå av och på genom alla dörrar och att resenärerna får en snabbare resa.



Figur 10. Biljetviseringsmaskin i Mexiko. Bild Volvo

ITS

En annan komponent i BRT-system är väl utbyggd ITS i form av full prioritet för bussarna vid trafiksignaler, kommunikationssystem, realtidssystem och säkerhetssystem. Resenärerna ska vid varje hållplats enkelt kunna se när nästa buss går. ITS skall ge 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.



Figur 11. Realtidsinformation BRT, Rea Vaya-systemet i Johannesburg. Foto: Scania

Trafikering

Ovan nämnda åtgärder gör det möjligt att ha en tät och snabb trafikering med medelhastigheter på minst 20 – 35 km/h och hög tillförlitlighet utan hopklumpning ute på nätet.

BRT-system planeras generellt för hög turtäthet med högst 7-8 minuter i väntetid i innerstadsmiljöer. I jämförelse med en dubbelledad spårvagn har en buss lägre kapacitet per fordon. Detta kan dock kompenseras genom att BRT-bussen har högre turtäthet, vilket innebär att resenärerna slipper vänta så länge vid hållplatsen. Hög turtäthet är en viktig faktor för att locka resenärer till kollektivtrafiken.

BRT är något annat än traditionell busstrafik

Ett system med komponenter som är beroende av varandra

Grundläggande för BRT är att det genomsyras av systemtänkande och helhetsplanering. Det som skiljer Bus Rapid Transit från traditionell busstrafik är att BRT är ett koncept eller system som innehåller ett antal komponenter som tillsammans skapar ett bussystem med hög medelhastighet, turtäthet, tillförlitlighet och attraktivitet. Det innebär att det inte går att plocka delar och tro att man kan få fördelarna av helheten.

Unik identitet

BRT-system har, till skillnad från vanlig busstrafik, i många fall en unik identitet. En unik identitet som skapats genom genomtänkt design och tydlig profilering av fordon, stationer, biljetter och dess utformning av dessa som ett slutet system. Flera framgångsrika BRT -system har dessutom fått egna namn, som Transmilenio i Colombia och Trans Jakarta i Indonesien.³

Högre kostnader än buss, men lägre än spårväg

Kostnaderna är högre för BRT än traditionell busstrafik. Framförallt är investeringskostnaderna högre för BRT än buss. WSP:s jämförelse visade att investeringskostnaderna per linjekilometer är ungefär 3 gånger högre för BRT än buss. Men ser man till kapital- och driftskostnader per personkilometer så är kostnaderna för BRT bara omkring 2,5 procent högre än för busstrafik. Spårväg är dock betydligt dyrare än både buss och BRT. Investeringskostnaderna per bankilometer för spårväg är från 60 procent till 800 procent högre än för BRT. Kapital- och driftskostnaderna per kilometer är omkring 4 gånger högre för spårväg/lokaltåg än för BRT.⁴

Hög komfort

Resenärernas åkkomfort upplevs ofta som sämre i traditionell busstrafik än i spårtrafik. Det beror bland annat på att accelerationen upplevs som kraftigare i en buss. Det kan också bero på hinder och stopp på vägen, som ojämn vägbeläggning, köer, korsningar, hållplatser osv, eller på utbildade förare som kör ryckigt.

BRT går i allmänhet på separerade bussbanor där kurvorna kan doseras och det inte krävs stor sidoförflyttning vid hållplatserna. Detta innebär att komforten för resenärerna kan ökas betydligt jämfört med traditionell busstrafik och kan på så sätt närma sig åkkomforten för spårtrafik.

En annan aspekt av resenärernas komfort är trygghet från oro för såväl trafikolyckor som brott. Ett sätt att skapa trygghet för resenärerna är genom avskilda system. BRT är i allmänhet slutna system där resenärerna är avskilda från biltrafiken och biljett krävs för att komma in på stationerna.⁵

³ Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? – kunskapssammanställning med identifiering av forskningsfrågor

⁴ WSP (2011) Buss, BRT och spårväg – en jämförelse

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

Stadsutveckling genom BRT

Även flexibiliteten skiljer BRT från traditionell busstrafik. Under förutsättning att det finns vägar eller gator kan busstrafik ofta bedrivas nära bostäder, arbetsplatser och skolor. På så sätt ökar tillgängligheten till ett bussystem för resenärerna. Ny busstrafik kan lätt införas och linjestreckningarna kan enkelt läggas om, förlängas eller förkortas. Vid t.ex. vägarbeten är det lätt att lägga om busstrafiken till näraliggande gator. BRT är mindre flexibelt än traditionell busstrafik. Genom att BRT helt, eller uteslutande, kör på egna bussbanor eller i skyddade busskörfält och angör stationer istället för hållplatser minskas flexibiliteten.

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.⁶ 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. Det finns exempel på stadsutveckling kring BRT-system. I Brisbane steg fastighetspriserna med 20 procent runt BRT-banan, vilket var tre gånger mer än för andra områden. Det uppstod också en urban utveckling kring en av stationerna, Tea Tree Plaza.⁷



Figur 12. Dieselhybridbuss ger 30 % lägre bränsleförbrukning och mycket tysta hållplatsuppehåll då elmotorer driver hjälpapparater och en elmotor accelererar bussen varvid accelerationen blir tyst. Bild: Volvo

⁶ Andersson och Gibrand (2008) Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem Trivector Rapport 2008:26

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

Tysta fordon med låga utsläpp

En av kollektivtrafikens viktigaste argument är dess miljöegenskaper. Därför är det viktigt att satsa på fordon med goda miljöprestanda när det gäller såväl utsläpp som buller. Detta kan åstadkommas med flera olika bränslen och tekniker för bränsleförsörjning. En miljöjämförelse mellan buss och spårvagn gjordes i en rapport från WSP år 2011⁸.



Figur 13. Eldriven buss som använts för över 100 miljoner resor under världsutställningen i Shanghai. Bild: Sunwin / Volvo.

⁸ WSP (2011) Buss, BRT och spårväg – en jämförelse.

2 Uppdraget

WSP Analys & Strategi har på uppdrag av BIL Sweden gjort en komparativ analys mellan Bus Rapid Transit (BRT) och spårväg av tre planerade eller diskuterade spårvägslinjer i Sundsvall, Uppsala och Linköping. Analysen innefattar huvudsakligen jämförelser av kostnader och passagerarkapacitet.

Antaganden och avgränsningar

Följdverkningar för vägtrafiken ej studerade

I jämförelserna nedan mellan uppskattade kostnader för BRT och den planerade eller diskuterade spårvägstrafiken har vi inte tagit hänsyn till stadsmässiga eller trafikmässiga komplikationer, som att befintligt gatuutrymme tas i anspråk för spårvagn eller BRT. Den befintliga vägtrafiken kan då komma att påverkas och få en försämrad framkomlighet.

Tre fordonstyper jämförs

Jämförelsealternativen är följande:

- spårvagn (30 m lång; 80 sittplatser⁹)
- ledbuss med låggolv (18,5 m lång; 55 sittplatser¹⁰)
- dubbelledbuss med låggolv (24 m lång; 61 sittplatser¹¹)

För bussarna har vi föreslagit låggolv eftersom kapacitetsbehovet inte är så stort att höggolvsbussar behövs. Fördelen är då att BRT-linjen lättare kan integreras med övrig busstrafik eftersom hållplatslägen vid exempelvis terminaler kan utnyttjas effektivare genom samutnyttjande då alla bussar har samma golvhöjd. I annat fall behövs alltid separata hållplatslägen för BRT-bussar vid terminaler oavsett om behovet finns eller ej.

Vi har antagit likartade förutsättningar vad gäller hastighet för båda fordonen. Detta eftersom vi föreslår samma antal hållplatser, signalprioritering förutsatt samma passagerarflöde oavsett om det gäller BRT eller spårväg. Vi har valt att inte studera dubbelkopplade spårvagnar eftersom kapacitetsbehovet inte är så stort i någon av städerna att det skulle vara ett realistiskt alternativ. I denna rapport jämförs endast BRT och spårväg med varandra. För en jämförelse även med traditionell busstrafik rekommenderas rapporten Buss, BRT och Spårväg - en jämförelse i Helsingborg, Göteborg och Stockholm.¹²

Källor till jämförelsen

Nedan presenteras de viktigaste källorna till kostnadsdata för jämförelsen. En detaljerad beskrivning av alla källor finns redovisad i bilaga. Om en mer specifik källa finns för en uppgift för en

⁹ SL (2008) RIPLAN. <http://sl.se/Global/Pdf/Rapporter/RIPLAN%202008.pdf>

¹⁰ SL (2008) RIPLAN. <http://sl.se/Global/Pdf/Rapporter/RIPLAN%202008.pdf> Avser låggolvsbuss.

¹¹ Avser dubbelledbuss av låggolvstyp i bruk i Göteborg på stombusslinje 16 av modell Volvo 5500.

¹² WSP (2011) Buss, BRT och spårväg – en jämförelse.

viss stad kan denna ha använts i stället. Efter varje redovisad kalkyl i bilagan följer en beskrivning av exakt vilka källor som använts för kalkylen för respektive stad.

Driftskostnader

BRT 18 och 24 m: 27 kr/utbudskilometer

Spårvagn: 68 kr/utbudskilometer

För driftskostnaderna har både för BRT och spårväg har Trafikanalys statistik använts¹³ eftersom den bygger på verkliga driftdata inrapporterade från trafikhuvudmännen. I praktiken borde driftskostnaden vara lägre med 18-meters bussar än med 24-meters bussar på grund av lägre bränsleförbrukning. Dock saknas källor för driftskostnader som är differentierade efter busslängd, varför samma driftskostnad per km använts oavsett busslängd.

Antal sittplatser per fordon

BRT 18 m: 55 sittplatser (avser låggolvsbuss)

BRT 24 m: 61 sittplatser (avser låggolvsbuss)

Spårvagn: 80 sittplatser

För antalet sittplatser per fordon har uppgifter för ledbuss 18 m med låggolv och spårvagn hämtats från RIPLAN¹⁴. För dubbelledbuss 24 m med låggolv har antalet passagerare för bussen av modell Volvo 5500 som används på stomlinje 16 i Göteborg använts.

Investeringskostnad per fordon

BRT 18 m: Uppgift från Leif Nyström, Scania.

BRT 24 m: Buss, BRT och spårväg - en jämförelse¹⁵.

Spårvagn: Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem¹⁶. (För Sundsvall har dock en uppgift från Sundsvalls kommuns rapport använts.)

Investeringskostnad per fordon för depå

BRT 18 m och 24 m: 3,7 Mkr / fordon. Uppgift från Per Ekberg, SL för bussdepå i Stockholm. (Kostnaden för bussdepå i Sundsvall torde vara lägre eftersom kostnaden delvis beror på markpriser på den aktuella orten.)

Spårvagn: 7,2 Mkr/foron. Källa: Spårväg Guide för Etablering. Banverket 2009:7¹⁷.

¹³ Trafikanalys (2010) Lokal och regional kollektivtrafik 2010. Rapport 2011:19. Tabell 7

¹⁴ SL (2008) RIPLAN – Riktlinjer för planering av kollektivtrafik i Stockholms län

¹⁵ WSP (2011) Buss, BRT och spårväg - en jämförelse. Rapport 2011:1, s 123 (avser bussmodell Volvo 7500)

¹⁶ Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem

¹⁷ Johansson & Lange (2009) Spårväg Guide för Etablering. Banverket 2009:7.

Investeringskostnad per kilometer gata/spår

BRT 18 m och 24 m: 50 Mkr/km. Uppgiften är framräknad av medelvärdet av internationella BRT-projekt (B-line i Vancouver, Superbus i Leeds, O-Bahn i Adelaide, Phileas APT i Eindhoven, Zuidtangent i Amsterdam, Transitway i Ottawa). I kostnaderna ingår stationer, hållplatser, trafikövervakning och driftledning. Kostnaderna är förhållandevis höga eftersom bussvägen byggs med hög standard. Fordonskostnaden har exkluderats eftersom den beräknats separat. Medelvärdet är uppräknat till 2010 års penningvärde.

Spårvagn: 101 Mkr/km. Källa: Buss, BRT och spårväg - en jämförelse¹⁸ (Alternativ låg har använts). För att verifiera uppgiften om investeringskostnaden per km för spårväg har vi även undersökt internt arbetsmaterial gällande kostnadsbedömning för spårväg Ropsten - Lidingö centrum. Efter uppräkning till prisnivå för år 2011 blev investeringskostnaden där 138 Mkr/km.

Osäkerheter i kalkylförutsättningar

Beräkningsexemplen vill översiktligt visa på skillnader mellan de tre transportsätten/fordonstyperna 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 att visa på en jämförande teoretisk kostnadskalkyl för transportsätten samt att visa vad en alternativ användning av en beräknad spårvägskostnad skulle kunna användas till.

¹⁸ WSP (2011) Buss, BRT och spårväg - en jämförelse Rapport 2011:1, s 128

3 Sundsvall: Sjukhuset - Resecentrum

Bakgrund

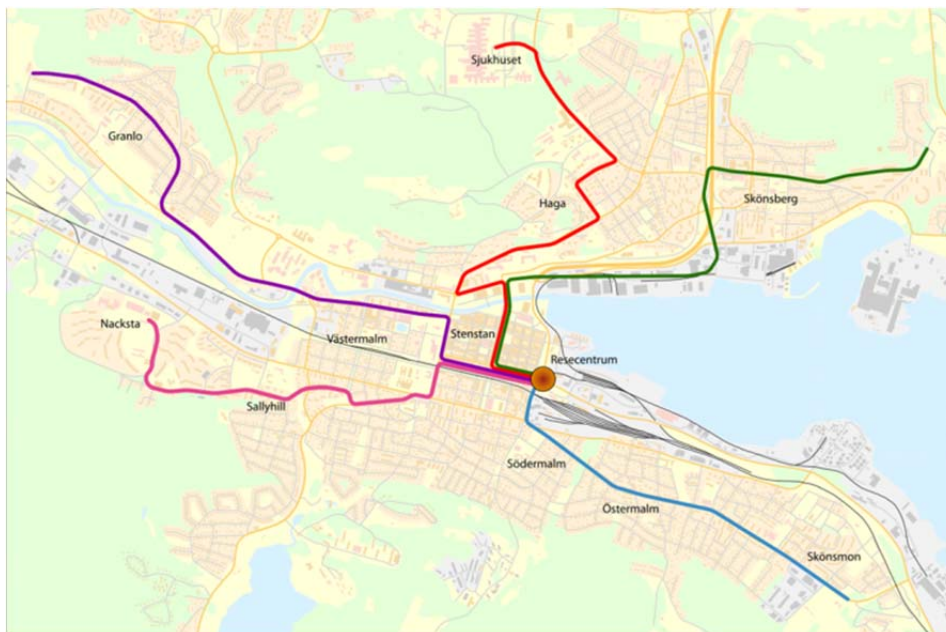
Sundsvall är Norrlands tredje största tätort, med något över 50 000 invånare i kommunen år 2010. Sett till hela riket är Sundsvall Sveriges 21:a stad i storlek. Andra städer och tätorter med befolkningsstorlek i ungefär samma härad som Sundsvall (i intervallet mellan 35 000 och 65 000 invånare) är Karlskrona, Kristianstad, Kalmar, Falun, Upplands Väsby, Tumba, Borlänge, Östersund, Trollhättan, Luleå, Halmstad, Växjö, Täby, Karlstad, Södertälje och Eskilstuna.

Staden utgör centrum i en tätortsregion med orter som mestadels vuxit upp kring industrier längs vattendrag och havet. De tre största arbetsgivarna i Sundsvall är kommunen, landstinget (med Länssjukhuset som stor arbetsplats) och pappersbruket SCA¹⁹.

Sundsvalls kommun har en förhållandevis gles struktur med 18 invånare per hektar.

Genom Sundsvall går Europaväg 4 från söder till norr. En bro över Sundsvallsfjärden planeras eftersom E4 genom staden belastas av mycket trafik i dagsläget. 2015 ska nya E4 Sundsvall vara klar att öppna för trafik. Även Europaväg 14 går genom Sundsvall.

Tidigare utredningar



Figur 14. Linjenät i Sundsvall som studerats i rapporten Sundsvalls kommun (2010) Förutsättningar för spårbunden trafik i Sundsvall.

Spårvagn inte ett realistiskt alternativ enligt utredning

I Sundsvall har en utredning gjorts för att jämföra spårväg och buss där kostnadsuppskattningar även tagits fram²⁰.

¹⁹ <http://www.rst.sundsvall.se/download/18.489c46f0119e03c749280009346/St%C3%B6rsta+arbetsgivare.pdf>

Utredningens slutsats var att spårväg inte är ett realistiskt alternativ för Sundsvall eftersom:

- kapacitetsbehovet inte är så högt
- större trängselproblem saknas i staden
- befolkningsunderlaget inte är tillräckligt stort

Kostnaden för själva spårvägen är i rapporten beräknad till mellan 30 och 70 Mkr/km. Den totala anläggningskostnaden för spårväg inklusive gatuupprustning beräknas till mellan 100 och 200 Mkr / km. Kommunen skulle därmed få betala en investeringskostnad på mellan 2 700 och 3 700 Mkr för hela spårvägsnätet. Med dessa schablonkostnader som grund har investeringskostnaden för spår exkl. depå och fordon beräknats till c:a 704 Mkr för den studerade sträckan Sjukhuset – Resecentrum.

²⁰ Sundsvalls kommun (2010) Förutsättningar för spårbunden trafik i Sundsvall

Sträcka för studie



Figur 15. Vald sträcka för studie i Sundsvall: Sjukhuset – Resecentrum. Bild: ESRI ArcGis / Bing Maps

Sträckan Sjukhuset – Resecentrum har valts för studien

Haga (där även sjukhuset ligger) är det område utanför centrum som enligt studien²¹ har högst kollektivtrafikandel. Linjesträckningen går hela vägen genom tät bebyggelse med både bostäder, skolor och arbetsplatser. Av dessa anledningar har sträckan Sjukhuset – Resecentrum valts för studien i Sundsvall. Sträckan är idag jämförbar med en delsträcka på linje 4. Dock går den studerade spårvägslinjen delvis längs en annan sträckning.

²¹ Sundsvalls kommun (2010) Förutsättningar för spårbunden trafik i Sundsvall

Trafikeringen i dagsläget mellan Sjukhuset och Bussnavet

- **Antal turer:** 77 turer per vardagsdygn²²
- **Busstyp:** normalstora bussar (12 m långa; c:a 35 sittplatser per buss²³)
- **Sträcka:** 4,1 km²⁴
- **Medelhållplatsavstånd**²⁵: 680 m
- **Medelhastighet**²⁶: 14 km/h
- **Restid:** 17 minuter
- **Antal hållplatser:** 7
- **Turtäthet som högst:** Var åttonde minut (kl. 06:46 t o m 06:54)
- **Turtäthet under dagtid:** Var tionde minut
- **Sittplatskapacitet mellan kl. 07-08:** 210 sittplatser/h

Hur skulle BRT i Sundsvall kunna se ut praktiskt?

Val av fordon

Det finns med största sannolikhet inget behov av 24-meters bussar för att möta efterfrågan. Idag sker trafiken med 12-meters bussar. BRT-trafiken skulle kunna bedrivas antingen med enkelled-bussar på 18 meter eller bussar på 12 meter. Fördelen med kortare bussar är att det är lättare att hålla ned driftkostnaderna i lågtrafik på grund av bland annat lägre bränsleförbrukning. I kalkylen har vi för säkerhets skull räknat med att enkelledsbussar på 18 meter behövs, vilket kan ge överkapacitet. Närmare utredningar behövs för att välja optimal busstorlek.

I den ekonomiska jämförelsen finns alternativen spårvagn (30 m), dubbelledad BRT-buss (24 m) samt enkelledad BRT-buss (18 m) med. Eftersom reseefterfrågan inte är så stor att dubbelledade spårvagnar rimligtvis kan komma på fråga har vi valt att inte ha med detta jämförelsealternativ.

²² Uppgift från tidtabell för onsdag.

²³ Sandberg, Lars et.al. (2011) Buss, BRT och spårväg – en jämförelse. Stockholm : WSP. Uppgiften gäller låggolvsbuss.

²⁴ Avser sträckan Sjukhuset – Navet för befintlig busstrafik

²⁵ Beräknad enligt formeln medelhållplatsavstånd = (total sträcka / (antal hållplatser – 1))

²⁶ Reglertid vid Bussnavet ej inräknad. Beräknad på sträckan Sjukhuset – Navet enligt befintlig tidtabell

Fysisk utformning av bana



Figur 16. Orienteringsbild för BRT-bana i Sundsvall. Bild: ESRI ArcGis / Bing Maps

Grov översiktlig bedömning av typ av BRT-bana

På **Köpmansgatan** och **Esplanaden** kommer det att gå förhållandevis många stadsbussar, varför vi föreslår att ett körfält i varje riktning görs om till busskörfält.

På sträckan från infarten till **Norrmalmmsgatan** via rondellen mellan Universitetsallén och Norrmalmmsgatan en bit upp på **Tivolivägen** finns minst två körfält i varje riktning. Eftersom inga andra busslinjer går här är det troligen svårt att samhällsekonomiskt motivera ett helt eget bus-

skörfält. För att inte riskera att bussarna fastnar i bilköerna under högtrafik föreslår vi här att en fil i vardera riktning görs om till det som i USA kallas HOV (High Occupancy Vehicle) lane. Detta innebär att endast bussar och bilar med minst två passagerare får köra i filen. Om denna åtgärd inte räcker kan gränsen för antalet passagerare i bilen höjas, alternativt vägavgift för biltrafik i filen införas.

Från korsningen **Tivolivägen / Baldersvägen** upp till korsningen **Tivolivägen / Västergatan** finns endast ett befintligt körfält. Om trängsel uppstår under rusningstid behövs här en ny BRT-bana eller spårväg vid sidan av befintlig väg. Förslagsvis utformas denna då med grön mittremsa för att minska den hårdgjorda vägytan.

Från korsningen **Tivolivägen / Västergatan** upp på Västergatan vidare till **Tallrotsgatan** är en tänkbar lösning att övrig motortrafik är förbjuden, med undantag för boende som får ett speciellt boendetillstånd. Gatan har ingen parkering längs gatan, vilket borde bidra till god framkomlighet för bussen. Däremot kan några enstaka parkeringar där bilar backar ut direkt till gatan behövas tas bort.

Från korsningen **Tallrotsgatan / Lasarettsvägen** upp till **Sjukhuset** finns endast ett befintligt körfält. Här behövs en ny BRT-bana eller spårväg vid sidan av befintlig väg, förutsatt att trängsel uppstår i befintliga körfält. Denna kan även samutnyttjas med exempelvis utryckningsfordon och taxi.

Inom ramen för denna studie har ingen detaljerad projektering kunnat göras med avseende på var det är möjligt att lägga egna körfält. I den jämförande analysen av kostnaderna har vi räknat med att man bygger en ny BRT-bana längs hela sträckan. I praktiken blir detta endast delvis aktuellt – ibland används i stället befintligt vägutrymme. Texten ovan är endast en mycket grov skissering av möjliga val för en BRT-bana. En detaljerad förstudie behöver göras för en tydligare bild.

Signalprioritering

En mer detaljerad separat studie behövs för att avgöra om var signalprioritering för BRT-linjen skulle behövas. Kostnaden för signalprioritering blir sannolikt liknande för BRT och spårväg, då båda trafikslagen förutsätter prioritering om långa väntetider kan befaras i korsningar. När den nya delen av motorväg E4 färdigställs utanför Sundsvalls centrum kommer framkomligheten i centrum öka, vilket minskar behovet av signalprioritering.

Trafikering och turtäthet

I kostnadsjämförelsen nedan har vi dels jämfört utifrån samma turtäthet som spårvagn, dels utifrån samma sittplatskapacitet per timme som för spårvagn.

Förutsättningar för kostnadsjämförelse

Medelhastigheten antas vara 20 km/h

Medelhastigheten har antagits till 20 km/h, det vill säga en ökning med 6 km/h från dagens hastighet på 14 km/h. Vi har antagit att fordonen har signalprioritering och delvis går på egen bana. Medelhastigheten är förhållandevis låg för att vara ett BRT-system eftersom vi antar att det inte är

möjligt att bygga egna körfält hela vägen i centrum. Hastigheten ligger inom det spann för medelhastighet för BRT och spårvagn som anges i litteraturen²⁷. Båda trafiktyperna får samma hastighet eftersom hållplatsavståndet är exakt detsamma och passagerarflödet vid på- och avstigning antas vara lika.

Sträckan enligt spårvägsutredningen

Vi har antagit att den nya trafikeringen sker längs sträckningen i spårvägsutredningen för Sundsvall (en sträcka på 4,4 km enligt figur på ovanstående sida).

Restider och turtäthet

Restiden med BRT eller spårvagn mellan Sjukhuset och Resecentrum beräknas till 13 minuter.

För BRT och spårväg gäller att hållplatserna är lika många och har samma läge. I jämförelse med dagens situation har en hållplats tagits bort samtidigt som linjen förlängts till Resecentrum varför en hållplats därmed tillkommit. Det genomsnittliga avståndet mellan två hållplatser har ökat från 680 m till 730 m.

Två jämförelser: samma turtäthet eller samma kapacitet

I huvudjämförelsen antas turtätheten för både BRT och spårväg att vara densamma som för buss-trafiken i nuläget. Detta ger samma turtäthet för alla alternativ. Vi har dessutom gjort en kompletterande jämförelse där sittplatskapaciteten per timme är densamma. Detta innebär att BRT-bussarna måste gå oftare jämfört med spårvagnarna, eftersom de tar färre passagerare. För resenären innebär detta en förbättrad turtäthet.

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 i huvudsak på egen bana/körfält, utan störningar från biltrafik. Vi har för BRT-alternativet beräknat kostnaderna på grundval av att egen bana byggs hela vägen. Detta är inte möjligt överallt. Bland annat i centrum behöver istället befintliga körfält tas i anspråk.

Förutsättningar för jämförelsen mellan BRT och spårväg

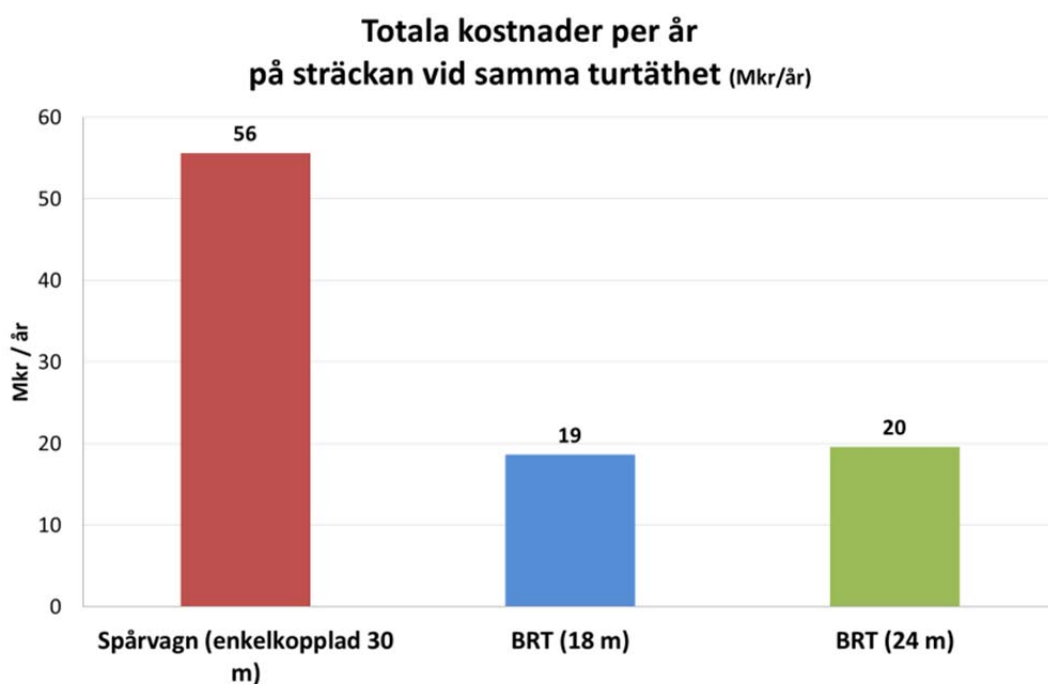
- **Antal turer vid samma turtäthet:** 77 turer per vardagsdygn för både BRT och spårväg
- **Antal fordon vid samma turtäthet:** 4 fordon (både för BRT och spårväg)
- **Antal turer vid samma sittplatskapacitet:** 77 turer per vardagsdygn för spårväg (30 m); 112 turer per vardagsdygn för BRT (18 m)
- **Antal fordon vid samma sittplatskapacitet:** 4 spårvagnar; 6 BRT-bussar (18 m)
- **Restid:** 13 minuter
- **Antal hållplatser:** 7
- **Sträcka:** 4,4 km
- **Medelhållplatsavstånd:** 730 m
- **Medelhastighet:** 20 km/h

²⁷ Kottenhoff, Andersson och Gibrand (2009) Bus Rapid Transit i Sverige? – kunskapssammanställning med identifiering av forskningsfrågor

Kostnadsanalys vid samma turtäthet för BRT och spårvagn

Jämförelse av årskostnad för BRT och spårväg

I diagrammet nedan jämförs kostnaderna med **samma turtäthet**. Spårvagnen har då en fördel i form av sin högre kapacitet i högtrafik. Å andra sidan ger spårvagnens högre driftskostnader per kilometer en nackdel i lågtrafik.



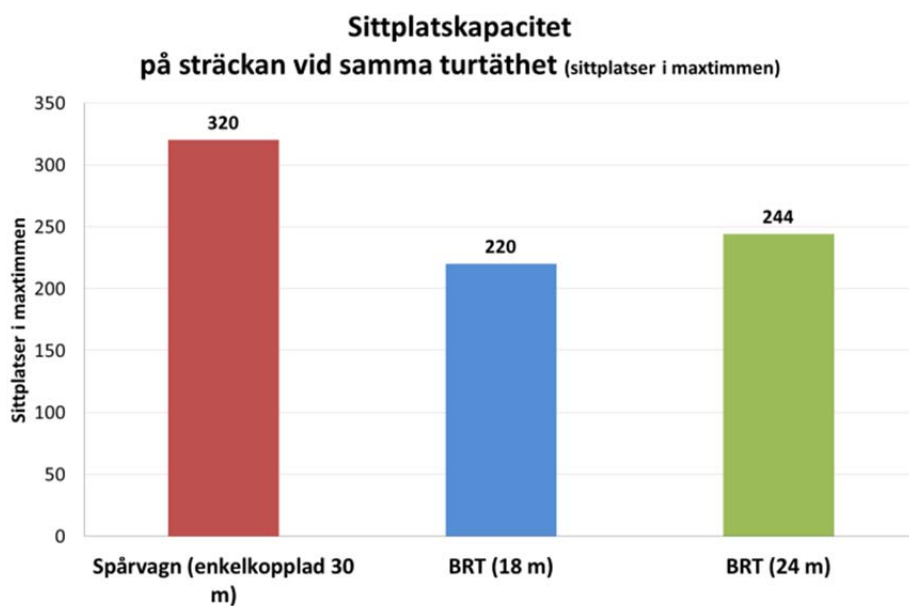
Figur 17. Totala kostnader per år vid samma turtäthet för Sundsvall: Sjukhuset – Resecentrum (Mkr/år)

Stora kostnadsskillnader mellan BRT och spårväg

När de beräknade totalkostnaderna (inklusive både drift och investeringar) räknas om till årskostnader syns stora kostnadsskillnader mellan BRT och spårväg. Spårvägsalternativet kostar 56 Mkr/år och alternativet med BRT ger en totalkostnad på 19-20 Mkr/år, beroende på val av buss-typ. Den största delen av kostnadsskillnaden beror på att spårvägen är dyrare att bygga än BRT-bana.

Sittplatskapacitet

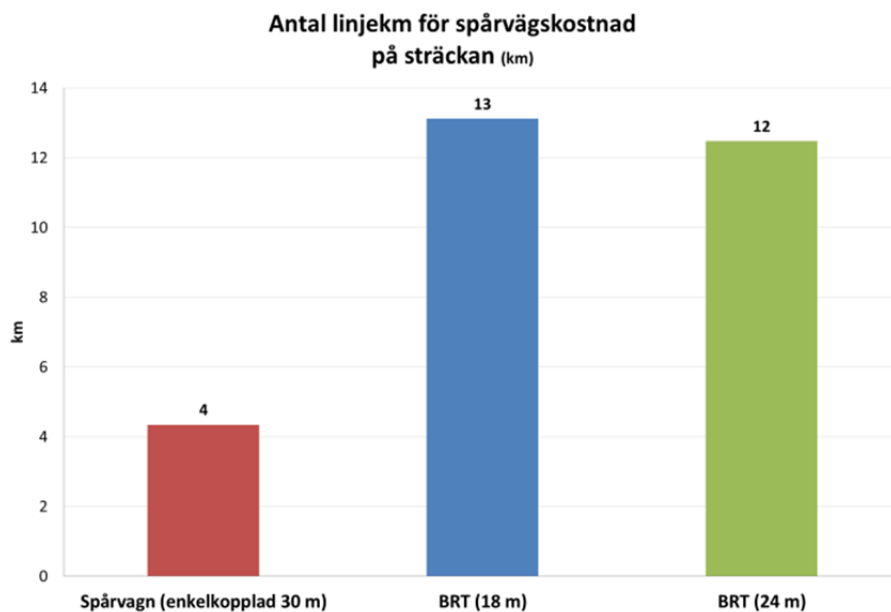
Vid samma turtäthet ger spårvagnar en högre sittplatskapacitet jämfört med buss. Skillnaden blir förhållandevis stor eftersom vi antagit att låggolvsbussar används.



Figur 18. Sittplatskapacitet per timme vid samma turtäthet för Sundsvall: Sjukhuset – Resecentrum

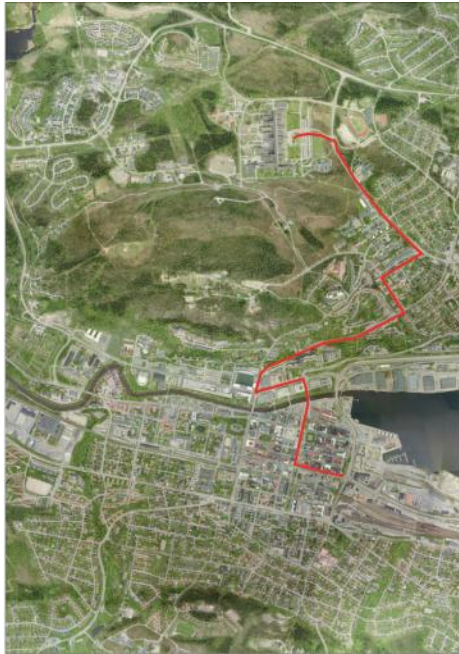
Hur många kilometer BRT kan man få för spårvägspengarna?

Om man antar att spårvägskostnaden i stället används till ytterligare linjekilometer för 18-meters BRT skulle kommunen få ett tre gånger så stort linjenät.

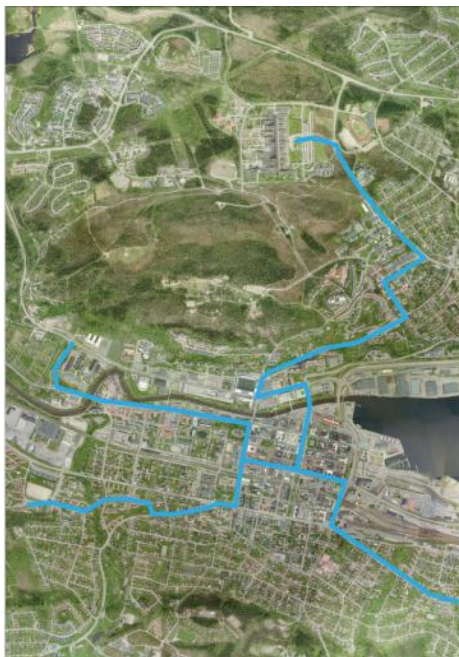


Figur 19 Antal linjekilometer för spårvägskostnad för Sundsvall: Sjukhuset – Resecentrum

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



Figur 20. För 56 Mkr/år får man 4,4 km spårväg.

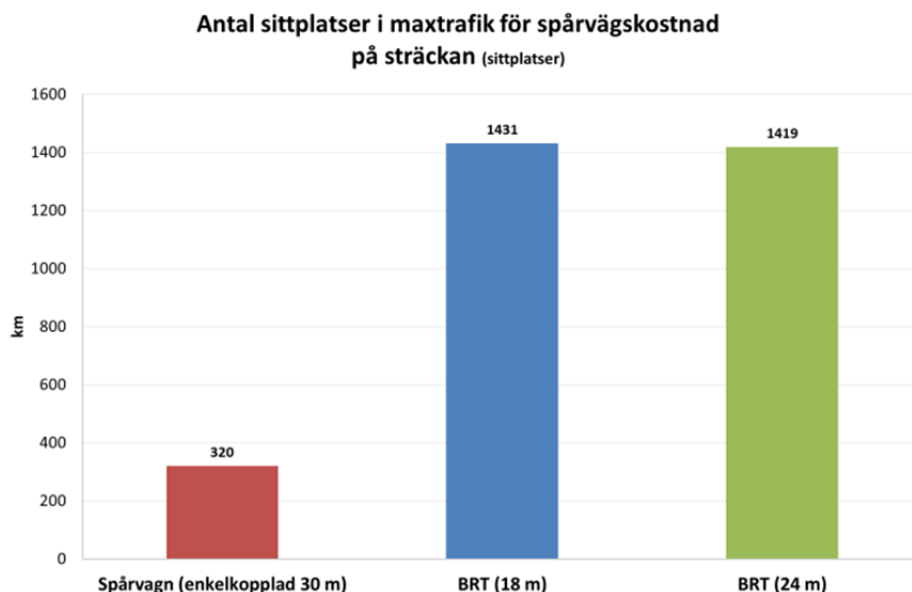


Figur 21. För samma summa (56 Mkr/år) erhålls c:a 12 km BRT-bussbana som här teoretiskt visas.

Hur många fler sittplatser kan man få för spårvägenspengarna?

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 sitt-

platser uppgå till c:a 1400 platser i maxtimmen. Detta kan jämföras med sittplatskapaciteten för spårvagn i maxtimmen som i exemplet uppgår till 320 platser.



Figur 22 Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad för Sundsvall: Sjukhuset – Resecentrum

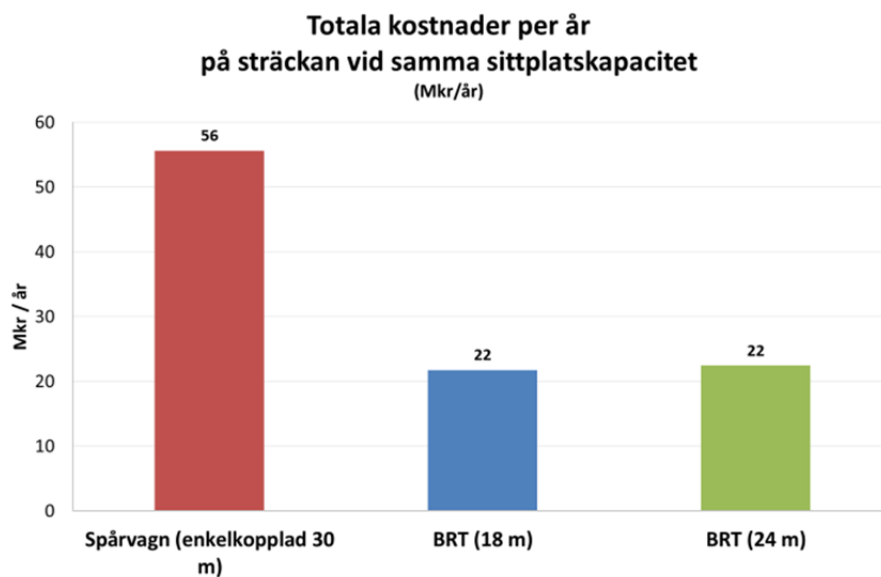
Fyra gånger fler sittplatser med BRT för samma kostnad som spårväg

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

Kostnadsanalys vid samma sittplatskapacitet per timme för BRT och spårvagn

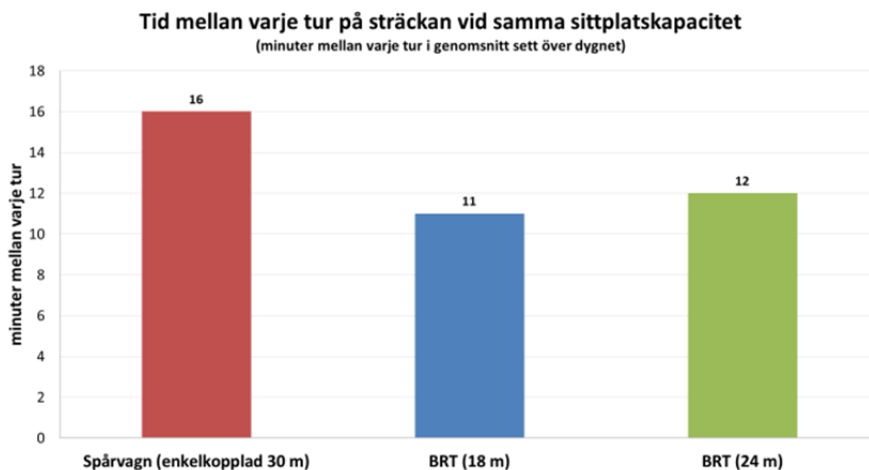
Jämförelse av årskostnad för BRT och spårväg

En av spårvagnens egenskaper är dess höga sittplatskapacitet per fordon. I följande diagram har vi jämfört kostnaderna per år för samma sittplatskapacitet per timme oavsett fordonstyp. Detta innebär att bussen kör oftare för att kompensera att den kan ta något färre passagerare än en spårvagn. Sett över en timme blir då sittplatskapaciteten likadan (antingen större fordon som kör mer sällan eller mindre fordon som kör oftare).



Figur 23. Totala kostnader per år vid samma sittplatskapacitet per timme för Sundsvall: Sjukhuset – Resecentrum

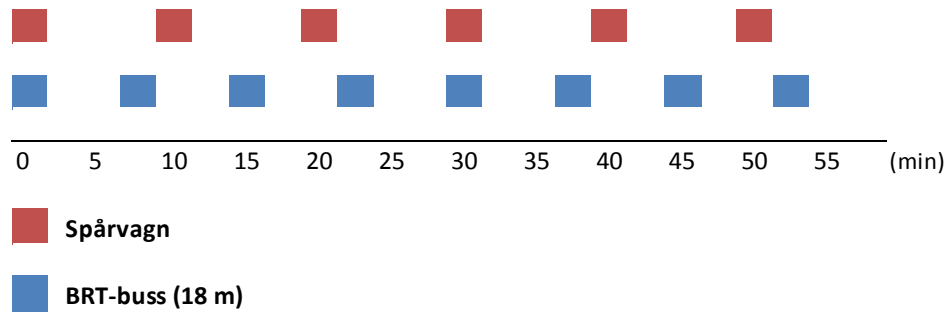
Bussen har i denna jämförelse en fördel eftersom den går oftare jämfört med spårvagnen. För resenären innebär detta en kortare väntetid. För 18-meters bussen innebär detta att man behöver vänta 5 minuter kortare tid än om man precis missat spårvagnen. Skillnaden i turtäthet kommer antagligen att vara mest påtaglig sent på kvällen. Då har spårvagnen en akilleshäla i form av högre driftskostnader och överkapacitet vilket leder till att det blir dyrare att upprätthålla en god turtäthet med spårvagn.



Figur 24. Tid mellan varje tur vid samma sittplatskapacitet per timme för Sundsvall: Sjukhuset – Resecentrum

För att åskådliggöra skillnaden i turtäthet med samma sittplatskapacitet finns ett turtäthetsdiagram nedan samt jämförande exempeltidtabeller på nästa sida.

Turtäthet i högtrafik



Figur 25. Turtäthet i högtrafiktimmarna med spårvagn respektive BRT-buss med 18 meters längd.

Tidtabell för spårvagn med samma turtäthet som dagens busstrafik

- Fordonstyp: spårvagn (30 m)
- Total årskostnad: 56 Mkr/år
- 77 turer per vardagsdygn

Tidtabell spårvagn 1 från Resecentrum mot Sjukhuset						
Timme	Minut					
05	30					
06	00	15	30	40	50	
07	00	10	20	30	40	50
08	00	10	20	30	40	50
09	00	10	20	30	40	50
10	00	15	30	45		
11	00	15	30	45		
12	00	15	30	45		
13	00	15	30	45		
14	00	10	20	30	40	50
15	00	10	20	30	40	50
16	00	10	20	30	40	50
17	00	10	20	30	40	50
18	00	15	30	45		
19	00	30				
20	00	30				
21	00	30				
22	00	30				
23	00					
00						

Tidtabell för BRT vid samma sittplatskapacitet som för spårvagn

- Fordonstyp: Enkelledad BRT-buss (18 m)
- Total årskostnad: 19 Mkr/år
- 112 turer per vardagsdygn

Tidtabell snabbuss 1 från Resecentrum mot Sjukhuset									
Timme	Minut								
05	30	45							
06	00	15	22	30	37	45	52		
07	00	07	15	22	30	37	45	52	
08	00	07	15	22	30	37	45	52	
09	00	10	20	30	40	50			
10	00	10	20	30	40	50			
11	00	10	20	30	40	50			
12	00	10	20	30	40	50			
13	00	10	20	30	40	50			
14	00	10	20	30	40	50			
15	00	07	15	22	30	37	45	52	
16	00	07	15	22	30	37	45	52	
17	00	07	15	22	30	37	45	52	
18	00	07	15	22	30	37	45		
19	00	15	30	45					
20	00	15	30	45					
21	00	15	30	45					
22	00	15	30	45					
23	00	15	30	45					
00									

Bilaga 1 – Ekonomisk kalkyl för Sundsvall

Ekonomisk kalkyl vid samma turtäthet (olika sittplatskapacitet)	Spårvagn (enkelkopplad 30 m)		BRT (18 m)		BRT (24 m)	
	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	4		4		4	
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	22,5		3,0		4,7	
Totalt fordon	90	5,0	12	0,7	19	1,6
Hållplatser						
Antal hållplatser	7		7		7	
Investeringskostnad per hållplats (Mkr)	0		0		0	
Totalt hållplatser	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Depå						
Antal fordon	4		4		4	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	6,2		3,7		3,7	
Totalt depå	25	1,4	15	0,7	15	0,7
Gata/spår						
Antal km gata/spår	4,4		4,4		4,4	
Investeringskostnad per km gata/spår (Mkr/km)	158		50		50	
Totalt gata/spår	687	33,4	218	10,6	218	10,6
Totalt kapitalkostnader	802		244		251	
Totalt kapitalkostnader per km	184		56		58	
Driftskostnader						
Trafikering						
Antal turer per dygn	77		77		77	
Sträcka (km)	4,4		4,4		4,4	
Antal sittplatser per fordonsenhet	80		55		61	
Antalet sittplatser i maxtimmen	320		220		244	
Utbudskilometer per dygn (km/dygn)	670		670		670	
Utbudskilometer per år (km/år, 300 dagar)	200 970		200 970		200 970	
Driftkostnad (kr/utbudskm)	68		27		27	
Totalt trafikering		13,6		5,3		5,3
Infrastruktur						
Sträcka för spår (km)	4,4					
Kostnad per km spår (Mkr/km)	0,5					
Yta för gata (m ²)			34800		34 800	
Kostnad per m ² (Mkr/m ²)			0,000038		0,000038	
Totalt infrastruktur		2,2		1,3		1,3
Totala kostnader per år (Mkr/år)		56		19		20
Kalkylförutsättningar						
Kalkylränta	4%					
Avskrivningstider (år)						
Buss	15					
Spårvagn	30					
Hållplats	30					
Depå	40					
Gata/Spår	40					

Ekonomisk kalkyl	Källor och anmärkningar
Kapitalkostnader	
Fordon	
Antal fordon	Omloppsberäkningar på bas av befintlig tidtabell med antagen reglertid på minst 7 minuter per omlopp. Tidtabell: Din Tur / Västernorrlands lokaltrafik (2011) Tidtabell för linje 4 Granholm - Sjukhuset - Navet - Skönsmon (tidtabellsdelen Sjukhuset - Navet har använts)
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	Spårvagn: Sundsvalls kommun (2010) Förutsättningar för spårbunden trafik i Sundsvall. BRT 18 m: Uppgift från Leif Nyström, Scania. BRT 24 m: WSP (2011) Buss, BRT och spårväg - en jämförelse. Rapport 2011:1, s 123 (avser bussmodell Volvo 7500)
Totalt fordon	
Hållplatser	
Antal hållplatser	Källa: Trivector (2006) LinkLink - Marknad och trafiksystem. Rapport 2006:58.
Investeringskostnad per hållplats (Mkr)	Hållplatskostnaden är inkluderad i investeringskilometerkostnad för BRT. För spårvagn antas att hållplatskostnaden är inkluderad i investeringskostnaden (dock framgår detta ej av källan).
Totalt hållplatser	
Depå	
Antal fordon	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	BRT: Uppgift från Per Ekberg, SL för bussdepå i Stockholm. Spårvagn: 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: Sundsvalls kommun (2010) Förutsättningar för spårbunden trafik i Sundsvall. BRT: Medelvärde av internationella BRT-projekt (B-line i Vancouver, Superbus i Leeds, O-Bahn i Adelaide, Phileas APT i Eindhoven, Zuidtangent i Amsterdam, Transitway i Ottawa). Kostnaderna avser stationer, hållplatser, trafikövervakning och driftledning. Fordonskostnaden har exkluderats eftersom den beräknats separat. Medelvärde är uppräknat till 2010 års penningvärde.
Totalt gata/spår	Spårvagn: Sundsvalls kommun (2010) Förutsättningar för spårbunden trafik i Sundsvall. Värdet är 22% av medelvärdet angivet för hela nätet (3200 Mkr). Linjens sträcka är 22% av sträckan för hela nätet.
Driftskostnader	
Trafikering	
Antal turer per dygn	Beräknad på befintlig turtäthet med buss. Källa Din Tur Västernorrlands länstrafik (2011) Tidtabell för linje 4.
Sträcka (km)	Egna beräkningar med hjälp av GIS-verktyg.
Antal sittplatser per fordonsenhet	Uppgift för ledbuss 18 m med låggolv och spårvagn: SL (2008) RIPLAN – Riktlinjer för planering av kollektivtrafik i Stockholms län. Uppgift för dubbelledbuss 24 m med låggolv: Volvo 5500 som används på stomlinje 16 i Göteborg.
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)	BRT och spårväg: Trafikanalys (2010) Lokal och regional kollektivtrafik 2010. Rapport 2011:19. Tabell 7.
Totalt trafikering	
Infrastruktur	
Sträcka för spår (km)	
Kostnad per km spår (Mkr/km)	Spårväg: Sundsvalls kommun (2010) Förutsättningar för spårbunden trafik i Sundsvall.
Yta för gata (m ²)	BRT: 8 meters gatubredd har antagits.
Kostnad per m ² (Mkr/m ²)	BRT: Vägverket (2008) Effektsamband för vägtransportsystemet kollektivtrafik. 2008:10.
Totalt infrastruktur	

Antal linjekm för spårvägs kostnad	Spårvagn (enkelkopplad)	BRT (18 m)	BRT (24 m)
	Linjekm (km)	Linjekm (km)	Linjekm (km)
Totala kostnader per år (Mkr/år)	56	19	20
Antal km gata/spår	4,4	4,4	4,4
Kostnad per km och år (Mkr/km*år)	12,8	4,3	4,5
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)		37	36
Antal extra linjekilometer för spårvägs kostnad		8,7	8,0
Totalt antal linjekm för spårvägs kostnad (km)	4,4	13,0	12,4

Antal linjekm för spårvägs kostnad	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)	

Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad	Spårvagn (enkelkopplad)	BRT (18 m)	BRT (24 m)
	Antal sittplatser	Antal sittplatser	Antal sittplatser
Antal fordon	4	4	4
Antal sittplatser per fordonsenhet	80	55	61
Antal sittplatser i maxtrafik	320	220	244
Investering, marginalkostnadsberäkning			
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	22,5	3,0	4,7
Årskostnad per fordon (Mkr/år)	1,9	0,2	0,4
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr/år)	6,2	3,7	3,7
Årskostnad för depå per fordon (Mkr/år)	0,3	0,2	0,2
Total marginalkostnad investering per fordon och år	2,2	0,3	0,6
Drift, marginalkostnads-beräkning			
Total driftskostnad för trafikering (Mkr/år)	13,6	5,3	5,3
Driftskostnad för trafikering per fordon (Mkr/år)	3,4	1,3	1,3
Marginalkostnad per fordon och år (Mkr/år)	5,7	1,7	1,9
Marginalkostnad per sittplats och år (Mkr/år)	0,071	0,031	0,031
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)		37	37
Antal extra fordon för spårvagnskostnad	0	22	19
Antal extra sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	0	1211	1175
Totalt antal sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	320	1431	1419

Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad	Källor och anmärkningar
Antal fordon	Egna beräkningar på basis av omloppstidsberäkningar.
Antal sittplatser per fordonsenhet	Uppgift för ledbuss 18 m med låggolv samt för spårvagn: WSP (2001) Bussens fördelar vid kollektivtrafiksatsningar. Dubbelledad BRT-buss: 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).

Ekonomisk kalkyl vid samma sittplat kapacitet (olika turtäthet)	Spårvagn (enkelkopplad)		BRT (18 m)		BRT (24 m)	
	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)
Antal sittplatser i maxtrafik	320		320		320	
Antal sittplatser per fordon	80		55		61	
Antal fordon	4		6		6	
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	22,5		3,0		4,7	
Totalt fordon	90	5,0	18	1,0	28	2,4
Depå						
Antal fordon	4		6		6	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	6,2		3,7		3,7	
Totalt depå	25	1,4	22	1,1	22	1,1
Gata/spår						
Antal km gata/spår	4,4		4,4		4,4	
Investeringskostnad per km gata/spår (Mkr/km)	158		50,0		50,0	
Totalt gata/spår	687	33,4	218	10,6	218	10,6
Driftskostnader						
Trafikering						
Antal turer per dygn	77		112		101	
Sträcka (km)	4,4		4,4		4,4	
Genomsnittlig turtäthet (min)	16		11		12	
Utbudskilometer per dygn (km/dygn)	670		974		879	
Utbudskilometer per år (km/år, 300 dagar)	200 970		292 320		263 567	
Driftkostnad (kr/utbudskm)	68		27		27	
Totalt trafikering		13,6		7,8		7,0
Infrastruktur						
Sträcka för spår (km)	4,4					
Kostnad per km spår (Mkr/km)	0,5					
Yta för gata (m ²)			34 800		34 800	
Kostnad per m ² (Mkr/m ²)			0,000038		0,000038	
Totalt infrastruktur		2,2		1,3		1,3
Totala kostnader per år (Mkr/år)		56		22		22
Kalkylföretsättningar						
Kalkylränta	4%					
Avskrivningstider (år)						
Buss	15					
Spårvagn	30					
Hållplats	30					
Depå	40					
Gata/Spår	40					

Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad	Spårvagn (enkelkopplad)	BRT (18 m)	BRT (24 m)
	Antal sittplatser	Antal sittplatser	Antal sittplatser
Antal fordon	4	4	4
Antal sittplatser per fordonsenhet	80	55	61
Antal sittplatser i maxtrafik	320	220	244
Investering, marginalkostnadsberäkning			
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	22,5	3,0	4,7
Årskostnad per fordon (Mkr/år)	1,9	0,2	0,4
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr/år)	6,2	3,7	3,7
Årskostnad för depå per fordon (Mkr/år)	0,3	0,2	0,2
Total marginalkostnad investering per fordon och år	2,2	0,3	0,6
Drift, marginalkostnads-beräkning			
Total driftskostnad för trafikering (Mkr/år)	13,6	5,3	5,3
Driftskostnad för trafikering per fordon (Mkr/år)	3,4	1,3	1,3
Marginalkostnad per fordon och år (Mkr/år)	5,7	1,7	1,9
Marginalkostnad per sittplats och år (Mkr/år)	0,071	0,031	0,031
Skiltnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)		37	37
Antal extra fordon för spårvagnskostnad	0	22	19
Antal extra sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	0	1211	1175
Totalt antal sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	320	1431	1419

Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad	Källor och anmärkningar
Antal fordon	Egna beräkningar på basis av omloppstidsberäkningar.
Antal sittplatser per fordonsenhet	Uppgift för ledbuss 18 m med låggolv samt för spårvagn: WSP (2001) Bussens fördelar vid kollektivtrafiksatsningar. Dubbelledad BRT-buss: 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	

Ekonomisk kalkyl vid samma sittplatskapacitet (olika turtäthet)	Spårvagn (enkelkopplad)		BRT (18 m)		BRT (24 m)	
	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)	Invest- erings- kostnad (Mkr)	Års- kostnad (Mkr/År)
Antal sittplatser i maxtrafik	320		320		320	
Antal sittplatser per fordon	80		55		61	
Antal fordon	4		6		6	
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	22,5		3,0		4,7	
Totalt fordon	90	5,0	18	1,0	28	2,4
Depå						
Antal fordon	4		6		6	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	6,2		3,7		3,7	
Totalt depå	25	1,4	22	1,1	22	1,1
Gata/spår						
Antal km gata/spår	4,4		4,4		4,4	
Investeringskostnad per km gata/spår (Mkr/km)	158		50,0		50,0	
Totalt gata/spår	687	33,4	218	10,6	218	10,6
Driftskostnader						
Trafikering						
Antal turer per dygn	77		112		101	
Sträcka (km)	4,4		4,4		4,4	
Genomsnittlig turtäthet (min)	16		11		12	
Utbudskilometer per dygn (km/dygn)	670		974		879	
Utbudskilometer per år (km/år, 300 dagar)	200 970		292 320		263 567	
Driftkostnad (kr/utbudskm)	68		27		27	
Totalt trafikering	13,6		7,8		7,0	
Infrastruktur						
Sträcka för spår (km)	4,4					
Kostnad per km spår (Mkr/km)	0,5					
Yta för gata (m²)			34 800		34 800	
Kostnad per m² (Mkr/m²)			0,000038		0,000038	
Totalt infrastruktur	2,2		1,3		1,3	
Totala kostnader per år (Mkr/år)	56		22		22	
Kalkylförutsättningar						
Kalkylränta	4%					
Avskrivningstider (år)						
Buss	15					
Spårvagn	30					
Hållplats	30					
Depå	40					
Gata/Spår	40					

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.