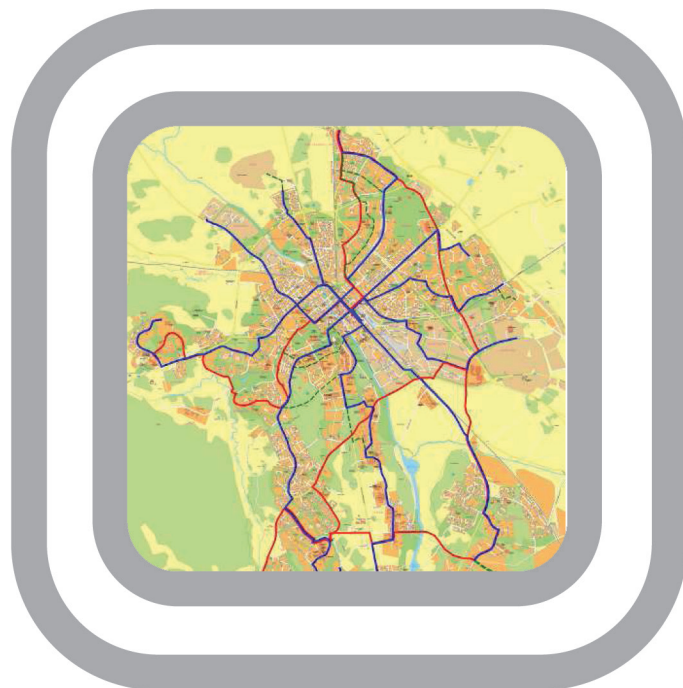


Underlagsrapport till
ÖVERSIKTSPLAN 2010
för Uppsala kommun



**Framtida kollektivtrafiksystem
i Uppsala - förstudie**

Framtida kollektivtrafiksystem i Uppsala

– förstudie



Dokumentinformation

Titel: Framtida kollektivtrafiksystem i Uppsala

Serie nr: 2009:54

Projektnr: 9030

Författare: Stephan Bösch, Trivector Traffic
Torbjörn Einarsson, Arken SE Arkitekter
Malin Gibrand, Trivector Traffic
Bengt Gustafsson, Beamways

**Kvalitets-
granskning:** Per Gunnar Andersson, Trivector Traffic

Beställare: Uppsala kommun
Kontaktperson: Jenny Kihlberg, tel 018-7271315

Dokumenthistorik:

Version	Datum	Förändring	Distribution
0.1	2009-05-18	Arbetsrapport	Internt
0.2	2009-08-10	Rapportutkast	Beställare
0.3	2009-08-12	Rapportutkast	Beställare
0.4	2009-08-26	Preliminär slutrapport	Beställare
1.0	2009-09-09	Slutrapport	Beställare



Huvudkontor Lund: Äldermansgatan 13 · 227 64 Lund · tel 046-38 65 00 · fax 046-38 65 25
Kontor Stockholm: Barnhusgatan 16 · 111 23 Stockholm · tel 08-54 55 51 70 · fax 08-54 55 51 79

info@trivector.se · www.trivector.se

Förord

Uppsala är en kommun i stark utveckling och prognoser pekar på att kommunen år 2030 har 250 000 invånare. En ökning av invånarantalet medför ett ökat resande och för att uppnå en hållbar utveckling måste andelen kollektivtrafikresor öka.

Forskning och tidigare erfarenheter visar emellertid att kollektivtrafikens andel av den samlade trafiken i städer av Uppsalas typ har svårt att nå de andelar som kan komma att krävas för att klara uppsatta miljömål. Av dessa skäl gav Uppsala kommun Trivector Traffic i samarbete med Beamways och Arken SE Arkitekter i uppdrag att ta fram en förstudie som belyser hur en attraktivare och konkurrenskraftigare kollektivtrafik jämfört med bilen kan erhållas med fokus på de alternativa systemen; spårväg, spårtaxi och stombuss.

Uppdragsansvarig för Trivector Traffic har varit tekn. lic. Per Gunnar Andersson och projektledare har varit civ. ing. Malin Gibrand, båda Trivector Traffic. Övriga medarbetare har varit Stephan Bösch, Trivector Traffic, Bengt Gustafsson, Beamways och Torbjörn Einarsson, Arken SE Arkitekter. Uppdragsansvarig på Uppsala kommun har varit Carl-Johan Engström, medan Jenny Kihlberg har varit projektledare och kommunens kontaktperson.

Stockholm september 2009
Trivector Traffic AB

Sammanfattning

Bakgrund och syfte

Uppsalas utveckling pekar mot att kommunen år 2030 har c:a 250 000 invånare. Stadens långsiktiga utveckling sker utifrån "Översiktsplan för Uppsala stad" som aktualitetsförklarades hösten 2008 och nu är under revidering.

Ett mål för att uppnå en hållbar utveckling är att antalet kollektivresenärer ska öka. Det ska ske i enlighet med inriktning och uppdrag i Trafikplan för Uppsala stad 2006, Tilläggsdirektiv 2007, Åtgärdsprogram för att klara miljö kvalitetsnormerna för kvävedioxid och partiklar i Uppsala innerstad samt Klimatutmaningen.

Uppdraget är att utifrån kommunens vision och mål och baserat på tidigare studier genomföra en studie som behandlar och ger översiktliga förslag på lösningar år 2014, 2020 och 2030 med de alternativa systemen:

- Spårväg
- Spårtaxi
- Stombussar

Mål och ambitionsnivåer

Ambitionsnivåer för kollektivtrafikens framtida marknadsandelar och resande har tagits fram genom backcasting, där den generella resandeutvecklingen, planerat befolkningstillskott enligt pågående översiktsplan och kommunens miljömål har använts som ingångskriterier.

Idag ligger kollektivtrafikens marknadsandel på 13 % och det genomförs dagligen 44 640 resor med kollektivtrafik inom Uppsala stad. Dagens resande används som grundvärde i backcastingsmodellen.

Backcastingen ger följande ambitionsnivåer och mål för kollektivtrafikens framtida marknadsandelar och resande:

- **2014** – Kollektivtrafikens marknadsandel är 18 % och det genomförs ca 69 000 kollektivresor per dag
- **2020** – Kollektivtrafikens marknadsandel är 26 % och det genomförs 110 000 kollektivresor per dag
- **2030** – Kollektivtrafikens marknadsandel är 30 % och det genomförs 141 000 kollektivresor per dag

Stomlinje- och spårvägsbaserat nät

Linjenät och utbyggnadsnivåer

I figuren nedan redovisas föreslaget linjenät år 2014, 2020 och 2030 för det stomlinjebaserade systemet.



Figur 1 Hela linjenätet (rött: kompletteringslinjer; blått: stomlinjer; grönt: alt. sträckningar & utbyggnadsmöjligheter)

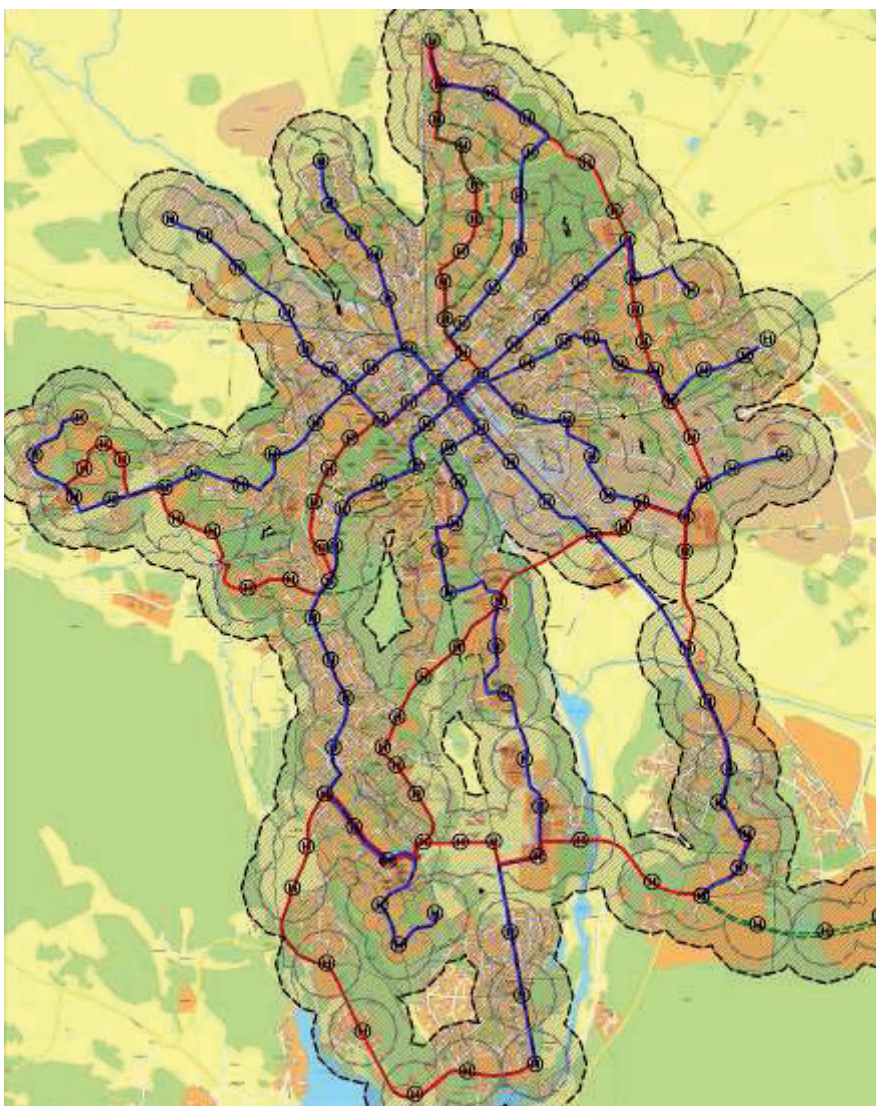
Systemets utbyggnadsnivåer redovisas i tabellen nedan. Samtliga linjer kan, i de fall dessa trafikeras med bussar, med fördel byggas som trådbusslinjer. Trådbussen ger i det närmaste samma strukturerande effekt som spårvagn i stadsplaneringen. Den elektriska anläggningen för trådbuss är lätt att konvertera till spårvägstrafik om så önskas och krävs i en framtid. Trådbussen ger samma miljövinster som spårvagnen vad gäller lokala emissioner. En trådbuss förbrukar endast 40 % av den energi som motsvarande dieselbuss (energieffektiviteten för biogas och etanolbussar är 10-15% sämre än dieselbuss) behöver för samma trafikuppgift.

Tabell I Linjer och turtäthet

Linje	Turtäthet och fordonsval		
	2014	2020	2030
Årsta-Sävja	5 min trafik Ledbuss	5 min trafik Dubbelledbuss	5 min trafik Spårvagn (30m)
Gränby-Tuna backar	7,5 min trafik Ledbuss	5 min trafik Ledbuss	5 min trafik Dubbelledbuss
Luthagen-Ultuna	5 min trafik Dubbelledbuss	5 min trafik Spårvagn (30m)	5 min trafik Spårvagn (40m)
Stenhagen-Gottsunda	3 min trafik Dubbelledbuss/7,5 min. trafik spårvagn (30m)	7,5 min trafik Spårvagn (40m).	5 min trafik Spårvagn (40m)
G:a Uppsala-Boländerna	7,5 min trafik Ledbuss	5 min trafik Dubbelledbuss	5 min trafik Spårvagn (30m)

Tillgänglighet

I följande figur och tabell redovisas nätet täckning inom 400 respektive 600 meter från hållplatser som slumpmässigt placerats ut.



Figur II Fiktiva hållplatser och täckningen för 400m (gråa ringar) och 600m (svarta ringar)

Tabell II Täckningsgrad med fiktiva hållplatser (avser hela linjesystemet)

Årtal	Befolkningstäckningsgrad		Täckningsgrad av verksamma	
	400 m	600 m	400 m	600 m
2014	86 %	96 %	84 %	96 %
2020	84 %	95 %	82 %	95 %
2030	80 %	92 %	80 %	92 %

I tabellen nedan redovisas restider för 25 utvalda typresor år 2030 mellan större bostadsområden och målpunkter. Medelrestiden för de 25 typresorna har beräknats till 23 minuter.

Tabell III Restider 2030

	Restider 2030					
	Akademiska sjukhuset korsn. Sjukhusvägen-Ulläkersvägen	Boländerna korsn. Stålgatan-Lefflersgatan	Centrum korsn. Svartbäcksgatan-S:t Pers gatan	Ulluna korsn. Ulls väg-Ullunaallen	Resecentrum Olof Palmes plats	
Bostad/arbetsplats:						
Luthagen korsn. Prästgårdsgatan -Tiundagatan	17	27	13	31	13	
Gottsunda korsn. August Södermans v-Hugo Alfvens v	22	39	22	14	23	
Ärsta korsn. Klarbärgsgatan-Hjortrongatan	25	10*	18	34	18	
Sävja korsn. Stenbrohultsvägen-Skåneresan	31	22	26	12	25	
Stenhagen korsn. Naturstenvägen-Herrhagsvägen	29	36	22	42	22	

* Gång

Kostnader

Den totala investeringskostnaden för ett fullt utbyggt system med fyra spår-vägslinjer, 1 stombusslinjer och 5 kompletteringslinjer är därmed ca **5,7 miljarder SEK**, motsvarande en kapitalkostnad på **397 miljoner SEK/år**.

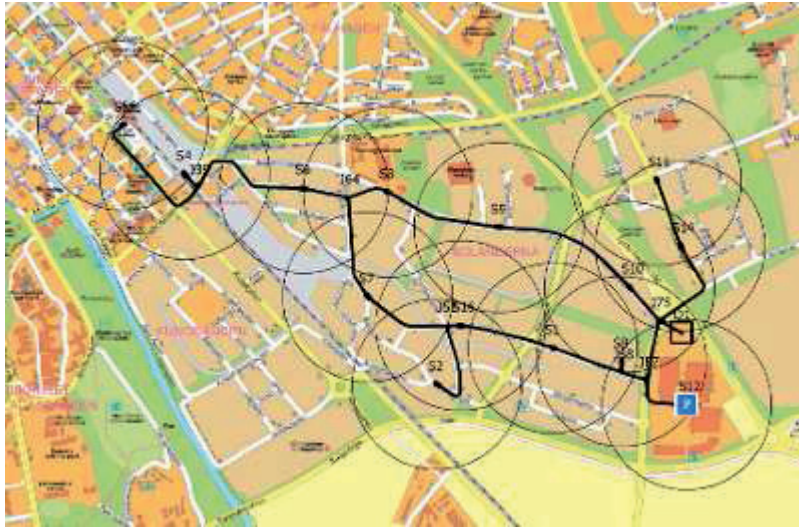
Merkostnaden om man väljer att införa trådbuss istället för biogasbussar på stomlinjerna är **610 miljoner SEK**.

Den sammanlagda driftskostnaden för infrastruktur och fordon beräknas till ca **265 miljoner SEK/år**.

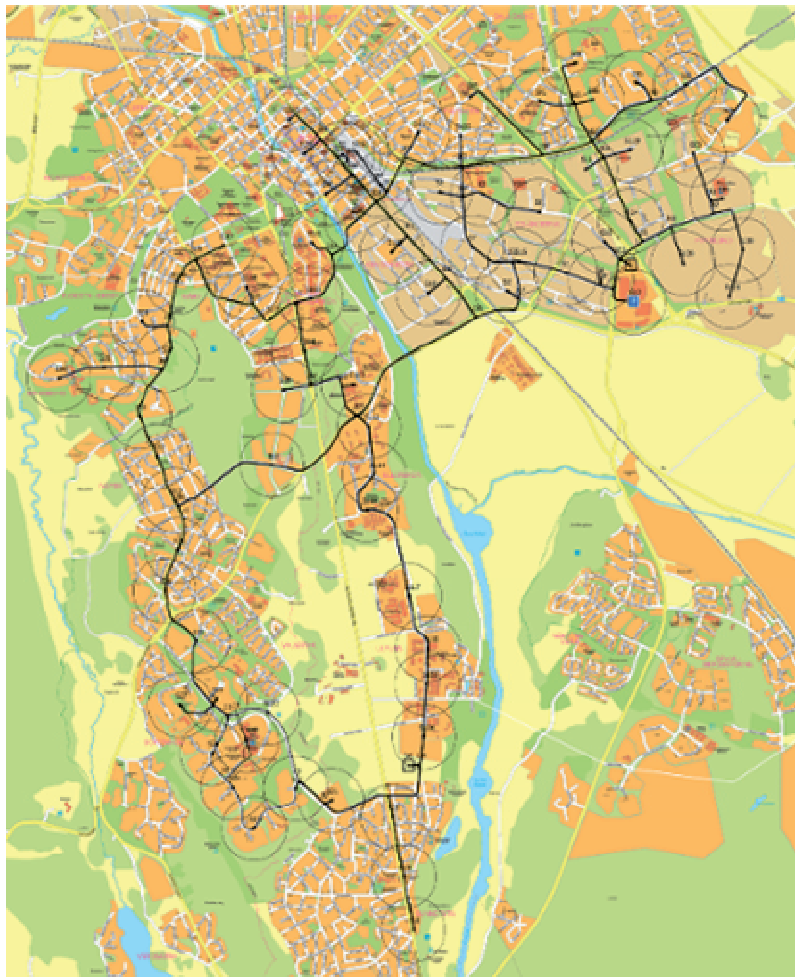
Spårtaxibaserat system

Linjenät och utbyggnadsnivåer

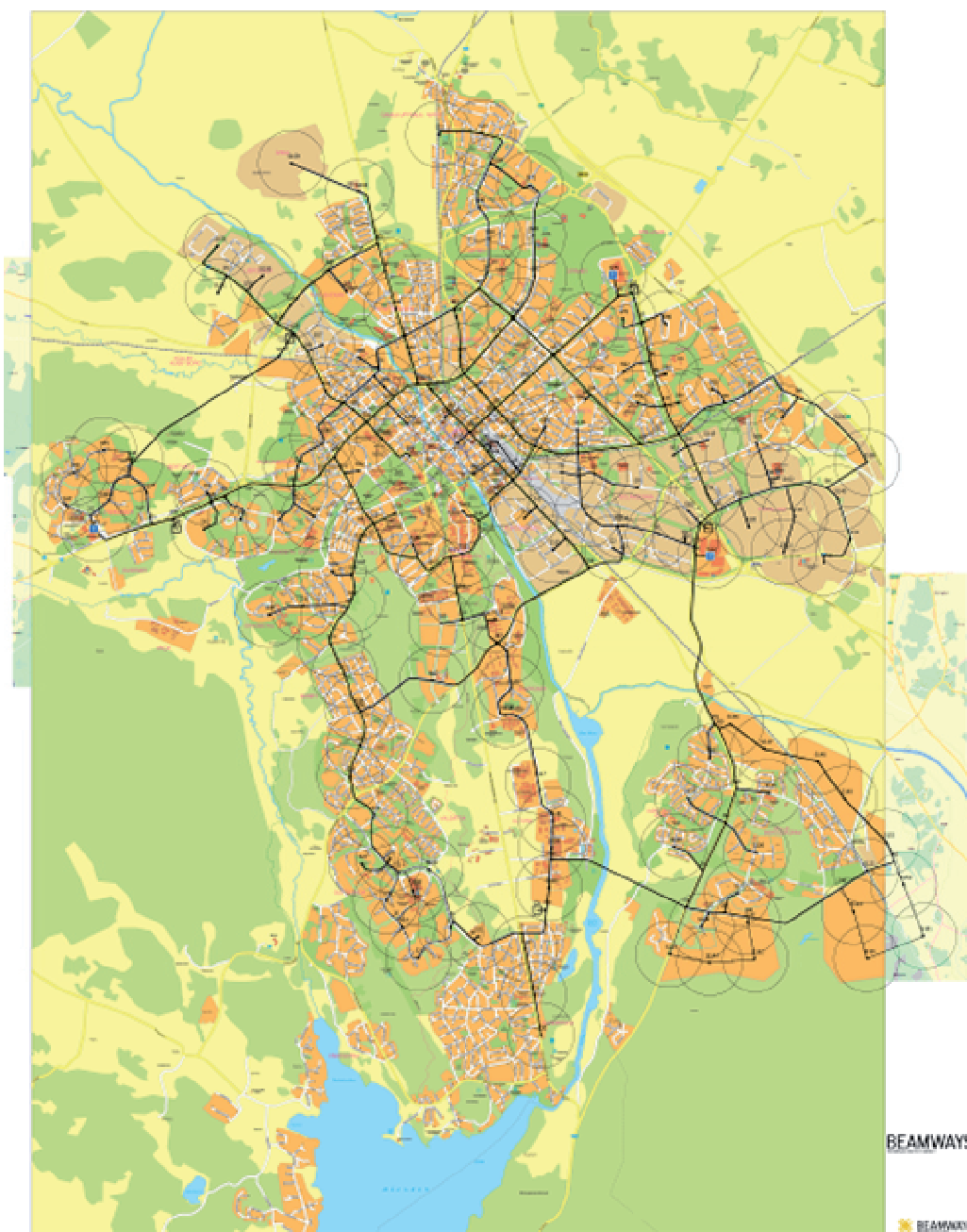
I figurer nedan redovisas föreslaget linjenät år 2014, 2020 och 2030 för det spår-taxi systemet.



Figur III Spårtaxisystem 2014 - pilotbana i Boländerna



Figur IV Spårtaxinät utbyggt i syd/öst, år 2020



Figur V Spårtaxinät, utbyggt för 2030. Täckning markerad genom 400 m radie från station.

Tillgänglighet

Tabell III T täckningsgrad i spårtaxinätet med och utan kompletterande busstrafik för år 2014, 2020 och 2030

Årtal	Befolkningstäckningsgrad i spårtaxinätet inom 400 m	Befolkningstäckningsgrad i spårtaxinätet inom 600 m	Befolkningstäckningsgrad i spårtaxinät + kompletterande busstrafik
2014	3 %	8 %	86 %
2020	28 %	44 %	Ca 84 %
2030	85 %	93 %	-

Tabell IV Täckningsgrad i spårtaxinätet med och utan kompletterande busstrafik för år 2014, 2020 och 2030

Årtal	Täckningsgrad av verksamma i spårtaxinätet inom 400 m	Täckningsgrad av verksamma i spårtaxinätet inom 600 m	Täckningsgrad av verksamma i spårtaxinätet inkl kompletterande busstrafik
2014	16 %	24 %	84 %
2020	51 %	75 %	84 %
2030	86 %	94 %	-

I tabellen nedan redovisas restider för 25 utvalda typresor år 2030 mellan större bostadsområden och målpunkter. Medelrestiden för de 25 typresorna har beräknats till 17 minuter.

Tabell V Restider 2030. Färgkod: Vitt: enbart spårtaxi, grönt: gång eller spårtaxi (samma totaltid).

Restider 2030						
Bostad\arbetsplats:	Akademiska sjukhuset korsn. Sjukhusvägen-Ullåkersvägen	Boländerna korsn. Stålgatan-Lefflersgatan	Centrum korsn. Svarbäcksgatan-S:t Pers gatan	Ultuna korsn. Ulls väg-Ultunaallén	Resecentrum Olof Palmes plats	
Luthagen korsn. Prästgårdsgatan -Tiundagatan	17	19	13	20	14	
Gottsunda korsn. August Södermans v-Hugo Alfvens v	22	27	23	16	22	
Årsta korsn. Klarbärsgatan-Hjortrongatan	15	10	12	19	12	
Sävja korsn. Stenbrohultsvägen-Skåneresan	18	18	19	9	18	
Stenhagen korsn. Naturstenvägen-Herrhagsvägen	14	18	11	17	12	

Kostnader

Investeringskostnaden för spårtaxinätet år 2030 slutar på drygt **7 miljarder SEK**. Till detta kommer kostnader för förbättrad infrastruktur för buss fram till dess att spårtaxi tagit över alla kollektiva resor år 2030

Kapitalkostnaden med ovanstående parametrar blir **374 Mkr/år** för de fasta installationerna och **105 Mkr/år** för fordonen.

Kostnaden för drift av det fullgoda nätet blir: 141 000 resor * 300 dagar * 4.6 km * 0,75 kr = **147 Mkr/år**.

Slutsatser och rekommendationer

En ökad marknadsandel för kollektivtrafik innebär en minskad marknadsandel för biltrafik. För att kunna attrahera bilister och förmå dessa att byta färdmedel krävs insatser från flera håll:

- **Attraktiv och prioriterad kollektivtrafik** - genom snabbhet, enkelhet, attraktiva fordon och bra information.
- **Begränsningar för biltrafiken** - genom god planering, fysiska och beteendepåverkande åtgärder, regleringar och ekonomiska styrmedel.

Denna utredning visar att ett spårtaxibaserat system har spännande egenskaper i form av sina direkta resor utan stopp. Samtidigt ser man att det spårtaxibaserade systemet är förenade med stora risker och osäkerheter kopplat till systemets drift och dess höga investeringskostnader. Det stomlinjebaserade systemet ger en tydligt bättre kollektivtrafik jämfört med dagens system, samtidigt som det inte är förenat med några större risker då det är ett system som är välbeprövade i såväl svenska som europeiska städer. Ett kombinerat system uppfyller inte förväntningarna av att ta det bästa ur de båda systemen, utan skapar istället merkostnader och stort antal byten.

Erfarenheter från spårtaxitrafik saknas i ett svenskt sammanhang och det vore därför intressant att studera vilka erfarenheter man gör i ett sådant system. De ekonomiska osäkerheterna gör dock att det i nuläget känns högst tveksamt om en enskild kommun skall gå in och finansiera den första testbanan i full skala, vars effekter är av nationellt intresse. Statsfinansiering av en sådan investering öppnar däremot nya dörrar för en sådan satsning som förslagsvis i så fall borde förläggas i Boländerna. När en eventuell pilotbana i Boländerna är driftsatt och har utvärderats, kan (om resultatet av pilotbanan varit lyckosamt) spårtaxinätet byggas ut till att omfatta en större del av Uppsala stad. Även detta med förbehåll att statsfinansiering kan erhållas.

En nackdel med satsning på spårtaxibaserat system till år 2030, är att man skulle fördröja hela utvecklingen av kollektivtrafiken genom att satsningar på befintlig busstrafik uteblir. Detta skulle i sin tur medföra att biltrafiken ökar och att vi år 2030 står inför en ännu svårare situation är idag med att locka över vanebilister till kollektivtrafiken. Att motverka denna utveckling kräver att man satsar på införande av stombussar och prioritering av busstrafiken i gaturummet under tiden som spårtaxinätet utvecklas, vilket medför ytterligare kostnader utöver de som investeras i spårtaxinätet.

Tidplanen för att invänta resultat av ett utvärderat spårtaxinät i full skala är tight. Antaget att statsbidrag erhålls för en pilotbana i Boländerna 2010, tar det några år för att bygga denna. En utvärdering av ett spårtaxisystem kan därför först väntas år 2014 eller 2015.

År 2015 står i så fall kommunen inför ett viktigt vägskäl. Längre än till 2015 kan kommunen inte vänta med att välja system utan att kollektivtrafiken blir lidande. Därmed inte sagt att kommunen måste vänta så länge om man redan idag vet vilket system man vill satsa på. Stadsplaneringen är förtjänt av att så snart som möjligt få klarhet i vilket Uppsalas framtida kollektivtrafiksystem är, för att kunna planera staden efter kollektivtrafiken och inte tvärt om.

Vi rekommenderar att kommunen redan idag påbörjar införande av fullfjädrat stombussystem, vilket bl a innebär att kraftfullt prioritera bussen på bilens bekostnad. Vidare rekommenderar vi följande åtgärder för en attraktiv och effektiv kollektivtrafik i Uppsala stad:

- Marknadsför kollektivtrafiken och skapa en egen unik identitet för stomlinjerna.
- Investera i nya attraktiva fordon av modern design, hög komfort och god tillgänglighetsanpassning. Fordonen bör vara energieffektiva och drivas med förnyelsebara drivmedel.
- Inför av biljettlöst system utan förarvisering

- Arbeta med hållplatsutformning genom identitetsskapande design som samtidigt skapar god komfort och hög tillgänglighet resenärerna.
- Ta del av goda exempel och framgångsrikt arbete från andra städer
- Verka för samplanering mellan stads- och trafikplanering och låt kollektivtrafikplaneringen styra bebyggelseplaneringen – inte tvärt om!
- Se över möjligheten för regleringar och ekonomiska styrmedel för minskad biltrafik
- Arbeta med Mobility Management och beteendepåverkande åtgärder

Innehållsförteckning

Förord	
Sammanfattning	
1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
2. Metod	3
2.1 Upplägg	3
2.2 Avgränsningar	3
2.3 Underlag	3
2.4 Mål och ambitionsnivåer	7
3. Stombuss- och spårvagnbaserat system	9
3.1 Linjenät	9
3.2 Systemets tillgänglighet	13
3.3 Resande	18
3.4 Utbyggnadsnivåer – etapper	20
3.5 Trådbuss för miljön	22
3.6 Kostnader	25
4. Spårtaxibaserat system	31
4.1 Linjenät	31
4.2 Systemets tillgänglighet	35
4.3 Resande	39
4.4 Utbyggnadsnivåer - etapper	40
4.5 Kostnader	41
5. Systemanalys	43
5.1 Linjenät	43
5.2 Täckning, kapacitet och restider	43
5.3 Resande	45
5.4 Kostnader och intäkter	47
5.5 Kombinerade system	49
6. Konsekvensanalys	53
6.1 Stadsutveckling	53
6.2 Bytespunkter, hållplatser och stationer	58
6.3 Gatans utrymme	65
6.4 Stadsbild	71
6.5 Resandeandelar	76
6.6 Varustransporter	80
6.7 Miljöaspekter	83
6.8 Risker	85
7. Slutsatser och rekommendationer	95
7.1 Slutsatser	95
7.2 Rekommendationer för fortsatt arbete	96

Bilaga 1) Backcasting

Bilaga 2) Beräkningsgång stomlinjebaserat system

Bilaga 3) Beräkningsgång spårtaxibaserat system

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Uppsalas utveckling pekar mot att kommunen år 2030 har c:a 250 000 invånare. Stadens långsiktiga utveckling sker utifrån ”Översiktsplan för Uppsala stad” som aktualitetsförklarades hösten 2008 och nu är under revidering.

Ett mål för att uppnå en hållbar utveckling är att antalet kollektivresenärer ska öka. Det ska ske i enlighet med inriktning och uppdrag i Trafikplan för Uppsala stad 2006, Tilläggsdirektiv 2007, Åtgärdsprogram för att klara miljö kvalitetsnormerna för kvävedioxid och partiklar i Uppsala innerstad samt Klimatutmaningen.

De första stegen har tagits inom ramen för projekt KOLL 07. Forskning och erfarenheter visar emellertid att kollektivtrafikens andel av den samlade trafiken i städer av Uppsalas typ har svårt att nå de andelar som kan komma att krävas för att klara uppsatta miljömål. Av dessa skäl inleds ett långsiktigt arbete med att få fram attraktivare och konkurrenskraftigare kollektivtrafikalternativ till bilen.

Inom ramen för projektet Den goda staden har en enkel spårtaxistudie för Uppsala genomförts och genom EU-projektet CityMobil har en studie genomförts om spårtaxi för stadsdelen Boländerna i Uppsala. Förslag på stom-busslinjer och spårväg finns framtaget inom kommunen.

1.2 Syfte

Uppdraget är att utifrån kommunens vision och mål och baserat på tidigare studier genomföra en studie som behandlar och ger översiktliga förslag på lösningar år 2014, 2020 och 2030 med de alternativa systemen:

- Spårväg
- Spårtaxi
- Stombussar

2. Metod

2.1 Upplägg

Studien delas in i två delar, en *systemanalys* och en *konsekvensanalys*. Redan framtagna studier ska vara underlag och utnyttjas i arbetet. Studiens tyngdpunkt ligger i systemanalysen som bl a behandlar linjenät, täckning, kapacitet, restider, resande och kostnader.

Konsekvensanalysen beskriver mera översiktligt effekter av de studerade alternativen till kollektivtrafik i Uppsala. Konsekvensanalysen belyser bl a; stadsutveckling, viktiga bytespunkter, gatans utrymme och stadsbild, varutransporter, miljöaspekter och risker.

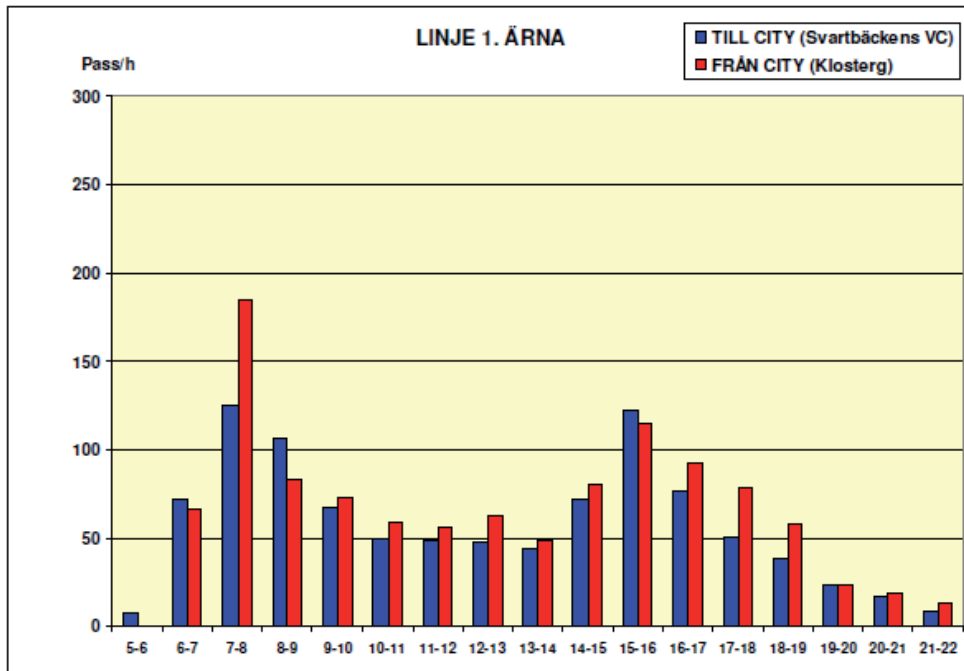
2.2 Avgränsningar

Utredningen begränsas till att omfatta stadstrafiken i Uppsala och ska baseras på befintliga studier och utredningar.

2.3 Underlag

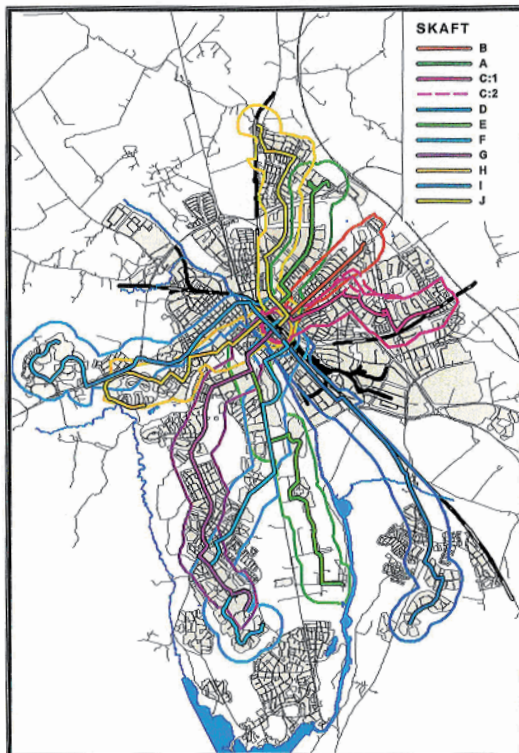
Tidigare utredningar

Den statistiska grunden för vårt arbete är hämtat från Lars Bagges *Trafikanträkning från 2008* som är framtagen på uppdrag av Gatu- och trafikkontoret. Denna visar belastningen vid vissa hållplatser och tidpunkter på dygnet för dagens linjenät. Ett exempel från detta arbete visas i Figur 2.1.



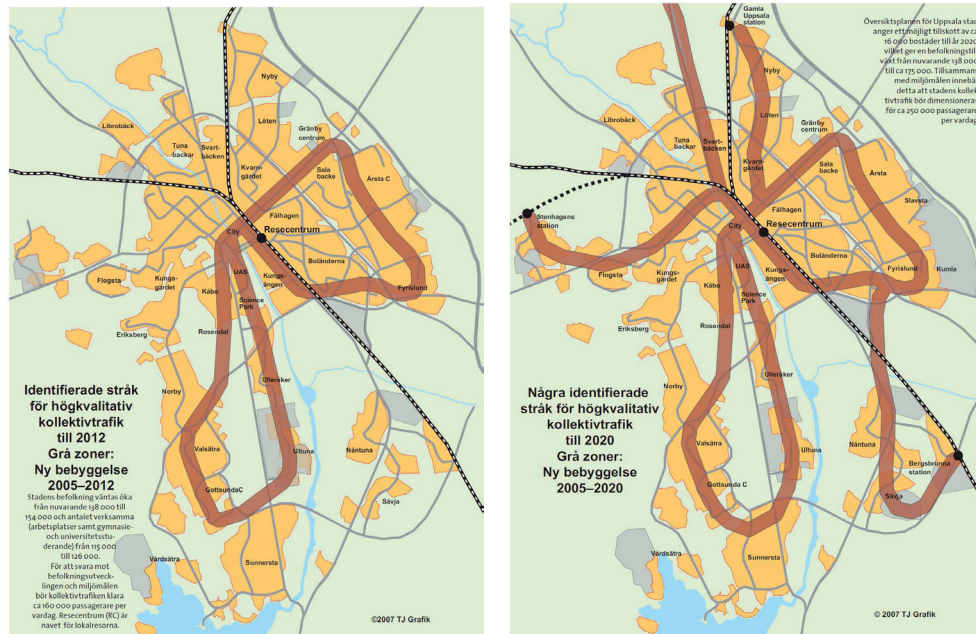
Figur 2.1 Resandet på linje 1 från och till City med start- resp. målpunkt Ärna.

Bredvid denna statistiska bas används även demografiska uppgifter, stomlinjeförslag samt beskrivningar av förväntade markanvändningsförändringar från Lars Bagges tidigare utredningar däribland *Vision 2014*, se Figur 2.2.



Figur 2.2 Stomlinjeskaft enligt Vision 2014.

Uppsala är del av projektet *Den goda kollektivtrafikstaden*. Detta projekt ger vårt arbete underlag i form av linjedragningar vid olika tidpunkter, se Figur 2.3. Den goda kollektivtrafikstaden behandlar även olika transportsystem såsom spårtaxi, spårväg och (tråd-) buss.

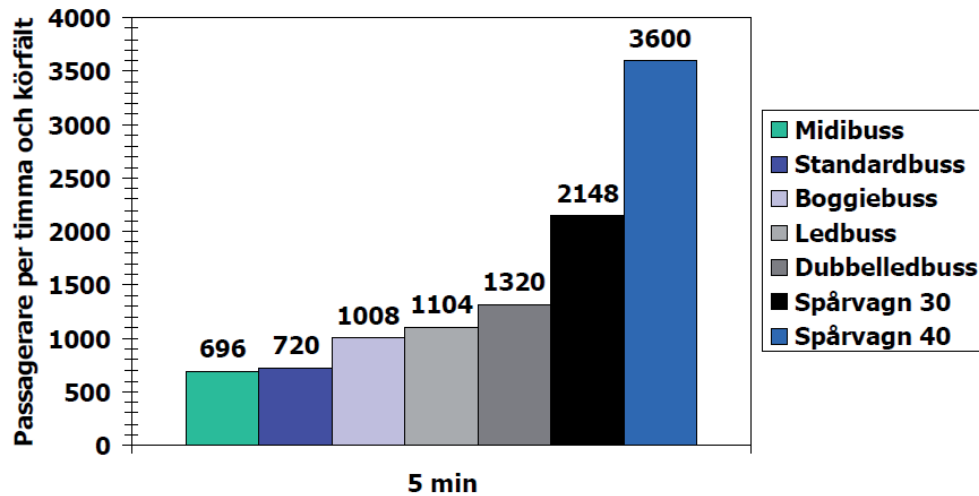


Figur 2.3 Stråk till 2012 och 2020 enligt "Den goda kollektivtrafikstaden".

Resvaneundersökningen (RVU) som genomfördes 2005 av ÅF är en tredje grund vi har baserat vårt arbete på. RVU:n ger oss kunskap om kollektivtrafikens marknadsandel idag vilket är av vikt för målsättningar till 2020 och 2030.

Uppsalas översiktsplan (ÖP) ger en bild över den planerade utvecklingen av staden till år 2020. Dessa utvecklingsinriktningar är viktigt att ta hänsyn till för en kollektivtrafik som kommer att erbjuda resmöjligheter i den framtida miljön.

Ytterligare en viktig källa kommer från Trivector Traffic AB där *kapacitetstaken per maxtimme* i ett avsnitt anges. Om vi utgår från att turtätheten 5 minuter är det tätaste vi önskar köra så finner vi att busstrafik med 18 meter långa ledbussar har en maximal kapacitet på 1100 passagerare per timma och körfält. I Figur 2.4 finner man en sammanställning av kapacitetstaken för de olika transportsystem.



Figur 2.4 Maximal kapacitet vid turintervall 5 minuter.

Vad gäller spårvagnar kan även hänvisas till den så kallade *spårfaktorn*, det vill säga att antalet resande brukar vara högre med spårtrafik än med buss- trafik fast utbudet är detsamma. Analyser av tidigare förändringar från buss till spår visar att en resandeökning motsvarande 20 % längs den aktuella sträckan inte är i överkant.

Prognoser för befolkning, arbetsplatser och studenter

För att kunna studera stomlinjenätets täckning, kapacitetsbehov och linje- dragning har Lars Bagge på uppdrag av Gatu- och trafikkontoret tagit fram prognoser för NYKO 5-områden som innehåller uppgifter om befolkningen, arbetsplatser (antal sysselsatta) och studenter. Dessa uppgifter har tagits fram med hjälp av en så kallad backcasting där ingångskriterierna är målen för kollektivtrafikens marknadsandelar, den generella resandeutvecklingen samt de planerade befolkningstillskotten baserad på den pågående översikts- planeringen, se bilaga 1.

Lars bagge har tagit fram prognoser för utveckling av befolkningen och an- talet verksamma (studenter, elever och arbetsplatser) i Uppsala tätort år 2014, 2020 och 2030. Prognoserna visar på en kraftfull ökning av antalet bosatta och verksamma i Uppsala tätort under perioden 2009-2030, se Tabell 2.1.

Tabell 2.1 Befolkningsutveckling och utveckling av antalet verksamma i Uppsala tätort år 2014, 2020 och 2030.

Årtal	Befolkning	Verksamma (arbetsplatser, studenter och elever)
2009	145 000	130 000
2014	158 000	141 000
2020	173 000	151 000
2030	196 000*	165 000

* Avser befolkningsmängd 2035

Datan, som har erhållits i excelformat, har sedan analyserats med hjälp av GIS för systemanalysen för ett buss- resp. spårvägsbaserat system. För spår-taxistudien har backcastningen använts i Beamways simuleringssystem "BeamEd".

2.4 Mål och ambitionsnivåer

Kommunala miljömål

Uppsala kommun har följande klimatmål avseende CO₂

- 2020: minskning med 30 % relativt 1990.
- 2030: minskning med 40 % relativt 2006 (totalt utsläpp minskas från 5 till 3 ton per capita och år)

Ambitionsnivåer för framtidens kollektivtrafiksystem

Ambitionsnivåer för kollektivtrafikens framtida markandsandelar och resande har tagits fram genom backcasting, där den generella resandeutvecklingen, planerat befolkningstillskott enligt pågående översiktsplan och kommunens miljömål har använts som ingångskriterier.

Idag ligger kollektivtrafikens marknadsandel på 13 % och det genomförs dagligen 44 640 resor med kollektivtrafik inom Uppsala stad. Dagens resande används som grundvärde i backcastingsmodellen.

Backcastingen ger följande ambitionsnivåer och mål för kollektivtrafikens framtida markandsandelar och resande:

- **2014** – Kollektivtrafikens marknadsandel är 18 % och det genomförs ca 69 000 kollektivresor per dag
- **2020** – Kollektivtrafikens marknadsandel är 26 % och det genomförs 110 00 kollektivresor per dag
- **2030** – Kollektivtrafikens marknadsandel är 30 % och det genomförs 141 000 kollektivresor per dag

De satta målen för kollektivtrafikens resandeutveckling enligt ovan, tillsammans med bibehållen hög andel gång- och cykeltrafik, resulterar i att bilarnas utsläpp av CO₂ till år 2030 skulle minska väsentligt mer än klimatmålen (-51 % vs -40 %). Kollektivresorna skulle öka med en faktor 3,2.

3. Stombuss- och spårvagnbaserat system

Vi har studerat och analyserat stombuss- och spårvägssystem som är framtagna i tidigare utredningar. Mål- och ambitionsnivå för framtidens kollektivtrafik finns redovisade i kapitel 2 och har utgjort utgångspunkt för arbetet.

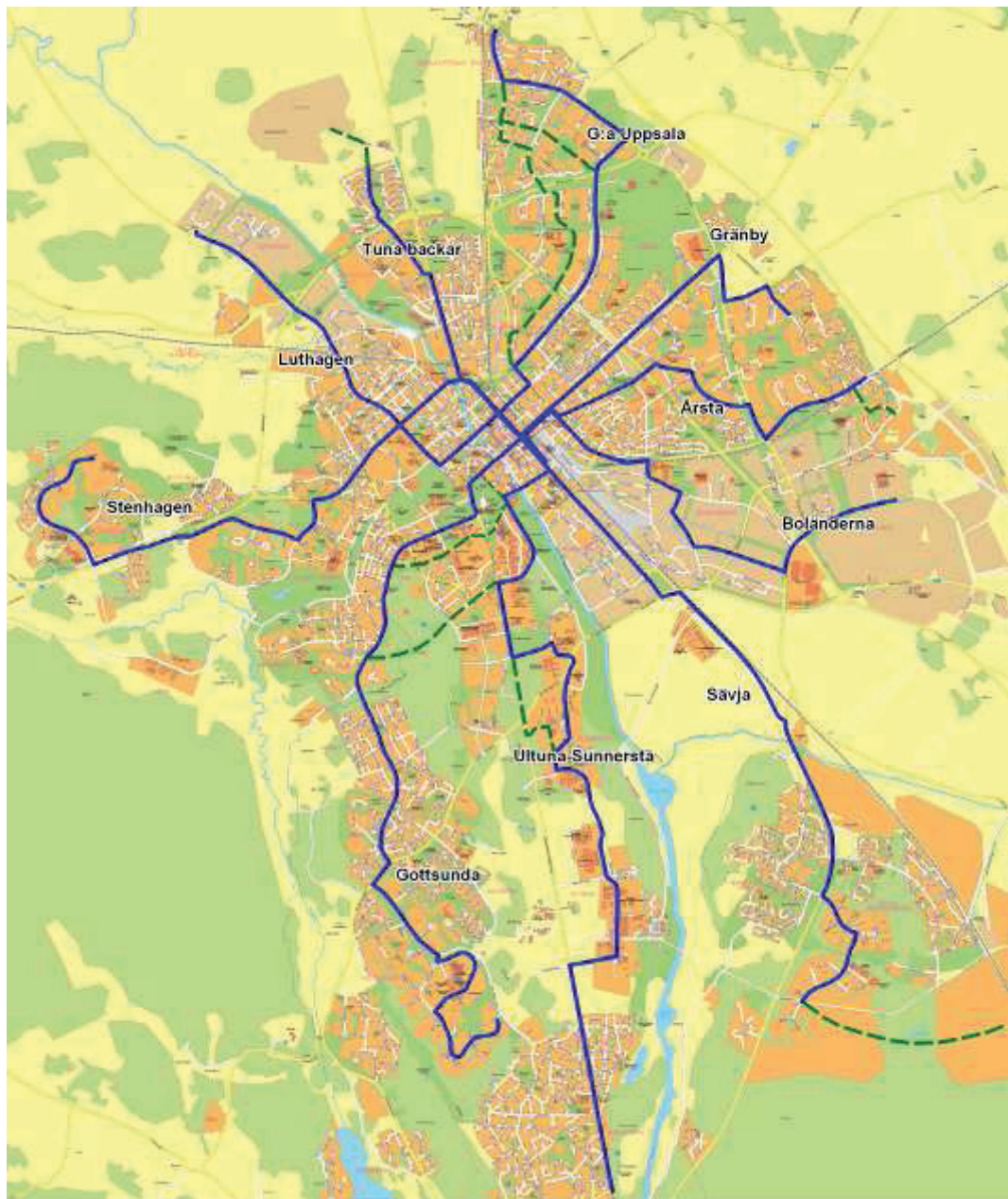
3.1 Linjenät

Ett linjenät har tagits fram baserat på de bakgrundskällor som redovisats i kapitel 2. En avvägning har gjorts mot lokalisering av fyra planerade pendeltågsstationer i staden (G:a Uppsala, Bergsbrunna, Stenhagen och Librobäck) och Upplands Lokaltrafiks (UL) utvecklingsplaner. Hänsynstagande har även gjorts till stadsmiljö och stadsbyggnadsfrågor. Med detta utgångsläge kunde ett stomlinjenät skisseras som består av 10 skaft som i stort sett täcker hela Uppsala tätort. I Figur 3.1 visas stomlinjenätet på kommunens turistkarta.

Som man kan konstatera har alla skaft sitt utgångsläge i centrala Uppsala. Att arbeta med parallella stråk i centrala Uppsala ökar nätets tillgänglighet samtidigt som det leder till att en större yta aktiveras ur stadslivssynpunkt. Samtidigt mildras de negativa miljöeffekterna, såsom buller och vibrationer.

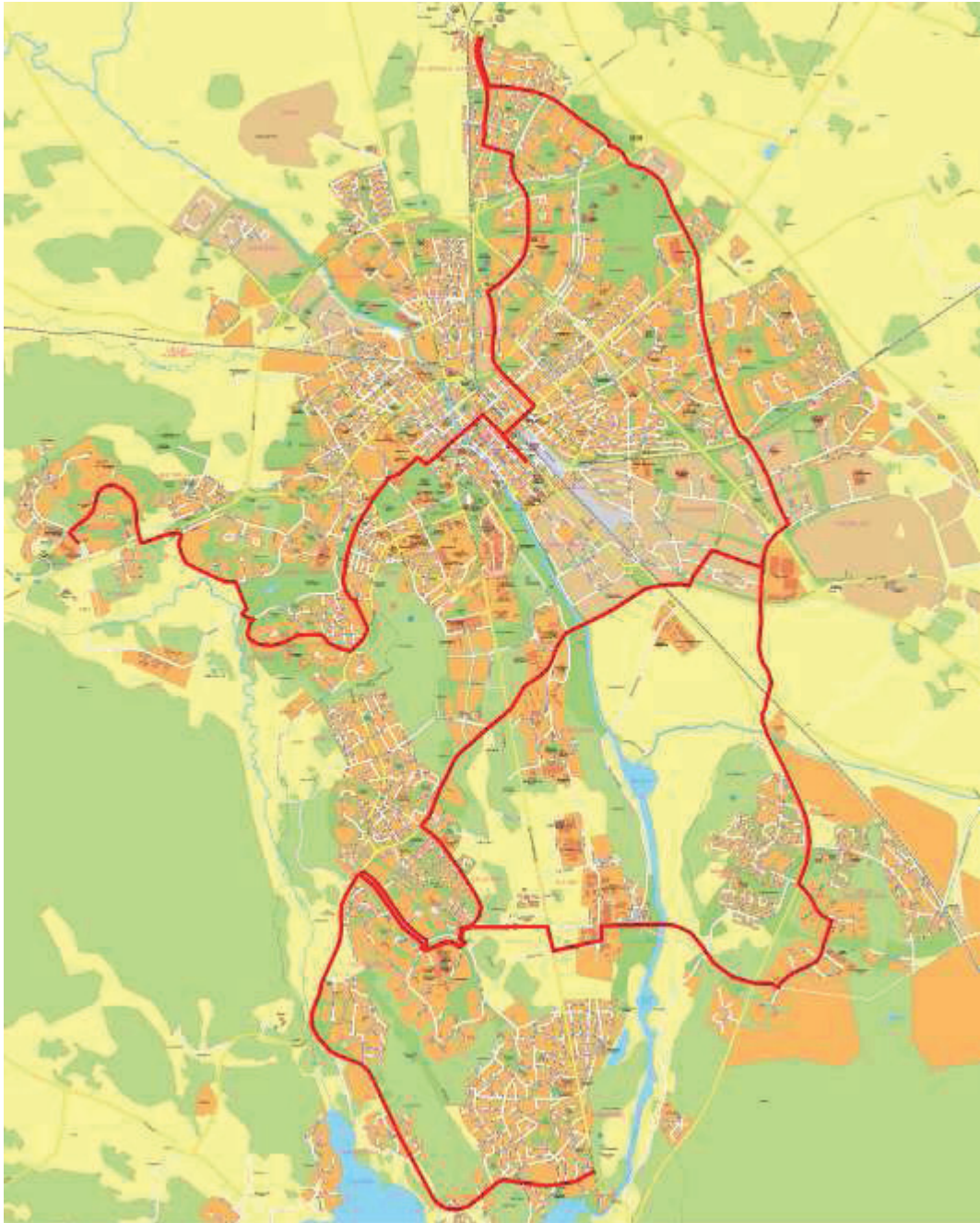
De streckade gröna linjedragningar avser möjliga förlängningar av skaften (Tuna backar mot Ärna, Årsta mot Slavsta) samt alternativa körvägar:

- **G:a Uppsala** – i G:a Uppsala finns en längre möjlig sträckning i kanten av ett parkområde där ingen befintlig väg idag finns. En sådan sträckning kan framförallt diskuteras vid spårvägstrafik. Fördelen med denna sträckning är att en kompletteringslinje skulle sparas in eftersom täckningen av stomlinjen skulle bli bättre.
- **Bergsbrunna station** – I Bergsbrunna visar den streckade linjen ett hänsynstagande till den planerade stationen i Bergsbrunna.
- **Slottsbacken** – i Gottsundastråket, mellan Nedre Slottsgatan och Dag Hammarskölds Väg överstiger lutningen 10 % vilket omöjliggör spårvägstrafik. Därför finns en alternativ sträckning för stråken då skaftet bli aktuellt för spårvägstrafik. Den alternativa sträckningen går via Nedre Slottsgatan, Slottstigen, en ny länk förbi Blåsenshus för att sedan ansluta mot Norbyvägen.
- **Stadsskogen** – på sträckan Gottsunda – Centrum finns även en streckad variant där man vid Täljstensvägen korsar stadsskogen för att kunna ansluta till sjukhusområdet. Denna variant är intressant på grund av anslutningen till sjukhuset men lär vara mest aktuell för spårvägstrafik.



Figur 3.1 Stomlinjeskaften

Detta redovisade stomlinjenätet i Figur 3.1 kompletteras med kompletteringslinjer vilka syftar till att kompletterar stomlinjenätet där det behövs och stödja stomlinjerna med tvärgående förbindelser som kopplar samman mer perifera stadsdelar. Figur 3.2 visar det kompletterande linjenätet. De exakta linjedragningen kan diskuteras i ett senare skede (framförallt vad gäller Sävsja/Bergsbrunna och Nåntuna/Vilan).



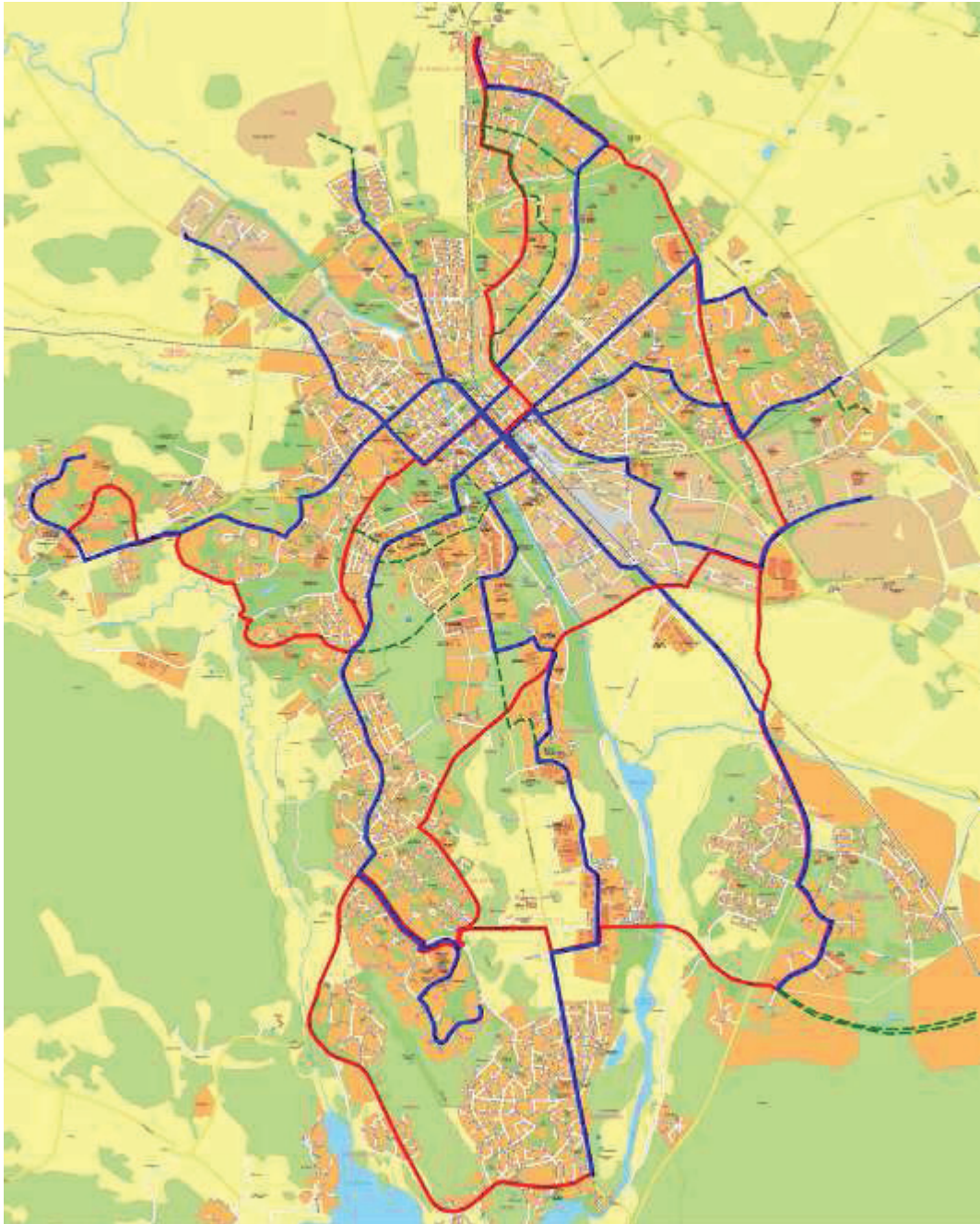
Figur 3.2 Kompletteringslinjer

Kompletteringstrafiken är uppdelade i 5 linjer:

- **Bergsbrunna – Ultuna –Gottsunda – Vårdsätra:** denna linje förutsätter byggandet av en ny, planerad väg.
- **G:a Uppsala – Centrum:** denna linje försörjer de västliga delarna till G:a Uppsala.
- **Stenhagen – Centrum:** denna linje försörjer de sydliga delarna av Flogsta och Eriksberg med kollektivtrafik och säkerställer kommunikationsmöjligheter från Stenhagen till Gottsunda. Den streckade varianten av linjedragningen är aktuell vid en dragning av stomlinjen Gottsunda –

Centrum genom stadsskogen för att täcka de därigenom sämre försörjda områden kring Kåbo.

- **Sunnersta – Gottsunda – Boländerna:** denna linje möjliggör resor från Gottsunda till arbetsplatser och shopping på Boländerna och möjliggör direkta resor till Ulleråker. Linjen kopplar även Vårdsättra till systemet.
- **G:a Uppsala – Gränby – Boländerna – Bergsbrunna:** denna tvärförbindelse möjliggör resor till Boländerna utan byten från dessa mer perifera områden. Även den planerade stationen i Bergsbrunna kopplas på detta sätt till Boländerna.



Figur 3.3 Hela linjenätet (rött: kompletteringslinjer; blått: stomlinjer; grönt: alt. sträckningar & utbygg-
nadsmöjligheter)

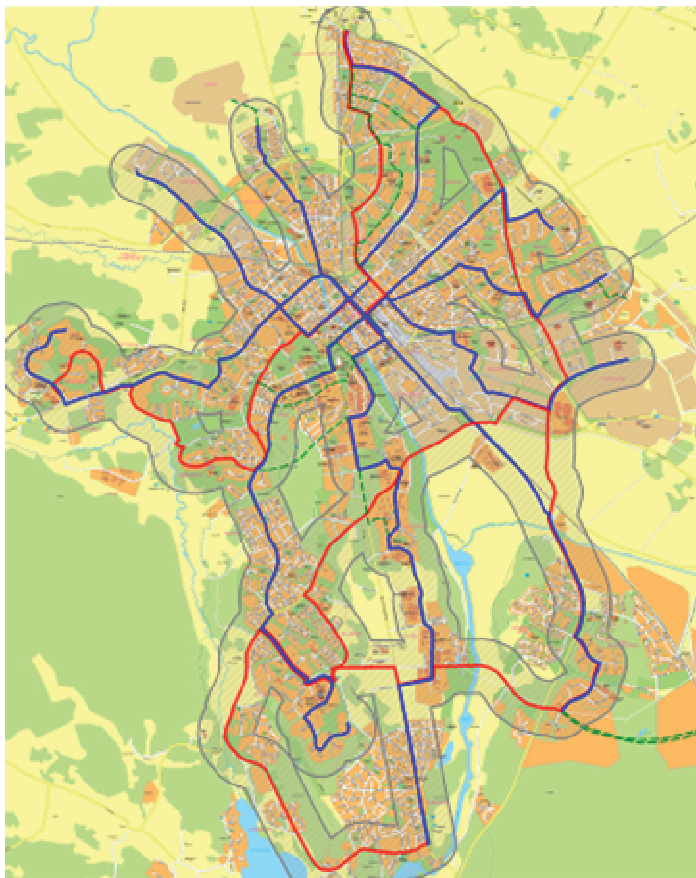
Stadstrafiken består därmed av sammanlagd tio linjer. Fem stomlinjer (de 10 skäften kopplas till 5 linjer) och fem kompletteringslinjer, se Figur 3.3. Utläggning av fiktiva hållplatslägen visar att stomlinjesystemet inkl kompletteringslinjer skulle innehålla ca 145 hållplatser.

3.2 Systemets tillgänglighet

Systemets tillgänglighet baseras på studier av systemets täckningsgrad vid en given gångtid till hållplats, systemets turtäthet samt systemets reshastighet. Målsättningen har varit att täcka alla delar av staden som har flerfamiljshus eller större arbetsplatsmängder. De områden som inte täcks inom 400 meter från linjen har i samtliga fall en stomlinje eller kompletteringslinje tillgängligt inom längre gång-/cykelavstånd.

Täckningsgrad

Täckningsgraden av linjenätet har studerats med hjälp av GIS-analyser. Runt stomlinjenätet som presenterats ovan har ett område, en buffert, inritats med ett avstånd på 400 meter från linjen åt båda håll, se Figur 3.4. Vi har valt att redovisa täckningen med hjälp av upptagningsområden baserade på linjer då exakta hållplatslägen måste diskuteras först i ett senare skede.



Figur 3.4 Hela linjesystemet och dess täckning

Med hjälp av befolkningsprognoser baserad på NYKO-nivå-5-områden har antalet invånare med gångavstånd till stomlinjerna beräknas. Eftersom bufterten skär genom NYKO-områdena, har befolkningen i NYKO-arealen fördelats ytproportionerligt för att få fram en trovärdig siffra på antalet människor som kan anses ha tillgång till stomlinjenätet, Tabell 3.1. Detta kan ha resulterat i en undervärdering av systemets täckning då NYKO-områdena är förhållandevis stora.

Tabell 3.1 Befolkningsunderlag i stomlinjesystemet och täckningsgrad i stomlinjesystemet inklusive kompletteringslinjer för år 2014, 2020 och 2030

Årtal	Befolkningsunderlaget i stomlinjenätets upptagningsområde	Befolkningstäckningsgrad i stomlinjesystemet inkl kompletteringslinjer
2014	127 000	91 %
2020	137 000	91 %
2030	149 000	87 %

Man kan alltså konstatera att befolkningstäckningsgraden sjunker under tiden. Detta beror delvis på att stora delar av befolkningsökningen kommer att ske i perifera lägen¹ vilket har en utglesande effekt med en svårare kollektivtrafikförsörjning till följd. En utbyggnad/förlängning av de befintliga stomlinjerna i de perifera lägena är möjlig och skulle ytterligare öka täckningsgraden i systemet.

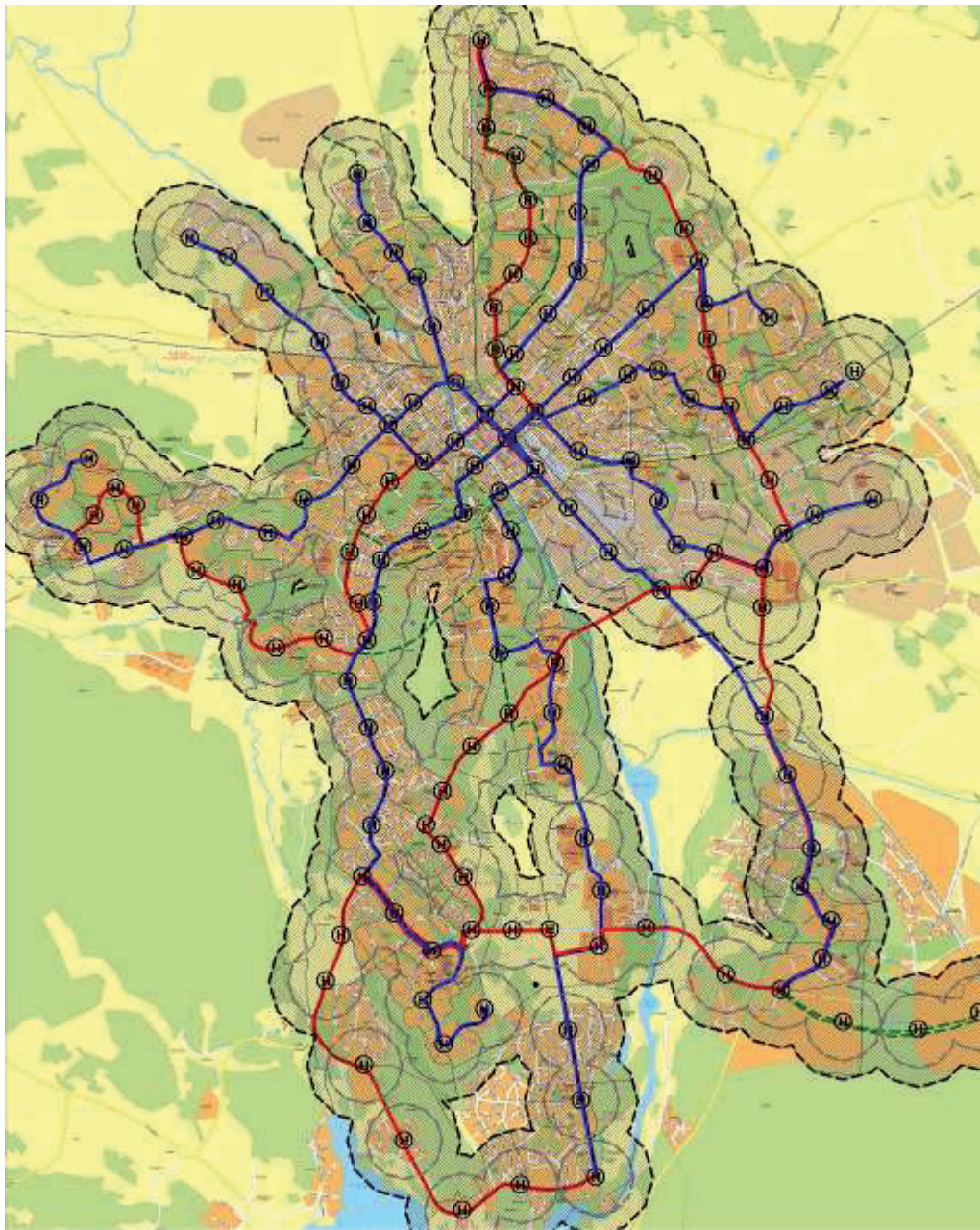
Med hjälp av prognosen för antalet verksamma (studenter, elever och arbetsplatser) baserad på NYKO-nivå-5-områden har även antalet verksamma med gångavstånd till stomlinjerna beräknas. Täckningen av såväl bosatta som verksamma kan i stort anses som bra.

Tabell 3.2 Verksamma i stomlinjesystemet och täckningsgrad i stomlinjesystemet med och utan kompletteringslinjer för år 2014, 2020 och 2030

Årtal	Antalet verksamma i stomlinjenätets upptagningsområde	Täckningsgrad av verksamma i stomlinjesystemet inkl kompletteringslinjer
2014	120 000	92 %
2020	126 000	91 %
2030	133 000	89 %

Vi har även kompletterat nätet med fiktiva hållplatser för att få en bild hur hårt det slår mot täckningsgraden. Totalt har ca 145 hållplatser lagts ut med ett minsta genomsnittligt hållplatsavstånd på 500 m. Sammanställningen visar att i inget fall sjunker täckningsgraden under 80 %.

¹ Se ÖP:s föreslagna nya bebyggelseområden som ligger i västra Stenhagen, östra Fyrislund och söder om Sävja/Bergsbrunna



Figur 3.5 Fiktiva hållplatser och täckningen för 400m (gråa ringar) och 600m (svarta ringar)

Om fiktiva hållplatser med ett minsta genomsnittligt hållplatsavstånd på 500 m i stomlinjesystemet läggs ut på kartan som i Figur 3.5, får vi följande täckningsgrad för fågelvägsavstånd 400 m och 600 m (Tabell 3.3):

Tabell 3.3 Täckningsgrad med fiktiva hållplatser (avser hela linjesystemet)

Årtal	Befolkningstäckningsgrad		Täckningsgrad av verksamma	
	400 m	600 m	400 m	600 m
2014	86 %	96 %	84 %	96 %
2020	84 %	95 %	82 %	95 %
2030	80 %	92 %	80 %	92 %

Kapacitet

För att kunna beräkna kapacitetsbehovet måste ett resonemang föras kring resandet för de tre tidsperspektiven. Lars Bagge har, på uppdrag av Gatu- och trafikkontoret, med hjälp av backcastning tagit fram det förväntade resande per dygn i systemet för de tre tidsperspektiven, vilket grundad på hur många invånare och verksamma systemet når för resp. tidsperspektiv, genererat kvoter för antal resor per invånare/verksam och dygn, Tabell 3.4

Tabell 3.4 Förväntat resande i systemet samt per invånare respektive verksam och dygn för år 2014, 2020 och 2030.

Årtal	Förväntat resande per dag	Förväntat resande per invånare/verksam och dag
2014	69 000	0,23
2020	110 000	0,34
2030	141 000	0,39

Dessa låga siffror för resandet per invånare respektive sysselsatt och dygn, beror på att systemet anpassas till ett framräknat antal resenärer som dessutom fördelas på invånare och verksam. I normalfallet är ju varje individ både invånare och verksam.

De tio skaftens befolkningsunderlag har rensats från dubbelräkningar, vilket ger följande bild på resandeunderlaget inom 400 meter från linjen för de tre olika tidshorisonterna, se Tabell 3.5.

Tabell 3.5 Skaftens resandeunderlag avseende befolkning och sysselsatta (inom 400m från linjen, rensad från dubbelräkningar i framförallt centrum)

Skaft	Befolkning			Verksamma		
	2014	2020	2030	2014	2020	2030
Linjeskaft Gottsunda	19892	21497	21797	25726	26245	29305
Linjeskaft Ultuna-Sunnersta	3947	4709	9616	26780	27353	28389
Linjeskaft Årsta	16387	17288	17214	6916	7245	7401
Linjeskaft Boländerna	4670	4631	4498	16218	16930	17786
Linjeskaft Stenhagen	27234	27769	28778	17769	17959	17901
Linjeskaft Sävja	4184	6258	8588	2485	4274	6220
Linjeskaft Luthagen	12429	14602	16467	17928	18533	19460
Linjeskaft G:a Uppsala	15239	16910	18322	1470	1891	1902
Linjeskaft Tuna backar	10375	10643	10628	1471	1891	1903
Linjeskaft Gränby	12598	12772	12639	3145	3188	3133
Kontrollsumma	126 952	137 074	148 544	119 906	125 507	133 398

Restider

Restider, som redovisas i tabellerna 3.5, 3.6 och 3.7, har tagits fram med schablonmässiga antaganden vilket också förklarar avvikelser från dagens system. Följande antaganden har gjorts:

- Snitthastigheten har antagits ligga på 20 km/h år 2014 och ökar sedan till 22 km/h år 2020 och 24 km/h år 2030.

- Att resenären i genomsnitt behöver förflytta sig 250 m till fots till start och från sluthållplatsen, vilket motsvarar en gångtid på totalt 5 minuter (2*2,5 minuter).
- Att väntetiden i genomsnitt är 2 minuter vid starthållplatsen.
- Att bytestiden vid byten är hälften av den anslutande linjens turtäthet.
- Att kompletteringslinjernas turtäthet har 20 minuters trafik
- Resvägen som har valts är den kortaste och byten har i möjligaste mån undvikits.

För att uppnå dessa snitthastighetsökningar men även för att överhuvudtaget nå de ambitiösa mål om ökad andel kollektivtrafik behövs insatser som stärker kollektivtrafiken resp. som försvårar för privatbilismen (mer om detta i konsekvensanalysen). För detaljerade beräkningar som ovanstående antagande baseras på, se bilaga 2.

Tabell 3.6 Restider 2014

Restider 2014					
Bostad\arbetsplats:	Akademiska sjukhuset korsn. Sjukhusvägen-Ullåkersvägen	Boländerna korsn. Stålgatan-Lefflersgatan	Centrum korsn. Svartbäcksgatan-S:t Pers gatan	Ultuna korsn. Ulls väg-Ultunaallén	Resecentrum Olof Palmes plats
Luthagen korsn. Prästgårdsgatan -Tiundagatan	20	32	15	36	15
Gottsunda korsn. August Södermans v-Hugo Alfvens v	34	43	25	15	25
Årsta korsn. Klarbärsgatan-Hjortrongatan	28	10*	20	40	20
Sävja korsn. Stenbrohultsvägen-Skåneresan	37	25	30	13	29
Stenhagen korsn. Naturstenvägen-Herrhagsvägen	34	43	25	50	25

* Gång

Tabell 3.7 Restider 2020

Restider 2020					
Bostad\arbetsplats:	Akademiska sjukhuset korsn. Sjukhusvägen-Ullåkersvägen	Boländerna korsn. Stålgatan-Lefflersgatan	Centrum korsn. Svartbäcksgatan-S:t Pers gatan	Ultuna korsn. Ulls väg-Ultunaallén	Resecentrum Olof Palmes plats
Luthagen korsn. Prästgårdsgatan -Tiundagatan	18	30	14	33	14
Gottsunda korsn. August Södermans v-Hugo Alfvens v	24	41	23	14	24
Årsta korsn. Klarbärsgatan-Hjortrongatan	27	10*	19	37	19
Sävja korsn. Stenbrohultsvägen-Skåneresan	34	24	27	13	27
Stenhagen korsn. Naturstenvägen-Herrhagsvägen	31	40	23	45	23

* Gång

Tabell 3.8 Restider 2030

Restider 2030					
Bostad\arbetsplats:	Akademiska sjukhuset korsn. Sjukhusvägen-Ullåkersvägen	Boländerna korsn. Stålgatan-Lefflersgatan	Centrum korsn. Svartbäcksgatan-S:t Pers gatan	Ultuna korsn. Ulls väg-Ultunaallén	Resecentrum Olof Palmes plats
Luthagen korsn. Prästgårdsgatan -Tiundagatan	17	27	13	31	13
Gottsunda korsn. August Södermans v-Hugo Alfvens v	22	39	22	14	23
Årsta korsn. Klarbärsgratan-Hjortrongatan	25	10*	18	34	18
Sävja korsn. Stenbrohultsvägen-Skåneresan	31	22	26	12	25
Stenhagen korsn. Naturstenvägen-Herrhagsvägen	29	36	22	42	22

* Gång

Den genomsnittliga restiden för de 25 resrelationerna år 2030 är cirka 23 minuter. Tabellerna behöver dock kommenteras vid vissa punkter:

- Från Årsta Klarbärsgratan till Lefflersgatan är det i alla fall kortast restid om man går (ca 1,1 km).
- Restiderna kan uppfattas som höga. Detta beror på att det inte enbart avser själva tiden på fordonet utan även gång- och väntetid (7 min) och en eventuell bytestid som uppskattas på halva turtätheten. Framförallt vid linjer med sämre turtäthet kan denna bytestid förbättras i praktiken genom matchning av tidtabeller.

3.3 Resande

Resandet kan med hjälp av systemets tillgänglighet beräknas. Beräkningen baserar på antalet boende och antalet verksamma. Dessa tillsammans genererar ett kollektivt resande. Man ska tänka på att det effektiva resandet kommer att ske över skiftgränserna vilket inte blir synligt i Tabell 3.9 vilket leder till att belastningarna i systemet är utgångsläget för beräkningarna, inte antalet kollektiva resor (jämför med Tabell 3.4). Beräkningen utgår ifrån att kollektivtrafikandelen kommer att vara 30 % för alla delar av staden år 2030. Utgångsläget är däremot olika för de studerade skiften vilket medför att vägen till denna marknadsandel ser olika ut. Den genomsnittliga marknadsandelen för 2014 och 2020 är given (18 % respektive 26 %).

Tabell 3.9 Uppskattat resande per skaft och dygn

Skaft	Resande per skaft och dygn		
	2014	2020	2030
Linjeskaft Gottsunda	16264	25262	30812
Linjeskaft Ultuna-Sunnersta	13976	21965	27237
Linjeskaft Årsta	9270	15397	17224
Linjeskaft Boländerna	7647	12989	16375
Linjeskaft Stenhagen	17763	26975	31292
Linjeskaft Sävja	4473	7082	12754
Linjeskaft Luthagen	8230	16109	22068
Linjeskaft G:a Uppsala	7462	13217	15635
Linjeskaft Tuna backar	5190	8473	9430
Linjeskaft Gränby	6230	10607	11607
Kontrollsumma	96506	158075	194434

Stomlinjenätet täcker därmed det uppskattade kollektiva resbehovet med:

- 85 % år 2014
- 88 % år 2020
- 85 % år 2030

Resterande del av resbehovet täcks upp av de fem kompletteringslinjerna. Därutöver finns anropsstyrd trafik för de (främst äldre och personer med funktionshinder) som behöver färdhjälp dörr till dörr.

Kapacitetsbehovet styrs av den maximala belastningen under trafikdygnet. Under trafikankräkningen 2008 skedde i snitt 8,2 % av det totala resandet under dygnet i linjernas maxsnitt under dimensionerande timme (maxtime). Använder vi oss av denna andel så får vi följande maximala belastningar per skaft, se Tabell 3.10.

Tabell 3.10 Maximala belastning/skaft (en riktning, 8,2 % av det totala resandet/dygn)

Skaft	Maximala belastning per skaft (i en riktning)		
	2014	2020	2030
Linjeskaft Gottsunda	1334	2071	2527
Linjeskaft Ultuna-Sunnersta	1146	1801	2233
Linjeskaft Årsta	760	1263	1412
Linjeskaft Boländerna	627	1065	1343
Linjeskaft Stenhagen	1457	2212	2566
Linjeskaft Sävja	367	581	1046
Linjeskaft Luthagen	675	1321	1810
Linjeskaft G:a Uppsala	612	1084	1282
Linjeskaft Tuna backar	426	695	773
Linjeskaft Gränby	511	870	952

3.4 Utbyggnadsnivåer – etapper

De ovan beskrivna skافتen knyts i centrum samman till linjer. Linjeskaftens sammanknytning bygger på ett mål om en belastningsbalans mellan skافتen, det vill säga att kapacitetsbehovet på linjedelarna är jämförbara. Samtidigt ska linjerna i sin helhet vara meningsfulla vad gäller trafikering. Av de tio skافتen görs fem stomlinjer. Följande linjer föreslås:

- Årsta – Sävja
- Gränby – Tuna backar
- Luthagen – Ultuna
- Stenhagen – Gottsunda
- G:a Uppsala – Boländerna

Dessa linjer har olika kapacitetsbehov vilket uttrycker sig i fordonsvalet för de olika tidsperspektiven. Minutintervaller kan behöva anpassas till de olika förutsättningarna men borde vara så lika som möjligt för de olika linjerna för att främja systemets enkelhet. Se Tabell 3.11 för en sammanställning av linjernas turtäthet och fordonsval.

Turtätheten och fordonsvalet beror därmed på belastningen i maxtimmen samt medelbeläggningen. Framförallt Sävjaskaftet har en mycket tydlig maxtimme i dagens läge vilket i tabellerna ovan inte framgår men vilket vi tagit hänsyn till vid val av fordon och turtäthet. Att dimensioner turtätheten efter maxtimmen, kan resultera i ett överdimensionerat system under resten av trafikdygnet. Detta scenario är särskilt troligt då kollektivtrafikresandet ökar kraftigt, vilket tros leda till mindre framträdande peakar under högtrafik och en jämnare fördelning av resndet under dygnet. Risken med ett överdimensionerat system kan korrigeras genom att turtätheten dras ner något under lågtrafik. Dock bör turtätheten inte vara sämre än 10 minuter.

Tabell 3.11 Linjer och turtäthet

Linje	Turtäthet och fordonsval		
	2014	2020	2030
Årsta-Sävja	5 min trafik Ledbuss	5 min trafik Dubbelledbuss	5 min trafik Spårvagn (30m)
Gränby-Tuna backar	7,5 min trafik Ledbuss	5 min trafik Ledbuss	5 min trafik Dubbelledbuss
Luthagen-Ultuna	5 min trafik Dubbelledbuss	5 min trafik Spårvagn (30m)	5 min trafik Spårvagn (40m)
Stenhagen-Gottsunda	3 min trafik Dubbelledbuss/7,5 min. trafik spårvagn (30m)	7,5 min trafik Spårvagn (40m).	5 min trafik Spårvagn (40m)
G:a Uppsala-Boländerna	7,5 min trafik Ledbuss	5 min trafik Dubbelledbuss	5 min trafik Spårvagn (30m)

Med de valda fordonsslagen och turtätheterna klaras maxbelastningen med god marginal. I ett längre perspektiv än 2030 blir däremot spårvagnstrafik för linjerna Årsta – Sävja och G:a Uppsala – Boländerna till en möjlig följd.

2014

Stomlinjerna trafikeras med en turtäthet på minst 7,5 minuters-intervaller med start senast år 2014. Den starkaste linjen är Stenhagen – Gottsunda där redan till 2014 spårvagnar skulle kunna introduceras. Eftersom denna tidshorisont är för snäv för introduktion av spårvagnar har också ett alternativ med dubbelledbussar angivits

2020

Till 2020 blir linjerna Stenhagen – Gottsunda och Luthagen - Ultuna aktuella för spårvagnstrafik. Resterande linjerna trafikeras med ledbussar eller dubbelledbussar. Turtätheten är som lägst 7,5 minuter mellan avgångarna.

2030

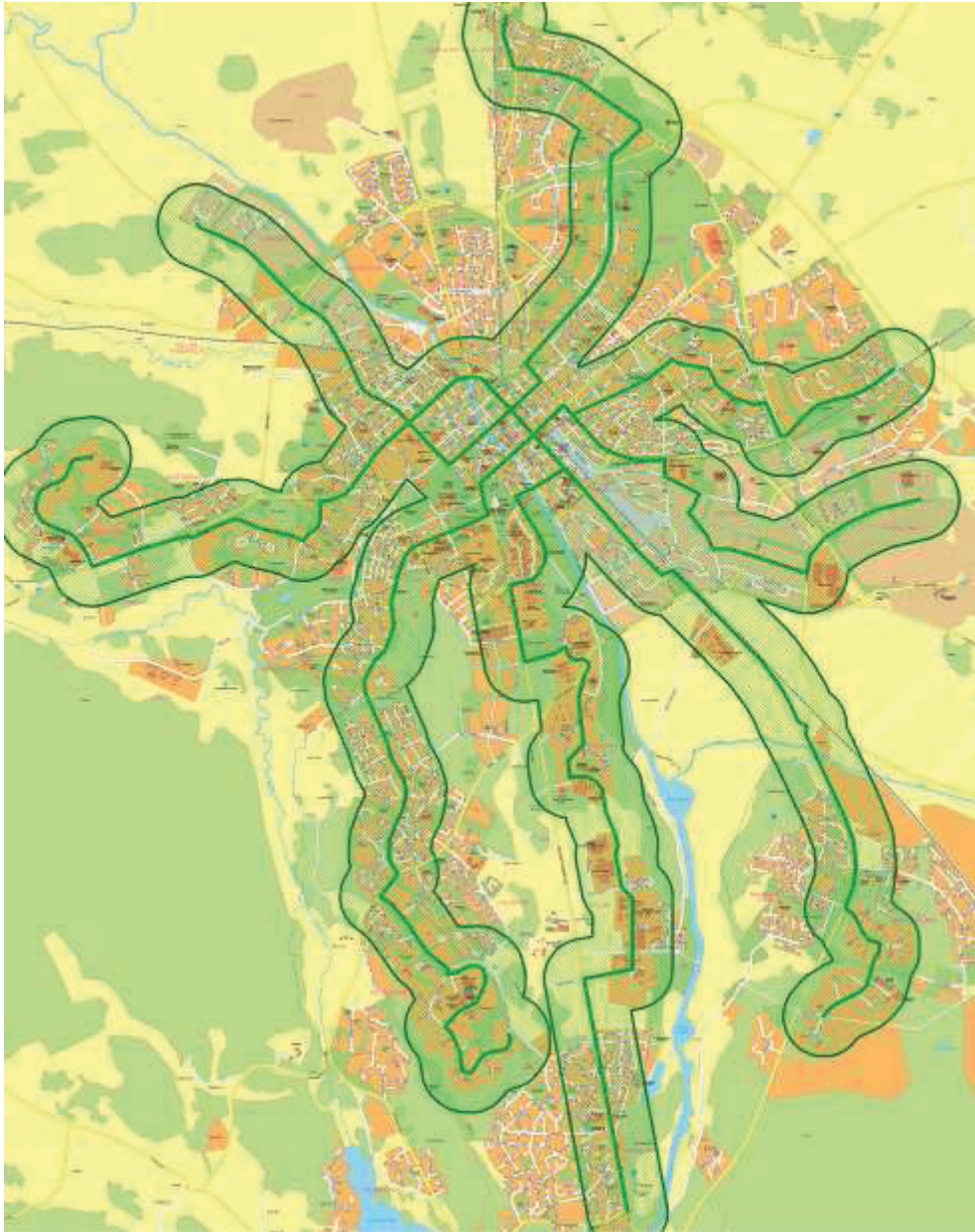
Till 2030 finns det fyra spårvagnslinjer. Utöver Gottsunda – Stenhagen och Ultuna – Luthagen kan spårvägsutbyggnaden fortsätta på linjerna Årsta – Sävja och G:a Uppsala – Boländerna. Gränby Tuna backar trafikeras fortfarande med bussar. Systemet har nu nått en enhetlig turtäthet i stomlinjesystemet på 5 minuters-intervaller.

Kompletteringslinjerna

Kompletteringslinjerna har olika uppgifter. De kompletterar de stomlinjenätet som en stödfunktion (linjerna G:a Uppsala – Löten – Centrum och Stenhagen – Eriksberg – Centrum). De kompletterar även nätet i de områden som annars vore underförsörjda med kollektivtrafik. Slutligen erbjuder de alternativa, ofta tvärgående, förbindelser. Turtätheten anpassas till linjernas funktion, vanligtvis 10-20 minuterstrafik och bör ej överstiga 20 minutersintervaller.

Spårvagnslinjernas täckning

Kartan i Figur 3.6 Spårvagnslinjernas täckning ger en bild över spårvagnslinjernas täckning. I relativa siffror betyder det att spårvagnslinjer år 2030 täcker 68 % av befolkningen i staden. Därtill kommer en täckning på 79 % (2030) av verksamma.



Figur 3.6 Spårvagnslinjernas täckning

3.5 Trådbuss för miljön

Samtliga linjer kan, i de fall dessa trafikeras med bussar, med fördel byggas som trådbusslinjer. Trådbussen ger i det närmaste samma strukturerande effekt som spårvagn i stadsplaneringen. På kontinenten pratar man om skenorna i luften. Den elektriska anläggningen för trådbuss är lätt att konvertera till spårvägstrafik om så önskas och krävs i en framtid. Trådbussen ger samma miljövinster som spårvagnen vad gäller lokala emissioner. Trådbussen lämpar sig väl i en stad som Uppsala med branta backar, då eldriften ger en betydligt bättre prestanda i kraftig lutning. Dessutom kan energi återmatas till kontaktledningen vid färd utför backarna. En trådbuss förbrukar endast 40 %

av den energi som motsvarande dieselbuss (energieffektiviteten för biogas och etanolbussar är 10-15 % sämre än dieselbuss) behöver för samma trafikuppgift.



Figur 3.7 Dubbelledtrådbuss i reserverat körfält i Zürich.

Eftersom trådbussen kräver investeringar i infrastruktur krävs att trafiken på trådbusslinjen är tät för att investeringen ska kunna motiveras. Därför är det bara aktuellt med trådbussar på stombusslinjerna. Trådbusstrafik kan etableras inom en tidsram på två år från beslut till invigning. Kontaktledningen kräver varken planändringar eller bygglov.

Trådbussnätet byggs bäst ut i tre etapper där linjerna elektrifieras efter belastning. Detta innebär att följande etapper identifierats:

Etapp 1:

- Luthagen - Ultuna
- Stenhagen - Gottsunda

Etapp 2:

- Årsta - Sävja

Etapp 3:

- Gamla Uppsala – Boländerna
- Gränby – Tuna backar

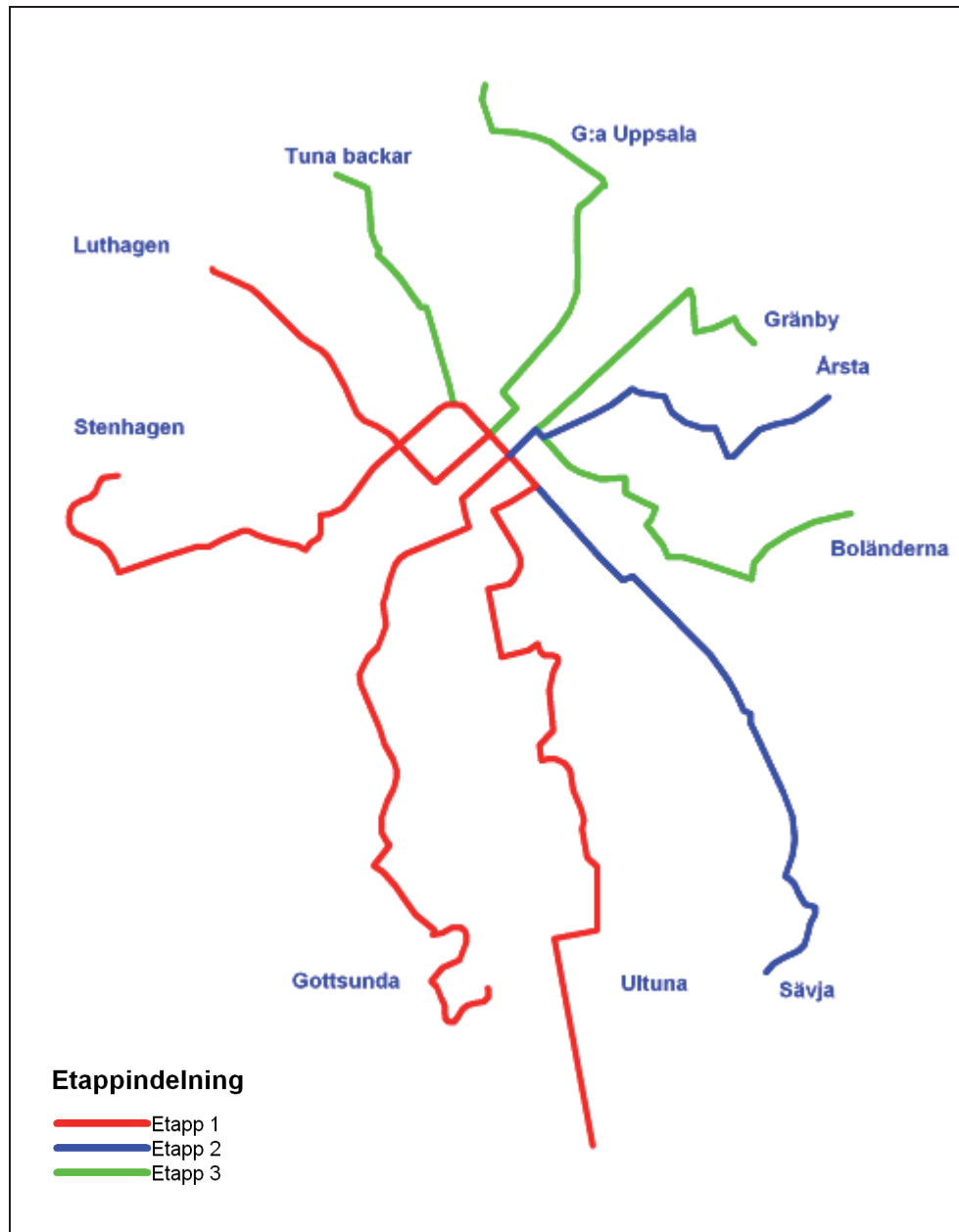
I etapp 1 trafikeras båda linjerna med dubbelledtrådbussar efter förebild från bl a Zürich. Resterande etapper kräver vanliga ledtrådbussar.

Utbyggnaden omfattar totalt 61,8 km dubbelspårig kontaktledning. Av dessa återfinns 31,4 km i etapp 1, 11,6 km i etapp 2 och 18,8 km i etapp 3. I etapp 1 ingår även anpassning av bussdepån för trådbusstrafiken.

Etapp 1 innebär vidare att 12 matarstationer måste byggas och att totalt 53 dubbelledtrådbussar köps in. För etapp 2 krävs ytterligare 3 matarstationer

och 17 ledtrådbussar medan etapp 3 kräver 4 matarstationer och 17 ledtrådbussar.

Det är lämpligt att bygga ut trådbusstrafiken efterhand som stombusslinjerna prioriteras och byggs ut. Den första etappen skulle kunna stå klar 2012, etapp 2 2013 och etapp 3 2014. Därefter utvecklas trafiken ytterligare och omställning till spårväg sker efterhand från ca 2020.



Figur 3.8 Etappindelning av trådbussutbyggnad i Uppsala

Under förutsättning att trådbussen körs på grön el är utsläppen från bussarna noll. Miljövinsten jämfört med biogasdrift redovisas i tabellen nedan och motsvarar trafiken år 2014.

Tabell 3.12 Utsläpp från stomlinjenätet 2014 för biogasdrift, diesel (Euro 5) samt trådbuss med grön el.

Trafikslag	NO _x	PM	HC	Fossil CO ₂
	kg/år	kg/år	kg/år	ton/år
Biogas	17500	185	4360	380
Diesel (Euro 5)	19700	125	250	7050
Trådbuss	0	0	0	0

3.6 Kostnader

Investeringskostnad

Vi beskriver här investeringskostnaden för det fullt utbyggda systemet år 2030 med fyra spårvägslinjer, en stombusslinje och 5 kompletteringslinjer.

Infrastruktur

Spårvägslinjerna beräknas omfatta 53 km spårväg och stombusslinjerna beräknas omfatta 8 km busskörfält/bussväg. Kompletteringslinjerna spelar i sammanhanget inte en alltför stor roll eftersom dessa även i framtiden kommer att använda det befintliga eller planerade vägnätet utan några större infrastrukturinvesteringar.

Nedan följer Tabell 3.13 som inledningsvis beskriver investeringskostnader för olika typer av infrastruktur.

Tabell 3.13 Investeringsbehov i infrastruktur för olika trafikslag.

Trafikslag	Pris per enhet
Busskörfält , vägmarkering, färg	100-200 kr/m
Bussgata, enkel	8-12 kkr/m
Bussväg, Lundalänken	46 kkr/m
Bussbana, BusWay Nantes	71 kkr/m
Trådbuss, elsystem, Landskrona	9 kkr/m
Trådbuss, total anläggning, Landskrona	14 kkr/m
Spårväg, bana inkl elsystem	30-70 kkr/m
Spårväg, total anläggning	110 – 210 kkr/m
Depå, spårväg	190-330 Mkr/st

Fram till 2030 måste alla stomlinjer, om de trafikeras med buss eller spårväg, prioriteras vilket innebär investeringskostnader. Vi använder oss här av ett snitt på 30 000 SEK/m (inkl. hållplatserna) för de totalt ca 61 km långa stomlinjerna. Detta är antagligen för mycket för vissa delar av systemet (t.ex. där ingen särskild prioritering behövs eller där enkla vägmarkeringar kan avhjälpa) och för lite vid andra punkter (t.ex. i de centrala delarna, vid ombyggnation av rondeller för bussprioritering m.m.). Den totala infrastrukturkostnaden för prioritering befinner sig någonstans mellan kostnaden för en enkel bussgata och en mer avancerad anläggning som det har genomförts för Lundalänken.

För hela stomlinjesystemet blir det därmed en kostnad på ca **1,85 miljarder SEK**. I nya stadsdelar som exempelvis i Bergsbrunna har kostnaden lagts till som för alla andra linjer men eventuella kollektivtrafikprioriteringar kan lättare flyta in i den ordinära planeringen av gatusystemet och borde därför bli en mindre extrakostnad. Denna summa är också investeringskostnaden för anläggningen av ett stomlinjesystem helt baserad på busstrafik.

Vid anläggningen av spårväg tillkommer sedan ytterligare kostnader. Dessa uppskattas här till 30 000 SEK/m vilket inkluderar investeringskostnader för banan och elsystemet. Eftersom det redan tidigare har genomförts prioriteringsåtgärder för busstrafiken (de ovan beskrivna 30 000 SEK/m) är kostnaden något lägre än vid en helt ny anläggning. Investeringsbeloppet för 4 spårvägslinjer med en sammanlagd längd på 50 km (spårlängd) uppskattas därför till **1,5 miljarder SEK**. Därtill kommer en investeringskostnad för en spårvägsdepå. Denna kostnad uppskattas här till **210 miljoner SEK**.

Sammanlagd beräknas investeringskostnaderna för infrastrukturen för hela stomlinjesystemet sluta på ca **3,5 miljarder SEK**.

Fordon

Nedan följer Tabell 3.14 som inledningsvis beskriver investeringskostnader för olika typer av fordon.

Tabell 3.14 Investeringsbehov i fordon för olika trafikslag

Fordon	Pris per enhet
Midibuss, 8-10 meter	2,2 Mkr
Normalbuss, 12 meter	2,1 Mkr
Boggiebuss, 15 meter	2,5 Mkr
Ledbuss, 18 meter	2,9 Mkr
Dubbelledbuss, 24 meter	4,7 Mkr
Tillägg Etanolbuss	+0,15 Mkr
Tillägg Gasbuss	+0,20 Mkr
Tillägg Trådbuss	+1,7-3,0 Mkr
Spårvagn, 30 meter	20-25 Mkr
Spårvagn, 40 meter	28-32 Mkr
Stadsbanevagn, 30 meter	25-30 Mkr
Stadsbanevagn, 40 meter	35-40 Mkr

Fordonsbehovet (till 2030) uppskattas enligt följande:

- 40 st. 40m-spårvagnar à 30 miljoner SEK
- 40 st. 30m-spårvagnar à 25 miljoner SEK
- 20 st. dubbelledbussar à 4,7 miljoner SEK
- 40 st standardbussar à 2 miljoner SEK

Bussarnas kostnad ingår i driftskostnaden och redovisas därför i kapitlet nedan (inköp görs av entreprenören som betalas av trafikhuvudmannen genom avtal). Spårvagnsinköpet måste däremot redovisas i detta sammanhang eftersom de hanteras annorlunda vilket beror på de högre anskaffningskostnaderna och den långa livslängden. Kostnaden för spårvagnsinvesteringen är ca **2,2 miljarder SEK**.

För att kunna införa ett open-boarding-system, dvs. ett system där busschauffören inte är ansvarig för biljettkontrollen tillkommer ytterligare extrakostnader för fler kortläsare på fordonen och biljettautomater på fordonen eller på hållplatserna. Även SMS-biljetter är en del av denna åtgärd. Kostnaden för en kortläsare är ca. 9 000 SEK/st medan en liten biljettautomat på fordonet kostar ca. 150 000 SEK/st. En utomhusautomat kostar cirka 200 000 SEK/st (inkl. installationen). Hur många säljkanaler och tekniska redskap som behövs är svårt att sätta om eftersom lösningarna kan vara många (förköp, SMS-biljett, rabattkort, månadskort, biljettautomat m.m.).

Kapitalkostnad

Den totala investeringskostnaden för ett fullt utbyggt system med fyra spårvägslinjer, 1 stombusslinjer och 5 kompletteringslinjer är därmed ca **5,7 miljarder SEK**.

Kapitalkostnaden beror på avskrivningstiden och räntan. Kapitalkostnaden för ett lån är summan av räntan och amorteringar över en viss tid. Kapitalkostnaden beror också på återbetalningssättet. Här har vi räknat med annuitetsmetoden. Räntan har i denna mycket grova beräkning satts på 6,5 % och avbetalningen är beräknad som annuitet. Avskrivningstiden redovisas i Tabell 3.15.

Tabell 3.15 Avskrivningstider för fordon och infrastruktur

Fordon/Infrastruktur	Avskrivningstid
Spårvagn	30 år
Buss	12 år
Spårväg	60 år
Bussväg/väg	30 år

Kapitalkostnaderna/år blir med denna utgångspunkt:

- 158 miljoner SEK/år för spårvagnarna
- 107 miljoner SEK/år för spårvägsinfrastrukturen
- 132 miljoner SEK/år för (buss-) väginvesteringarna

Den totala kapitalkostnaden är därmed ca **397 miljoner SEK/år**.

Återigen har bussarna exkluderats i denna beräkning eftersom anskaffningen av dessa är entreprenörens ansvar vilket medför att även kapitalkostnaderna

är inkluderat i avtalet mellan trafik huvudman och entreprenör. Det har inte tagits hänsyn till eventuella statsbidrag som skulle kunna tänkas utfalla.

Driftskostnad

I Tabell 3.16 ges en bild på vad driften för olika system och dess delar kostar.

Tabell 3.16 Driftskostnader

Trafikslag	Pris
Buss, inkl fordon	25-30kr/vkm
Bussväg, underhåll	Betongbana: låg/normal, Asfaltering: hög
Spårvagn, exkl banunderhåll (Norrköping)	25-30 kr/vkm
Spårvagn, banunderhåll (Norrköping/Gbg) ^{2*}	0,5/1,6 Mkr/bankm

Underhållet för bussvägarna är inte kvantifierade och därmed inte hanterbara i en beräkning. Det svåra ligger naturligtvis i beräkningen av vilka kostnader som busstrafiken genererar och vilka kostnader andra fordon genererar. Kostnaden kan däremot anses vara liten och utöver detta är denna driftskostnad inget nytt i och med ett nytt kollektivtrafiksystem tillkommer. I systemet med tre spårvägslinjer kan till och med antas att denna kostnad sjunker något ytterligare då andelen busstrafikerade vägar sjunker och banunderhållet är kvantifierat. I Norrköping har Trivektor tidigare beräknat (Trivektor Rapport 2003:45) att vägunderhållet sjunker med 0,2 MSEK/år för den planerade utbyggnaden av spårvägen till Ringdansen (längd:3630 m).

De fyra spårvägslinjerna som har utpekats har en sammanlagd längd på 50 km. Eftersom nätet är mycket glesare än det i Göteborg och växlar bara behövs i en begränsad omfattning kan banunderhållskostnaden/år beräknas med Norrköping som förebild. Banunderhållet kan därmed beräknas till ca **25 miljoner SEK/år**.

Fordonsdriften är beroende på vagnkilometrarna. För att göra en uppskattning av denna kostnad har antagits att stomlinjerna trafikeras 19 timmar/dygn varav 14 timmar med 5 minutersintervaller och fem timmar med 15 minutersintervaller. Detta motsvarar 376 turer/dygn och linje. I stomlinjenätet körs enligt denna beräkning varje dag drygt 23 000 kilometer. Kostnaden/vagnkilometer antas vara 27,5 SEK för både buss och spårvagn och ett år beräknas med 300 dagar (helger trafikeras med färre turer) och i denna kostnad är inköp av bussarna genom entreprenören inkluderat. Driftskostnaden blir då ca 192 miljoner SEK/år. Därtill kommer kostnaden för kompletteringslinjerna. Kilometerproduktionen har beräknats på samma sätt som för stomlinjerna men med en jämn turintervall på 15 minuter under hela trafikdygnet (detta ger möjlighet till en bättre turtäthet på vissa linjer och sämre på andra). Den årliga driftskostnaden för dessa linjer är därmed ca 48 miljoner SEK/år. Den sammanlagda fordonsdriftskostnaden är därmed ca **240 miljoner SEK/år**.

² Skillnaden i underhållskostnad mellan Norrköping och Göteborg beror främst på att Göteborg har många fler växlar per bankilometer än Norrköping. Växelunderhållet är en stor del av underhållet av spårvägens infrastruktur.

Den sammanlagda driftskostnaden för infrastruktur och fordon beräknas därmed till ca **265 miljoner SEK/år**.

Trådbuss på väg mot spårväg

Den i förra avsnittet redovisade möjligheten att bygga ut stomlinjerna som trådbusslinjer först och sedan ställa om till spårväg efterhand som kapaciteten så kräver innebär att vissa kostnader för spårväg tidigareläggs samt att det tillkommer särskilda kostnader för trådbuss.

Den elektriska anläggningen för trådbuss kan tillfullo återanvändas för spårvägstrafik vad gäller matarstationer och 95% av stolparna. Stolpjusteringar kan behövas på vissa platser när man går över till spårvägstrafik. Kontakttråden och dess upphängning i stolparna måste bytas vid övergången till spårvägstrafik.

Kostnaden för trådbusstrafik fördelar sig på investeringar i banan och fordon samt driften av fordonen. Den lägre energiförbrukningen för trådbussen innebär en lägre driftkostnad jämfört med biogasdrivna fordon. De dyrare fordonen och infrastrukturen för elsystemet innebär dock att den totala kostnaden för trådbusstrafik blir högre än för biogasdrift. Merkostnaden, särskilt för etapp 1 är relativt liten, endast ca 4 Mkr per år. I tabellen nedan redovisas kostnaderna för den redovisade trådbusstrafiken i Uppsala jämfört med att motsvarande trafik körs med biogasbussar. Tabellen avser trafiken år 2014.

Tabell 3.17 Kostnader för trådbusstrafik i Uppsala 2014

	Trådbuss (Mkr/år)		Mkr/år	Nkr/år	Invest trådbuss (Mkr)	
	Drift+fdn	Infrastruktur	Biogasdrift	Tråd-Biogas	Fordon	Infrastruktur
Etapp 1	94,8	14,1	105,0	+3,9	339	272
Etapp 2	119,5	19,0	123,9	+14,6	385	369
Etapp 3	148,9	26,7	154,3	+21,4	479	522

Värdena i tabellen visar den totala kostnaden vid varje etapp. Detta innebär att raden för etapp 2 innehåller kostnaderna för etapp 1 och 2.

Den totala kostnaden för trådbusstrafik på hela stomlinjenätet uppgår till ca 1 miljard kronor. Vid full utbyggnad av trafiken blir merkostnaden för trådbusstrafiken 21 Mkr per år jämfört med biogasdrift. Fördelen med trådbussen är att den är helt emissionsfri i staden. Trådbussen är dessutom det trafikslag som ger minst buller. Mätningar inne i en trådbuss har visat på så låga värden som 60 dBA under rörelse. En ytterligare fördel med trådbusstrafik i Uppsala är att den biogas som produceras då kan användas för den regionala trafiken där eldrift från kontaktledning skulle bli extremt dyr i förhållande till trafikutbudet.

De investeringar som kan återanvändas för spårvägstrafiken uppskattas till 85 % av kostnaderna för infrastruktur. Detta innebär att kostnaden för att införa spårväg efter trådbusstrafiken kan minskas med ca 390 Mkr.

4. Spårtaxibaserat system

Beamways har studerat och analyserat spårtaxisystem alternativ för framtidens kollektivtrafik i Uppsala stad. Mål- och ambitionsnivå för framtidens kollektivtrafik finns redovisade i kapitel 2 och har utgjort utgångspunkt för arbetet.

4.1 Linjenät

Beamways föreslår ett linjenät för spårtaxi som är designat för att klara det stora resbehov som är utgångspunkt för denna studie. Vi anser att ett till största delen dubbelriktat nät kommer att vara mest fördelaktigt.

Det nät vi redovisar här är en av många möjliga utformningar, men omfattningen i form av antal stationer och spårkilometer ligger nog ganska rätt även om man ändrar i detaljerna, så länge man vill uppnå en yttäckning som inte kräver kompletterande busstrafik.

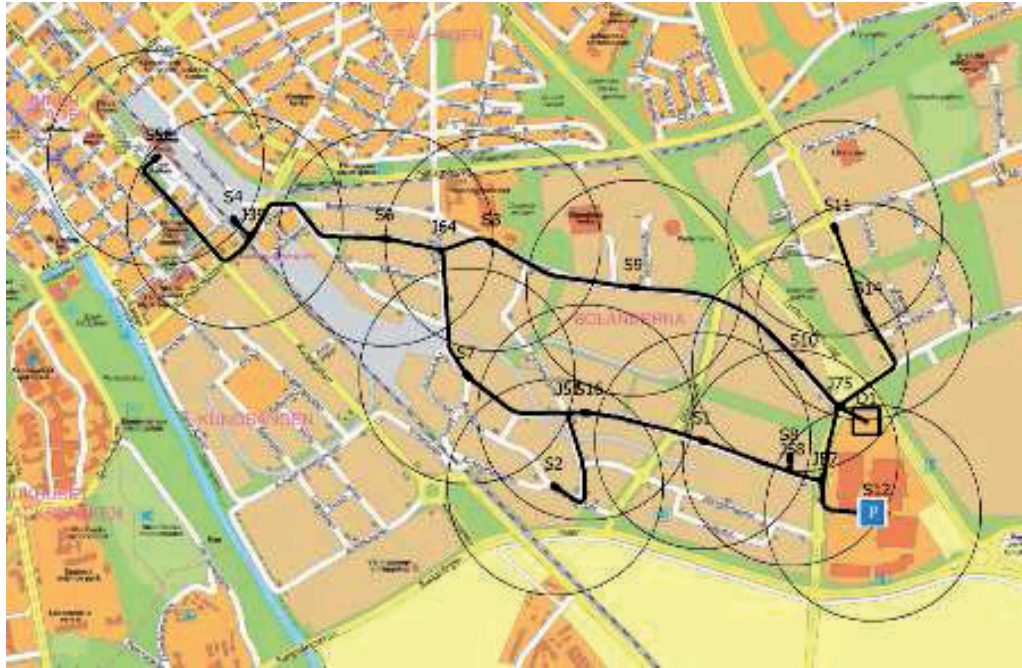
Målsättningen har varit att täcka alla delar av staden som har flerfamiljshus eller större arbetsplatsmängder. Villabebyggelse och liknande har fått stationer i mån av att spårtaxilinjer ändå passerar. De större villaområden som inte täcks är Sunnersta/Vårdsätra, östra Årsta och Valsätra. I samtliga dessa fall finns dock spårtaxi tillgängligt inom längre gång-/cykelavstånd.

2014

För 2014 redovisar vi en variant på pilotbana som i omfattning motsvarar den i Boländernastudien men som är mer anpassad för att kunna byggas vidare på senare.

Nätet 2014 enligt Figur 4.1 har 7.9 km dubbelspår, 6 korsningar och 14 stationer. Det finns en depå norr om IKEA, men den kan också placeras någon annanstans inom området.

De viktiga skillnaderna mot Boländernastudiens nät är förutom att detta nät är baserat på dubbelspår är att ett spår går på Kungsgatan i stället för inom järnvägsområdet. Detta förenklar framtida utbyggnad söderut till Kungsängen. På liknande sätt försörjs Fyrislundsstationerna söderifrån för att den linjen enkelt ska kunna förlängas norrut.



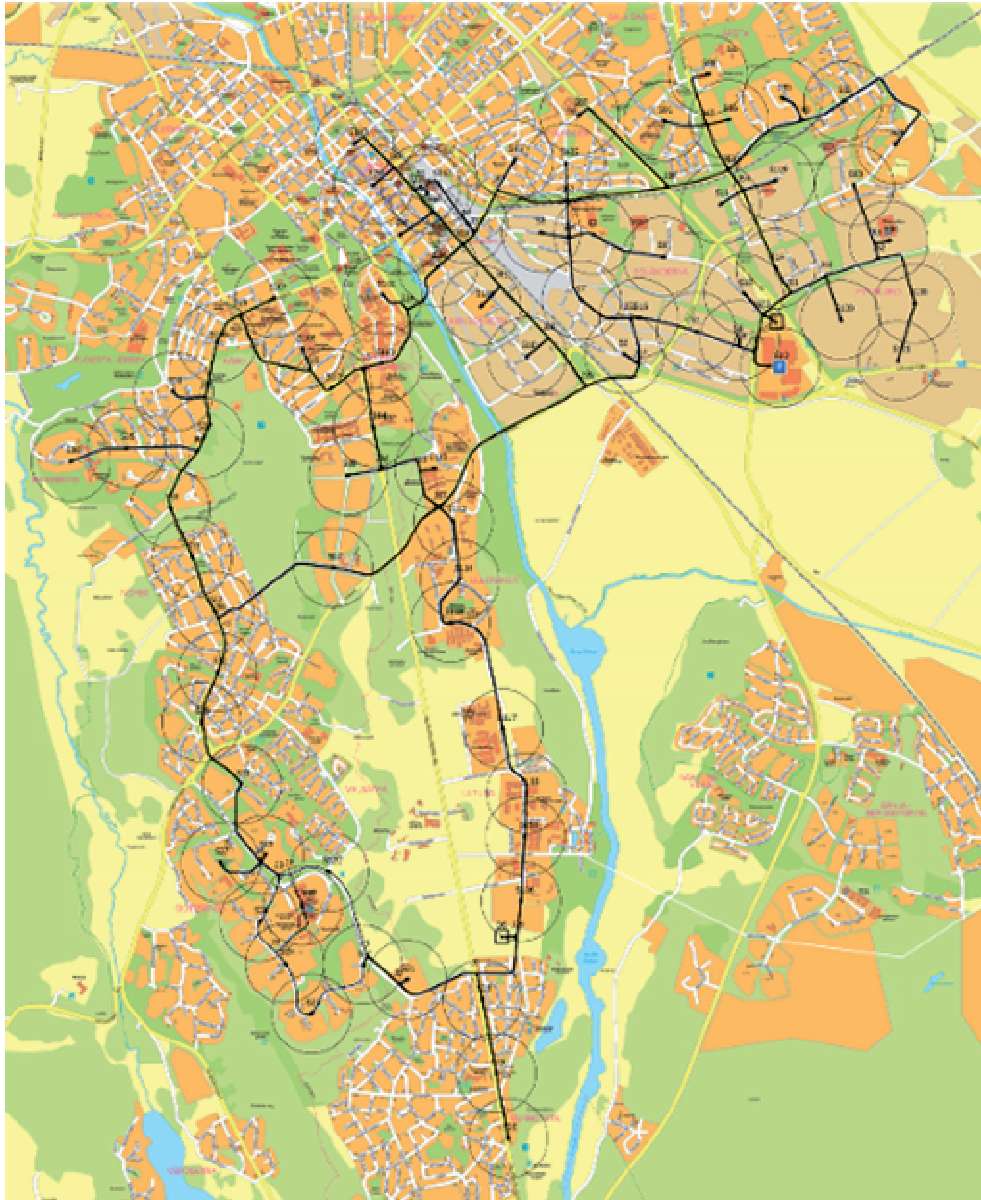
Figur 4.1 Förslag på pilotbana 2014

2020

Spårtaxinätet för 2020 är en möjlig variant av utbyggnad utgående från Boländernanätet med målet att bli klar med det kompletta nätet till 2030.

Detta nät utgör ca 40 % av det kompletta nätet och kan ersätta de av Trivector Traffic föreslagna stomlinjeskaften Årsta, Boländerna, Gottsunda och Ultuna-Sunnersta. (De yttersta delarna av Årsta och Fyrislund är 2020 ännu ej byggda, varken spårtaxi eller själva bebyggelsen). Kompletteringslinjen Gottsunda – Ulleråker – Boländerna ersätts också. Även kompletteringslinjen Stenhagen – Eriksberg – Centrum bör kunna anses ersatt, det är bara södra Flogsta som om man tar bort denna kompletteringslinje inte får varken buss eller spårtaxi i närheten.

Detta nät har 47 km spår, 44 korsningar och 76 stationer, vilket är något mindre än 40 % av spår och något mer än 40 % av stationer och korsningar jämfört med det kompletta nätet.



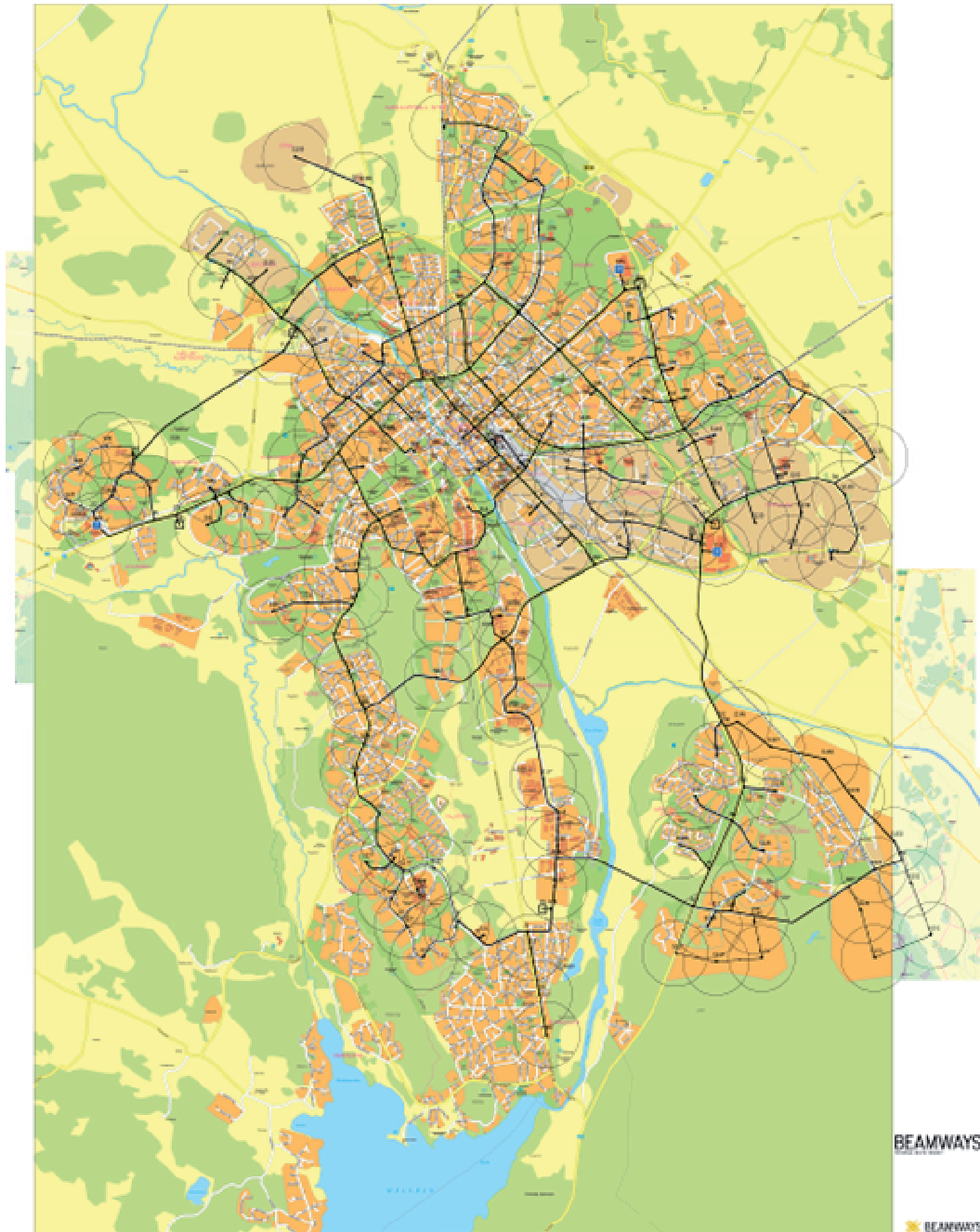
Figur 4.2 Spårtaxinät utbyggt i syd/öst, år 2020

2030

År 2030 räknar vi med att spårtaxinätet är fullt utbyggt, inklusive de nyttillkomna bostads- och arbetsplatsområdena.

Det fullgoda nätet 2030 har 125 km spår, varav 112 km dubbelriktat. Det finns 162 stationer av varierande storlek och 101 korsningar. Av korsningarna behöver, enligt den första uppskattningen, 11 vara planskilda. Med den senare observationen, angående kortare tidslucka vid lägre hastighet, bör även dessa kunna utföras som rondeller (mer om detta i bilaga 3).

Spårtaxinätet korsar järnvägen vid ett antal platser. Eftersom fri höjd under spårtaxin normalt är 5.1 m och man över järnväg behöver ca 6, krävs endast en marginell höjning av spårtaxibanan vid dessa platser.



Figur 4.3 Spårtaxinät, utbyggt för 2030. Täckning markerad genom 400 m radie från station.

Sammanställning

I tabellen nedan ges en sammanställning av spårtaxinäten för år 2014, 2020 och 2030.

Tabell 4.1 Sammanställning av spårtaxinät år 2014, 2020 och 2030.

Nät	Stationer	Spår	Korsningar	Busstrafik
2014	14 st	8 km	6 st	5 stombusslinjer 5 kompletteringslinjer
2020	76 st	47 km	44 st	3 stombusslinjer 3 kompletteringslinjer
2030	162 st	125 km	101 st	ingen

4.2 Systemets tillgänglighet

Systemets tillgänglighet baseras på studier av systemets täckning vid en given gångtid till hållplats samt systemets reshastighet. För att kontrollera att spårtaxinätet klarar den belastning som det stipulerade resandet innebär samt mäta upp restider och täckningsgrader har datorsimuleringar utförts med programvaran BeamEd.

Täckningsgrad

På grund av Boländernas demografi är täckningen år 2014 av spårtaxinätet bara ca 3 % av befolkningen men hela 16 % av arbetsplatserna (räknat på 2030 års befolkning/verksamma).

År 2014 har spårtaxi ersatt stomlinjeskaftet mot Boländerna i och med pilotbanan i Boländerna. Detta ger en något högre täckningsgrad än det rena bussystemet men taget över hela staden är skillnaden närmast försumbar. Ökningen i täckningsgrad kommer troligen att vara mindre än en procent jämfört med det rena bussnätet.

Täckningsgraden för spårtaxinätet 2020 är 28 % för boende och 51 % för verksamma. År 2020 har spårtaxi ersatt fyra av tio stomlinjeskaft samt en eller två kompletteringslinjer. Täckningsgraden för detta hybridsystem är lite svår att uppskatta men kommer förstås att ligga mellan bussnätets och det fullgoda spårtaxinätets. Det borde betyda en täckningsgrad på ca 84 %.

Täckningsgraden för spårtaxinätet år 2030 är för boende 85 % och för arbetsplatser 86 %.

Tabell 4.2 Befolkningsunderlag i spårtaxinätet och täckningsgrad i spårtaxinätet med och utan kompletterande busstrafik för år 2014, 2020 och 2030

Årtal	Befolkningsunderlaget i spårtaxinätets upptagningsområde	Befolkningstäckningsgrad i spårtaxinätet inom 400 m	Befolkningstäckningsgrad i spårtaxinätet inom 600 m	Befolkningstäckningsgrad i spårtaxinät + kompletterande busstrafik
2014	5 000	3 %	8 %	86 %
2020	48 000	28 %	44 %	Ca 84 %
2030	167 000	85 %	93 %	-

Tabell 4.3 Verksamma i spårtaxinätet och täckningsgrad i spårtaxinätet med och utan kompletterande busstrafik för år 2014, 2020 och 2030

Årtal	Antalet verksamma i spårtaxinätets upptagningsområde	Täckningsgrad av verksamma i spårtaxinätet inom 400 m	Täckningsgrad av verksamma i spårtaxinätet inom 600 m	Täckningsgrad av verksamma i spårtaxinätet inkl kompletterande busstrafik
2014	23 000	16 %	24 %	84 %
2020	77 000	51 %	75 %	84 %
2030	142 000	86 %	94 %	-

Kapacitet

Simuleringen har utförts med en belastning som innehåller dels ett lokalt resande från bostad till arbete, dels ett pendlingsresande via tåg. Vi har antagit samma förhållande mellan pendling och lokalt resande som uppmätts för 2007 i underlagsmaterialet, dvs 18 % utpendling, 17 % inpendling och 65 % lokala resor.

Simuleringen tar hänsyn till resenärernas möjlighet att välja Bergsbrunna + spårtaxi i stället för Resecentrum + spårtaxi. Ovanstående pendlingsandel motsvarar ca 6000 resor i maxtimmen. Avlastningen från Bergsbrunna blir enligt simulering ca 500 personer eller 8 %. De övriga järnvägsstationerna kan inte förväntas bidra med särskilt mycket, eftersom de ligger längs de mindre belastade linjerna mot Gävle och Enköping. Totalt kan en avlastning av Resecentrum på ca 10 % förväntas. Med regionbussar som angör bytespunkter i spårtaxinätets periferi minskar belastningen på spårtaxistationerna vid Resecentrum ytterligare.

Kapaciteten i pilotbanan år 2014 är fullt tillräcklig för den resandetillströmningen på 1325 resor i maxtimmen, som beräknats i bilaga 3. 130 fordon räcker för att klara denna belastning.

Resandet år 2020 har i bilaga 3 beräknats till 9200 resor i maxtimmen. För att klara detta krävs ca 1200 fordon. Belastningen är nu hög, framförallt på Strandbodgatan och på Kungsgatan norr om Strandbodgatan. 2 sekunders tidslucka mellan fordon krävs för att klara denna belastning.

Kapaciteten i nätet år 2030, med en medelbeläggning i vagnarna på 1,5 personer, är ungefär de stipulerade 16 880 resorna i maxtimmen (12 % av 140 667 resor). Vid simulering har resorna kunnat genomföras, men med en del flaskhalsar som har orsakat fördröjningar på i storleksordningen ett par minuter jämfört med restiden i lågtrafik (inklusive längre medelväntetid). För att klara den önskade kapaciteten på 17 000 resor i maxtimmen krävs ca 3 000 fordon.

Tabell 4.4 Förväntat resande med spårtaxi per dag och i maxtimmen för år 2014, 2020 och 2030

Årtal	Förväntat resande med spårtaxi per dag	Förväntat resande med spårtaxi i max- timmen
2014	10 800	1 300
2020	76 700	9 200
2030	140 800	16 900

Restider

För att jämföra restiderna mellan olika system används i denna rapport 25 typresor, 5 bostäder till 5 arbetsplatser i alla kombinationer. I restiden inkluderas gångtid bostad till spårtaxihållplats, väntetid på vagn enligt simulerad medelväntetid för hållplatsen, restid i vagn samt gångtid från hållplats till arbetsplatsen. Resultaten är inte viktade med olika faktorer för olika typer av tider.

Gånghastigheten har satts till 6 km/h och gångsträckan har förlängts med en faktor 1,35 med tanke på att man normalt inte kan gå raka vägen från sin dörr till hållplatsen.

I tabellerna nedan visas restiderna vid maxbelastning i nätet. Vid låg belastning visar simulering att medelrestiden sjunker med ca 3 minuter för det fullt utbyggda nätet (2030).

För typresorna gäller:

- Restiden är i genomsnitt 9 min, 6,6 km
- Gångtiden till och från hållplats och upp till spåret (dvs inkl förflyttning i hiss/trappa) är i genomsnitt 6 min (2*3 min),
- Väntetiden är i genomsnitt 2 min

År 2014 blir restiderna för 20 av de 25 typresorna i princip densamma som för stomlinjesystemet, eftersom endast arbetsplatsen vid Stålgatan/Lefflersgatan ligger nära spårtaxinätet. Därför är det bara kolumn 2 i nedanstående tabell som skiljer mot stomlinjenätet 2014.

Tabell 4.5 Restider 2014. Färgkod: Vitt: enbart spårtaxi, gult: byte mellan spårtaxi och buss, rött: enbart buss, grönt: gång.

Restider 2014					
Bostad\arbetsplats:	Akademiska sjukhuset korsn. Sjukhusvägen-Ullåkersvägen	Boländerna korsn. Stålgatan-Lefflersgatan	Centrum korsn. Svartbäcksgatan-S:t Pers gatan	Ultuna korsn. Ulls väg-Ultunaallén	Resecentrum Olof Palmes plats
Luthagen korsn. Prästgårdsgatan -Tiundagatan	25	25	15	41	15
Gottsunda korsn. August Södermans v-Hugo Alfvens v	36	35	25	15	25
Årsta korsn. Klarbärgsgatan-Hjortrongatan	29	10	20	41	20
Sävja korsn. Stenbrohultsvägen-Skåneresan	38	17	30	13	29
Stenhagen korsn. Naturstenvägen-Herrhagsvägen	35	36	25	51	25

Restiderna år 2020 för de 25 typresorna har räknats ut manuellt från kartor för de delar som gäller buss, och från simuleringsresultat för de delar som gäller spårtaxi. Samtliga målpunkter täcks av spårtaxinätet, men bara två utgångspunkter; Gottsunda och Årsta. Medelrestiden är nu 22 minuter.

Som synes blir typresorna en blandning av spårtaxi och buss. 18 resor berör spårtaxi och 15 resor berör buss. Två resor drar nytta av kompletteringslinjer på ett utmärkt sätt, vilket gör alternativet buss + spårtaxi med byte i centrum mindre attraktivt. Dessa är Sävja – Ultuna och Sävja – Boländerna.

I samtliga fall utom ett sker bytet buss/spårtaxi vid Resecentrum. Undantaget är resan Sävja – Akademiska sjukhuset där man tjänar 3 minuter på att byta till spårtaxi där busslinjen korsar spårtaxilinjen i södra Kungsängen i stället för att fortsätta med buss till resecentrum och ta spårtaxi därifrån.

Tabell 4.6 Restider 2020. Färgkod: Vitt: enbart spårtaxi, gult: byte mellan spårtaxi och buss, rött: enbart buss, grönt: gång.

Restider 2020					
Bostad\arbetsplats:	Akademiska sjukhuset korsn. Sjukhusvägen-Ullåkersvägen	Boländerna korsn. Stålgatan-Lefflersgatan	Centrum korsn. Svartbäcksgatan-S:t Pers gatan	Ultuna korsn. Ulls väg-Ultunaallén	Resecentrum Olof Palmes plats
Luthagen korsn. Prästgårdsgatan -Tiundagatan	22	23	14	25	14
Gottsunda korsn. August Södermans v-Hugo Alfvens v	21	25	21	15	19
Årsta korsn. Klarbärgsgatan-Hjortrongatan	15	10	12	18	10
Sävja korsn. Stenbrohultsvägen-Skåneresan	31	24	30	13	27
Stenhagen korsn. Naturstenvägen-Herrhagsvägen	31	32	27	35	23

Restiderna för år 2030 är givna för högtrafik. Medelrestiden är då 17 minuter. Vid lågtrafik blir restiderna ca tre minuter kortare.

Tabell 4.7 Restider 2030. Färgkod: Vitt: enbart spårtaxi, grönt: gång eller spårtaxi (samma totaltid).

Restider 2030						
Bostad\arbetsplats:	Akademiska sjukhuset korsn. Sjukhusvägen-Ulläkersvägen	Boländerna korsn. Stålgatan-Lefflersgatan	Centrum korsn. Svartbäcksgatan-S:t Pers gatan	Ultuna korsn. Ullis väg-Ultunaallén	Resecentrum Olof Palmes plats	
Luthagen korsn. Prästgårdsgatan -Tiundagatan	17	19	13	20	14	
Gottsunda korsn. August Södermans v-Hugo Alfvens v	22	27	23	16	22	
Årsta korsn. Klarbärsgatan-Hjortrongatan	15	10	12	19	12	
Sävja korsn. Stenbrohultsvägen-Skåneresan	18	18	19	9	18	
Stenhagen korsn. Naturstenvägen-Herrhagsvägen	14	18	11	17	12	

4.3 Resande

Vid simulering av spårtaxinäten har två typer av resande använts. Dels resande baserat på boende och verksamhetsstatistik (arbete/studier) fördelat på NYKO5-områden. Dels pendling in och ut på definierade tåg- och busslinjer.

I samråd med uppdragsgivaren har en total resandenivå per årtal som behövs för att uppnå miljömål etc definierats. Det har också överenskommit att vi ska använda en resandenivå i maxtimmen på 12 % av det totala resandet. Vidare har man enligt gängse praxis definierat att maxtimmen är en morgontimme och då antagit att samtliga resor som förekommer då går från en bostad till en arbets-/studieplats.

Statistiken för boende och verksamhetsplatser har räknats fram till de olika årtalen baserat på i kommunen befintliga utbyggnadsplaner.

Statistiken för in- och utpendling finns tillgänglig för 2007 och används för att ge en uppfattning om pendlings andel av det totala resandet när det gäller resor mellan bostad och arbete/studier. Den statistik som finns tillgänglig gäller dock enbart arbete. Enligt denna statistik finns det tre grupper av resor:

- Boende som arbetar lokalt: 52 000 (65 %)
- Inpendlare: 13 500 (17 %)
- Utpendlare: 15 000 (18 %)

För att få ihop det förutbestämda antalet resor i maxtimmen (16 880 för år 2030) har vi antagit samma fördelning av resor som i statistiken ovan för alla årtal.

Resor till och från handelsplatser är inte medtagna i maxtimmens resande.

2014

År 2014 har endast en liten del av bussnätet ersatts med spårtaxi. Cirka 10 800 resor per dygn sker med spårtaxi. I medeltal påverkas restiderna i staden, med de kombinerade systemen, med drygt en minut, och täckningsgraden ökar med någon procent. Detta innebär att det mesta av den stipulerade ökningen från dagens 44 000 kollektivresor per dag till 69 000 år 2014 måste komma från förbättringar i bussnätet och incitament att ta bussen.

2020

År 2020 omfattar spårtaxinätet även sydöstra Uppsala och dagligen beräknas 76 700 resor utföras med spårtaxi, medan ca 33 000 resor utförs med traditionell kollektivtrafik.

För år 2020 gäller ungefär samma läge som år 2030 (se nedan). Typresorna klaras på 22 minuter, och täckningen är 84 % för bosatta och 84 % för verk samma för systemet som nu består av en kombination av spårtaxi, stombusslinjer och kompletteringsbusslinjer.

Möjligen kan man invända att om man håller på att bygga ut ett spårtaxinät så kommer man inte att parallellt satsa på åtgärder som ökar busstrafikens framkomlighet. Detta skulle göra att medelhastigheten i det återstående bussnätet inte ökar från 20 till 22 km/h som annars förutsätts för år 2020. Detta i sin tur gör att typresorna klaras på 23-24 minuter i stället för 22 minuter som angavs ovan.

2030

År 2030 är spårtaxinätet fullt utbyggt och samtliga kollektivresor, dvs 141 000 resor dagligen, beräknas utföras med spårtaxi. Under avsnittet om restider har vi visat att medelrestiden med spårtaxi för typresorna år 2030 är 17 minuter.

4.4 Utbyggnadsnivåer - etapper

Beamways förespråkar att i görligaste mån utföra utbyggnaden av spårtaxinätet som en kontinuerlig process snarare än separata steg. Ett undantag är pilotbanan som man vill köra ett par år och sedan utvärdera innan man (vid ett positivt utfall) går vidare med utbyggnaden. I beskrivningen nedan förutsätter vi att nivån år 2014 är pilotbanan medan år 2020 är ett ca 40 % utbyggt nät, för att år 2030 nå ett fullt utbyggt nät.

Ett önskemål är förstås att kunna ersätta busslinjer med spårtaxi så fort som möjligt, dels för att minska driftskostnaderna för dubbla system och dels för

att minska behovet av byten för resenärerna. I nätet år 2014 finns samtliga stomlinjer och kompletterande busslinjer kvar. I nätet år 2020 ersätts fyra av tio stomlinjeskaft och en eller två kompletteringslinjer. År 2030 är samtliga stomlinjer och kompletterande busslinjer ersatta.

4.5 Kostnader

Investeringskostnad

Eftersom väldigt få spårtaxisystem har upphandlats och ännu färre har levererats finns det ingen användbar statistik över spårtaxis verkliga kostnader att falla tillbaka på.

Nedan redovisas kostnaden för Uppsalanätet i tabellform. En längre diskussion angående investeringskostnader finns i bilaga 3.

Tabell 4.8 Kostnader för spårtaxinätet år 2030

Enhet	Enhetspris	Antal 2030	Kostnad 2030
Dubbelspår/km	40	112	4480
Enkelspår/km	30	13	390
Planering	1	125	125
stationer	3	162	486
fordon	0.35	3000	1050
Depåspår/fordon	0.1	3000	300
Serviceanläggning	200	1	200
Summa, Mkr			7031

Investeringskostnaden för spårtaxinätet år 2030 slutar på drygt **7 miljarder SEK**. Till detta kommer kostnader för förbättrad infrastruktur för buss fram till dess att spårtaxi tagit över alla kollektiva resor år 2030

Kapitalkostnad

Kapitalkostnaden för investeringen beror på avskrivningstiden och räntan. I denna kalkyl räknar vi på 60 års livslängd för infrastruktur, enligt Banverkets rekommendationer för ny järnväg. För vagnarna räknar vi på en teknisk livslängd på 1 000 000 kilometer, vilket ger en livslängd på ca 15 år. Fordonen skrivs därför av på 15 år. Som ränta används 6,5 %, vilket i dagens situation är väldigt högt, men under längre tid kan anses vara ett rimligt medelvärde. 6,5 % rekommenderas i ASEK 4 (2008), trafikverkens gemensamma beräkningsgrund.

ASEK4: http://www.sika-institute.se/Doclib/2008/PM/pm_2008_3.pdf

Kapitalkostnaden med ovanstående parametrar blir **374 Mkr/år** för de fasta installationerna och **105 Mkr/år** för fordonen.

För infrastrukturinvesteringar kan det finnas möjlighet för finansiering med statsbidrag, vilket skulle innebära en kostnadssänkning. Ovan redovisas utfallet med och utan statsbidrag.

Driftskostnad

Driftskostnaden för spårtaxi har satts till 1 kr per personkilometer, vilket motsvarar 1 kr per vagnkilometer om man sätter beläggningen till en person per vagn. En längre diskussion angående driftkostnad finns i bilaga 3.

Kostnaden för drift av det fullgoda nätet blir: 141 000 resor * 300 dagar * 4.6 km * 0,75 kr = **147 Mkr/år**.³

³ Notera att 4.6 km är medelreslängden för alla resor enligt simulering. Typresorna är något längre i genomsnitt.

5. Systemanalys

Systemanalysen ger en jämförelse mellan de olika systemen där så är möjligt. Stombusstrafik och spårvägstrafik är beprövade koncept, där de verkliga utfallen i kapacitet, restider, resande och kostnader är kända. Spårtaxitrafik fortfarande är ett nytt koncept och därmed omgärdat av goda uppskattningar av det verkliga utfallet av ovan nämnda parametrar.

5.1 Linjenät

Linjenätet för spårtaxi år 2030 (fullgott system) och det stombuss- och spårvägsbaserade systemet skiljer sig relativt lite åt trots att det tekniskt sett handlar om ganska så olika system. Större skillnader kan konstateras vad gäller tvärförbindelser. Spårtaxinätet är mindre beroende av vägnätet och erbjuder fler tvärförbindelser än den traditionella kollektivtrafiken.

I området Sävja/Bergsbrunna planeras dessutom ett mer tätt spårtaxisystem, jämfört med motsvarande stombuss- och spårvägsbaserade system. Det stombuss- och spårvägsbaserade system kan byggas ut i området vilket antydts med de streckade linjerna men når inte upp till samma täckning som spårtaxinätet.

I de centrala delarna av staden är skillnaden däremot till fördel för det stombuss- och spårvägsbaserade systemet, som korsar den historiska stadskärnan. Detta är av hänsyn till den historiska stadsmiljön svårt för spårtaxi vilka istället når de centrala delarna av staden med ett antal stickspår utifrån den ring som planeras runt centrum.

För båda systemen tillkommer närlinjer eller någon form av anropsstyrd trafik. Detta då även 400 meter kan anses vara för långt gångavstånd till hållplats för vissa grupper i samhället.

5.2 Täckning, kapacitet och restider

Täckning

Täckningen år 2030 för de båda systemen är något bättre för det spårtaxibaserade systemet, se Tabell 5.1.

En viktig slutsats är att täckningsgraden för det stomlinjebaserade systemet avtar med åren. Det är möjligt att så även är fallet för det spårtaxibaserade systemet, men detta åskådliggörs inte lika tydligt då spårtaxinätet inte är

fullt utbyggt förrän 2030. Den avtagande täckningsgraden beror på att planerad framtida bebyggelse inte är synkroniserade med de starka kollektivtrafikstråk som föreslås i denna utredning. Täckningsgraden för samtliga system kan därför ökas om den omfattande nya bebyggelse som planeras framöver i Uppsala i möjligaste mån förlägga i anslutning till kollektivtrafikstarka stråk.

Tabell 5.1 Täckning för de olika kollektivtrafiksystemen år 2030 fördelat på bosatta och verksamma.

System	Täckning år 2030	
	Bosatta	Verksamma
Stombuss- och spårvagnsbaserat system inkl förlängning vid Bergsbrunna 2030	82 %	80 %
Spårtaxibaserat system 2030	85 %	86 %

Kapacitet

Kapaciteten är framförallt för spårtaxins del ganska osäker på grund av avsaknad av praktiska erfarenheter. Simuleringar visar att kapacitetsbrist i högtrafik leder till några minuters fördröjningar i restid. Problem kan uppstå vid större stationer (t.ex. resecentrum) där stora massor ska tas omhand på en relativt kort tid. Det finns en viss risk att köer bildas vid spårtaxistationerna kring centralstationen eftersom i värsta fall var och en ska åka med en egen spårtaxi till slutdestinationen. De simuleringar som har utförts i detta projekt visar dock att dessa problem bör vara hanterbara. En annan osäkerhetsfaktor ligger vid korsningar där kapaciteten minskar. En längre diskussion angående korsningskapacitet finns i bilaga 3. Liksom i vanlig vägtrafik finns risk för köbildningar i rusningstrafiken vid starkt trafikerade punkter.

Den traditionella kollektivtrafiken är i denna fråga mer förutsägbar vilket beror på den långa praktiska erfarenheten av systemen. En svårighet kan vara resandeökningar där precis tröskeln från buss till spårvagn passeras. Dessa problem går däremot ofta att lösa med högre turtäthet och/eller mer kapacitetsstarka fordon.

I spårtaxinätet finns möjlighet slippa tvingas bygga planskilda korsningar i känsliga stadsmiljöer genom att välja en lägre kapacitet i vissa korsningspunkter. Detta kan öka kapacitetsproblemen i högtrafik ytterligare, vilket i sin tur har påverkan på restiderna.

Restider

Restiderna talar för spårtaxierna på grund av den betydligt högre snitthastigheten och bättre möjlighet för tvärförbindelser mellan vissa resrelationer. För de studerade typresorna är medelrestiden 17 minuter med spårtaxi och 23 minuter med stombuss/spårväg.

Spårtaxinätet ska enligt studier vara lika snabbt som bilnätet. De kortare gångavstånden till bilen tillsammans med bilnätets finare maskvidd vägs upp av spårtaxinätets högre reshastighet utan stopp i korsningar etc. I högtrafik uppskattas spårtaxitrafik liksom biltrafik få vissa kapacitetsproblem, vilket resulterar i något längre restider.

5.3 Resande

Av varandra oberoende studier i Uppsala (Banverket FoU 2004) och Malmö (Skånetrafiken 2008) pekar mot en tre till fyrfaldig ökning av kollektivresandet fram till 2020/2030. Även det statliga Institutet för Tillväxtpolitiska Studier (ITPS) har rapporterat att aktuella miljömål medför belastningsökningar av sådana storleksordningar för kollektivtrafiken i EU-städer. Vidare skulle prognosen för ökat tågresande bidra med fördubblad belastning på Uppsala Resecentrum under perioden 2000 – 2020 till ca 40 000 tågresor per dag för att uppnå ca 50 000 tågresor per dag år 2030 (ny Enköpingsbana). Ökad in- och utpendling ökar det lokala resandet.

För att uppnå en högre andel kollektivtrafik måste detta trafikslag prioriteras på bekostnad av bilen. Som det även senare i arbetet kommer att beskrivas är sådana åtgärder enklare att motivera i ett system som konkurrerar om samma utrymme (traditionell kollektivtrafik) än för ett system som fungerar i sin egen trafikmiljö. Konkurrensen mellan bil och kollektivtrafik består i vilket fall som helst medan de flankerande åtgärderna för överflyttningen troligtvis är enklare att motivera i den traditionella kollektivtrafiken.

Det är svårt att uppskatta spårtaxis dragningskraft då inga svenska praktiska exempel föreligger. Det kan däremot förutspås att ett sådant nytt fordonslag har en dragningskraft på grund av sin snabbhet men även av den anledningen att det är nytt. Fungerar trafiken i början så kan ett bra rykte sprida sig vilket kan ha positiva effekter på resandet i kollektivtrafiken.

Spårvagn (som kan vara aktuell för tre av fem stomlinjer) har en konstaterad positiv effekt på resandet i kollektivtrafiken. Spårvagnstrafik är ett populärt sätt att förflytta sig på grund av att det har högre status än busstrafik, det skapar en tydlighet och det ökar bekvämligheten. Man brukar också tala om en spårfaktor där Trivector utgår ifrån 20 % resandeökning vid omställning från buss till spårvagn. Busstrafiken kan också göras mer attraktiv genom prioriteringsåtgärder (trafiksignalprioritering, bussgator/-körfält). Detta höjer den genomsnittliga hastigheten, ger högre status för bussresor och ökar tillförlitligheten i systemet. Trådbussar, som kan vara ett alternativ, har också en systemeffekt som spårvägstrafiken fast på en lägre nivå med fördelen att utsläppen kan minskas ytterligare, jämfört med idag.

Nedan ges ett förslag till sammanställning över hur de olika systemen kan tänkas konkurrera mot bilen.

Stomlinjesystemets medelvärde för restiden år 2030 för de studerade typresorna är 23 minuter, medan spårtaxisystemets medelvärde för restiden är 17 minuter. För bil redovisas ett medelvärde på 14 minuter, beräknat från Eniros reseguide. Vi förmodar att bilens siffror inte gäller i rusningstrafik och räknar därför med 3 minuters längre restid i rusningstrafik, dvs sammanlagt

17 minuter. Värdet för cykel saknas, men kan beräknas från sträckorna vilket ger en medelrestid för cykel på 25 minuter⁴.

För att få ett rimligt mått på resandeattraktivitet behöver man beakta fler faktorer än restiden. Kostnaden är den mest relevanta faktorn. I tabellen nedan har vi tagit med kostnaden i kronor. Genom att multiplicera restiden med ASEK4-värdet 53 kr/tim och addera verklig kostnad får man en så kallad generaliserad kostnad som kan användas för att jämföra de olika färdmedlen.

För att kunna jämföra kostnaderna har vi antagit en biljettkostnad på 10 kr per kollektivtrafikresa samt en milkostnad på 25 kr för bil. Detta är en vägning av den totala kostnaden och marginalkostnaden, och bedöms vara ungefär vad bilisten anser att det kostar att köra. Reslängden för bil har som för cykel antagits vara $4\,600\text{ m} * 1,35 = 6210\text{ m}$.

Kostnaden för cykel har satts till 0 eftersom det är den subjektiva kostnaden. I verkligheten finns givetvis en avskrivningskostnad på cykeln som kan beräknas till 2-3 kr per resa.

Tabell 5.2 Jämförelse mellan olika färdmedel

	Spårtaxi	Stombuss/Spårväg	Bil	Gång	Cykel
Restid	17	23	17	70	25
Kostnad	10	10	16	0	0
Generaliserad kostnad	25	30	31	62	22
Antal resor	141 000	141 000	113 000	79 900	136 000
Procentuell fördelning	30 %	30 %	24 %	17 %	29 %

Med utgångspunkt i ovanstående tabell kan man se att fördelningen mellan trafikslagen inte är helt orimlig om kollektivtrafiken utgörs av spårtaxi. För stombuss/spårväg kommer det att krävas prioritering av kollektivtrafiken på biltrafikens bekostnad för att få invånare och verksamheter att byta färdmedel. Sådana typer av åtgärder kan t ex vara:

- Regleringar och ekonomiska styrmedel för minskad biltrafik. Exempel på detta är införandet av miljözon, höjda parkeringsavgifter, parkeringsnormer och parkeringstider vilka tillsammans med rese-, mötes- och miljöpolicy och beteendepåverkande åtgärder kan få goda effekter på bilresandet.
- Arbeta med Mobility Management och beteendepåverkande åtgärder för att visa invånarna alternativ till bilen och hur de kan utnyttja kollektivtrafiken bättre. Exempel är förmånliga kollektivtrafikkort för anställda och prova-på-kort. Det finns ofta även synergieffekter genom att arbeta med gång- och cykeltrafik, bilpooler och pendlarparkeringar parallellt med kollektivtrafik.

⁴ Medellängden (fågelvägen) för de 25 typresorna är 4600 m. Med en förlängningsfaktor på 1,35 och en medelhastighet på 15 km/h (rimligt i stadsmiljö)

- Verka för samplanering mellan stads- och trafikplanering och låt kollektivtrafikplaneringen styra bebyggelseplaneringen – inte tvärt om!

5.4 Kostnader och intäkter

I tabellen nedan ges en sammanställning av de årliga kostnaderna för stombuss- och spårvagnsbaserat system respektive spårtaxisbaserat system baserat på de fullvärdiga systemen år 2030. Sammanställningen visar att den totala årliga kostnaden för stombuss- och spårvagnsbaserade systemet landar på ca 660 Mkr per år, medan kostnaden för spårtaxisystemet slutar på drygt 630 Mkr per år. I kostnaderna för spårtaxisystemet ingår **inga** investeringar i befintlig busstrafik fram till 2030 när det fullvärdiga spårtaxisnätet är färdigställt.

Tabell 5.3 Sammanställning av kostnader för fullvärdigt system år 2030

Kostnader för fullvärdigt system 2030	Kostnader	
	Stombuss/Spårväg	Spårtaxi
Investeringskostnad infrastruktur	3500 Mkr	5980 Mkr
Investeringskostnad fordon	2200 Mkr	1050 Mkr
Kapitalkostnad	397 Mkr/år	479 Mkr/år
Driftskostnad infrastruktur	25 Mkr/år	147 Mkr/år
Driftskostnad fordon och personal	240 Mkr/år	
Total årlig kostnad	Ca 662 Mkr/år	Ca 626 Mkr/år

I ovan redovisade kostnader ingår inte kostnader för stadsförnyelse i samband med investering i infrastruktur. Stadsmiljöåtgärder i samband med införande av stombuss, spårvagn eller spårtaxi är att rekommendera för att integrera de nya transportmedlen i befintlig stadsmiljö, möjliggöra smidiga byten mellan olika färdmedel samt för att ytterligare höja attraktiviteten av det kollektiva färdmedlet. För spårtaxi kan man anta att intrånget i själva gatan och antalet bytespunkter är betydligt lägre än för motsvarande stomlinje-baserade nät samtidigt som intrånget i gaturummet är betydligt större. Därför antas behovet av stadsmiljöåtgärder för de båda systemen vara likvärdigt.

Intäkter

Intäkterna för en bussresa i Uppsala år 2007 uppgick till cirka 9,50 kr per resa enligt biljettstatistik. Priset per resa anses jämförelsevis högt, vilket förklaras av att en hög andel resenärer reser med enkelbiljetter. Genom införande av periodkort och kontantstopp på bussarna förväntas andelen enkelbiljetter minska och likaså biljettintäkten per resa. Vi har därför valt att räkna med en schablonmässig intäkt på 8 kr per resa. Då får vi att intäkterna från det fullgoda nätet 2030 (141 000 resor under 300 dagar) blir **338 Mkr per år**.

Baserat på den kunskap som framkommit i forskningsprojektet FODRAL (finansiering och organisation av lätt spårtrafik) presenteras nedan olika förslag till alternativ finansiering av nya kollektivtrafikprojekt:

- Finansiering av lokal spårvägs/stombuss/spårtaxitrafik kan underlättas genom att lokala avgifter – markexploateringsavgifter, kommunala fastighetsavgifter, trängselavgifter, parkeringsavgifter mm – helt eller delvis används till finansiering av ny trafik.
- Privata företag som drar nytta av investeringar i spårvägs/stombuss/spårtaxitrafik bör även vara med och finansiera den. Genom att planera in kollektivtrafiken i tidigare skeden i samhällsbyggnadsprocessen kan kommunerna ta del av kommande stegringar av markvärdet, och företagen kan till exempel vara med och betala för de anställdas möjlighet att ta sig till och från arbetet med kollektivtrafiken eller via höjda markexploateringsavgifter.
- Hitta sätt för att använda avgifter från vägtrafiken – exempelvis parkeringsavgifter – till att förbättra kollektivtrafiken.
- Skapa olika kanaler – nätverk, webbplatser, konferenser mm – för att sprida kunskap om spårvägs/stombuss/spårtaxitrafik, dess nyttor och kostnader. Målgruppen bör vara så bred som möjligt och omfatta både politiker och allmänhet, och både den privata och offentliga sektorn.
- Tydliga organisations- och finansieringsmodeller i planeringsprocessen så att planerna verkligen genomförs

Ekonomi för kommunen

Uppsala kommun kommer även fortsättningsvis att behöva subventionera kollektivtrafiken. Om man får statsbidrag (eller motsvarande) till halva investeringen i infrastruktur blir subventionen dock betydligt mindre, se Tabell 5.4.

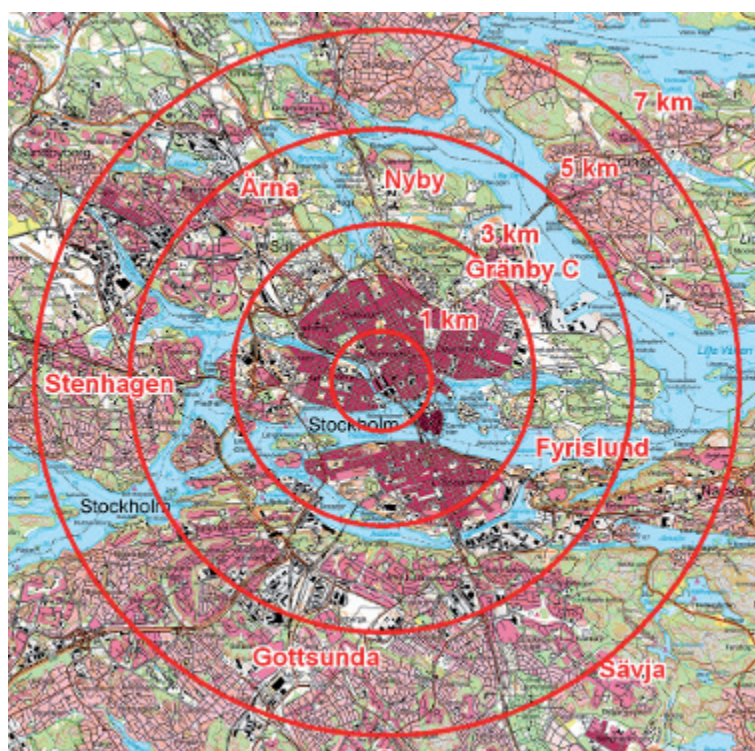
Tabell 5.4 Sammanställning av kostnader och intäkter för stomlinjebaserat och spårtaxibaserat system.

Kostnadspost	Kostnader Mkr/år			
	Stombuss/Spårväg	Stombuss/spårvagn 50 %	Spårtaxi	Spårtaxi 50 %
Kapitalkostnad, bana	-239 Mkr/år	-120 Mkr/år	-374 Mkr/år	-187 mkr/år
Kapitalkostnader, fordon	-158 Mkr/år	-158 Mkr/år	-105 Mkr/år	-105 Mkr/år
Driftskostnad infrastruktur	-25 Mkr/år	-25 Mkr/år		
Driftskostnad fordon och personal	-240 Mkr/år	-240 Mkr/år	-147 Mkr/år	-147 Mkr/år
Intäkter	338 Mkr/år	338 Mkr/år	338 Mkr/år	338 Mkr/år
Total årlig kostnad	- 324 Mkr/år	-205 Mkr/år	-288 Mkr/år	- 101 Mkr/år

5.5 Kombinerade system

Uppsala är en stad med en för storleken ansenlig utbredning. Kartan i Figur 5.1 visar Uppsalas utbredning i relation till Stockholm. Avstånden i staden är därmed stora.

Vad vi kan konstatera är att stadens östliga sida (Årsta, Gränby) är mer sammanhållen än den västliga sidan med Stenhagen och Gottsunda. Mot Gottsunda och Stenhagen kan däremot urskiljas starka stråk som bildar ett band från centrala Uppsala till dessa mer perifera områden. Stadsdelarna Ulleråker/Ultuna och Boländerna är däremot mer diffusa och karakteriseras av en tydlig gleshet. Sävja/Bergsbrunna och Sunnersta kan i viss mån beskrivas som satelliter.



Figur 5.1 Avstånd i Uppsala relaterade till Stockholm. Källa: Lars Bagge.

Dessa olika former ger olika förutsättningar till val av kollektiva färdmedel. Beskriver man spårtaxi som ett kollektivt kommunikationsmedel med yt-täckande funktion, så utgör i så fall områdena; Boländerna, Ulleråker/Ultuna/Sunnersta och Sävja/Bergsbrunna, stadsdelar där ett pilotspårtaxinät kan anses lämpligt. Detta då områdena är glesa och/eller består av utspridda målpunkter. Dessutom kan spårtaxi på ett naturligt sätt integreras i stadsbilden i dessa områden, då de till stor del består av campusområden, verksamhetsområden eller bostadsområden som kommer att kompletteras med ny bebyggelse.

Det tydliga stråket mot Gottsunda men även det mot Stenhagen är däremot bättre lämpade att stärkas med hjälp av stombuss- eller spårvagnstrafik. Även stråken mot Luthagen och Årsta kan beskrivas som sammanhållna och

har en utformning som är lämplig att försörja med traditionella kollektiva alternativ. Stråket mot Tuna backar är tydligt men relativt svagt. Möjligheter till en stadsutveckling i stråket finns så att de traditionella kollektivtrafiksystemen med stråkskapande funktion är passande. Stråket mot G:a Uppsala är starkare än det mot Tuna backar men har ytterligare potential att utvecklas som ett starkt stråk för traditionell kollektivtrafik, framförallt i de norra delarna av Råbyvägen.

Ett kombinerat system måste väljas så att det skapas meningsfulla system både för traditionell kollektivtrafik och spårtaxisystemet. Vi har valt att studera tre olika alternativ av kombinerade system, vilka är:

- Pilotbana i Boländerna – i likhet med spårtaxinätet för år 2014
- Spårtaxinät sydöst – i likhet med spårtaxinätet för år 2020
- Spårtaxinät syd

Pilotbana Boländerna

Ett förslag till kombinerat system kan utgöras av spårtaxinätet för Boländerna (se förslag till spårtaxinät för år 2014) som förlängs till Fyrislund (visas i förslaget till spårtaxinät för år 2020). Detta kräver att stomlinjen G:a Uppsala kortas ner i centrum, eventuellt kan den kopplas till kompletteringslinjen till Eriksberg/Stenhagen.

Stadsdelen Boländerna har genomgått flera utredningar för spårtaxitrafik och är relativt svårförsörd med traditionell kollektivtrafik. Detta gör denna stadsdel till ett ganska självklart område för spårtaxitrafik i ett kombinerat system. Nackdelen är att området för sig själv är mycket begränsat och ensidigt använt. Detta kombinerade system motsvarar i stort förslaget med pilotnät för spårtaxi till år 2014.

Spårtaxinät sydöst

I ett kombinerat system med en större andel spårtaxitrafik kan systemet i Boländerna utvidgas till Årsta, Kungsängen, Ulleråker/Ultuna/Sunnesta och Norby/Gottsunda. Medan traditionell kollektivtrafik försörjer Gränby, G:a Uppsala, Tuna backar, Luthagen, Stenhagen och Sävja/Bergsbrunna. Detta kombinerade system motsvarar i stort förslaget med spårtaxinät för år 2020.

Kungsängen kommer inom en snar framtid att omvandlas från industristadsdel till en stadsdel med större andel bostadsområden. En naturlig integrering av spårtaxi underlättas på så vis då inpassningen i gaturummet kan hanteras redan i planeringsstadiet. Ulleråker/Ultuna är ett campusområde där nya bostäder kommer att etableras framöver samtidigt som dagens vägnät inte är gynnsamt för traditionell kollektivtrafik.

I detta kombinerade system utgör spårtaxinätet ca 40 % av det kompletta nätet, vilket gör att systemet bör kunna ge svar på de på det praktiska kapacitetsfrågetecknet med spårtaxi.

Fördelen med detta system är att båda näten angör centrum och resecentrum, vilket skapar möjlighet för goda och smidiga byten. Nackdelen med syste-

met är att det förväntas genererar en del byten då spårtaxinätet i första hand täcker arbetsplatser/studieplatser (frånsett Norby/Gottsunda), medan det traditionella kollektivtrafiknätet främst täcker bostadsområden (frånsett centrum). Den stora nackdelen i detta system är området Sävja/Bergsbrunna, som blir en satellit i spårtaxinätet och som blir svår att på ett effektivt sätt försörja med traditionell kollektivtrafik.

Spårtaxinät öst

Ett alternativ för kombinerat system är att all kollektivtrafik öster om järnvägen utförs med spårtaxi, medan all kollektivtrafik väster om järnvägen utförs med stombuss/stårväg. Fördelen med denna lösning är vi därmed undviker kostsamma korsningar av spårväg/spårtaxi och järnväg. Nackdelen är, liksom för övriga kombinerade system att det genererar en stor andel byten, särskilt då spårtaxinätet inte angör centrum.

Spårtaxinät syd

Ett alternativ av kombinerat system med en större andel spårtaxitrafik är ”spårtaxinät syd”. I detta kombinerade system har spårtaxinätet i Boländerna utvidgats till Årsta, Kungsängen, Ulleråker/Ultuna och Sävja/Bergsbrunna. Vi har här valt att inkludera Sävja/Bergsbrunna i spårtaxisystemet istället för Norby/Gottsunda, eftersom Sävja/Bergsbrunna är perifer och svår att försörja med traditionell kollektivtrafik. I detta kombinerade system kommer traditionell kollektivtrafik försörja Gränby, G:a Uppsala, Tuna backar, Luthagen, Stenhagen och Norby/Gottsunda.

Detta system ger också intressanta tvärförbindelser i området men kräver omställningar i stomlinjenätet. En annan fördel med ett sådant system är att båda näten angör centrum och resecentrum, vilket skapar möjlighet för goda och smidiga byten. Nackdelen med ett sådant system är att det förväntas genererar en del byten då spårtaxinätet i första hand täcker arbetsplatser/studieplatser (frånsett Sävja/Bergsbrunna), medan det traditionella kollektivtrafiknätet främst täcker bostadsområden (frånsett centrum).

Att tänka på

Ett viktigt argument för varför kombinerade system i realiteten inte alltid är så lyckosamma är de merkostnader det medför att driva, underhålla och investera i olika typer av system. Det behövs i flera fall dubbla uppsättningar av bl a depåer och verkstäder, samtidigt som inköpspartier vad gäller fordon och infrastruktur blir mindre, etc. Samtidigt behövs specialistkompetens inom fler områden.

Ett annat argument mot kombinerade system är det stora antalet byten ett sådant system genererar. Byten som enligt studier kraftigt reducerar attraktiviteten i ett system. Bytestid upplevs av resenären som betydligt mer besvärlig än motsvarande längre restid. Vanligtvis kan resenären acceptera ett byta även om en resa helt utan byten är att föredra. Däremot minskar attraktiviteten drastiskt om resenären tvingas till två byten eller fler.

6. Konsekvensanalys

Konsekvensanalysen beskriver mera översiktligt effekter av de studerade alternativen till kollektivtrafik i Uppsala. Konsekvensanalysen belyser bl a; stadsutveckling, viktiga bytespunkter, gatans utrymme och stadsbild, varutransporter, miljöaspekter och risker.

6.1 Stadsutveckling

Tidigare generationers stadsutveckling

En utvärdering av studiens tre trafikeringsalternativ är beroende av två viktiga aspekter: dels de befintliga stadsdelarnas bebyggelsemönster och täthet, dels på vad som bedöms vara framtida hållbara utbyggnadsmönster. Dagens stadsmönster är i hög grad ett resultat av bilismens stora inverkan på det som dessförinnan hade varit en stationsort på uppsalaslätten. Omvänt kan man förvänta att framtida bebyggelsemönster kan eller borde påverkas av de färdmedel som då finns att tillgå.

1900-talets stadsbyggande har fått sin utspridda form av bilismen och den känsla av alltings åtkomlighet som bilen ger - åtminstone för bilister och bil-synta planerare. Dilemmat att större utspridning ger allt lägre åtkomlighet för äldre, för dem utan bil, och för ungdomar har uppmärksammats, men ändå inte omsatts i några tydliga alternativa planmönster. Köpenhamns berömda fingerplan omnämns ofta som förebild, men de flesta städer i Sverige och inter-nationellt, kännetecknas ändå av planer med utspridda ”bubblor” med zonerat innehåll; bostäder här, arbetsplatser där, handel i stormarknader, undervisning i universitetsområden, företag i företagsparker – allt mer av stadens rika innehåll har under 1900-talet placerats i enklaver, lätt nåbara med bil, men mer bekymmersamma för kollektivtrafikbolagen. Effekten på näringsidkandet har tyvärr också visat sig skaldrivande: de små aktörerna klarar sig sämre i ensartade miljöer. En restaurang i en företagspark har bara lunchkunder, i en blandad miljö kan den också ha kvällsanvändning.

De flesta översiktsplanerna och partiprogrammen visar medvetenhet om nackdelarna med detta byggande i enklaver, både för att de är så ensidiga i sitt innehåll och för att de är så utspridda. Men ambitiösa skrivningar om levande stadsliv och mindre resande har stannat på papperet. Skälen kan vara flera:

- Markanvisningar enligt gängse praxis
- Bilismens fortsatta suggestion om den stora friheten
- Brist på klara exempel på hållbar stadsplanering

- Deloptimeringar, ”de små stegens tyranni”
- Kommunal nerdragning av egen planering och planberedskap
- Kunskap hos stadsbyggande planerare
- Kunskap hos byggbolagen

Det tre trafikslagen konkurrerar alla med bilism, cyklism och gående. I Uppsalas befintliga stadsdelar har människor gjort sin val av färdmedel och utvecklat en praxis för sina resemönster. Nya färdmedel kommer att ge förändringar i dessa resemönster men också impulser till nya stadsmönster. Dessa impulser kommer att bygga på de nya färdmedlens praktiska prestanda men i hög grad också på psykologiska egenskaper. Vi berör detta under begreppet ”instrumenteffekter”.

Uppsalas beslut att studera effekten av systemval gör det möjligt, och nödvändigt, att samtidigt göra en medveten analys av framtida utbyggnads-mönster för staden, och för stadens relation till sitt omland. I den här studien gör vi en förenkling till två huvudprinciper: mer ”bubbelplanering” alternativt en utveckling med mer ”kollektivtrafikbaserade planmönster” av typer fingerplanen i Köpenhamn, etc.

Stombuss - stombussystem

Stombussystem kan antas innebära få förändringar av rådande stadsbyggnadspraxis och tendenser, det vill säga: bilens kulturella övertag kommer att ge mycket av fortsatt bubbelplanering. Stombussnätets stabilitet kan möjligen påverka framtida lokaliseringar till starkare bebyggelsestråk, men bussalternativ har hittills visat sig ha svårt att åstadkomma stora skiften i planeringens praxis.

Stombussystem kan med god marknadsföring påverka den ”mentala kartan” av kollektivtrafiken, en faktor av vikt för många resenärers beteende och färdmedelsval.

Stombussens flexibilitet, jämfört med spårvagnens, är både dess styrka och svaghet. Osäkerhet om linjers och hållplatsers beständighet sänker ”besluts-tryggheten” hos investerare.

Stombussystem kan ges kapacitet att ta med cyklar och ger därmed en kombilösning som bra alternativ till bilen.

Valda linjedragningar kan omprövas utan större investeringar. Stombusslinjer kan med fördel utgöra förstadiet till spårvagnslinjer. Ett stombussystem med god turtäthet och rymliga bussar kan i bästa fall påverka beslutsfattare och investerare att lokalisera nytt byggande i stråk, dels som förtätningar, dels som utväxter i fingerplaneringens anda. Därmed skulle stadens reskvot kunna förbättras.



Figur 6.1 Blåbussar på stombusslinje 2, Skeppsbron, Stockholm (Foto: Karl Kottenhoff)

Spårväg - spårvägssystem

Ett spårvägsnät baserat på en inkörningsperiod av stombussystem ger en god bas för beslut om tåliga och effektiva linjedragningar. Spårvägssystem har större kapacitet att fungera väl ihop med cyklister och gående, och kan framförallt ge impulser till mer hållbara mönster för den framtida bebyggelsen. Beslutslandskapet för investerare blir tryggare både för offentliga och privata aktörer. Impulser till att blanda in ny bebyggelse in emellan existerande bebyggelse kan ge en bättre mix av blandstad. Och därmed dra ner resandebehovet inom staden – alternativt hålla igen pågående resandeökning.

Spårvagnslinjer kan dras på olika sätt. Snabbheten brukar ges stor vikt. Ett snabbt spårvägsnät kräver en stor andel separerade banor, gångtunnlar och inhägnader. Och omvänt: ett linjenät integrerat i gatunätet ger lägre snitthastigheter, men å andra sidan ett färdmedel i ”urban mix”. Den lägre hastigheten beskrivs ibland som en nackdel – men bör nog snarare ses som en kvalitet. Spårvagnen ökar den urbana upplevelsen. Den uppmuntrar till en mer blandad stad – vilket nog får anses vara själva essensen i ett gott och hållbart stadsbyggande. Den kan nyttjas just för att markera ett skifte bort från bilkulturens snabba, ensartade och upplösta förortsmönster fram till det stadsliv vi ser framför oss när vi i visionerna pratar om stadsliv och ett mer urbant leverne.

Spårvagnen kommer, om den introduceras, med stor sannolikhet uppfordra till att ny bebyggelse förläggs i mer ”effektiva” bebyggelsestråk än vad vi sett i 1900-talets bilinriktade planering. Detta tänkande i stråk är bra inte bara för kollektivtrafikens rationalitet, utan också för grönstrukturens gröna korridorer. En tendens till ”fingerplaner” är ekologiskt intressant i många avseenden: möjligheten till egenodlande längs grönkorridorerna, närheten till rekreativa stråk, mer djurliv, möjligheter till enkla LOD-system – det är en mängd faktorer som gynnas.

Spårvagnslinjer som tvärlinjer genom gröna korridorer kan lättare integreras i grönskan – lättare än i motsvarande tvärgående asfalterade system för bus-

sar och bilar. Även om en spårinje genom grönt landskap vid en första anblick kan kännas ”ineffektiv”, är erfarenheten t ex av Stockholms tvärspår-väg mycket övertygande. Hållplatser intill grönområden är också en viktig kvalitet för de utan bil.



Figur 6.2 Spårväg i stads kärna

Spårtaxi - spårtaxisystem

Spårtaxisystem av den lättare och nättare typ, som t ex Beamways vill introducera, innebär en ny generation av de äldre tyngre monorail-systemen. De nättare måtten gör det smidigare att integrera spårtaxi, visuellt och funktionellt i befintlig bebyggelse.

Vid en första anblick framstår trots allt spårtaxins stolpar och balkar 7 m uppe i lufrummet som en svårighet. Färgsättning och trimning av designen kan minska effekterna. Effekterna av spårtaxin bör i rättvisans namn jämföras med den samlade effekt som bilsamhället haft och fortfarande har i våra städer; gator kantade av bilar som upptar en massa kvadratmetrar, hela kvarter bortrivna för P-utor, stora otrygga P-hus, en massa oljud, en större skala på gatubredder och skyltar, längre och längre avstånd mellan start- och målpunkter, en mängd slösad tid bakom ratten i bilköer och vid rödljus och den triviala uppgiften att framföra ett ton plåt som sen tar stor plats var den än ställs. Spårtaxins visuella inverkan bör vägas mot allt detta.

Stadsbyggande och husutformning kommer att kunna mildra de visuella verkningarna – i befintlig såväl som ny bebyggelse. Speciella hustyper eller detaljer som infogar hållplatsernas perronger, hissar och trappor kan förutses. En mängd tidigare bilytor kan bli kompenserande grönytor och förses med träd som mjuk inramning till och ”maskering” av spårtaxins tekniska attiraljer.

I nybebyggelse kan man utifrån de preliminära skisserna förutse mönster som både härbärgerar perronger upp på 5-meters nivån och nere på marken. I äldre bebyggelse kommer inpassningen att kräva en del svårare avvägningar. Känsliga miljöer som stadens stora torg kan behöva servas med stationer och linjedragningar i närmaste kvarter. Denna utredning visar effekten av

båda strategierna, både som genomgående linje över Stora Torget och som en ficklösning på Vaksalagatan.



Figur 6.3 Illustration av spårtaxitation som angör Stora Torg genom ficklösning på Vaksalagatan



Figur 6.4 Illustration av spårtaxistation som angör Stora Torg genom ficklösning på Vaksalagatan. På- och avstigning sker via andra våningen i huset på höger sida.

I Figur 6.3 och Figur 6.4 visas illustration av en spårtaxistation på Vaksalagatan. Då Vaksalagatan endast är 6 meter bred kan spårtaxibanans utrymme minskas genom att använda bågar istället för stolpar. Med bågar avses en stolpe längs husväggen på var sida av gatan (i innerkanten av trottoaren) tillsammans med en överliggare ovanför spårnivå. Dessa stolpar blir betydligt smalare än "enkelstolparna" och stjälar därav mindre från gatan. Att fästa överliggaren i husväggarna är också en möjlig lösning men kräver god hållfasthet i husen.

Spårtaxisystemet är till sin karaktär något mer ägnat att ge yttäckande bebyggelsemönster – åtminstone jämfört med spårvagnssystem. Men även för detta spårtaxisystem gäller att bebyggelse längs stomlinjer ger effektivare utnyttjande av bansystemets stambanor.

Spårtaxisystemet är framtaget för att matcha och till och med slå biltrafikens prestanda vad gäller snabba och gena förbindelser. Den snabbheten i spårtaxisystemet kan tyvärr också leda till att incitament till bättre funktionsblandning av befintliga och nya stadsdelar minskar - ”det går ju så fort att förflytta sig”. Och dessutom ”fungerar ju systemet för körkortslösa, för barn, och för äldre”. Det sista är intressanta fördelar - men spårtaxisystemet kan

alltså just på grund av sin snabbhet, göra det svårt att åstadkomma de mixade stadsdelar som vi vill ha av andra skäl: de ekologiska och urbanistiska.

Den här instrumenteffekten är omdebatterad. Med spårtaxisystem utjämnas tillgängligheten över staden. Stadscentrum och vissa andra noder får därmed lägre relativ tillgänglighet än med buss- och spårvägssystem, vilket i sin tur borde underlätta för besöksfunktioner att lokalisera sig även till andra stationer ute i stadens bebyggelse. Att så sker kräver dock troligen en mer medveten planering än den som presterats sen bilismen gav oss en liknande ökning av rörligheten och tillgängligheten. Om rörligheten hos kunder och avnämare ökar, torde effekten av klustertänkande och billig mark fortsätta väga tyngre än medvetenheten om värdet i blandad stad.

Å andra sidan: spårtaxisystem av den typ Beamways förordar är småskaligt. Det systemet är inte som tidigare monorailsystem ett masstransportsystem för stora anläggningar med hög andel besökare, exempelvis stora arenor. Spårtaxisystem har också kapacitetstak som gör att de fungerar bäst i funktionsblandade stadsdelar.

Sammanfattningsvis blir bedömningen i denna utredning att spårvagnssystem ger mer incitament till urban och yteffektiv utveckling än spårtaxi- och stombussystemen.

Spårtaxisystem har kapacitet att ta med cyklar och utgör därmed en kombilösning som bra alternativ till bilen.

6.2 Bytespunkter, hållplatser och stationer

En god bytespunkt

Bytespunkter ska i sin utformning vara trygga, erbjuda möjligheten till Park+Ride (attraktiva pendelparkeringar), vara lättillgängliga med cykel och ha en tydlig utformning. En bytespunkt (om det nu handlar om en station eller byte mellan buss och buss) ska därmed inte enbart vara en plats för det kollektiva resandeutbytet utan den ska främja intermodala resor, alltså resor som företas med fler än ett färdmedel. En bra bytespunkt kännetecknas av närheten mellan de olika transportsätten, lättillgänglig information (tydlig vägvisning och anvisning samt trafikinformation, helst i digital i realtid), omgivningen (det borde vara möjligt att nå arbetsplatser och bostäder från bytespunkten) och bytespunktens skick (hel och ren) samt dess utrustning och service (t.ex. användbarhet, möjlighet till biljettköp). Samverkan mellan trafiklagen är A och O vilket framförallt gäller de kollektiva förbindelserna (det innebär även en tidtabellsavstämning om turtätheten på minst en linje är för dålig).

Enligt PIRATE, ett EU-projekt om attraktiva bytespunkter och hållplatser som genomfördes 1998/99, kan vi studera bytespunkter ur fyra perspektiv:

- Anslutande färdmedel
- Stationen och omgivningen

- Utrustning och service
- Information

Anslutande färdmedel kan uppdelas i anslutningsresor som görs till fots (walk&ride), med cykel (bike&ride), med bil (park&ride) eller med kollektivtrafik (ride&ride). Stationen och omgivningen avser stationens lokalisering i samhället och entréerna. Utrustning och service handlar om vilka servicefaciliteter (toaletter, biljettautomater, bemannad service m.m.) som finns vid respektive bytespunkt. Information avser naturligtvis informationsförmedlingen till resenärerna som trafiksituation, tiden, reseinformation, omgivningen m.m.

En bra bytespunkt utmärker sig inom dessa fyra områden medan mindre bra bytespunkter kan utvecklas i dessa områden och planerade bytespunkter kan planeras med hjälp av dessa fyra områden.

Anslutande färdmedel

En bytespunkt angörs av olika färd sätt för en vidare resa med ett kollektivt färdmedel. Dessa är andra kollektiva kommunikationer, gång, cykel eller bil. Framförallt vid byten mellan kollektivtrafik och kollektivtrafik är samverkan mellan linjerna eller transportslagen viktiga. Byten ska vara så smidiga som möjligt för att minska resenärens uppoffring i form av väntetid så gott det går. Bytestiden ska då vara så beräknad att bytet är tillförlitligt det vill säga att bytestiden inte för kort samtidigt får den inte heller för eftersom man då återigen har väntetid som egentligen försöks att eliminera. Närhet mellan de angörande kollektiva färd sätt blir naturligtvis till en viktig punkt i sammanhanget.

Omstigningen från kollektivtrafik till gång och cykel är mycket attraktiv eftersom man kan komma lagom till avgångstiden och man kan ta sig i väg så fort man har stigit av. Anslutningsresan blir då kort och samtidigt billig och enkel.

Stationen och omgivningen

En bytespunkt (eller station) och dess omgivning bidrar till kollektivtrafikens attraktivitet. Dess design, tillgängliga utformning och bekvämlighet spelar därför en viktig roll. En bytespunkt ska vara estetisk tilltalande och dess utrustning ska vara anpassad till de svagaste resenärerna. Detta innebär att inga barriärer som kantstenar ska finnas, att det finns taktila stråk och taktila informationstavlor m.m.

Resenärerna ska också känna sig trygga och säkra vid alla tidpunkter på dygnet. Hållplatser, bytespunkter och stationer ska därför präglas av öppenhet, synbarhet, god belysning även i enkla väderskydd och god tillgång till information. Som en trygghetsfaktor kan även räknas skötsel av hållplatser. En ren och pryddlig hållplats är mer attraktiv och känns mer trygg än en med dålig underhåll. Bemanning är också en trygghetsfaktor som vid mindre bytespunkter kan saknas och därför kameraövervakning och vaktjänster blir nödvändiga.

Utrustning och service

Service kan å ena sidan vara direkt kopplad till kollektivtrafikens tjänster och å andra sidan kan det här handla om service i form av exempelvis butiker. Det är en fördel för resenärerna om vardagliga ärenden kan göras vid ett byte. Även för affärerna är det fördelsaktigt när deras kunder ändå går förbi och därigenom kan locka med erbjudanden eller dylikt utan att stora investeringar i parkeringsplatser måste göras. Service angående själva kollektivtrafiken (biljetter, information m.m.) ska kunna erbjudas antingen i form av bemannad service och/eller i form av automater. Att inhandla färdbevis eller få information om kollektivtrafiken ska kunna erbjudas på en bra bytespunkt.

Samhällsservice som dagis eller även vårdcentraler kan placeras så att t.ex. barnen kan lämnas på dagis på vägen till bytespunkten. Detta ger möjlighet till en fungerande vardag med kollektivt resande som stomme.

Information

I den mest centrala och naturliga mötespunkten på bytespunkten bör en tydlig informationsknutpunkt finnas med samlad resenärsinformation i alla kanaler. Redan vid ankomsten bör resenärer som inte känner till hållplatsen särskilt väl, snabbt ledas till informationsknutpunkten.

Information bör som minimum omfatta tydlig linjenätskarta med viktiga målpunkter, hållplatsnamn och vilka linjer som angör respektive stolpe samt avgångstider, helst digital realtidsinformation. Anslagstidtabell bör alltid finnas, om inte annat som komplement om den digitala informationen skulle vara ur funktion. Informationen bör kompletteras med lämpligt linjeval och avstigningshållplats för frekventa målpunkter i staden.

Spårtaxi

Resecentrum

En av de grundläggande fördelarna med spårtaxi är att man inte behöver byta fordon under resan. Dock kommer det alltid att finnas behov av att byta till och från andra trafikslag. Ett problem med spårtaxi är att det är svårt att konstruera små stationer med extremt hög kapacitet. I Uppsala har man därmed ett problem, då vissa pendeltåg från Stockholm medför väldigt många passagerare som byter vid resecentrum.

I det föreslagna spårtaxinätet löses detta genom att ge dessa resenärer flera alternativa spårtaxistationer att välja på, samtidigt som ingen av dessa ligger mycket närmare än någon annan. Redan i det första projektet, Boländerna, finns det två stationer vid Resecentrum, en vid undergången i södra änden av perrongerna och en framför stationshuset. Med ett fullt utbyggt spårtaxinät behöver detta kompletteras med ytterligare minst en station på östra sidan av gångtunneln under järnvägsspåren. Vi har även lagt in en station närmare stadshuset med tanke på regionbussarnas hållplatser där. I simuleringarna ser man att den hamnar för långt från perrongerna för att attrahera någon större andel av dem som kommer med tåget. Det skulle vara önskvärt att tillföra ytterligare någon station närmare mitten av tågen, men det skulle då kräva en extra tunnel under perrongerna eller en tvärgående brygga över per-

rongerna och en spårtaxistation längs denna. För att hantera trafiken som dessa spårtaxistationer genererar omgärdas Resecentrum av spårtaxibanor på Kungsgatan, Vaksalagatan, Väderkvarnsgatan och Strandbodgatan. Ut från denna ring går inte mindre än sex dubbelriktade spårtaxilinjer vilket gör det enkelt för spårtaxin att ta sig ut åt valfritt håll från området vid Resecentrum. Simuleringarna visar att detta system av stationer och banor hanterar pendeltågstrafik på 3 000 inkommande och 3 000 avgående passagerare under maxtimmen⁵.

Andra bytespunkter av vikt

Förutom Resecentrum finns det ett antal logiska punkter där spårtaxi och regionbussar/tåg möts. Ingen av dessa ställer särskilt höga krav på kapacitet utan en spårtaxistation med i storleksordningen 10 vagnsplatser räcker väl till. De platser där vi förutser att sådana omstigningar kommer att ske är vid Gränby, Stenhagen, Boländerna, G:a Uppsala, Librobäck och Bergsbrunna. Möjligen också den sydligaste hållplatsen i Sunnersta, eftersom det för de allra flesta kommer att vara mer fördelaktigt att byta från regionbuss till spårtaxi så fort det ges möjligheter att låta regionbussarna vända vid respektive anföringspunkt. Detta skulle spara mycket pengar i form av färre regionbussar i trafik och dessutom minska busstrafiken i centrum.

Gränby, Stenhagen och IKEA utgör viktiga handelsområden vilket gör att de lite större stationerna som krävs för bytespunkterna kommer att göra nytta även vid andra tider än pendlingstopparna. Vid dessa platser är det också lämpligt att anlägga pendlarparkeringar. Vi tror att pendlarparkeringar kan bli attraktivt för bilister i och med att den totala restiden kan bli likvärdig med att ta bilen hela vägen, samtidigt som man får en billigare parkering och spar pengar i form av minskad bilkostnad. Pendlarparkeringar kunde också vara lämpligt vid andra infartsvägar, t ex vid Ärna brandstation. Med små förlängningar av spårtaxinätet kan man även skapa parkeringar vid norra änden av Gamla Uppsala och Sydspetsen av Sunnersta. Eftersom det är fördelaktigt att minimera bilresandet, dvs lägga pendlarparkeringarna så långt ut som möjligt, kan det även vara vettigt att flytta ut parkeringen från IKEA närmare E4 så fort det av andra skäl är vettigt att bygga spårtaxi ända ut i de östra delarna av Fyrislund.

Park-and-Ride

I detta arbete har vi inte haft möjlighet att estimerat pendlarparkeringarnas storlek. Det kommer dock att finnas gott om tid att utvärdera och justera dessa under utbyggnadsperioden. Med max gångavstånd på 100 meter från parkeringsplats till hållplats kan varje spårtaxihållplats betjäna över 1000 parkeringsplatser vilket torde vara tillräckligt i samtliga fall för Uppsalas del. Tack vare spårtaxins upphöjda spår kan man placera hållplatsen mest optimalt, dvs. mitt i parkeringsområdet. I de fall pendlarparkeringen anläggs vid en handelsplats kan det vara lämpligt att lägga en spårtaxihållplats i motsatt ände av parkeringen mot handelscentrets entré. Detta gör att de parkeringsplatser som är minst attraktiva för handel blir mest attraktiva för pendlingsparkering.

⁵ Detta motsvarar den förutspådda ökningen av tågpendling som fanns i förutsättningarna.

Bike-and-Ride

Det finns också intressanta kombinationsmöjligheter mellan cykel och spår-taxi. Alla spår-taxistationer som ligger nära otäckta områden kommer att dra till sig många cyklister som byter till spår-taxi. I Uppsalas fall gäller detta t ex hållplatserna i södra Årsta och i Sunnersta. Det är förstås viktigt att dimensionera cykelparkeringar lämpligt vid dessa hållplatser.

En annan intressant effekt uppstår också om man kan ta med cykeln ombord på spår-taxin. Med en sådan möjlighet kan man öka täckningen av nätet väsentligt för dem som inte har bekvämt gångavstånd i någon ände av sin resa. Man får också ett högre blandresande tack vare att man kan ta med en cykel som man inte vågar lämna vid en hållplats pga. stöldrisken. Denna möjlighet indikerar att en annan utbyggnadsordning än den sektorvisa kan vara intressant. Om man bygger några glesa armar först så kommer många möjligheter till kombinationer cykel/spår-taxi att uppstå. Ett sådant alternativ skulle kunna vara värt att studera närmare.

Traditionell kollektivtrafik

Resecentrum

Den viktigaste bytespunkten är resecentrum. Då alla stomlinjer, två kompletteringslinjer och regionbussarna passerar resecentrum/stadshuset möjliggörs smidiga byten till alla områden i staden.

Resecentrum möjliggör byten i alla riktningar i staden och även utanför staden, och detta kräver utrymme. Att skapa tillräckligt utrymme för kollektivtrafiken vid resecentrum går utan att göra intrång på bilens bekostnad (vilket i och för sig är ett krav för att uppnå de förändringar som vill uppnås).

I praktiken innebär detta att bilangöringen till stationen flyttas till stationsgatan så att Kungsgatan mellan St. Persgatan och Strandbogatan kan avstängas på vissa tider av dygnet. Detta är en nödvändighet för att nå en acceptabel trafiksäkerhetsnivå och att målet om minskande bilresor kan uppnås.

Vid resecentrum föreslås en dubbelhållplats, där regionbussarna och de vändande kompletteringslinjerna använder sig av utrymmet på Olof Palmes plats medan linjerna mot Sävja och Ultuna använder sig av hållplatssträckor längs Kungsgatan. De återstående tre stomlinjerna använder sig av hållplatslägen på Vaksalagatan i anslutning till Kungsgatan, Gottsunda-Stenhagenlinjen vid Tingshuset och de resterande linjerna på Stadshusetsidan. Detta innebär att området blir navet för kollektivtrafiken med i snitt en avgång per minut i stadstrafiken. Vi anser att en dubbelhållplats ger kortare restider då att alla linjer inte måste ta omvägen via Olof Palmes plats, vilket väger upp de längre gångavstånden som lösningen ger..

Bytespunkter mellan stadstrafik och regiontrafik

Inom Uppsala tätort diskuteras fyra nya pendeltågsstationer. De diskuterade stationerna är Sävja/Bergsbrunna, G:a Uppsala, Librobäck och Stenhagen. Enligt vår bedömning är stationen i Stenhagen mest osäker till år 2030 då denna stationsetablering skulle förutsätta byggandet av Enköpingsbanan. Dessa stationer har tagits hänsyn till i linjenätsplaneringen och endast enkla-

re förändringar behövs för att ansluta stadstrafiken till stationerna. I Bergsbrunna krävs en linjeförlängning till stationen vilket borde tas hänsyn till i den fysiska planeringen vid utbyggnaden av stadsdelen Bergsbrunna.

För att undvika onödiga resor till resecentrum är det av fördel att anlägga bytespunkter med pendelparkeringar (för att även möjliggöra för park-and-ride) där regionaltrafiken angör tätorten. På så vis kan resenären på regionbussen, via byte till framförallt kompletteringslinjer, få gena förbindelser direkt till målpunkten utan att behöva åka via resecentrum. Regiontrafiken kan även på sin väg till, men även från resecentrum tänkas göra uppehåll vid större målpunkter såsom sjukhuset och större arbetsplatser för att öka turtätheten till/från dessa platser ytterligare. Enhetliga och samordnade taxesytem är förutsättningar för att detta skall fungera.

Sammanlagd finns 8 intressanta bytespunkter varifrån stadslinjenätet kan ta över en del av finfördelningen. Dessa punkter är (se även Figur 6.5):

- Stenhagen, Enköpingsvägen
- Libroäck
- Svartbäcken, Torbjörnstorget
- G:a Uppsala, Groaplan
- Gränby, Köpcentrum, rondellen
- Boländerna, korsning Kungsängsleden/Rapsgatan
- Sunnersta, korsning D. Hammarskjölds väg/Granebergsvägen
- Gottsunda, korsning Vårdsätravägen/H. Alfvéns väg

Dagens linjerna 110 och 111 har regional karaktär fast de bara trafikerar inom Uppsala kommun. Dessa linjer kan därför behandlas liknande som reseterande regionalbussar vad gäller bytespunkternas funktion men även angående stöd till stomlinjenätet.

Bytespunkterna kopplar därigenom regionaltrafiken till stadstrafiken och tvärtom vilket ger en bra finfördelning inom Uppsala (inte alla resenärer i regionaltrafiken behöver åka över resecentrum) och regionaltrafiken ger ytterligare resmöjligheter inom tätorten (exempelvis Gottsunda – Sjukhuset).



Figur 6.5 Möjliga bytespunkter mellan stads- och regionbussar (regionbussar inritade i ljus grönt)

Bytespunkter inom stadstrafiken

Byten sker naturligtvis inte enbart mellan regional- och stadstrafik utan även inom stadsnätet. Den viktigaste punkten för sådana befinner sig i området resecentrum/stadshuset. Alla stomlinjer passerar detta område vilket möjliggör smidiga byten till alla områden i staden. En andra viktig punkt med många bytesalternativ är Vaksalatorg. Perifera bytesmöjligheter i stomlinjenätet hittas i korsningen Luthagesplanaden/Kyrkogårdsgatan och vid polishuset.

För byten mellan stomlinjer och kompletteringslinjer är vissa mer perifera områden som anses intressanta för att möjliggöra tvärgående resor utan att stadens centrum behöver passeras. Dessa hållplatser ligger vid:

- Täljstensvägen
- Gottsunda centrum
- Gränby centrum
- Fyrislundsgatan i höjd med Näckrosgatan

Vid samtliga större hållplatser och stationer är det viktigt att det finns god tillgång till ramlåsbara cykelställ, som gärna även är försedda med tak. Detta för att cyklister på ett säkert och tryggt sätt kan lämna sin cykel för att åka vidare med buss eller spårväg. Många städer har uppmärksammat potentialen med intermodala resor med cykel och kollektivtrafik och därför arbetat amitiöst med utformning av cykelparkering i anslutning till kollektivtrafik-hållplatser och stationer.

6.3 Gatans utrymme

Prioritering av olika trafikslag

I en första anblick kan det se ut som ännu ett trafikeringsystem som kommer att kräva än mer yta. Men generellt gäller att alla kollektivtrafiksystem minskar det samlade ytbehovet jämfört med bilismens effekter. Sett över en längre tid kommer en växande bilism, och den växer alltjämt, att ge den effekt som vi ser i många andra av våra städer och framför allt i billandet USA.

För att effektivare utnyttja gatans utrymme är det därför oundvikligt att satsa på en attraktiv kollektivtrafik. Uppsala kommun planerar för en kraftfull befolkningstillväxt vilket resulterar i ett ökat resande. Detta ökade resandet måste hanteras på ett hållbart sätt för att bibehålla en attraktiv stadsmiljö då olika trafikslag ska samsas på en begränsad yta.

I första hand ska gång- och cykeltrafiken prioriteras och stadens skull i första hand planeras efter fotgängares och cyklisters behov. I andra hand skall kollektivtrafiken prioriteras.

Åtgärder för minskad biltrafik i staden

För att effektmålen ska uppnås måste biltrafiken minska. Detta görs genom satsning på Mobility Management-åtgärder. Målet med åtgärderna är att biltrafiken i Uppsala inte växer som den har gjort hittills. Inledningsvis behövs en minskning av biltrafiken till och från Uppsalas centrum. Trots åtgärder riskerar den totala trafiken i framtiden att vara större än idag pga befolkningsökningen. Konkret kan detta innebära:

- Riktlinjer för parkering i hela kommunen som bland annat kan innebära parkeringsrestriktioner, ökade parkeringsavgifter etc.
- Att arbeta med företags resor för att påverka val av färdväg, i första hand för tjänsteresor men även de anställdas resor till och från arbetet.
- Olika åtgärder för att stimulera cyklandet.

En del av biltrafiken måste även flyttas ut från de centrala delarna för att ge plats åt kollektivtrafiken som därmed kan få en bra kvalitet och kan vara ett alternativ till bilen. Konkret innebär detta bland annat:

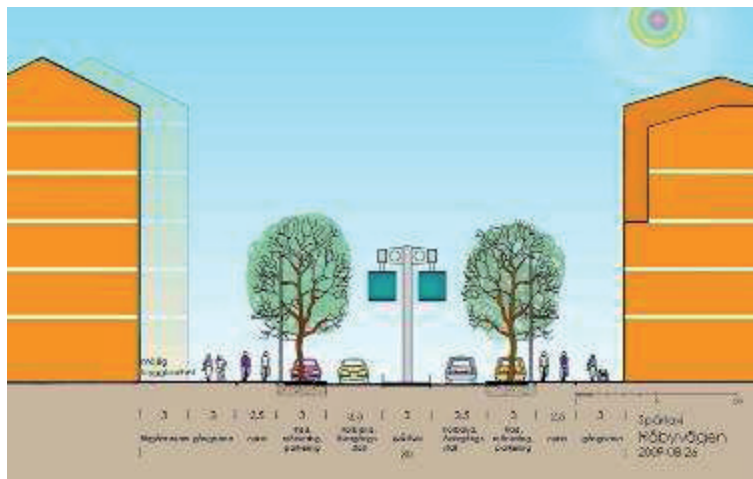
- Hastigheten för biltrafiken sänks i de centrala delarna; 50 km/h på gator i huvudnätet blir 40 km/h.
- Hastighetssänkning kompletteras med olika hastighetssänkande åtgärder för att stödja detta. I ett antal fall kan detta även ske genom att antalet körfält för bilisterna minskar. De frigjorda ytorna används till kollektivtrafikkörfält. Dessa åtgärder måste ske så att kollektivtrafiken får nytta av dem.
- Tillfarterna till de centrala delarna åtgärdas för att minska attraktiviteten för bilisterna och för att prioritera kollektivtrafiken.
- Den viktigaste korsningen för alternativet med traditionell kollektivtrafik ligger vid stadshuset. Alla linjer passerar där vilket kräver en hög prioritering av utrymmet till kollektivtrafiken. Biltrafiken på Kungsgatan mellan S:t Pers gatan och Bäverns gränd bör därför tidsregleras till kvällar och nätter. Anslutning för biltrafik till resecentrum bör istället ske via Stationsgatan. Effekten blir att kollektivtrafiken tydligt prioriteras på biltrafikens bekostnad, vilket väntas ge en snabbare kollektivtrafik och en trafiksäkrare miljö.

De stora lederna utanför de centrala delarna måste samtidigt öka sin attraktivitet för bilisterna så att de hellre tar en lite längre och snabbare väg utanför än en kortare och långsammare genom de centrala delarna.

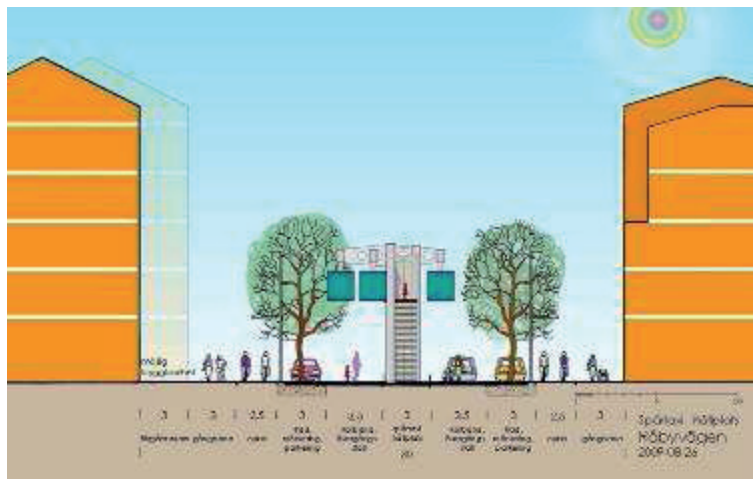
För spårtaxin är inte utrymmet det största problemet utan hur biltrafiken på ett för allmänheten acceptabelt sätt kan dämpas. Åtgärder behövs i alla fall men för spårtaxin kan dessa stöta på (ännu) mindre acceptans på grund av den mindre direkta konflikten.

Sektion och planskisser på Råbyvägen

I Figur 6.7 och Figur 6.7 visas hur spårtaxi skulle kunna passas in på Råbyvägen. Sektionerna visar även att det är möjligt att smalna av gaturummet för att skapa tätare bebyggelse.



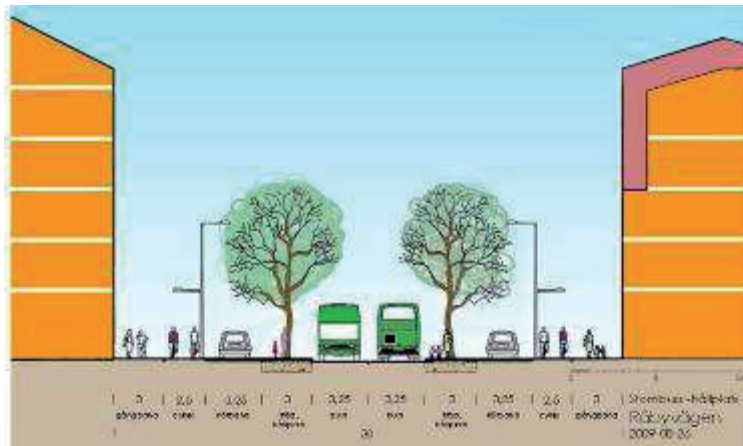
Figur 6.6 Sektion av spårtaxi på Råbyvägen utan station



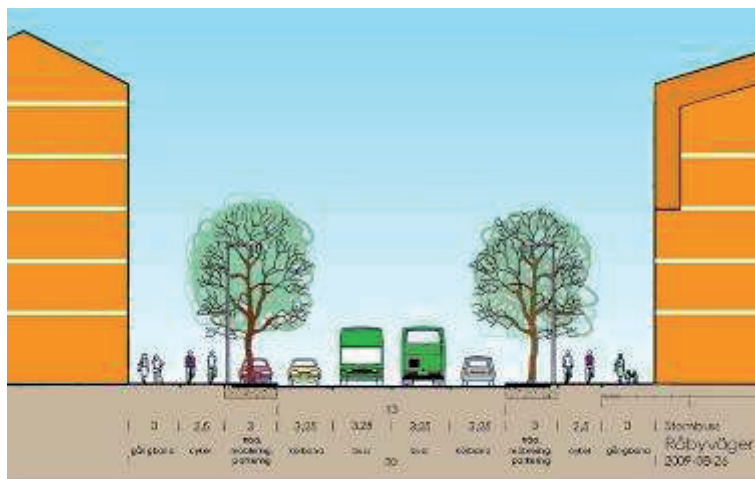
Figur 6.7 Sektion av spårtaxi på Råbyvägen med station

På Råbyvägen finns utrymme för att prioritera kollektivtrafiken på biltrafikens bekostnad. Spår- och stombuss kan exempelvis ges egna banor och körfält.

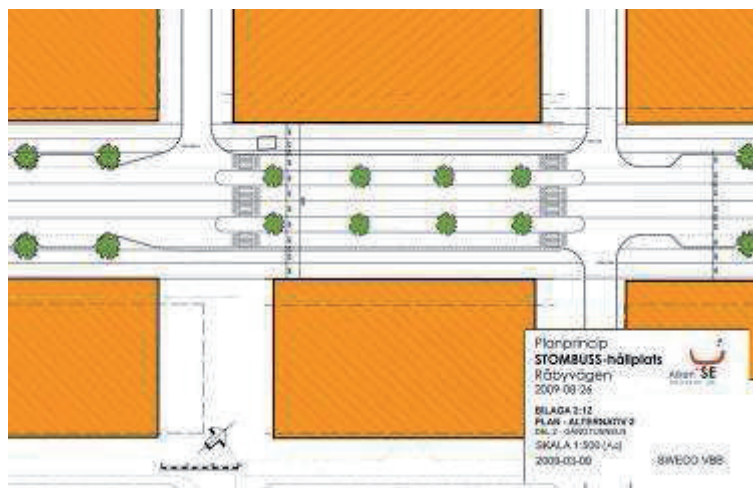
Illustrationerna av spårtaxi, spårväg och stombuss på Råbyvägen visar även hur grönska kan passas in i stadsbilden. Vid hållplatser/stationer bör kommunen arbeta med mer lågväxande grönska för att skapa goda siktförutsättningar, trygghet och säkerhet. Den öppna platsen som då skapas kan nyttjas för inrättande av mindre servicefaciliteter vilket tillsammans med genomtänkt gatumöblering inbjuder till uppehåll och skapar mötesrum i staden.



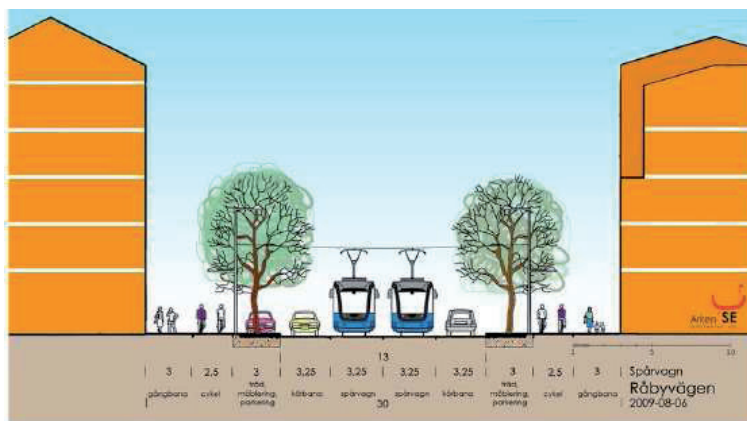
Figur 6.8 Sektion av stombuss med hållplats på Råbyvägen



Figur 6.9 Sektion av stombuss utan hållplats på Råbyvägen



Figur 6.10 Plan över hållplatsläge för stombuss på Råbyvägen



Figur 6.11 Sektioner med spårväg för Råbyvägen

Sektioner och planskisser på Norbyvägen

Norbyvägen är något mer komplicerad att åstadkomma god prioritering av traditionell kollektivtrafik på grund av det begränsade utrymmet. Separata banor för buss eller spårväg är inte möjligt utan att inkräkta på villatomter eller gång- och cykeltrafikens utrymme. Istället föreslås prioriteringsåtgärder såsom klackhållplatser och buss-slussar i korsning.

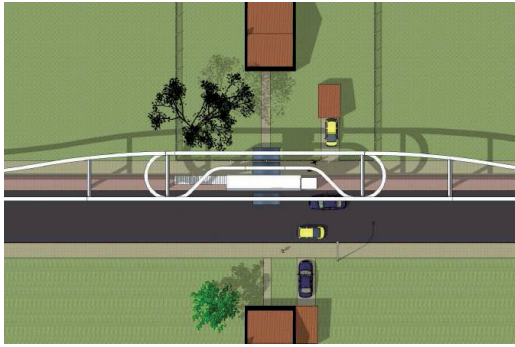
Övrig genomfartstrafik bör om möjligt ledas om till Vårdsätravägen/Dag hammarskölds väg för att minska belastningen på länken. Belastningen på länken kommer vara hög under maxtimmen i morgon- och eftermiddagsrusningen. Vid dessa tidpunkter kan tung trafik, så som gods- och varutransporter, sopbilar etc. genom tidsreglering ledas om till andra länkar.

I Figur 6.12 i visas en gatusektion över Norbyvägen och hur den kan utformas för att rymma spårtaxi, spårväg respektive stombuss. Hållplatslägena på Norbyvägen föreslås få en enklare konstruktion på grund av det begränsade utrymmet. Med ett hållplatsavstånd på minst 500 meter bör det vara tillräckligt med 1-2 hållplatser på den del av sträckan som omgärdas av bostäder på båda sidor. Om inget utrymme för hållplats kan tas från sidoområden får trottoaren nyttjas vid på- och avstigning.



Figur 6.12 Sektioner med spårtaxi (med och utan hållplats), stombuss och spårvagn för Norbyvägen

I Figur 6.13 och Figur 6.14 visas planskisser över hur spårtaxi, stombuss och spårväg kan rymmas på Norbyvägen.



Figur 6.13 Planskiss över spårtaxi på Norbyvägen



Figur 6.14 Planskiss över stombuss (vänster) och spårväg (höger) på Norbyvägen

Då Norbyvägens gatusektion endast är 13,5 meter bred kan spårtaxibanans utrymme minskas genom att använda bågar istället för stolpar. Med bågar avses stolpar längs husväggen på var sida av gatan (i innerkanten av trottoaren) tillsammans med en överliggare ovanför spårnivå. Dessa stolpar blir betydligt smalare än "enkelstolparna" och stjälar därför mindre utrymme från gatan.

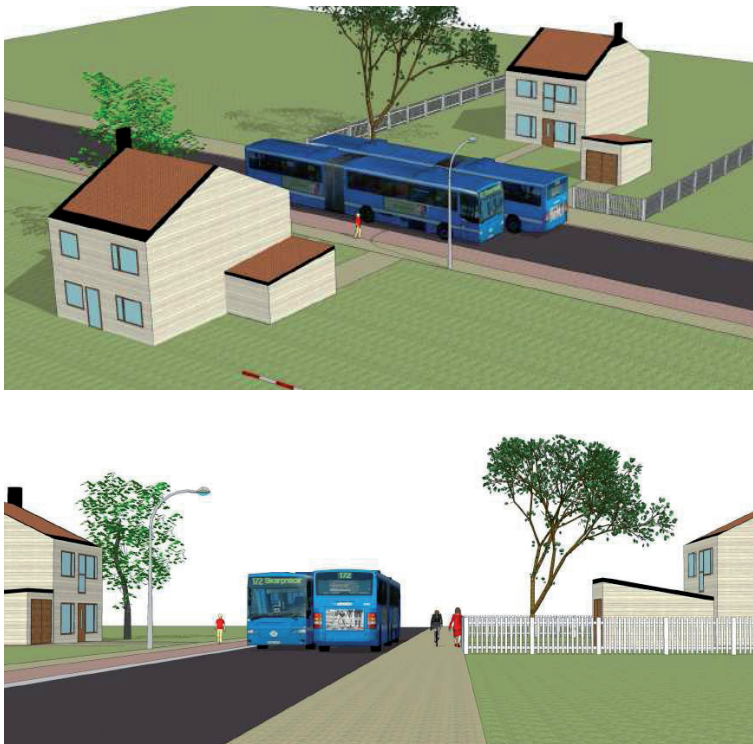
6.4 Stadsbild

Traditionell kollektivtrafik

Effekten på stadsbilden varierar stort. *Stombussystem* påverkar inte mycket, men kan genom sina markerade stationslägen ge incitament till tydligare platsbildningar. Den visuella effekten av detta beror på till stor del på andra faktorer än färdmedlet i sig självt.



Figur 6.15 Illustration av stombuss på Vaksalagatan



Figur 6.16 3D-illustration av stombuss på Norbyvägen

Spårvagnssystem kommer genom sin påverkan på lokaliseringsmönstren att ge upphov till nya platsbildningar, i bästa fall hållplatstorg av den sort som t ex uppstod vid spårvagn 12 i Bromma.

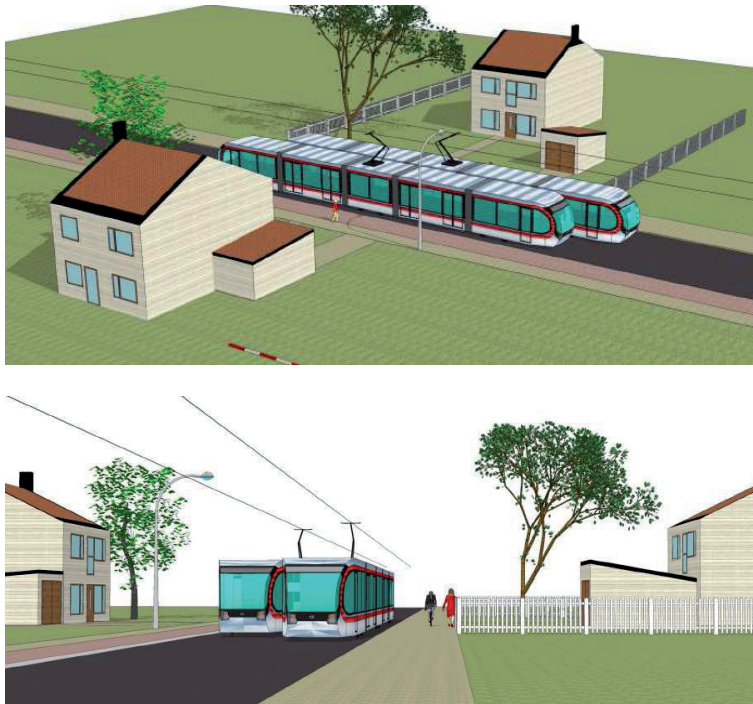
Även om traditionell kollektivtrafik i ganska liten omfattning anses störande för stadsbilden uppkommer i vissa fall betänkande kring kontaktledningar för spårvägar och trådbussar. Detta problem har uppkommit i exempelvis franska städer där man har löst problemet med till exempel eltillförseln underifrån genom de centrala delarna av staden.

Trots detta lilla förbehåll kan framförallt spårvägar men även högt prioriterad busstrafik beskrivas som ett stadsbyggnadselement. Dessa system definieras med begreppen hög kapacitet och bra tydlighet vad gäller linjesträck-

ningen på grund av infrastrukturen, gäller framförallt spårväg. Långsiktiga investeringar i högkvalitativ kollektivtrafik har en strukturerande effekt angående stadsbyggnaden eftersom den innebär en trygghet för markägare, boende och fastighetsägare. I till exempel regionplanen för Stockholm visas att spårvägsförsörjda delar av staden skapar ett större exploateringsintresse för både bostäder och företag.



Figur 6.17 Illustration av spårväg på Vaksalagatan



Figur 6.18 3D-illustration av spårväg på Norbyvägen

Den psykologiska effekten av spårvagnssystem är omvitnad. Den kan i bästa fall ge den ofta eftersökta urbana kvalitet som städer söker för att höja sin attraktivitet. Den känsla av provisorier som vidlåter många förortsmiljöer kan motas. Spårvagnssystem brukar öka benägenhet till tryggare investeringar och därmed ge grund för en rikare stadsbild.

Spårtaxi

Spårtaxisystem kommer att ge en kraftig visuell effekt. Detta är ett problem, dels när man måste passera på relativt korta avstånd från fasader på hus, och dels i historiska områden där spårtaxis modernistiska utseende inte alltid accepteras. Tolkningen av detta nya inslag kommer att bero på människors olika preferenser. Det som några kommer att tolka som tecken på modernitet och dynamik, kommer andra att se som våldsamma störningar av stadsbild och utblickar.

En lansering av spårtaxisystem kommer att kräva just detta; en medveten lansering där olika färgsättningar, design och linjedragningar övervägs i samverkan med berörda. En pedagogisk jämförelse med biltrafiksystemets effekter bör anges i tydliga vågskålar. Vinsterna i yta bör formas till trevliga tillägg som alléer eller torgbildningar. Viktiga historiska torg eller märkesbyggnader kan försörjas från närliggande gator, eller som vi illustrerat med enkelspår som ger mindre visuell påverkan.

Den enklaste lösningen på intrångsproblemet när det gäller äldre centra är förstås att undvika dem. I städer av Uppsalas storlek och mindre brukar det gå ganska bra att göra genom att dra en ring runt centrum och sedan hitta några gator inåt där det historiska intresset är mindre för att där anlägga återvändsspår med stationer som förbättrar täckningen i centrum.



Figur 6.19 Illustration av genomgående spårtaxinät på Vaksalagatan

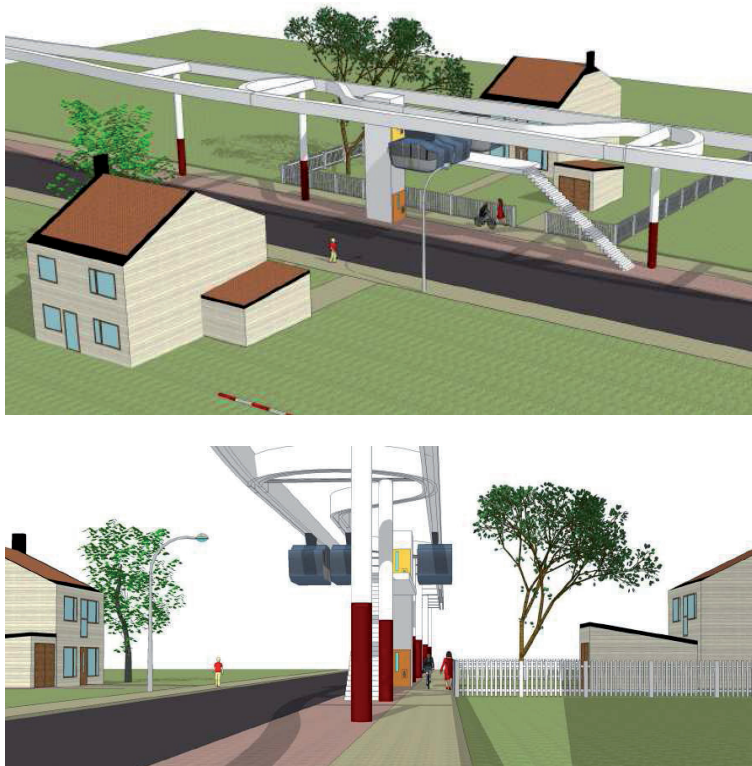
Andra mer kostsamma och komplicerade lösningar är att förlägga spår under marknivå eller inuti kvarter, på bakgårdar. Att som i exempelvis Sydney gå inuti byggnader är också möjligt, men kräver oftast för många hyresgästers samtycke för att vara möjligt. Exempel som större gallerior där ena änden vetter mot en större gata som tillåter spårtaxi och andra änden mot ett historiskt torg lär dock förekomma och då är det möjligt att vid en ombyggnad dra ett spår genom huset. Ett problem som måste lösas är hur spårtaxin tar sig in och ut ur husen utan att värmen i huset släps ut. Förmodligen kan den metod som används på varuhus med ett vertikalt varmluftsflöde användas eller, om kapacitetskraven är små, luftsluss med dubbla dörrar. Frågan är dock hur mycket energi detta drar en kall vinterdag.

Långsiktiga investeringar i spårtaxinätets tunga infrastruktur kan ge en strukturerande effekt angående stadsbyggnaden eftersom den innebär en

trygghet för markägare, boende och fastighetsägare. Även de incitament till nya lokaliseringar som kommer att uppstå längs linjer i befintlig bebyggelse kan med bra planering spridas till berörda, som bättre service, inslag av kompletterande bebyggelse och byggrätter för berörda.

När det gäller enstaka byggnaders utsikt mot spåren kan detta förstås inte undvikas helt, men man kan i de flesta fall undvika att komma allt för nära husen. I extrema fall kan man förstås tänka sig att exproprieras mindre fastigheter och riva dem eller utnyttja dem för mindre känslig verksamhet.

Ett relaterat problem vid dragningar nära hus är att spårtaxipassagerarna kan se in i lägenheterna på andra våningen. Boende på första våningen har redan detta problem med bussresenärer, men med spårtaxi blir det snarare andra (i vissa fall tredje) våningen som exponeras. Notera dock att både för buss och spårtaxi gäller att passagerare inte har möjlighet att stanna upp och titta, fordonen åker vidare i ganska hög fart. Om man inte kan undvika att dra banor nära fasader med fönster kan man fundera på att skärma av emellan. I vissa fall kan en justering av spårets höjd också vara ett bra sätt att minimera synsmöjligheterna. Slutligen kan man förse vagnarna med avbländbara fönster, t ex. sådana som produceras av Uppsalaföretaget Chromogenics. Detta medför en ökad fordonskostnad men kan också användas i andra syften, dels för att spara energi på uppvärmning/kylning av vagnarna och dels om passagerare av någon anledning inte *vill* titta ut. Ett problem kan vara att det kan gå inflation i krav på avskärmning från lägenhetsinnehavare allt längre ifrån spårtaxibanan. En noggrant utformad policy för detta måste finnas.



Figur 6.20 Illustration av spårtaxihållplats på Norbyvägen

6.5 Resandeandelar

Traditionell kollektivtrafik

Ökade marknadsandelar för traditionell kollektivtrafik beräknas erhållas genom:

- Kortare restider jämfört med dagens kollektivtrafik
- Högre turtäthet jämfört med dagens kollektivtrafik
- Bättre regularitet jämfört med dagens kollektivtrafik genom prioriterande åtgärder i infrastrukturen
- Smidigare biljetthantering jämfört med dagens kollektivtrafik
- Enklare system med färre linjer jämfört med dagens kollektivtrafik
- Införande av spårvägstrafik
- Prioritering av busstrafik på biltrafikens bekostnad genom fysiska åtgärder

För att kunna åstadkomma stora vinster i traditionell kollektivtrafiks marknadsandelar på bekostnad av bilen är det oundvikligt att stärka kollektivtrafikens framkomlighet, korta dess restider och öka dess effektivitet, vilket bl a kräver att bilens framkomlighet försvåras. I detta arbete är det viktigt att vidta åtgärder för att prioritera busstrafik **jämfört** med biltrafik, såsom klackhållplats, signalprioritering i korsning, busskörfält och separata bussbanor.



Figur 6.21 Lundalänken (separat bussbana) vid Kårhuset i Lund

För att erhålla reshastigheter på i genomsnitt 24 km/h i det stomlinjebaserade systemet krävs en oerhört kraftig prioritering av buss och spårväg på bilens bekostnad, då gaturummet är begränsat. Detta kan innebära att bilarna måste vänta på bussen då den angör hållplatser eller vid signalprioritering i korsning. Det kan även innebära att bilarna får samsas på mindre gatuut-

rymme än i dag. Detta kan i sin tur få fler att välja bussen, då restiderna mellan kollektivtrafik och bil jämnas ut.

Erfarenheter från såväl Sverige som utomlands visar tydligt att det är av största vikt att åtgärder på en sträcka måste samordnas med åtgärder i korsningar, på hållplatser etc, så att en enhetligt prioriterat stråk skapas. Risken är annars stor att den prioritering och tidsvinst som t ex ett busskörfält ger på en sträcka, förloras igen då bussen når fram till en korsning utan samordnad prioritet. Nedan beskrivs olika slags fysiska åtgärder som kan ingå i ett prioriterat stråk.

Busskörfält införs vanligtvis på gator där bussen har svårt att ta sig fram. Ofta är de korta och begränsas av korsningar med tvärgående gator. Busskörfälten är normalt endast avgränsade med en målad linje eller liknande mot övrig vägyta. Busskörfältens längd är inte det viktigaste för att få önskad effekt utan ett kort körfält, till exempel i anslutning till en korsning, kan vara viktigare än ett längre körfält på en sträcka med mindre trängsel. Busskörfälten bör dock vara så pass långa att bilköer vid korsningar inte hindrar bussen från att angöra dem men det är svårt att ställa upp några generella regler eftersom varje situation är unik.

Avstånden mellan hållplatser har stor betydelse för en linjes omloppstid. Många hållplatser ger korta gångavstånd men denna fördel måste vägas mot den längre åktid som detta ger jämfört med ett längre hållplatsavstånd. Det slutliga valet av antalet hållplatser måste vara en noggrann övervägning mellan korta gångavstånd och önskad framkomlighet. En vägledande princip bör vara att försöka optimera resenärernas totala restid från dörr till dörr.

För **trafiksinaler** finns många typer av åtgärder för att förbättra busstrafikens framkomlighet. Det finns till och med ett särskilt begrepp, signalprioritering (ibland bussprioritering), som vanligtvis avser prioritering av bussar.

Signalprioritering är en av de viktigaste åtgärderna för att öka busstrafikens framkomlighet och kanske den enskilda åtgärd som kan ge allra störst nytta för busstrafiken. Ofta är signalprioritering en både samhällsekonomiskt och företagsekonomiskt mycket lönsam åtgärd med kort återbetalningstid.⁶ Det är också näst intill en förutsättning för att andra åtgärder som busskörfält ska fungera tillfredsställande och ge önskad effekt.

Bus-locks eller "**buss-slussar**" är en prioriteringsmetod som "uppfanns" i Tyskland 1968 för att underlätta för bussar att svänga vänster i korsningar på gator med busskörfält. En yta skapas närmast korsningen där endast bussar från busskörfälten får tillträde under en viss tid genom att övrig trafik hålls tillbaka med en tillbakadragen stopplinje och för-sinaler cirka 30-40 m före korsningen. Bussen kan då förflytta sig från höger till önskat körfält utan att hindras av övrig trafik och dessutom kör den ju om fordonen som ska i samma riktning. Kan också användas för att ge prioritet i övriga riktningar i korsningen.

⁶ Vägverket, 2005, Släpp fram bussarna, VV Publikation: 2005:87

Olika **hållplatsutformningar** är olika snabba för bussen att angöra och lämna. T ex är den traditionella hållplatsfickan en långsam typ av hållplats medan den nyare klackhållplatsen ger kortare hållplatsstopp. Dessutom har klackhållplatsen flera andra fördelar, t ex mera utrymme för väderskydd och annan hållplatsmöblering, den ger bussen fri väg framåt efter hållplatsstoppet samtidigt som det ger en dämpning av trafikrytmen för övriga fordon.

Delvis behövs även insatser vad gäller **biljetthantering och kontroll**. För att påskynda på- och avstigning borde alla dörrar kunna användas. Biljettförsäljningen sker i detta fall genom automater (på fordonen eller hållplatserna) och kiosker. Kontroll sker slumpvis genom utbildad personal (på kvällar kan påstigning genom enbart frontdörren och biljettvisering hos föraren vara kvar). Denna förenkling gör resandet enklare, snabbare och mer attraktivt.

Genomgången av åtgärder i detta avsnitt visar att det finns mycket man kan göra för att prioritera busstrafiken i viktiga stråk. Samtidigt är det svårt eftersom lyckosam prioritering knappast kan uppnås utan att biltrafiken ges lägre prioritet. I detta sammanhang är det därför viktigt att:

- Åtgärderna inte ses isolerade från varandra utan de måste samverka längs hela det aktuella stråket. Konsekvenserna, positiva och negativa, kan därför inte fullt ut analyseras utan att man ser till stråket som helhet.
- Åtgärderna ger oftast störst nytta där konflikterna, eller kanske snarare konkurrensen, med övrig trafik är som störst, t ex i korsningarna. Man måste därför vara beredd att prioritera bussarna även på dessa platser för att uppnå någon större effekt.
- Att förbättra framkomligheten för busstrafiken är viktigt men inte det enda sättet att öka busstrafikens attraktivitet. Därför bör, parallellt med framkomlighetsåtgärder i ett visst stråk, även andra åtgärder prövas.

Vid en omställning från busstrafik till spårvagnstrafik kan tack vare spårvagnarnas popularitet en resandeökning förväntas. Man brukar ofta hänvisa till en så kallad **spårfaktor**, en positiv effekt som spårbundna fordon har på resandet. Det är fortfarande oklart hur hög denna faktor/effekt är. Trivector brukar räkna med en resandeökning på 20 % på den aktuella linjen.

Enkelheten är en viktig ingrediens för en attraktiv kollektivtrafik. I förslaget har därför mycket vikt lagts på en **hög och jämn turtäthet**. Till år 2030 förslås att alla linjer har en turtäthet med 5 minutersintervaller. Den höga turtätheten ger resenären en ökad flexibilitet, behovet av tidtabeller elimineras, bytestider, väntetider och därmed även restiderna kortas, samtidigt som den enhetliga turtätheten gör systemet enkelt att förstå. Detta bidrar till en ökning av resandet.

Spårtaxi

En bärande tanke med spårtaxi är att reskvalitet och hastighet ska vara mycket bättre än för tung kollektivtrafik. Detta i sig ger en stor attraktionskraft på även dagens bilister. Dock finns det fall då bilen är överlägsen spårtaxin, främst när man ska längre bort än vad spårtaxinätet räcker, men även

när man ska handla skrymmande varor eller har behov av att förvara saker i bilen under dagen.

När det gäller vanlig veckohandling tror vi att en självägd kundvagn kan bli populär med spårtaxi. Tack vare dagens system med självscanning i affärerna kan man då uppnå ett system där man tar med sig kundvagnen hem när man har handlat. I stället för en fördel för bilen har vi nu en nackdel, med bil måste du lyfta ur kassarna ur kundvagnen och sen ta kassarna från bilen och hem. Med egen kundvagn kan du idealiskt dra maten hela vägen från hyllan i butiken till kylskåpet utan omlastning. Man kan också tänka sig att i stället för att på detta sätt äga sin kundvagn så har man ett pantsystem som administreras tillsammans med spårtaxisystemet. Kunderna tar kundvagnarna hem och spårtaxisystemet ser till att kundvagnarna kommer tillbaka till butikerna via insamlingspunkter vid spårtaxistationerna.

Det finns också en hel del resor som går att göra med spårtaxi men inte med bil. En viktig kategori är resor för dem som inte har körkort. Ca 10 % av befolkningen är mellan 10 och 18 år och kan förväntas kunna åka spårtaxi själva men kan inte köra bil. För de mindre barnen kan man utforma en biljettfunktion som bara tillåter att man åker till vissa destinationer. Många dubbelresor när föräldrar hämtar och lämnar kan på detta sätt förändras till enkelresor när barnen åker själva eller med kamrater.

En stor grupp är också äldre personer som inte kan eller bör köra bil. Med spårtaxi får man ett kollektivtrafiksystem som passar många som idag använder färdtjänst. Vi bedömer att det rör sig om uppåt hälften av alla färdtjänstberättigade som skulle klara promenaden till hållplatsen men idag inte kan ta buss eftersom de inte får med sig rullator/rullstol eller är osäkra på att få sittplats. Många äldre är också rädda att kastas omkull om bussen startar innan de har hunnit sätta sig på sin plats, eller att inte hitta en ledig sittplats. Med spårtaxi kör inte fordonet förrän du är beredd, och du kan ta din tid att kliva av och på.

Simuleringar för Uppsala visar att restiderna dörr till dörr för spårtaxi respektive bil kommer att bli de samma både i låg- och högtrafik. Resandandelarna kommer därför att styras av andra faktorer. För bilen talar kortare gångavstånd vilket uppfattas som bekvämare trots samma totala restid, möjlighet att lagra saker i bilen, gammal vana, tryggheten av ett eget välkänt fordon och flexibilitet att resa utanför spårtaxinätet. För spårtaxi talar en lägre total kostnad, en större möjlig kundgrupp, högre säkerhet, mer förutsägbar restid, inget parkeringsbehov och gott samvete av att resa klimatsmart.

Efter dessa resonemang om resandandelar kan man tyvärr bara konstatera att det är mycket svårt att bedöma vilka siffror det blir i verkligheten. Många mjuka parametrar spelar in, som exempelvis systemets utformning, informationsinsatser, systemets allmänna image och nivån på renhet och helhet som man lyckas upprätthålla. En mycket viktig parameter är också den upplevda tillförlitligheten. Mycket stor kraft måste läggas på att garantera tillgänglighet i systemet.

I utredningens förutsättningar sätts kollektivandelen till 30 % och bilandelen till 26 %. Om resandeandelarna i spårtaxisystemet inte lever upp till dessa förväntningar kan olika typer av incitament användas för att påverka resenärernas beteende. Dessa incitament kan påverka de relativa restiderna och/eller reskostnaderna. Det samhällsekonomiskt bästa styrmedlet är att höja kostnaden för bilisterna, eftersom det varken orsakar onödiga tidsförluster för befolkningen (till skillnad från åtgärder som ökar bilisternas restider) eller en ökad överflyttning från gång och cykel (till skillnad från en sänkning av taxan för spårtaxi).

6.6 Varutransporter

Cargo-Tram Zürich

I Zürich finns det så kallade "Cargo-Tram" (se Figur 6.22). I samarbete med det ansvariga företaget för sophämtningen i staden, erbjuds ett flertal dagar för olika vändslingsor i staden där invånare utan bil kan lämna stort brännbart material som exempelvis möbler. Erbjudandet infördes i april år 2003. År 2006 infördes även det så kallade "E-Tram" som bygger på samma princip som "Cargo-Tram" fast för elektroniskt material. Vändslingan blir därmed till slutstationen för gods och uttjänade elektroniska prylar och livet utan bil stöds.



Figur 6.22 Cargo Tram. Foto: Verkehrsbetriebe Zürich.

CarGo Tram Dresden

I Dresden finns det sedan år 2001 ett Cargo Tram som tillkom när Volkswagen etablerade ett industrilokal som skulle ligga centralt i staden. Genom stora fönsterytor blev det möjligt att följa produktionen. Det logistiska centrumet lades däremot vid det så kallade "Dresdner Güterverkehrszentrum" (Dresdens godstrafikcentrum) vilket befinner sig ungefär fyra kilometer ifrån "Gläserne Manufaktur" (glasmanufakturen). Eftersom lokaliseringen av denna nya, centralt belägna, tillverkningsindustrin inte tillät stora lagerytor och platser för lastbilar, var man tvungen att hitta nya lösningar (se Figur 6.23). Samtidigt fanns det en vilja till att främja hållbara transporter. Eftersom både logistikcentrumet och den nya tillverkningsenheten låg nära spårvagnslinjer utarbetades ett koncept där specialbyggda spårvagnar tog

över logistiska uppgifter mellan godscentral och tillverkning. Dessa godsspårvagnar (det finns 5 fordon) är 60 m långa och har en volym på 214 m³ eller 60 ton och man sparar vid varje transport med en godsspårvagn tre lastbilstransporter genom centrala delar av staden.



Figur 6.23 Trafikering av CarGoTram i Dresden

Spårtaxi

Varutransporter har redan berörts i föregående avsnitt om resandeandelar, då i form av möjligheten att åka hem med sina inköpta varor på ett bekvämt sätt. Returtransporterna av kundvagnar till affärerna som föreslogs är dock ett exempel på en annan intressant användning av spårtaxi, nämligen automatiska godstransporter.

För att få ett effektivt system för att returnera kundvagnar måste man samla upp ett antal vagnar vid en hållplats för att sedan med en speciellt utformad spårtaxivagn hämta upp dessa och forsla dem till köpcentret. Detta medför att det krävs speciell utrustning vid stationerna för att stapla kundvagnarna. Detta kan kanske bara motiveras vid större stationer. En möjlighet som kan göras tillgänglig vid mindre stationer är att i stället skjutsa in en kundvagn i en vanlig spårtaxi som sedan kör den till närmast större station.

Detta är bara ett exempel på vad som kan åstadkommas. En annan viktig funktion som skulle kunna utföras av obemannade spårtaxikabiner är distribution av varor till affärer och post till paketutlämningsställen. Då lastkapaciteten är ca 500 kg per kabin kan man tänka sig att skicka ut varor till lokala butiker med spårtaxi. Detta kräver dock ett separat stickspår till butiken då man inte kan kräva att butikspersonal står redo på en vanlig spårtaxistation precis när varorna kommer dit.

Idag fungerar detaljhandeln till stor del så att leverantörerna själva ansvarar för ”sina” hyllor i butikerna. Om man vill bibehålla detta system kan man skicka med en person med 400 kg gods i en spårtaxi. Personen ansvarar se-

dan för att ställa upp varorna i hyllorna. I och med att nya möjligheter öppnar sig kan man säkert även tänka sig automation av detta steg så att hyllorna skickas färdigpackade från en central omlastningsplats ut till butikerna, där de som automatiska truckar åker ut och byter ut förra veckans hylla.

Denna typ av transporter till lokala butiker kan förbättra dessa butikers möjligheter att hålla konkurrenskraftiga priser jämfört med stormarknader. Det är också fullt möjligt att integrera nya lokalbutiker med spårtaxihållplatserna, så att hållplatsen hamnar på taket av butiken. I anslutning till hållplatsen dras ett enkelt stickspår till butikens lager för leveranser, och resenärerna kan smidigt göra sina inköp på vägen från/till hållplatsen vilket ökar butikens kundunderlag. Detta tänkande kan givetvis utvidgas till äldre stadsdelsgallerior där det ofta finns en övertäckt innergård på vars tak en hållplats lätt kan förläggas. Passagerarna kommer då ner direkt i gallerian där det typiskt finns en matbutik, ett par specialbutiker och någon restaurang. En spårtaxihållplats kan på så sätt bli ett medel för att blåsa nytt liv i denna typ av idag tynande handelsplatser.

Man kan också tänka sig att kundvagnen som tidigare beskrivits lastas med varor som enskilda kunder har beställt via Internet och sedan skickas till närmsta spårtaxihållplats. Stora miljövinster kan göras om inte var och en behöver åka till externa köpcentra för att handla. Med automatiserade lager kopplade direkt till spårtaxisystemet kan man förmodligen erbjuda en leveranstid på under en timme för en kundvagn med veckohandlingen. En sådan kundvagn väger i storleksordningen 100 kg, så varje spårtaxi som kör ut från centrallagret kan typiskt betjäna 5 kunder i staden. Detta visar att även om spårtaxi är miljövänligt så är det ännu mer miljövänligt att inte resa alls.

Paketleveranser till hushåll ökar idag kraftigt i och med att Internethandeln med sällanköpsvaror ökar. Många gånger levereras paketen till den lokala butiken, men ganska ofta direkt hem. I dessa fall kör lastbilar ofta för att leverera enstaka paket. Detta sköts betydligt bättre med spårtaxi. En idé är att kunden får en avi, kanske per SMS, och när det passar så beställer man fram varan till sin spårtaxistation genom att svara på SMS:et. Ett automatlager laddar upp paketet i en spårtaxi och skickar den till stationen. Först när rätt spårtaxikort uppvisas vid spårtaxin öppnas dörren så att man kan hämta paketet. Leveranstid från automatlagret borde ligga på 15-30 minuter.

Förutom godsleveranser är en möjlig funktion att hämta sopor från bostadsområden och butiker. Med speciellt utformade vagnar och stickspår ovanför behållare för olika fraktioner av avfall kan byte av behållare ske automatiskt nattetid med hjälp av speciella spårtaxivagnar med en sänkbar kran. Detta gäller i första hand hängande system. I och med att marginalkostnaden för att byta en sopbehållare härmed blir låg kan byte ske relativt ofta vilket minskar behovet av stora behållare och därmed stora återvinningscentraler. Det vore också möjligt att med sensorteknik läsa av om det är dags att byta en behållare, vilket leder till en anpassad bytesfrekvens och lägre totalkostnad. Ur miljösynpunkt behöver ett sådant system analyseras noggrannare, det är möjligt att en vanlig sopbil är mer energisnål än alla de spårtaxivagnar som används för att ersätta den.

6.7 Miljöaspekter

Allmänt

Ur utsläppssynvinkel är förutsättningarna för alla de här studerade transportslag egentligen likvärdiga eftersom alla kan drivas med el (som vi utgår ifrån att den är producerad med hjälp av förnyelsebara energikällor). Buss-trafiken är tänkt att i detta fall bedrivs med biogas, vilket är en förnyelsebar energikälla, dock med lokala utsläpp. Detta är inte aktuellt för varken spårtaxi eller spårvagn. I Tabell 6.1 nedan ges en bild över de olika drivmedelsalternativen för olika kollektiva transportslag. Automatbana kan i vårt fall tolkas som spårtaxi.

Tabell 6.1 Drivmedelsalternativen för olika kollektiva transportslag

Trafikslag	Diesel	Etanol	Metangas	El
Traditionell busstrafik i blandtrafik	X	X	X	X
Prioriterad busstrafik	X	X	X	X
BRT	X	X	X	X
Stadsspårväg				X
Snabbspårväg/Duospårväg	X			X
Tunnelbana/Automatbana				X
Lokaltåg	X			X

Traditionell kollektivtrafik

Eftersom busstrafiken i denna utredningen antas drivas med biogas har en jämförande tabell (Tabell 6.2) med andra drivmedel tagits fram för att skapa en översikt. Som man kan se ligger fördelen vid biogasdrift framförallt i utsläppen av CO₂ (redovisningen nedan avser endast den fossila andelen) och NO_x. De lokala utsläppen för eldrivna transportslag är lika med noll och vid en framställning av el med förnyelsebara energikällor (t ex vatten- och vindkraft) återstår bara utsläppen som generas vid t ex byggnation av kraftverk och infrastruktur för elleveranser.

Tabell 6.2 Utsläppsvärden för bussar med förbränningsmotorer

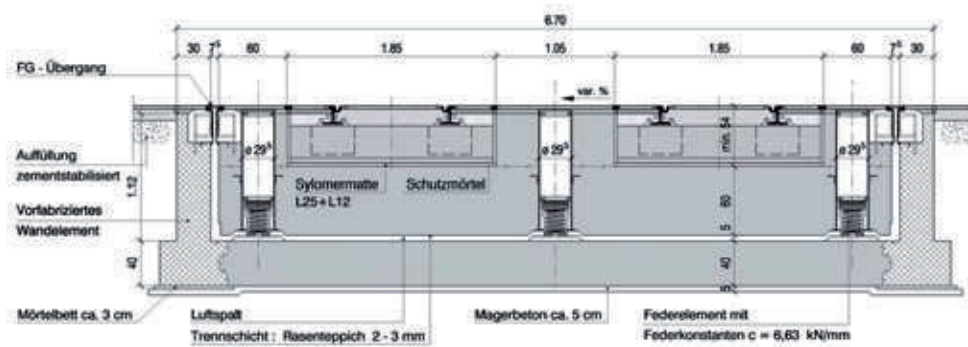
Miljöklass	Motorteknik	NOx g/km	PM g/km	HC g/km	Fossil CO ₂ kg/km
Euro 4	Diesel	5,75	0,023	0,051	1,29
Euro 5	Diesel	3,6	0,023	0,046	1,29
Euro 5/EEV	Etanol	3,4	0,024	0,158	0,22
Euro 5/EEV	Biogas	3,2	0,034	0,798	0,07

Energiförbrukningen beror främst på vilken typ av motor som används och friktionen mellan fordon och köryta. Bensinmotorer har här sämst verkningsgrad, följd av dieselmotorer. Elmotorer har bäst verkningsgrad. För spårbundna fordon tillkommer en friktionsfördel. Bussarnas etanol- och gasmotorer är konverterade dieselmotorer. Tabell 6.3 nedan ger en bild över de olika fordonsslagens energiförbrukning, både per fordonskilometer och per platskilometer.

Tabell 6.3 Energiförbrukning av olika kollektiva transportslag

Fordonsslag	Energiförbrukning (kWh/fordonskm)	Kapacitet (passagerare)	KWh/platskm (medelvärde)
Dieselbuss (4-6 l/mil)	3,8 - 5,8	60 - 100	0,060
Etanolbuss (8-10 l/mil)	5,5 - 6,9	60 - 100	0,078
Naturgasbuss (19-21 MJ/km)	5,3 - 5,9	60 - 100	0,070
Trådbuss, 12 m	1,8 - 2,2	60 - 100	0,025
Spårvagn, Göteborg, medelvärde	3,15	Ca 180	0,017
Tunnelbana, Stockholm, medelvärde	5,5	Ca 400	0,014
Järnväg, Reginatåg	3,5 - 5,5	Ca 200	0,022

Buller från spårvagn och buss är i stort sett likvärdiga med undantag från trådbuss som är betydligt tystare. Fast de uppmätta bullernivåer är likvärdiga för buss och spårvagn kan bullret uppfattas som olika störande där fördelen ligger hos spårvagnarna. Spårvagnar kan däremot skapa bullerproblem som beror på vibrationer, exempelvis vid passerande av teater och konsertsalar. Dessa problem kan lösas med hjälp av modern teknik där marken kring spårren fjädras så att vibrationer hindras från att sprida sig (Massa Fjäder System). I exempelvis Basel (Schweiz) har man använt sig av denna teknik vid ett spårbyte år 2006, vid en känslig punkt/avsnitt av nätet. Utfallet var mycket positivt och bullerreduktionen i en intilliggande konsertsal uppmättes till 22 dB(A). Snittet nedan (Figur 6.24) visar systemets grundläggande konstruktion



Figur 6.24 Principskiss för ett massa-fjäder-system. Källa: TEC21 Dossier 2/2007

Spårtaxi

Spårtaxi är ett mycket miljövänligt transportslag. Framförallt är de lokala utsläppen av skadliga gaser i stort sett noll, men den elektriska driften ger också låga utsläpp av CO₂. Visst utsläpp av partiklar kan ske beroende på utformning av hjul och eventuella strömavtagare.

Eftersom fordonen är energisnåla tack vare direkt eldrift, låg vikt, lågt rullmotstånd och jämn hastighet kan man räkna med högst halva energiåtgången jämfört med elbilar.

Det är relativt lätt att konstruera spårtaxisystem så att nivån på buller och vibrationer är mycket låg. Detta delvis tack vare att fordonen är lätta, men även att avståndet mellan vagn och mark gör att det finns möjligheter att dämpa vibrationer som för bil/buss/spårvagn förmedlas direkt till marken. En annan viktig faktor är att parametrar som buller och vibrationer har varit med i kravbilderna redan från början när spårtaxisystemen konstruerats, vilket inte var fallet när spårvagn och dess förelöpare järnvägen konstruerades i början på 1800-talet.

6.8 Risker

Traditionell kollektivtrafik

Trafiksäkerhet

Risken att bli skadad eller dö är betydligt mindre för människorna som åker kollektivt än för bilburna. I grund och botten kan därmed kollektivtrafik klassas som säkra transportmedel. Det finns dock risker som är kopplade till trafikmiljön i allmänhet.

En viktig del för den övergripande trafiksäkerheten i kollektivtrafiken är vägen till och från hållplatsen. En hållplats måste kunna nås på ett säkert sätt vilket ställer höga krav på hållplatserna och dess närmaste omgivnings detaljplanering.

Därutöver måste trafiksäkerhetsproblem som är förknippade med kollektivtrafikens fordon i trafiken minimeras. Tydligheten i detaljutformningen gör att de andra trafikanterna uppmärksammas på att kollektivtrafik förekommer på vägen. Spårvagnar är i detta avseende mycket tydliga eftersom själva infrastrukturen (spår och kontaktledning) kommunicerar information om att sådan trafik förekommer. Spårvagnen har dessutom enligt lag företräde vilket förenklar reglerna för just detta fordonsslag. Framförallt i början när spårvagnarna fortfarande är ett nytt inslag i trafikmiljön kan detta skapa osäkerhet hos andra trafikanter. Detta är däremot en fort övergående situation. Trots detta är riskerna 2-3 gånger större vid spårvägstrafik (Göteborg) jämfört med motsvarande mängd busstrafik (räknat i personkilometer).

För spårvagnar tillkommer att spåren, framförallt vid blöt väglag, kan vara besvärliga för cyklister (i första hand om spåren inte korsas med en 90° vinkel). Detta behöver tas hänsyn till vid korsningar.

Driftsäkerhet

Driftsäkerheten är viktigt för att skapa ett tillförlitligt och därmed attraktivt system. Kollektivtrafik kan anses driftsäker men vissa punkter behöver extra uppmärksamhet.

Spårvagnar går på fasta spår vilket gör att en havererad vagn innebär trafikstockningar. Det förekommer mycket sällan att en spårvagn havererar men när det händer är detta en situation som skapar stora störningar. Det är därmed viktigt att det finns en beredskap för ersättningstrafik med buss och att,

där det finns möjlighet, byggs växlar så att trafiken kan fortsätta med en omledd rutt (i Uppsalas föreslagna system är en sådan punkt t ex korsningen Luthagsplanaden/Kyrkogårdsgatan).

Bussar har möjligheten att köra förbi hinder men detta behöver hänsynstagande vid planering för att skapa ett system med hög tillförlitlighet. Det gäller därför att ett hållplatsläge inte ska angöras av för många linjer då köer kan bildas som skapar förseningar (ett open-boarding-system bidrar också till bättre flyt i trafiken).

En bra beredskapsplan är ett viktigt dokument för att lösa eventuella driftstörningar från en trafikcentral med snabbt och effektivt handlande.

Trygghet

Trygghet kan vara ett problem på vägen till och från hållplatsen, på själva hållplatsen och i fordonet.

I fordonen är det numera vanligt att övervakningskameror är installerade och accepterade av resenärerna. Framförallt vid långa fordon såsom spårvagnar kan däremot vandalisering och hot av medresenärer förekomma utom förarens medvetenhet (längst bak i vagnen). Förutom övervakningskameror utrustas därför långa spårvagnar med låsbara dörrar vilket möjliggör att bara första delen av spårvagnen kan användas, exempelvis kvällstid. Detta ökar tryggheten samt att rengörings- och andra underhållskostnader minskar. Samma sak skulle man också kunna tänka sig för ledbussar.

Hållplatser och deras närmaste omgivning (vägar till och från hållplatserna) måste utformas så att resenärerna känner sig trygga. Detta gäller framförallt under kvällstid och då i synnerhet för kvinnliga resenärer. En hållplats ska därför, där det finns möjlighet, placeras på välbesökta platser. Hållplatserna och vägen till dessa ska även vara väl belysta och översiktliga, dvs att buskage ska undvikas där det skymmer översikten för de som väntar eller är på väg till/från hållplatsen.

För att öka tryggheten är det viktigt att både fordonen och hållplatserna är fräscha. Detta innebär att de ska vara hela och väl underhållna. Även renligheten hjälper till att skapa en trygg miljö.

Kostnadsutveckling för infrastruktur

Priser ändrar sig under årens lopp, vilket kan bero på olika anledningar (inflationen har en stor påverkan). Själva investeringskostnaderna är i stor utsträckning beroende på byggbranschen och kostnadsutvecklingen där.

Vad gäller spårvagnar så ser man även i järnvägsbranschen att man rör sig längre ifrån skraddarsydda lösningar till lösningar som bygger på plattformar som exempelvis i bilbranschen. Detta, tillsammans med spårvägarnas återkomst i europeiska städer, gör att vissa prispressande situationer kan uppstå. Marknaden för spårvägar är dessutom fungerande (ca fem större tillverkare) så att en sund konkurrens mellan företagen förekommer.

Även bussmarknaden är en fungerande marknad där valfriheten mellan olika tillverkare är än större. Kostnadsutvecklingen är även där inte särskilt riskfylld.

Kostnadsutveckling för personalkostnader

Personalkostnaderna är stigande och kommer med ett spårvägsbaserat system att stiga ytterligare. Detta har positiva följder för kunderna eftersom man kan utgå ifrån att servicen på fordonet blir bättre. Dessutom ger just chaufförernas närvaro en trygghetskänsla för resenären vilket kan tolkas positivt. Även personalkostnaderna för renhållningen och underhåll av hållplatser och fordon kommer att öka eftersom detta bör intensifieras för att hålla en god kvalitet av den erbjudna transporttjänsten.

Kostnadsutvecklingen för bränsle

Vi kan utgå ifrån att i ett långsiktigt perspektiv kommer el, oljebaserade och biobränslen att stiga. Allt kan slutledas till oljeförekomsten. Å ena sidan stiger oljepriset eftersom efterfrågan är större än utbudet och å andra sidan växer efterfrågan för andra bränslen starkare än vad det kan erbjudas. I det här studerade fallet är biogas och el aktuellt som bränsle. Detta är i ett långsiktigt perspektiv bättre än om man skulle vara beroende på olja.

Cykeltrafik tillsammans med spårväg

Att låta cykeltrafiken gå i blandtrafik på gator med spårväg är inte önskvärt då det finns risk att cykeldäcken fastnar i spåren med olyckor som följd. Man bör därför i möjligaste mån anlägga separata cykelbanor på de länkar där spårvägstrafik föreslås. Det kan t ex innebära att Musikvägen måste kompletteras med cykelbana. Om det inte finns utrymme att anlägga separat cykelbana, ska cyklisterna erbjudas gena, säkra och bekväma förbindelser på parallella gator.

Spårtaxi

Trafiksäkerhet

I och med att spårtaxi är ett helt separat system från övrig trafik är trafiksäkerhetsriskerna mycket små. Transportstyrelsens krav för att godkänna spårtaxisystem är att de är minst lika säkra som järnväg. Vectus uppfyller enligt sin säkerhetsbevisning detta krav med en faktor två i marginal. I siffror betyder detta att Vectus spårtaxi är ca 20 gånger säkrare än spårvagn och 50 gånger säkrare än bil.

Det finns dock ett par risker man inte ska bortse ifrån när det gäller kopplingar till biltrafik. En risk är, som för all kollektivtrafik, att personer på väg till eller från stationer blir påkörda av bilar. För att minimera dessa risker bör man i första hand se till att man inte kan kliva direkt ut i gatan från t ex trappan ner från stationen. Där man passerar gatan bör det vara fri sikt. Om gatan är starkt trafikerad kan detta motivera att man bygger trappor och hissar upp och ner på båda sidorna av gatan. Detta är enkelt när spårtaxibanan korsar gatan men svårare när den går parallellt, eftersom de gående måste korsa spårtaxispåret.

Den andra trafiksäkerhetsrisken som är mer svårbedömd har att göra med de stolpar som bär upp spårtaxisystemet. Naturligtvis finns det en risk för skador på bilister som kör på en stolpe, men det finns påkörningsskydd för åtminstone 50 km/h gator som är möjliga att använda och som skyddar bilisten på ett acceptabelt sätt. Det finns också risker med att sitta i en spårtaxi när en stolpe blir påkörd. Spårtaxibanorna måste konstrueras för att klara att en stolpe försvinner, och det gäller också att se till att den påkörda stolpen inte river med sig banan i fallet. En noggrann analys av detta krävs för ett säkert system.

Förutom dessa direkta problem med stolparna kan de i vissa situationer blockera sikten för bilisterna vilket möjligen kan öka risken för skador på fortgångare. 3D-visualiseringar av gaturummen borde vara ett bra sätt att bedöma dessa risker.

Driftsäkerhet

Driftsäkerheten i ett spårtaxisystem är mycket viktig. Ju större system desto viktigare blir tillförlitligheten. Detta är som tur är välkänt hos seriösa leverantörer så de vet att man inte kan tumma på kvalitén och noggrannheten i designen. Driftsäkerheten kräver också periodiskt underhåll och självövervakande system.

Trots alla dessa förebyggande åtgärder kommer naturligtvis saker att falla under drift någon gång. För att minimera följdverkningarna av sådant bör viktiga system vara dubblerade. Särskilt viktigt är detta för säkerhetskritiska system som sensorer, kommunikationsenheter, styrenheter och bromsar.

När ett fordon blir stående på linjen måste styrsystemet vara tillräckligt väl utvecklat för att efterföljande fordon automatiskt ska kunna backa och ta en annan väg. En metod som praktiseras av t ex Vectus är att efterföljande fordon kan knuffa på ett stillastående fordon. För att våga göra detta måste man dock ha en diagnos så att man är säker på att inte göra problemet värre, t ex om grundproblemet skulle vara en blockerad bana. Under tiden måste det centrala systemet dirigera om övrig trafik förbi den drabbade sträckan. Som en sista utväg kommer det att behövas manuella utryckningspatruller som kan assistera t ex genom att knuffa vagnen efter att manuell kontroll status. Givetvis kan man bli tvungen att lyfta ner fordonet om t ex hjul är låsta. Detta bör kunna göras mycket ovanligt genom väl genomtänkt vagnkonstruktion och bra underhållsrutiner.

I grunden måste man sträva efter att aldrig behöva evakuera passagerare men om det ändå måste ske kan man anlita brandkåren. I de allra flesta lägen är detta en mycket enkel operation för brandkåren. Undantaget kan vara om banan just passerar över en byggnad eller över öppet vatten på hög höjd. Vid sådana extrema passager måste man förstås undersöka hur evakuering kan ske innan man bygger banan. I vissa fall kan speciella evakueringsvägar längs banan vara motiverat, men det ska inte behövas när banan passerar över fast mark.

Spårtaxinätet är längs flera sträckor lagt i gator där det i dag finns alléer. Eftersom alla strömförande delar är inneslutna i balken (eller som i Vectus fall inte alls finns tack vare linjärmotorerna) så ska inte något extra säkerhetsavstånd mellan balk och trädskronorna behövas av den anledningen. Beroende på hur det ser ut kan man behöva beskära träden för att spårtaxin ska ta sig fram. Ofta kommer man nog att välja att använda bågar för att kunna centrera spårtaxibalkarna mitt över körbanan, dvs så långt som möjligt från trädstammar på höger och vänster sida, så att man undviker trädskronor så mycket som möjligt. På vissa ställen kan det dock vara svårt att kunna behålla alla träd.

Trygghet

När det gäller passagerarnas trygghet kan man säga att spårtaxi innebär ett ganska annorlunda scenario jämfört med buss. Tryggheten kan delas upp i trygghet i fordonet och trygghet på väg till och från fordonet.

I en spårtaxi är den fundamentala skillnaden att du inte reser med okända. Undantaget som man vill införa, i högtrafik, är samåkning till samma destination. Därför kan man på samma sätt som i buss och spårvagn ha övervakningskameror ombord. På liknande sätt kan man även spela in ljud som lagras temporärt. Förutom detta kan man tänka sig nödanropsknappar som vid tryck medger att säkerhetspersonal får bild och ljud skickat till sig och även kan kommunicera verbalt. I detta läge kan också vagnen dirigeras om till en station där vakter väntar.

Vid en station skiljer sig spårtaxihållplatsen från en busshållplats. En nedsänkt spårtaxihållplats måste ha ett inhägnat område där banan går ner mot marknivån. Om detta utförs som ett staket eller med glasväggar behöver det inte utgöra en möjlighet för en presumtiv brottsling att gömma sig. Själva påstigningsområdet kan bestå av en rak vägg i glas där man inte heller kan gömma sig.

En upphöjd station erbjuder ett extra problem då man kanske inte kan se om det finns personer på plattformen innan man kommer upp i trappan. Genom att göra plattformen enkel, som i exemplet från Norby, kan man se till att det inte finns någonstans där en förövare kan gömma sig på plattformen när man väl kommer upp.

Rörelsedetektorer till belysning på plattformen ger också indikationer på att det finns folk på plats när man kommer fram. Givetvis kan man också förstärka säkerheten med bevakningskameror. När man kommer in till en upphöjd station från spårtaxin bör man ges möjlighet att byta destination in i det sista, till och med att stänga dörren igen och fortsätta efter att man har varit ute ett par sekunder. Detta ger en flyktväg om man upptäcker någon misstänkt person på plattformen. Stationen bör utformas så att man har god uppsikt över plattformen när fordonet ankommer. Detta bör inte medföra några tekniska problem. Plattformsbelysningen kan tändas automatiskt när ett fordon är på väg in.

Alla dessa trygghetsskapande åtgärder kan också kombineras med personliga spårtaxikort, vilket ökar möjligheten att identifiera förövare i efterhand.

Denna möjlighet bör också ha en avskräckande effekt. Man kan för upphöjda stationer också ha en dörr i markplan som kräver spårtaxikort för att man ska komma in på stationen. I teorin vet systemet då vem som är på hållplatsen och om man stannar kvar för länge utan att åka iväg i en spårtaxi kan man visa bevakningskamerabilder för en operatör i ledningscentralen. Om man ser en misstänkt person kan man skicka dit en vakt. Detta system ger också som en bieffekt möjlighet att märka om en person behöver hjälp på stationen, t ex vid plötslig sjukdom eller fallolycka.

Kostnadsutveckling för infrastruktur

Liksom alla andra kostnader kan kostnaderna för spårtaxis infrastruktur för vidare utbyggnad komma att ändras. Kostnaden domineras dock inte av lokala arbeten på plats i staden med därtill hörande personalkostnader. I stället domineras kostnaden av prefabricerade stålbalkar och liknade som historiskt inte alls har sett en lika snabb kostnadsutveckling som bygg- och anläggningsarbeten. I stället har tillverkningskostnaderna för stålkonstruktioner sjunkit under en lång tid genom allt mer långtgående automatisering med tekniker som t ex laserskärning och robotsvetsning. Beamways balksystem är konstruerat för att kunna dra nytta av denna typ av modern produktionsteknik vilket ger möjlighet att på ett kostnadseffektivt sätt producera balkar i olika utföranden, inklusive kurvor i valfria radier etc.

När det gäller fordonen är kostnaden beroende på seriestorlek. Detta i sin tur styrs till stor del av hur framgångsrikt leverantörens system blir på marknaden. Den ”grundplåt” på ca 200 fordon per år, som enbart Uppsalas system innebär, motiverar dock en leverantör att upprätthålla möjligheterna att tillverka nya fordon. Den stora kostnaden för produktion i större serier är oftast utveckling av tillverkningsmetoderna, som t ex formtillverkning, robotprogrammering, design av produktionslinjer, personalutbildning och så vidare. Detta betyder att även om leverantörens expansion uteblir kommer styckkostnaderna för fordonen att kunna hållas nere på lång sikt i och med att utvecklingskostnaderna för produktionsmetoderna blir avskrivna. Det är viktigt att planera fordonsinköpen så att de sker kontinuerligt snarare än i stora antal vid få och glesa tillfällen. Med en kontinuerlig utbyggnad av spårtaxisystemet blir det naturligt att även köpa fler och fler fordon under utbyggnadsfasen. Dessa kommer sedan att behöva bytas ut kontinuerligt. I Uppsalas fall är utbyggnadsfasen 15 år vilket sammanfaller med ett fordons typiska livslängd. Detta ger ett idealiskt läge för ett jämnt behov av nya fordon.

En viktig faktor för att hålla nere kostnaderna är att från kundsidan erbjuda ganska starka inköpsgarantier. Dessa garantier kan givetvis innehålla förbehåll mot prisstegringar men ger ändå leverantören en trygghet som gör det möjligt att planera tillverkningen på lång sikt.

En viktig faktor som minskar låsningen till en leverantör och därmed bromsar en potentiellt skenande kostnadsutveckling är patents begränsade giltighetstid. Denna är 20 år från inlämningsdagen. För Vectus system

gäller för grundpatentet år 2003, dvs år 2023 är det fritt fram att producera Vectus-kompatibla spår och vagnar. Motsvarande år för Beamways är 2009. Det är ju inte fullt så enkelt att man "bara" kan sätta igång och producera fordon och banelement hemma i garaget. Säkerhetsgodkännandet är en faktor som spelar in och gör att kostnaden för att utveckla konkurrerande fordon och utrustning blir hög. En annan viktig faktor är styrsystem och gränssnitt.

En rimlig lösning på denna typ av frågeställningar är att redan inför kontraktsskrivande komma med tydliga krav från kundsidan om att på sikt få ta in alternativa leverantörer. Man kan t ex ge ursprungsleverantören ensamrätt under en första period om 10-20 år och sen tillåta andra leverantörer att leverera utrustning med en viss, definierad, licensavgift till den ursprungliga leverantören. Under den första perioden om 10-20 år kan man ha en definierad prisutvecklingsmodell baserad på t ex stålpriser och KPI, vilket uppväger leverantörens monopolställning.

Kostnadsutveckling för personalkostnader

Personalkostnaderna inom kollektivtrafikbranschen har under en lång följd av år ökat snabbare än andra personalkostnader i samhället. Detta beror förmodligen till stor del på att man utgick från en låg nivå och är därmed inte konstigt i sig. Huruvida denna utveckling kommer att fortsätta i framtiden är väldigt svårt att sia om.

Spårtaxi är i ljuset av denna osäkerhet den säkraste formen av kollektivtrafik i och med att den är minst personalintensiv av lokala kollektivtrafikslag.

Kostnadsutveckling för bränsle

Bränslet för spårtaxi är el, liksom för trådbuss och spårvagn. Vi kan vara tämligen säkra på att inom de närmaste decennierna kommer inte elpriset att gå ner under några längre perioder. Därför är det viktigt att minimera energianvändningen. Vectus spårtaxivagnar använder ca 0.1 kWh/km och ligger därmed i samma nivå som X2000, som dock går mycket fortare. Beamways system har vanliga elmotorer vilket ger en högre verkningsgrad än Vectus linjärmotorer och därmed en lägre förbrukning. En teoretisk uträkning ger ca 0,05 kWh/km, dvs hälften av Vectus, men det är för tidigt att utlova några nivåer i det här skedet.

Utrymning vid olycka eller driftstörning

Utrymning av fordon bör vara mycket ovanligt, eftersom utrymning är en följd av driftstillestånd. Driftstillestånd påverkar systemets tillförlitlighet mycket kraftigt och måste undvikas på olika sätt. Detta diskuteras under "driftsäkerhet" ovan. Dock får man inte glömma att i och med att fordonen färdas på en upphöjd bana är kraven på säkerhet i kabinen extra höga.

Om man hamnar i ett läge då en vagn måste utrymmas bör det vara möjligt att använda samma resurs som vid utrymning från andra platser, nämligen brandkåren. Brandkåren står alltid redo att rycka ut och har utrustning som krävs för att rädda människor från de flesta ställen. Brandkåren kan behöva extra utrustning för att på ett smidigt sätt öppna vagnsdörrar utifrån och möj-

ligen t ex kunna lossa nödbromsen på fordon. Nästan alla spår går ovanför eller i nära anslutning till vägar så inga speciella problem med evakuering uppkommer. I enstaka fall kan spår gå över oländig terräng varvid ett terrängfordon kan behöva användas. Brandkåren förfogar även över denna typ av fordon, någon komplettering med en speciell stege eller skylift-funktion kan möjligen behövas. Notera att höjden till golvet på ett spårtaxifordon över öppen terräng är 3-4 m dvs inte särskilt högt med brandkårsmått mätt. I vissa fall kan man helt enkelt skicka ut ett par man med en stege, högre upp är inte vagnsgolvet än att en sådan räddningsaktion bör gå smidigt. Man kan tänka sig att konstruera en speciell möjlighet att låsa stegens övre ände till dörröppningen.

Naturligtvis kan man argumentera att ”brandkåren ska väl inte hålla på med sådana uppgifter” men det är ju brandkåren som tar hand om dagens fordon, bilarna, när de har tryckts ihop så att man måste klippa upp dem för att rädda överlevande. Om dessa otrevliga uttryckningar minskar i antal borde brandkåren i stället kunna ställa upp med odramatiska nedlyftningar av personer ur spårtaxikabiner. Naturligtvis får inte omfattningen bli för stor så att det minskar brandkårens beredskap för verkliga nödlägen, men detta stämmer väl med argumentationen ovan angående driftstörningar i allmänhet.

Det finns ett fall där man verkligen vill evakuera akut, nämligen brand ombord. Brand ombord på en spårtaxi är väldigt allvarligt. Det är därför lätt att inse att man inte bör elda ombord, så sådana incidenter kommer att bli mycket ovanliga. Någon gång kommer dock någon att vara oförsiktig. Då är det rimligt att det finns brandsläckare ombord, samt kanske ett automatiskt släckningssystem. Det finns system som liknar halon och alltså släcker genom att binda till branden. Ett exempel på sådant system är Novec 1230 som är tillåtet för bemannade utrymmen och släcker alla typer av bränder på några sekunder.

Risker för eventuella framtida byte av system, leveranssäkerhet, konkurrens och robusthet inom spårtaxiindustrin

Spårtaxiindustrin är fortfarande i sin linda, vilket medför vissa risker för köparen. Det är ovanligt att små företag med ett fåtal anställda offererar system i storleksordningen miljarder. Det är därför av stor vikt att kompetenta underleverantörer anlitas. I fordonskrisens spår kan det finnas tillgång på kompetenta underleverantörer av olika slag med lediga produktionsresurser.

Det som karakteriserar införande av ny teknik, såsom spårtaxi, är att den nya teknologin inte har samma kapacitet och användbarhet som den äldre, men att den har en eller ett par väldigt eftersträvarvärda egenskaper som när tekniken som helhet mognar slår ut den äldre teknologin. I fallet spårtaxi är de önskade egenskaperna snabbheten och reskvaliteten som uppnås i ett miljövänligt system. Problem som återstår att överbrygga är att uppnå tillräcklig kapacitet för stora system, tillräcklig tillförlitlighet och en normal leverantörsstruktur.

Just nu har spårtaxi stora problem att attrahera utvecklingsresurser, men vi tror att i och med de två projekt som är igång och Poscos framsynta satsning

på Vectus kommer intresset för spårtaxi troligtvis fortsätta att öka, vilket naturligtvis ger allt större chans för konceptet att lyckas.

Ett stort problem med att vara först med spårtaxi är att man får ett system som är mindre välutvecklat än senare kunder. Därför är det viktigt att börja i pilotskala och med rimliga målsättningar på vad denna pilotbana ska klara. I Uppsalas fall är Boländerna ett utmärkt pilotprojekt men det är inte säkert att ett stadsvitt system bör byggas upp med exakt samma teknologi. Boländerna utgör ca 10 % av det kompletta systemet för Uppsala. Om det efter utvärdering av Boländernasystemet visar sig att det finns andra lösningar som är mer än 10 % mer kostnadseffektiva än det för pilotbanan valda systemet så är faktiskt rätt beslut att byta system.

Ett byte av system från det för pilotbanan valda när ett stadsvitt system börjar byggas förenklas betydligt om fundament, stationsplatser, kraftmatning och en del andra resurser kan återanvändas. En viktig aspekt är därför att se till att specificera fundamenten för pilotbanan ganska generöst så att man slipper börja om med dem om man byter system. En möjlig anledning att specificera kraftigare fundament är om man vill kunna byta till ett hängande system. De högre stolparna för hängande system medför att belastningen i fundamenten blir ca 25 % större. Att dimensionera fundamenten för detta redan från början är en billig försäkring. En enkel uträkning visar att den extra kostnaden för denna förändring bör ligga i storleksordningen 5-10 miljoner för hela Boländernasystemet.

Vartefter utbyggnaden av det stadsvida systemet fortgår stiger andelen redan färdigbyggt för varje år vilket gör det svårare och svårare att byta ut infrastrukturen. I detta skede borde man ha så pass mycket kunskap om för- och nackdelarna med det valda systemet att man kan koncentrera utvecklingsarbetet på vagnssidan för att på detta sätt försöka rätta till de brister man upptäcker i bansystemet under hand. Precis så sker utvecklingen inom t ex. järnvägen där man baserat på samma grundläggande infrastruktur har utvecklat diesellok och ellok från ånglok, nya signalsystem och bättre prestanda. Lutande vagnar är ett typiskt exempel på hur man försöker påverka totalprestandan hos systemet utan att ändra den fasta infrastrukturen.

När det gäller konkurrens inom spårtaxi är det i grunden patentens begränsade giltighetstid som borgar för konkurrens. Men förutom detta gäller det att det valda systemet blir tillräckligt populärt för att attrahera fler kunder, och därmed sådana produktionsvolymerna att det blir intressant för flera leverantörer att tillverka utrustning. Vilka system som blir populära är mycket svårt att sia om, men eftersom marknaden idag är mycket liten är det mycket viktigt vilka system de första kunderna väljer när det gäller att definiera vilka system som blir framgångsrika.

Det finns alltså argument för att starta tidigt och argument för att vänta och se och hoppas på att det finns bättre system att köpa senare. Det blir lite som att köpa digitalkamera. Det bästa är alltid att vänta, för det kommer bättre modeller sen. Någon gång måste man ändå bestämma sig.

Det man inte får glömma är att tidplanen för klimatmålen inte tillåter allt för mycket väntan. Om det finns system som är *tillräckligt bra* för att klara behoven och klimatmålen för en rimlig investering måste man nog satsa, alternativet *vänta och se* är helt enkelt för dåligt.

Givetvis finns alltid risken att det spårtaxisystem man väljer, på pilotnivå eller i värsta fall senare, inte överlever. I detta värstascenario är staden förmodligen en av väldigt få kunder för det valda systemet. Ett svårt val måste då göras. Ska man fortsätta med det valda systemet eller byta ut allt man redan har köpt för dyra pengar? Om man fortsätter är det givetvis en förutsättning att man har tillgång till tillverkningsunderlag och dokumentation. I den här typen av affärer är det fullt naturligt att kunden har tillgång till fullständig dokumentation för den köpta utrustningen och tillverkningsunderlag. Dessa underlag blir då tillgängliga automatiskt genom kontrakt om leverantören underlåter att leverera till i avtalet stipulerade villkor och priser. Kunden har också normalt byggt upp en egen kompetens om produkten som ger möjlighet att underhålla och vidareutveckla systemet. Å andra sidan finns det förmodligen anledningar att det valda systemet blev utslaget från marknaden. Beroende på utbyggnadsgrad, återstående avskrivningstid och kanske framförallt vilka villkor en alternativ leverantör kan erbjuda finns då också alternativet att helt enkelt byta system.

Till slut måste även risken att spårtaxi visar sig inte alls bli populärt eller ur andra aspekter helt enkelt dåligt beaktas. Kanske problem med vandalisering, ständiga driftstörningar i alla fabrikat av system, många olyckor eller skenande kostnader blir övermäktiga. Det troliga är dock att man upptäcker sådana fundamentala fel redan på pilotnivå (eller i Heathrows eller Masdars system).

7. Slutsatser och rekommendationer

7.1 Slutsatser

Uppsala kommun har ambitionen om att tredubbla resandet med kollektivtrafik och öka kollektivtrafikens marknadsandel till 30 % till år 2030. Omvärldsfaktorer, såsom klimathotet och en sinande olja, tillsammans med befolkningsökningen och en åldrande befolkning gör sitt till för att öka kollektivtrafikresandet men är troligtvis inte tillräckligt för att öka kollektivtrafikens marknadsandel radikalt. För att åstadkomma en sådan ökning av det kollektiva resandet och överföra resor som tidigare gjordes med bil till kollektivtrafik, krävs därför krafttag med målinriktad och ambitiös satsning på stadens kollektivtrafik, samt modiga politiker som vågar stå fast vid kommunens mål och ambitioner även när vinden börjar vina.

En ökad marknadsandel för kollektivtrafik innebär en minskad marknadsandel för biltrafik. För att kunna attrahera bilister och förmå dessa att byta färdmedel krävs insatser från flera håll:

- **Attraktiv och prioriterad kollektivtrafik** - genom snabbhet, enkelhet, attraktiva fordon och bra information.
- **Begränsningar för biltrafiken** - genom god planering, fysiska och beteendepåverkande åtgärder, regleringar och ekonomiska styrmedel.

Bilen erbjuder en resa från dörr till dörr som varken buss, spårväg eller spår-taxi kan matcha. Däremot har dessa färdmedel andra aspekter såsom miljö, säkerhet och i vissa fall även restid som överträffar bilen. Detta till trots är vi människor bekväma i vår natur och inte alltid så rationella som vi vill tro. Därför krävs begränsningar för biltrafiken i form av hastighetssänkningar, parkeringsregleringar, miljö- och parkeringsavgifter eller andra nedprioriteringar/begränsningar i gaturummet till kollektivtrafikens fördel som gör kollektivtrafiken till det självklara färdmedelsvalet. I vissa av dessa situationer har traditionell kollektivtrafik en fördel, då dessa är lättare att prioritera på biltrafikens bekostnad i gaturummet.

Denna utredning visar att ett spår-taxibaserat system har spännande egenskaper i form av sina direkta resor utan stopp. Samtidigt ser man att det spår-taxibaserade systemet är förenade med stora risker och osäkerheter kopplat till systemets drift och dess höga investeringskostnader. Det stomlinjebaserade systemet ger en tydligt bättre kollektivtrafik jämfört med dagens system, samtidigt som det inte är förenat med några större risker då det är ett system som är välbeprövade i såväl svenska som europeiska städer. Ett kombinerat system uppfyller inte förväntningarna av att ta det bästa ur de båda systemen, utan skapar istället merkostnader och stort antal byten.

7.2 Rekommendationer för fortsatt arbete

Erfarenheter från spårtaxitrafik saknas i ett svenskt sammanhang och det vore därför intressant att studera vilka erfarenheter man gör i ett sådant system. De ekonomiska osäkerheterna gör dock att det i nuläget känns högst tveksamt om en enskild kommun skall gå in och finansiera den första testbanan i full skala, vars effekter är av nationellt intresse. Statsfinansiering av en sådan investering öppnar däremot nya dörrar för en sådan satsning som förslagsvis i så fall borde förläggas i Boländerna. När en eventuell pilotbana i Boländerna är driftsatt och har utvärderats, kan (om resultatet av pilotbanan varit lyckosamt) spårtaxinätet byggas ut till att omfatta en större del av Uppsala stad. Även detta med förbehåll att statsfinansiering kan erhållas.

Traditionell kollektivtrafik med stombuss och spårvägsbaserat linjenät ses som en robust och attraktiv lösning med statlig medfinansiering. Traditionell kollektivtrafik ser vi som en lösning för hela Uppsala, men kan även ingå som en del av lösningen i ett kombinerat system i de fall stadsfinansiering skulle erhållas för investering i spårtaxinät (t ex ”Spårtaxi sydöst” eller ”Pilotbana Boländerna”). Några av stadsdelarna i Uppsala ser vi som mycket väl lämpade för traditionell kollektivtrafik oavsett satsning på spårtaxisystem i andra delar av Uppsala stad. Dessa är; Norby/Gottsunda, Stenhagen, Luthagen, Tuna backar, G:a Uppsala och Gränby.

En nackdel med satsning på spårtaxibaserat system till år 2030, är att man skulle fördröja hela utvecklingen av kollektivtrafiken genom att satsningar på befintlig busstrafik uteblir. Detta skulle i sin tur medföra att biltrafiken ökar och att vi år 2030 står inför en ännu svårare situation än idag med att locka över vanebilister till kollektivtrafiken. Att motverka denna utveckling kräver att man satsar på införande av stombussar och prioritering av busstrafiken i gaturummet under tiden som spårtaxinätet utvecklas, vilket medför ytterligare kostnader utöver de som investeras i spårtaxinätet.

Tidplanen för att invänta resultat av ett utvärderat spårtaxinät i full skala är tight. Antaget att statsbidrag erhålls för en pilotbana i Boländerna 2010, tar det några år för att bygga denna. Den bör därefter vara i drift något år för eventuella buggar skall kunna åtgärdas och utvärdering av systemet efter en längre tids drift kan utföras. En utvärdering av ett spårtaxisystem kan därför först väntas år 2014 eller 2015.

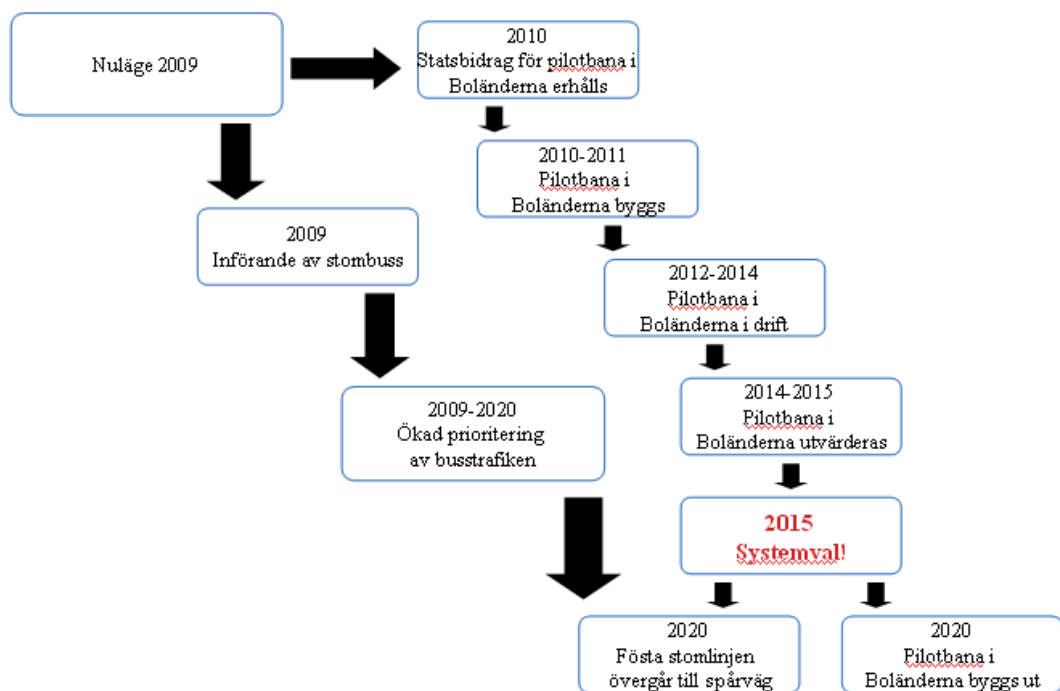
År 2015 står i så fall kommunen inför ett viktigt vägskäl. Längre än till 2015 kan kommunen inte vänta med att välja system utan att kollektivtrafiken blir lidande.

Därmed inte sagt att kommunen måste vänta så länge om man redan idag vet vilket system man vill satsa på. Stadsplaneringen är förtjänt av att så snart som möjligt få klarhet i vilket Uppsalas framtida kollektivtrafiksystem är, för att kunna planera staden efter kollektivtrafiken och inte tvärt om. För att kommunens planerare skall kunna verka för att tillkommande bostäder och lokaler lokaliseras på ett sätt som ökar underlaget för god kollektivtrafikförsörjning, måste de veta vilket system som ska bilda stommen i kollektivtrafiken framöver. Vid nyexploatering ska områden planeras och dimensione-

ras för att medge god kollektivtrafikförsörjning. Genom att integrera kollektivtrafikplaneringen med den fysiska planeringen i ett tidigt skede, kan bebyggelseplanering och lokalisering av verksamheter ge förutsättningar för gena linjedragningar med stort resandeunderlag. Infrastruktur för såväl stombuss, spårväg och spårtaxi är dyr vilket gör att man vill uppnå en så hög täckningsgrad som möjligt med så smarta linjedragningar som möjligt. Genom att samplanera kollektivtrafik och bebyggelse ges även ökade möjligheter för att dra kollektivtrafiklinjer genom bostads- och verksamhetsområden istället för runt eller i utkanten av dessa.

Vi rekommenderar att kommunen redan idag påbörjar införande av fullfjädrat stombussystem, vilket bl a innebär att kraftfullt prioritera bussen på bilens bekostnad! De stomlinjer som kommunen bör prioritera vid införande av omfattande investeringar för ökad framkomlighet är; stråken mot Norby/Gottsunda, Stenhagen, Luthagen, Tuna backar, G:a Uppsala, Årsta och Gränby, då dessa är mindre lämpade att ingå i ett spårtaxibaserat system samtidigt som de har en struktur som är lämplig att försörja med traditionella kollektiva alternativ.

I figuren nedan redovisas möjliga vägar mot framtidens kollektivtrafiksystem i Uppsala. Vi rekommenderar således att kommunen arbetar parallellt med införande av stombussar och utvärdering av pilotbana för spårtaxi om statsbidra erhålls.



Figur 7.1 Möjliga vägar mot framtidens kollektivtrafiksystem i Uppsala

Vidare rekommenderar vi följande åtgärder för en attraktiv och effektiv kollektivtrafik i Uppsala stad:

- Marknadsför kollektivtrafiken och skapa en egen unik identitet för stombuslinjerna.
- Investerar i nya attraktiva fordon av modern design, hög komfort och god tillgänglighetsanpassning. Fordonen bör vara energieffektiva och drivas med förnyelsebara drivmedel såsom el eller biogas. Ett intressant alternativ inom den traditionella kollektivtrafiken är trådbussar, vilka drivs med el samtidigt som de är tysta och bekväma på grund av den elektriska drivlinan.
- Införande av biljettlöst system utan förarvisering, t ex mha så kallade smartcards, snabbar upp och förenklar resandet.
- Arbeta med hållplatsutformning genom identitetsskapande design som samtidigt skapar god komfort och hög tillgänglighet resenärerna. Samtidigt ska de vara utformade för enkel och snabb angöring, såsom t ex klackhållplatsen för busstrafiken.
- Ta del av goda exempel och framgångsrikt arbete från andra städer som satsat på spårvägstrafik såsom Stockholm, Norrköping och Göteborg.
- Verka för samplanering mellan stads- och trafikplanering och låt kollektivtrafikplaneringen styra bebyggelseplaneringen – inte tvärt om! Detta är även en förutsättning för att ett stombuslinjebaserat system skall kunna uppnå de önskade resandandelen. Planera ny bebyggelse i goda lägen för kollektivtrafikförsörjning så att kollektivtrafiksystemets täckningsgrad ökar istället för minskar. I detta arbete spelar den kommande översiktsplanen en avgörande roll.
- Se över möjligheten för regleringar och ekonomiska styrmedel för minskad biltrafik. Exempel på sådana är införandet av miljözon och höjda parkeringsavgifter, vilka tillsammans med policys och beteendepåverkande åtgärder kan få goda effekter på bilresandet.
- Arbeta med Mobility Management och beteendepåverkande åtgärder för att visa invånarna alternativ till bilen och hur de kan utnyttja kollektivtrafiken bättre. Det finns goda synergieffekter genom att arbeta med gång- och cykeltrafik, bilpooler och pendlarparkeringar tillsammans med kollektivtrafik.

Bilaga 1 Backcasting

Eftersom studien är inriktad ända fram mot 2020/2030/2050 blir gängse prognosmodeller (logit) för samhälls- och trafikplanering belastade med stora osäkerheter med avseende på basala inputs, bl.a. socioekonomiska faktorer som priser, löner och räntor samt tillgång på fossila bränslen. Traditionella prognosmodeller ger heller inte utrymme för det nytänkande som är nödvändigt för att kunna pröva kreativa och okonventionella lösningar.

Studien är därför dessutom baserad på *backcasting* (Dreborg, 2004) med mål för kollektivtrafikens andelar och generell resandeutveckling samt planerad befolkningstillskott enligt pågående översiktsplan som ingångskriterier.

Syftet är att studera uppfyllelsen av miljömålen och leverera inputs till analys av kollektivtrafikens dimensionerings samt val av trafikslag.

Backcasting innebär en konsekvensanalys där vissa parametrar åsätts målrelaterade värden, så att utfallen för andra parametrar kan beräknas. Analysen kan tillämpas på problemkomplex med många var för sig obestämbara parametrar, som kan vara (men inte behöver vara) sinsemellan beroende. Analysen används för att beräkna kollektivtrafikens resandeunderlag utifrån befolknings- och verksamhetsutveckling samt miljömålen inverkan på färd-sätt. Härav följer att analysen leder till resultat som endast gäller för de ingångskriterier som åsatts.

Backcasting bygger på att studerade systemförändringar ska vara *relevanta, troliga och utmanande*.

Relevansen bygger på att det är absolut nödvändigt att finna systemlösningar för mobilitet i samklang med klimatmålen, dvs -30% år 2020 jämfört med 1990 års koldioxidutsläpp och -80% år 2050 jämfört med år 2006.

Det *troliga* är att daglig rörlighet kan komma att öka ytterligare. Hushållen disponerar bilar, men omständigheterna för bilsystemet, t.ex. minskad tillgång på olja (oil-peak) och att höga drivmedelspriser på icke-fossila drivmedel leder till minskad bilanvändning. Därigenom kan kollektivtrafik i samspel lokalt-regionalt utgöra ett attraktivt alternativ för hushållen vad gäller ofrånkomligt resande. Fritidsresande för rekreation, naturupplevelser och till fritidshus är särskilt förknippat med frihetskänsla och livskvalitet. Sådana resor kommer i hög grad att ske med bil - ägd eller hyrd - även i framtiden. Bilen används dessutom för hushållens rationella storhandlande, även om IT-shopping och hemleverans kan utvecklas starkt för vissa typer av varor. Kommunens intention är att kollektivtrafikens andel gällande resor för handel och kultur/nöjen skall öka kraftigt.

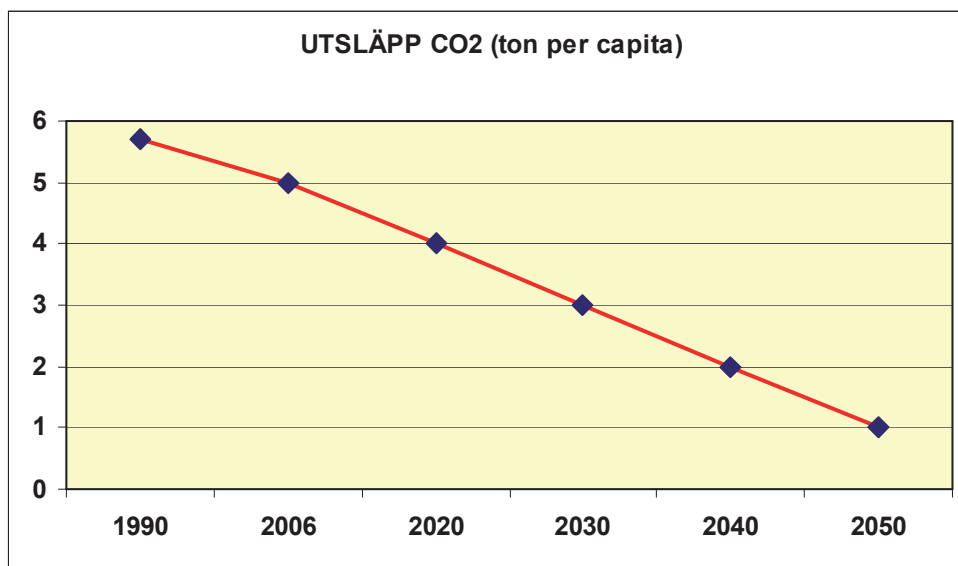
Tidshorizonten 2030 är tillräckligt långt fram för att det ska vara meningsfullt att ställa *utmanande* förslag, som skulle kunna påverka markanvändning och bostadsbyggande, dvs. bestående strukturer i samhället: Detta öppnar möjligheter att pröva nya systemlösningar med olika strukturerande egenskaper, t.ex. spårtaxiar, partiell automatdrift för spårväg och okonventionella linjedragningar.

Klimatmål (CO₂):

- 2020: -30% relativt 1990.
- 2030: -40% relativt 2006 (totalt utsläpp minskas från 5 till 3 ton per capita och år. Fig. 1).

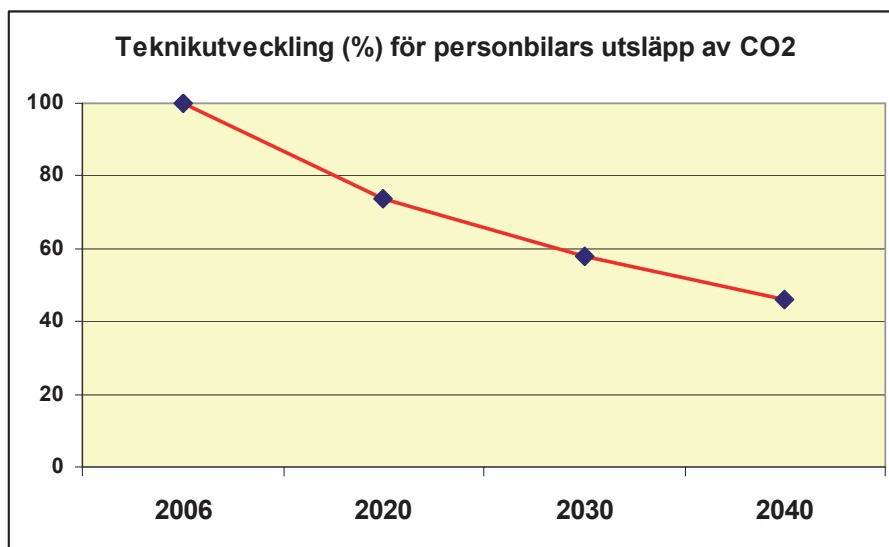
Teknikutveckling för personbilarnas CO₂-utsläpp relativt 2006 (Fig. 2) enligt PM *Bilparksprognos i åtgärdsplaneringen*, WSP 081104..

- 2020: -26%
- 2030: -42%



Figur 1 Totalt utsläpp av CO₂ för åren 1990 och 2006 samt mål för åren 2020 – 2050.

Till 2020 skall utsläppet minska från 5 till 4 ton (20%) per capita och år jämfört med basåret 2006. Uppsalas totala utsläpp skall då ha minskat med 215 000 ton. Analogt skall det totala utsläppet till 2030 minska med 470 000 ton. Biltrafiken genererar ca 41% av de totala utsläppen.



Figur 2 Prognos för personbilarnas utsläpp (CO₂) relativt år 2006. Utvecklingen baseras på effektivisering av drivlinan samt kraftigt ökande andel icke-fossila bränslen, eldrift med nya batterier, kondensatorer (supercaps) och bränsleceller. Om prognosen förverkligas kommer kommuner med måttlig tillväxt och oförändrat resbehov per automatik att klara miljömålen med nuvarande bilanvändning (business as usual).

SCENARIO MÅL A: MAXALTERNATIV

Input:

- Kollektivresornas marknadsandel sätts till 18% år 2014, 26% år 2020 och 30% år 2030.
- Befolkningsutvecklingen följer kommunens prognoser (ÖP 2010): 2014: 206 000 inv, 2020: 215 000 inv och 2030: 235 000 inv.
- Resandeutveckling: Lokala resor per dag år 2000 beräknades uppgå till 313 000 (GTK) och beräknas år 2009 uppgå till 191 000. Därefter tillämpas en generell prognos (avvägning mellan rapporter från SIKA, Vägverket/Banverket och WSP), som medför en tillväxt med 1 % per år under perioden 2009 - 2030 justerat för befolkningsökningen.
- GC-andelen skall vara kvar på minst dagens höga nivå 46%.

Tabell 1 Kollektivresor per vintervardag. Maxalternativet innebär att kollektivresornas trafikandel ökar med 38% till år 2014 jämfört med nuläget, fördubblas till år 2020 och ökar med 131% till 2030. Antalet kollektivresor ökar med 54%, 147% och 215% till respektive år 2014, 2020 och 2030. Empiriskt har kvoten mellan kollektivresorna och dess totala belastning över linjegränarna varit 0,62.

	1990	2009	2014	2020	2030	
Befolkning	156 000	191 000	206 000	215 000	235 000	
Generella resor	276 000	338 000	383 140	424 480	468 890	Resandeutveckling
	25	13	18	26	30	Andel %
Kollektivresor	69 000	44 640	68 965	110 365	140 667	Antal
	110 000	72 000	111 234	178 008	226 882	Belastning över linjegränar

Tabell 2. Fördelning av lokala färdsätt. Mc och moped ej medtagna. En ökning av kollektivtrafikens andel till 30% år 2030 samtidigt som GC-andelen hålls konstant (46%) leder till att bilanvändningen (trafikandelen) minskar med 38% och antalet bilresor med 15% jämfört med nuläget. Kollektivresorna skulle bli 28 000 (25%) fler än bilresorna.

	2000	2009	2014	2020	2030	
Generella resor	276 000	338 000	383 140	424 480	468 890	Resandeutveckling
Gång	17	17	17	17	17	Andel %
Cykel	29	29	29	29	29	
Bil	38	39	34	26	24	
Kollektivt	14	13	18	26	30	
Gång	46 920	57 460	65 134	72 162	79 711	Antal resor
Cykel	80 040	98 020	111 111	123 099	135 978	
Bil	104 880	131 820	130 268	110 365	112 534	
Kollektivt	38 640	43 940	68 965	110 365	140 667	

Tabell 3. Miljökonsekvenser. Förväntad teknikutveckling och minskad bilanvändning medför en utsläppsminskning för bilar med 51% till 2030, vilket överträffar klimatmålet -40% jämfört med nuläget. Till måläret 2020 skulle utsläppen minska med 31% jämfört med år 1990, vilket är i nivå med klimat-målet -30%.

PERSONBILAR	1990	2009	2014	2020	2030	
KLIMATMÅL, %CO2	100			70		Minskning 30% jmf 1990
					60	Tot per capita jmf 2006
Teknikutveckling CO2				74	58	Utsläpp bilar jmf 2006
Bilresor	118 940	131 820	130 268	110 365	112 534	Från tabell A2
Utsläpp bilar CO2 tot		132 000		81 670	65 269	Motsvarar bilresor 2006

SCENARIO MÅL B: MEDELALTERNATIV

Input:

- Kollektivresornas marknadsandel sätts till 18% år 2014, 23% år 2020 och 26% år 2030.
- Befolkningsutvecklingen följer kommunens prognoser (ÖP 2010): 2014: 206 000 inv, 2020: 215 000 inv och 2030: 235 000 inv.
- Resandeutveckling: Lokala resor per dag år 2000 beräknades uppgå till 313 000 (GTK) och beräknas år 2009 uppgå till 191 000. Därefter tillämpas en generell prognos (avvägning mellan rapporter från SIKa, Vägverket/Banverket och WSP), som medför en tillväxt med 1 % per år under perioden 2009 - 2030 justerat för befolkningsökningen.
- GC-andelen skall vara kvar på minst dagens höga nivå 46%.

Tabell 4 Kollektivresor per vintervardag. Medelalternativet innebär att kollektivresornas trafikandel ökar med 38% till år 2014 jämfört med nuläget samt ökar med 77% och 100% år 2020 respektive 2030. Antalet kollektivresor ökar med 54%, 119% och 173% till respektive år 2014, 2020 och 2030. Empiriskt har kvoten mellan kollektivresorna och dess totala belastning över linjegrarna varit 0,62.

	1990	2009	2014	2020	2030	
Befolkning	156 000	191 000	206 000	215 000	235 000	
Generella resor	276 000	338 000	383 140	424 480	468 890	Resandeutveckling
Kollektivresor	25	13	18	23	26	Andel %
	69 000	44 640	68 965	97 630	121 911	Antal
	110 000	72 000	111 234	157 468	196 631	Belastning över linjegrarna

Tabell 5 Fördelning av lokala färdstätt. Mc och moped ej medtagna. En ökning av kollektivtrafikens andel till 26% år 2030 samtidigt som GC-andelen hålls konstant (46%) leder till att bilanvändningen (trafikandelen) minskar med 33% och antalet bilresor med 8% jämfört med nuläget. Kollektivresorna skulle bli lika många som bilresorna.

	2000	2009	2014	2020	2030	
Generella resor	276 000	338 000	383 140	424 480	468 890	Resandeutveckling
Gång	17	17	17	17	17	Andel %
Cykel	29	29	29	29	29	
Bil	38	39	34	29	26	
Kollektivt	14	13	18	23	26	
Gång	46 920	57 460	65 134	72 162	79 711	Antal resor
Cykel	80 040	98 020	111 111	123 099	135 978	
Bil	104 880	131 820	130 268	123 099	121 911	
Kollektivt	38 640	43 940	68 965	97 630	121 911	

Tabell 6 Miljökonsekvenser. Förväntad teknikutveckling och minskad bilanvändning medför en utsläppsminskning för bilar med 46% till 2030, vilket överträffar klimatmålet -40% jämfört med nuläget. Till måläret 2020 skulle utsläppen minska med 23% jämfört med år 1990, och därmed inte nå klimatmålet -30%.

PERSONBILAR	1990	2009	2014	2020	2030	
KLIMATMÅL, %CO2	100			70		Minskning 30% jmf 1990
					60	Tot per capita jmf 2006
Teknikutveckling CO2				74	58	Utsläpp bilar jmf 2006
Bilresor	118 940	131 820	130 268	123 099	121 911	Från tabell B2
Utsläpp bilar CO2 tot		132 000		91 093	70 709	Motsvarar bilresor 2006

SCENARIO MÅL C: MINALTERNATIV

Input:

- Kollektivresornas marknadsandel sätts till 15% år 2014, 16% år 2020 och 18% år 2030.
- Befolkningsutvecklingen följer kommunens prognoser (ÖP 2010): 2014: 206 000 inv, 2020: 215 000 inv och 2030: 235 000 inv.
- Resandeutveckling: Lokala resor per dag år 2000 beräknades uppgå till 313 000 (GTK) och beräknas år 2009 uppgå till 191 000. Därefter tillämpas en generell prognos (WSP), som medför en tillväxt med 1 % per år under perioden 2009 - 2030 justerat för befolkningsökningen.
- GC-andelen skall vara kvar på minst dagens höga nivå 46%.

Tabell 7 Kollektivresor per vintervardag. Minalternativet innebär att kollektivresornas trafikandel ökar med 15% till år 2014 jämfört med nuläget samt ökar med 23% och 38% år 2020 respektive 2030. Antalet kollektivresor ökar med 29%, 52% och 89% till respektive år 2014, 2020 och 2030. Empiriskt har kvoten mellan kollektivresorna och dess totala belastning över linjegränarna varit 0,62.

	1990	2009	2014	2020	2030	
Befolkning	156 000	191 000	206 000	215 000	235 000	
Generella resor	276 000	338 000	383 140	424 480	468 890	Resandeutveckling
Kollektivresor	25	13	15	16	18	Andel %
	69 000	44 640	57 471	67 917	84 400	Antal
	110 000	72 000	92 695	109 543	136 129	Belastning över linjegränar

Tabell 8 Fördelning av lokala färdssätt. Mc och moped ej medtagna. En ökning av kollektivtrafikens andel till 18% år 2030 samtidigt som GC-andelen hålls konstant (46%) leder till att bilanvändningen (trafikandelen) minskar med 13% och antalet bilresor ökar med 21% jämfört med nuläget. Kollektivresorna skulle bli 75 000 (47%) färre än bilresorna.

	2000	2009	2014	2020	2030	
Generella resor	276 000	338 000	383 140	424 480	468 890	Resandeutveckling
Gång	17	17	17	17	17	Andel %
Cykel	29	29	29	29	29	
Bil	38	39	37	36	34	
Kollektivt	14	13	15	16	18	
Gång	46 920	57 460	65 134	72 162	79 711	Antal resor
Cykel	80 040	98 020	111 111	123 099	135 978	
Bil	104 880	131 820	141 762	152 813	159 422	
Kollektivt	38 640	43 940	57 471	67 917	84 400	

Tabell 9 Miljökonsekvenser. Förväntad teknikutveckling och minskad bilanvändning medför en utsläppsminskning för bilar med 30% till 2030, vilket underskrider klimatmålet -40% jämfört med nuläget. Till måläret 2020 skulle utsläppen minska med 5% jämfört med år 1990 och därmed kraftigt underskrida klimatmålet -30%.

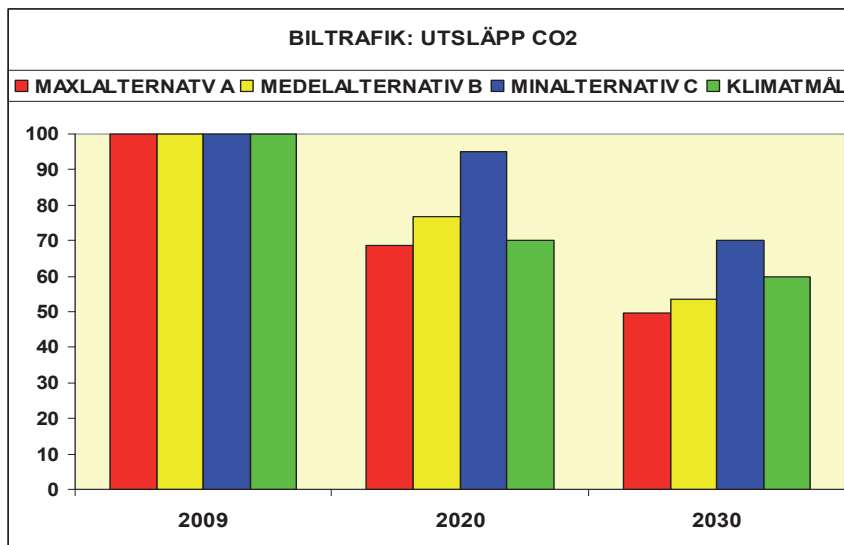
PERSONBILAR	1990	2009	2014	2020	2030	
KLIMATMÅL, %CO2	100			70		Minskning 30% jmf 1990
					60	Tot per capita jmf 2006
Teknikutveckling CO2				74	58	Utsläpp bilar jmf 2006
Bilresor	118 940	131 820	141 762	152 813	159 422	Från tabell C2
Utsläpp bilar CO2 tot		132 000		113 081	92 465	Motsvarar bilre- sor 2006

SAMMANFATTNING

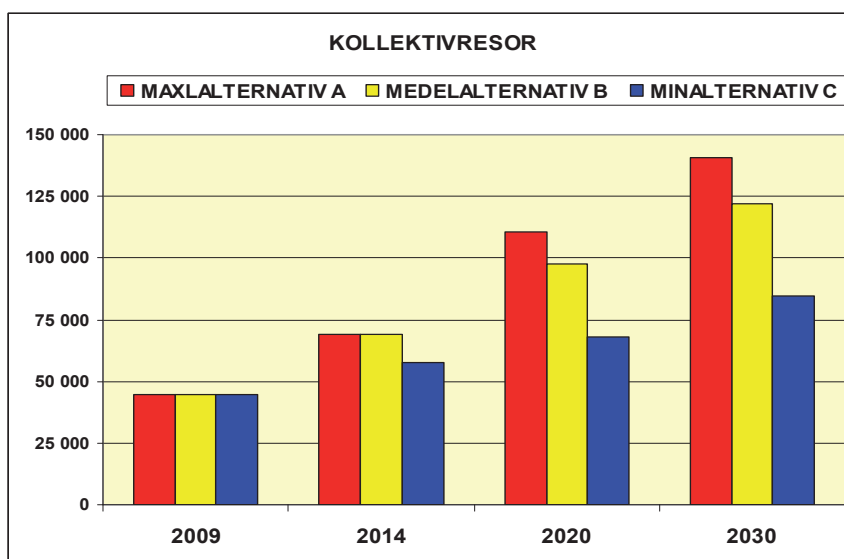
Maxalternativ A. De satta målen för kollektivtrafikens resandeutveckling tillsammans med bibehållen hög andel GC resulterar i att bilarnas utsläpp av CO₂ till år 2030 skulle minska väsentligt mer än klimatmålen (-51 vs -40%). Kollektivresorna skulle öka med en faktor 3,2.

Medelalternativ B. Med snäppet lägre satta mål för kollektiv resandet ökar detta med faktorn 2,8 jämfört med nuläget och klimatmålen skulle inte nås för 2020 men väl för 2030. Andelen (och antalet) bil- och kollektivresor skulle vara samma.

Minalternativ C. Med nästan oförändrad trafikandel skulle kollektivtrafiken öka med faktorn 1,9, huvudsakligen beroende på befolkningstillskott och generell resandeutveckling. Klimatmålen för 2020 och 2030 nås inte alls.



Figur 3 Konsekvens avseende personbilarnas utsläpp (CO₂) relativt år 2006 för kollektivtrafikens alternativa andelar jämfört med klimatmålen. Alternativ A klarar båda klimatmålen, B klarar klimatmålet för 2030 och alternativ C klarar inget av klimatmålen.



Figur 4 Konsekvens för antal lokala kollektivresor per vintervardag.

DISKUSSION

Av varandra oberoende studier i Uppsala (Banverket FoU 2004) och Malmö (Skånetrafiken 2008) pekar mot en tre till fyrfaldig ökning av kollektivresandet fram till 2020/2030. Även det statliga Institutet för Tillväxtpolitiska Studier (ITPS) rapporterat att aktuella miljömål medför belastnings-ökningar av sådana storleksordningar för kollektivtrafiken i EU's städer. Vidare skulle prognosen för ökat tågresa bidra med fördubblad belastning på Uppsala Resecentrum under perioden 2000 – 2020 till ca 40 000 tågresor per dag

för att uppnå ca 50 000 år 2030 (ny Enköpingsbana). Ökad in- och utpendling ökar givetvis det lokala resandet.

Andelen gång & cykel har hållits konstant (46%), vilket kan vara väl ambitiöst vintertid, då siffran kommer från resvaneundersökningar som baseras på beteende under hela året. Detta kan även förklara den låga andelen (10%) som uppges i den senaste resvaneundersökningen. Intressant är även resultatet att kollektivresorna nästan dubblas i Minalternativ C trots synnerligen blygsam ökning av trafikandelen. Mot denna bakgrund är det realistiskt att utgå från resultatet 141 000 kollektivresor som maxalternativ för år 2030.

Bilaga 2. Beräkningsgång - stomlinjebaserat system

Restider har tagits fram med schablonmässiga antaganden vilket också förklarar avvikelser från dagens system. Följande antaganden har gjorts:

- Snitthastigheten har antagits ligga på 20 km/h år 2014 och ökar sedan till 22 km/h år 2020 och 24 km/h år 2030.
- Att resenären i genomsnitt behöver förflytta sig 250 m till fots till start och från sluthållplatsen, vilket motsvarar en gångtid på totalt 5 minuter (2*2,5 minuter).
- Att väntetiden i genomsnitt är 2 minuter vid starthållplatsen.
- Att bytestiden vid byten är hälften av den anslutande linjens turtäthet.
- Att kompletteringslinjernas turtäthet till 20 minuters trafik.

Vi har antagit att resenärer behöver förflytta sig 250 m till fots till start och från sluthållplatsen. Detta är ett snitt där vi utgår ifrån ett hållplatsavstånd på ca 400 m inom upptagningsområdet och på 400 m från linjen. Enligt Pytagoras blir då det längsta avståndet till en hållplats inom upptagningsområdet enligt följande:

$$200^2 \text{ (hållplatsavstånd/2)} + 400^2 \text{ (upptagningsområdets gräns från linjen)} = \text{gångavståndet (fågelväg)}^2$$

För att simulera det effektiva gångavståndet har resultatet multiplicerats med 1,3 vilket motsvarar 580 m. Det genomsnittliga gångavståndet är däremot lägre än snittet eftersom hållplatsernas upptagningsområden är överlappande. Därför valdes ett genomsnittligt gångavstånd på 250 m och därmed en gångtid på 2 gånger 2,5 minuter. Är hållplatsavståndet istället 500m blir även det genomsnittliga gångavståndet något längre. Den totala restiden förlängs då med ca 1 minut.

Detta tillvägagångssätt valdes då alla valda start- och målpunkter ligger inom stomlinjernas upptagningsområden med undantag på Lefflersgatan som befinner sig strax utanför. Dessutom har det lagts till 2 min väntetid vid starthållplatsen. Vid byten har bytestiden antagits vara hälften av den anslutande linjens turtäthet (för kompletteringslinjer antas turtätheten vara 20 min.-intervaller). Resvägen utgår ifrån de heldragna blå och röda linjer i det framtagna linjenätet, dvs. de alternativa dragningarna har inte tagits hänsyn till.

Resvägen som har valts är den kortaste och byten har i möjligaste mån undvikits.

Bilaga 3. Beräkningsgång – spårtaxibaserat system

Uppdateringar av Uppsala karta t o m 2030

Uppsalas befolkning förväntas växa kraftigt till 2030. Detta kommer att ske dels genom förtätning, dels genom omvandling av äldre verksamhetsområden och dels genom tillväxt i periferin.

Förändrad användning av dagens industriområden Librobäck och Kungsängen har tagits hänsyn till vid layouten av spårtaxinätet, men färgningen i kartbilden har inte uppdaterats.

För att kunna presentera ett preliminärt spårtaxinät som täcker Uppsala år 2030 har Beamways sammanställt underlagsinformation som inhämtats dels från Uppsala kommuns hemsida och dels personligen. De nya utvecklingsområden som ligger utanför nuvarande bebyggelse har ritats i skissartat i bakgrundskartan till spårtaxinätet. Mer specifikt berörs följande områden:

Östra Fyrislund

Här tillkommer en hel del nya verksamhetsområden ända ut mot nya E4. Dessutom några mindre bostadsområden i norra delen.

Bergsbrunna/Särna.

Här tillkommer ett antal nya bostadsområden norr, öster och söder om nuvarande bebyggelse. En del av detta även öster om järnvägen.

Söder om SLU

Ett område söder om lervägen har ritats in.

Söder om BMC

Ett antal kvarter ner till Rosendalsskolan har ritats in.

Librobäck

Ett kvarter söder om järnvägen har ritats in, norr om Hällbygatan. En breddning av verksamhetsområdet söderut har inte ritats in då vi inte hittade några kartor som visade detta.

Beamways principer för layout av spårtaxinät

Traditionellt har spårtaxinät ritats som ett antal enkelriktade slingor som går i varandra för att erbjuda resmöjligheter mellan valfria stationspar. Beamways har funnit anledning att ifrågasätta detta tänkande på grund av flera anledningar, men först kan det vara lämpligt att redogöra för de *fördelar*, verkliga och upplevda, som enkelriktade banor har.

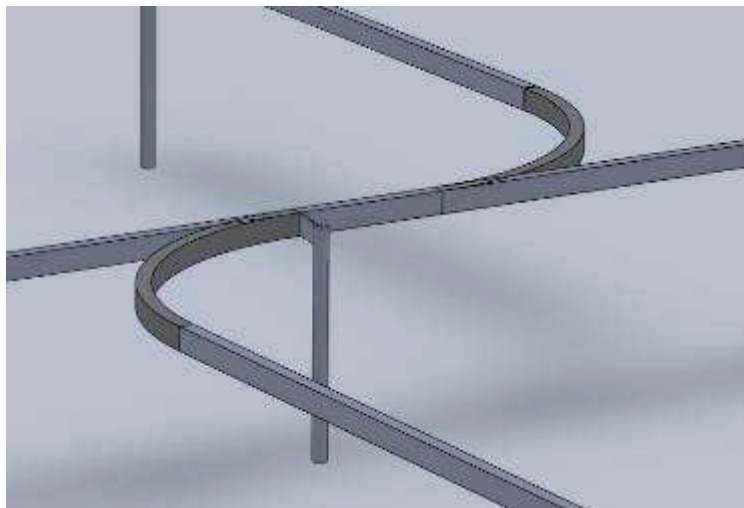
Enkelriktade näts för- och nackdelar

En fördel med enkelriktade nät anses vara att man med samma spårlängd kan få större yttäckning, dvs. kortare medelavstånd mellan stationerna. Detta är korrekt, men med vissa förbehåll:

- Kostnaden för dubbelspår är betydligt mindre än dubbelt mot enkelspår.
- Den kortare gångtiden motverkas av en längre restid pga krokigare resväg.

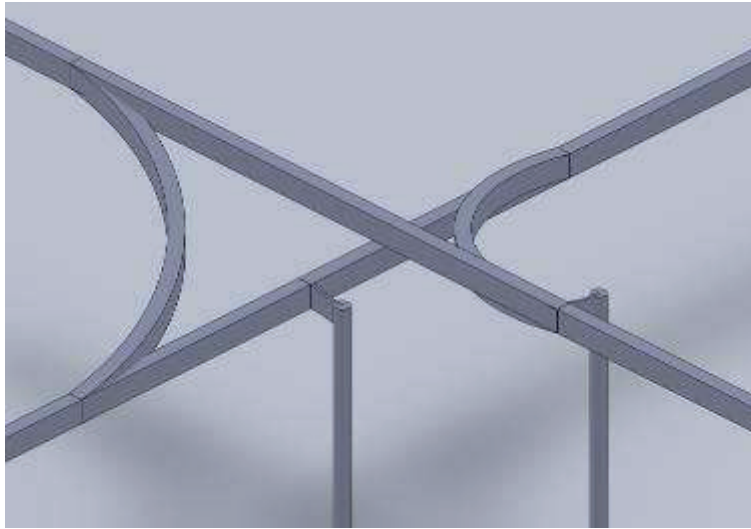
En annan fördel anses vara att korsningarna blir enklare. För enkelspår finns i princip två typer av korsningar:

Cusp: De två inkommande spåren går först ihop, sen går de två utgående spåren isär. Fördel är att korsningen inte kräver två plan. Nackdelen är att kapaciteten blir en linjes, eftersom alla fordon passerar snittet mellan väx-larna.



Figur 1 Cusp

Planskild: De två spåren korsar varandra planskilt. Två kurvspår förbinder. Fördel är full kapacitet i båda riktningarna samtidigt. Nackdel är att den kräver två plan.



Figur 2 Planskild korsning

Det man kan konstatera är att även om korsningarna är ganska enkla för enkelriktade banor så krävs två plan för att få bra kapacitet.

Enkelriktade nät har dock flera problem. Det kanske viktigaste problemet är att kapaciteten blir mindre än hälften mot ett dubbelriktat system. Detta saknar betydelse i små nät men när man vill kollektivtrafikförsörja en medelstor stad och har ambitionen att öka det kollektiva resandet kraftigt så räcker den inte. Det som kan få kapaciteten i ett enkelriktat system att räcka i detta scenario är en headway (tidslucka) på 1 sekund eller helst mindre.

Ett annat problem med enkelriktade system är just slingorna. Man måste ha tillgång till varje stationspunkt från två håll, så att man kan dra ett spår förbi. I en verklig stad finns det många platser där man skulle vilja ha en station, men där det bara finns en gata som är tillräckligt bred för att dra ett spår. Naturligtvis kan man gå fram och tillbaka i detta fall, men det är ju just ett dubbelriktat spår.

Ett relaterat problem som också gör att man får problem att hitta lämpliga dragningar är att masktätheten i nätet måste vara ganska hög för att uppnå önskad kapacitet. Denna höga masktäthet är det som anförts som en fördel, eftersom man kan lägga stationerna tätt, men ofta finns det inte lämpliga gator i befintliga städer på så små avstånd som erfordras. Detta kan bero på att dagens transportsystem bygger på dubbelriktade vägar. Större vägar hamnar då på ett ”naturligt” avstånd från varandra. Ett avstånd som är större än det som krävs för ett välfungerande enkelriktat spårtaxinät. Spårtaxin måste då in på smågator vilket ofta inte kan accepteras ur estetisk synpunkt.

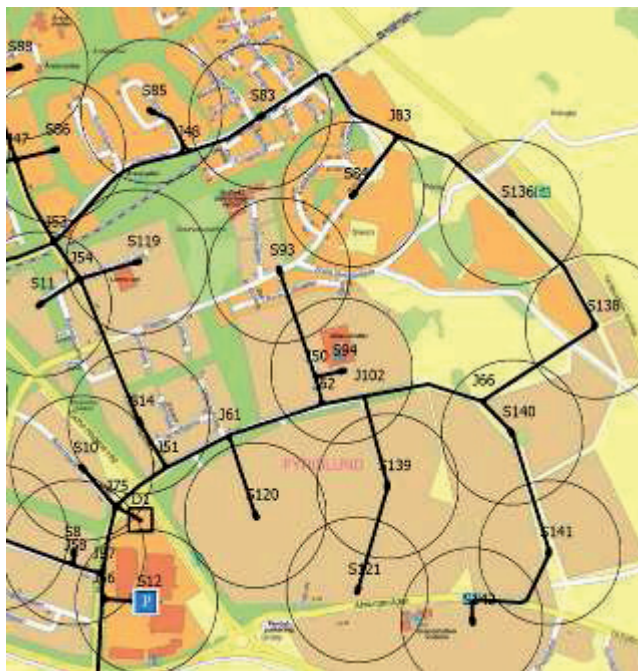
Slutligen kan man konstatera att det ideala enkelriktade nätet med en station mellan varje korsning i ett rutnät av spår sällan går att realisera. I stället blir det ofta ett flertal stationer på varje sträcka enkelspår, vilket gör att de omvägar man måste åka för att komma dit man ska blir längre, samtidigt som systemets redundans blir sämre.

Beamways layoutprinciper

Beamways har genom att konstruera ett tiotal spårtaxinät i olika städer fått en stor erfarenhet (om än teoretisk) av vad som är lämpligt tillvägagångssätt om man vill ha ett nät med hög kapacitet i en stad på över 100 000 innevånare, och med en ambitiös nivå på kollektivresandet.

Spårtaxinätet delas in i maskor av dubbelriktade linjer. Detta nät kan se ut som ett spindelnät med koncentriska ringar och ekrar, som ett rektangulärt nät eller mer kaotiskt. Eftersom kapacitetsbehovet blir störst närmast centrum måste nätet vara tätare här.

Typiskt blir nätet lagom tätt för att införa stationer på lagom avstånd i de centrala delarna, men glesare i periferin. Därför lägger man till interna stationer inuti maskorna i de perifera områdena. Detta kan göras med enkelriktade genomgående spår, enkelriktade ”bubblor” eller dubbelriktade spröt. Beamways har tagit som princip att inte mer än tre stationer ska ligga på ett sådant spår eller spröt, för att reducera kapacitets- och ytbortfallet om ett spår skulle bli blockerat. Utanför de yttersta maskorna i nätet av dubbelriktade linjer kan man också använda spröt och bubblor för att öka nätets räckvidd. Även här begränsar Beamways längden till tre stationer.



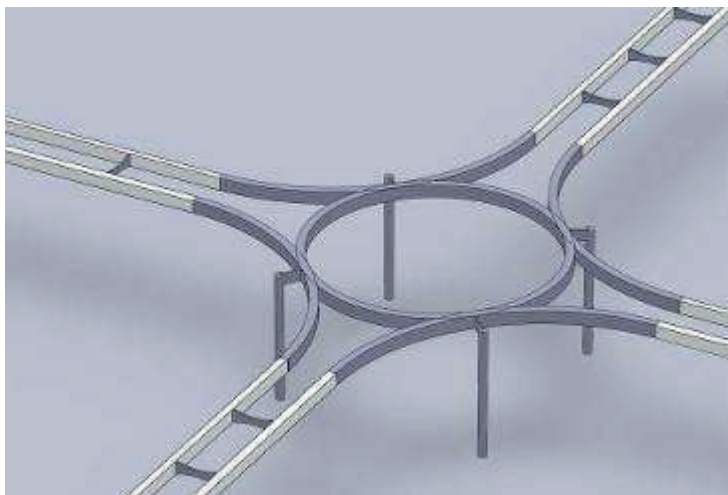
Figur 3 Dubbelriktad maska med inåtgående och utåtgående spröt.

De flesta europeiska städer har ett historiskt centrum där spårtaxispår inte är lämpligt ur estetisk synpunkt. Genom att lägga en lite större maska i nätet runt centrum och ett antal spröt inåt från denna maskas sidor kan man oftast få en god stationstäthet även i historiska centra, eftersom dessa i regel är ganska små. Hur detta ser ut i Uppsalafallet visas i nästa avsnitt.

Diskussion angående plankorsningar

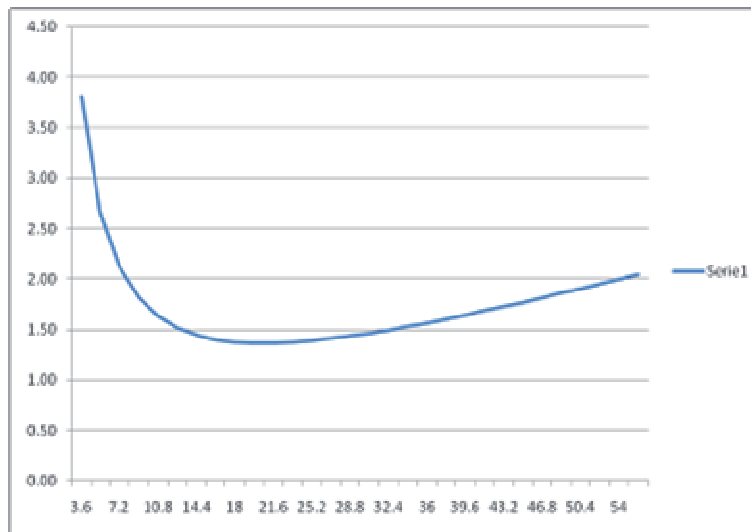
Under projektets gång har frågan om korsningarnas uppbyggnad kommit upp. Planskilda korsningar har uppfattats som svåra att använda/acceptera på grund av den större bygghöjd som dessa innebär, för hängande system som Beamways ca 11 m och för stående system ca 9 m (+ vagnar).

Problemet med korsningar i ett plan är, precis som för vägsystemet, att kapaciteten blir lägre eftersom korsande trafik först måste växlas in på en gemensam vägbana för att senare växlas ut på separata banor igen. Den enda rimliga lösningen för detta för dubbelriktade banor är så vitt känt rondell-principen. En spårtaxirondell fungerar precis som en vanlig rondell för biltrafik. En spårtaxirondell för Beamways system kan se ut som i figuren nedan. Där högersvängar är vanligt förekommande kan speciella ”högersvängfiler” tillföras för att förstärka kapaciteten.



Figur 4 Spårtaxirondell för Beamways system. Radie 8 m.

Kapaciteten i ett spårtaxisystem beror i första hand på det minimala fordonsavståndet, så kallad *headway*. I BeamEd, som har använts för att simulera Uppsalanätet, är *headway* konstant oberoende av hastighet. I detta projekt har vi satt *headway* till 2 sekunder, baserat på att Vectus för närvarande har tillstånd för trafik med *headway* på 3 sekunder, och att man förutser en viss förbättring vartefter vidare utveckling av spårtaxi sker. I verkligheten kommer man att ha en tillåten *headway* som är beroende av hastigheten. Detta beror på att bromssträckan ökar snabbare än hastigheten samtidigt som och att fordonets egen längd kommer in i beräkningen när hastigheten är låg. Detta ger en *headway* som funktion av hastigheten som ser ut som i figuren nedan. För de typiska fordonslängderna och retardationerna har denna kurva sitt minimum i närheten av 20 km/h.



Figur 5 Headway som funktion av hastighet.

Som synes av kurvan ovan ger en headway på ca 1,4 sekunder vid 20 km/h samma säkerhetsnivå som 2 sekunders headway vid 50 km/h.

För att passera en rondell med radie 8 m som i figuren ovan krävs för Beamways system att man retarderar till knappt 20 km/h för att inte få för stora sidoaccelerationer. Det är därför rimligt att anta att man i korsningen har en tillåten headway på 1,4 sekunder även om den vid 50 km/h är 2 sekunder. Notera att detta gäller för Beamwaysliknande system med lutande vagnar. I ett system utan lutande vagnar (och med hänsyn taget till spiralkurvor) måste radierna vara betydligt större för att klara max sidokrafter i 20 km/h, ca 20 m. Det finns en uppenbar risk att man av dessa skäl måste köra saktare än 20 km/h för att rondellen ska få plats på tillgängligt utrymme. Detta innebär en sänkt kapacitet som framgår av kurvan ovan.

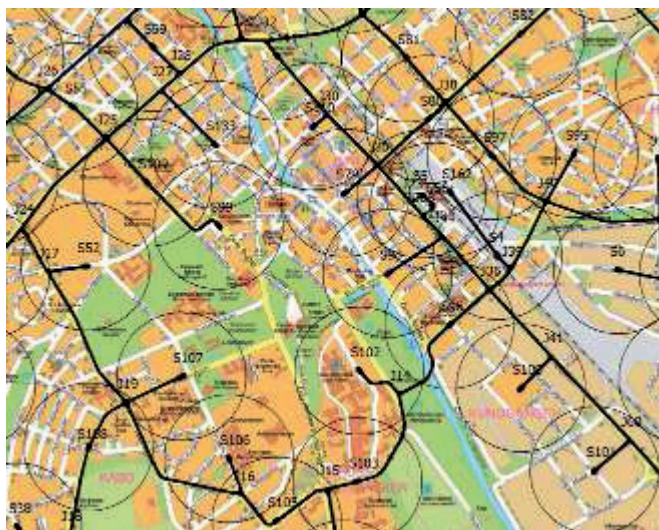
För att få en uppfattning om hur korsningarnas kapacitet räcker för Uppsalas behov med denna kortare headway så simulerades hela spårtaxinätet en gång till med 1,4 sekunders headway. Detta blir inte helt korrekt, men resultatet antyder att alla korsningar faktiskt kan byggas i ett plan under dessa förutsättningar, även om marginalen inte är stor.

Känsliga partier i Uppsala som påverkar nätet

Ett antal speciellt känsliga delar av Uppsala har identifierats, vilka påverkar möjligheterna att dra spårtaxinät på effektivaste sätt. Det kan också vara värt att notera att vi inte har beaktat möjligheter att gräva ner någon del av nätet eftersom grundförhållandena är mycket svåra i området.

Uppsalas historiska centrum måste naturligtvis värnas, men lyckligtvis är den geografiska utsträckningen mycket begränsad vilket ger ganska goda möjligheter att klara trafikförsörjningen ändå, även om restiderna från ena sidan centrum till den andra naturligtvis blir längre när man måste åka runt.

Troligen kommer även fortsättningsvis gång/cykel vara mest effektivt för förflyttningar inom stadskärnan.



Figur 6 Uppsala historiska centrum med 8 inåtgående spröt.

Beamways förslag bygger på en innersta nätmaska som går Kungsgatan, Luthagsesplanaden, Tiundagatan, Kåbovägen, Döbelnsgatan, Sjukhusvägen och sen över till Strandbodgatan innanför Studenternas IP. Denna slinga håller sig på behörigt avstånd från de viktiga historiska platserna. För att erbjuda en bra service till centrum föreslår vi åtta spröt in i slingan, där de vid Kyrkogatan, Stora torget och Bäverns gränd kanske kan uppfattas som tveksamma. Här finns förstås alla möjligheter till kompromisser mellan tillgänglighet och hänsyn, genom att modifiera förslaget åt endera hållet. Av kapacitetsskäl kan det vara lämpligt med ett ytterligare spröt till en station vid korsningen Bangårdsgatan/Kungsängsgatan. Man kan också till exempel byta ut stationen på Bäverns gränd mot en vid ingången på idrottsanläggningen väster om Flustret, med spår från Sjukhusvägen.

Som framgår av 3D-renderingar tidigare i rapporten finns när det gäller Stora Torget möjlighet att ersätta sprötet in från korsningen vid stadshuset med en enkelriktad slinga längs Svartbäcksgatan, vilket tillför en extra station. En liknande slinga mellan S:t Persgatan och S:t Olofsgatan ger ytterligare en station längs gågatan i stället för sprötet på S:t Olofsgatan. En fördel är att man delar upp belastningen på fler stationer, vilken även ger möjlighet att göra stationerna mindre, men i huvudsak åt skillnaden gentemot huvudförslaget estetisk.

Den nya bebyggelsen på Kungsängen servas av två spröt från en huvudlinje som går på Kungsgatan. Detta bör ge mindre påverkan än att dra en linje i mitten av området och lägga stationerna längs den.

Övergången av Fyrisån i närheten av Strandbodgatans ände måste utföras försiktigt, men något eller ett par av de stora träd som växer där måste nog tas ner för att man ska komma fram. Pga. båttrafik måste banan kunna öppnas i denna position, eftersom den segelfria höjden på 17 meter inte kan hanteras med en högbro på denna plats, även om det finns spårtaxissystem som

likt Beamways klarar mycket branta backar. En spektakulär variant vore att gå upp på taket på silon på östra sidan och sedan högt över ån. En alternativ dragning som ger större intrång men ur praktisk synpunkt skulle fungera är att använda Bäverns gränd, Islandsbron och Sjukhusvägen. Islandsbron är nämligen det naturliga stoppet för höga båtar i Fyrisån.

Vid den sydliga övergången vid Kungsängsbron kan en högbrolösning möjligen tänkas. Det vore bra att slippa broöppning på denna hårt belastade länk.

Förutom dessa relativt centrala platser har Beamways använt företrädesvis huvudgator för att dra de dubbelriktade länkarna i maskorna. En del av de spröt som ska serva bostadsområden har dock dragits på mindre gator, och i vissa fall i grönområden. Detta kommer förstås att behöva noggrann översyn i varje enskilt fall, men vi tror att det ska gå att hitta användbara dragningar utan större problem.

Ett problem som har uppmärksammats av Uppsalas representanter är Norbyvägen som är relativt smal och kantad av en blandning av villor/radhus och låga flerfamiljshus från olika epoker. En lösning vore förstås att dra den ganska omfattande trafiken från Gottsunda via Vårdsätravägen upp till Dag Hammarskölds väg. Denna länk ersätter då länken vid Rosendalsvägen, vars anknytning till Norbyvägen också är problematisk.

Osäkerheter i simulering och systemutveckling

Tyvärr ser vi att dagens simuleringsverktyg i form av BeamEd (och även PRTSim) inte räcker till för att kunna få mer exakta svar när det gäller om kapaciteten räcker. Det skulle vara mycket intressant att vidareutveckla simulatorer så att man kan definiera exakt hur varje korsning ser ut och exakt hur varje station är utformad.

Man ska dock inte heller glömma att trafikprognoserna är mycket osäkra, särskilt på så långa tidshorisonter som 2030. De i det här projektet antagna kollektivtrafikandelarna är ju med bred marginal högre än som någonsin uppnåtts i en stad av jämförbar storlek i ett land av jämförbar materiell levnadsstandard.

Härtill kommer att teknikutvecklingen t ex. när det gäller tillåten headway också är osäker. Om man ska driva ett projekt så att man har en fungerande första etapp 2014 så är det realistiskt bara Vectus som kan leverera ett system. På längre sikt ser det ut som att denna typ av system, med relativt tjocka balkar och stora svängradier/låg backtagningsförmåga kommer att ge begränsningar som kraftigt försvårar möjligheterna att bygga ut systemet att täcka hela staden, både ur estetiska och kapacitetsmässiga synpunkter. Å andra sidan är det osäkert när och om mer avancerade system som Beamways får den finansiering som krävs för att genomföra utvecklingsprojekt som leder fram till kompletta och säkerhetsgodkända system. Vår egen bedömning när det gäller detta är att ett par lyckosamma

pilotsystem krävs för att väcka investerarnas intresse, och att det kommer att ta 2-3 år från nu innan detta sker. Själva utvecklingsprojektet tar sedan ca 5 år till innan pilotsystem för Beamways kan installeras.

Diskussion angående beläggning i spårtaxi

I huvuddelen av denna rapport och i de simuleringar som gjordes under försommaren 2009 har en medelbeläggning i varje spårtaxi på 1,5 passagerare använts. I verkligheten kommer denna siffra att variera beroende på många faktorer. Anledningen att försöka öka samåkandet i systemet är dels att öka maxkapaciteten och dels att minska driftskostnaderna.

En viktig faktor som påverkar samåkandet är vilka åtgärder som spårtaxisystemet självt bidrar med för att öka samåkandet i rusningstrafik. Exempel på sådana åtgärder är att differentiera priset baserat på antal passagerare i vagnen, att skylta upp vissa stationsplatser med vissa destinationer i rusningstrafik, att låta vissa passagerare vänta i storleksordning någon minut för att öka chansen att någon mer med samma destination dyker upp.

Ur kapacitetssynpunkt är det viktigast med samåkning vid de mest belastade stationerna och i rusningstrafik. Lyckligtvis är även chansen att flera sällskap med samma destination dyker upp samtidigt störst just där. Om kapacitetsbrist orsakar köer ökar chansen för samåkning än mer, vilket alltså gör att en station med en passagerarkö automatiskt ökar sin möjlighet att beta av kön.

För att utreda mer exakt hur stort samåkandet blir har Beamways utvecklat en ny programfunktion för att matcha passagerare som står i kö till olika destinationer. Som väntat visar resultatet att samåkning är mest förekommande på stora stationer. I Uppsalanätet får vi en beläggning i vagnarna på i snitt 1,6 men för de tre stationerna runt resecentrum blir det 1,8 personer. Detta baserar sig på att varje resesällskap är i snitt 1,3 personer. För Bergsbrunna uppmättes hela 2.1 personer i snitt vilken beror på att det finns ett begränsat antal slutdestinationer för vilka det är optimalt att kliva av tåget i Bergsbrunna och byta till spårtaxi.

Slutsatsen är att det medeltal på 1,5 passagerare per spårtaxi som redovisas i huvudrapporten är rimligt/pessimistiskt och att det som väntat är något lättare att matcha ihop sällskap på stora stationer med många avgångar. Att medelbeläggningen på stationerna vid resecentrum är lägre än vad som redovisats i Boländernastudien var också väntat, eftersom det där finns betydligt färre destinationer att välja på för de inkommande passagerarna.

Beräkning av täckning och möjliga resor

Täckningen är beräknad som den andel av boende resp. verksamma som befinner sig inom 400 m från närmaste station, räknat fågelvägen.

Bostäderna resp. arbetsplatserna har antagits vara jämnt fördelade inom varje NYKO-område. Detta gör att de resulterande täckningarna blir underskattningar eftersom många NYKO-områden innehåller dels bebyggda delar som täcks av nätet, dels obebyggda delar som inte täcks.

En viktig sak att minnas är att för att en resa ska gå att genomföra måste både utgångspunkten och målpunkten vara täckt av nätet. Därför är det t ex i ovanstående fall $0.86 * 0.85 = 73 \%$ av resorna som är möjliga. En sänkning av täckningsgraden medför alltså ett större tapp i antal möjliga resor än man intuitivt tror.

Utbyggnadsgrad är ett begrepp som används för att relatera täckningen i ett visst utbyggnadsskede till täckningen i det kompletta nätet. Om täckningen i ett tidigt utbyggnadsskede är 10 % och den slutliga täckningsgraden är 90 % så är utbyggnadsgraden alltså $10 \% / 90 \%$ eller 11,1 %.

Täckningar och resande vid olika utbyggnadsår

Här redovisas beräkningar som ligger till grund för siffror angående nätbelastningar etc. som redovisas i huvudrapporten. För 2030 är dessa givna i förutsättningarna, men för de tidigare årtalen har vi räknat ut nätbelastningarna som använts i simuleringarna enligt nedan.

År 2014

Täckningen för nätet år 2014 är 10,5 %. Med tanke på att nätlängden på 7,9 km utgör 6,3 % av den totala nätlängden och 14 stationer 9 % av alla stationer så är Boländerna ett ganska tätbebyggt område. Detta är fördelaktigt eftersom man annars får väldigt få resor per spårkilometer i ett litet nät. Det hade varit ännu bättre med en jämnare fördelning mellan boende och arbetsplatser men denna brist ska inte överdrivas, även med en jämn fördelning stiger inte antalet lokala resor till mer än 1 % av alla lokala resor i staden.

Nätbelastningen bör med denna demografi bli 16 % av inpendlingen, 3 % av utpendlingen och ca 0.5 % av lokal pendling. Till detta kommer delresor som kombineras med buss vid resecentrum. Detta kan tänkas uppgå till 16 % av lokala resor på väg till arbeten i Boländerna plus 3 % på väg från Boländerna till arbeten (i morgonrusningen). Totalt blir resandet då $0.16 * 0.18 + 0.03 * 0.17 + 0.005 * 0.65 + 0.16 * 0.65 + 0.03 * 0.65 = 16 \%$ av alla resor i Uppsala (en del av dessa är delresor, så belastningen i bussnätet minskar inte fullt med 16%). Med 69 000 dagliga resor totalt år 2014 blir belastningen alltså 11 000 dagliga resor eller 1325 i maxtimmen.

Man kan också beräkna resbehovet baserat på andel busstrafik som ersatts. Med tio skift och ca 1.6 skift per resa för rena bussresor skulle ett bussystem behöva klara i snitt $69\,000 * 1.6 / 10 * 0.12 = 1325$ resor per skift (båda riktningarna tillsammans), dvs. exakt samma siffra. Det är en slump att båda metoderna ger lika värde, men det kan öka konfidensen om att man kommer att hamna i närheten. Detta stämmer mycket väl med siffrorna i Boländernastudien.

Vid simulering i BeamEd med ovanstående nät är 1325 resor i maxtimmen inga som helst problem. Noteras bör att medelreslängden blir 2.2 km jämfört med 2.9 km i Boländernastudien nät som baserar sig på enkelriktade banor.

År 2020

Nätet år 2020 har 47 km spår och 76 stationer, vilket är något mindre än 40 % spår och något mer än 40 % stationer jämfört med det kompletta nätet. Täckningen är 28 % för boende och 51 % för verksamma. Utbyggnadsgraden jämfört med det totala nätet är för boende nu 33 % och för verksamheter 60 %. Viktad utbyggnadsgrad blir 45 % vilket visar att det fortfarande är något mer tätbebyggda delar av staden som täcks in.

Nätbelastningen för 2020 kan beräknas till 28 % av utpendling, 51 % av inpendling och 14 % av intern pendling. Till detta kommer resor med byte till/från buss med 51 % + 28 % av det interna resandet. Tillsammans blir detta $0.28 * 0.18 + 0.51 * 0.17 + 0.14 * 0.65 + (0.51 + 0.28) * 0.65 = 74 %$ av det totala antalet resor. För 2020 stipuleras totalt 110 365 resor per dag så spårtaxiresandet bör bli 82 000 resor per dag, eller 9800 i maxtimmen.

Om man räknar på antal ersatta skaft enbart hamnar man på $110\,365 * 1.6 * 0.4 = 71\,000$ resor per dag. Att denna siffra blir så pass mycket lägre än den täckningsbaserade beror på att den täckningsbaserade metoden inte tar hänsyn till att det finns ganska stora områden som täcks både av buss och spårtaxi, och där inte alla kommer att välja spårtaxi. En vettig ansats kan då vara att kapacitetsbehovet ligger någonstans mitt emellan, vilket skulle bli 76 500 resor per dag eller 9200 resor i maxtimmen.

Resonemang angående utbyggnadsordning

I huvudrapporten redovisas en sektorvis utbyggnad av spårtaxinätet med början i Boländerna och sedan i princip medsols staden runt. Ett potentiellt problem med denna utbyggnadsordning är att busslinjeskaften från framförallt Stenhagen och Luthagen kan bli överbelastade under några år när boendet ökar i dessa områden fram till dess att spårtaxi tar över någon gång efter 2020. För att lösa detta måste man kanske bygga ut spårtaxinätet mer koncentriskt så att spårtaxi tar över en del passagerare som annars reser i de inre delarna (men förstås finns i bussen i det kritiska snittet) vartefter antalet passagerare som kliver på i de yttre områdena ökar. Om man gör det, t ex. genom en linje på Luthagesplanaden kommer också en del resande från de yttre delarna av Luthagen- och Stenhagenbussarna stiga av här (utanför det kritiska snittet) och åka vidare söder/österut med spårtaxi. Förmodligen räcker en sådan åtgärd för att "rädda" situationen men mycket mer djupgående multi-modsimuleringar krävs för att verifiera detta. Om man strikt ska hålla tidplanen för spårtaxiutbyggnaden kommer byggandet av ringen på bl a. Luthagesplanaden att försena utbyggnaden av t ex. Årstadelarna vilket gör att man måste driva den busslinjen lite längre.

Bakgrund till kostnadsuppgifter

I detta avsnitt diskuteras olika typer av kostnader för spårtaxisystem.

Investeringskostnad

Mycket har skrivits och räknats när det gäller investeringskostnaden för spårtaxi. Utmärkande för dessa beräkningar och siffror är att de står på mycket bräcklig grund. Det finns betydligt fler siffror som baserar sig på sammanställningar av äldre siffror eller jämförelser med dagens kollektivtrafiksystem än det finns beräkningar baserade på kostnaderna för komponenterna i ett spårtaxisystem. Många av sammanställningarna har utförts av konsulter som i sin övriga verksamhet arbetar med spårvagnar och annan tung kollektivtrafik. Detta gör att man har haft svårt att acceptera de låga kostnader som vissa presumtiva spårtaxileverantörer presenterat.

Ett annat problem med bedömningen av investeringskostnaderna är att de system som hittills har kostnadsberäknats har varit mycket små, högst ca 10 km enkelspår. Vi pratar här om mer än tio gånger så stora leveranser över en 15-årsperiod. Detta kommer att ge väsenliga stordriftsfördelar för leverantören.

Det finns också vissa fördelar för leverantörer att framhålla ett högt pris i ett tidigt skede av ett projekt. Det är välkänt inom marknadsföring att det är svårt att höja ett pris man redan har satt, men upplevs som fördelaktigt att sänka ett pris. Man kan alltså förvänta sig att i en riktig offersituation kan priserna komma att sjunka markant från de uppgifter som leverantörerna tidigare gett. Detta givetvis under förutsättning att det finns ett flertal leverantörer. Just nu är inte situationen sådan, vilket förstås försvårar sättandet av korrekta priser. Det enda sättet att få reda på vilka priser leverantörerna ger kommer att vara att utföra verkliga upphandlingar.

För att få fram uppskattningar av investeringskostnader för spårtaxi för användande i denna rapport kan man gå tillbaks till olika tidigare rapporter, t ex. den som har gjorts för Boländerna 2008.

I Boländernastudien anges komplettpriset för spårtaxi till 55 - 80 miljoner per kilometer inklusive bana, vagnar, stationer, styrsystem och depåer. Underlaget för dessa siffror kommer från ULTra och Vectus enbart, och det är okänt i vilket sammanhang siffrorna har presenterats. När det gäller ULTra skriver de själva (<http://www.ultraprt.com/cms/index.php?page=cost-per-mile-7m---15m>) 7-15 MUSD per mile, vilket omräknat blir 33-70 Mkr/km. I dokumentet beskrivs systemstorleken som den viktigaste kostnadsfaktorn, med stora system billigare än små. Uppsala skulle där hamna i den billigare änden av skalan. Andra faktorer är antalet stationer, där 2-2,5 stationer per mile anses som "golest", Uppsalanätet ligger på 2,2 stationer per mile, dvs. i detta intervall. Andra viktiga kostnadsfaktorer är belastningen på nätet, som i Uppsalas fall kommer att vara hög (i högtrafik) dvs. det krävs förhållandevis många vagnar. Detta trycker kostnaden uppåt. Totalt kan man nog säga att siffran kommer att ligga i mitten av intervallet, ca 40-50 Mkr/km.

När det gäller Vectus system har man på testbanan använt linjärmotorer i banan. Detta har visat sig vara mycket dyrt och Vectus säger nu att man kan pressa investeringskostnaderna väsentligt med linjärmotorn i fordonet i stället. De högsta kostnaderna för Vectusystem i Boländernastudien gäller för linjärmotorn i banan. Siffror på 40 Mkr/km har nämnts för en version med motorn i vagnen. Vectus är dock väldigt försiktiga med att uttala sig om kostnader, vilket gör läget extra osäkert.

När det gäller Beamways system så har vi från början fokuserat på lösningar som minimerar kostnaden för bansystemet. Vi har också fått in offerter på de viktigaste delarna i bansystemet; grundläggning, balkar, stolpar och övriga ståldelar. Dessa underlag ger oss ingen anledning att betvivla att investeringskostnaderna kommer att hålla sig på de nivåer som vi har haft som målsättning: 30 Mkr/km för enkelriktat och 40 Mkr/km för dubbelriktat system. Detta är dock inte ett totalpris utan kostnader för stationer och vagnar tillkommer. Kostnad för detaljplanering och omläggning av installationer i gatan ingår inte heller.

Nästan alla stationer är små och enkla, men några är betydligt större och mer komplicerade. En enkel station kostar ca 1,5 Mkr. Detta pris är ganska oberoende av om stationen är upphöjd eller i markplan. En upphöjd station kräver visserligen en hiss, trappa och en upphöjd plattform, men en station i markplan kräver å andra sidan mer och mer komplicerat spår och en inhägnad i markplan.

Större stationer kan förstås bli betydligt dyrare men taget över alla stationer är 3 Mkr/station ett rimligt medelpris.

Fordonen i ett spårtaxisystem är i storlek som en vanlig bil. Ur slitagesynpunkt behöver de dock vara bättre utförda för att klara 1 000 000 km. Å andra sidan ställs mycket lägre krav när det gäller robusthet i hjulupphängning, krocksäkerhet, etc. Vår bedömning är att vid samma tillverkningskvantitet bör priset på en spårtaxi vara ungefär på samma nivå som en vanlig bil. De flesta bilmodeller tillverkas i större serier än vad som är rimligt att anta för spårtaxi inom de närmaste decennierna. Detta talar för ett högre pris. Å andra sidan säljs bilar som styckvara och med mycket stora individuella tillvals- och utrustningsmöjligheter, vilket ger mycket högre omkostnader än för spårtaxi där en identisk modell levereras i tusentals exemplar till samma kund av samma leverantör under en följd av år. Det är rimligt att tro att dessa faktorer uppväger en del av den högre styckkostnad som en kortare tillverkningsserie innebär.

Vectus har i vissa sammanhang redovisat en fordonskostnad på 750 000 kr. Detta är ett rimligt pris för seriestorlekar i storleksordningen hundra vagnar. Med den utbyttestakt vi förutser för ett komplett Uppsalanät, ca 200 vagnar per år, kan man förvänta sig att denna kostnad går att pressa kraftigt. Vi räknar på 350 000 kr per vagn i denna rapport.

För att få en uppfattning om hur denna kostnadsuppskattning ligger jämfört med andra studier måste man titta på totalkostnad per kilometer. Från huvudrapporten får vi siffrorna 7031Mkr för 125 km. Detta motsvarar 56

Mkr/km vilket ligger ganska nära re-sultatet från många andra studier, även om det finns utliggare både uppåt (80-100 Mkr) och neråt (20-30 Mkr).

Planeringskostnad

Genomförandet av ett utbyggnadsprojekt för spårtaxi kan med fördel ske kontinuerligt snarare än i stora etapper med tidsluckor emellan. Detta ger möjlighet att anställa personal för det kontinuerliga arbetet på olika nivåer vilket ger en bättre kompetensuppbyggnad över tid än att sätta ihop projektgrupper för varje utbyggnadsetapp. Man kan likna detta vid utbyggnaden av fjärrvärme som brukar ske i jämn takt även om det på en given gata förstås grävs vid en viss tidpunkt. Det som talar emot en kontinuerlig utbyggnadsprocess är främst två faktorer. Det ena är tillståndprocessen som är inriktad på ”projekt” med fasta steg. Detta förhindrar att erfarenheter från tidigare utbyggnad och drift tas till vara fullt ut, men kan vara nödvändigt för att få tillräcklig demokratisk påverkansmöjlighet över utvecklingen. Den andra faktorn är möjligheten att avveckla tidigare kollektivtrafik. Busslinjer bör inte flyttas och läggas om för ofta, så hänsyn måste tas under utbyggnaden av spårtaxinätet så att man vid vissa definierade tidpunkter kan ersätta hela eller stora delar av busslinjeskaft.

Planering för ett spårtaxisystem kan delas upp i två nivåer. Dels kommer en noggrann systemanalys där resbehov, linjedragningar, korsningstyper, stationsstorlekar etc. analyseras. Detta arbete påbörjas direkt men måste fortsätta under hela utbyggnadsperioden eftersom man måste anpassa vidare utbyggnad efter de erfarenheter som de tidigare stegen ger, samt anpassa sig till ändringar i stadens övriga planering och utbyggnad. Detta gäller alltid, men är extra viktigt i ett fall som detta, när tidigare erfarenheter av motsvarande installationer saknas. Med en utbyggnadstakt på ca 8 km spår / 10 stationer per år borde dessa arbetsuppgifter klaras av ca 3 tjänster, inklusive olika typer av samråd, tillståndshantering etc. Dessa tjänster kan av kompetensskäl behöva delas upp på flera personer.

Inför byggandet av varje sektion spår, varje station och varje korsning krävs en noggrann planering av varje stolpe, varje stationsuppgång etc. Alla befintliga installationer under mark måste tas hänsyn till och antingen undvikas genom ändrad placering av spårtaxisstolpar, eller omlokaliseras innan stolparna placeras ut. Ovanstående utbyggnadstakt medför att ca 500 stolpar ska hanteras per år. Om man räknar med en mandag i planeringstid per fundament hamnar man på ca 3 anställda även för arbetsuppgifterna på denna nivå. Till detta kommer upphandling och styrning av externa entreprenörsföretag som utför det praktiska arbetet. Detta kräver ett par anställda till.

Totalt behövs då en avdelning för att driva den kontinuerliga utbyggnaden på ca 8 personer. I denna analys räknar vi på 10 personer under de 20 år som utbyggnaden pågår, totalt 200 manår för planering och styrning. Kostnaden för detta blir i storleksordningen 125 Mkr, dvs 1 Mkr per spårkilometer.

Driftskostnad

Driftskostnaden för spårtaxissystem har beräknats många gånger enligt olika principer. Idag är den förhärskande siffran 1.74 kr/km, en siffra som är medelvärdet av ett antal studier med oredovisad metodik.

I Boländernastudien redovisades en egen beräkning av driftkostnad baserad på kostnad för personal, el, reservdelar etc. Detta system utför 4.6 miljoner resor per år till en driftkostnad på 16,6 Mkr. Medelreslängden är 2,9 km vilket ger en driftkostnad på 1,25 kr/pkm. Detta är alltså betydligt lägre än siffran 1.74 kr/pkm ovan. Ändå kan man se flera orimligheter i beräkningen av underlaget till driftskostnaden. Dessa kan till del bero på ineffektivitet pga. odelbara resurser, men att ha 10 mekaniker och 5 städare på 130 fordon är inte rimligt. Varje fordon skulle alltså behöva 30 minuters service per arbetsdag och 15 minuters städning. Enligt TriVector får en buss ca 5 minuters städning per dag, så 1 minut är nog mer rimligt än 15 minuter för en spårtaxi. När det gäller service kan man jämföra med servicemängden för en bil, som ligger på ca 4 timmar per 10 000 km (i form av ”tusenmilaservice”, ”besiktning” etc). Boländernasystemet med 15 000 dagliga resor om 3 km skulle då behöva $4.5 \cdot 4 = 18$ timmar service per dag, dvs. ungefär 2 service-tekniker.

Även elförbrukningen verkar i överkant, då Vectus nu har publicerat siffror på ca 0.1 kWh/vkm hamnar man på 4 kW per vagn snarare än 7 kW, en minskning med 40%.

För Boländernasystemets 130 fordon skulle det alltså behövas en städare på halvtid och två mekaniker. Totalkostnaden per år sjunker med dessa justeringar med 5,2 Mkr till 11,4 Mkr. Detta ger en driftkostnad på 86 öre/pkm.

I denna rapport används 1 kr/pkm som ett slags kompromiss mellan de olika uträkningarna. Det kan också noteras att detta är samma kostnad som för Stockholms pendeltåg, vilket väl är det trafikslag som kommer närmast spårtaxi när det gäller personaltäthet (dvs. antal passagerare per förare).

Med utgångspunkt från Boländernarapportens uppställning kan man beräkna motsvarande driftkostnad för det kompletta systemet. I tabellen nedan redovisas dessa uträkningar.

Tabell 1 Sammanställning av driftskostnader

Rubrik	Boländerna original				Boländerna reducerad städ & mek				Uppsala original				Uppsala reducerad städ & mek			
	Antal	Skift	Lön	Kostnad	Antal	Skift	Lön	Kostnad	Antal	Skift	Lön	Kostnad	Antal	Skift	Lön	Kostnad
Antal fordon			130				130				3000				3000	
Antal spårkm			9.4				9.4				125				125	
Antal stationer			18				18				162				162	
Kostnad / spårkm			40				40				40				40	
Kostnad / station			3				3				3				3	
Kostnad / fordon			0.75				0.75				0.35				0.35	
Antal resor/år			4560000				4560000				42300000				42300000	
Medelreslängd			2.9				2.9				4.6				4.6	
Vagnar/städare			26				260				26				260	
Vagnar/mekaniker			13				65				13				65	
resor/operatör/år			570000				570000				570000				570000	
antälda/chef			23				10.5				23				23	
Chef/planerare	1	1	30	0.5	1	1	30	0.5	18	1	30	9.9	6	1	30	3.1
Operatör	2	4	25	3.6	2	4	25	3.6	19	4	25	33.4	19	4	25	33.4
Vagnunderhåll	5	2	20	3.6	1	2	20	0.7	115	2	20	83.1	23	2	20	16.6
Städare	5	1	15	1.4	0.5	1	15	0.1	115	1	15	31.2	12	1	15	3.1
Reservdelar 2,5% av vagnkostnad				2.4				2.4				16.7				16.7
Reservdelar 0,5% av bana+stationer				2.2				2.2				30.4				30.4
Underhåll programvara 10% av styrsystem				1.0				1.0				13.0				13.0
Summa Drift, ex el				14.7				10.6				217.6				116.3
vagnkm/dag				339.1				339.1				216.2				216.2
vagnkm/spårkm/år				1.4E+06				1.4E+06				1.6E+06				1.6E+06
Antal anställda				24				12				439				138
Elkostnad @7kW				2				2				30				30
Total drift				17				13				248				147
total/pkm				1.27				0.96				1.27				0.75

Slutresultatet visar alltså på en driftskostnad på 147 Mkr/år, fördelat på 30 Mkr för el, 47 Mkr för reservdelar och 70 Mkr i personalkostnad fördelad på 138 anställda av olika kategorier.

För att överföra siffrorna från Boländernastudien har följande antaganden gjorts:

- Antal anställda per chef, 23 st, är oförändrat även om det pga. odelbarhet går ner till 10.5 för det reducerade Boländernafallet.
- Antal hanterade resor per år och operatör är oförändrat.
- Reservdelskostnad för vagnar är proportionellt mot körda vagnkilometer.
- Underhåll bana beror av spårlängden och antal vagnpassager per år.
- Antal städare och mekaniker per vagn är oförändrat.

Notera att driftkostnaderna i verkligheten nästan uteslutande hänför sig till *vagnkilometer* snarare än personkilometer. Här har begreppen använts lite omväxlande vilket motiveras med att medelbeläggningen på 1.5 personer/vagn är samma som medelbeläggningen på tomresor som också är 1.5 (ca 33 % av körda kilometer är med tomma vagnar). Med smarta strategier för samåkning kan man enligt Ingmar Andreasson komma upp i beläggningar på 2.5 personer/vagn i rusningstrafik. Ingmars simuleringar gäller dock Boländerna, med större nät och fler destinationer minskar samåkningsmöjligheterna.

