

Uppsalas framtida kollektivtrafik

Jämförelseunderlag
spårväg och BRT



Innehåll

3 Bakgrund och förutsättningar

- 3 Bakgrund
- 4 Uppsalapaketet
- 4 Om Uppsala spårväg
- 4 Jämförelseunderlaget
- 4 Fasta förutsättningar
- 6 Befolkning och befolkningsscenarier
- 6 Befolkningsscenarier
- 7 Uppsala 280
- 7 Uppsala 316
- 7 Uppsala 340
- 7 Uppsala 380

9 Trafikering och kapacitet

- 9 Spårvägens och BRT:s likheter och olikheter
- 9 Spårväg
- 9 BRT
- 10 Automatisering och batteridrift
- 10 Kollektivtrafikens kapacitet
- 10 Turtäthet
- 12 Kapacitet
- 12 Utveckling av Uppsala till 2050
- 13 Attraktiv och högprioriterad kollektivtrafik
- 13 Trafikanalys
- 16 Uppsalas förutsättningar
- 16 Trafikupplägg

20 Tillstånd

- 20 Planläggning
- 20 Trafikering

22 Kostnads kalkyl

- 22 Direkta kostnader för infrastruktur och rullande materiel
- 25 Medfinansiering

26 Nyttokalkyl

- 26 Kvantifierbara indirekta effekter

28 Samlad bedömning

29 Diskussion

31 Källor

32 Bilagor

Dokumentnamn: Jämförelseunderlag spårväg och BRT – sammanfattning

Författare: Mario Rivera, Huvudprojektledare Uppsala spårväg

PG Andersson och Lena Richardson, Trivector

Tillhör: Projektledning Uppsala spårväg

Status: Slutlig handling

Godkänt av:

Versionshantering 1.0

4 februari 2020

Bakgrund och förutsättningar

Bakgrund

Uppsala kommun och Region Uppsala har under de senaste åren utrett frågan kring hur vi på bästa sätt kan möta människors behov att ta sig till och från jobbet, skolan, butiker med mera. Utgångspunkten har varit att tillgodose hållbara pendlingsmönster; att fler väljer kollektivtrafik, gång och cykel. Utifrån ett hållbarhetsperspektiv har miljöaspekten varit centralt, men även de begränsningar som vår infrastruktur ger oss och det ekonomiska perspektivet.

År 2016 genomförde Uppsala kommun tillsammans med Region Uppsala en systemvalsstudie för en kapacitetsstark kollektivtrafik i Uppsala stad. Systemvalsstudien hade som fokus att studera förutsättningar och kostnader för ett BRT-system (bus rapid transfer) och ett spårvägssystem för den så kallade 8:an (sträckningen mellan Gränby, Uppsala C och Gottsunda). Som utgångspunkt användes översiktsplanens markanvändning till år 2030 och 2050.

Systemvalsstudiens slutsats var att det krävs betydande investeringar i både anläggningar och drift för båda systemen. BRT-systemet löser kollektivtrafikbehovet i ett kortare tidsperspektiv, dock är möjligheterna att öka kapaciteten i systemet begränsade vilket ger mindre flexibilitet samt kan begränsa utvecklingen på sikt. Spårvägssystemet har större kapacitet och ger därmed större flexibilitet för den framtida utvecklingen (2050), behovet av dessa kapacitetsstarka transportlösningar uppstår dock inte förrän stora delar av utbyggnaden

som planeras för 2050 är genomförda. Systemvalsstudien gav en bra överblick över dessa system, dock var den inte tillräcklig för att kunna fatta beslut om vilket system som var bäst för Uppsalas utveckling.

År 2017 tecknades ett avtal (det s.k. Uppsalapaketet, se även nästa kapitel) mellan Uppsala kommun, Region Uppsala och staten om en utbyggnad av två spår till Stockholms länsgräns, en ny tågstation i Bergsbrunna samt en robust kollektivtrafiklösning (spårväg) mellan Gottsunda och Bergsbrunna. Som motprestation ska Uppsala kommun säkerställa att det byggs 33 000 nya bostäder i stadens södra stadsdelar. Region Uppsala åtar sig att tillhandahålla fordon, depå och trafikera området.

Enligt regeringsbeslut (N2018/03942/SPN) reserverades 900 miljoner kronor från stadsmiljöavtalet till spårvägen mellan Gottsunda och Bergsbrunna. Spårvägen ska vara färdigbyggd till år 2029. Ett avtal mellan parterna om medfinansiering finns.

Beslutet om utvecklingen av de södra stadsdelarna med arbetsplatser och 33 000 bostäder tidigarelägger utvecklingen i förhållande till det som tidigare angavs i översiktsplanen för Uppsala. Det medför att resandeunderlaget (efterfrågan) som motiverar behovet av en kapacitetsstark kollektivtrafik (spårväg) kan komma att inträffa tidigare.

Uppsalapaketet

Uppsalapaketet är benämningen på utbyggnaden av ytterligare två spår till Stockholm, utbyggnaden av Uppsala central, ny tågstation (Uppsala Södra) i Bergsbrunna, kapacitetsstark kollektivtrafik i form av spår- väg samt 33 000 bostäder. Uppsalapaketet styrs och genomförs i programform. Projektet Uppsala spår- väg ingår i program Uppsalapaketet.

Om Uppsala spår- väg

Syftet med projektet är att:

1. Ta fram underlag för att år 2021 kunna ta ett genomförandebeslut för spår- väg (infrastruktur, fordon och trafikering) i Uppsala. Genomförandebeslutet har följande huvudmoment:
 - Fortsätta eller avbryta projektet.
 - Hur projektet går vidare: typ av genomförande, totala kostnaden (infrastruktur och fordon) samt ansvars- och kostnadsfördelning mellan Uppsala kommun och Region Uppsala. Finansiering och affärsmodell.
2. Initiera nödvändiga arbeten och processer för planering av spår- vägssystemet så att projektet har förutsättningar och resurser att gå vidare till ett genomförandeskede, givet positivt beslut i punkt 1.

Effektmål som projektet ska bidra till är:

- En snabb och kapacitetsstark kollektivtrafikförbindelse med hög turtäthet från den nya tågstationen i Bergsbrunna (Uppsala Södra) till Gottsunda- Ultuna- stadsnod samt vidare in till resecentrum (Uppsala C).
- Resandemål är att spår- vägssystemet ska ha minst 80 000 påstigande per vardagsmedeldygn år 2050.
- Kollektivtrafik som lockar till sig nya resenärer.
- En kollektivtrafik som utgör ett komplement till cykeltrafiken. Det är viktigt att både kollektivtrafiken och cykeltrafiken ökar både i antal och andel av alla resor i staden.

Projektet har följande projektmål:

1. Att ta fram tillräckligt med underlag (se omfattning samt leveransplan) så att både kommunen och regionen kan ta fram ett genomförandebeslut till år Q2 2021.
2. Att före 2021 fastställa viktiga förutsättningar för planering av spår- vägssystemet, såsom linjesträckning, hållplatser, depå (läge och koncept), handledning för planeringsförutsättningar samt fordonskoncept.
3. Att under perioden 2019–2021 initiera samtliga detaljplaner och tillståndprocesser.

4. Att under 2019 påbörja kommunikationsprocessen med allmänheten, marknaden och övriga intressenter.

Jämförelseunderlaget

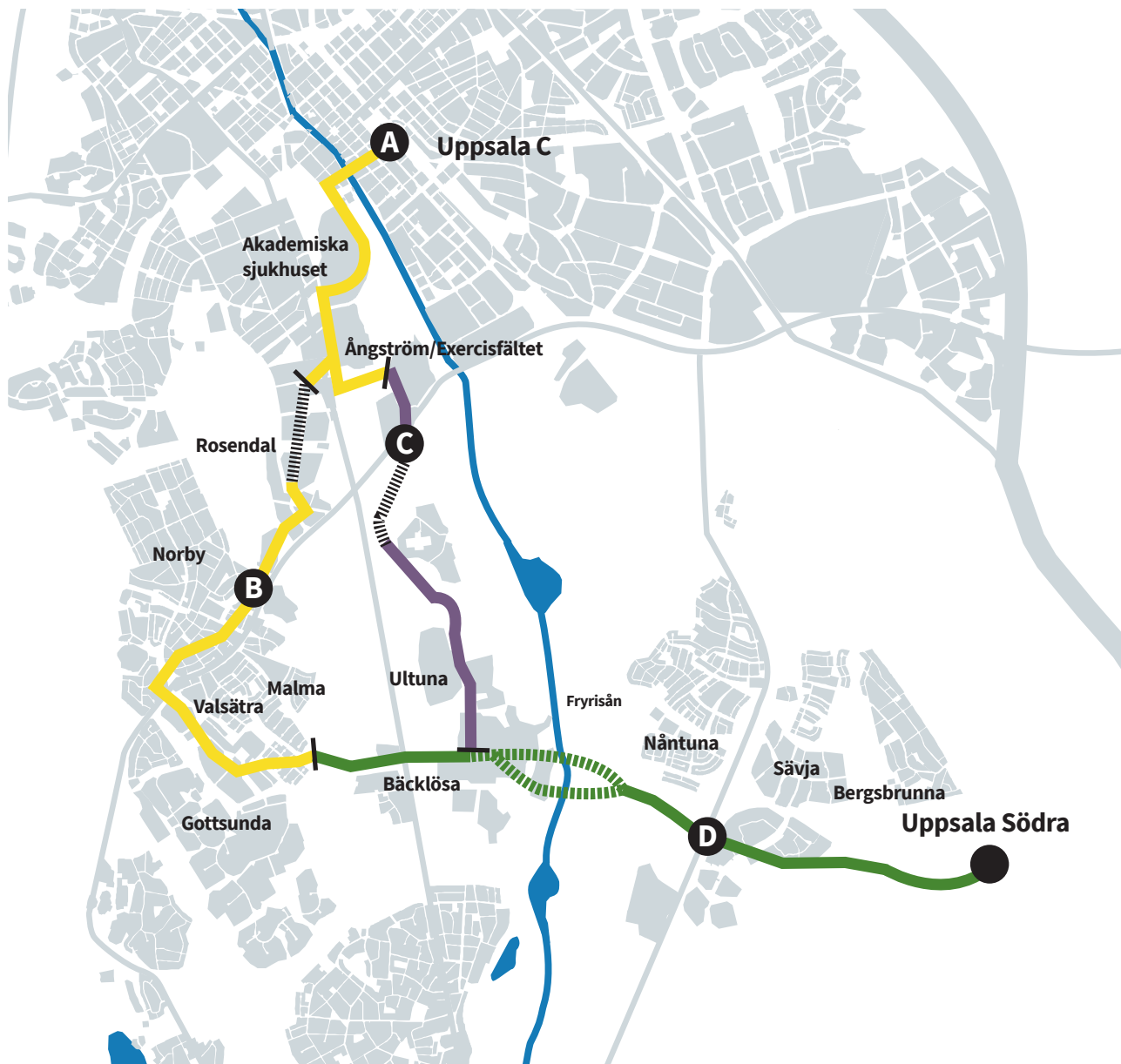
Projektet Uppsala Spår- vägs syfte är (som beskrivits ovan) att ta fram ett underlag för genomförandebeslut om utbyggnad av spår- väg i Uppsala. Huvudalternativet är spår- väg varför allt underlag som t.ex. systemhandlingar och gestaltningsprogram kommer att baseras på det. Emellertid kommer projektet upprätthålla ett jämförelseunderlag (denna skrift) för BRT (Bus Rapid Transit) jämfört med spår- väg. Jämförelseunderlaget avser samma stråk.

Jämförelseunderlaget är en fortsättning och uppdatering av den systemvalsstudien som gjordes 2016. Uppsalapaketet med dess markanvändning och tidplan fanns inte som förutsättning när systemvalsstudien togs fram.

Fasta förutsättningar

Jämförelseunderlaget utgår från följande fasta förutsättningar:

- Sträckning: spår- vägen och BRT har samma sträckning genom Uppsala, se figur 1.
- Framkomlighet: spår- vägen och BRT går i högsta möjliga mån på egen bana samt har hög prioritering i trafiken.
- Standard och driftsäkerhet: spår- vägen och BRT är byggda på ett sådant sätt att anläggningen har hög standard vilket medger hög komfort för resenärerna samt att ledningar flyttas för att minska risker för störningar.
- Stadsmiljö: kollektivtrafiken och dess anläggningar bidrar till att skapa attraktiva vistelsemiljöer och tar tillvara stadens identitet. Viktiga egenskaper för såväl BRT och spår- väg är:
 - Öppet och barriärfritt
 - Tryggt och säkert
 - Grönt och vackert
 - Enkelt och tillgängligt
- Befolkning och markanvändning: spår- vägen och BRT möjliggör utveckling enligt översiktsplanens ambition (Scenario Uppsala 340) till 2050, vilket är 340.000 invånare och 80.000 resor per vardag år 2050 (baserad på minst 75% av resor görs med gång, cykel och kollektivtrafik).
- Fordon: dessa har en standard som medger hög komfort för resenärer och följer marknadsutvecklingen gällande automatisering samt elektrifiering (med eller utan kontaktledningar). Den praktiska kapaciteten används för att beräkna antalet resenärer per fordon.



Figur 1. Den geografiska utbredningen av Uppsala spårväg. Den grönmarkerade delen är den som ingår i Uppsalapaketet och som staten har beviljat medfinansiering.

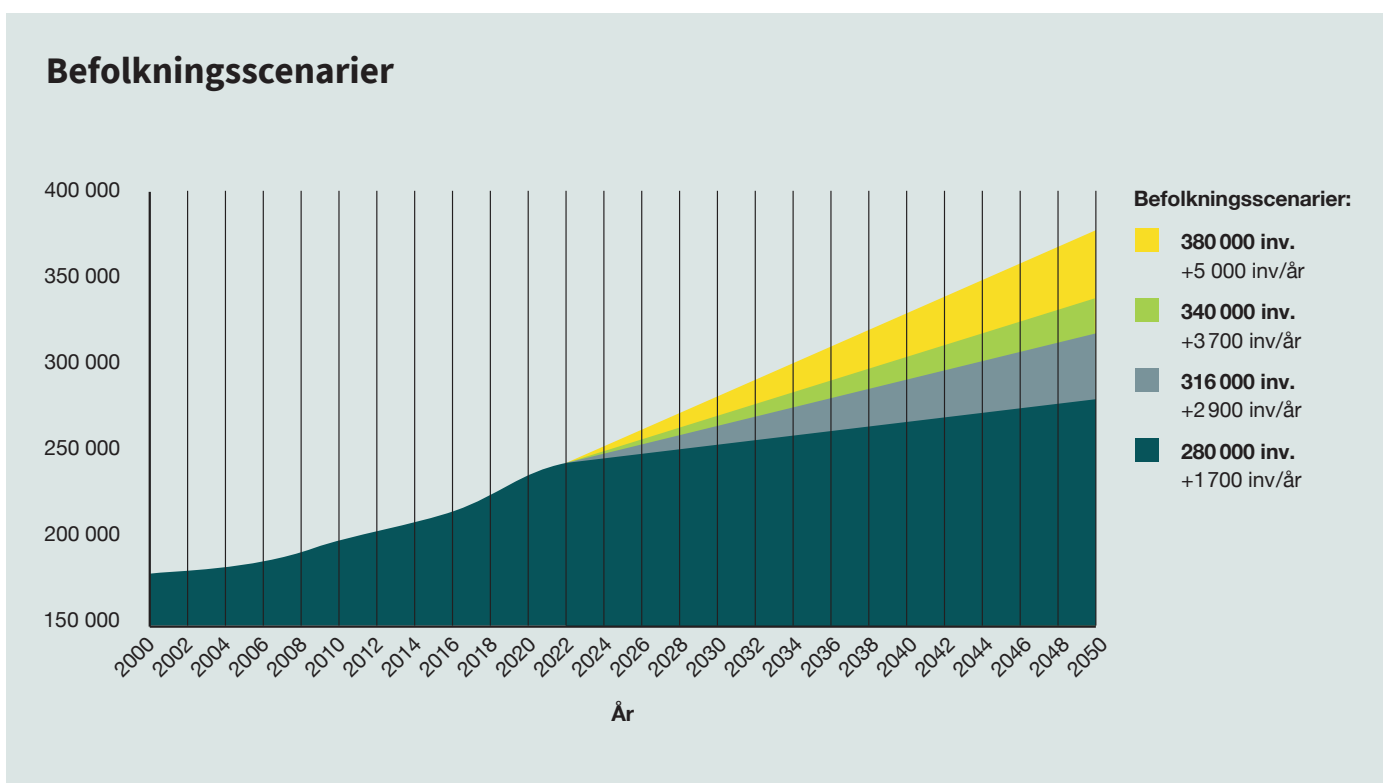
Befolkning och befolkningsscenarier

Nuvarande översiktsplan antogs 2016 av kommunfullmäktige. Översiktsplanen visar hur kommunen planerar att utveckla bebyggelse, trafik och grönområden i hela kommunen fram till 2050. Det pågår ett arbete med aktualitetsprövning av översiktsplanen, det görs en gång per mandatperiod. I samband med aktualitetsprövningen har kommunen tagit fram nya scenarier på hur kan befolkningen komma att öka till år 2050.

I huvudsak arbetar kommunen med följande scenarier:

- Uppsala 280: befolkningen ökar upp till 280.000 invånare.
- Uppsala 316: befolkningen ökar upp till 316.000 invånare.
- Uppsala 340: befolkningen ökar upp till 340.000 invånare.
- Uppsala 380: befolkningen ökar upp till 380.000 invånare.

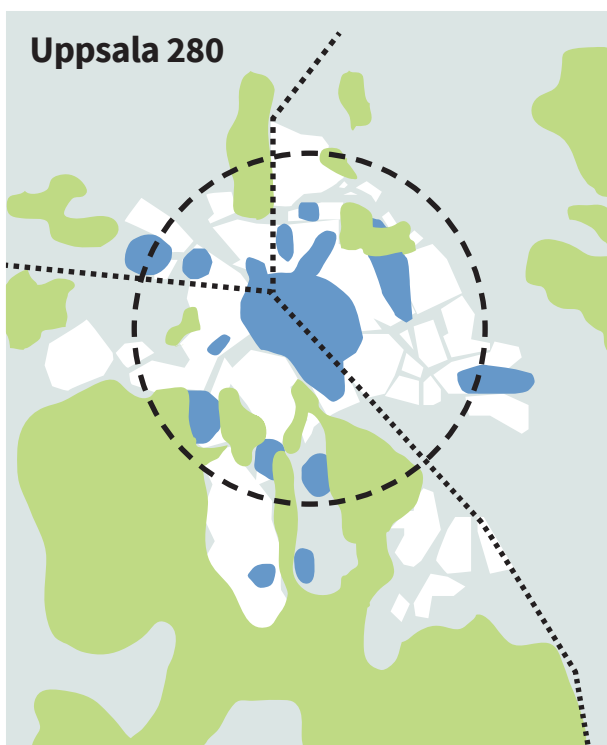
Nedanstående bild är sammanställning av scenarierna samt dess förhållande till den historiska befolkningsutvecklingen under 2000-talet.



Figur 2. Scenarier för befolkningsutveckling (Uppsala kommun).

Markanvändningen kopplade till befolkningsprognoserna redovisas i figurerna 3-6. Det lägsta scenariot är Uppsala 280 och det högsta är Uppsala 380. Markanvändningen byggs på mellan scenarierna, vilket redovisas av de olika färgerna i respektive scenario.

I Uppsala 280 är utbyggnadsområdena i staden markerade med blått. I det scenariot används inte den fulla potentialen av dessa områden. I Uppsala 316 styrs utvecklingen till andra områden (mörkgrön) och därmed är utvecklingen inom de blåa områdena ännu lägre än i scenario 280. Därefter byggs Uppsala 340 (ljusgrön) och 380 (gul) upp.



Fulla potentialen i alla markerade blåa områden utnyttas inte.

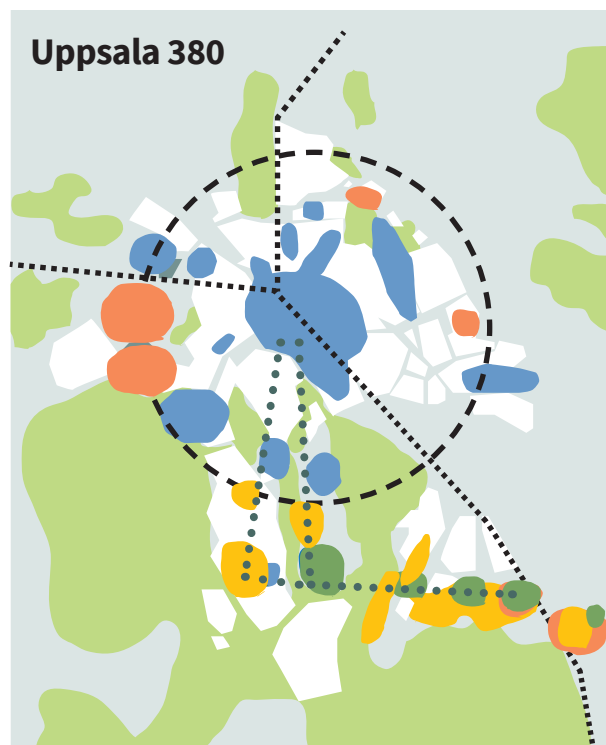


Ännu mindre av potentialen i markerade blåa områden i staden utnyttas.

Figur 3 och 4. Områden med stadsutveckling i Uppsala 280 (blått) samt i Uppsala 316 (blåa och mörkgröna områden).



Lika liten del av potentialen som i Uppsala 316 utnyttas i markerade blåa områden i staden.



Förutom Uppsalapaketet och potentialen i blå områden kan också några ytterligare utvecklingsområden påbörjas (rött).

Figur 5 och 6. Områden med stadsutveckling i Uppsala 340 (blåa, gröna och orangea områden) samt Uppsala 380 (samtliga färger)

Inom upptagningsområdet för kollektivtrafiken i det geografiska området som denna studie omfattar, beskrivs antalet bostäder, arbetsplatser och tillskott nya invånare för respektive scenario i tabell 0.1.

Befolkningsprognos	Nya bostäder	Nya arbetsplatser	Antalet nya invånare (total)
Uppsala 280	13000	16000	26000
Uppsala 316	33000	23000	66000
Uppsala 340	48000	33000	96000
Uppsala 380	54000	47000	107000

Tabell 0.1 Scenariobeskrivning för befolkning och arbetsplatser inom influensområdet för den studerade linjesträckning

Jämförelseunderlaget utgår från uppfyllelse av intentionerna i översiktsplanen, vilket motsvarar Uppsala 340. Tabell 0.2 redovisar relationen mellan scenarier om 340 används som en grund (100%).

Befolkningsprognos	Nya bostäder	Nya arbetsplatser	Antalet nya invånare (total)
Uppsala 280	27%	48%	27%
Uppsala 316	69%	70%	69%
Uppsala 340	100%	100%	100%
Uppsala 380	113%	142%	111%

Tabell 0.2 Tabellen visar hur stor andel av bostäder och arbetsplatser som tillkommer i de olika scenarierna inom linjesträckningens influensområde jämfört med Uppsala 340, som är översiktsplanens inriktning.

Det finns ett samband mellan antalet resor som genereras i respektive scenario. Ju fler bostäder och arbetsplatser, desto fler resor blir det i staden. Utöver antalet resor, är färdmedelsfördelning av stor betydelse. Uppsala kommuns målsättning är att endast 25 % av alla resor görs med bil 2050. Det är en hög målsättning att bibehålla dagens biltrafiknivåer trots befolkningstillväxten.

Det finns många anledningar till att minska antalet bilresor till förmån för gång, cykel och kollektivtrafik. Begränsningar i befintlig infrastruktur (huvudgator) samt att utrymme för ny infrastruktur (nya huvudgator) saknas, medför att tillväxten för biltrafiken behöver begränsas för att kunna bibehålla ett fungerande trafiksystem.

Kollektivtrafik som har tillräckligt med plats, har hög punktlighet samt har god komfort är en grundförutsättning för att på ett hållbart sätt kunna växa enligt befolkningsprognoserna. För scenariot 280 behövs inga stora investeringar i infrastrukturen för kollektivtrafiken, i jämförelse med övriga scenarier.

Trafikering och kapacitet

Detta kapitel inleds med en generell översikt av spårväg och BRT som system, deras likheter och olikheter samt en generell diskussion kring kapacitet och val av system. Därefter redogörs för planeringsförutsättningarna i Uppsala gällande befolkningsutveckling och trafikprognos, samt kapacitetsbehovet i Uppsala specifikt.

Spårvägens och BRT:s likheter och olikheter

BRT och spårväg har i grunden mycket gemensamt och samma syfte att skapa en attraktiv och högprioriterad kollektivtrafik, vilket på ett tydligt sätt beskrivs i de båda guidelines för BRT (X2AB 2014) och spårväg (Spårvagnsstäderna 2015). Från dessa guidelines kan vi utläsa följande egenskaper och krav för denna trafik:

- har en tydlig struktur som stödjer en strukturerad stadsutveckling.
- utgör stomme i stadens kollektivtrafiksystem och kompletteras med t ex matar- och servicelinjer i mindre och medelstora städer
- kan utgöra komplement i ett övergripande system som tvärförbindelser mellan större knut- och målpunkter i den större staden med utvecklade spårlosningar (pendeltåg och tunnelbana)
- är lätt att förstå och använda, vilket förutsätter synbarhet, identitet och del i staden. Det kräver attraktiva fordon, anpassning av/till stadsmiljön, helhetskoncept och integration i lokal miljö med tydligt varumärke och egen identitet.
- har lättillgängliga hållplatser nära viktiga målpunkter och med goda anslutningsvägar, god standard, belysning, information. Universell utformning för funktionshindrade med nivåfritt insteg. Trygga och säkra hållplatser för alla.
- har täta avgångar, vilket kräver hög turtäthet och regularitet samt lång trafikeringstid under dygnet.
- har korta restider och god pålitlighet, vilket uppnås genom kortaste möjliga linjesträckning, ostörd färd mellan hållplatserna och samverkan med andra trafiknät. Det förutsätter oftast eget körutrymme och full prioritering i korsningar, men också snabb av- och påstigning och tydlig ombordinformation.

Det finns dock ett antal skillnader mellan de båda systemen, vilket är viktigt att belysa.

Spårväg

Spårväg har speciella förutsättningar genom att den är särskilt reglerad i lagstiftning som gäller både byggande, drift och framkomlighet samt att den har särskilda krav på geometri och baseras på elteknik.

Spårväg har några specifika egenskaper som trafikslag:

- har högre kapacitet och passar när många resenärer ska transporteras i gatunivå. Det finns i Sverige ingen regel som ger en maximal längd på ett spårvägståg i stadsmiljö, men normalt diskuterar man sällan längre tåg än 60 meter. I Tyskland gäller maximalt 75 meter i gatumiljö.
- är yteffektiva och passar i täta stadsmiljöer.
- är flexibel vad gäller anpassning till stadsmiljön och kan anpassas till olika förutsättningar. Spåren kan läggas i olika underlag, exempelvis i stenläggning på torg, i växtlighet eller asfalt.
- drar i större utsträckning till sig nya bostäder, arbetsplatser och handel.
- lockar i större utsträckning bilister att åka kollektivt.

BRT

För BRT gäller:

- på kort sikt lägre kostnader för infrastruktur och fordonsinvesteringar än för spårväg.
- vid trafikstörningar kan fordonen temporärt köras i det normala gaturummet
- enklare tillståndsprocess för trafikeringen.
- ingen detaljplan om anläggningen håller sig inom redan planlagd mark (gata)
- kortare total genomförandetid
- kan trafikeras med maximalt 24 meter långa fordon vilket ger lägre kapacitet

Automatisering och batteridrift

Det pågår prov med självkörande spårvagnar, bl a i Tyskland, i syfte att kunna automatisera spårvägstrafik. Ännu handlar det om prov men då en spårvagn styr via rälerna torde det vara lättare att automatisera spårvagnen än bussen. Det är dock fortsatt flera år till denna teknik finns kommersiellt tillgänglig och ännu längre innan den kan vara accepterad ur ett säkerhetsperspektiv att användas där spårvagnar går blandat med andra trafikanter.

Batteridrift för bussar utvecklas snabbt, men för större bussar (24 meter) ser det idag ut som att laddning under färd är den enda teknik som tillåter tillräckligt små batteripaket i fordonet. Då stora batterier ger i dagsläget minskad passagerarkapacitet. Laddning under färd kan ske via kontaktledning eller via supersnabbladdare på hållplatser. I båda fallen krävs att det finns el längs linjen. I analysen av BRT har vi dock förutsatt att det 2030 finns ändstationsladdade batteribussar på 24 meter på marknaden.

Spårvagnar med batteridrift för att undvika kontaktledning på delsträckor har varit i trafik i över 10 år, men då handlar det vanligen om relativt korta sträckor där spårvagnen kör på batteri och längre sträckor där den kör under kontaktledning och laddar batterierna. Del-

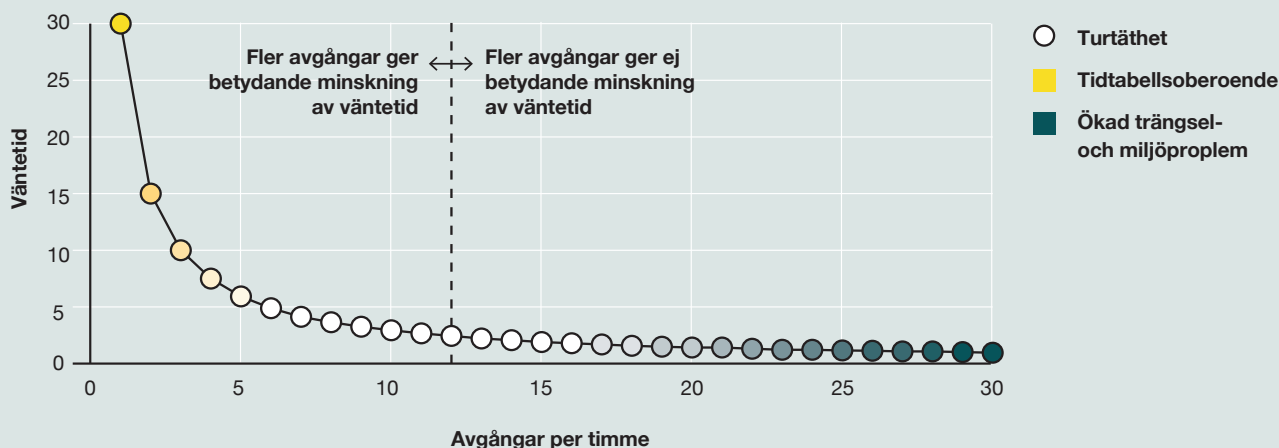
vis batteridrivna spårvagnar finns i t ex Nice, Granada, Sevilla, Luxembourg och Zaragoza. Slutsatsen är att i nuläget det fortsatt är relativt ovanligt med större kollektivtrafikfordon som drivs med batterier över längre sträckor.

Automatisering samt el-drift (med olika typer av tekniska lösningar) är i dag i en snabb utvecklingsfas och kan bli gångbara för såväl bussar som spårvagnar, även om det i nuläget är relativt ovanligt med dessa lösningar för större kollektivtrafikfordon.

Kollektivtrafikens kapacitet

Kapaciteten för ett kollektivtrafiksystem är kombinationen av fordonens storlek (antal resenärer som kan transporteras) och hur ofta de kör (turtätheten). I figuren nedan beskrivs förhållandet mellan turtäthet och genomsnittlig väntetid vid hållplats, vilket påverkar kollektivtrafikens attraktivitet. Vid 10-minuterstrafik uppstår det en nätverkseffekt, då resenären inte behöver komma ihåg tidtabellen längre eftersom den maximala väntetiden vid hållplats (10 min) är acceptabel. En tätare turtäthet än 5 minuter innebär ingen ökning av attraktiviteten då systemet redan fungerar som en "rullande trottoar". För bussar innebär en tätare trafik (tätare än 3 min) större risk för köbildning av bussar (så kallad kolonnkörning) och minskar, eller omöjliggör, möjligheten till absolut prioritering i signaler.

Turtäthet



Figur 7. Förhållandet mellan turtäthet och genomsnittlig väntetid vid hållplats, samt näteffekter. Vid turtätheter tätare än 5 minuter ställs ökade krav på infrastrukturen och tätare än 3 minuter krävs planskildheter för att klara framkomligheten. Vid turtätheter under 2 minuter ställs även krav på längden på hållplatser då flera fordon samtidigt bör kunna angöra en hållplats. Källa: Kol-TRAST (Trafikverket och SKL, 2012)

Ett sätt att minska turtätheten är genom att sätta in större fordon som kan transportera fler passagerare. Större fordon innebär att gå från ledbuss (18 meter) till dubbelledbuss (24 meter) alternativt att gå 30 meter spårvagnar till 40 meter eller 60 meter. Normalt investeras det idag inte i spårvagnar kortare än 30 meter. Spårvagnen kan sedan i nästa steg förlängas till drygt 40 meter.

I praktiken används möjligheten att först bygga BRT och sedan spårväg väldigt sällan. Vi har endast funnit fem projekt i världen där detta skett:

- Ottawa – Transitway: BRT 1983, delvis spårväg 2019
- Utrecht – De Uithof: Buss/BRT 1989, dubbelledbuss 2002, delvis spårväg 2019
- Seattle – Downtown transit tunnel: BRT 1990-2005, BRT och spårväg 2007-2019, spårväg 2019
- Lund – Lundalänken: BRT 2003-2016, Spårväg 2020
- Göteborg Norra Älvstranden: BRT 2003, delvis spårväg 2023

I Lund invigdes bussvägen Lundalänken i januari 2003. Lundalänken bestod 2003 av 4 km nybyggd bussväg som kostat totalt 173 Mkr i dåtidens penningvärde. I december 2016 stängdes bussvägen för ombyggnad till spårväg. Spårvägen beräknas kosta ca 860 Mkr och ska enligt plan öppna hösten 2020. Detta innebär att det under ca 3,5 år inte funnits en högvärdig kollektivtrafik i det aktuella stråket. Återanvändbara investeringar från bussvägen var en underfart under en väg samt passagen genom sjukhusområdet, vilket gjort att dessa kostnader inte behövs ta av spårvägsprojektet. Detta motsvarar ca 120 Mkr av investeringen i Lundalänken.

I Seattle byggdes busstunneln förberedd för spårtrafik genom att spåren gjöts in i körbanan redan från början 1990. När tunneln skulle få spårvägstrafik visade det

sig att spåren inte var byggda på rätt sätt varför de fick rivas upp och ersättas med nya. Detta arbete stängde tunneln under två år (2005-2007) för ombyggnad till spårvägstrafik. Kostnaden för de ursprungliga felaktigt byggda spåren uppgick till 5 miljoner dollar.

Historien visar att det inte är problemfritt att konvertera en bussväg (BRT) till spårväg.

För att beräkna kapacitetsbehovet måste man ta hänsyn till hur många passagerare som kan färdas i fordonen utan att komfort och trafikering påverkas. För många passagerare innebär trängsel, vilket minskar komforten, som leder till minskad attraktivitet, som i sin tur leder till färre resenärer. Accepterar man låg komfort kommer trafikeringen att påverkas genom att på- och avstigning kommer att ta längre tid ju trängre det är i fordonet.

Särskild hänsyn måste tas till att trängseln varierar kraftigt, såväl mellan olika turer som på en och samma tur mellan olika dagar. Vid beräkning av kapacitet måste hänsyn tas till denna variation i resandet mellan olika avgångar. Många studier har gjorts om beläggning i kollektivtrafikfordon och redovisas bl a i Riplan (Region Stockholm) och Systemanalys för lokal kollektivtrafik i Malmö - För buss, superbuss och spårvagn (Malmö stad). I den senare redovisas följande tabell gällande praktisk komfortkapacitet för olika trafikslag, uttryckt i antal resenärer.

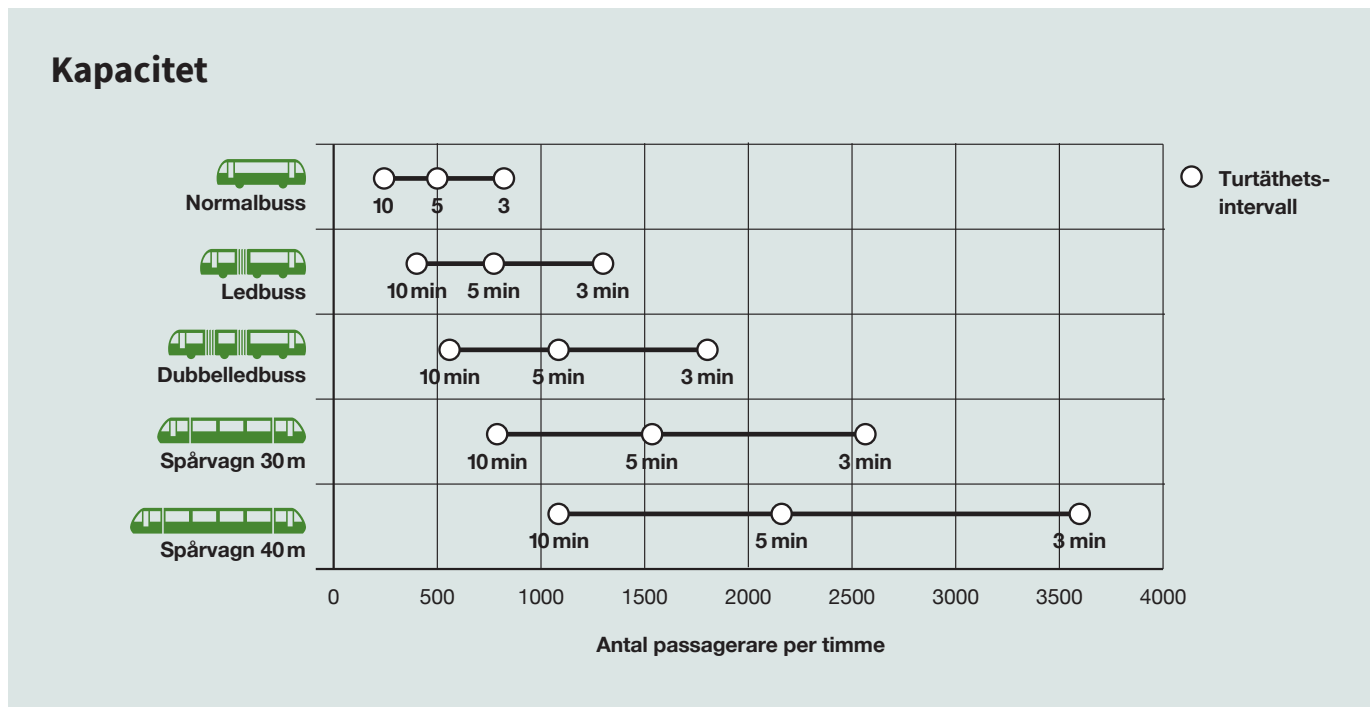
SL Riplan redovisar god komfort vad gäller trängsel när maximalt 20% av ståplatserna utnyttjas medan medelgod standard motsvarar att 20-40% av ståplatserna utnyttjas. Detta ger följande kapacitetsvärden att räkna med.

	Praktisk kapacitet Malmö	Riplan god standard max 20% ståplatser	Riplan medelgod standard 20-40% ståpl
Normalbuss (12 m)	41	$35+35*0,2=42$	$35+35*0,4=49$
Ledbuss (18 m)	65	$45+75*0,2=60$	$45+75*0,4=75$
Dubbelledbuss (24 m)	90	$55+95*0,2=74$	$55+95*0,4=93$
Spårvagn 30 m	128	$72+142*0,2=100$	$72+142*0,4=129$
Spårvagn 40 m	180	$98+182*0,2=134$	$98+182*0,4=171$

Tabell 0.3 Praktisk komfortkapacitet (antal resenärer) för olika trafikslag. Källa: Systemanalys för lokal kollektivtrafik i Malmö - För buss, superbuss och spårvagn (Malmö stad) samt Riplan Region Stockholm

I Stockholm har SL spårvagnar med betydligt många fler sittplatser än man räknar med i Skåne. Spårvagnarna till Lund har 40 sittplatser medan SL A35 har 72 sittplatser. Med färre sittplatser ges utrymme för fler stående vilket ger större flexibilitet i trafiken. Vi har i det fortsatta utgått från analysen i Malmö då de värdena även bygger på accepterad komfort.

I figuren nedan redovisas lämpliga resandemängder per timma och riktning för olika trafikslag. Vi kan utläsa att BRT (dubbelledbuss) lämpar sig vid resandemängder på 600 till 1800 resenärer per timma och riktning medan spårväg ligger i intervallet 750 till 3600 resenärer per timma och riktning eftersom spårvägen kan trafikeras med långa fordon.



Figur 8. Resandevolymer (antal resenärer) per timma och riktning för olika trafikslag baserat på en attraktiv komfort.

Utveckling av Uppsala till 2050

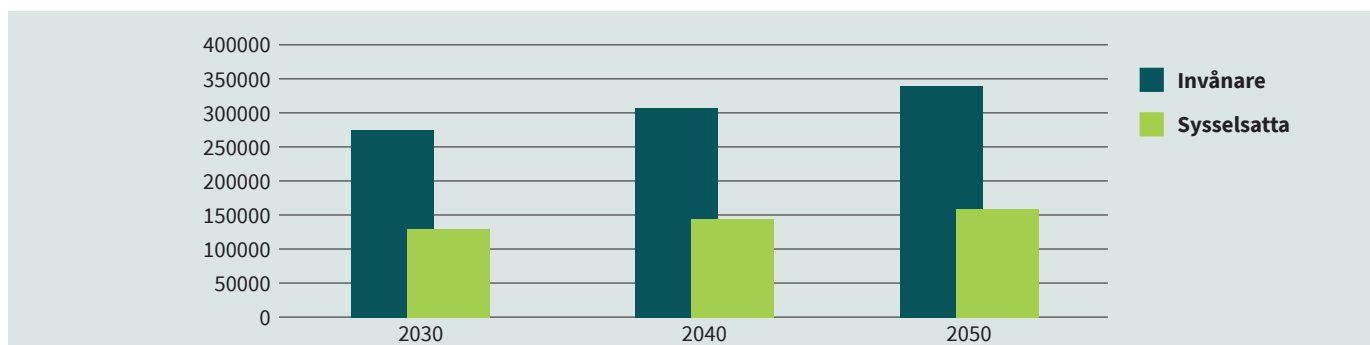
Antaganden om befolkningsutveckling utgår från högscenarierna i ”Uppsala tillväxt – planeringsunderlag 2030/2050”, som är en vidareutveckling av de gemensamma befolkningsframskrivningarna för Östra Mellansverige som togs fram under 2013.

Högscenarierna bygger på att Uppsala stärker sin roll i huvudstadsregionen. Antaganden om ekonomisk utveckling baseras på Konjunkturinstitutets prognoser

fram till 2020. Arbetsmarknadens utveckling baseras på makroekonomiska antaganden från Långtidsutredningen 2008.

Scenariot innebär att omkring 90 procent av befolkningstillväxten tillkommer i staden.

I figuren visas den beräknade utvecklingen för antalet invånare och sysselsatta 2030, 2040 samt 2050.



Figur 9. Antal invånare och sysselsatta i Uppsala över tid: Källa: Uppsala tillväxt – planeringsunderlag 2030/2050

Attraktiv och högprioriterad kollektivtrafik

De sträckningar som nu planeras för attraktiv och högprioriterad kollektivtrafik baseras på en bebyggelsestruktur som är starkt koncentrerad till kollektivtrafiken för att skapa maximal tillgänglighet. Valet av dessa sträckor har skett i en process som pågått i många över och genom såväl översiktsplanerna 2010 och 2016 samt den fördjupade översiktsplanen för södra staden. Valet av gemensam sträckning närmast såväl Uppsala C som Uppsala S (Bergsbrunna) har flera skäl. Ur ett trafikeringssperspektiv visar också figurerna 0.5 och 0.6 att trafikantflödena är som högst här. Särskilt närmast Uppsala C behövs den gemensamma turtätheten från båda linjerna.

Det aktuella linjesystemet blir totalt 17,1 km långt. Beräkningarna baseras på ett antagande om trafikering med två linjer:

Linje 3 **Resecentrum – Gottsunda – Bergsbrunna (13,3 km)**

Linje 4 **Resecentrum – Ulleråker – Bergsbrunna (11,0 km)**

Trafikanalys

Trafikanalyserna har genomförts med trafikmodellen LuTrans. Det prognostiserade resandet i modellen beräknas bland annat från de resvaneundersökningar som Uppsala kommun gör. Med trafikanalyserna kan man beräkna effekter på resandet och fördelningen av olika färdmedel av ekonomiska styrmedel. Man kan även studera effekter på resandet av olika inriktningar för bebyggelseutvecklingen. Trafikmodellen har regelmässigt använts i översiktsplaneringen i Uppsala.

Efterfrågemodellen räknar antalet resor för hem baserade resor för olika ärenden: arbete, inköp, skola (barn, vuxen), samt övrigt. Det geografiska område som modellen täcker är Uppsala län. Gävle kommun i Gävleborgs län, Västerås och Eskilstuna kommuner i Västmanlands län samt Stockholm, Sigtuna och Norrtälje kommuner i Stockholms län ingår som gränsområde. Två prognosår har analyserats i systemvalsstudien: 2030 och 2050.

I trafikanalyserna kan man alltså testa hur olika ekonomiska styrmedel kan förändra trafikarbetet med olika färdmedel. Från olika undersökningar kan man till exempel studera hur förändrade parkeringsavgifter skulle kunna påverka biltrafiken. I trafikanalyserna har i ett första steg styrmedel som en kommun förfogar över testats, dessa kallas S0 och S2 i det fortsatta. Det handlar om höjda parkeringsavgifter och införande av bilpoolssystem. I nästa steg har styrmedel som andra parter, såsom region eller stat har förfogenhet över, testats. Det kallas i det fortsatta för S4. Det omfattar ökad

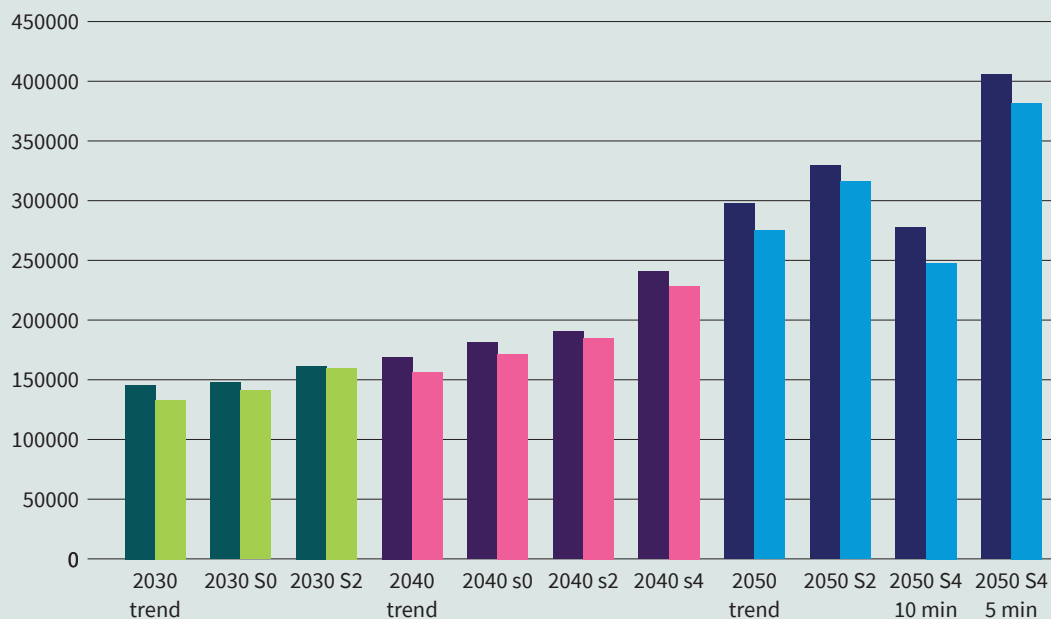
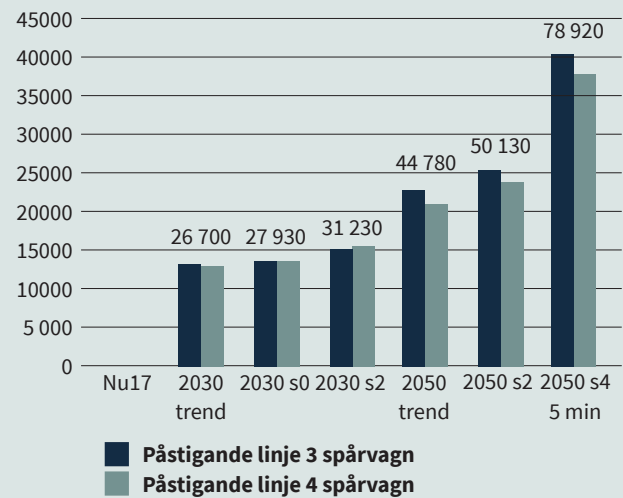
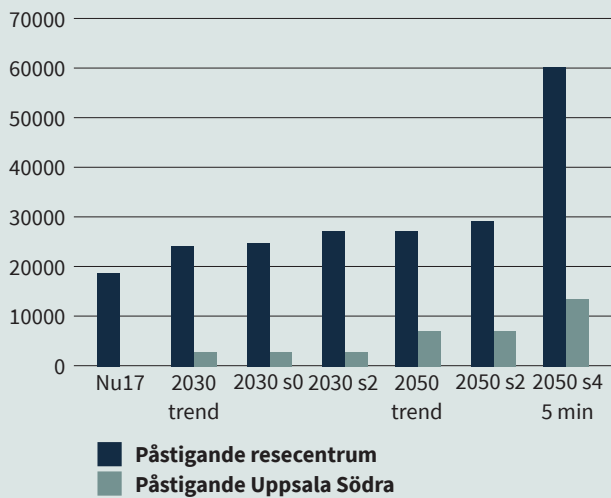
milkkostnad för biltrafik samt en gemensam kollektivtrafiktaxa för Stockholms och Uppsala län.

Den viktigaste slutsatsen från trafikanalyserna är att det kommer att krävas insatser från såväl kommun, region som stat för att nå de färdmedelsmål som kommunen har. Olika typer av ekonomiska insatser och styrmedel är mest effektiva. I dessa analyser har en viss uppsättning styrmedel använts men dessa kan utvecklas och variera över tid. Uppsala kommun har till exempel tidigare testat hur trängselavgifter skulle kunna påverka resandet. Slutsatsen då var att trängselavgifter inte var effektiva. I denna analys har en gemensam kollektivtrafiktaxa med Stockholms län testats. Det leder till att det länsgränsöverskridande resandet ökar. Om det är effektivt för att nå färdmedelsmålet måste självklart studeras närmare ur olika aspekter.

Med dessa åtgärder förväntas färdmedelsfördelningen år 2050 bli 14% gång, 24% kollektivtrafik, 25% bil och 37% cykel. Dessa värden har varit grund för kollektivtrafikanalyserna i scenario s4 år 2050 för antalet kollektivresenärer.

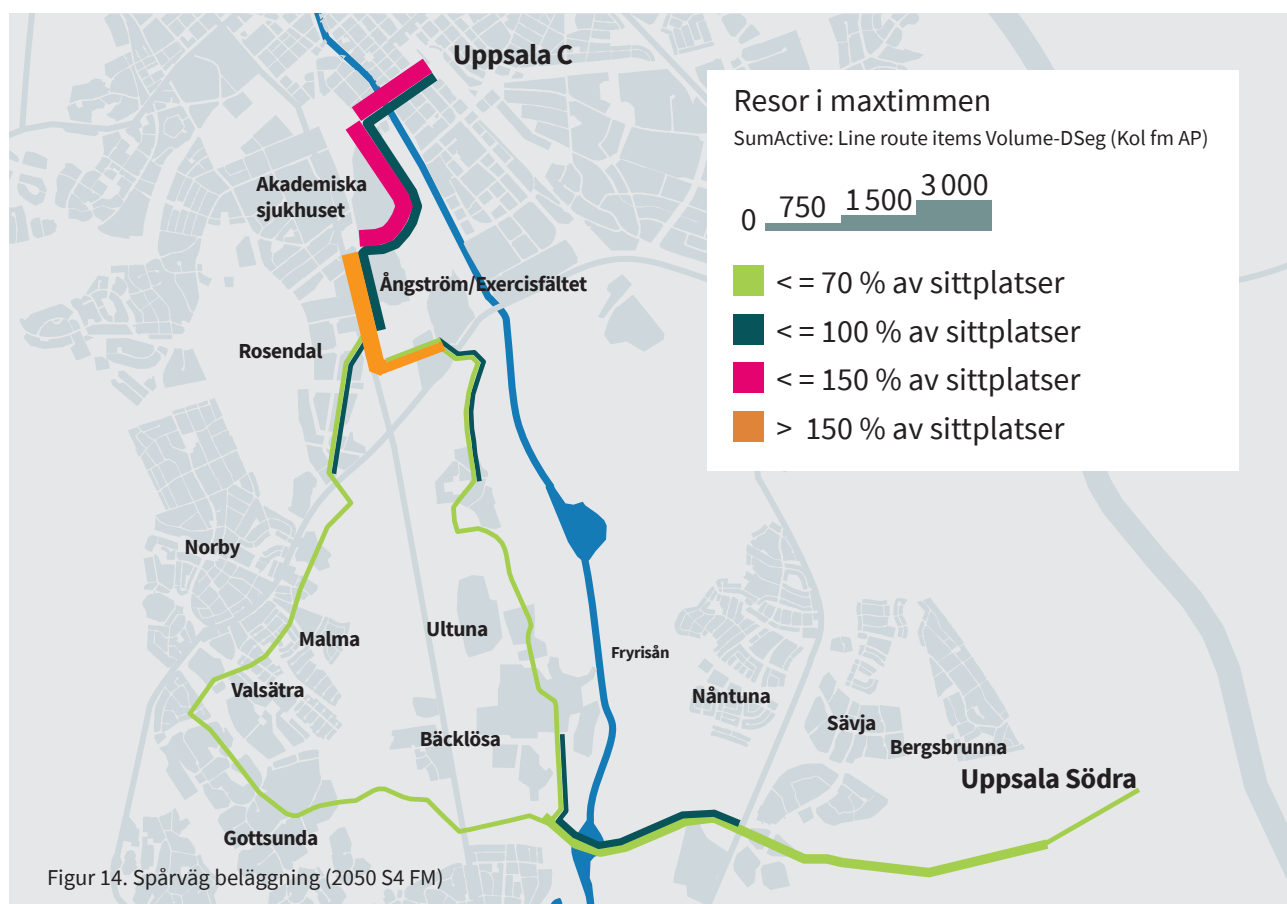
Målsättningen i översiktsplanen är att minst 75% av alla resor som görs i staden år 2050 ska göras med hållbara trafikslag dvs gång, cykel och kollektivtrafik. Med hållbara trafikslag menas sådana som ger låga utsläpp och som är yteffektiva i staden. Det kommer att kräva insatser och ekonomiska styrmedel från såväl kommun och region som staten.

	Påstigande Uppsala C	Påstigande Uppsala Södra	Påstigande linje 3	Påstigande linje 4	Resande linje 3 spårväg FM	Resande linje 4 spårväg FM
Nu17	18500	-	-	-	-	-
2030 trend	24223	2768	14524	13448	1487	1516
2030 S0	25126	2541	14703	14091	1534	1733
2030 S2	27720	2697	16193	15995	1659	1819
2050 trend	27185	7268	29787	27545	3216	3122
2050 S2	30464	7691	32997	31609	3538	3595
2050 S4 5 min	60117	13653	40598	38207	4008	4116



Figur 12. Antal påstigande (tåg och spårvagn) för olika scenarier. I diagrammet är den mörkare färgen linje 3 och den ljusare färgen linje 4. Linje 3 är sträckningen via Ultuna och Linje 4 sträckningen via Gottsunda. Stapeln längst till höger visar att olika parter (t ex kommun, region och stat) är lyckosamma att styra människors val av färdmedel så att översiktsplanens mål om 75% hållbara färdmedel nås får vi ca 40 000 påstigande per linje per dag 2050. Källa: Uppsala kommun.

Nedanstående bilder redovisar beläggingsgrad på spårvagnar under maxtimme på förmiddagen, både för år 2030 och 2050 (se bilaga för fullständiga kartor).



Uppsalas förutsättningar

Förutsättningarna för denna analys är att kollektivtrafiksystemet över tid (minst fram till 2050) ska kunna ta hand om den resefterfrågan som har beräknats fram till 2050 i scenario s4, som motsvarar att Uppsala kommun når sina färdmedelsmål. Detta förutsätter i sin tur att Uppsala växer i den takt som underlagen till prognosen visar. Det finns enligt tillgängliga underlag stora förutsättningar för att detta ska ske med tanke på Uppsalas näringsliv och stadens placering i huvudstadsområdet.

Ytterligare förutsättningar är att finansieringen är säkrad för hela projektet eftersom helheten är viktig för att de beräknade nyttorna ska kunna uppstå. Därtill krävs att alla detaljplaner vinner laga kraft och att alla tillstånd hos Transportstyrelsen kommer på plats.

Vattenskyddskraven i Fyrisåns omland ställer högre krav på skydd mot bussfordon än mot spårvagnar. Dessa krav har hanterats genom att bussalternativet belastas med en högre kostnad för vattenskydd.

Trafikupplägg

För analysen av kollektivtrafiken i Uppsala har de olika systemen antagits trafikeras med olika turtäthet, beroende på att passagerarkapaciteten för olika fordon skiljer sig åt. Kapacitet och turtäthet baseras på den punkt på varje linje där flest resenärer passerar (s.k. maxsnittet) under den mest belastade timman för styrmedel s2 år 2030 och s4 år 2050. Turtäthet redovisas för tre alternativ av trafikering; BRT med 90 passagerare per fordon, spårvagn med 130 passagerare per fordon och ett alternativ med förlängda spårvagnar med en kapacitet på 180 passagerare per fordon.

Enligt tidigare resonemang ger en turtäthet tätare än 3 min sämre framkomlighet och längre restider då absolut prioritet i trafiksignaler inte kan ges. Detta innebär i praktiken en maximal turtäthet per linje i Uppsala på 6 minuter för att inte köra oftare än var 3:e minut på de gemensamma sträckorna.

maxsnittet, maxriktning, maxtimme	Linje 3	Linje 4
resor styrmedel s2 2030	600	1010
resor styrmedel s4 2050	970	1690
Kapacitet BRT (90) turtäthet 6 min	900	900
Kapacitet Spårväg (130) turtäthet 6 min	1300	1300
Kapacitet Spårväg (180) turtäthet 6 min	1800	1800

Tabell 0.4 Resande i maxsnittet i maxriktningen under maxtimmen uppdelat per linje för 2030 respektive 2050 samt möjlig kapacitet för de olika trafikslagen (6 minuter mellan avgångarna per linje).

Av tabellen framgår att linje 4 har så stor resefterfrågan att det krävs spårvagnar redan från 2030 och förlängda spårvagnar år 2050. Linje 3 kan köras med BRT från år 2030 men år 2050 krävs spårväg.

Trafikeringsstrategin är klar så till vida att hybridlösningar inte accepteras, dvs antingen trafikeras båda linjerna med BRT eller med spårvagn. Nästa fråga är då om båda linjerna ska ha samma turtäthet (motsvarande den mest tät trafikerade linjen) eller om turtätheten ska anpassas efter kapacitetsbehovet enligt ovan. Då linjerna går på gemensam sträckning i stora delar är den summerade turtätheten avgörande för hur bra prioritering i trafiksignaler kan förväntas fungera. Enligt systemanalysen går båda linjerna med samma turtäthet vilket innebär följande turtätheter.

maxsnittet, maxriktning, maxtimme samma turtäthet båda linjerna	Turtäthet
Turtäthet BRT (90) s2 2030	2,7
Turtäthet BRT (90) s4 2050	1,6
Turtäthet Spårväg (130) s2 2030	3,9
Turtäthet Spårväg (130) s4 2050	2,3
Turtäthet Spårväg (180) s2 2030	5,4
Turtäthet Spårväg (180) s4 2050	3,2

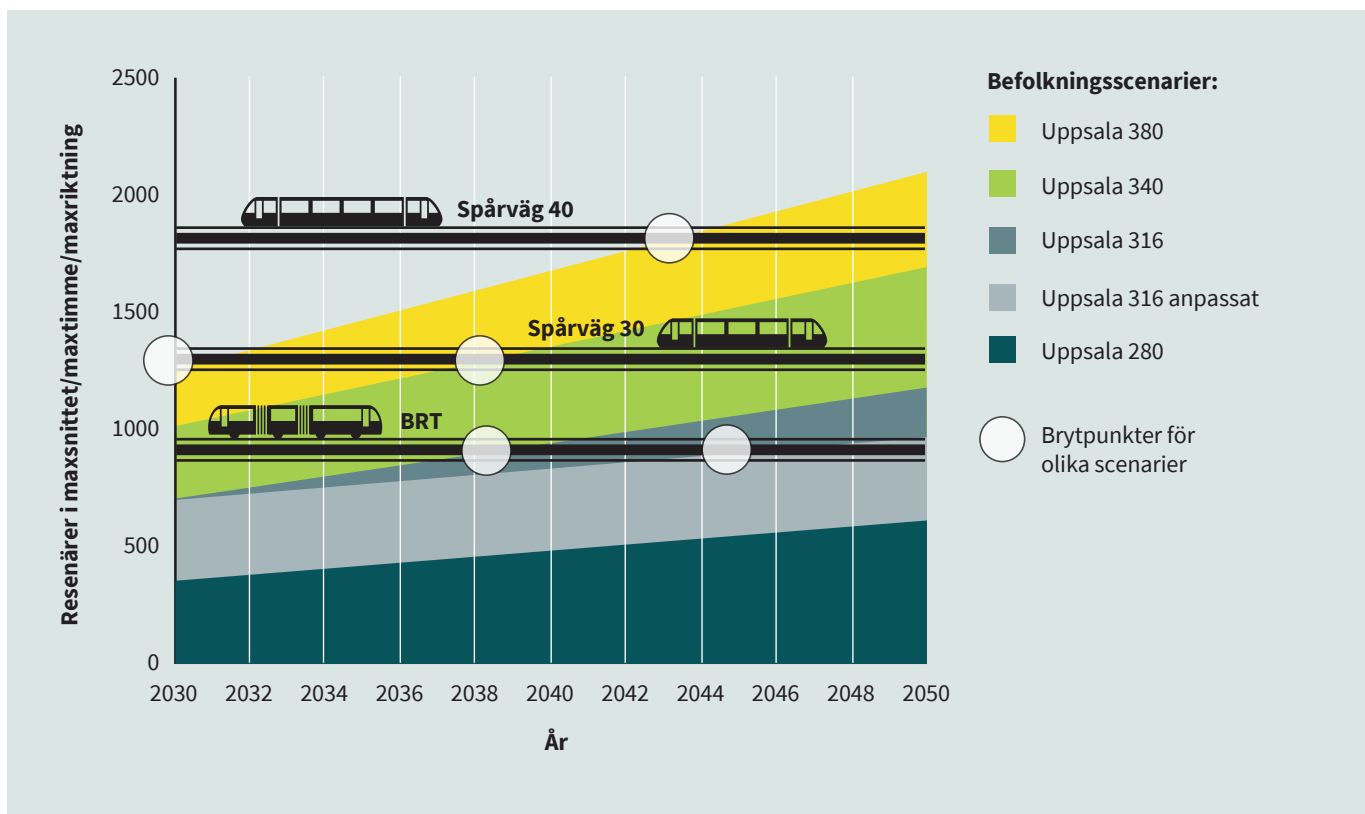
Tabell 0.5 Turtäthet på gemensam sträcka för samma turtäthet per linje. Rosa visar oacceptabel turtäthet (mindre än 3 min), orange visar att turtätheten ligger mycket nära 3 minuter och kan vara acceptabel.

Befolkningsprognos	Kollektivresande	Kapacitetsbehov 2030	Kapacitetsbehov 2050
Uppsala 280	36%	360	610
Uppsala 316	69%	700	1170
Uppsala 340	100%	1010	1690
Uppsala 380	124%	1250	2100

Tabell 0.6 Kapacitetsberäkning (2030 och 2050) för olika prognoser inom influensområdet för den studerade linjesträckning i maxriktningen / maxtimmen / maxsnittet.

Detta innebär att BRT redan från start har en turtäthet som överstiger den möjliga (6 minuter per linje) för att kunna få prioritet i alla trafiksignaler. Detta gör att det, som tidigare nämnts, är svårt att räkna på ett realistiskt BRT-alternativ baserat på det nu aktuella linjenätet med den aktuella efterfrågan i resandet.

Ser vi till hur trafikeringen skulle kunna genomföras för de olika prognoser som redovisas i ÖP, se avsnitt B, ser kapacitetsbehovet ut som i tabellen, där vi förutsatt att resefterfrågan förändras i enlighet med beräkningar i Trafikverkets trafikalssträngsverktyg.



Figur 15. Resandet i maxsnittet / maxriktningen / maxtimmen för den mest belastade linjen för de olika tillväxtprognoserna enligt ÖP. Styrmedel är konstant och motsvarar styrmedel s2 år 2030 och styrmedel s4 år 2050. För Uppsala 316 redovisas även alternativet med att endast genomföra styrmedel s2 fram till 2050.

Analysen visar att med tillväxt enligt Uppsala 280 kan BRT klara den beräknade efterfrågan fram till 2050. Det skall dock påpekas att i Uppsala 280 finns ingen utbyggnad i området mellan Ultuna och Bergsbrunna. Tillväxt enligt Uppsala 316 klarar BRT fram till ca 2039 då spårväg med 30 meter långa vagnar krävs. Dessa klarar trafiken fram till 2050. För basalternativet Uppsala 340 krävs spårvagnar med längd 30 meter redan 2030 vilka behöver förlängas till 40 meter ca 2039. Dessa förlängda vagnar klarar trafiken till 2050. Skulle Uppsala 380 falla in krävs i det närmaste 40 meter långa spårvagnar vid trafikstart. År 2043 når dessa kapacitetsgränsen och trafiken måste förstärkas med ännu längre spårvagnar, t ex dubbelkopplade vagnar med längden 30 meter (Tvärbanan i Stockholm trafikeras på detta vis).

Sammanfattningsvis kan analysen konstatera att spårväg kan klara samtliga prognoser, men är överdimensionerat för Uppsala 280. Däremot kan vi konstatera att kapaciteten, förutom i Uppsala 280, inte räcker för att kunna köra trafiken med BRT år 2050. För att kunna använda BRT som trafikslag finns två möjligheter för praktisk trafikering:

- ALT A. Lägre befolkningsutveckling för att klara av BRT-systemets kapacitet. Denna lösning innebär ett BRT-system i samma sträckning och i eget utrymme som för spårvägen. Markanvändningen i översiktsplanen samt i Uppsalapaketet anpassas

för att hantera en lägre befolkningsutveckling. Uppsala 280 eller 316 sätter ramarna och utvecklingen i Uppsalapaketet utblir helt eller i varje fall till stora delar. Styrmedel s4 som syftar till att kraftigt minska biltrafiken kan inte genomföras utan endast styrmedel s2 kan uppnås.

- ALT B. Utvecklingen anpassas till de förutsättningar som BRT har. En sådan lösning har sannolikt fler linjer och mer spridd bebyggelsestruktur vilket kommer att påverka den antagna markanvändningen. Markanvändningen i översiktsplanen samt i Uppsalapaketet behöver ses över för att kunna anpassas till en mer spridd bebyggelsestruktur.

ALT A innebär att biltrafiken i Uppsala inte minskar i önskad omfattning och att utbyggnaden endast kan ske i maximalt den takt som Uppsala 316 beskriver. Uppsala får svårt, eller omöjligt, att uppfylla Uppsalapaketet. I det fortsatta används detta alternativ som referens vid jämförelsen för BRT.

ALT B är fullt möjligt att genomföra men kräver en helt ny markanvändningsplan vilket skulle innebära nya förutsättningar i förhållande till de avtal som är tecknade inom ramen för Uppsalapaketet. Markanvändningen i översiktsplanen samt i Uppsalapaketet behöver ses över för att kunna anpassas till en mer spridd bebyggelsestruktur.

År	BRT	Spårväg förlängda vagnar
	Uppsala 316 s2	Uppsala 340 s4
2030	7,5 (25)	7,5 (25)
2035	6 (29)	6 (29)
2042	6 (29)	6 (29)
2046	5,5 (32)	6 (29)
2050	5,5 (32)	6 (29)

Tabell 0.7 Turtäthet över tid för olika trafikslag. Spårvagnar förlängs när turtätheten per linje blir tätare än 6 minuter. Inom parentes redovisas antalet fordon inklusive reservfordon som krävs för trafiken

Vid trafikstart utgår vi från 7,5-minuterstrafik med 30 meter långa spårvagnar. Redan 2035 krävs avgångar var 6:e minut och från 2042 en förlängning av vagnarna för att kunna behålla en avgång var 6:e minut. För BRT gäller en turtäthet var 7,5:e min per linje från 2030 vilket ökar till en avgång var 6:e min år 2035. Från år 2046 krävs en avgång var 5,5:e min per linje för BRT. Det senare är tätare än vad som är acceptabelt men utgör trots det beräkningsunderlag.

För att beräkna trafikproduktionen över dygnet har följande tidtabell antagits:

Högtrafik 7 timmar/vardagsdygn: Turtäthet X

Lågtrafik 6 timmar/vardagsdygn: Turtäthet X/2

Mellantrafik 5 timmar/vardagsdygn: Turtäthet X/1,5

Turtätheten har i mellantrafik anpassats till närmsta värde som är jämnt delbart med 60 för att få samma avgångstider varje timma. Även turtätheten X ska vara jämnt delbar med 60 så länge den är 5 minuter eller glesare. Vi har använt följande turtätheter.

Högtrafik	Mellantrafik	Lågtrafik
7,5	10	15
6	7,5	12
5,5	7,5	12

Hur turtätheten utanför högtrafik kommer att planeras är ytterst ett ansvar för den som är ansvarig för trafiken vilket i sin tur beror på vilken upphandlingsstrategi som väljs.

Vi har även prövat ett alternativ till den linjära tillväxt som beskrivs i den genomförda trafikanalysen (Trafikanalys Uppsala - 2030-2040-2050, 2019-02-25, WSP). Ett antagande är att tillväxten till 2040 följer kommunens nuvarande prognos. Då skulle 82% av nivån 2040 i trafikanalysen uppnås. Därefter ökar tillväxten snabbare för att nå trafikanalysens nivå 2050. Vi kan konstatera att det för spårvägen och BRT inte har någon praktisk betydelse då skillnaderna i resandetillväxt är små. Det kan visserligen innebära att en övergång till längre spårvagnar kan skjutas upp ett år, men det är inget som har betydelse för den ekonomiska analysen.

Tillstånd

Tillståndsprocessen för BRT respektive spårväg skiljer sig kraftigt åt.

Planläggning

För att kunna säkerställa framkomligheten behöver BRT och spårvägen gå på egen bana. I de fall mark behöver anskaffas (exempelvis att gatusektionen behöver breddas så att annan mark tas i anspråk) behöver en detaljplan tas fram (det kan vara ändringar på befintliga detaljplaner). Beroende på lokaliseringen i staden med dess lokala förutsättningar, kan den finnas särskilda begränsningar eller krav som medför att en miljökonsekvensbeskrivning behöver tas fram. Även andra typer av tillstånd eller prövningar kan vara aktuella, exempelvis dispenser från skydd och miljödomar. Ur detta perspektiv är det ingen större skillnad i planläggningsprocessen mellan BRT och spårväg.

För spårväg krävs att gällande markanvändning tillåter spår som användningsområde. Det är oavsett om spårvägen går i blandtrafik (inom gatuområdet) eller om spårvägen går på egen bana. Järnvägsplaner eller detaljplaner kan användas för att tillägga spår som markanvändningsområde.

Trafikering

Busstrafik kräver att den som utför trafiken ska ha tillstånd för yrkesmässig trafik sk yrkestrafiktillstånd som sökes hos Transportstyrelsen. Den som söker ska ha en styrkt ekonomi och en kapitalreserv på ca 90.000 kr per fordon. Sökande ska dessutom uppfylla kravet på laglydnad samt skuldfrihet hos Kronofogden. Fordonen skall vara byggda så att de uppfyller de krav som finns inom EU och den som framför bussen ska ha körkortklass D. Detta är en relativt enkel och standardiserad process som i stort sett ser lika ut inom hela EU.

Vad gäller tillstånd för spårväg är det mer komplicerat och bygger på nationella regler då det saknas gemensamma regler inom EU för såväl godkännande av bana och fordon.

När det gäller tillstånd för tunnelbana och spårväg skiljer man på spårinnehav och trafikutövning. Tillstånd för trafikutövning respektive spårinnehav ansöks enligt kraven i lagen (1990:1157) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg. Därutöver ska även fordonen ha ett godkännande innan de får tas i drift på infrastrukturen.

Denna tillståndsprocess förutsätts leverantören genomföra och beskrivs därför inte här.

Beskrivning i lag 1990:1157, 4 § och 5 §:

- Spårplanläggningar eller spårtrafik eller särskild trafikledningsverksamhet får drivas endast av den som har tillstånd till verksamheten.
- Tillstånd får beviljas den som med hänsyn till yrkeskunnande, laglydnad samt ekonomiska och andra förhållanden av betydelse kan anses uppfylla kraven i denna lag
- Tillsynsmyndigheten får anpassa kraven med hänsyn till verksamhetens art och omfattning.
- Frågor om tillstånd att driva spårplanläggning eller spårtrafik eller särskild trafikledningsverksamhet prövas av tillsynsmyndigheten.

Spårvägsverksamhet består av drift av spårplanläggningar (spårinnehav) och drift av spårtrafik (trafikutövning). I driften av spårplanläggningar ingår trafikledning. Trafikledning är dock en särskild verksamhetsgren. Om den som driver spårplanläggningen har överlåtit ansvaret för trafikledningen till någon annan kallas det särskild trafikledningsverksamhet. Så är fallet i t ex Lund och Norrköping medan Göteborg nu tar hem trafikledningen och lägger den som en del under spårinnehavet hos Trafikkontoret.

Rent praktiskt finns det blankett från Transportstyrelsen som ska fyllas i. Ansökan behandlas när faktura är betald för ansökningsförfarandet och därefter gäller fyra månaders handläggningstid. I dagsläget skulle en ansökan från Uppsala kosta omkring 175000 kr.

Innehållet i ansökan är:

- Kontaktuppgifter
- Ansvariga funktioner
- Ekonomi
- Uppgifter om spårssystem
- Trafikomfattning
- Trafikledning
- Beskrivning av spårplanläggningen och hur den ska användas.
- Uppgift om när spårplanläggningen avses tas i bruk.
- Riskbedömning.
- Kravspecifikation.
- Preliminär tidplan med angivelse av tidpunkterna för konstruktion och validering.
- Valideringsplan.
- Valideringsrapport.

De viktigaste reglerna för tillståndprocessen regleras i:

- Lag (1990:1157) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg
- Förordning (1990:1165) om säkerhet vid tunnelbana och spårväg
- TSFS 2010:115 Transportstyrelsens föreskrifter om godkännande av spåranläggning eller fordon för tunnelbana och spårväg
- TSFS 2013:44 Transportstyrelsens föreskrifter om säkerhetsstyrning och
- säkerhetsordning med säkerhetsbestämmelser inom tunnelbana och spårväg
- JvSFS 2007:6 Järnvägsstyrelsens föreskrifter om ansökan om tillstånd för tunnelbana och spårväg

Spårvagn får framföras endast av den som har körkort med behörigheten B. Föraren, som ska ha relevant utbildning (ges av trafikföretaget själv), har att i tillämpliga delar följa 2 kap. 1, 3, 4 §§, 5 § första stycket 1, 5 § första stycket 2 såvitt avser skyldighet att lämna fri väg för järnvägståg, 6 §, 7 § såvitt avser korsande av järnväg och 8 §, 3 kap. 1, 2, 5, 14, 15 §§, 17 § första stycket, 20, 50, 62, 64, 65, 67, 68, 76, 78 och 79 §§ samt 4 kap. 1 § trafikförordningen (1998:1276). I övrigt gäller inte trafikförordningen för spårvagnsförare. I en säkerhetsordning för spårväg får föreskrivas undantag från 3 kap. 17 § första stycket trafikförordningen (inom tätbebyggt område får fordon inte föras med högre hastighet än 50 kilometer i timmen). Sådant undantag skall anges med tilläggstavla på det vägmärke som anger den enligt 3 kap. 17 § första stycket trafikförordningen tillåtna färdhastigheten.

Kostnads kalkyl

I de följande kapitlen diskuteras kostnader och nyttor med de tidigare redovisade alternativen för BRT och spårväg i Uppsala som grund. Redovisningen bygger på en kalkylperiod på 30 år från 2030 till 2060. Restvärden ingår i nuvärdet om sådana uppstår. Tillväxten efter 2050 har satts till 0,5% per år.

I kapitel B (trafikering och kapacitet) drar utredningen slutsatsen att ett BRT-system i egen bana (alternativ A) inte klarar av de fasta förutsättningarna gällande kapacitet baserade på Uppsala 340. Alternativ A i justerad form med lägre tillväxt enligt Uppsala 316 och endast styrmedel s2 används som referensram.

Direkta kostnader för infrastruktur och rullande materiel

Investeringen i infrastruktur för spårvägen är hämtad från de kostnadsberäkningar som Uppsala kommun ställt till förfogande. Kostnaden uppgår till totalt 4521 miljoner kr. Av dessa hänför sig 1060 miljoner kr till broar och 500 miljoner kr till särskilda vattenskyddsåtgärder. Kostnad för BRT har beräknats på en investeringskostnad på 89 mkr/km vilket är ett värde som är i samma nivå som genomförda projekt t ex i Metz i Frankrike. Därtill har även här lagts kostnader för broar och vattenskyddsåtgärder motsvarande spårvägens. De senare har räknats upp med 50% för BRT då bussarna har större krav på vattenskyddsåtgärder pga utsläpp av skadliga ämnen samt större risk för olyckor jämfört med spårvagnar vid olyckor inom vattenskyddsområdet.

	BRT	Spårväg
Infrastrukturkostnad exkl broar och vattenskydd	1519 (89 Mkr/km)	2961 (173 Mkr/km)
Kostnad vattenskydd	750	500
Kostnad broar	1060	1060
Total infrastrukturkostnad	3329 (195 Mkr/km)	4521 (264 Mkr/km)
Depåkostnad fas 1	160	700
Deoåkostnad fas 2	94	160
Total anläggningskostnad	3583	5381

Tabell 0.8 Anläggningskostnader, prisnivå 2018.

I tabellen redovisas de grundvärden som använts för att beräkna kostnaderna.

	Investering (Mkr)	Avskrivningstid (år)
BRT buss 24 meter, eldriven	10	15
Spårvagn 30 meter, standard	30	30
Spårvagn 40 meter, förlängd	40	30
Spårvagn förlängning från 30 till 40 meter	10	30

Tabell 0.9 Investeringkostnad och avskrivningstid för fordon

Driftkostnaderna fördelas på vagn timmar (vtim) respektive vagnkilometer (vkm) för att få en så dynamisk analys som möjligt. I tabellen redovisas använda värden.

	Kr/vkm	Kr/vtim
Buss	8	350
Spårvagn	12	350

Tabell 1.0 Underlag för driftkostnader

De sammanlagda driftkostnaderna sammanfattas i nedanstående tabell

	BRT	Spårväg
Trafikeringskostnad	-824 Mkr	-926 Mkr



Tabell 1.1 Tabellen sammanfattar nuvärdet av trafikeringskostnaderna

Tabellen nedan visar underhållskostnaderna av infrastruktur och depåer. Både kostnaderna per år och nuvärdet 2020 diskonterat för hela perioden dvs. 30 år redovisas.

	BRT		Spårväg	
	30 år	Per år	30 år	Per år
Bana och hpl	-138	-7,4	-483	-17,5
Depå	-77	-4,1	-195	-7,0
Totalt	-215	-11,5	-678	-24,5

Tabell 1.2 Underhållskostnader per år och nuvärdet 2020 diskonterat för hela perioden dvs. 30 år (mkr).

Det kan vara på sin plats att jämföra kostnaderna i projektet i Uppsala med några andra BRT- och spårvägsprojekt i världen.

BRT 	Spårväg 
MalmöExpressen 66 MSEK 4,1 km 16 MSEK/km	Lund 830 MSEK 5,2 km 160 MSEK/km
Bussvei - Rogaland 11300 MNOK 50 km 245 MSEK/km	Norrköping 228 MSEK 4,0 km 57 MSEK/km
Mettis - Metz 145M€ - 1300 MSEK 17,8 km 73 MSEK/km	Le Mans 2100 MSEK 15,2 km 137 MSEK/km
Lundalänken 173 MSEK 4 km 43 MSEK/km	Solnagrenan 2869 MSEK 6,8 km 422 MSEK/km
Seattle 470 MUSD (1990) 2,4 km 1800 MSEK/km	Seattle 2527 MSEK 9,8 km 257 MSEK/km
UPPSALA BRT 3329 MSEK 17,1 km 195 MSEK/km	UPPSALA SPV 4521 MSEK 17,1 km 264 MSEK/km

Figur 6 En jämförelse av de totala kostnaderna för ett antal högprioriterade kollektivtrafiksystem. Kostnader redovisas exklusive depå och fordon. De till vänster är BRT. De till höger är spårväg. Längst ner är Uppsala.

Vi kan konstatera att ibland har BRT ett lägre pris per km och ibland har spårväg ett lägre pris. Då spridningen är stor är det svårt att bestämt säga vad infrastrukturen kostar och vilken lösning som ger lägst pris då alla projekt i grunden är unika med sina egna förutsättningar.

Tabellen nedan visar underhållskostnaderna av infrastruktur och depåer. Både kostnaderna per år och nuvärdet 2020 diskonterat för hela perioden dvs. 30 år redovisas.

Medfinansiering

Stadsmiljöavtal, statlig medfinansiering för kollektivtrafikanläggningar, värdeåterföring samt ökade markförsäljningar är de huvudformer för medfinansiering av infrastrukturen för kollektivtrafik.

Med stadsmiljöavtalet finns möjlighet att få upp till 50% av anläggningskostnaden för kollektivtrafikinvesteringar och i praktiken motsvarar cirka 40% av den totala kostnaden eftersom den inte täcker byggherrekostnader. Kommunen och/eller regionen står för överenskomna motprestationer och överenskomna tillkommande finansiering. Det är möjligt att ansöka stadsmiljöavtal både för BRT och spårväg.

Spårvägen har redan fått av staten beviljad 900 miljoner för den sträckningen som är mellan Gottsunda centrum och Uppsala södra. En ny ansökan kommer att lämnas in för de sträckor som kvarstår, så att den totala medfinansieringen för spårvägen med stadsmiljöavtal samt statlig medfinansiering för kollektivtrafikanläggningar uppgår till 1800 miljoner.

Det medel som finns beviljade är öronmärkt för spårvägen. Om BRT är aktuell som lösning, behöver en ny ansökan göras för att kunna få stadsmiljöavtal. I jämförelseunderlaget utgår analysen från att stadsmiljöavtalet tilldelas så att medfinansieringen för BRT uppgår till 1300 miljoner.

Investeringar i kollektivtrafiken bidrar till att skapa tillgänglighet. Fastigheter i närheten till stark kollektivtrafik har ett högre värde än de som inte är nära. Med närhet menas inom en radie av 500 meter från hållplatser. Spårbunden trafik (tåg, tunnelbana och spårväg) leder till ännu högre tillgänglighet och attraktivitet, vilket ökar värdet på mark och fastigheter. I en studie gjord av Uppsala kommun bedöms värdeökningen vara cirka 14% för spårvägen. För BRT har inga studier gjorts i Uppsala. Vi inte har kunnat hitta tillförlitligt data (studier) i Sverige och Europa som påvisar sambandet mellan BRT investeringar och ökat värde på mark/fastigheter.

Dessa ökade värden kan delvis återföras till den som investerar i infrastrukturen genom värdeåterföring eller genom att äga både infrastrukturen och marken som ökar i värde. Värdeåterföringen är endast aktuell för spårburen trafik (ej BRT) och har speciella regler/villkor som behöver uppfyllas.

Ökade markförsäljningar är en viktig intäkt för att kunna balansera investeringar i infrastruktur för kollektivtrafik. För spårvägen har dessa ökade intäkter bedömts vara i storlek 1500 mkr, där merparten kommer från det kommunala markinnehavet, värdeåterföring samt ökade markförsäljningar är de huvudformer för att medfinansiering utbyggnaden av infrastrukturen för kollektivtrafik

Nyttokalkyl

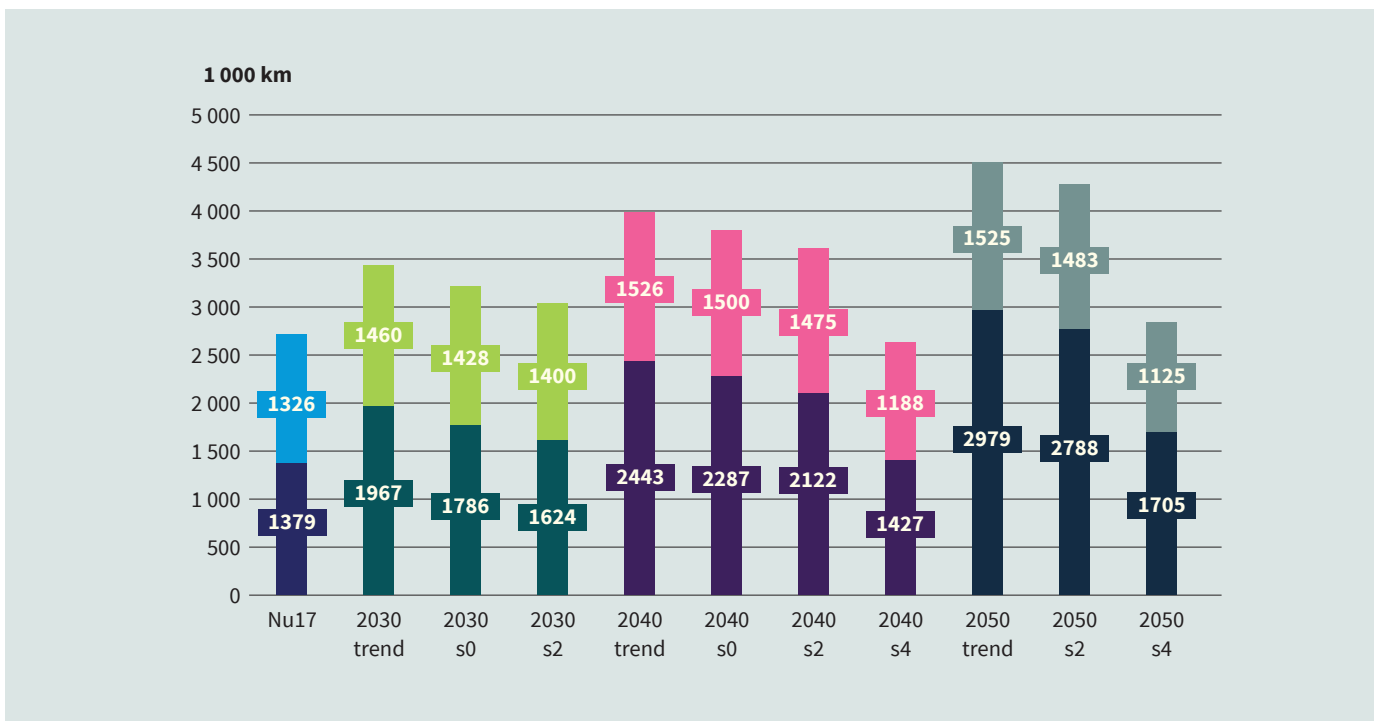
Kvantifierbara indirekta effekter

I de indirekta effekterna ingår biltrafikeffekter (trafiksäkerhet, klimat (CO₂) och hälsa - övriga utsläpp i luften, även partiklar) och åktid. Eftersom antalet resenärer är färre för BRT beräknas mängden biltrafik utifrån den förändring som redovisas mellan styrmedel s2 för år 2030 resp 2050 enligt figuren nedan. Då vi utgår från Uppsala 316 för BRT har även biltrafiken ansatts vara 69% av motsvarande i Uppsala 340 som är basen för figuren nedan. För spårväg gäller en jämförelse mellan s2 år 2030 och s4 år 2050 enligt figuren nedan.

Förutsättningar vad gäller klimatkostnaden är de värden som redovisas i ASEK 6.1* där det inte görs skillnad mellan 2012 och 2040 vad gäller värdet per fordonskilometer för personbilar. Detta kan vara en slump där andelen elbilar ökar 2040 men samtidigt värderas utsläppen från de fossildrivna bilarna högre vilket leder till samma värdering. Värt att notera är att ASEK kommer att höja kostnaden för CO₂ från 1,14 kr/kg nu till 7,00 kr/kg våren 2020.

För kollektivtrafiken har vi utgått från att såväl BRT som spårvagn är elektriskt drivna och använder s.k. grön el.

*analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn. Ett arbete som leds av Trafikverket med såväl forskare som praktiker som deltagare.



Figur 7 Biltrafikarbete i Uppsala. Basen för kalkylen är trafikarbetet i Uppsala stad för styrmedel s2 år 2030 och s4 år 2050. Källa: Trafikanalys Uppsala - 2030-2040-2050, 2019-02-25, WSP. Mörk nyans är Uppsala stad och ljus nyans resten av Uppsala kommun

Effekt	
Trafiksäkerhet	0,24 kr/fkm
Klimat	0,20 kr/fkm
Hälsa/luftföroreningar	0,13 kr/fkm
Åktid	46 kr/tim

Tabell 1.3 Värdering av indirekta effekter, fkm (fordonkilometer).
Källa: ASEK 6.1

Följande resultat erhålls gällande de kvantifierbara effekterna av BRT (Uppsala 316 styrmedel s2) respektive spårväg (Uppsala 340 styrmedel s2 år 2030 resp s4 år 2050):

	BRT	Spårväg
	30 år	30 år
Åktid (restid)	+271	+580
Biltrafikeffekter	-1219	-123

Tabell 1.4 Kvantifierbara effekter diskonterat till 2020 i Mkr

Det har inte varit möjligt att beräkna hälsoeffekten av vägslitage från BRT-bussar då partiklar från vägslitage inte ingår i de värden som redovisas i ASEK. Som jämförelse kan nämnas att BRT-bussarna producerar 6800 fkm per dygn år 2050 vilket kan jämföras med biltrafikens totala trafikarbete på 1 924 000 fkm per dygn i Uppsala 316 styrmedel s2.

Samlad bedömning

Nedan beskrivs effekten på ett antal förutsättningar för projektet Spårväg Uppsala. Delar av dessa kan värderas i pengar medan andra bedöms resonemangsmässigt. Det är den samlade bedömningen av alla parametrar och förutsättningar som leder till det slutliga resultatet. Det kan

konstateras att för den aktuella jämförelsen faller den ut till spårvägens fördel vilket inte är förvånande då Uppsala 340 i kombination med Uppsalapaketet i grunden förutsätter en kollektivtrafik med spårvägens kapacitet.

Aspekt	BRT	Spårväg
Framkomlighet	Systemet är antingen överbelastat och kan inte prioriteras med låg framkomlighet som följd, eller så erbjuds samma framkomlighet som för spårväg men då krävs en lägre befolkningstillväxt och inga styrmedel som styr över resenärer till kollektivtrafiken.	God framkomlighet.
Kapacitet	Systemet har inte kapacitet att klara av resefterfrågan till 2050. Problem uppstår redan 2030.	Spårvägen klarar av resmängderna till 2050 och har utrymme för tillväxt.
Fordon	Hög standard, el-drift och med möjlighet till automatisering.	Hög standard, el-drift och med möjlighet till automatisering.
Stadsmiljö	Systemet bidrar i mindre grad till att skapa attraktiva och fungerande stadsmiljöer. Anläggningen och fordon är attraktiva, men ökad trängsel, mer biltrafik och barriäreffekt har en negativ påverkan	Anläggningen och fordon är attraktiva och bidrar till att skapa fungerande och attraktiva stadsmiljöer. Goda möjligheter till att välja markmaterial mellan räler för bästa anpassning till stadsmiljön.
Översiktsplan 2016	Befolknings- och mark-användningsscenarioet Uppsala 340 är inte möjlig. Kommunprognos utan tunga styrmedel för att minska biltrafiken är lämpligt för BRT till år 2050.	Utveckling och markanvändning enligt Uppsala 340. Kommunprognos Uppsala 380 även möjlig till 2050, men behöver prövas.
Biltrafik	Biltrafiken ökar betydligt.	Biltrafiken ökar i mindre utsträckning.
Kostnader/nyttor		
	BRT	Spårväg
Investeringskostnad	-2800 Mkr	- 4 360 Mkr
Drift och underhåll	-1 000 Mkr	-1 700 Mkr
Indirekta kostnader biltrafik	-1 220 Mkr	-120 Mkr
Nyttor åktid	270 Mkr	580 Mkr
Medfinansiering	Möjlig till 40% av infrastrukturkostnaden, motsvarande 1 130 Mkr	Möjlig till 40% av infrastrukturkostnaden motsvarande 1 530 Mkr . Samt via återföring av markvärde genom försäljning av kommunal mark till ett uppskattat värde av 1500 Mkr eller nuvärde 30 år på 990 Mkr .

Tabell 1.5 Samlad bedömning av både BRT och spårväg i relation till grundförutsättningarna för jämförelseunderlaget.

Diskussion

Kollektivtrafiken har en viktig roll i att säkerställa tillgängligheten till och inom staden och regionen samt i att skapa förutsättningar så att staden kan växa på ett hållbart sätt enligt den markanvändning som finns redovisad i översiktsplanen. För utvecklingen av staden och dess attraktivitet är det nödvändigt att kollektivtrafiken och dess infrastruktur skapar mervärden för staden och dess invånare. Utöver tillgänglighet och framkomlighet, är mervärden i attraktiva och välkomnande vistelsemiljöer mycket viktigt. Kollektivtrafiken som stadutvecklingsselement ska inte underskattas.

För att kunna göra analyserna i jämförelseunderlaget har utgångspunkten varit att likställa båda kollektivtrafiksystemen (BRT respektive spårväg), så de båda skapar samma nytta för staden med konstanta förutsättningar. Detta har inte varit möjligt då BRT inte kan leverera samma kapacitet och restid som spårvägen.

- Sträckningen – samma
- Framkomlighet – samma förutsatt lägre tillväxt för BRT
- Standard och driftsäkerhet – samma
- Stadsmiljö – samma
- Uppsalapaketet – BRT kan inte hantera tillväxten
- Befolkning och markanvändning - BRT kan inte hantera tillväxten
- Kapacitet - BRT kan inte hantera tillväxten
- Fordon – BRT för låg kapacitet

BRT och spårväg är två bra system för att skapa en attraktiv och effektiv kollektivtrafik, men de har olika förutsättningar och lämpar sig för olika resemängder. Den markanvändning som översiktsplanen och Uppsalapaketet förutsätter har en mycket hög koncentration av bostäder vilket genererar mycket stora reseflöden för kollektivtrafiken.

Den i rapporten studerade linjestrukturen är anpassad för spårvägens kapacitet och är därmed svår att rakt ersätta med BRT (då BRT-fordonen har lägre kapacitet än spårvägen). BRT kan anpassas till kapaciteten genom högre turtäthet men denna blir då så hög att det inte är möjligt att ge full prioritet i trafiksignaler, med längre restider och sämre regularitet som följd. Utifrån de konstanta förutsättningarna är spårvägen det enda systemet som klarar av samtliga aspekter.

Horisonten för analyserna är år 2050 med dess i denna stund prognosticerat resande och fördelning mellan trafikslagen genom en stor mängd styrmedel för ökat kollektivresande. Det ger en ram för förväntat kollektivresande, men det är viktigt att kollektivtrafiksystemet är utformat så att det kan hantera en ännu högre resefterfrågan. Högre efterfrågan kan vara resultatet av succé i implementering med en stark resandeutveckling, men också av att staden fortsätter att expandera och växa i anslutning till eller i förlängningen av kollektivtrafiksystemet. Även om utbyggnadstakten kan variera och den totala befolknings- och bostadsmängden till 2050 kan skilja sig från scenario Uppsala 340, är frågan inte om utan när detta kommer att inträffa.

Med de givna förutsättningarna i översiktsplanen samt i Uppsalapaketet, är spårvägen både en förutsättning och en konsekvens av befolkningstillväxten. Utan befolkningstillväxt i sådan storlek finns inte underlag att utveckla spårvägen. Utan spårvägen finns inte förutsättning för att växa enligt den beslutade markanvändningen. Vad som är hönan och ägget kan man alltid diskutera.

Flera typer av trafik- och transportlösningar kommer att behövas för att kunna lösa mobiliteten i Uppsala. Fokus för denna studie är de södra stadsdelarna, men utveckling kommer även att ske i andra delar av staden. BRT och spårväg behöver inte ses som konkurrerande system, dessa kan samexistera och tillsammans utgöra basen för stadstrafiken i hela Uppsala.

Om BRT ska vara aktuellt som kollektivtrafiklösning och inte ta mer utrymme i gaturummet än spårvägen i södra delen av Uppsala, krävs antingen att tätheten i den nya bebyggelsen anpassas till BRT:s förutsättningar på kapacitet eller att tillväxten minskar inom beslutad markanvändning. Vill man bibehålla samma befolkningsutveckling som i Uppsala 340, måste bebyggelsen ha en lägre täthet. Konsekvensen blir att större ytor tas i anspråk för att skapa en glesare bebyggelse än det som beskrivs i översiktsplanen. Den större ytan påverkar linjestrukturen så att fler linjer än två kan etableras för att täcka ett större geografiskt område. Effekten blir att varje linje klarar kapaciteten som BRT kan erbjuda. Det andra alternativet är att bygga ut i de områden som redovisas i översiktsplanen för Uppsala 340 men att tillväxten endast följer Uppsala 316 samt att inga styrmedel införs för att föra över resor från bil till kollektivtrafik. Detta leder till lägre befolkningstillväxt och behov av ett okänt antal kilometer nya vägar.

Kollektivtrafiksträckningarna i Uppsala som studeras i denna jämförelse går genom områden med mycket speciella förutsättningar. Det medför höga anläggningskostnader eftersom det bl a krävs grundläggningssåtgärder, vattenskyddsåtgärder samt flera broar och tunnlar. Dessa anläggningar och åtgärder krävs oavsett om det är BRT eller spårväg som byggs. Det kan tillkomma ytterligare kostnader som resultat av tillståndsprövningar eller idag oförutsedda händelser. Den bedömda kostnadsnivån både för BRT och spårväg är högre än motsvarande projekt i Sverige och Europa, vilket delvis förklaras med de ovan redovisade speciella förutsättningarna som prissats med god marginal vilket ger utrymme att hantera oförutsedda kostnader inom den angivna kostnadsramen.

Ur ett nyttoperspektiv är det komplicerat att kvantifiera nyttorna för spårväg respektive BRT, framförallt att göra en jämförelse mellan de båda trafikslagen. Uppsala har mycket höga ambitioner vad gäller färdmedelsfördelningen där minst 75-80% av alla resor som görs i staden ska göras med gång, cykel eller kollektivtrafik. Det för-

utsätter en kollektivtrafik som klarar av den framtida efterfrågan, lockar till sig nya resenärer och som har tillräckligt med kapacitet. Omfördelningseffekter som leder till att fler väljer bilen pga dålig kapacitet för BRT har varit svåra att kvantifiera.

Ökad markförsäljning är en viktig intäktskälla för att balansera de kostnaderna som uppstår i samband med utbyggnad kollektivtrafiken. För spårvägen bedöms att markförsäljningen är i storleksordningen 1500 miljoner kronor. För BRT har det varit svårare att uppskatta värdet av ökad markförsäljning då det saknas kunskap om och erfarenhet av detta i Sverige och Europa. Det är sannolikt att även BRT skapar mervärden men nivån på dessa är okänd samt med största sannolikhet lägre än för spårvägen. Av denna anledning är dessa inte kvantifierade i denna studie.

Slutsatsen är att spårvägen är den kollektivtrafiklösning som bäst stöttar den utveckling som beskrivs i översiktsplanen och Uppsalapaketet med tillväxt enligt Uppsala 340.

Källor

Systemvalsstudien för framtidens kollektivtrafik
(WSP, 2016)

Trafikprognoser för Uppsala stad (WSP, 2019)

Guidelines för attraktiv kollektivtrafik med fokus
på modern spårväg (X2AB, Energimyndigheten,
Trafikverket, Spårvagnsstäderna, 2015)

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

Guidelines för attraktiv kollektivtrafik med fokus på
BRT (X2AB, Energimyndigheten, Sveriges bussföretag,
Trafikverket)

Bilagor

- Ansökningsprocess för tillstånd hos transportstyrelsen
- Minnesanteckningar från extern granskningsmötet med branschen

Beläggingsgrad på spårvagnar under maxtimmen på förmiddagen, både för år 2030 och 2050.

