



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



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

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 I TRE SVENSKA STÄDER	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 UPPSALA: HERRHAGEN – UPPSALA RESECENTRUM	22
Bakgrund.....	22
Tidigare utredningar	23
Sträcka för studie	26
Hur skulle BRT i Uppsala kunna se ut praktiskt?	27
Förutsättningar för kostnadsjämförelse	28
Förutsättningar för kostnadsjämförelse	29
Kostnadsanalys vid samma turtäthet för BRT och spårvagn	31
Kostnadsanalys vid samma sittplatskapacitet per timme för BRT och spårvagn	34
BILAGA 3 – EKONOMISK KALKYL FÖR UPPSALA.....	39

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 i tre svenska städer

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 busskörväg 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 lågtrébussar 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. Biljettviseringsmaskin 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 busskörvägar 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 spårvägs kostnad skulle kunna användas till.

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

3 Uppsala: Herrhagen – Uppsala resecentrum

Bakgrund

Uppsala är Sveriges fjärde största stad med c:a 140 000 invånare i tätorten och c:a 200 000 invånare i hela kommunen. Uppsala universitet präglar staden och universitetet är också en viktig arbetsgivare. De största arbetsgivarna är i turordning kommunen, landstinget, Uppsala Universitet och Sveriges Lantbruksuniversitet.¹⁹ Jämfört med riket har Uppsala kommun en betydligt större andel anställda inom företagstjänster och inom vård och omsorg.²⁰

Ingen annan stad i Sverige ligger nära i befolkningsstorlek jämfört med Uppsala. De tre städer som kommer närmast är Linköping, Örebro och Västerås med 30 000 – 40 000 färre invånare jämfört med Uppsala.

Uppsala kopplas ihop med framförallt Stockholm tack vare motorvägen E4 som går utanför Uppsalas östra stadsdelar (bland annat Årsta). Dessutom finns tät tågtrafik från Uppsala via den dubbelpåriga järnvägen till Stockholm. Uppsala är Sveriges andra största järnvägsstad.

Pendlingen från Uppsala tätort till Stockholms tätortsområde är förhållandevis omfattande med nästan 8 000 pendlare per dag. Även inpendlingen är omfattande, dock finns inga data för resere- lationen från Stockholms tätortsområde till Uppsala tätort i källmaterialet. Från Stockholms län till Uppsala kommun pendlar c:a 10 000 personer dagligen.²¹

¹⁹ http://www.uppsala.se/Upload/Dokumentarkiv/Extern/Dokument/Om_kommunen/Omradesfakta/Uppsala_2011_SVE_korr.pdf

²⁰ http://www.uppsala.se/Upload/Dokumentarkiv/Extern/Dokument/Om_kommunen/Kommunfakta/Kommunfakta2011.pdf

²¹ <http://www.ul.se/Global/PDF/Bilagor/Bilaga%20%20Arbetspendlingen%20i%20Uppsala%201%C3%A4n.pdf>

Tidigare utredningar



Figur 14. Stomlinjenät för Uppsala. Källa: Bosch et.al. (2009) Rapport Framtida kollektivtrafiksystem i Uppsala. Trivector rapport 2009:54.

Framtida kollektivtrafiksystem i Uppsala

Uppsala kommun jämförde år 2009 tre olika alternativ för kollektivtrafikförsörjningen – spårväg, spårtaxi och stombussar²².

Studien bygger på en backcasting-metod snarare än på trafikprognoser. Detta innebär att man har utgått från vilka miljömål som kommunen vill uppnå och sedan tagit fram vilka kollektivtrafikandelar som man behöver nå i framtiden för att nå miljömålen. Sedan har studien räknat baklänges för att se vilken trafikering som behövs för att kunna ta hand om passagerarna förutsatt att man når den önskade kollektivtrafikandelen.

Rapportförfattarna rekommenderade att kommunen snarast ska införa stombussar på prioriterade busskörfält och att ett systemval görs mellan spårväg och spårtaxi år 2015. Enligt rapporten står då valet emellan att bygga ut antingen en första spårvägslinje eller en pilotbana för spårtaxi.

Anläggningskostnaden för spårvägen beskrivs i rapporten till endast 60 Mkr/km (inklusive föregående kostnader för att konvertera gata till bussbana) vilket får betecknas som mycket lågt. Kilometerkostnaden är väsentligt lägre än kostnadsuppgiften i rapporten för Sundsvall (100 – 200

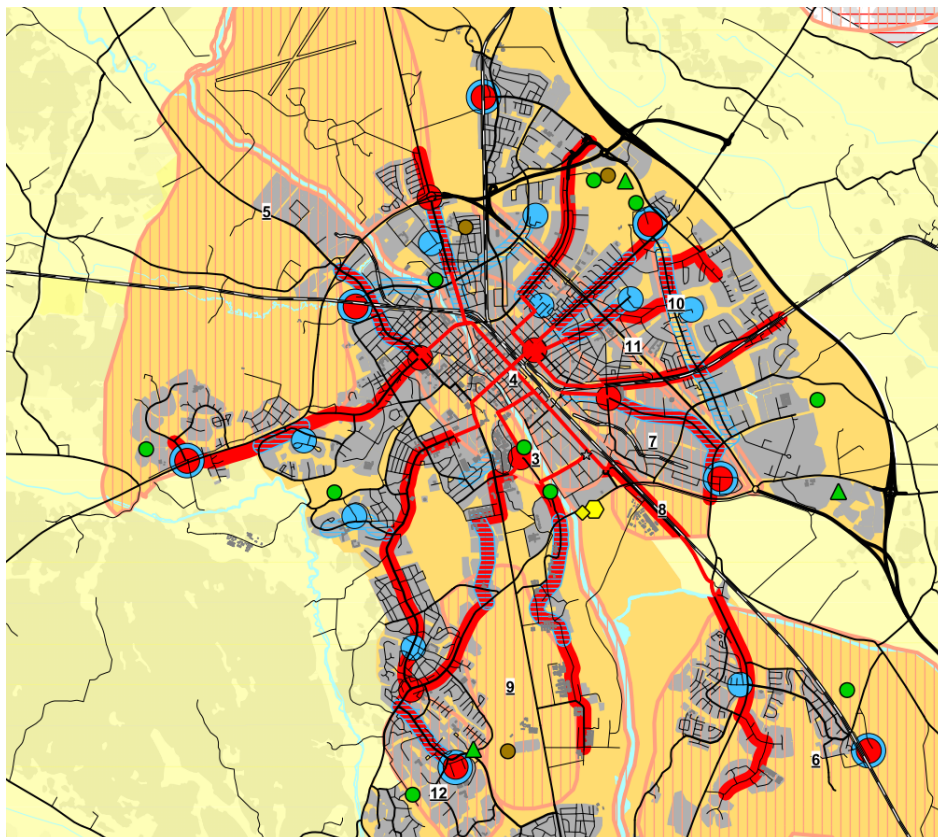
²² Bösch, et.al. (2009) Framtida kollektivtrafiksystem i Uppsala. Trivector rapport 2009:54.

Mkr/km). Anläggningskostnaden för 50 km spår (inräknat kostnader för föregående kostnader för bussbana) beräknas till 3 000 Mkr exklusive depå.

För de sträckor där bussbana byggs beräknas kostnaden till 30 Mkr/km. Sammantaget beräknas kostnaden för hela systemet (buss och spårväg) till 3500 Mkr.

Uppsala kommuns översiktsplan

I Uppsala kommuns översiktsplan från år 2010²³ har ett antal stomlinjekorridorer reserverats som ska utvecklas i framtiden. I figuren nedan visas de stomlinjestråk för kollektivtrafiken som har fastslagits i översiktsplanen.



Figur 15. Stomlinjestråk och knutpunkter. (Stomlinjerna markerade i rött). Källa: Uppsala kommun (2010) Översiktsplan för Uppsala kommun. Antagandehandling 2010. Mark- och vattenanvändning.

Trafikanalyser Uppsala ÖP 2030

I samband med framtagandet av Uppsala kommuns översiktsplan gjorde WSP modellkörningar för att ta fram en trafikprognos för år 2030²⁴. Enligt prognosen kommer kollektivtrafikandelen i huvudvarianten (som baseras på de statliga verkens så kallade EET-strategi med reall oföränder-

²³ Uppsala kommun (2010) Översiktsplan för Uppsala kommun. Antagandehandling 2010. Mark- och vattenanvändning.

²⁴ Almström, Peter och Pettersson, Lars (2009) Trafikanalyser Uppsala ÖP 2030. 2009-12-26. Teknisk rapport. Stockholm: WSP Analys & Strategi.

liga rörliga kostnader) att minska från 14 % till 13 %. Anledningen är att fler personer väljer att resa bil med högre reala inkomster (allt annat oförändrat).

Dock kan kollektivtrafiken påverkas med åtgärder som gör den mer konkurrenskraftigt relativt sett bilen. Med ett införande av stomlinjer kommer kollektivtrafikandelen att öka från 14 % till 16 % enligt rapporten. Genom att införa både områdesavgifter (även benämnda trängselavgifter) samt 50 % högre kilometerkostnad för bil kan kollektivtrafikandelen öka från 14 % till 18 %.

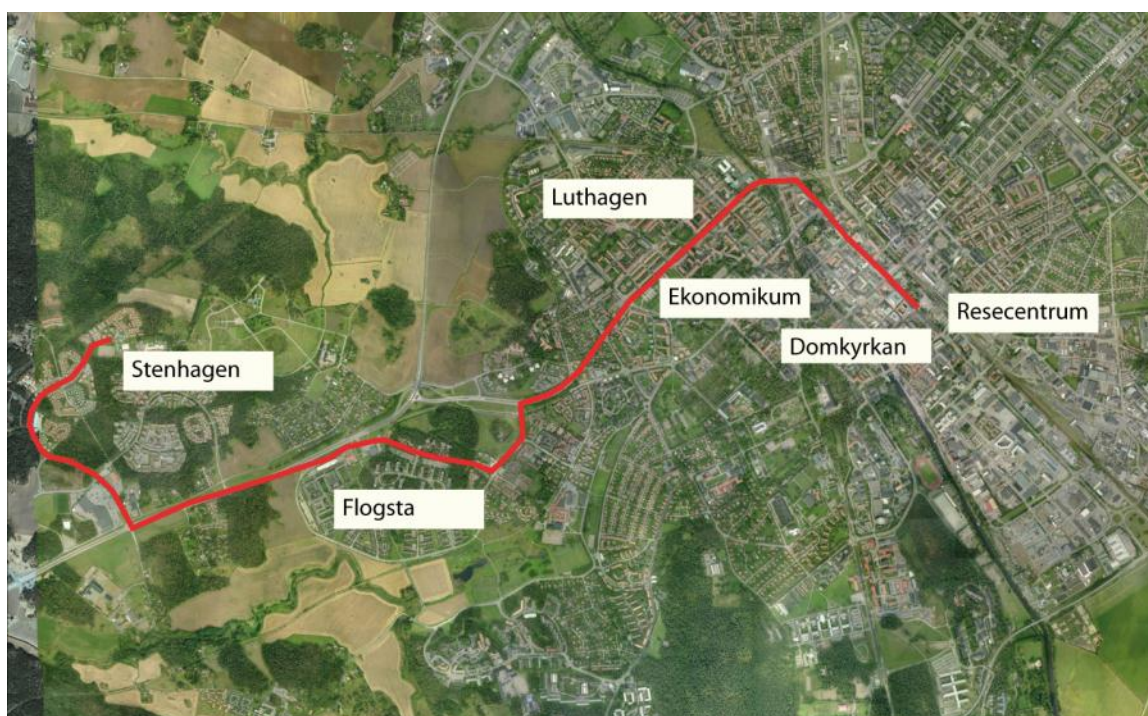
För att studera kapaciteten på den kollektivtrafiklinje som jämförs i detta avsnitt har vi valt att anta att både områdesavgifter och 50 % högre kilometerkostnad införs. Detta innebär att vi har valt ett scenario som innebär den högsta ökningen av kollektivtrafikandelen för trafik med spår-vagnar eller bussar i rapporten. Jämfört med dagens trafik ökar antalet påstigningar per dag med 92 %. Detta innebär i absoluta tal en ökning från 50 600 påstigningar per dag år 2008 till 97 400 påstigningar per dag år 2030.

Stomlinje 1 i rapporten har sin sträckning mellan Stenhagen och Gottsunda. Linjen beräknas få 29 600 påstigningar per dag år 2030 i scenariot med högst resande. Per riktning blir då resandet 14 800 påstigande per dag. Vi studerar endast ena linjebenet mellan Stenhagen och Uppsala resecentrum (och inte benet mellan Uppsala resecentrum och Gottsunda). Resandet kan antas vara ungefär hälften på varje linjeben. Detta innebär 7 400 påstigande per dag och riktning från Stenhagen till Uppsala. Om alla resenärer antas gå på vid ändhållplatsen vid Stenhagen innebär detta att en kapacitet på 7 400 passagerare krävs per dag. Med ett antagande om att 12 % av resenärerna reser under den högst belastade timmen innebär detta 888 resenärer i maxtimmen.

Sträcka för studie

Sträckan Stenhagen – Uppsala resecentrum

Sträckan för studien skiljer sig något från kommunens stomlinjeplan i och med att den även täcker in norra Flogsta vilket ger ett bättre resandeunderlag men något längre restid. Det samma linjesträckning som föreslås i rapporten Framtida kollektivtrafik i Uppsala. Linjen kommer från Herrhagen i väster och går i norra utkanten av Flogsta vidare till Uppsala resecentrum. I stort sett samma sträcka trafikeras idag av linje 5 (undantaget att linje 5 även trafikerar Stenhagsvägen genom Stenhagen men inte trafikerar nordöstra Flogsta).



Figur 16. Vald sträcka för studie i Uppsala: Stenhagen – Uppsala resecentrum

Trafikeringen i dagsläget mellan Stenhagen och Uppsala resecentrum

Endast turer på linje 5 redovisas i nedanstående sammanställning. Linjen är en av Uppsala stadstrafiks stomlinjer sedan år 2009. Uppsala stadstrafik planerar att i framtiden korta restiden genom färre hållplatsuppehåll och signalprioritering i korsningar²⁵. Stenhagen och Herrhagen trafikeras även av andra linjer än linje 5, men ingen annan linje går från ändhållplatsen in till Uppsala resecentrum.

- **Antal turer:** 99 turer per vardagsdygn
- **Busstyp:** Enkelledade bussar (18 m) – c:a 55 sittplatser

²⁵ <http://www.ul.se/sv/Stadsbussarna/Om-Stadsbussarna-i-Uppsala/Stomlinjer/>

- **Sträcka:** 7,9 km²⁶
- **Medelhållplatsavstånd:** 530 m
- **Medelhastighet:** 19 km/h
- **Restid:** 25 min (i högtrafik; 23 min i lågtrafik)
- **Antal hållplatser:** 16 hållplatser
- **Turtäthet som högst:** var 10:e minut
- **Turtäthet under dagtid:** var 10:e minut
- **Sittplatskapacitet mellan kl. 07-08:** 330 sittplatser

Hur skulle BRT i Uppsala kunna se ut praktiskt?

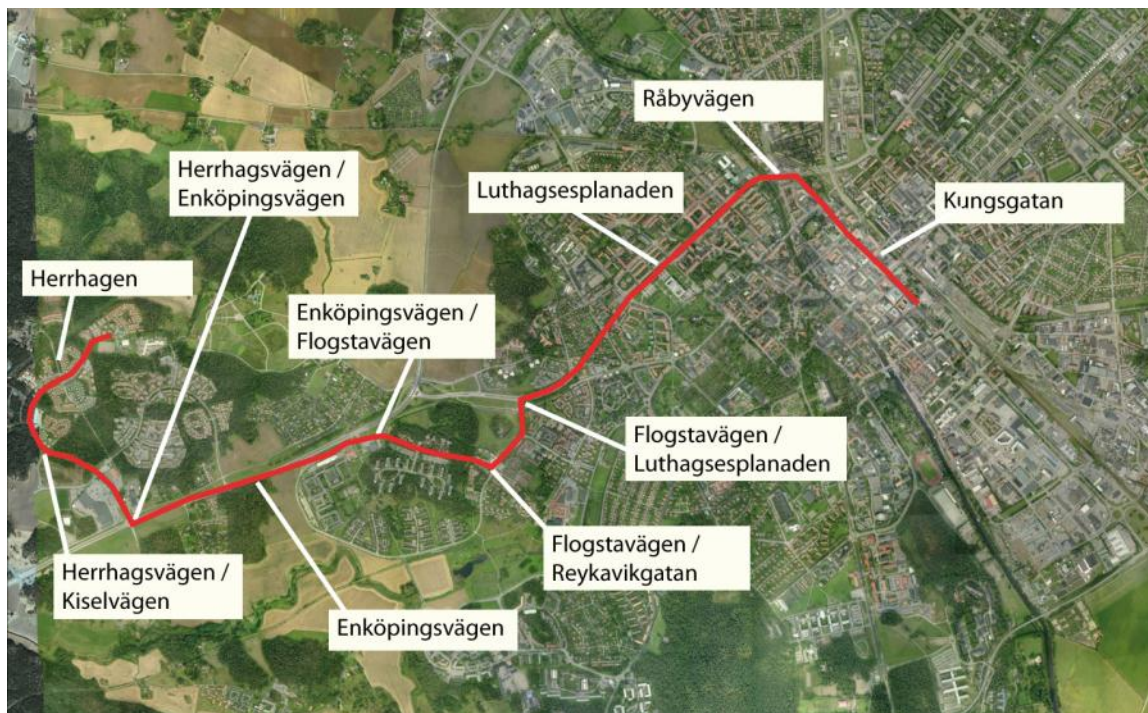
Val av fordon

Vi har valt att använda oss av scenariot med starka styrmedel som områdesavgifter och trängselskatt för att studera hur BRT kan anpassas till krav på hög kapacitet i kollektivtrafiken. Uppsala-studien skiljer sig från studierna för Linköping och Sundsvall både på grund av det högre antagna kapacitetsbehovet och den längre tidshorizonten. För bussalternativet har vi därför valt att studera 24-meters dubbelbussar med låggolv som huvudalternativ till skillnad från de övriga städerna. Vi har även studerat ett alternativ med enkelledade bussar med 18 meters busslängd. I detta alternativ behöver bussarna gå oftare än för 24-meters bussarna för att ge samma kapacitet. Eftersom kapacitetsbehovet inte är så stort att höggolvsbussar krävs har vi valt att enbart studera låggolvsbussar.

För spårvagnsalternativet har vi valt att studera enkelkopplade spårvagnar (30 m). Eftersom reseefterfrågan inte är så stor att dubbelkopplade spårvagnar kan komma på fråga har detta alternativ inte studerats. Dubbelkopplade spårvagnar skulle kunna ge hög kapacitet men eftersom reseefterfrågan inte matchar utbudet skulle antalet turer bli alltför glesa.

²⁶ Avser befintlig sträckning för busslinje 5 (via Stenhagsvägen). Ej exakt samma sträcka som i figuren ovan.

Fysisk utformning av bana



Figur 17. Orienteringsbild för BRT-bana i Uppsala. Bild: ESRI ArcGis / Bing Maps.

Förutsättningar för kostnadsjämförelse

Grov översiktlig bedömning av typ av BRT-bana

I Herrhagen består bebyggelsen av radhus och villor. Herrhagsvägen har ett körfält i vardera riktning, och plats saknas för att bygga en BRT-bana i direkt anslutning till vägen. Eventuell trängsel längs **Herrhagsvägen fram till Kiselvägen** kan hanteras genom att signalprioritera upp till fem korsningar så att buss respektive spårvagn får företräde framför korsande trafik. Denna åtgärd räcker troligen eftersom inga parkeringsplatser finns i direkt anslutning till Herrhagsvägen och den enda störningen som kan uppkomma då härstammar från bilar som angör vägen från sidogator.

På **Herrhagsvägen från Kiselvägen till Enköpingsvägen** finns utrymme för att vid behov uppföra separata BRT-körfält.

Längs **Enköpingsvägen** kan separata BRT-körfält byggas (alternativt kan ett befintligt körfält i vardera riktning reserveras för bussar).

På **Flogstavägen från infarten från Enköpingsvägen till korsningen med Reykavikgatan** är gatusektionen delvis trång. För att en ny BRT-bana ska byggas behöver parkeringsgarage flyttas och dessutom en ny bilväg byggas runt bostadsområdet nordväst om korsningen Flogstavägen – Reykavikgatan. En alternativ lösning är att i stället vidga vägen med endast ett körfält och lägga ett reversibelt busskörfält i mitten av gatan. Detta innebär att bussarna i morgonrusningen går i ena riktningen på busskörfältet och på eftermiddagen i motsatt riktning.

På Flogstavägen från korsningen med Reykavikgatan till korsningen med Luthagesplanaden finns plats att anlägga separat BRT-bana om behov finns.

På Luthagesplanaden samt Råbyvägen finns två körfält i vardera riktning. Ett körfält i varje riktning (förslagsvis mittkörfälten) kan reserveras för BRT-bussar. På Råbyvägen finns redan i dag busskörfält.

På Kungsgatan finns två körfält i vardera riktning. Här finns sedan tidigare busskörfält som kan användas för BRT-linjen. På längre sikt med en större utbyggnad av ett kollektivtrafiksystem med ökad turtäthet kommer antalet fordon vid Uppsala resecentrum att växa kraftigt på grund av ökad turtäthet. Inom ramen för denna studie har konsekvenserna i form av knutpunktens utformning ej kunnat studeras närmare. Potentiella sätt att hantera detta kan vara att distribuera linjerna till de nya pendeltågsstationer som kommer att öppnas i framtiden, införa fler restriktioner för biltrafik samt bygga en bussbro över järnvägen vilket ger möjlighet till fler nya hållplatser i direkt anslutning till tågplattformarna.

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 25 km/h

Dagens medelhastighet ligger på 19 km/h på sträckan. Den antas kunna öka till 25 km/h då BRT-respektive spårvägslinjen blir snabbare på grund av:

- egna körfält på hela sträckan (förutom en kort sträcka i Herrhagen)
- visering av biljetter på hållplatser
- påstigning i alla dörrar
- signalprioritering i korsningar

Båda trafiktyperna får samma hastighet eftersom hållplatsavstånden är detsamma och passagerarflödet vid på- respektive avstigning antas vara lika.

Sträckan Herrhagen – Uppsala resecentrum

Sträckan visas i figuren på föregående sida och har en linjelängd av 7,6 km.

Restider och turtäthet

Restiden med BRT eller spårvagn mellan Herrhagen och Uppsala resecentrum beräknas till 19 minuter med den antagna medelhastigheten 25 km/h.

Både för BRT och spårväg antas att hållplatserna är lika många och har samma läge. Hållplatsavståndet antas öka från 530 m till 660 m. Detta tre hållplatser tas bort längs linjen för att öka medelhastigheten.

Tidigare i texten har ett antagande om 888 resenärer per riktning i maxtimmen för år 2030 kalkylerats. Det bör observeras att antagandet är baserat på att en stor ökning av kollektivtrafikandelen sker på grund av införandet av trängselavgifter och 50 % högre fordonskostnader för bilar. Om dessa styrande åtgärder ej genomförs kommer antalet kollektivtrafikresenärer bli väsentligt lägre.

888 resenärer i maxtimmen kan ges sittplats genom spårvagnar var femte minut (12 turer per timme). Om i stället BRT-bussar på 24 meter används behöver de gå var fjärde minut i rusningstrafik, vilket innebär 15 turer per timme.

Två jämförelser: samma turtäthet eller samma kapacitet

I huvudjämförelsen antas turtätheten för både BRT och spårväg vara densamma. Det bör noteras att för BRT-alternativen betyder detta att några resenärer får ståplatser i rusningstrafiken. Därför är den kompletterande jämförelsen där sittplatskapaciteten per timme är densamma mer relevant för att jämföra samma resestandard. Detta innebär att BRT-bussarna behöver gå oftare än spårvagnarna - vilket ger resenären fördelen av en något högre turtäthet.

För BRT har kostnaderna beräknats som om en egen, ny BRT-bana byggts hela vägen. Detta innebär att kostnaderna överskattats för BRT eftersom det längs delar av linjen går att använda befintliga busskörfält.

I övriga städer (Linköping och Sundsvall) är kapaciteten studerad i närtid. För Uppsala studerar vi däremot situationen längre fram i tiden – för år 2030. Detta eftersom källdokumentet har år 2030 som det år för vilket kapaciteten studeras.

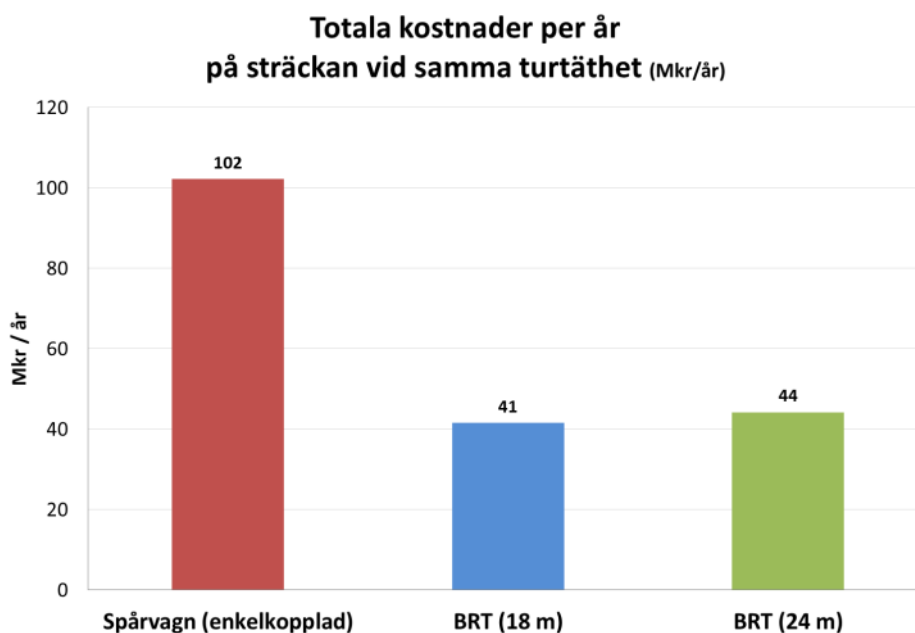
Förutsättningar för jämförelsen mellan BRT och spårväg

- **Antal turer vid samma turtäthet:** 124 turer per vardagsdygn för både BRT och spårväg
- **Antal fordon vid samma turtäthet:** 11 fordon (både för BRT och spårväg; exklusive reservfordon)
- **Antal turer vid samma sittplatskapacitet:** 124 turer per vardagsdygn för spårväg (30 m); 180 turer per vardagsdygn för BRT (18 m); 163 turer per vardagsdygn för BRT (24 m);
- **Antal fordon vid samma sittplatskapacitet:** 11 spårvagnar; 16 BRT-bussar (18 m); 15 BRT-bussar (24 m)
- **Restid:** 19 minuter
- **Antal hållplatser:** 13 hållplatser
- **Sträcka:** 7,9 km
- **Medelhållplatsavstånd:** 660 m
- **Medelhastighet:** 25 km/h

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.



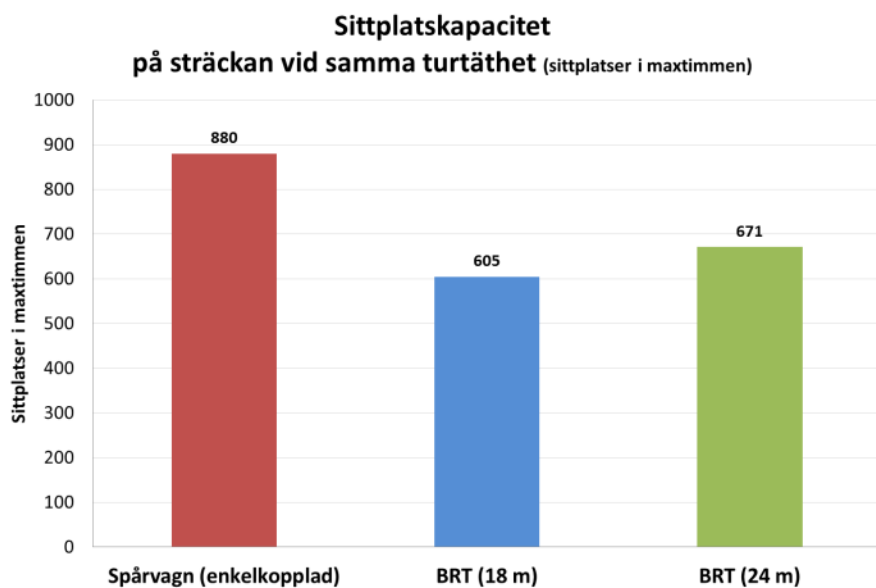
Figur 18. Totala kostnader per år vid samma turtäthet för Uppsala: Herrhagen – Uppsala resecentrum.

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 102 Mkr/år och alternativet med BRT ger en total kostnad på mellan 41 och 44 Mkr/år, beroende på val av busstyp. Den största delen av kostnadsskillnaden beror på att spårvägen är dyrare att bygga än BRT-bana. En annan faktor som påverkar är att spårvägens driftskostnader är högre.

Sittplatskapacitet

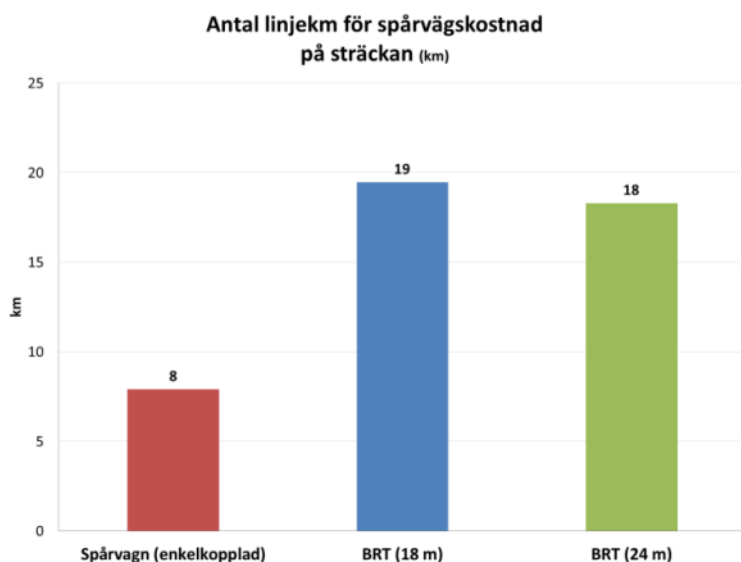
Vid samma turtäthet ger spårvagnar en högre sittplatskapacitet jämfört med buss. Skillnaden blir förhållandevis stor eftersom vi antagit att låggolvsbussar används.



Figur 19. Sittplatskapacitet per timme vid samma turtäthet för Uppsala: Herrhagen – Uppsala 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 mer än dubbelt så stort linjenät.

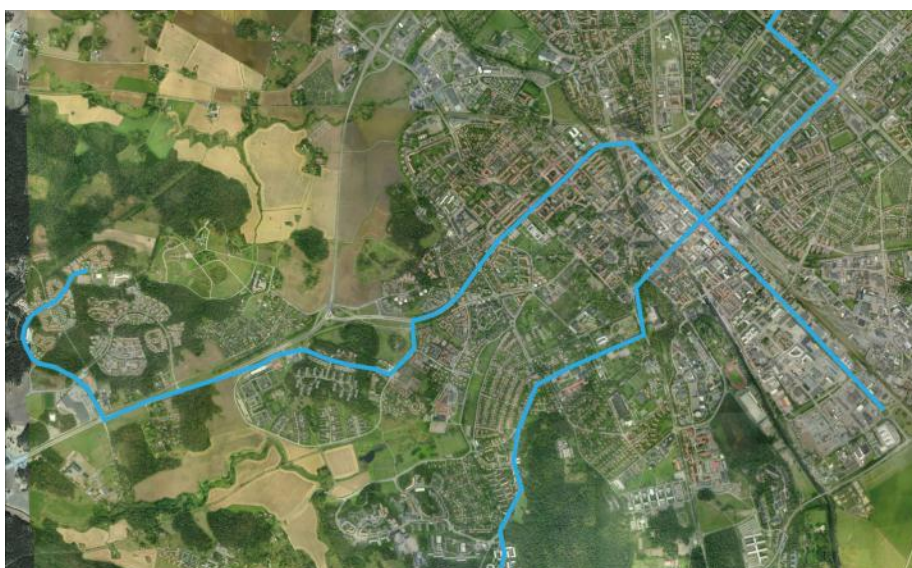


Figur 20 Antal linjekilometer för spårvägskostnad för Uppsala: Herrhagen – Uppsala resecentrum.

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



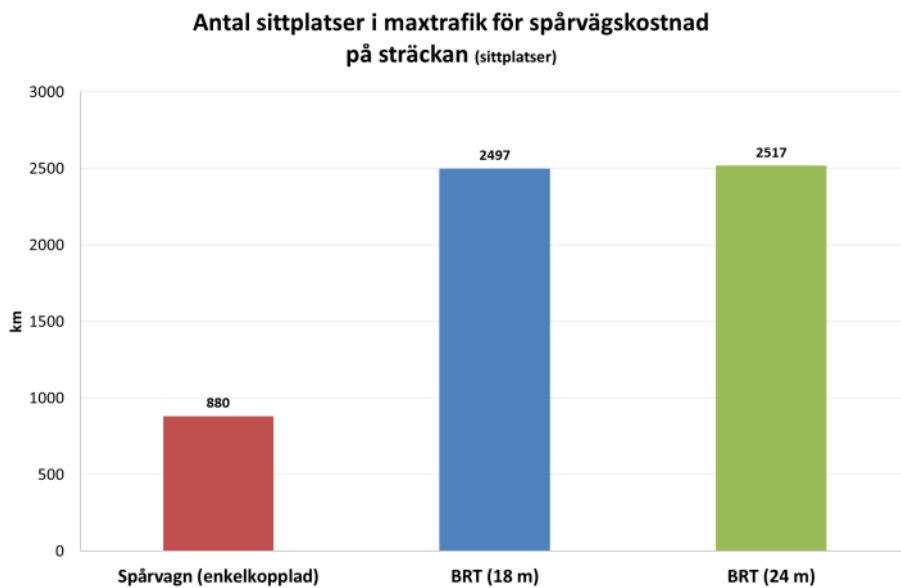
Figur 21. För 102 Mkr/år får man 7,6 km spårväg.



Figur 22. För samma summa 102 Mkr/år) erhålls 18-19 km BRT-bussbana. På bilden visas ett teoretiskt nät på något under 17 km.

Hur många fler sittplatser kan man få för spårvägspengarna?

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 c:a 2500 platser i maxtimmen. Detta kan jämföras med sittplatskapaciteten för spårvagn i maxtimmen som i exemplet uppgår till 880 platser.



Figur 23 Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad för Uppsala: Herrhagen – Uppsala resecentrum.

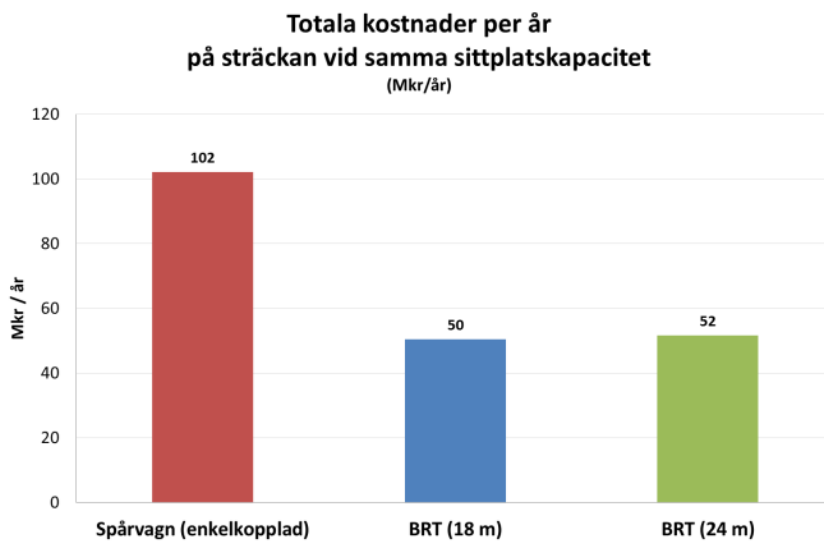
Över dubbelt så många sittplatser med BRT för samma kostnad som spårväg

Kapacitetsmässigt får man med BRT nästan tre 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

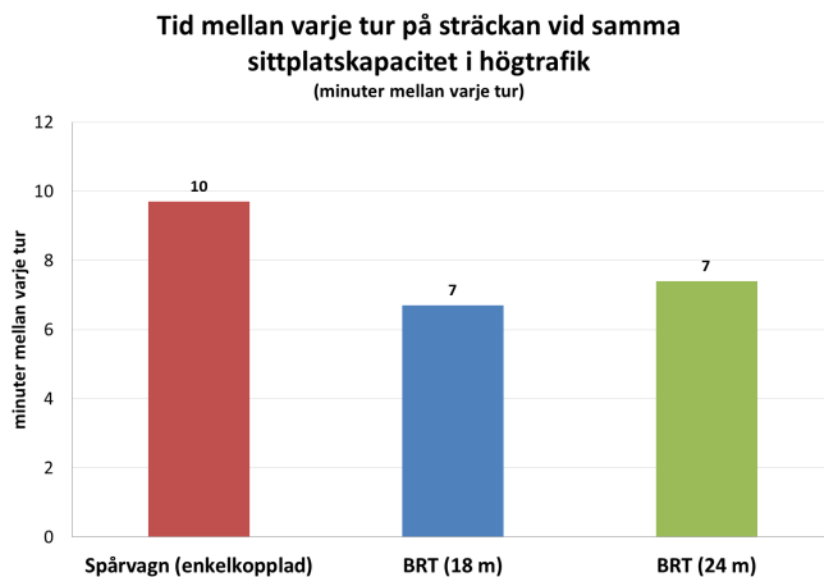
Jämförelse av årskostnad för BRT och spårväg

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 24. Totala kostnader per år vid samma sittplatskapacitet per timme för Uppsala: Herrhagen – Uppsala resecentrum.

Bussen har i denna jämförelse en fördel eftersom den går oftare jämfört med spårvagnen. För resenären innebär detta en något kortare väntetid. Skillnaden blir troligen framförallt märkbar i lågtrafik kvällstid.

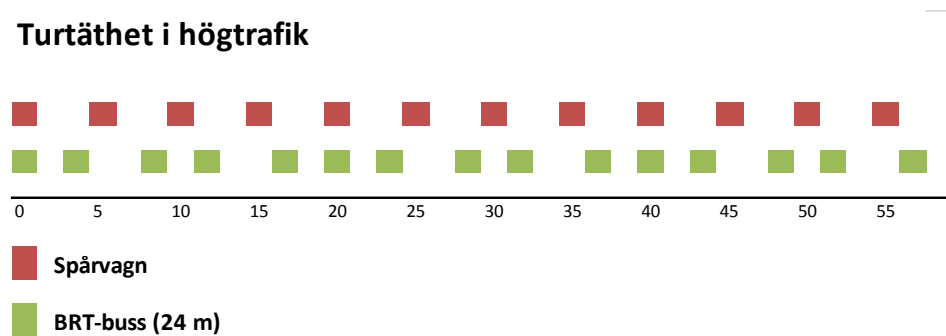


Figur 25. Tid mellan varje tur vid samma sittplatskapacitet per timme för Uppsala: Herrhagen – Uppsala resecentrum.

För att åskådliggöra skillnaden i turtäthet med samma sittplatskapacitet finns ett turtäthetsdiagram nedan samt jämförande exempeltidtabeller på nästa sida. Till skillnad från föregående städer har vi här valt att jämföra tidtabeller för dubbelledade BRT-bussar på 24 meter (snarare än enkelle-

dade bussar) med spårvagn vid samma sittplatskapacitet. Detta på grund av det höga prognosticerade kapacitetsbehovet.

Turtäthet i högtrafik



Figur 26. Turtäthet i högtrafiktimmarna med spårvagn respektive BRT-buss med 24 meters längd.

Tidtabell för spårvagn

- Fordonstyp: spårvagn (30 m)
- Total årskostnad: 102 Mkr/år
- 124 turer per vardagsdygn

Tidtabell spårvagn 5 från Stenhagen mot Uppsala resecentrum												
Timme	Minut											
05	30	45										
06	00	10	20	30	40	50						
07	00	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
08	00	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
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	10	20	30	40	50						
16	00	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
17	00	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
18	00	10	20	30	40	50						
19	00	15	30	45								
20	00	15	30	45								
21	00	15	30	45								
22	00	20	40									
23	00	20	40									
00	00	20										

Tidtabell för BRT 24 m vid samma sittplatskapacitet som för spårvagn

- Fordonstyp: Dubbelledad BRT-buss (24 m)
- Total årskostnad: 44 Mkr/år
- 163 turer per vardagsdygn

Tidtabell snabbuss 5 från Stenhagen mot Uppsala resecentrum															
Timme	Minut														
05	30	45													
06	00	07	15	22	30	37	45	52							
07	00	04	08	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
08	00	04	08	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
09	00	07	15	22	30	37	45	52							
10	00	07	15	22	30	37	45	52							
11	00	07	15	22	30	37	45	52							
12	00	07	15	22	30	37	45	52							
13	00	07	15	22	30	37	45	52							
14	00	07	15	22	30	37	45	52							
15	00	07	15	22	30	37	45	52							
16	00	04	08	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
17	00	04	08	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
18	00	10	20	30	40	50									
19	00	10	20	30	40	50									
20	00	10	20	30	40	50									
21	00	10	20	30	40	50									
22	00	10	20	30	40	50									
23	00	15	30	45											
00	00	15	30												

Bilaga 3 – Ekonomisk kalkyl för Uppsala

Ekonomisk kalkyl vid samma turtäthet (olika sittplatskapacitet)	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)
Kapitalkostnader						
Fordon						
Antal fordon	11		11		11	
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	25,0		3,0		4,7	
Totalt fordon	275	15,3	33	1,8	52	4,5
Hållplatser						
Antal hållplatser	13		13		13	
Investeringskostnad per hållplats (Mkr)	0,7		0,7		0,7	
Totalt hållplatser	9,1	0,5	9,1	0,5	9,1	0,5
Depå						
Antal fordon	11		11		11	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	6,2		3,7		3,7	
Totalt depå	68	3,8	41	2,0	41	2,0
Gata/spår						
Antal km gata/spår	7,9		7,9		7,9	
Investeringskostnad per km gata/spår (Mkr/km)	101		50		50	
Totalt gata/spår	798	38,8	395	19,2	395	19,2
Totalt kapitalkostnader	1150		478		497	
Totalt kapitalkostnader per km	146		60		63	
Driftkostnader						
Trafikering						
Antal turer per dygn	124		124		124	
Sträcka (km)	7,9		7,9		7,9	
Antal sittplatser per fordonsenhet	80		55		61	
Antalet sittplatser i maxtimmen	880		605		671	
Utbudskilometer per dygn (km/dygn)	1 959		1 959		1 959	
Utbudskilometer per år (km/år, 300 dagar)	587 760		587 760		587 760	
Driftkostnad (kr/utbudskm)	68		27		27	
Totalt trafikering		39,9		15,6		15,6
Infrastruktur						
Sträcka för spår (km)	7,9					
Kostnad per km spår (Mkr/km)	0,5					
Yta för gata (m ²)			63200		63 200	
Kostnad per m ² (Mkr/m ²)			0,000038		0,000038	
Totalt infrastruktur		4,0		2,4		2,4
Totala kostnader per år (Mkr/år)		102		41		44
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	Beräkningar baserade på Trivector (2009) Framtida kollektivtrafiksystem i Uppsala - förstudie, s 26. 80 st spårvagnar krävs för hela nätet. Hela nätet är 53 km långt. Om antalet spårvagnar antas vara proportionellt mot nätets storlek behövs $(7,6 / 53) * 80 = 12$ spårvagnar.
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	Spårvagn: Andersson & Gibrand (2008) Trivector rapport 2008:26 Litteratursammanställning över kollektivtrafiksystem. 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	Hållplatsplacering med antagande om hållplatsavstånd på 500 m i enlighet med rapporten Trivector (2009) Framtida kollektivtrafiksystem i Uppsala - förstudie, s 15.
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 vägskäl.
Totalt hållplatser	
Depå	
Antal fordon	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	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.
Investeringskostnad per km gata/spår (Mkr)	Spårvagn: WSP (2011) Buss, BRT och spårväg - en jämförelse Rapport 2011:1, s 128 (Alternativ låg). För att verifiera uppgiften om investeringskostnaden per km för spårväg har vi även undersökt internt arbetsmaterial gällande kostnadsbedömning för spårväg Ropsten - Lidingö centrum. Efter uppräknning till prisnivå för år 2011 blev investeringskostnaden där 138 Mkr / km. 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	
Driftkostnader	
Trafikering	
Antal turer per dygn	Källa: Trivector (2009) Framtida kollektivtrafiksystem i Uppsala - förstudie, s 28.
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 stolinje 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)	Spårvagn: Trivector (2009) Framtida kollektivtrafiksystem i Uppsala - förstudie, s 28.
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 linjkm för spårvägs kostnad	Spårvagn (enkelkopplad)	BRT (18 m)	BRT (24 m)
	Linjkm (km)	Linjkm (km)	Linjkm (km)
Totala kostnader per år (Mkr/år)	102	41	44
Antal km gata/spår	7,9	7,9	7,9
Kostnad per km och år (Mkr/km*år)	12,9	5,2	5,6
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)		61	58
Antal extra linjekilometer för spårvägs kostnad		11,6	10,4
Totalt antal linjkm för spårvägs kostnad (km)	7,9	19,5	18,3

Antal linjkm 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 linjkm 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	11	11	11	
Antal sittplatser per fordonsenhet	80	55	61	
Antal sittplatser i maxtrafik	880	605	671	
Investering, marginalkostnadsberäkning				
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	25,0	3,0	4,7	
Årskostnad per fordon (Mkr/år)	2,2	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	2,5	0,3	0,6	
Drift, marginalkostnadsberäkning				
Total driftskostnad för trafikering (Mkr/år)	39,9	15,6	15,6	
Driftskostnad för trafikering per fordon (Mkr/år)	3,6	1,4	1,4	
Marginalkostnad per fordon och år (Mkr/år)	6,1	1,8	2,0	
Marginalkostnad per sittplats och år (Mkr/år)	0,076	0,032	0,033	
Skillnad i årlig kostnad jämfört med spårvagn (Mkr/år)		61	61	
Antal extra fordon för spårvagnskostnad	0	34	30	
Antal extra sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	0	1892	1846	
Totalt antal sittplatser i maxtrafik för spårvagnskostnad	880	2497	2517	

Antal sittplatser i maxtrafik för spårvägs kostnad	Källor och anmärkningar
Antal fordon	Egna beräkningar på basis av omloppstidsberäkningar.
Antal sittplatser per fordonsenhet	Se tidigare beräkning
Antal sittplatser i maxtrafik	
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	880		880		880	
Antal sittplatser per fordonsenhet	80		55		61	
Antal fordon	11		16		15	
Investeringskostnad per fordon (Mkr)	25,0		3,1		4,9	
Totalt fordon	275	15,3	49,6	2,8	74	6,4
Hållplatser						
Antal hållplatser	13		13		13	
Investeringskostnad per hållplats (Mkr)	0,7		0,7		0,7	
Totalt hållplatser	9,1	0,5	9,1	0,5	9,1	0,5
Depå						
Antal fordon	11		16		15	
Investeringskostnad per fordon för depå (Mkr)	6,2		3,7		3,7	
Totalt depå	68	3,8	59	2,9	56	2,7
Gata/spår						
Antal km gata/spår	7,9		7,9		7,9	
Investeringskostnad per km gata/spår (Mkr/km)	101		50		50	
Totalt gata/spår	798	38,8	395	19,2	395	19,2
Driftkostnader						
Trafikering						
Antal turer per dygn	124		180		163	
Sträcka (km)	7,9		7,9		7,9	
Genomsnittlig turtäthet (min)	10		7		7	
Utbudskilometer per dygn (km/dygn)	1 959		2 850		2 569	
Utbudskilometer per år (km/år, 300 dagar)	587 760		854 924		770 833	
Driftkostnad (kr/utbudskm)	68		27		27	
Totalt trafikering	39,9		22,7		20,5	
Infrastruktur						
Sträcka för spår (km)	7,9					
Kostnad per km spår (Mkr/km)	0,5					
Yta för gata (m ²)			63 200		63 200	
Kostnad per m ² (Mkr/m ²)			0,000038		0,000038	
Totalt infrastruktur		4,0		2,4		2,4
Totala kostnader per år (Mkr/år)		102		50		52

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.