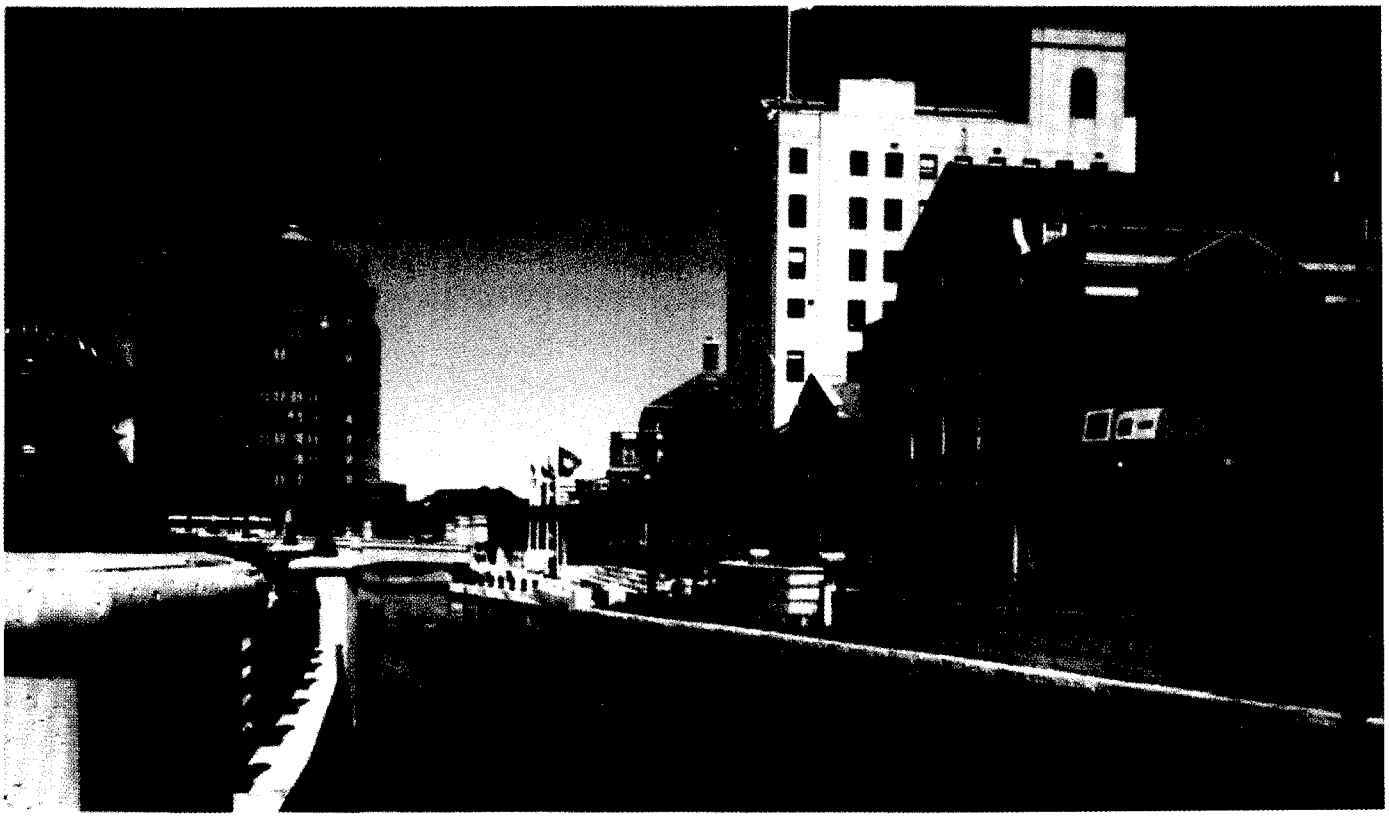
Transek
Logistik CENTRUM

KFB

PB2000-103183

Spårtaxi

Ett effektivt och hållbart trafiksystem



Analyser av en pilotbana i Stockholm – marknad och ekonomi

Göran Tegnér, Janne Henningsson,
Vesna Loncar-Lucassi, Gunnar Lind
Ingmar Andréasson

REPRODUCED BY: NTIS
U.S. Department of Commerce
National Technical Information Service
Springfield, Virginia 22161

KFB-Rapport 1999:4

TITEL/TITLE
Spårtaxi–ett effektivt och långsiktigt hållbart trafiksystem. Analyser av en pilotbana i Stockholm. Marknad och ekonomi
FÖRFATTARE/AUTHOR
Göran Tegnér, Janne Henningsson, Vesna Loncar-Lucassi, Gunnar Lind, Transek, Ingmar Andréasson, LogistikCentrum
SERIE/SERIES
KFB-Rapport 1999:4
ISBN **91-88371-17-4**
ISSN **1104-2621**
PUBLICERINGSDATUM/DATE PUBLISHED
Maj 1999
UTGIVARE/PUBLISHER
KFB – Kommunikationsforsknings-beredningen, Stockholm
KFBs DNR **1997-264**

REFERAT (Syfte, Metod, Resultat)
På uppdrag av Regionplane- och trafikkontoret, och med finansiellt stöd av KFB, har Transek fått i uppdrag att närmare studera förutsättningar, marknad och ekonomi med en pilotbana för spårtaxi i Stockholmsregionen. Syftet med denna forskningsrapport är dels att finna ett lämpligt fallstudieområde i Stockholmsregionen för ett spårtaxinät, dels att utröna om ett spårtaxisystem kan vara samhällsekonomiskt lönsam. Följande metoder har tillämpats för att utröna ett spårtaxisystems lönsamhet i Stockholmsregionen:

- en marknadssegmenterad efterfrågeanalys av spårtaxi i hela Stockholmsregionen
- en marknadssegmenterad efterfrågeanalys av spårtaxi i Akalla – Kista området i Stockholmsregionen
- en stated-preference studie av värderingen av spårtaxi för ett område i Stockholmsregionen
- en samhällsekonomisk analys av spårtaxinät i Akalla – Kista området i Stockholmsregionen.

Ett spårtaxinät i Akalla-Husby-Kista-Helenelund-Sollentuna C visar sig kunna samhällsekonomiskt lönsamt med den god lönsamhet, vid måttliga nivåer på investeringskostnaderna. Två svenska system – SkyCab och FlyWay är klart lönsamma, och även ett amerikanskt system – Raytheons PRT 2000 kan bli lönsamt upp till en systemkostnad på 107 – 120 Mkr per bankilometer vid den aktuella resefterfrågan för år 2010. En tumregel för samhällsekonomisk lönsamhet kan vara att antalet resor bör uppgå till minst 500 resor per dygn och bankilometer och att investeringskostnaden bör uppgå till högst ca 115 Mkr per bankilometer. Flera sådana områden har identifierats i Stockholmsregionen. Spårtaxi i hela Stockholmsregionen visar vara ett effektivt och långsiktigt hållbart trafiksystem, med betydande restids- trafiksäkerhets- och miljövinster; och som bidrar till att minska biltrafik och trängsel i regionens centrala delar.

ABSTRACT (Aim, Method, Results)
On behalf of the Office of Regional Planning and Urban Transportation at the Stockholm County Council and with financial funding from KFB, Transek Consultants was commissioned to analyse conditions, market and economic viability of a Personal Rapid transit (PRT) demonstration network in the Stockholm region. The aim of this research study is to find a suitable test site for such a PRT network and to examine the social benefits and costs of such a PRT system. The following methods have been chosen to examine the economic viability of a PRT network:

- a market-segment demand analysis of an area-wide PRT mode for the entire region of Stockholm
- a market-segment demand analysis of a PRT-system in the Akalla – Kista area in the Stockholm region
- a stated-preference study of the evaluation of the PRT performance for an area in the Stockholm region
- a social cost-benefit analysis of a PRT-system in the Akalla – Kista area in the Stockholm region.

A local PRT network in Akalla-Husby-Kista-Helenelund-Sollentuna C is showed to yield a substantial social net benefit at a modest and realistic level of investment costs. Two Swedish conceptual systems – SkyCab and FlyWay seem to be economic viable, and also an American system – Raytheon's PRT 2000 can be socially profitable with the investment cost amounting 107 – 120 MSEK per track-kilometre at the predicted demand level for the year 2010. A rule of thumb for a positive benefit-cost ratio might be a ridership demand of at least 500 trips per day and track-kilometre, and an investment cost lower than 115 MSEK per track-kilometre. Several such dense areas have been identified in the Stockholm region. An area-wide PRT system could be an efficient and long-term sustainable traffic system with substantial travel time, traffic safety and environmental gains, and that contributes to a reduction of road traffic and congestion in the central parts of the region.

I Kommunikationsforskningsberedningens – KFB – publikationsserier redovisar forskare sina projekt. Publiceringen innebär inte att KFB tar ställning till framförda åsikter, slutsatser och resultat.

KFB-rapporter försäljs genom Fritzes Offentliga Publikationer, 106 47 Stockholm, tel 08-690 90 90
Övriga KFB-publikationer beställs och erhålls direkt från KFB. Man kan dessutom abonnera på tidningen KFB-Kommuniké.

KFB Reports are sold through Fritzes', S-106 47 Stockholm.
Other KFB publications ***are ordered directly from KFB***

KFB
KOMMUNIKATIONS
FORSKNINGS
BEREDNINGEN

Spårtaxi

Ett effektivt och hållbart trafiksystem

Analyser av en pilotbana i Stockholm – marknad och ekonomi

Göran Tegnér, Janne Henningsson,
Vesna Loncar-Lucassi, Gunnar Lind, Transek
Ingmar Andréasson, LogistikCentrum

Innehållsförteckning

FÖRORD 4

1 UPPDRAG OCH SYFTE 5
1.1 KFB:s FoU-program 5
1.2 Stockholms läns landstings förstudie - Pilotbana med spårtaxi 5
1.3 Tidigare svensk forskning 6
1.4 Den internationella fronten 7
1.5 KFB:s yttrande över SLL:s förstudie 7
1.6 Syftet med denna utredning 8
1.7 KFB:s beslut 8

2 BILTRAFIKEN HAR VUXIT SNABBARE ÄN KOLLEKTIVTRAFIKEN I STOCKHOLMSREGIONEN 10
2.1 Biltrafiken har ökat med 88 procent 1970 - 1995 10
2.2 Kollektivtrafiken har ökat med 19 procent 1973 - 1996 11
2.3 Bilresandet fortsätter att växa snabbare än kollektivresandet 13
2.4 Högklassig kollektivtrafik behövs för att undvika trafikinfarkt 18

3 SPÅRTAXI – INDIVIDUELLA RESOR PÅ KOLLEKTIVA SPÅR 21

4 SPÅRTAXI I HELA STOCKHOLMSREGIONEN – ETT EFFEKTIVT OCH LÅNGSIKTIGT HÅLLBART TRAFIKSYSTEM 24
4.1 Marknadsanalys av spårtaxi i hela Stockholms län 24
4.2 Marknadsmässigt och trafikpolitiskt intressanta områden 34
4.3 Val av fallstudieområde 36

5 EFTERFRÅGAN PÅ SPÅRTAXIRESOR I KISTA/AKALLA-OMRÅDET 37
5.1 Efterfrågeanalysens fem steg 37
5.2 Spårtaxinäten 38
5.3 Datorsimulering av spårtaxnätet för Akalla – Kista området 39
5.4 Jämförelser mellan spårtaxinäten 41
5.5 En marknadssegmenterad och nätverksbaserad efterfrågeanalys 43

6 VÄRDERING AV SPÅRTAXI FÖR ETT OMRÅDE I STOCKHOLM 51
6.1 Stated Preference-metoden 51
6.2 Uppläggning av fältarbetet 52
6.3 Resultat 55
6.4 Deskriptiv statistik 62

7 SPÅRTAXINÄT I KISTA-AKALLA ÄR SAMHÄLLSEKONOMISKT LÖNSAMT 63
7.1 Samhällsekonomisk metodik ... 63
7.2 Kalkylförutsättningar ... 66
7.3 Kostnader för ett spårtaxinät – en internationell jämförelse ... 68
7.4 Kostnader för ett spårtaxinät i Akalla - Kista ... 81
7.5 Värdering av den samhällsekonomiska nyttan ... 82
7.6 Samhällsekonomiska kalkyler ... 83
7.7 Känslighetsanalys ... 87
7.7 Lönsamhet av spårtaxi i andra områden ... 88
7.9 Lönsamhetsjämförelse med andra projekt ... 89

8 SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER 91

REFERENSER 99

BILAGOR 103
Bilaga 1 Tillämpat trafikprognossystem (Fredrik-Emma) ... 103
Bilaga 2 Matris över resuppoffringselasticiteter ... 111
Bilaga 3 Kriterier för val av fallstudieområde för spårtaxi ... 112

Förord

Spårtaxin – hur realistisk är den? frågade sig Rolf Oom vid KM redan år 1971. Frågan har egentligen ännu inte fått något riktigt bra svar. Spårtaxi i form av större fordon har dock funnits i verkligheten i Morgantown i West Virginia i USA och fungerar alldeles utmärkt där alltsedan början av 1970-talet. Över hela världen finns idag ett 80-tal s.k. APM-system (APM - Automated People Mover) och antalet system växer.

Men just spårtaxi – i betydelsen små lätta enheter för ca 4 personer på egen bana – har ännu inte satts i drift. I Chicago (Rosemont) är förberedelserna långt drivna och ett eventuellt beslut tämligen nära. I Seattle har nyligen en omfattande spårtaxistudie genomförts. I Sverige har ett flertal studier genomförts under de senaste 10 åren i framförallt Göteborg, Gävle, Jönköping och Stockholmsregionen. Det har dock visat sig föreligga behov av att komplettera de tidigare studierna i ett antal avseenden, främst vad gäller marknadsanalyser, värderingsanalyser och samhällsekonomiska analyser.

På uppdrag av Regionplane- och trafikkontoret, och med finansiellt stöd av KFB, har Transek fått i uppdrag att närmare studera förutsättningar, marknad och ekonomi med en pilotbana för spårtaxi i Stockholmsregionen. Marknadsanalyserna har utförts av Jan Henningsson och Göran Tegnér vid Transek. Detaljerade datorsimuleringar av fem alternativa spårtaxinät har utförts av Tekn. Dr. Ingmar Andréasson, LogistikCentrum. Värdering av spårtaxi i form av Stated Preference studie har utförts av Vesna Loncar-Lucassi vid Transek och med vetenskapligt stöd av Professor Elsa Rosenblad, CTH, Inst. för Konsumentteknik. Samhällsekonomiska analyser av spårtaxi har gjorts av Tekn. Dr. Gunnar Lind vid Transek. Som projektledare har Göran Tegnér fungerat. Arbetet har följts av en arbetsgrupp inom Stockholms läns landsting samt en politisk ledningsgrupp. Projektet har även redovisats för KFB. Kontaktperson på KFB har varit Nils Edström.

I kapitel 2 illustreras trafikutvecklingen i Stockholm – utan spårtaxi. I kapitel 3 beskrivs filosofin bakom spårtaxikonceptet. I kapitel 4 analyseras hur ett heltäckande spårtaxinät i hela Stockholmsregionen kan bidra till ett effektivt och långsiktigt hållbart trafiksystem. I kapitel 5 beskrivs hur ett efterfrågan på spårtaxiresor kan bli i Akalla-Kista området, och i kapitel 6 redovisas metod och resultat av SP-studien. Kapitel 7 ägnas åt de samhällsekonomiska analyserna. Utredningens sammanfattning och slutsatser presenteras i kapitel 8.

Förhoppningsvis kan denna rapport bidra till att stimulera och underlätta ett eventuellt beslut att gå vidare med spårtaxi i Stockholmsregionen.

Solna i december 1998

Göran Tegnér, TRANSEK
projektledare

1 Uppdrag och syfte

1.1 KFB:s FoU-program

Frågan om hur kollektivtrafiken ska kunna göras mer attraktiv och konkurrenskraftig på den lokala och regionala transportmarknaden har uppmärksammats under lång tid. Så här skriver KFB i sitt eget forskningsprogram:

> *"För att [kollektivtrafiken ska] kunna konkurrera med bilen krävs trafiksystem med högre kvalitet och resstandard än vad dagens kollektiva trafiksystem kan erbjuda. Det intressanta med vissa typer av automatiska bansystem är att de synes kunna erbjuda hög frekvens, fler direktresor och snabbare restider än vad dagens kollektivtrafik förmår. Om automatik utnyttjas måste systemet dock ha egen bana, vilket ställer särskilda krav på bl.a. stadsbilden. Hittills genomförda studier har gett intressanta resultat, vilket kan motivera fördjupade studier av problem och möjligheter med olika typer av nya trafiksystem. Internationella erfarenheter bör inhämtas."*[1]

1.2 Stockholms läns landstings förstudie - Pilotbana med spårtaxi

Stockholms Läns Landsting har i en färsk förstudie låtit studerat "Spårtaxi - individuell kollektivtrafik"[2] som ett komplement till den traditionella buss, t-bane- och järnvägs/-spårvägstrafiken. I denna förstudie skrivs inledningsvis bl.a. följande:

> *"Resandet med kollektiva transportmedel förlorar i konkurrenskraft gentemot den individuella bilismen. Den ökande rörligheten i samhället har inte kunnat mötas med tillräckligt attraktiva och effektiva kollektiva transportmedel. Privatbilismen har därmed blivit det dominerande färdmedelsvalet för persontransporter. Den privata biltrafiken har samtidigt kommit att innebära ett hot mot både sig själv och sin omgivning. Dålig framkomlighet och dålig miljö har uppstått i våra tätorter, och det försvagade underlaget för kollektivtrafiken försämrar ytterligare dess förmåga att konkurrera i en ogynnsam spiral.*
>
> *Spårtaxi, en svensk benämning på PRT - Personal Rapid Transit, har aktualiserats som ett svar på utmaningen att erbjuda den privata bilens standard i ett effektivt kollektivtrafiksystem. Flera svenska kommuner har på senare år studerat förutsättningarna för att införa spårtaxi som en del i kollektivtrafikförsörjningen,*

---

1 KFB:s Forskningsprogram, KFB Information 1996:16, Kommunikationsforskningsberedningen, december 1996, sidan 157.

2 "Pilotbana med spårtaxi - förstudie om möjligheter och förutsättningar", PM Nr 7, april 1997, SLL Regionplane- & trafikkontoret

och svenska industriella initiativ har också bidragit till att rikta intresset mot spårtaxi som transportsystem."

1.3 Tidigare svensk forskning

KFB har tidigare finansierat ett stort antal spårtaxistudier, bl.a. i Gävle, Jönköping och Göteborg. Vid t.ex. Chalmers Tekniska Högskola och Göteborgs universitet har ett flerårigt FoU-program genomförts, vars resultat avrapporterades den 17 juni, 1997 i form av ett seminarium med titeln: "Avancerade persontransportsystem".

Ett betydande antal spårtaxistudier har således redan genomförts och många ursprungliga frågeställningar har klarlagts helt eller delvis. Exempel på intressanta och relevanta frågeställningar är:

- spårtaxisystemets kostnader
- spårtaxisystemets konkurrens med biltrafiken
- spårtaxisystemets konkurrens med gång och cykel
- spårtaxisystemets konkurrens med linjetrafik (buss, t-bana)
- finns det grupper med speciella tidsvärden/komfortbehov, som kan vinnas över med spårtaxi, men inte med traditionell kollektivtrafik?
- finns det någon resrelation där spårtaxi skulle kunna vara bra även om det blev en engångsföreteelse?
- kan alternativresande med buss lätt ordnas där om tekniken skulle krångla?

Flera av ovanstående punkter är föga eller ej alls särskilt utredda. Kostnadskalkylerna är naturligen behäftade med betydande osäkerheter, eftersom det inte existerar några spårtaxisystem i drift i Sverige eller i Europa. Konkurrensförmågan gentemot biltrafiken är visserligen översiktligt simulerad i några studier av Tekn. Dr. Ingmar Andréasson i Gävle och Göteborg, men knappast alls i Stockholmsregionen.

Konkurrensytan gentemot gång och cykel är oss veterligen ännu mer rudimentärt behandlad, om det överhuvudtaget är beaktat. Frågan om spårtaxi som ett komplement eller som en ersättning för traditionell linjetrafik har beaktats av Ingmar Andréasson för Göteborg, men även inom detta område är det angeläget att ytterligare reducera osäkerheten vad gäller marknadsförutsättningarna för spårtaxi, t.ex. för Stockholmsregionen.

Frågan om det finns grupper av trafikanter med speciella tidsvärden eller komfortbehov som kan vinnas över med spårtaxi, men inte med traditionell kollektivtrafik är - oss veterligen - ej alls studerad i Sverige. Även de båda sistnämnda punkterna ovan är hittills outredda.

1.4 Den internationella fronten

I USA pågår utbyggnaden av en första provbana med modern spårtaxi (Personal Rapid Transit) i Rosemont, Chicago, samt bedrivs en hel del forskning kring olika typer av automatbanor. En bra överblick över den pågående forskningen kring PRT gavs av en internationell forskningskonferens i november 1996 anordnad av Professor J. Edward Andersson et. al. vid University of Minnesota i Minneapolis: "International Conference on PRT & Other Emerging Transportation Systems"[3].

Ingmar Andréasson och Lawrence Fabian har genomfört en internationell översikt över forsknings- och kunskapsläget för spårtaxi[4].

Dessa båda kunskapsöversikter ger en god grund för det fortsatta FoU-arbetet.

1.5 KFB:s yttrande över SLL:s förstudie

Stockholms läns landsting har skickat ut den ovan nämnda förstudien: "Pilotbana med spårtaxi - förstudie om möjligheter och förutsättningar" på remiss till bl.a. KFB. KFB har yttrat sig om detta projekt på bl.a. följande sätt:

> *"Försök med spårtaxi stämmer väl överens med KFBs FoU-program både när det gäller en konkurrenskraftig och mer attraktiv kollektivtrafik och nya trafiksystem."*
>
> *"Intressant ur KFBs perspektiv är studier av olika modeller för finansieringslösningar av sådana kapitalintensiva kollektivtrafikinvesteringar som ett spårtaxiprojekt representerar.*
>
> *Ytterligare kunskap behövs när det gäller att bedöma spårtaxis samhällsekonomiska lönsamhet. Det gäller värderingen av spårtaxis speciella egenskaper såsom direkta och individuella resor utan mellanliggande uppehåll.*
>
> *Även studier som belyser ett spårtaxisystems resursåtgång och miljöpåverkan är av intresse då det gäller att få en uppfattning om spårtaxisystemets potentiella miljövinster och eventuella brister."...*
>
> *... "KFB är övertygad om att en pilotbana skulle ge värdefull kunskap om anropsstyrd trafik över huvudtaget och som kan vara till nytta att när det gäller att*

---

3 De viktigaste FoU-bidragen är dokumenterade bl.a. i: Infrastructure, Volume 2, Number 3, Special Issue: Personal Rapid Transit systems, J. Edward Anderson, Guest Editor, John Wiley.

4 "Research and Development in Advanced Transit Systems - Surveys of Academic and Industry Efforts", Summer of 1996, Edited by Ingmar J. Andréasson, Chalmers and Lawrence J. Fabian, Trans 21.

försöka anpassa den konventionella kollektivtrafiken till individuella behov för att på så sätt göra den mer attraktiv.

Av betydelse är också ökade kunskaper om samhällsekonomisk nytta och finansiering av kapitalintensiva infrastruktursystem. Denna kunskap är till hjälp vid anläggande av andra typer av banor.[5]*"*

1.6 Syftet med denna utredning

Syftet med detta FoU-projekt var ursprungligen att komplettera tidigare genomförda spårtaxistudier i följande avseenden:

1. en marknadssegmenterad efterfrågeanalys av spårtaxis möjligheter att konkurrera/komplettera övriga trafiksystem;
2. en trafikantanalys för att utröna om det finns vissa grupper av trafikanter med speciella tidsvärden och/eller komfortbehov, som kan vinnas över med spårtaxi, men inte med konventionell kollektivtrafik;
3. en betalningsviljestudie, med vars hjälp betalningsviljan för spårtaxis specifika komfort kartläggs;
4. en studie av hur olika prissättningsstrategier påverkar efterfrågan på spårtaxi;
5. en analys av spårtaxis miljömässiga konsekvenser;
6. en skiss till finansiering av en pilotbana med spårtaxi genom uppskattning av markvärdestegringar.

1.7 KFB:s beslut

Såväl KFB:s Ledningsgrupp som dess Styrelse behandlat FoU-ansökan till detta projekt. KFB:s Ledningsgrupp tillstyrkte projektet och framhöll den 25 november 1997 bl.a. att:

"Beträffande det här ansökta projektet bör främst beaktas den samhällsekonomiska nyttan, som bör vara klart positiv innan beslut fattas om att dra igång ett pilot- och demonstrationsprojekt. Finansieringsfrågan får ses ett senare led som man får genomlysa i det fall en samhällsekonomisk studie visar på positiv total samhällsnytta.

Av intresse nu är istället den samhällsekonomiska studien... Det är därför meningsfullt att se vad en tillämpad studie avseende ett konkret projekt inom Stockholmsregionen ger för nytta. Uppnås ej samhällsekonomisk nytta för ett sådant

---

5 KFB:s remiss: "Pilotbana med spårtaxi - förstudie om möjligheter och förutsättningar"; brev till SLL, RTN 1997-07-10.

projekt inom Stockholmsregionen torde det vara svårt att uppnå det på annan plats i Sverige heller".

KFB:s Styrelse yttrade den 12 december 1997 bl.a.:

"Styrelsen delade kansliets bedömning att KFB bör inrikta sitt stöd på att klargöra sådana frågeställningar i projektet som är av generell och kunskapsuppbyggande natur. Framför allt gäller det att bedöma den samhällsekonomiska nyttan av sådana kapitalintensiva infrastruktursystem som spårtaxi och andra typer av kollektivtrafikanläggningar. Styrelsen underströk dock också att ett villkor för KFB:s stöd är att projektet är inriktat på ett konkret fall inom ett geografiskt område där pilotbanan avses bli byggd."

Det beviljade FoU-anslaget bantades dock till 55 % av det ansökta beloppet, varför ambitionsnivån enligt avsnitt 1.6 ovan fick bantas. Bl.a. fick punkterna 5. och 6. utgå samt övriga punkters ambitionsnivå anpassas till en väsentligt lägre budgetram än vad som ursprungligen var kalkylerad.

Punkten 4 har bl.a. av detta skäl utgått och behandlas ej närmare i denna utredning. (Ett ytterligare skäl härtill är att den samhällsekonomiska nyttan av spårtaxi har setts som överordnad; och det visar sig att den maximeras vid en låg taxenivå; frågan om betalningsviljan för spårtaxi behandlas i kapitel 6; priskänsligheten för kollektivresor i Stockholms län uppgår i genomsnitt till –0,50).

2 Biltrafiken har vuxit snabbare än kollektivtrafiken i Stockholmsregionen

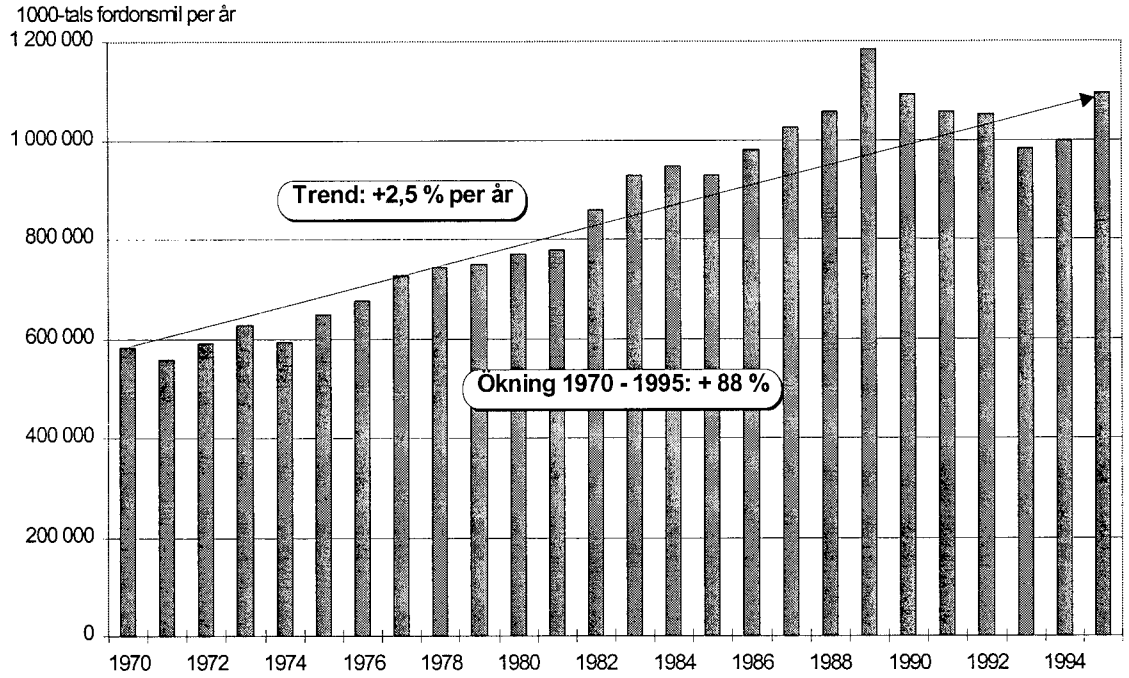
Sedan slutet av 1950-talet har biltrafiken vuxit snabbare än kollektivresandet, trots betydande resursinsatser för att öka andelen kollektivtrafikresor. Även aktuella trafikprognoser för Stockholmsregionen visar på en fortsatt expansion för biltrafiken. Traditionell kollektivtrafik kommer även fortsättningsvis att få svårigheter att konkurrera effektivt med biltrafiken. Det föreligger ett behov av att introducera nya former av högklassig kollektivtrafik om vi ska kunna åstadkomma en effektiv och långsiktigt hållbar utveckling inom trafikområdet.

2.1 Biltrafiken har ökat med 88 procent 1970 - 1995

Vi har analyserat biltrafikens utveckling i Stockholms län under det senaste kvartsseklet, d.v.s. åren 1970 - 1995. Som mått på biltrafikutvecklingen använder vi oss av *trafikarbetet*, d.v.s. antalet fordonskilometer[6].

Biltrafikarbetets årliga utveckling illustreras i figur 1:

Figur 1: Biltrafikarbetets utveckling i Stockholms län 1970 - 1995



6 Källa: Tidsseriemodeller över Trafik- och Olycksutvecklingen – mätning och analys av Dennispaketets verkliga effekter. Delprojekt - Lägesrapport inför Kontrollstation-96. 11 december 1996 Korrigerad 28 januari 1997. Göran Tegnér, Vesna M. Loncar-Lucassi

Vi har uppskattat trafikarbetet i Stockholms län per månad och år med hjälp av data om bensinleveranserna per månad inom Stockholms län och tagit hänsyn till bilarnas bränsleförbrukning - dels utvecklingen över tiden, dels den säsongmässiga variationen mellan vinter och sommar.

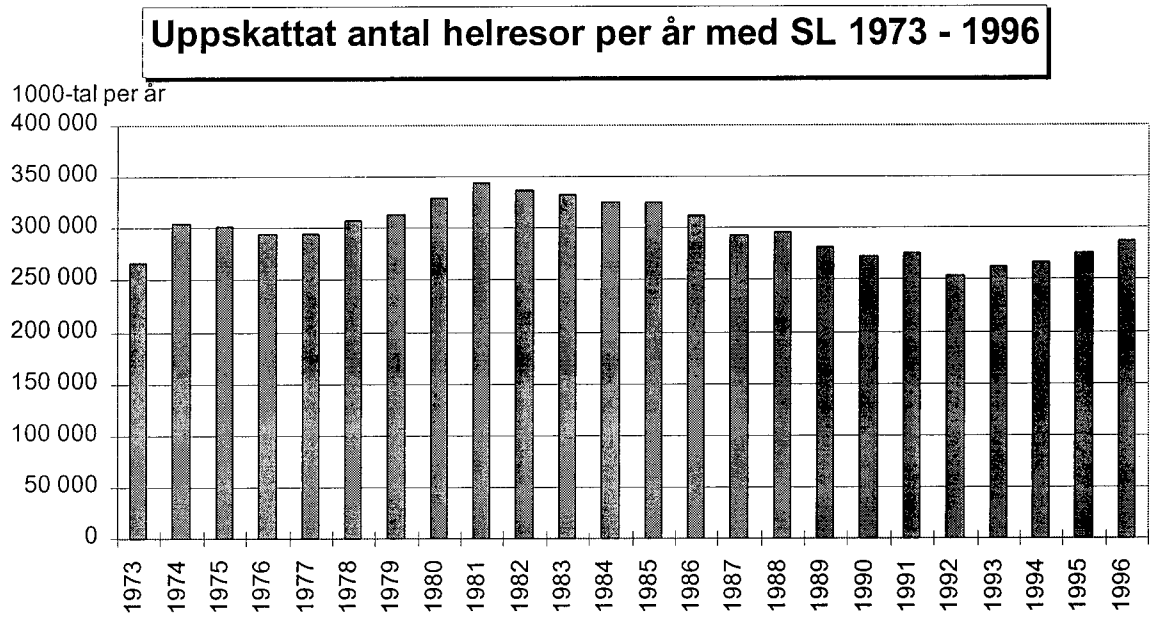
Det uppskattade biltrafikarbetet (för bensindrivna bilar) har ökat från 0,6 till 1,1 miljarder fordonsmil/år, eller med 88 procent, vilket motsvarar drygt 2,5 % per år under 25-årsperioden 1970 - 1995.

2.2 Kollektivtrafiken har ökat med 19 procent 1973 - 1996

Kollektivresandets utveckling har uppskattats med hjälp av SL:s biljettförsäljning av månadskort, kontant- och förköpsbiljetter för perioden 1973- 1996 inom ramen för ett KFB-finansierat forskningsprojekt – KUR – "Kollektivresandets Utveckling i Regioner"[7]

Kollektivresandets årliga utveckling illustreras i figur 2:

Figur 2: *Kollektivresandets utveckling i Stockholms län 1973 - 1996*

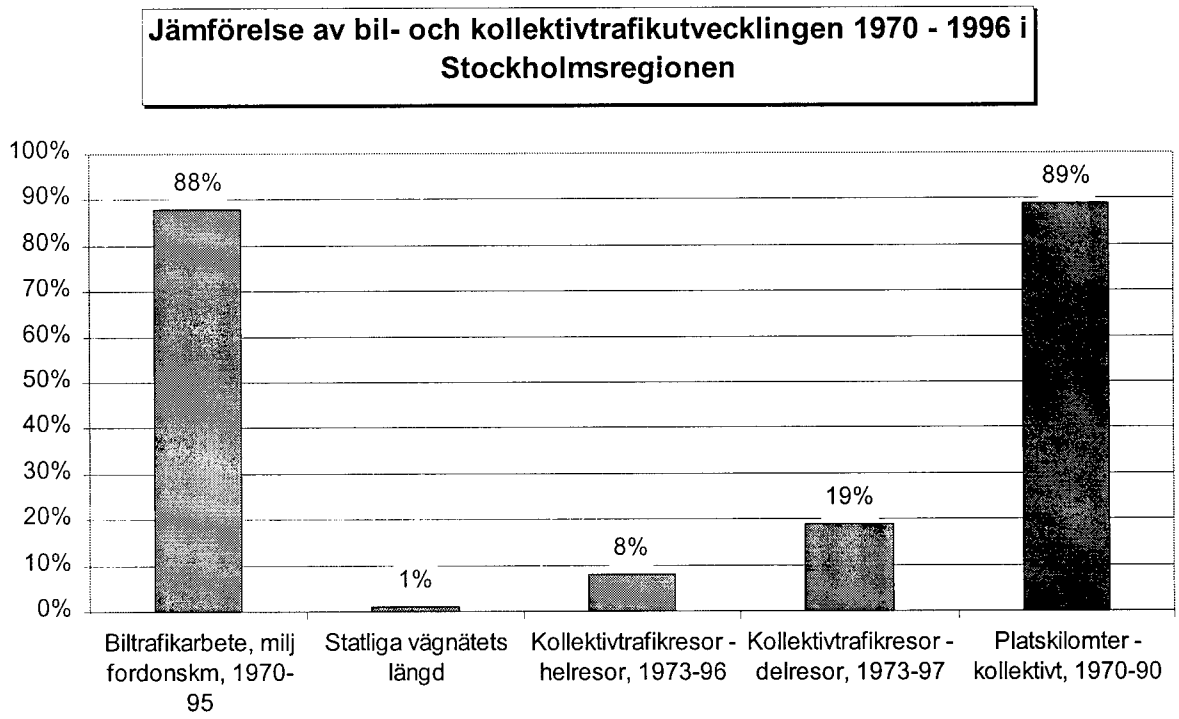


7 "The Demand for Public Transport Trips in the Stockholm Region - a two stage aggregate, non-linear time series model", paper presented for the KFB/CTS Conference: "Economics and Institutions of Transport, 1998; May 25th - 27th, 1998, Borlänge, Sverige

Antalet kollektivresor beräknas ha ökat från ca 266 miljoner år 1973 till ca 288.000 år 1996, eller med drygt 8 procent under den senaste 23-årsperioden. Denna blygsamma resandeökning avser helresor uppskattade via biljettförsäljningen. SL:s officiella resandestatistik avser delresor (d.v.s. antalet påstigande) och detta antal uppges ha ökat från 504 miljoner år 1973 till 600 miljoner år 1996, eller med 19 %.

Utvecklingen av bil- och kollektivtrafikresandet jämförs i figur 3 nedan:

Figur 3: Utvecklingen av bil- och kollektivtrafikresandet i Stockholmsregionen 1970-1995



Biltrafikens *realiserade efterfrågan* har vuxit i stort sett lika mycket som kollektivtrafikens *utbud*, eller med närmare 90 % under det senaste kvartsseklet. Kollektivresandet har vuxit mellan 8 och 19 % under i stort sett samma tidsperiod. *Utbudet* av det statliga vägnätet – mätt som antalet vägmil – har dock varit oförändrat (även om kvaliteten naturligtvis har förbättrats avsevärt). Bilresandet har ökat mellan 3 och 8 gånger snabbare än kollektivresandet.

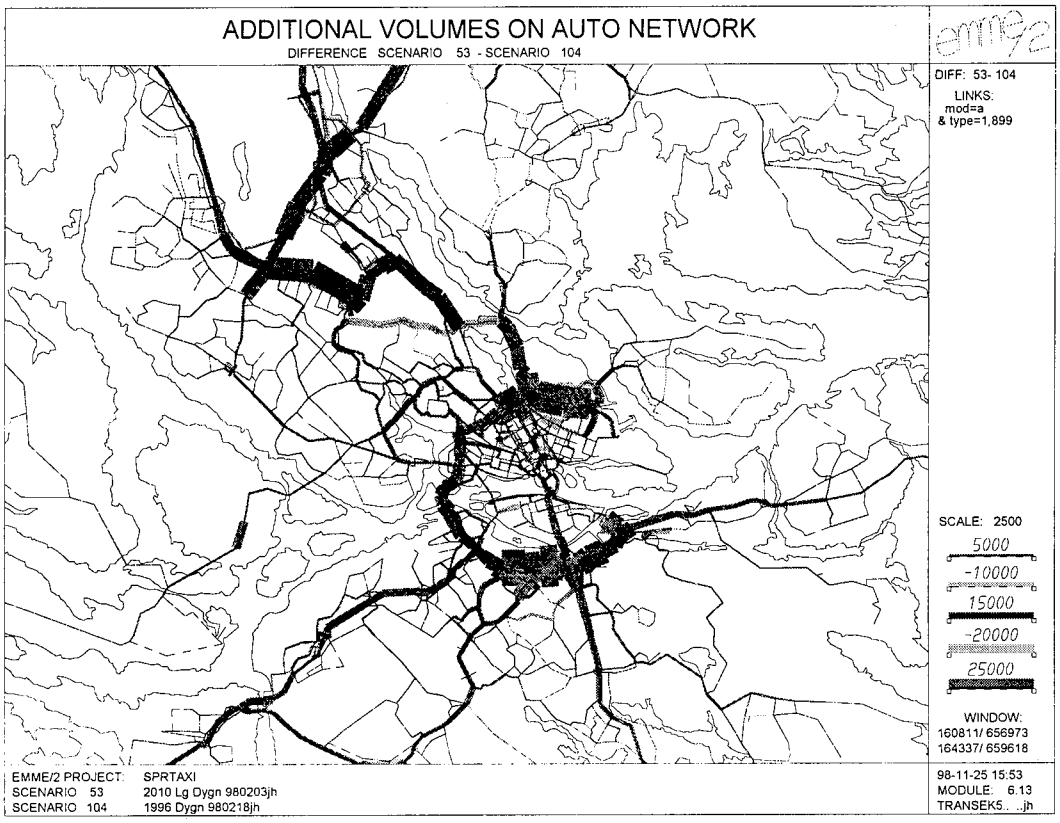
Relationen mellan *kollektivtrafikens* utbud och efterfråga visar på en betydande obalans – utbudet har nästa fördubblats (+4,5 % per år), samtidigt som efterfrågan bara har vuxit med 0,3 – 0,8 % per år i genomsnitt. Nuvarande former av kollektivtrafik – pendeltåg, förortsjärnväg/spårväg, tunnelbana och buss – har inte på långa vägar förmått attrahera nya resenärer i takt med att platsutbudet har byggts ut.

2.3 Bilresandet fortsätter att växa snabbare än kollektivresandet

Antaganden och olika utvecklingsparametrar utgår från de "reviderade grundantaganden för Regionplan 91", RTK, oktober 1996. Prognosåret 2010 med låg tillväxt bygger på Långtidsutredningens (1995) eftersläpningsscenario.

Utvecklingen av resandet från ett nuläge fram till prognosåret 2010 Låg kan illustreras med figuren nedan. Där visas förändringen av antalet bilresor ett vardagsmedeldygn.

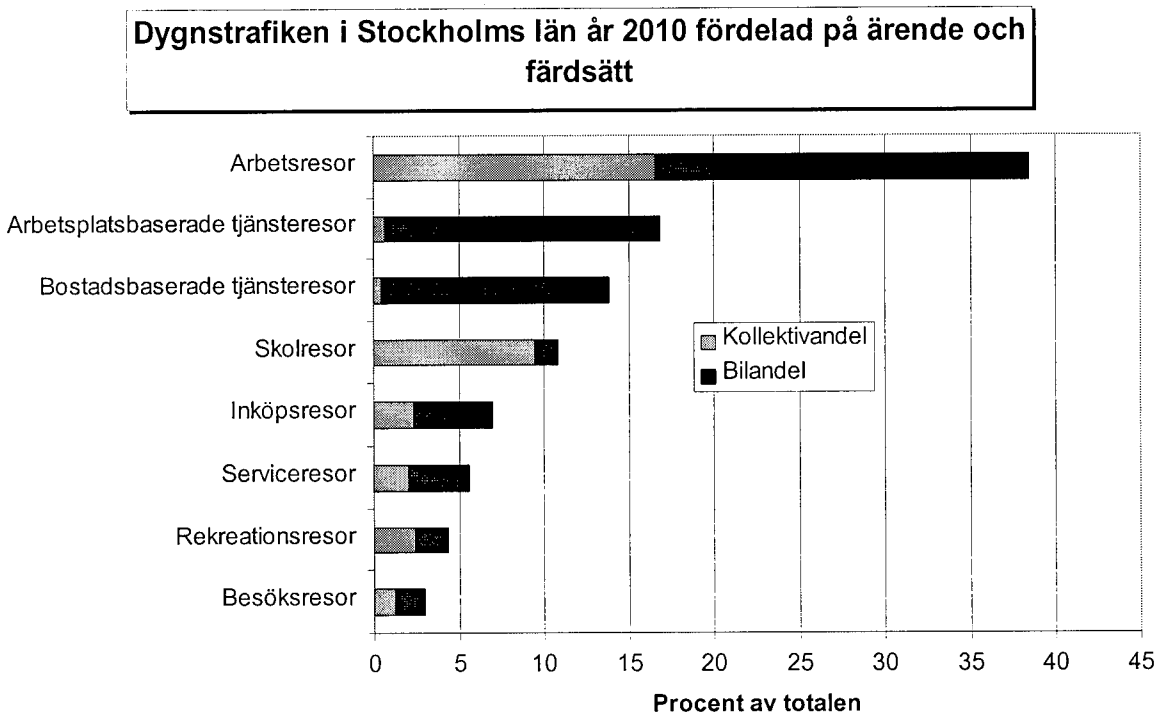
Figur 4: Förändring av bilresor per vardagsdygn 2010 Låg jämfört med 1996



De kraftiga ökningarna hänför sig framförallt till de stora stråken samt till de leder som antas byggas fram till prognosåret 2010. Detaljer samt konsekvenser av denna förändring beskrivs i texten nedan.

Hur beräknas då resandets ärende- och färdmedelsfördelning se ut ett vardagsmedeldygn år 2010?

Figur 4: Resornas fördelning på ärende och färdsätt

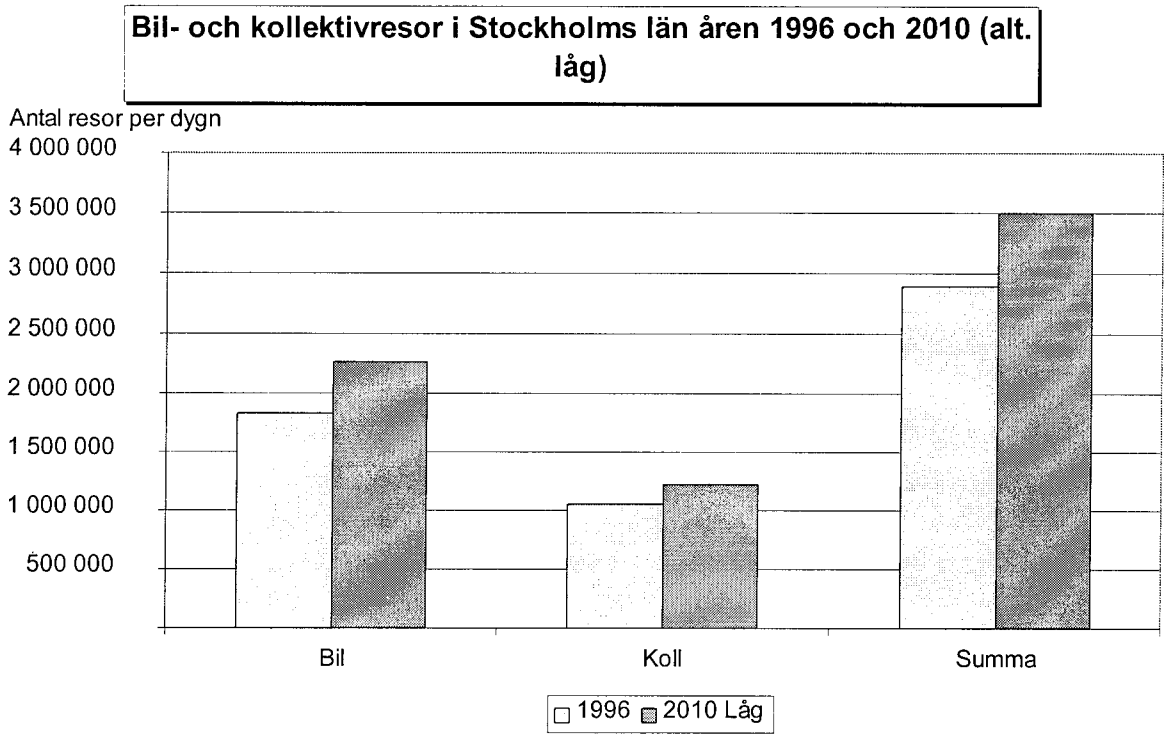


Arbetsresorna svarar för mindre än hälften (38 %) av samtliga personresor i regionen. Tillsammans med tjänsteresorna utgör de dock över två tredjedelar av alla resor. Resterande tredjedel utgörs av skolresor inköpsresor, serviceresor, rekreations- och besöksresor. Kollektivtrafiken uppvisar höga marknadsandelar bland arbets- och skolresor, men mycket låga andelar bland tjänsteresor och övriga privatresor.

Om kollektivtrafiken ska göras mer konkurrenskraftig måste den kunna attrahera resenärer i sådana ärenden där den för närvarande har låga marknadsandelar. Det finns därför ett behov av att göra kollektivtrafiken mer högklassig.

Resandeutvecklingen mellan åren 1996 och 2010 fördelat på färdsätt visas i figuren nedan:

Figur 5: Resandeutvecklingen 1996 - 2010



Bilresandet ökar i större grad jämfört med kollektivresandet och det totala fordonsresandet ökar också.

Tabell 1: Bil- och kollektivtrafikutvecklingen 1970 - 2010

Period\Trafikslag	Biltrafiken (fordonskm)	Kollektivtrafiken (personkm)
Faktisk tillväxt 1970-1995	88 %	13 %
Prognostiserad tillväxt 1996-2010	25 %	17 %

Tabellen ovan visar tydligt hur svårt kollektivtrafiken har att göra sig gällande i konkurrens med biltrafiken.

2.3.1 Vägtrafik

Prognoserna avser resor med både bil och kollektiva transportmedel. Nedan redovisas beräknad utveckling av biltrafiken.

Utifrån de redovisade beräkningsförutsättningarna har en trafikprognos utarbetats för år 2010. Inga avgifter i form av exempelvis biltullar finns med i prognosförutsättningarna. Skulle tullar eller andra styrinstrument införas kommer de här nedan redovisade ökningarna för innerstaden bli av ett annat resultat. Detta har visats i tidigare tullutredningar. Varje ökning av antalet resor i innerstaden åstadkommer en större trängsel och därmed en försämrad framkomlighet. Resultaten i de gjorda prognoserna är följande:

Tabell 2: Vägtrafikutvecklingen 1996 - 2010, 1000-tal fordonskilometer per vardagsdygn

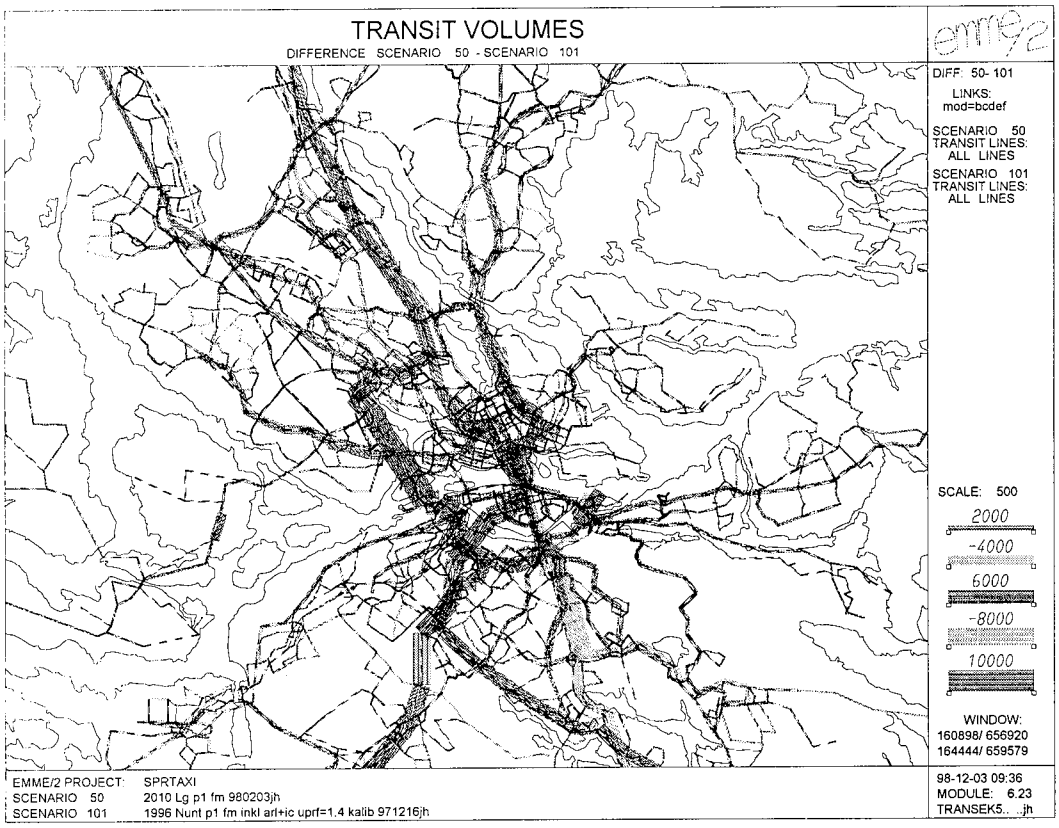
	År 1996	År 2010	Ökning	Ökning i %
Innerstaden	2.009	2.359	350	17
Regionen	21.864	27.330	5.466	25

Biltrafikarbetet beräknas öka med 25 % till år 2010 på regional nivå, vilket motsvarar en genomsnittlig årlig ökningstakt med 1,4 %. Orsakerna till ökningen är huvudsakligen ökad befolkning i kombination med ökade hushållsinkomster. Ökade hushållsinkomster resulterar i ökat bilinnehav och minskad känslighet för kostnader i transportsystemet. Det ökade bilresandet består främst av fler bilresor.

2.3.2 Trafikprognos kollektivtrafik

Utvecklingen av resorna med kollektivtrafiksystemet från ett nuläge till prognosåret 2010 visas i figur nedan. I figuren framträder ökningen som beror på införandet av snabbbspårvägen. I denna prognos finns sträckningen med från Slussen via Liljeholmen och Alvik, samt med fortsättning till Solna och vidare mot Universitetet. Den förbättrade turtätheten och nya linjer på pendeltåg och regionaltåg visar även det på ökningar i figuren. Tunnelbanan visar inte lika kraftiga ökningar. Vissa lokala förändringar finns för busstrafiken i vissa stråk.

Figur 6: Förändring av kollektiva resor, högtrafikperiod 2010 (Låg) jämfört med 1996



Nedan redovisas beräknad utveckling av kollektivtrafiken i sifferform.

Tabell 3: Persontrafikarbete med kollektiva färdmedel, dygn, 1000-tals personkm

Kollektivt färdmedel	1996 dygn	2010 dygn	Förändring 1996 - 2010	Förändring i % 1996 - 2010
Spårvagn och förortståg	314	1.058	744	137 %
Bussar	6.573	5.172	-140	- 2 %
Tunnelbana	4.533	5.172	639	14 %
Pendeltåg och fjärrtåg	2.511	4.454	1.943	77 %
Totalt	13.932	17.118	3.186	23 %

Över ett vardagsmedeldygn sker den största ökningen av trafikarbetet med färdmedlet tåg (1.943.000 personkilometer). Snabbspårvägen står för en stor ökning jämfört med 1996 på 137 %. Tunnelbanans trafikarbete ökar totalt sett något med 14 %. Trafikarbetet med buss ligger på en konstant nivå.

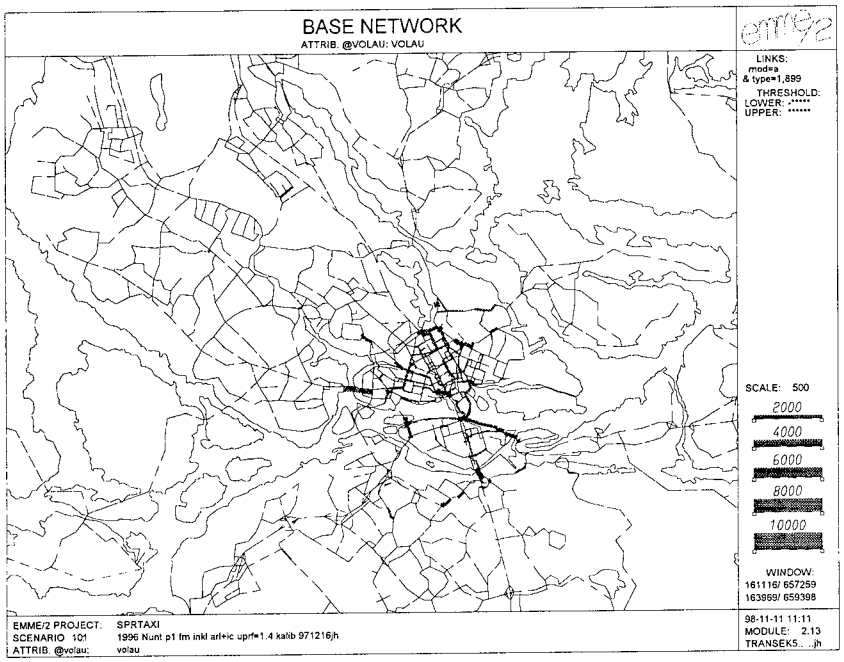
2.4 Högklassig kollektivtrafik behövs för att undvika trafikinfarkt

Dagens Stockholmsregion kännetecknas av en hög grad av trängsel, trafikolyckor och betydande miljöproblem. Även relativt försiktiga trafikprognoser (låg tillväxt-scenariot fram till år 2010) visar att biltrafikmängderna kan komma att öka med ytterligare en fjärdedel jämfört med idag. En sådan kraftig ökning av biltrafiken måste antingen resultera i en avsevärt förvärrad trafiksituation – trafikinfarkt – med svåra konsekvenser i form av ökad trängsel, fler olyckor och en försämrad miljöbelastning på natur och människor; eller i form av ett kraftigt utbyggnadsprogram för stadsmotorvägar, för att kapacitetsmässigt ta hand om detta tillskott av biltrafik, om man önskar undvika dessa negativa effekter. Båda dessa strategier medför problem - miljömässiga och/eller kostnadsmässiga.

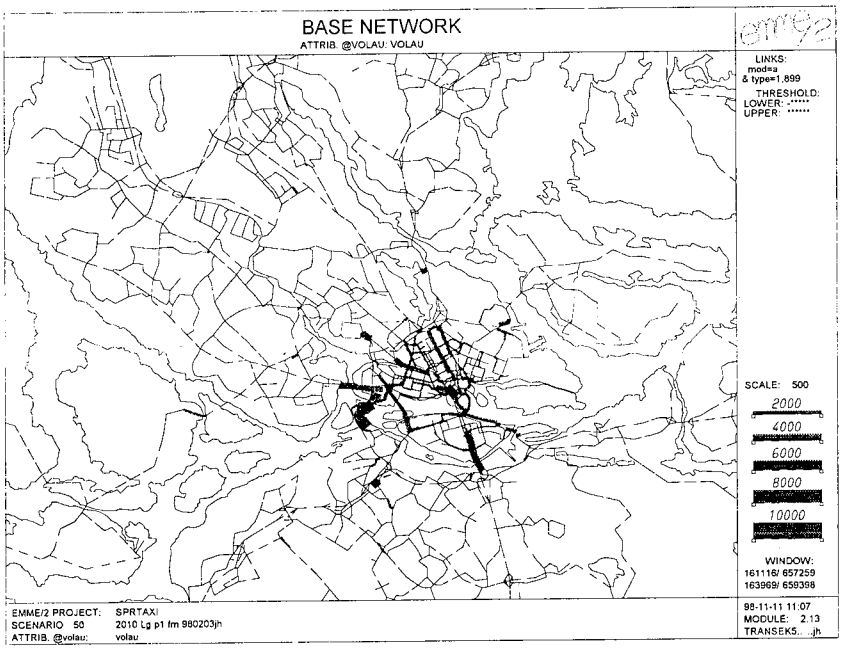
Om vägnätet ska kunna härbärgera ytterligare 25 % mer biltrafik behöver vägnätets kapacitet *i princip* byggas ut i motsvarande grad. Detta motsvarar ca 140 mil nya stadsmotorvägar och vanliga 2-fältsvägar. En 2-fältsväg kostar ca 250 Mkr per km, och en stadsmotorväg (i tunnel) som te ex Södra Länken ca 1 miljard kronor per km. *I praktiken* är naturligtvis inte hela vägnätet överbelastat, varför utbyggnadsbehovet begränsas till vissa delar av regionens centralare delar.

En viss uppfattning om hur graden av trängsel kommer att förvärras över tiden visas av följande två figurer över flaskhalsar i vägtrafiksystemet, den första år 1996 och den andra år 2010:

Figur 7a: Flaskhalsar, här definierade som väglänkar med mindre än 20 km/tim år 1996; bandbredden visar trafikvolymer, fm. maxtimme



Figur 7 b: Flaskhalsar, här definierade som väglänkar med mindre än 20 km/tim år 2010; bandbredden visar trafikvolymer, fm. maxtimme



Av figurerna framgår tydligt hur trängseln förvärras över tiden.

Följande jämförelse mellan kostnader och kapacitet hos olika trafiksystem kan göras:

Tabell 4: Jämförelse av kapacitet och kostnad 3 trafiksystem

Trafiksystem\ Kostnad & kapacitet	Kapacitet Antal passagerare per timme (2 riktningar)	Investeringskostnad Mkr per km väg/bana	Passagerare per timme och per investerad Mkr per km i infrastruktur
Stadsmotorväg, 6 körfält	13.500[8]	1.000[9]	14
Tunnelbana/ Pendeltåg	55.200[10]	500	110
Snabbspårväg Alvik-Gullmarsplan	4.800	220[11]	22
Spårtaxibana med dubbelspår	4.725[12]	160[13]	30

Av tablån ovan framgår att tunnelbanan uppvisar den högsta kapaciteten såväl absolut som i förhållande till investeringskostnaden. Men en spårtaxibana ger samma kapacitet som en snabbspårväg och ca 1/3-dels kapacitet som en stadsmotorväg, men en investeringskostnad som i stort sett bara uppgår till 1/6-del (160 Mkr jämfört med 1.000 Mkr per km).

Antalet passagerare som kan transporteras per timme – per investerad miljon kronor i infrastrukturen är ca dubbelt så hög med spårtaxi (och med ett väsentligt lägre markutnyttjande) jämfört med stadsmotorväg. Man bör redan av dessa skäl därför överväga att satsa på högklassig kollektivtrafik (kanske i form av spårtaxi) som ett komplement till befintliga trafiksystem.

[8] Här räknat som 6 kf*1.800 bilar*1,25 person/bil = 13.500.

[9] T.ex. Södra Länken, som kostar 1.000 Mkr per km

[10] Max belastad sträcka T-Centralen – Östermalmstorg, 23 tåg/riktning*2*150 pass/vagn*8 vagnar

[11] Angiven investeringskostnad inkl vagnar på 2.200 Mkr; banlängd 10 km

[12] Med antag om 1,6 sek tidlucka; 1,5 pers/vagn; ca 30 % tomma & väntande vagnar på stationer

[13] Räknat på 80 Mkr per enkelspårsbana * 2. Även en dyrare bana borde kosta mindre än 2 * enkelspår.

3 Spårtaxi – individuella resor på kollektiva spår

Tanken med spårtaxi är att erbjuda ett konkurrenskraftigt kollektivt alternativ till världens populäraste färdmedel – den privata bilen.

Spårtaxi har utvecklats för att erbjuda några av bilens fördelar:

+ avgår när som helst utan tidtabeller
+ går snabbaste väg till målet utan stopp och utan byte
+ privat resa eller i självvalt sällskap

Samtidigt vill man undvika några av bilens nackdelar:

- buller och avgaser
- trängsel och olyckor
- parkeringsbehov

Spårtaxi är små förarlösa vagnar på egen bana som styrs av anrop och erbjuder individuell direktresa utan uppehåll.

Systemlösningen med många små vagnar kan härledas utifrån helt skilda utgångspunkter:

- Resenären skall normalt inte behöva vänta – istället väntar vagnar på resenärer. Om man inte tvingar samman flera resenärer finns ingen anledning att göra vagnen stor. Beläggningen blir ungefär som i en taxibil.

- Banan skall inte vara större och dyrare än nödvändigt. Kostnaden växer med ökande vagnsvikt och påverkas inte av om belastningen uppträder sällan eller hela tiden. Det gäller alltså att fördela vikten. En vagn med 4 platser varannan sekund ger samma kapacitet som ett tåg var 15:e minut med 1.800 platser.

- Stationerna skall vara små. Det blir möjligt med ständig omsättning på vagnar och resenärer dvs täta avgångar med små vagnar.

- Om vagnen körs förarlöst bortfaller dagens enda motiv för trafik med stora enheter. Passagerarservicen styr trafiken istället för förarkostnaden.

Små vagnar förutsätter tät trafik och då kan man av kapacitetsskäl inte tillåta vagnar att stanna på huvudspåret. Även av serviceskäl vill man undvika onödiga stopp. Därför har alla spårtaxisystem stationerna på sidospår. Korta tidsavstånd mellan vagnar utesluter banväxlar som är alltför långsamma att lägga om. Istället väljer vagnen väg genom växlar i fordonet – precis som i en bil.

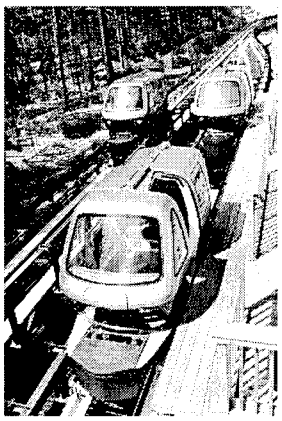
Acceleration och inbromsning tillåter inte stående passagerare. Därför dimensioneras systemet så att alla får sittplats. Garanterad sittplats bidrar också till systemets attraktivitet. Rullstolsbundna skall kunna färdas i alla spårtaxivagnar.

Färd utan stopp och inte bara komfortabel och snabb utan även energieffektiv. Spårtaxi förbrukar mindre än en fjärdedel av bilens energi[14].

Förarlösa vagnar förutsätter för säkerheten att banan är skild från annan trafik, fotgängare och djur. Banan kan gå i markplan men då måste den vara inhägnad. Vanligen är banan upphöjd på stolpar över annan trafik men även tunnlar är möjliga. Upphöjda banor är antingen stödjande (med körbana) eller balkbanor för hängande fordon. Båda typerna förekommer och har sina för- och nackdelar.

Med stödjande bana kan fordonen baseras på elbilar. Stolparna är relativt låga och centralt placerade under banan vilket minskar kraven på markförankring. Banan är lika bred som fordonens spårvidd. Banan måste skyddas från löv, snö och is samtidigt som den måste lutas i kurvorna. Dessa nackdelar bortfaller vid hängande korgar.

Bild på PRT 2000



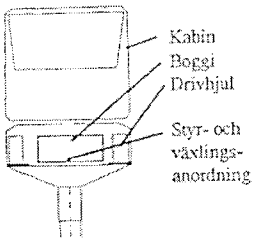
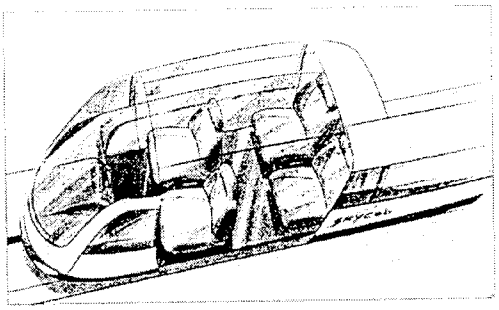
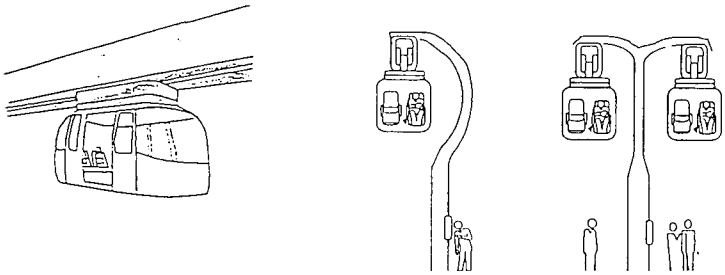


Bild på SkyCab



Hängbanor kan göras smala och hamnar högre upp för markfrigång med vagn under.

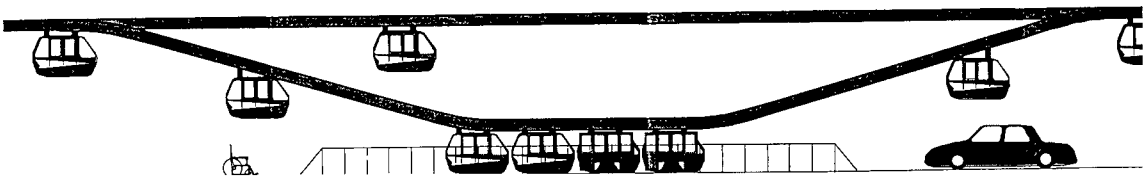
Bild på FlyWay



[14] VTI nr 737: "Energiförbrukning för Spårtaxi", Eva Gustafsson och Tomas Kåberger.

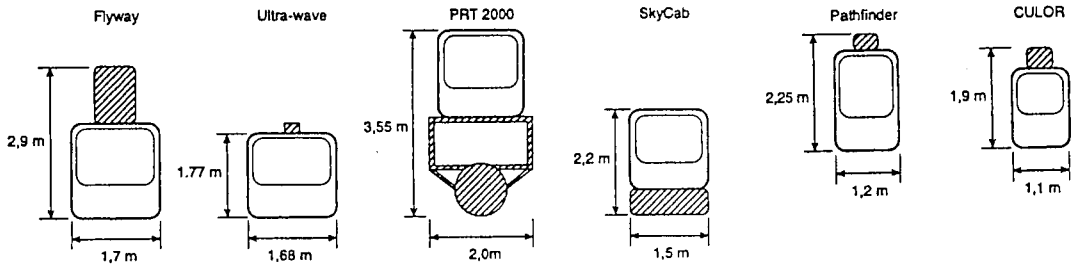
Stolparna blir höga och måste ledas vid sidan om den hängande vagnen (inklusive svajmån) vilket komplicerar enkelbanor.

Bild på PathFinder



Banan upptar normalt ingen markyta utan frigör tvärtom gatu- och parkeringsytor i den mån man tar över bilresenärer. De frigjorda ytorna kan användas för att försköna stadsmiljön och kompensera för det visuella intrång som själva banan utgör.

Bild på jämförande dimensioner



Anläggningskostnaderna är höga men inte högre än för spårväg. En tunnel för spårtaxi kostar cirka 25 % av motsvarande för konventionell tunnelbana. De höga anläggningskostnaderna kompenseras av låga driftkostnader.

Ett välplanerat spårtaxisystem kan erbjuda taxis resstandard och spårvagnens kapacitet med en investeringskostnad som spårväg och en driftkostnad lägre än både buss och spårvagn. Därmed kan den attrahera en del av dagens bilresande och bromsa bilresandets tillväxt i städer. (Slutsatser enligt Tekn. Dr. Ingmar Andréasson)

4 Spårtaxi i hela Stockholmsregionen – ett effektivt och långsiktigt hållbart trafiksystem

Syftet med detta kapitel är att illustrera vilken marknadseffekt som ett högklassigt individuellt kollektivt trafiksystem kan åstadkomma. Ett andra syfte är att även bilda underlag till val av lämpligt fallstudieområde.

4.1 Marknadsanalys av spårtaxi i hela Stockholms län

4.1.1 Planeringsförutsättningar för länsövergripande spårtaxinät

Marknadsanalysen har genomförts på följande sätt:

Eftersom ett spårtaxisystem inte har några linjer, utan vagnarna går kortaste väg i ett spårnät, har vi använts EMME/2-systemets färdsätt: "Auxiliary transit mode" som ett färdsätt som trafikerar vägnätet mellan alla 1.043 trafikområden (vi antar spårtaxispår på alla huvudvägar i regionen).

För varje områdespar (resrelation) beräknas:

- restider (och restidskomponenter) utan resp. med bil, traditionell kollektivtrafik samt för det heltäckande spårtaxinätet
- Resmängder mellan trafikområden med gång och cykel, bil, traditionell kollektivtrafik samt för det heltäckande spårtaxinätet
- Resmängder med bil, traditionell kollektivtrafik respektive med spårtaxi

De prognostiserade resmängderna beräknas utan respektive med spårtaxi för prognosåret 2010 scenario "Låg".

Metodiken för trafikprognosen redovisas närmare i bilaga 1.

4.1.2 Simulering av spårtaxisystem i hela Stockholms län

Syftet är att finna en bästa lokalisering av ett spårtaxinät i Stockholms län. Var i regionen bör ett spårtaxinät lokaliseras för att ge största möjliga marknadseffekt (efterfrågeeffekt)? För att besvara denna fråga har vi genomfört en simulering av ett heltäckande spårtaxisystem i hela Stockholmsregionen på följande sätt:

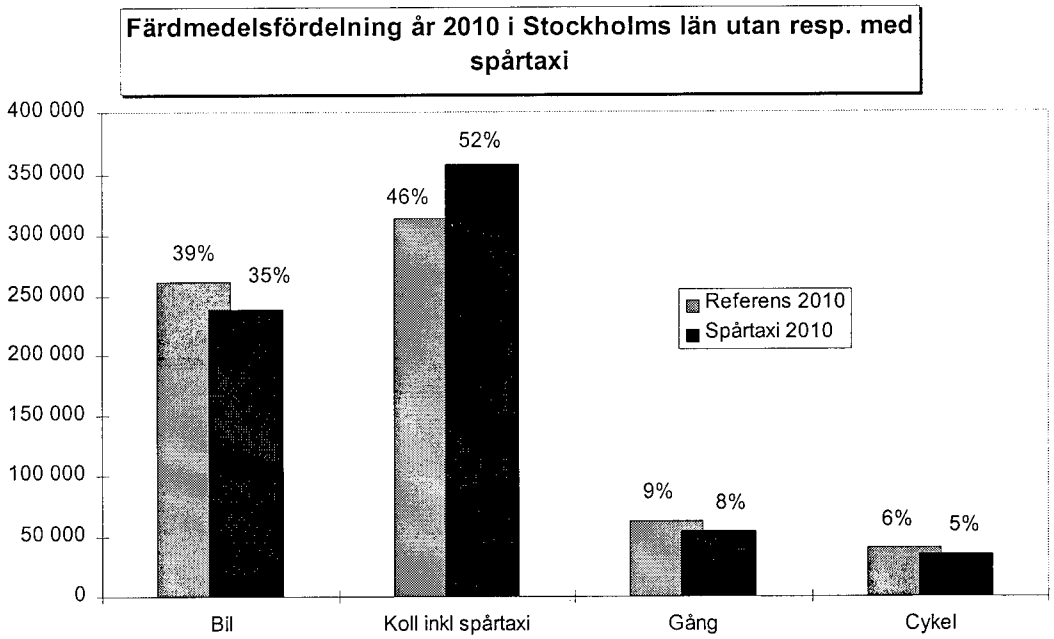
- alla trafikområden (1.043 områden i AB-län) antas vara försörjda med spårtaxi, vilket innebär att alla dag befintliga busshållplatser respektive banstationer antas ersättas av var sin spårtaxistation;
- medelhastigheten med spårtaxi antas uppgå till 35 km/tim i hela nätverket och lika i såväl hög- som lågtrafik;
- medelväntetiden antas uppgå till 3 minuter i hela nätverket och lika i såväl hög- som lågtrafik i det regionövergripande spårtaxinätet;
- gångtiden till och från hållplats/station antas vara oförändrad jämfört med dagens situation
- reskostnaden med spårtaxi antas vara oförändrad jämfört med dagens situation.

Dessa beräkningsförutsättningar är givetvis förenklade och teoretiska, men ändå användbara för syftet att lyfta fram de områden och resrelationer, där marknadseffekterna blir allra störst. De skall främst ses som ett *räkneexempel* över vilka effekterna kan bli med ett heltäckande nät av spårtaxiförbindelser. I kapitel 5 nedan redovisas en kalkyl över ett geografiskt begränsat spårtaxinät för ett specifikt område.

4.1.3 Ökad marknadsandel för kollektivtrafiken med spårtaxi

Marknadspotentialen för ett heltäckande spårtaxinät i Stockholmsregionen visas först i form av förändringen i färdmedelsfördelningen:

Figur 8: *Färdmedelsfördelning år 2010 utan resp. med spårtaxi*



Andelen kollektivtrafikresor beräknas uppgå till 46 % i Referensscenariot år 2010. Med ett heltäckande spårtaxinät i regionen beräknas kollektivandelen kunna öka till 52 % (d.v.s. med 13 %). En del av denna ökning av kollektivresandet kommer från ett minskat antal bilresor, varför bilandelen reduceras från 39 till 35 %. En viss marginell minskning av gång- och cykelresandet kan också noteras. Införandet av spårtaxi beräknas dessutom leda till att det totala resandet med alla färdsätt ökar med ca 1 procent.

Antalet bilresor beräknas minska med 9 % under morgonens maxtimme, med 7 % under eftermiddagens maxtimme, samt med 5 % under lågtrafiktid. Under hela dygnet beräknas minskningen bli 6 %.

Observera att vi vid beräkningen av samtliga dessa resultat *inte* har kunnat beakta att spårtaxi - som ett helt nytt färdsätt - kan ha helt andra komfort- och trygghetsegenskaper, vilka i sin tur kan påverka efterfrågan i positiv (eller negativ) riktning. Denna aspekt behandlas i kapitlen 6 och 7 i denna rapport.

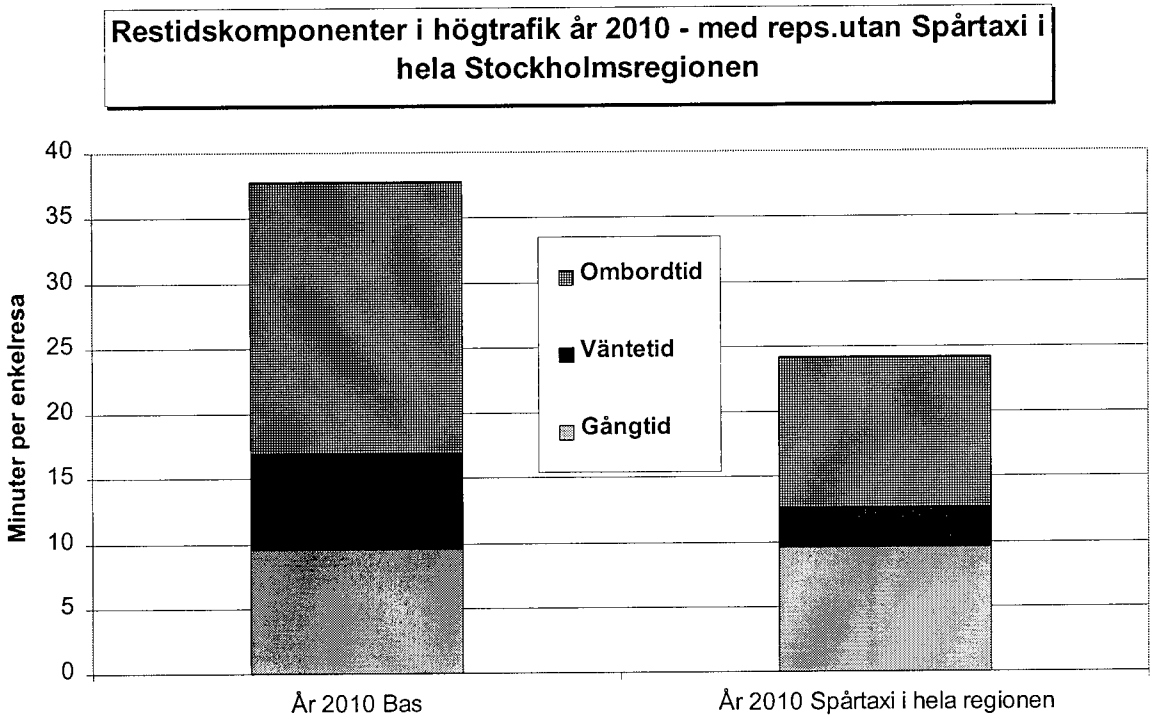
4.1.4 Mer än 30 procent kortare restider med spårtaxi i hela regionen

Vi har beräknat restiderna med EMMA-FREDRIK-modellen för år 2010 Låg under tre olika tidsperioder:

- högtrafiktid förmiddag
- högtrafiktid eftermiddag
- lågtrafiktid mitt på dagen och kvällar

Nedan visas oviktad restid bestående av gångtid, väntetid (inklusive bytestid) och åktid i fordonet (ombordtid) för referensscenariet, ett scenario med 10 % kortare restid samt för alternativet med spårtaxi i hela Stockholmsregionen:

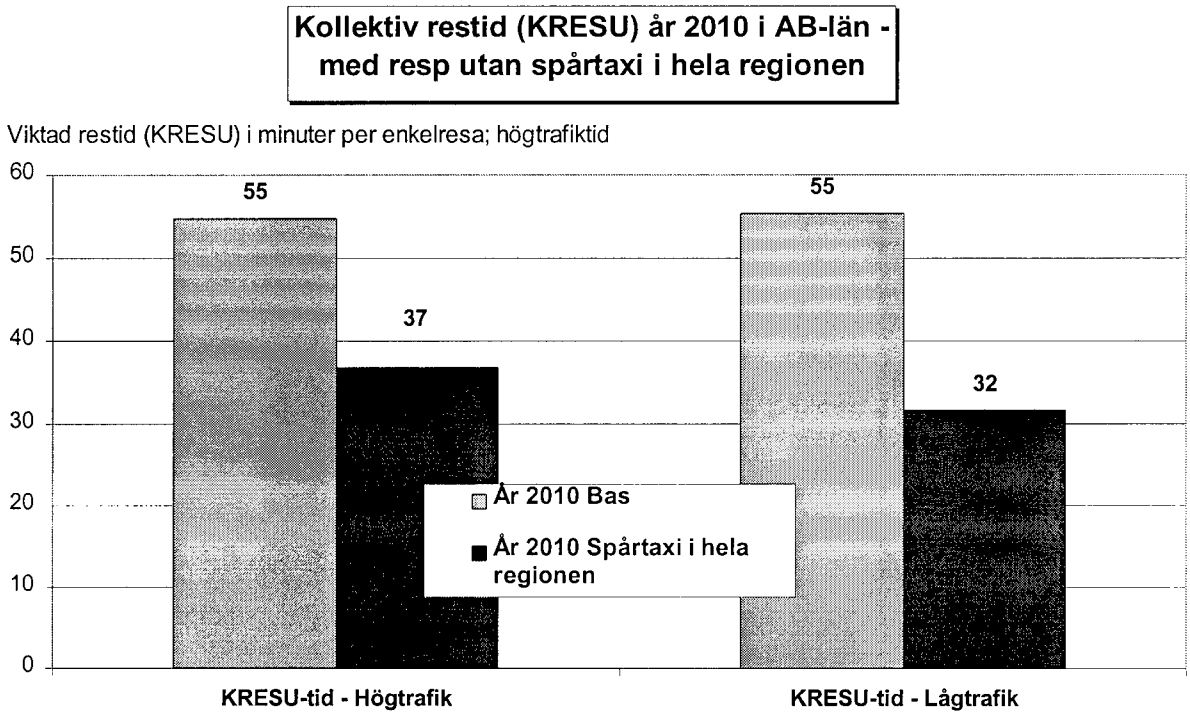
Figur 9: Restidskomponenter utan resp. med spårtaxi



Spårtaxi i alla resrelationer skulle ge ca 14 minuter kortare medelrestid jämfört med referensscenariet. Väntetiden minskar kraftigt i spårtaxialternativet, från ca 7,5 till 3 minuter per enkelresa i högtrafiktid. Dessutom minskar åktiden från 21 till 12 minuter med spårtaxi. Gångtiden har här förutsatts vara oförändrad, 10 minuter. Den totala kalendertiden minskar från 38 till 24 minuter med spårtaxi i hela regionen – eller med 36 %.

Den stora effekten inträffar för den *viktade* restiden (KRESU), där gång- och väntetiderna värderas dubbelt så högt som åktiden i fordonen:

Figur 10: *Kollektiv restid (KRESU) utan resp. med spårtaxi*



I bas-scenariet för år 2010 uppgår restidsuppoffringen (KRESU-tiden) med kollektiva färdsätt i Stockholms län till 55 minuter, d.v.s. i det närmaste till 1 timme per resa i viktad restid i högtrafiktid. Med spårtaxi i alla resrelationer krymper restidsuppoffringen till 37 minuter, eller med 18 minuter, d.v.s. med 33 procent.

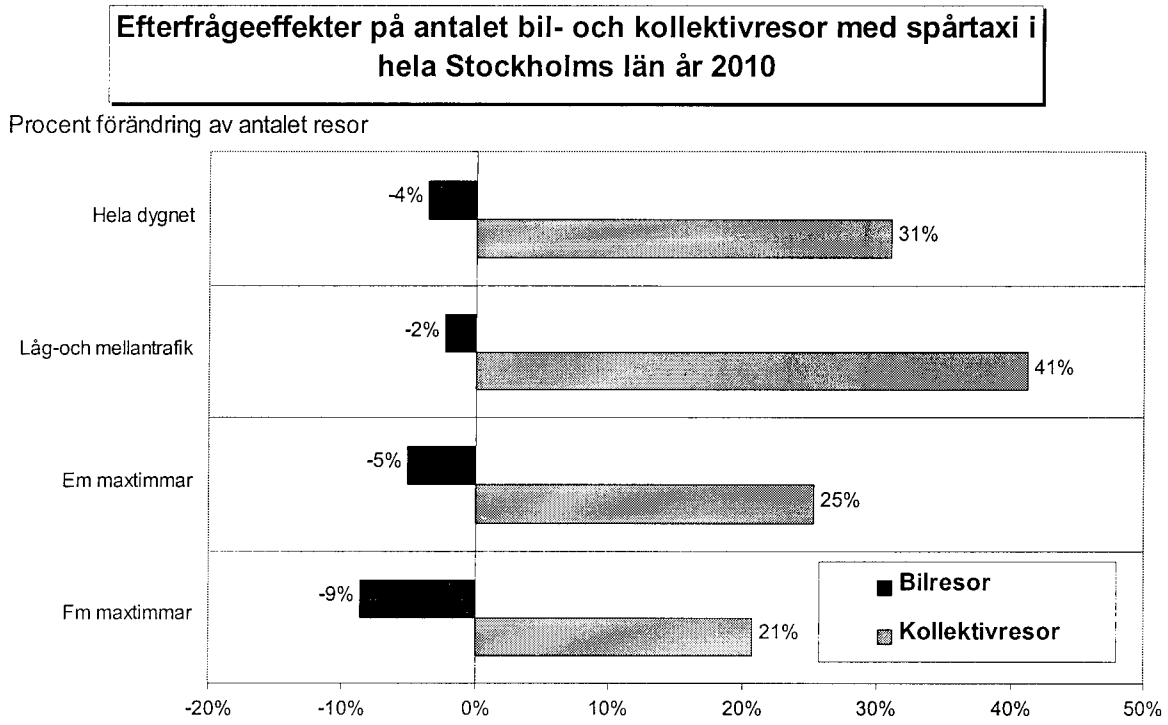
Restidsvinsten med spårtaxi i alla resrelationer blir ännu större i lågtrafiktid, beroende på att spårtaxisystemet förutsätts hålla samma turtäthet och åktid i både hög- och lågtrafiktid, vilket är möjligt eftersom spårtaxi går på egen bana, och är anropsstyrd. I utgångsläget uppgår den viktade kollektiva restiden till 55 minuter. Väntetiden uppgår då till ca 10 minuter, och ombordtiden till 18 minuter. Orsaken till att ombordtiden blir något kortare i lågtrafik är att medelreslängderna är kortare i lågtrafik jämfört med högtrafik.

Med spårtaxi krymper resuppoffringen till 32 minuter viktad restid, d.v.s. drygt en halvtimme. I lågtrafik blir därför restidsvinsten betydande – knappt en halvtimme (24 minuter) eller med 42 procent.

4.1.5 Mer än 30 procent fler kollektivresor med spårtaxi i hela regionen

Efterfrågeeffekterna med spårtaxi i hela Stockholms län blir betydande och varierar beroende på tidsperiod på dagen enligt nedan:

Figur 11: Antalet kollektivresor utan resp. med spårtaxi



Under rusningstid - när befintlig kollektivtrafik är allra bäst - uppgår ökningen av antalet kollektivresor med spårtaxi i alla resrelationer till 21 % på förmiddagen och till 25 % på eftermiddagen. Under lågtrafiktid, när utbudet av traditionell kollektivtrafik är mera begränsat, blir efterfrågeökningen 41 %. Detta beror på att spårtaxi erbjuder en högklassig service även under lågtrafiktid. Under hela dygnet ökar kollektivresandet med 31 %.

Biltrafiken minskar inte i samma utsträckning som kollektivtrafiken ökar, beroende på att en del resor flyttas över från gång och cykel, samt på att det skapas helt nya resor, genom den höga attraktivitet som spårtaxisystemet skapar. Ett viktigt resultat är att spårtaxi omfördelar hela 9 % av förmiddagens bilresor till kollektivtrafiken, d.v.s. den rusningsperiod när trängseln i vägnätet är extra besvärlig.

Spårtaxi kan således effektivt bidra till att avlasta vägnätet under högtrafiktid och reducera biltrafikens trängselproblem.

4.1.6 Restidsuppoffringselasticiteter

I tabellen nedan redovisas KRESU-elasticiteter[15] med spårtaxi jämfört med referensscenariet:

Tabell 5: Resuppoffringselasticiteter (KRESU) i Stockholms län - år 2010 med avseende på antalet kollektivtrafikresor

KRESU-elasticitet	Med spårtaxi i hela regionen
Högtrafiktid	-1,337
Lågtrafiktid (mitt på dagen+kväll)	-1,618
Hela dygnet	**-1,462**

KRESU-elasticitetens medelvärde uppgår till -1,34 under högtrafiktid, respektive till ca -1,62 i lågtrafiktid. Under hela dygnet blir resuppoffringselasticiteten -1,46, vilket betyder att den viktade restiden med kollektiva färdmedel minskar med 10 %, så ökar efterfrågan på kollektivresor med 10*1,46, d.v.s. med 14,6 procent.

Observera att ovanstående elasticiteter endast utgör ett medelvärde över hela regionen.

4.1.7 Effekter på trafikarbete och bilrestider av ett heltäckande spårtaxisystem

Trafikprognos kollektivtrafik

Nedan redovisas beräknad persontrafikarbetets utveckling för kollektivtrafiken. Under förmiddagens trafikperiod ökar antalet personkilometer för pendeltåg

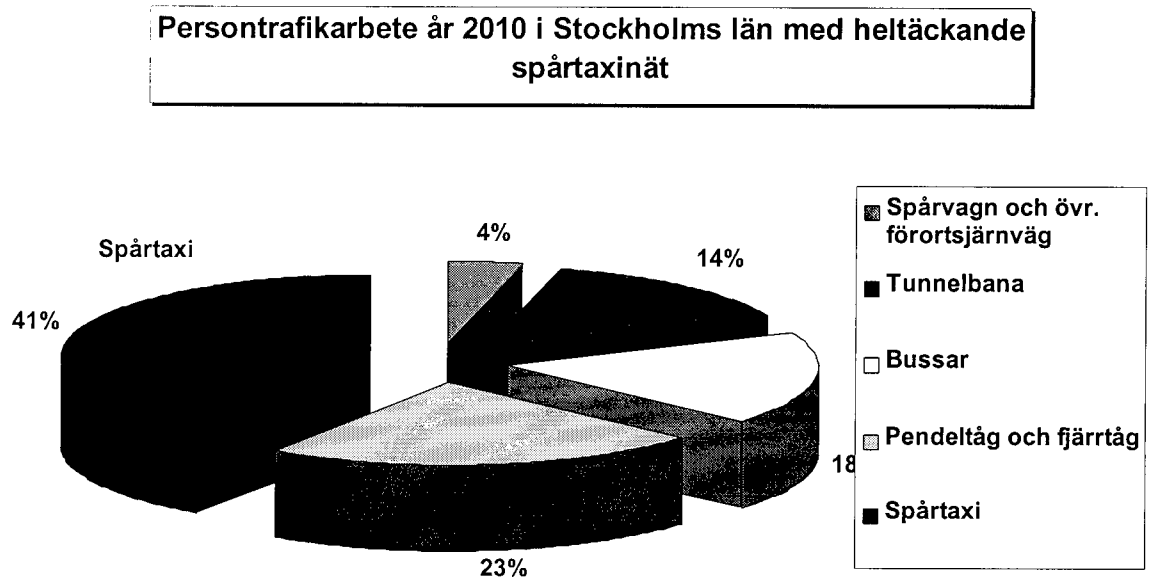
Tabell 6: Persontrafikarbete med kollektiva färdmedel, vardagsdygn, 1000-tals personkm

Kollektivt färdmedel	2010 Bas dygnstrafik	2010 Spårtaxi dygnstrafik	Förändring	Proc förändring
Spårvagn och övr. förortsjärnväg	1.058	780	- 278	- 26 %
Bussar	6.434	3.503	- 2.930	- 46 %
Tunnelbana	5.172	2.759	- 2.413	- 47 %
Pendeltåg och fjärrtåg	4.454	4.513	+ 59	+ 1 %
Spårtaxi	-	7.851	+ 7.851	
Totalt	17.118	19.407	+ 2.289	+ 13 %

[15] Med elasticitet menas den procentuella skillnaden i resmängd, som erhålls vid en 1%-ig förändring i restidsuppoffringen (KRESU).

När ett heltäckande spårtaxisystem tillåts konkurrera med de övriga kollektiva färdsätten, erhåller spårtaxi en marknadsandel på ca 40 procent av samtliga kollektiva färdsätt[16].

Figur 12: *Persontrafikarbetet med kollektiva färdmedel med spårtaxi*



De största förändringarna på grund av ett heltäckande spårtaxisystem blir en allmän minskning av de traditionella kollektiva färdsätten, med undantag för pendeltåg och övrig tågtrafik som ligger kvar på en oförändrad nivå. Tågtrafikens högre färdhastighet jämfört med spårtaxi kompenserar tågets lägre turtäthet. Buss och tunnelbana får å andra sidan vidkännas en betydande minskning när spårtaxi introduceras. Spårtaxi har överlägsna egenskaper vad avser den samlade resuppoffringen jämfört med buss och tunnelbana.

Trafikprognos biltrafik

Med ett heltäckande spårtaxinät i regionen minskar såväl antalet bilresor som bilrestiden.

Tabell 7: *Antal bilresor i regionen, utan resp. med spårtaxi år 2010*

Tidsperiod	2010 Bas	2010 Spårtaxi	Förändring	Proc förändring
Förmiddag	144.742	135.875	- 8.867	- 6 %
Eftermiddag	191.788	183.469	- 8.319	- 4 %
Mellantrafikperiod	159.732	156.353	- 3.379	- 2 %
Vardagsmedeldygn	2.270.376	2.202.218	- 68.162	- 3 %

[16] Observera att spårtaxi i sig innebär individuella resor på kollektiva spår.

Antalet bilresor minskar över dygnet med 3 % eller med ca 70 000 bilresor. Största procentuella förändringen sker under förmiddagens maxtimme med 6 % eller ca 9 000 resor.

Tabell 8: Medelrestider med bil i stockholmsregionen år 2010, minuter per resa, vägd

Tidsperiod	2010 Bas	2010 Spårtaxi	Förändring	Proc förändring
Förmiddag	63,3	59,0	- 4,3	- 7 %
Eftermiddag	64,4	62,2	- 2,2	- 3 %
Mellantrafikperiod	59,9	59,6	- 0,3	0 %
Vardagsmedeldygn	61,2	60,0	- 1,2	- 2 %

Medelrestider för alla bilresor i regionen minskar med 2 % över dygnet eller 1 minut. Den största förändringen sker för förmiddagens maxtimme med en minskning på ca 4 minuter eller 7 %.

Tabell 9: Medelhastigheter med bil i Stockholmsregionen år 2010,km/h, vägd

Tidsperiod	2010 Bas	2010 Spårtaxi	Förändring	Proc förändring
Förmiddag	44,7	46,9	2,2	5 %
Eftermiddag	43,4	44,3	0,9	2 %
Mellantrafikperiod	45,0	45,2	0,2	1 %
Vardagsmedeldygn	44,6	45,3	0,7	2 %

Medelhastigheten för alla bilresor i regionen ökar över dygnet med 2 % eller ca 1 km/h. För förmiddagens maxtimme ökar hastigheten med ca 2 km/h eller 5 %.

Tabell 10: Fordonskilometer med bil i Stockholmsregionen år 2010, 1000-tal fkm

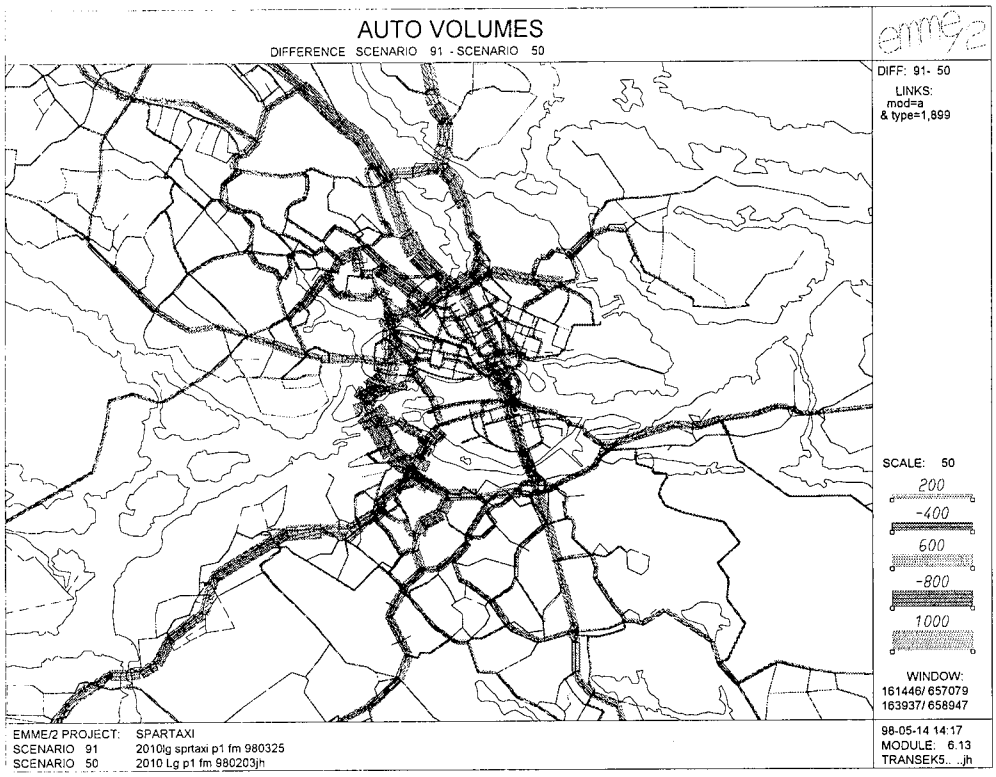
	2010 Bas	2010 Spårtaxi	Förändring	Proc förändring
Förmiddag	2 273	2 084	- 0,19	- 8 %
Eftermiddag	2 688	2 574	- 0,11	- 4 %
Mellantrafikperiod	1 910	1 868	- 0,04	- 2 %
Vardagsmedeldygn	29 018	27 987	- 1 031	- 4 %

Biltrafikarbetet minskar med 4 % eller ca 1 miljon fordonskilometer under ett vardagsmedeldygn. Under förmiddagens maxtimme blir minskningen 8 %.

4.1.8 Omfördelade bilresor i ett spårtaxinät

En önskvärd effekt är att reducera trafikbelastningen på vägnätet i regionens centrala delar för att minska trängsel, olyckor och miljöbelastning i de mest känsliga delarna av Stockholmsregionen. Biltrafikmängden beräknas minska med 4 % vid ett heltäckande spårtaxinät i Stockholmsregionen och med hela 8 % under förmiddagens maxtimmar.

Figur 13: Minskning av bilresandet med ett heltäckande spårtaxinät - förmiddagens maxtimme



I huvuddrag blir minskningen i bilresandet proportionell mot biltrafikarbetet i utgångsläget. Detta betyder att de stora infartslederna Essingeleden, E4, E18/E20, Nynäsvägen, Värmdöleden och genomfarten genom innerstaden - Söderledstunneln/Klarastrandsleden uppvisar den största minskningen, med upp till 500 färre bilar per riktning och maxtimme.

4.2 Marknadsmässigt och kommunalt intressanta områden

För att identifiera var i regionen de bästa marknadsförutsättningarna finns för spårtaxi har ett antal kriterier använts. I en sökprocess har resrelationer i regionen identifierats där förutsättningarna för att vinna nya resenärer till kollektivtrafiken är goda och där resmängderna är höga. Utifrån områdesbaserade data har områden identifierats med hög täthet i befolkning, arbetsplatser, inkomstsumma och fysiskt ägda bilar i trafik.

Inkomstsumman i ett område är en indikator dels på antalet inkomsttagare, dels på deras ekonomiska välfärd. Personer med högre inkomster har i regel en högre allmän aktivitetsnivå och reser mera. Måttet mäter således en allmänt hög mobilitet. Det mäter även trafikanternas betalningsvilja för snabba och bekväma förflyttningar.

Antalet fysiskt ägda bilar i ett område mäter också en kombination av många boende och många bilar per person. Indikatorn är tänkt att återspegla en potential för att marknadsanpassa kollektivtrafiken, genom att individer med tillgång till bil har en reell valmöjlighet att välja antingen bil eller kollektiva färdsätt för sina resor, men även återspegla trängsel i trafiknätet och samhällsbehovet av att dämpa denna trängsel. Bilinnehavet säger dock inte allt om möjligheterna att disponera bilen för en viss resa.

Vid en sammanvägning av de olika kriterierna framträder ett mönster där de mest intressanta områdena är norra innerstaden och Solna/Sundbyberg samt stråket Järfälla - Akalla/Kista - Sollentuna. Andra områden av intresse är stråket Skärholmen - Huddinge och områden med regionala centrum eller större kommunala centrum.

Stockholms innerstad - KTH - Universitetet framträder som det marknadsmässigt mest intressanta området med stora resmängder och ett spritt resande. En högbana i innerstadens känsliga stadsmiljö skulle dock medföra oacceptabla visuella intrång. En spårtaxibana som förbinder KTH och Universitetet skulle dessutom vara svår att genomföra på grund av de restriktioner som nationalstadsparken ger.

Stråket Karolinska Sjukhuset/institutet – Solna – Sundbyberg har ett stort och spritt resande. För att ett spårtaxinät ska erhålla full marknadsmässig potential behöver det knytas till vissa punkter i innerstaden, vilket kan komma i konflikt med stadsmiljön där. Med nuvarande trafikpolitiska inriktningsbeslut ska snabbspårvägen byggas ut från Alvik via Solna till Universitetet. Snabbspårvägen och spårtaxi kan i viss utsträckning konkurrera om resenärerna. Under förutsättning att nuvarande inriktningsbeslut omprövas är Solna mycket intressant för spårtaxi, däremot är en spårtaxilösning mer tveksam om snabbspårvägen byggs.

Stråket Järfälla – Kista/Akalla – Häggvik/Sollentuna C förefaller därför att vara det härnäst mest intressanta. I stråket finns områden med hög täthet vad avser befolkning, arbetsplatser och bilinnehav per ytenhet. Med spårtaxi erhåller stråket en väsentligt efterfrågeökning av kollektivresandet.

I **bilaga 3** – Kriterier för val av fallstudieområde för spårtaxi – redovisas sammanlagt sju olika kriterier mera i detalj för val av lämpligt fallstudieområde för spårtaxi. Det visar sig inte finnas ett enda område som är allra mest lämpligt ur alla tänkbara aspekter, utan flera områden eller stråk kan visa sig vara mer eller mindre lämpliga, beroende på vilket eller vilka kriterier som väljs.

Ett viktigt kriterium är att det föreligger ett starkt lokalt och kommunalpolitiskt intresse av att satsa på spårtaxi. I Stockholms läns landstings Regionplane- och trafikkontorets utredning: "Pilotbana med spårtaxi – huvudstudie – etapp 1" (december 1998) diskuteras ingående olika kriterier för val av modellområde.

I tablån nedan jämförs marknadsmässigt intressanta områden med trafikpolitiskt intressanta områden, varvid graden av överensstämmelse framträder:

Marknadsmässigt intressanta områden/stråk för spårtaxi	**Kommunalt intressanta Områden/stråk för spårtaxi**	
JA	**JA**	**Överensstämmer med marknadsmässigt intressanta områden**
Sigtuna – Arlanda – Märsta	Arlanda	Ja
Järfälla-Kista-Akalla-Häggvik	Barkarby	Ja
Skärholmen-Kungens kurva-Huddinge C-Huddinge sjh	Flemingsberg/ Kungens Kurva	Ja
Handen C	Handen	Ja
Kvarnholmen, Nacka[17]	Kvarnholmen	Ja, troligtvis
Karolinska sjh-Solna-Sundbyberg	Solna	Ja
Södertälje	Södertälje Syd	Ja
Upplands-Väsby	Upplands-Väsby	Ja
Stockholms innerstad - tvärförb.		Nej
Universitetet – innerstaden		Nej

Flertalet områden sammanfaller, vilket är en stor fördel. De nio förstnämnda områdena är således *både* trafikpolitiskt och marknadsmässigt intressanta områden för spårtaxi.

[17] Kvarnholmen i Nacka kan tänkas bli ett marknadsmässigt intressant område, med hänsyn till ny, planerad markanvändning; området har dock inte kommit med i de kriterieanalyser som redovisas i bilaga 3, beroende på att markanvändningsuppgifterna enl. regionplanen för år 2010 inte förefaller att vara aktuella i förhållande till kommunens nu aktuella planer.

4.3 Val av fallstudieområde

Med hänsyn tagen till marknadsmässiga förutsättningar, intrång och restriktioner samt föreliggande trafikpolitiska beslut förefaller stråket Järfälla - Kista/Akalla - Häggvik/Sollentuna C vara det mest intressanta stråket för spårtaxi. Ett pilotbana skulle kunna lokaliseras till sydöstra Järfälla/Barkarby som föreslagits som pilotområde av Järfälla kommun. Även Kista/Akalla kan vara intressant.

Kista arbetsområde uppvisar dessutom en hög restidskänslighet och Akalla en hög restidskvot kollektivt/bil. Regionplane- och trafikkontorets studie Spår efter Dennis (PM Nr 29, 1996) påvisar att stråket är ett av de mest intressanta för en utvecklad kollektivtrafik avseende potentialen att vinna nya resenärer till kollektivtrafiken.

Enligt våra preliminära studier – baserade på räkneexemplet med spårtaxi i hela regionen – skulle antalet spårtaxiresor per bankilometer kunna förväntas bli fler i Akalla – Kista området jämfört med i Järfälla/ Barkarby området. Av detta skäl valdes Akalla – Kista som det mest lämpliga området för föreliggande fallstudie.

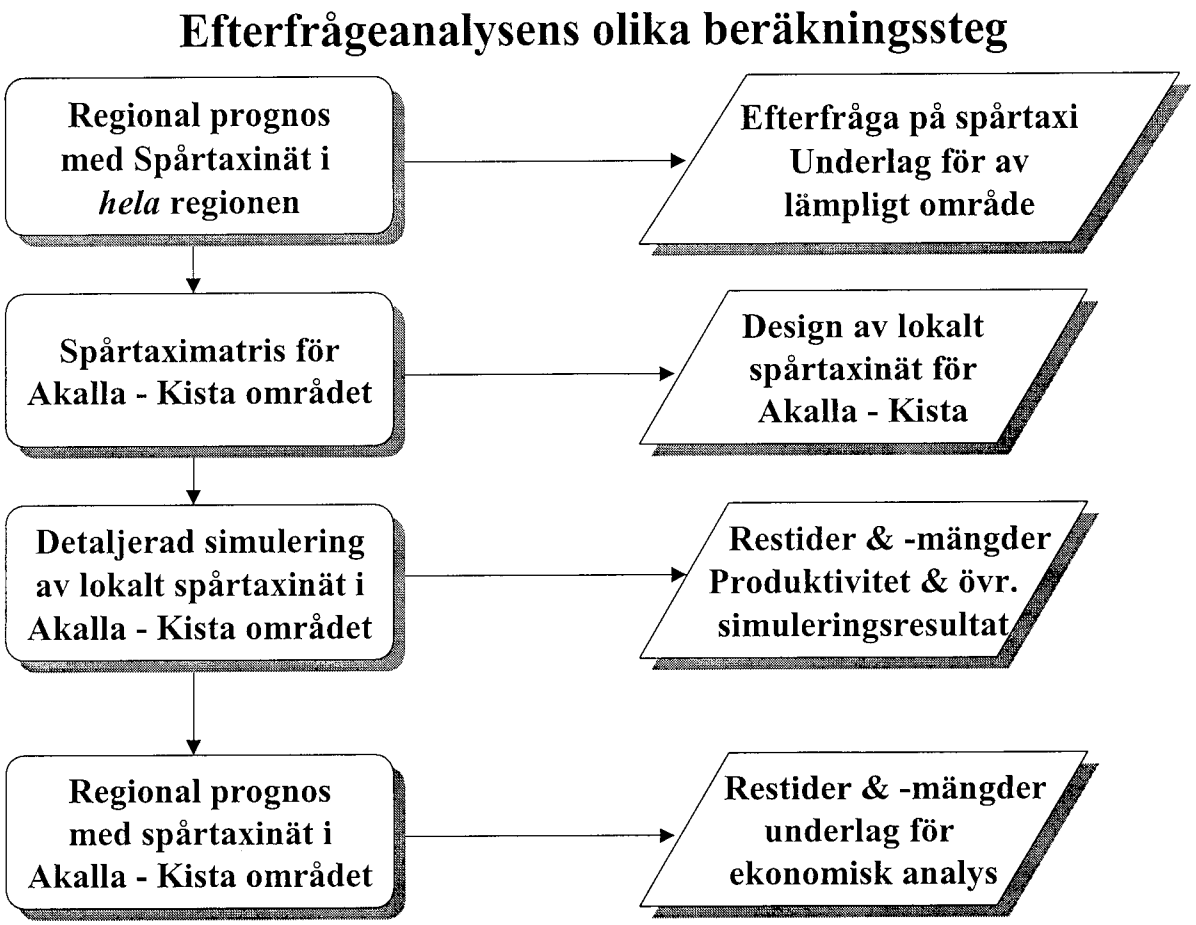
Efter det att den detaljerade efterfrågeanalysen har genomförts, visar det dock sig att Järfälla/Barkarby området troligtvis skulle fler spårtaxiresor per bankilometer.

Orsaken till skillnaderna före och efter en detaljerad efterfrågeanalys för ett visst område är att antalet spårtaxiresor endast blir knappt hälften (44 %) så många när ett spårtaxinät enbart finns lokalt inom ett begränsat område, jämfört med ett heltäckande nät i hela regionen. Denna iakttagelse gäller för Akalla – Kista, där båda analyserna (den lokala och den regionala) är genomförda. Med stor sannolikhet är förhållandena likartade även för andra områden i det halvcentrala bandet. Detta beror i sin tur på att andelen 'genomgående' regionala resor är relativt betydande i Stockholmsregionen. Utan sådana direkta genomgående förbindelser utan byten blir varje slag av färdmedel mindre attraktivt.

5 Efterfrågan på spårtaxiresor i Kista/Akalla-området

5.1 Efterfrågeanalysens fem steg

Efterfrågeanalysen för spårtaxiprojektet består av ett flertal olika beräkningssteg:



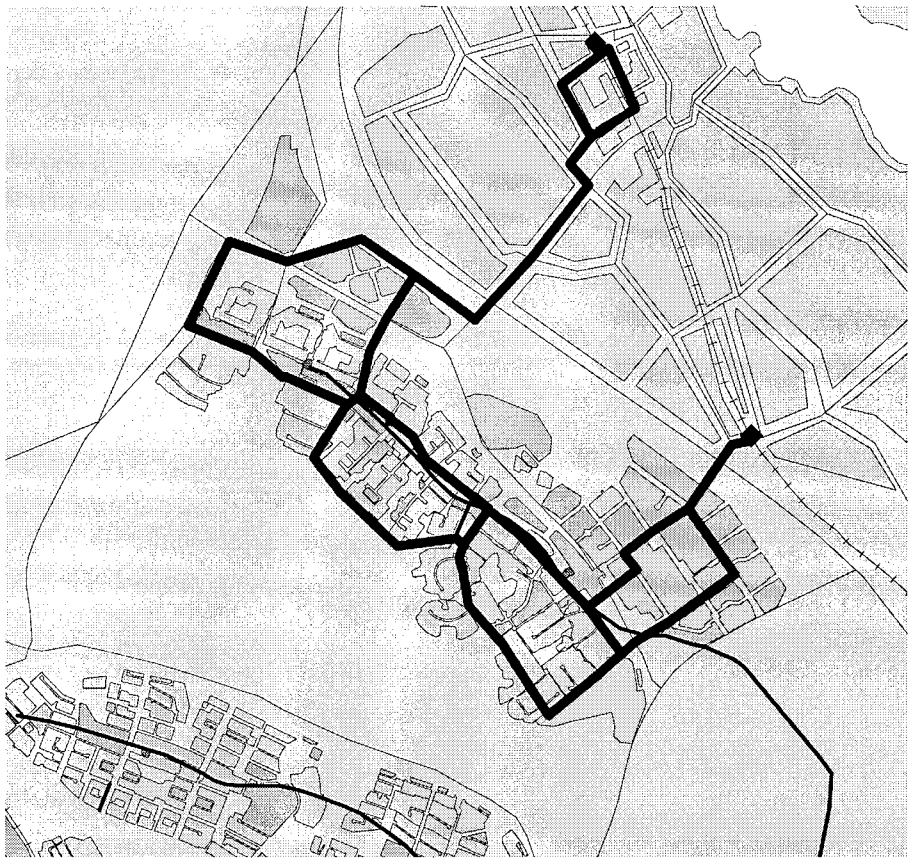
I ett första genomförs en *regional* trafikprognos för år 2010 alternativ Låg med spårtaxinät i *hela* regionen. Anledningen till denna länsövergripande marknadsanalys är dels att erhålla en regional efterfrågebild över kollektivtrafikens potential med en högklassig form av kollektivtrafik, dels att finna ett lämpligt läge i regionen för ett lokalt spårtaxinät – lämpligt läge för en pilotbana. Efter valet av lämpligt område för ett lokalt spårtaxinät – Akalla – Kista området – konstrueras i ett andra steg en lokal resmatris över kollektivtrafikresor mellan de olika delområdena inom Akalla – Kista.

5.2 Spårtaxinäten

Tekn.Dr. Ingmar Andréasson, LogistikCentrum, har därefter utformat ett förslag till spårtaxinät för Akalla – Kista området, samt med vissa kompletterande anslutningar till Helenelunds järnvägsstation och till Sollentuna Centrum.

Det största spårtaxinätet kommer således att omfatta stadsdelarna Akalla, Husby och Kista jämte Helenelunds järnvägsstation och en slinga runt Sollentuna Centrum (Mässan; Järnvägsstationen, bussterminalen och centrumanläggningen). Sju nya områden i Sollentuna resp. 2 nya områden i Helenelund har definierats. Det lokala spårtaxinätet får följande utbredning:

Figur 14: *Spårtaxinät för Akalla – Kista – Helenelund - Sollentuna C*



I ett tredje steg datorsimuleras spårtaxisystemets egenskaper och efterfråga (den lokala resmatrisen för Akalla-Kista – Helenelund järnvägsstation – Sollentuna C området).
Som resultat erhålls dels medelvänte- och restider med spårtaxi, men även hela fördelningar med min och maxvärden. Dessutom erhålls ett betydande antal mått på spårtaxisystemets produktivitet och utnyttjande.

Vänte- och restiderna från denna detaljerade simulering av spårtaxinätet används i det fjärde beräkningssteget för att utföra en regional trafikprognos med det lokala spårtaxinätet i Akalla – Kistaområdet. I denna regionala 4-stegsprognos används FREDRIK- och EMME/2-modelelrna för att beräkna efterfrågan på spårtaxiresor för:

- 1043 områden i Stockholms län
- fyra färdsätt: gång, cykel, bil och kollektivt (inkl. spårtaxi)
- åtta resärenden: arbetsresor, bostads- reps. arbetsplatsbaserade tjänsteresor, skolresor, inköps-, service- och rekreationsresor samt ärendet 'hämta och lämna'.
- tre tidsperioder: förmiddagens 3 maxtimmar; eftermiddagens 3 maxtimmar samt för mellantrafiktid (10 timmar)

Den regionala trafikprognosen ger resmängder och restider för samtliga resor till, inom och från spårtaxinätets område (förutom hela det övriga regionala resmönstret).

5.3 Datorsimulering av spårtaxnätet för Akalla – Kista området

Tekn. Dr. Ingmar Andréasson., LogistikCentrum har genomfört datorsimuleringar av spårtaxinätet i Akalla – Kista området.

5.3.1 Antaganden om spårtaxinätet för Akalla – Kista området

Följande förutsättningar gäller för spårtaxisimuleringen

- fem alternativa storlekar på spårtaxinätet
- vagnar med plats för 4 personer
- stationer på sidospår
- färdhastighet 36 km/tim
- 1,6 sekunders tidsavstånd
- tomvagnar går tätare
- slumpmässiga gruppstorlekar med 1,3 personer i grupp som medelvärde
- samåkning för resenärer med gemensam start och mål

En särskild känslighetsanalys har gjort med 5 sekunders tidlucka i stället för här antagna 1,6 sekunder. Några problem med trängsel uppstår inte i dessa 5 alternativa nät (delvis beroende på att efterfrågenivåerna är måttliga, delvis på att samåkning tillåts i högtrafiktid.

5.3.2 Nätutformning för spårtaxinätet för Akalla – Kista området

Följande nätutformning har förutsatts:

- högbana hängande eller stödjande
- enkelriktade slingor för yttäckning
- rekognoscering på plats har genomförts
- kopplingar till T-bana (3 stationer) och pendeltåg (2 stationer)
- tre storlekar på nät
- depå för tomvagnar

5.3.3 Trafikering av spårtaxinätet för Akalla – Kista området

- korta stationsspår
- väntspår och kort plattform
- kombinerad av- och påstigning
- tomvagnar omfördelas löpande
- samåkning med gemensam start och mål
- matcha grupper inom 2 minuters väntan

5.3.4 Basnät Kista-Husby-Akalla

- arbetsområden i Kista och Akalla
- bostäder i Kista, Husby och Akalla
- anknytning till 3 T-banestationer
- enkelriktade slingor
- 18 km bana med 19 stationer

Utökat nät med förbindelse till Helenelunds järnvägsstation
Utökat nät med förbindelse även till Sollentuna C

- knyter pendeltåg till området
- knyter service till området
- förbinder pendeltåg och T-bana

5.3.5 Generella resultat av datorsimuleringarna med spårtaxinäten i Akalla-Kista området:

- väntetid cirka 1-2 minuter (2 min för samåkning)
- medelhastighet 35 km/tim
- inga stopp eller köer
- cirka 35 % tomkörning

- andelen samåkare är ca 27 % av alla passagerare i högtrafik. I lågtrafik behövs ingen samåkning
- 2,5 personer per lastad vagn och ca 1,7 personer inklusive tomvagnar, vilket ger en beläggningsgrad på 42 %.

Resande
- 36 centroider knutna till 26 stationer
- högtrafik fm 3 timmar
- lågtrafik 10 timmar
- dygnsresor = 2 * högtrafik + lågtrafik

Spårtaxi kan även medföra en del nackdelar eller farhågor:
- Intrång i stadsbilden – kräver omsorg i utformning och placering
- Rädsla för obemannade stationer – ingen kommer dock in på stationen utan biljett, väl upplysta stationer med glasväggar för insyn samt videoövervakning förutsätts (och ingår i våra kostnadsberäkningar).
- Rädsla för automatik – troligtvis av övergående natur; jämför hissarnas introduktion.
- Höjdrädsla – finns där för vissa; stödjande bana verkar tryggare än hängande bana.
- Stort kapitalbehov – ja, men inte dyrare än spårvagn och mycket billigare än tunnelbana. Innovativ finansiering kan omvandla investeringen till årskostnad.

De beteendemässiga värderingarna av spårtaxi utvecklas närmare i kapitel 6 nedan.

5.4 Jämförelser mellan spårtaxinäten

Analyserna baseras på följande nätkaraktäristika:

Tabell 11: Nätkaraktäristika för 5 spåretaxinät

Nätalternativ och nätdata	Banlängd	Stationer	Vagnar
Mini-nät Kista	9 km	9	31
Mininät Kista+Helenelund	11 km	10	38
Basnät Akalla-Husby-Kista	18 km	19	82
Basnät +Helenelund	20 km	20	121
Basnät +Helenelund +Sollentuna C	28 km	25	260

5.4.1 Kommentarer

- Större nät ger längre och färre resor per vagntimme
- Alla näten skulle få god beläggning i förhållande till storleken

- Det största nätet ger flest resor per investerad krona
- Därmed även lägsta kostnad per resa
- Nya beräkningar baseras på överförda resor
- Etappvis utbyggnad med start i Kista

Fem alternativa spårtaxinät – indikatorer

Tabell 12: *Indikatorer för 5 spårtaxinät*

Indikator	**Kista**	**Kista-Helenelund**	**Akalla-Husby-Kista**	**Akalla-Husby-Kista-Helenelund**	**Akalla-Husby-Kista-Helenelund-Sollentuna C**
Resor per dygn	2 750	3 460	6 125	7 460	12 735
Banlängd i km	9 km	11 km	18 km	20 km	28 km
Dygnsresor per km bana	**305**	**315**	**340**	**375**	**455**
Medelreslängd i maxtim	2,3 km	2,6 km	3,0 km	3,6 km	5,8 km
Medelrestid i maxtim	4,1 min	4,6 min	5,2 min	6,1 min	9,9 min
Beläggning – passagerare per lastad vagn – maxtim	2,6	2,7	2,4	2,4	2,5
Produktivitet – pass per vagntim-maxtim	19,3	19,7	16,1	13,2	9,5
Fordonsflöde per timme på mest belastad länk	136	165	206	287	475
Passagerare per timme på mest belastad länk	284	350	428	543	903

Ett bra mått på lönsamheten är antalet dygnsresor per bankilometer. Denna utnyttjandegrad växer med nätets storlek – liksom med reslängden. Antalet dygnsresor per bankilometer ökar från 300 i det minsta nätet till 475 i det största nätet.

Passagerarbeläggningen uppgår till ca 2,5 passagerare per lastad vagn resp. till ca 1,6 passagerare totalt inklusive tomkörningar, vilket ger en genomsnittlig beläggningsgrad på ca 39 % . Produktiviteten med spårtaxinätet är mycket hög med mellan 9 och 19 passagerare per vagn och timme under högtrafiktid. Som mest transporteras drygt 900 passagerare per timme på den mest belastade länken, med 475 fordon, vilket motsvarar ett spårtaxifordon ungefär var 7:e sekund.

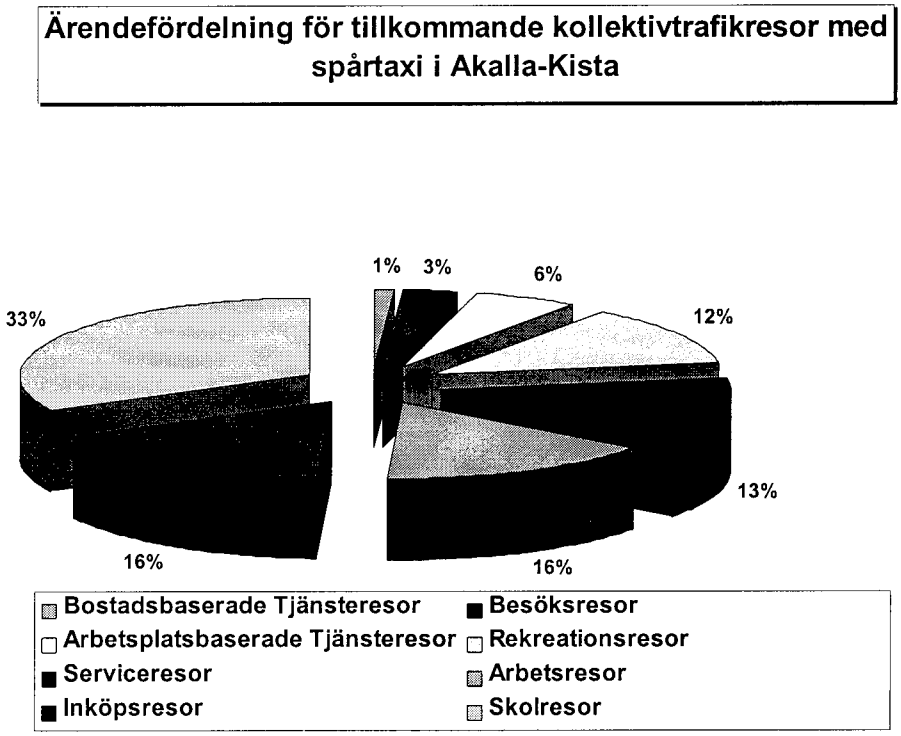
5.5 En marknadssegmenterad och nätverksbaserad efterfrågeanalys

Med hjälp av de datorsimulerade restidsegenskaperna för det största spårtaxinätet – Akalla- Husby – Kista – Helenelund – Sollentuna C – som Tekn. Dr. Ingmar Andréasson har genomfört, har vi prognostiserat efterfrågan och övriga konsekvenser för detta spårtaxinät med FREDRIK-EMMA systemet. Följande resultat erhålls.

5.5.1 Tillskott av kollektivresor

Antalet nyskapade resor som erhålls med spårtaxi uppgår till 6.545 resor per dygn.

Figur 15: *Ärendefördelning – tillkommande kollektivresor*

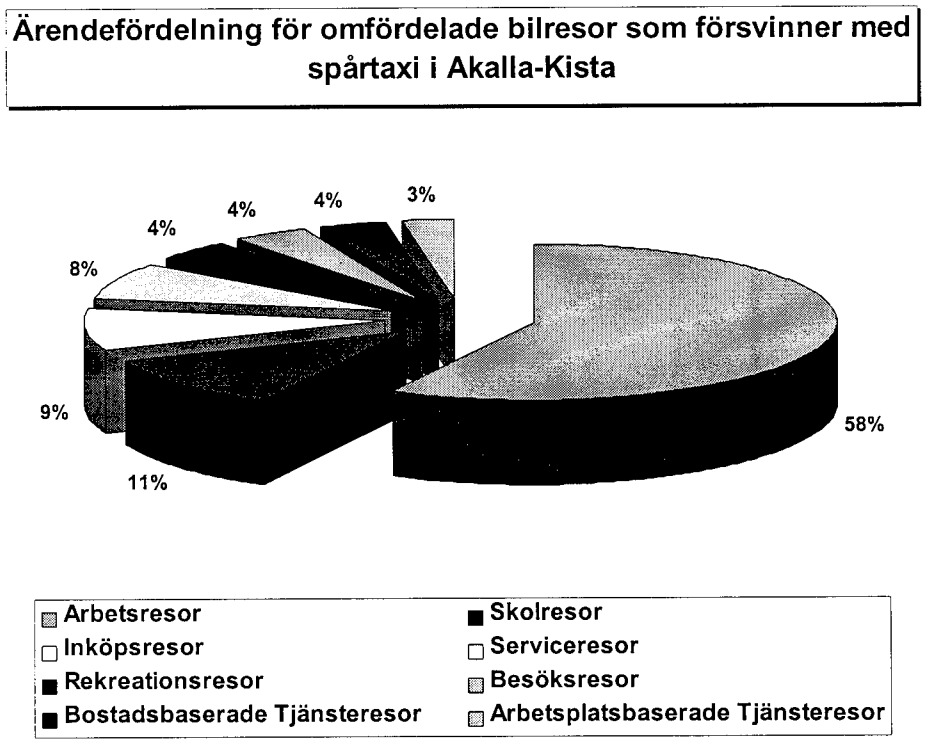


Skol- och arbetsresor svarar för knappt hälften av alla nyskapade kollektivtrafikresor genom tillkomsten av spårtaxinätet i Akalla - Kista. Inköps-, service-, rekreations- och besöksresor svarar för närmare 60 % och tjänsteresorna utgör drygt 7 % av de nyskapade kollektivtrafikresorna.

5.5.2 Omfördelade bilresor

De bilresor som omfördelas från bil till kollektiva resor har följande ärendefördelning:

Figur 16: *Ärendefördelning – omfördelade bilresor*

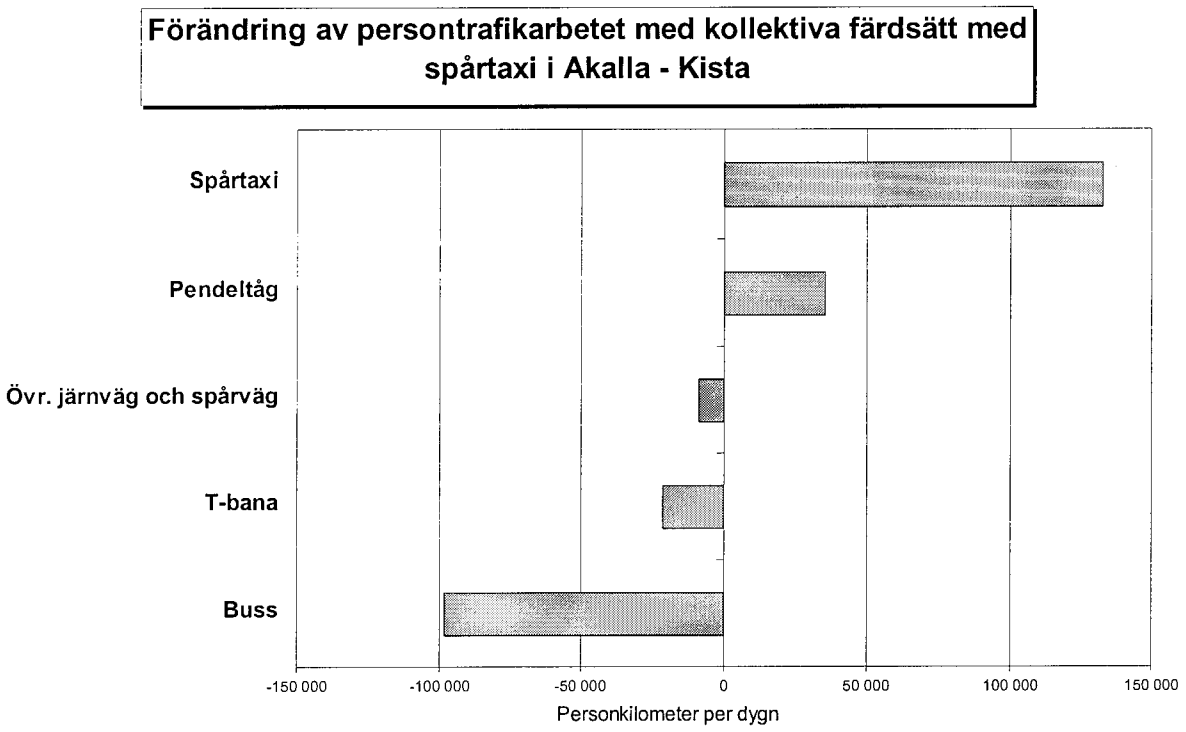


Närmare 6 av 10 omfördelade bilresor utgörs av arbetsresor. Totalt är det ca 1.000 bilresor som försvinner i och med spårtaxinätet i Akalla – Kista. Effekterna i form av bilrestider och hastigheter blir marginella utom för förmiddagens maxtimmar, då trängseln i vägnätet reduceras i viss mån. Att dessa effekter blir små är naturliga då detta spårtaxinät omfattar 28 km. Denna banlängd kan jämföras med EMMA-vägnätets längd på 7.740 km; spårtaxinätets andel av vägnätet blir 0,4 %.

5.5.3 Omfördelade kollektivresor

Spårtaxinätet i Akalla – Kista ger upphov till vissa omfördelningar även inom kollektivtrafiksystemet. Figuren nedan visar hur antalet personkilometer med kollektiva färdsätt förändras med spårtaxinätet.

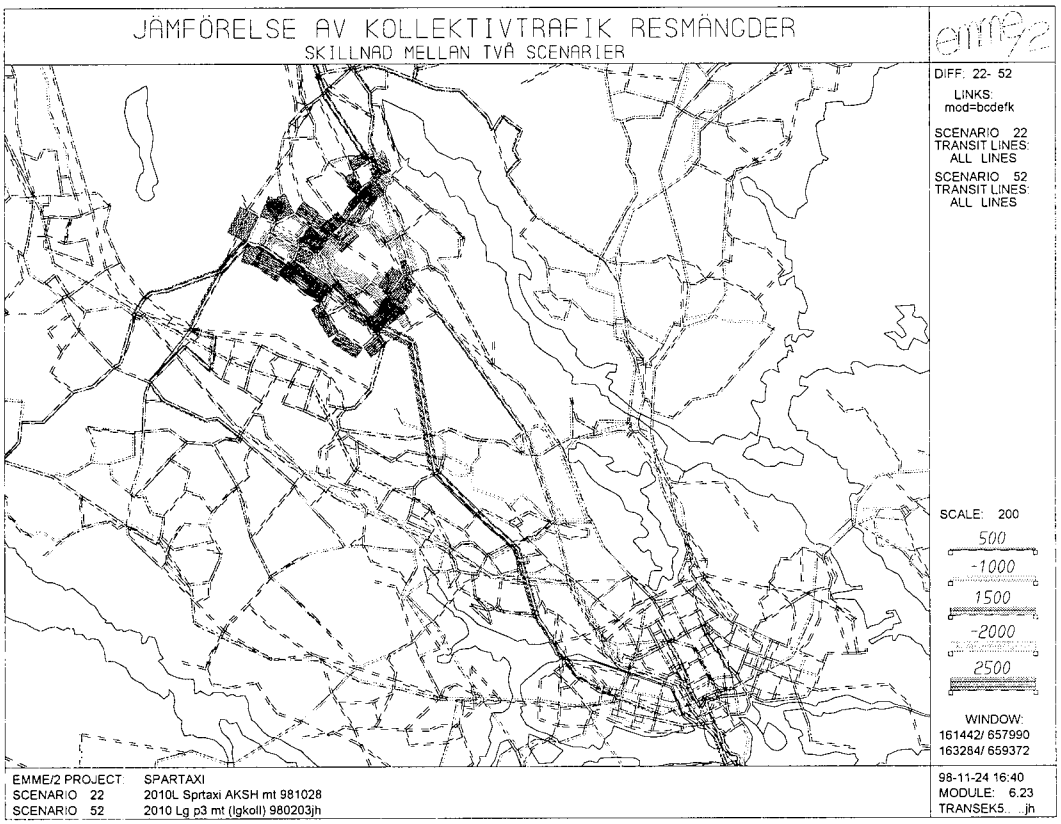
Figur 17: Förändring av persontrafikarbetet med spårtaxi i Akalla - Kista



Den största minskningen sker för busstrafiken (ca 73 % av spårtaxiresandets ökning). En betydande del av spårtaxiresandet utgörs således av en omfördelning från buss till spårtaxi. Tunnelbaneresandet minskar något, samtidigt som pendeltågsresandet ökar, framförallt genom att spårtaxinätet knyts till pendeltåget både i Helenelund och Sollentuna C.

Under lågtrafiktid överflyttas emellertid en hel resor *till* tunnelbanan, beroende på att kombinationen av spårtaxi och tunnelbana *i lågtrafiktid* båda har en osedvanligt hög turtäthet jämfört med övriga kollektiva färdsätt, se figuren nedan:

Figur 18: Omfördelning av kollektivresor inkl. Spårtaxiresor under lågtrafiktid

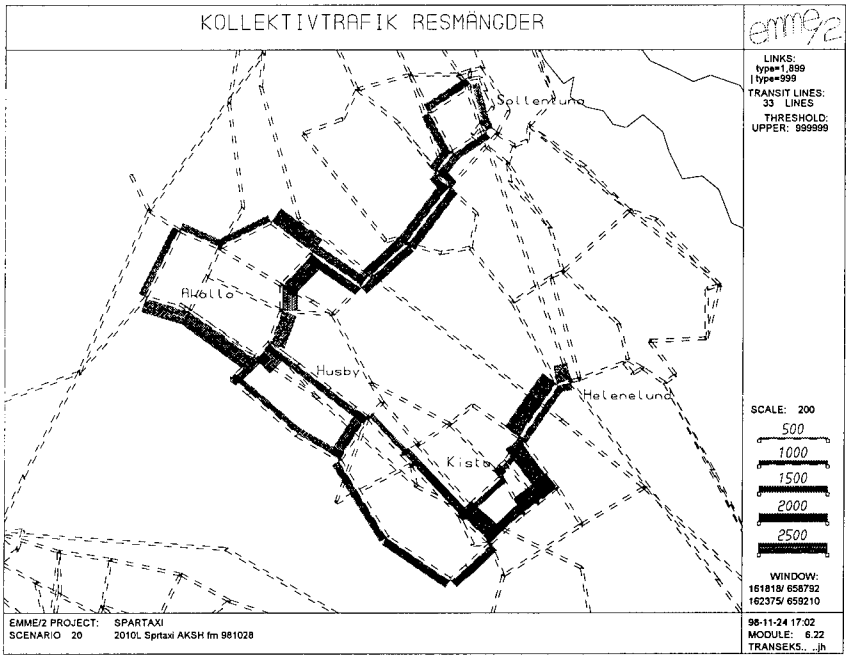


Av figuren framgår att Järvabanans Akallagren får fler resor, vilket i sin tur påverkar ruttvalet i viss mån för övriga radiella bangrenar. Spårtaxiresorna i Akalla – Kista området framträder även tydligt.

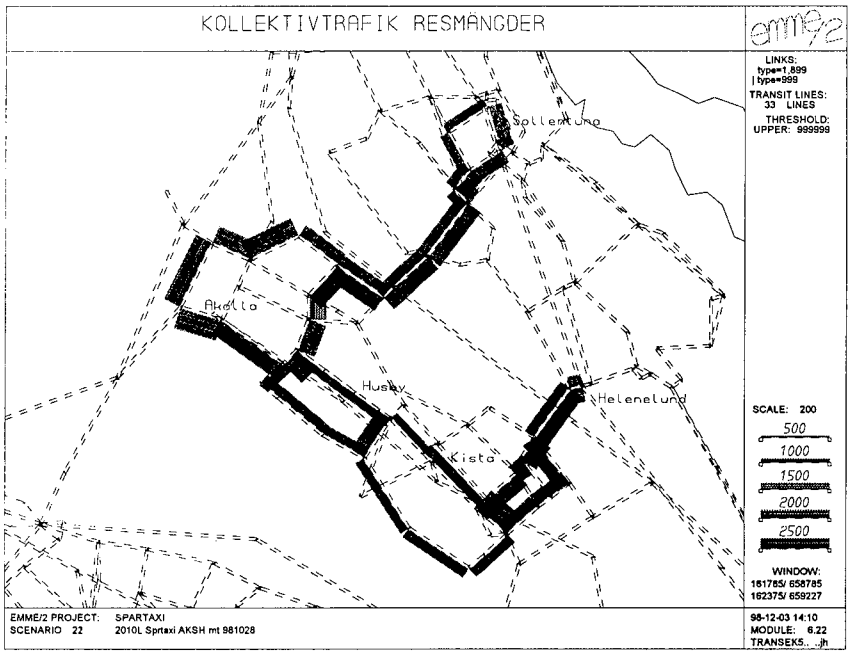
5.5.4 Resandet i spårtaxinätet

Resandet i spårtaxinätet illustreras nedan. De större trafikantflödena under förmiddagens trafikperiod kommer främst via pendeltåg och tunnelbana. Det är främst resandet till de olika arbetsområdena som i stor grad nyttjar spårtaxi under denna period.

Figur 19a och 19b:Antalet spårtaxiresor i Akalla- Kista området under högtrafiktid (överst) och under lågtrafiktid (nederst) år 2010

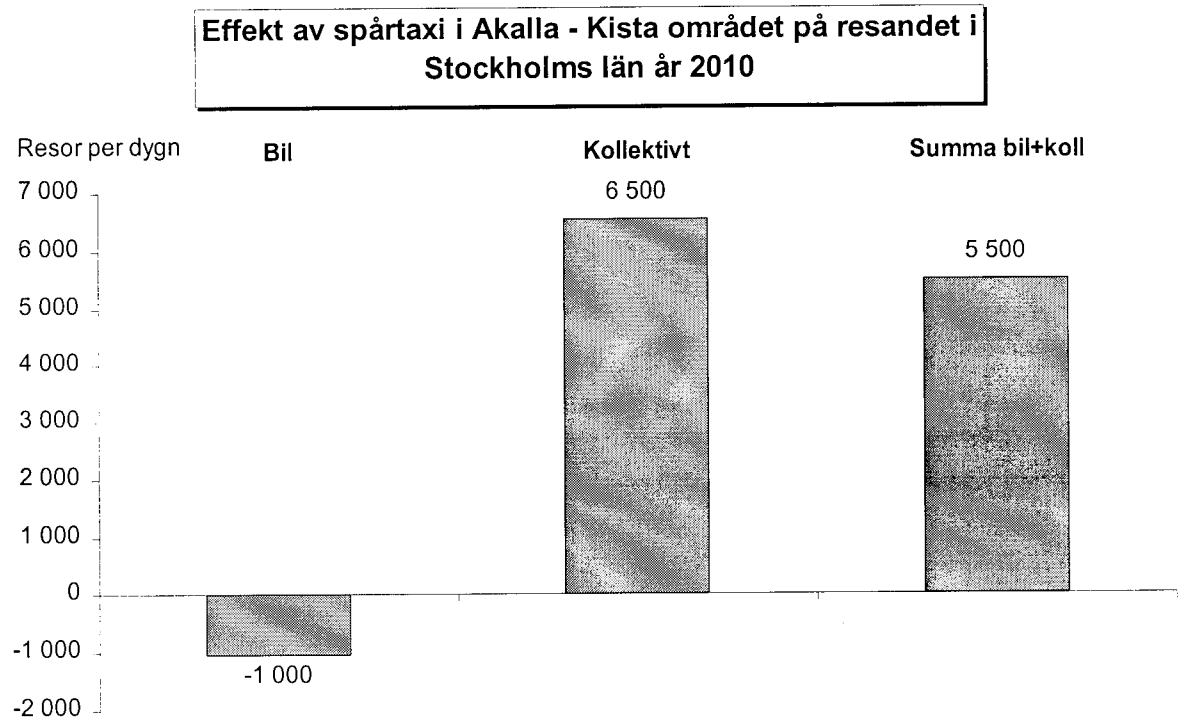


Resorna under lågtrafiktid uppvisar delvis ett annat mönster jämfört med högtrafikperioden. Här dominerar inte lika tydligt arbetsresorna vilket kan ses i figuren nedan:



Effekterna i form av antalet resor blir måttligare:

Figur 20: *Effekt av spårtaxi i Akalla – Kista området på resandet*



Med ett regionalt heltäckande spårtaxinät ökar kollektivresandet med 31 % och bilresandet minskar med 6 %. Det totala fordonsresandet beräknas i ett sådant scenario öka med 12 %.

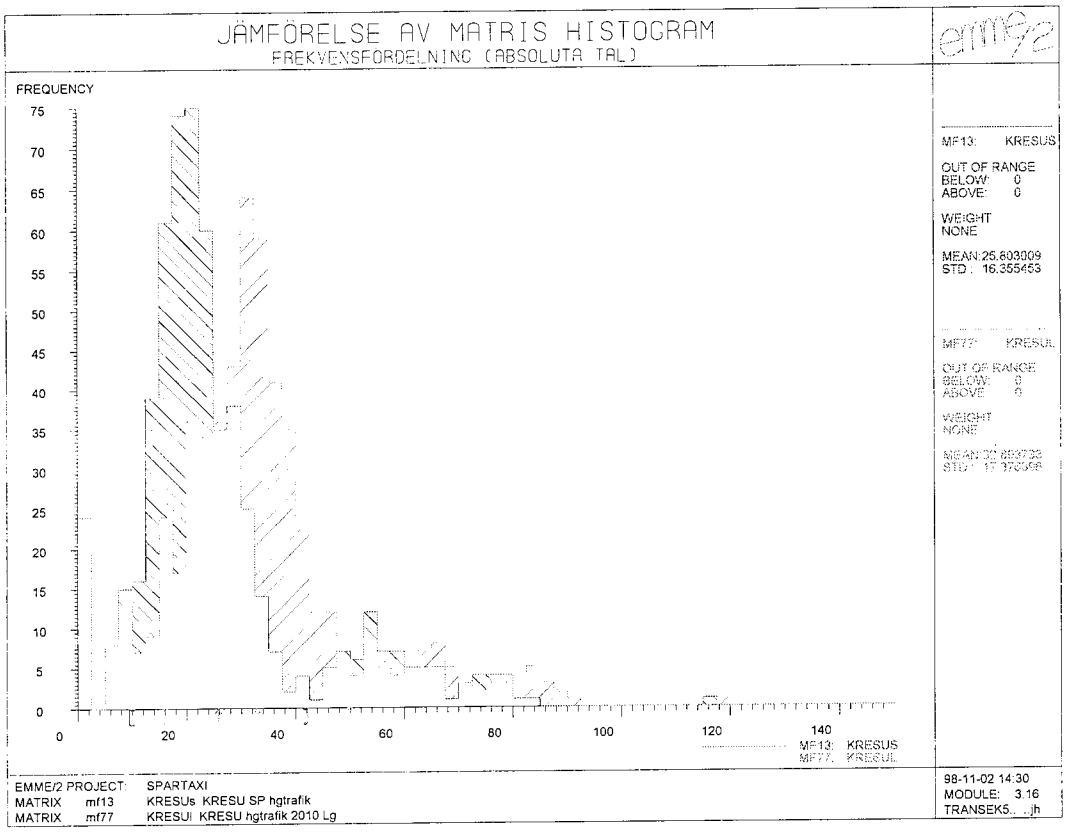
Med spårtaxinätet begränsat till Akalla – Kista området blir de total effekterna också mera begränsade: Antalet kollektivresor beräknas öka med 6.500 resor per dygn eller med 0,5 %, samtidigt som antalet bilresor beräknas minska med 1.000 resor per dygn. Resten, d.v.s. nettoökningen med 5.500 resor är dels överflyttningar från gång och cykelresor, dels nyskapade resor. Endast 1.000 resor överflyttas från bil till kollektiva färdsätt.

5.5.5 Restids- och framkomlighetsvinster

I figuren nedan illustreras fördelningen över KRESU-restider, d.v.s. den sammanvägda restiden dörr-till-dörr med gång, vänte- och bytestider med vikten 2 samt med åktid i fordonet med vikten 1.

Figuren visar restidsfördelningen under förmiddagens 3 maxtimmar år 2010 dels i basnätet (utan spårtaxi) dels i spårtaxi-scenariet för de aktuella områdena (centroider) inom Spårtaxiområdet Akalla- husby - Kista – Helenelund – Sollentuna C:

Figur 21: *Restidshistogram för Akalla – Kista området med resp. utan spårtaxi*

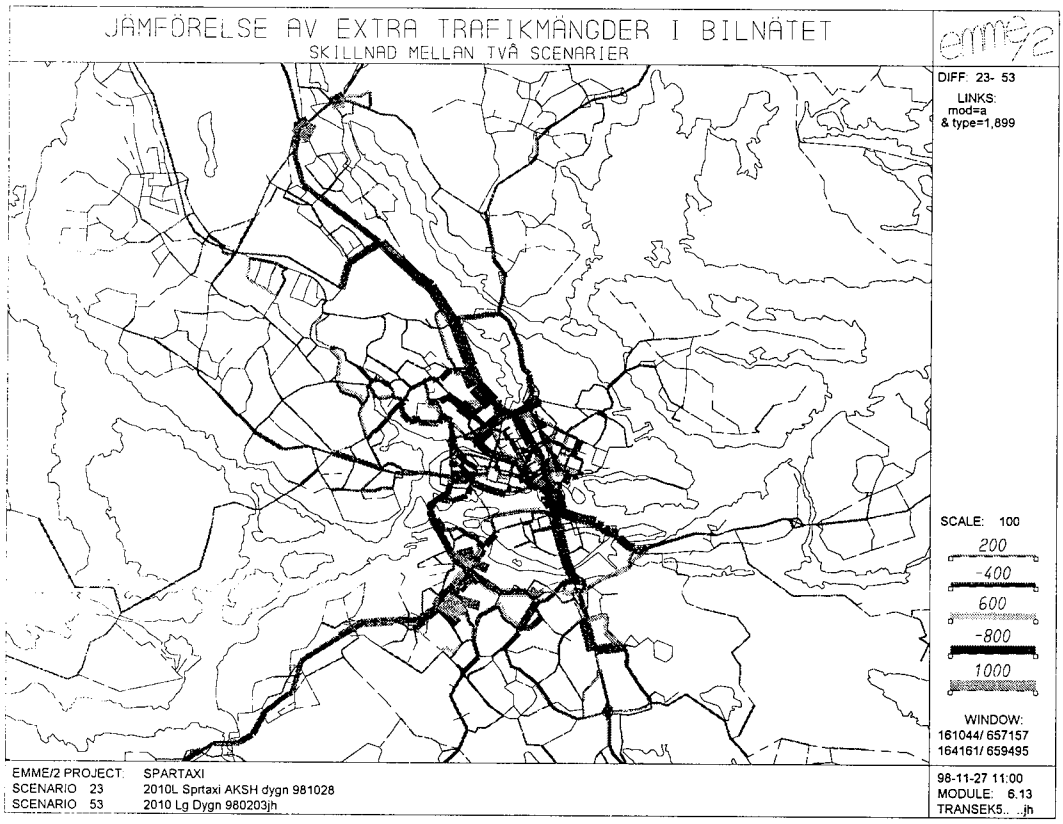


Histogrammet visar att andelen resor med kort restid ökar kraftigt samtidigt som andelen resor med lång restid minskar. Den viktade medelrestiden (KRESU) inom området mimskar från 32,8 till 25,8 minuter eller med 7 minuter (- 28%) i högtrafiktid.

5.5.6 Avlastningar i gatunätet

Med ett spårtaxinät i Akalla-Kista sker en påverkan på hela vägnätet. Det rör sig om en total minskning av antalet bilresor samt även en omfördelning av trafikflödena i nätet. I procent uppgår förändringarna till 1-4 % på de större vägarna under förmiddagens max-timme. På dygnsnivå är mönstret likartat medan de procentuella förändringarna är mindre.

Figur 22: Omfördelningar av biltrafiken på vägnätet, dygnstrafik, Spårtaxi kontra Bas år 2010



6 Värdering av spårtaxi för ett område i Stockholm

6.1 Stated Preference-metoden

Ofta önskar vi kunskap om människors inställning till utformningen av produkter eller tjänster. I andra fall vill vi veta hur de kommer att välja när de står inför olika valmöjligheter. Vid en *samhällsekonomisk* utvärdering krävs att nyttan av olika projekt skall kunna vägas mot kostnaden. Praktisk planering innebär ständigt ett val mellan olika åtgärder. För att de begränsade resurserna skall komma till så god nytta som möjligt är det viktigt att besluten baseras på så god kunskap som möjligt om vad som är viktigt för människor. Vid en rent *företagsekonomisk* utvärdering är kunskapen av största vikt eftersom människornas värderingar avgör hur mycket nyttjandet av ett visst system eller efterfrågan på en viss produkt påverkas av utformningen.

För studier av resenärernas *värderingar* krävs att vi kan uttrycka dessa i något absolut mått som pengar eller tid. I många fall räcker det inte med att behandla enbart resenärernas värderingar av olika produkter eller tjänster, utan vi måste även koncentrera intresset till individernas *val*, dvs på efterfrågan på en viss produkt eller tjänst under olika förutsättningar. Stated Preference-metoden (SP) är väl ägnad att behandla båda dessa frågeställningar. En konsekvent värdering av individuella preferenser av olika faktorer kan åstadkommas genom statistisk analys samtidigt som det subjektiva inslaget reduceras.

Det finns inte någon allmänt vedertagen definition av Stated Preference-metoden. Här syftar vi på metoder som baseras på så kallade experimentella designer för att konstruera hypotetiska valsituationer. Intervjupersoner får ange hur de skulle reagera om de stod inför valsituationerna i verkligheten ('state their preferences'). 'Stated Preferences' skulle kunna ses som en gemensam beteckning för ett antal metoder med olika namn.

Traditionellt har konsumenternas värderingar ofta studerats genom analyser av faktiskt beteende. Det innebär att vi kartlägger den produkt eller tjänst konsumenten väljer och de alternativ som utöver den valda var möjliga att välja. Därefter kan vi genom statistisk analys ta reda på konsumentens värderingar. Metoden implicerar emellertid att en faktisk valsituation existerar och att kunskap om tjänsterna finns att tillgå. Några sådana data finns i detta fall inte att tillgå, och att samla in sådana - om det ens vore möjligt - skulle kosta betydande belopp. Stated Preferences är en alternativ metod som löser problemet. En fördel är att den erbjuder variationsrika och okorrelerade datamaterial, som bl a innebär att mindre urval än vanligt krävs. Under förutsättning att produkterna eller tjänsterna varieras på ett systematiskt sätt kan kundernas värderingar skattas med hjälp av statistiska metoder.

6.2 Uppläggning av fältarbetet

6.2.1 Studerade faktorer och beskrivningar

Valet av vilka faktorer som skall ingå i ett experiment avgörs naturligtvis av vilken frågeställning som skall studeras. För att få rimliga resultat kan följande generella krav ställas på faktorerna:

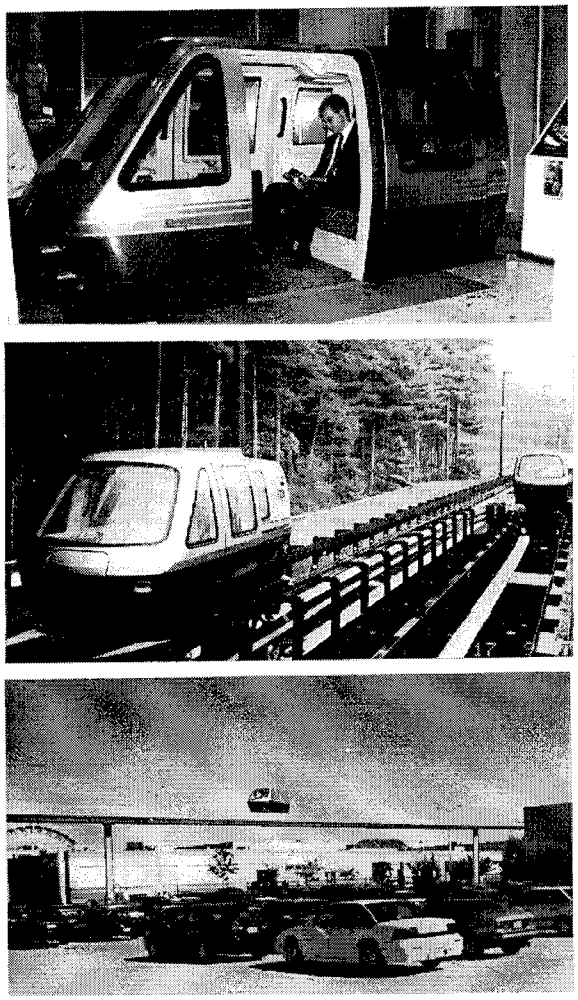
- faktorerna måste vara rimliga och begripliga
- nivåerna bör anknyta till individens erfarenhet
- faktorerna bör vara rimliga att variera samtidigt
- nivåerna måste tvinga fram en avvägning - även om värderingarna varierar i urvalet

Det viktigaste kravet på faktorerna är att de är så rimliga och begripliga för individen att hon/han kan leva sig in i vad de innebär och därmed reagera inför de konstruerade situationerna på liknande sätt som man skulle gjort i verkligheten. Om alternativen som presenteras inte upplevs som trovärdiga - t ex att kvaliteten är alltför hög i förhållande till priset i vissa alternativ - finns risken att intervjupersonerna inte tar sin uppgift på allvar. Ett sätt att uppfylla kravet på realism är att se till att nivåerna anknyter till individens egen erfarenhet. Detta kan t ex innebära att priserna enbart varieras inom ett intervall som individen upplever som trovärdigt.

Det är allmänt sett svårt att komma åt marknadens kvantitativa värderingar. Det kan bero på okunskap från intervjupersonens sida, att produkterna är laddade och/eller att det dessutom är svårt att beskriva dem helt objektivt och neutralt. Stor omsorg måste därför läggas vid valet av faktorer och beskrivningen av dem.

Spårtaxin beskrevs med hjälp av bl a bilder, som intervjupersonerna fick studera under intervjun:

Figur 23: *De spårtaxibilder som intervjupersonerna fick studera under intervjun.*



Genom olika s k spelsituationer fick intervjupersonerna ta ställning till en rad olika alternativ (koncept av dessa faktorer). De faktorer som studerades var:

- åktid på spårtaxi
- turtäthet på spårtaxi
- åktid på buss
- turtäthet på buss

Respektive alternativ består av ett antal faktorer vars värden varierar mellan alternativen; faktorerna har olika nivåer. Antalet faktorer och nivåer styrs av hur lättbegripliga de är så att en valsituation uppstår eller avvägning mellan olika alternativ sker. I nedanstående figur framgår det hur en sådan valsituation kan se ut på datorskärmen.

Figur 24: En valsituation så som den kan se ut på datorskärmen då intervjupersonen deltar i en SP-studie.

```
<< Välj mellan alternativen >>                                        F. A-2
+---------- Spårtaxiresa A ----------------------- Spårtaxiresa B ------------+
|                                    |                                        |
| Åktiden i spårtaxin är 15 min      | Åktiden i spårtaxin är 10 min          |
|                                    |                                        |
| Biljettpris enkel: 8 kr            | Biljettpris enkel: 8 kr                |
| Månadskort: 520 kr                 | Månadskort: 520 kr                     |
|                                    |                                        |
| Spårtaxin går var 5:e min          | Spårtaxin går var 20:e min             |
|                                    |                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------|
|1 FÖREDRAR RESA A        2 FÖREDRAR RESA B        3 LIKVÄRDIGA/VET EJ          |
+-------------------------------------------------------------------------------+
```

De val intervjupersonerna gör under intervjun analyseras sedan statistiskt. Analysen innebär att särskilda modeller för hur intervjupersonerna väljer mellan alternativen skattas.

Området Barkarby - Kista valdes som pilotområde. Av intervju-ekonomiska skäl var det önskvärt att resenärerna skulle intervjuas i ett begränsat område. Det var dessutom en fördel att välja ett område som har realistiska förutsättningar för en pilotbana. Samtidigt ställdes krav på att flera färdsätt skulle vara tillgängliga mellan destinationerna. I det valda området fanns dessvärre ej parallell buss- bil- och pendeltågstrafik, varför enbart buss- och bilresenärer tillfrågades.

6.2.2 Urval och bortfall

Två *provundersökningar* i form av datoriserade intervjuer genomfördes vecka 18 i april 1998. Dessa gjordes ombord på SL:s buss 518 mellan Barkarby pendeltågsstation och Kista Centrum samt med bilresenärer på parkeringsplatsen i Kista Centrum. Syftet var att ta reda på om det var möjligt att genomföra undersökningen med vald uppläggning. Totalt genomfördes 50 intervjuer, varav hälften av intervjuerna gjordes med buss-resenärer och hälften med bilresenärer.

Huvudundersökningen genomfördes under vecka 20 i maj 1998 på samma buss och i samma relation som pilotundersökningarna. Intervjuerna med bilister gjordes i Kista Centrum. Intervjuerna genomfördes under högtrafik på förmiddag och eftermiddag samt

under lågtrafik mitt på dagen. Totalt 162 personer intervjuades; hälften var bilister och hälften bussresenärer.

Figur 25: Fördelningen på bilresenärer och bussresenärer i huvudundersökningen.

Färdsätt	Antal	Procent
Bussresenärer	82	50,6
Bilresenärer	80	49,4
Totalt	**162**	**100,0**

6.3 Resultat

SP-undersökningens främsta syfte var att inhämta information om det finns några skillnader i hur buss- och bilresenärer värderar spårtaxi respektive buss. Denna information används sedan vid prognoskörningar för att beräkna det framtida resandet på en eventuell spårtaxibana i Stockholmsområdet. Då dagens prognossystem saknar spårtaxiunika parametervärden (de kan idag inte skilja på spårtaxi och annan kollektivtrafik) söktes stöd för om prognossystemen behöver modifieras för att bättre kunna prognostisera efterfrågan på spårtaxiresor.

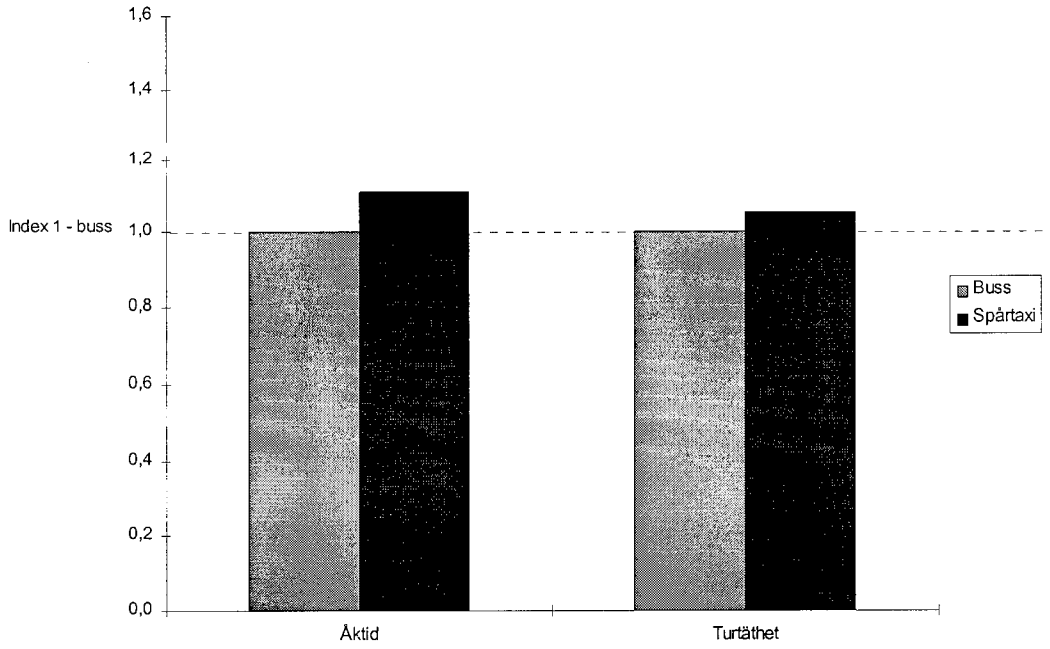
Nedan följer resultat från de modeller som förklarar enbart SP-observationerna, där de studerade faktorerna åktid och turtäthet presenteras.

Resultaten som presenteras i nedanstående kapitel utgör ett gemensamt och *genomsnittligt* värde för bilresenärer *och* bussresenärer för respektive faktor. Resultaten ska tolkas i ljuset av att de individer som ingått i undersökningen känner till spårtaxi genom de illustrationer och beskrivningar som presenterats för dem. Eventuella ändringar av färdmedlet påverkar naturligtvis efterfrågan.

6.3.1 Värdet av åktid och turtäthet på buss och spårtaxi

Resultaten som framkom i undersökningen var att den genomsnittliga värderingen i termer av åktid och turtäthet är densamma för en spårtaxiresa som för en bussresa. Värdena är visserligen något högre för spårtaxi, men denna skillnad kan ej anses vara statistiskt säkerställd.

Figur 26: Värdet av åktid / turtäthet på spårtaxi. Indexerat utifrån värdet av åktid och turtäthet på buss.



Slutsatsen är att det i den studerade relationen[18] inte finns några signifikanta skillnader avseende värderingen av enkom åktid eller enkom turtäthet/väntetid på buss respektive ombord på spårtaxi (en timmes restid alt väntetid upplevs lika oavsett om man sitter i en buss eller i en spårtaxi). Detta kan anses vara högst förvånande, då spårtaxins högre komfort borde resulterat i lägre tidsvärderingar. Men det är samtidigt viktigt att ha i åtanke att spårtaxin har andra egenskaper (upphöjd infrastruktur, förarlösa vagnar etc.) som kan tänkas motverka komfortförbättringen.

I studien ställdes även ett antal frågor som syftade till att utröna betydelsen av vissa spårtaxispecifika egenskaper: bemanning och höjdläge. Resultatet visar att:

- Värderingen av att spårtaxistationerna är bemannade i stället för obemannade är hög, i genomsnitt 3:40 kr per resa. Andra studier[19] pekar också på att det är viktigt att kunna färdas tryggt. En studie baserad på fokusgruppsteknik som genomfördes av Institutionen för Konsumentteknik i Göteborg[20] visade också på starka värderingar i denna fråga; övervakningssystem ställdes tom.som krav.
- Det finns en betalningsvilja på 0,50 kronor per resa för att slippa åka 5 meter ovan mark och i stället färdas i markplan. Att resa ovan mark är för de intervjuade personerna således en negativ faktor.

---

18 Undersökningen gjordes på buss 518 mellan Kista C och Barkarby P samt med bilister i Kista C. Däremot är framförallt väntetiden med spårtaxi (med mycket hög turtäthet) betydligt lägre än för buss.

19 Lucassi-Loncar, Vesna: *Spårtrafik kontra buss!? - Mjuka faktorers inverkan på resenärers färdmedelsval. En kunskapssammanställning.* KFB-meddelande 1998:1. Transek. Stockholm 1998.

20 Rosenblad E: Brukarens möte med ny teknik - PRT. Slutrapport dnr 95-468-732. Institutionen för kosumentteknik, Chalmers Tekniska Högskola. September 19997.

Figur 27: *Värdet av spårtaxifaktorer med ett tidvärde motsvarande 30 kr/timme.*

Värdet av att ha bemannade spårtaxistationer i stället för obemannade stationer	3,40 kr / resa
Värdet av att spårtaxi går i gatuplan i stället för ca 5 meter ovan mark	0,50 kr/ resa

6.3.2 Attityder till spårtaxi

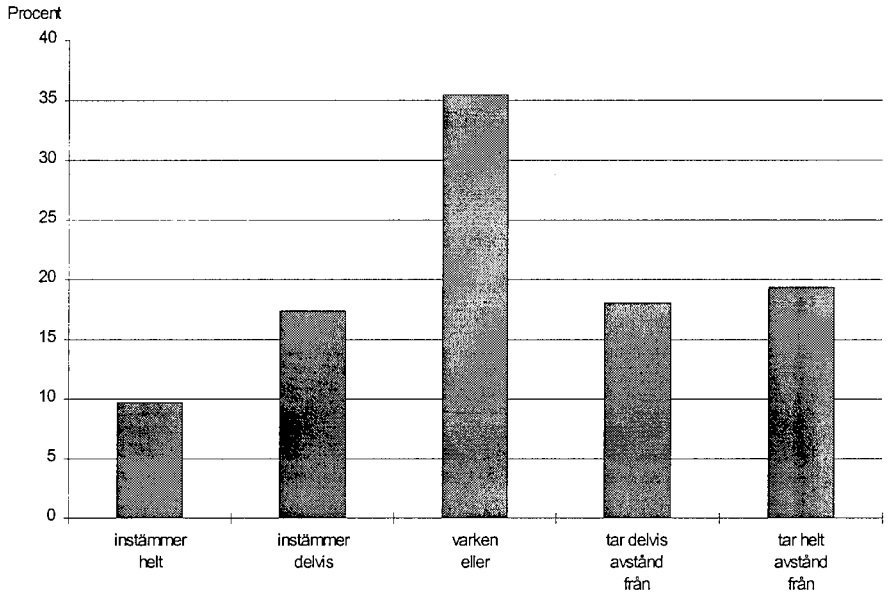
Resenärerna fick även ta ställning till ett antal attitydfrågor om de instämmer eller tar avstånd från givna påståenden om spårtaxi samt om de skulle nyttja en spårtaxibana i den studerade relationen. Dessa påståenden var:

- Jag är ointresserad av spårtaxi då det förfular stadsbilden!
- Det känns otryggt att färdas i ett förarlöst fordon!
- Jag tycker det är ointressant att åka spårtaxi om det finns risk för att jag måste samåka med andra passagerare under högtrafik!
- Det är obehagligt att färdas över marken!
- Om en spårtaxibana byggs mellan Barkarby och Kista hur ofta kan Du tänka dig att åka ?

Attityder betr. stadsbilden

På påståendet: "Jag är ointresserad av spårtaxi då det förfular stadsbilden!", erhölls nedanstående svarsfördelning:

Figur 28: *Jag är ointresserad av spårtaxi då det förfular stadsbilden !*

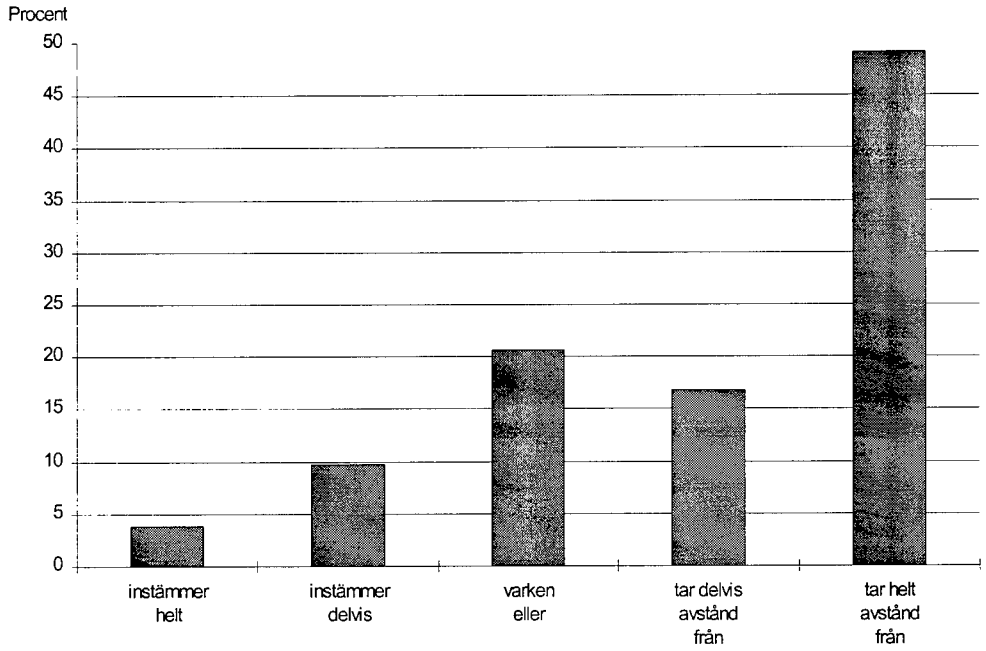


Att spårtaxi skulle vara ett färdmedel som förfular stadsbilden i den studerade relationen: Barkarby pendeltågsstation - Kista Centrum verkar inte vara ett särskilt stort problem för de intervjuade personerna. Enbart ca 25 procent anger att de är mer eller mindre ointresserade av spårtaxi som ett resultat av att stadsbilden förfulas. Det är dock viktigt att ha i åtanke att detta resultat är starkt läges/situationsbetingat, vilket även framkom tydligt i Göteborgsstudien.

Attityder betr. samåkning i spårtaxi

Att samåka med spårtaxi under högtrafik tycks vara möjligt med spårtaxi vilket är bra ur kapacitetssynpunkt. Enbart 13 procent ser samåkning som ett hinder.

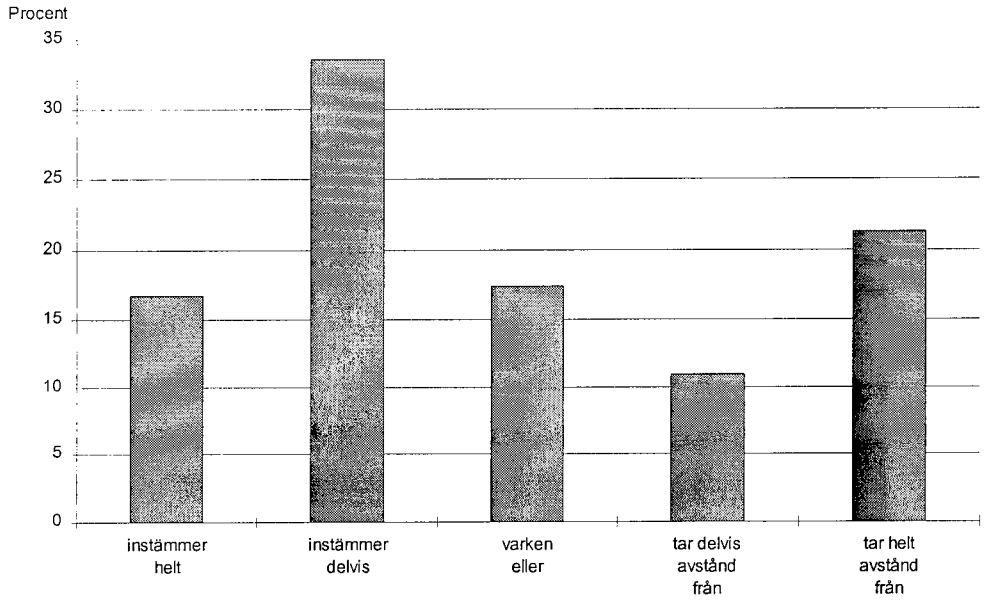
Figur 29: Jag tycker det är ointressant att åka spårtaxi om det finns risk för att jag måste samåka med andra passagerare under högtrafik !



Attityder betr. tryggheten

Ca 50 procent av de intervjuade personerna anser att det är otryggt att färdas i ett förarlöst fordon. Drygt 15 % av resenärerna uttalar relativt starka värderingar i detta avseende. Drygt 30 procent tar helt eller delvis avstånd från detta påstående.

Figur 30: *Det känns otryggt att färdas i ett förarlöst fordon!*



Frågan är vad som inbegrips i denna uttalade otrygghet. Med tanke på att den föregående frågan om samåkning inte tyder på någon nämnvärd rädsla för att samåka, menas därför troligtvis spårtaxisystemets unika automatik.

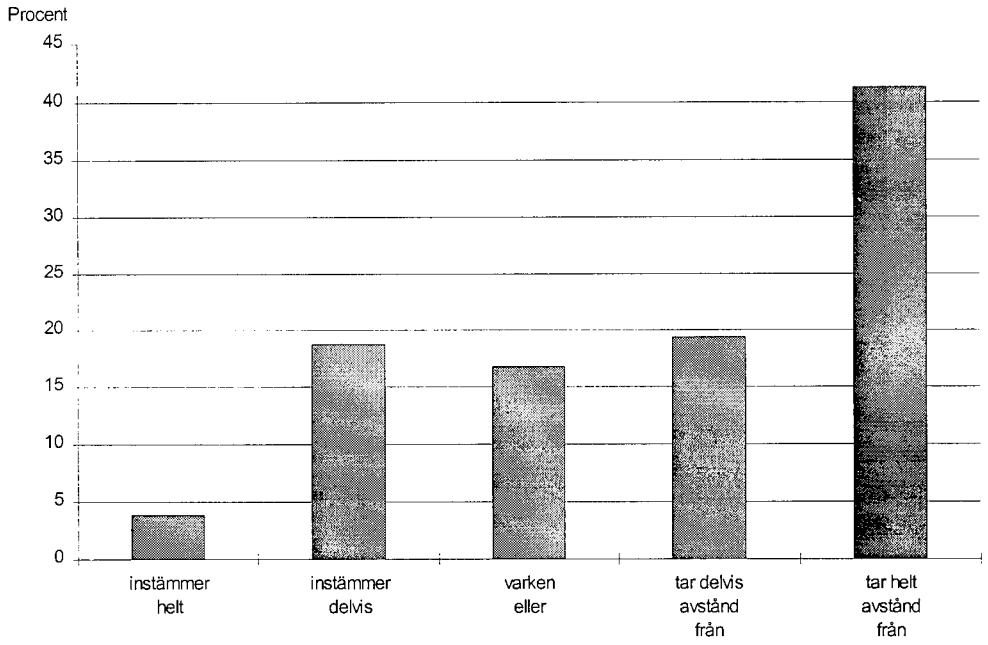
Göteborgsstudien är i detta avseende delvis samstämmig. Fokusgruppsdiskussioner genomfördes då med två grupper: dels en grupp som fick en tydlig genomgång av säkerhets- och kommunikationssystemet inuti en spårtaxi, dels en som inte fick det. Skillnaderna mellan grupperna var påtaglig. För den förstnämnda gruppen utgjorde automatiken inte något problem, medan den sistnämnda uppvisade en en tydlig oro med många frågor. Dessa båda studier antyder därför att automatiken (eller ovana vid förarlösa system) verkar vara en viktig fråga som resenärerna bör informeras särskilt noga om vid en ev introduktion.

Det är slutligen viktigt att ha i åtanke att de båda resultaten dessutom är präglade av resenärernas tilltro till nuvarande kollektivtrafiksystem (och som kan skilja sig åt mellan olika städer i Sverige)

Attityder betr. spårtaxifärd 5 meter ovan mark

På påståendet: " Det är obehagligt att färdas över marken!" erhölls följande svarsfördelning:

Figur 31: *Det är obehagligt att färdas över marken !*

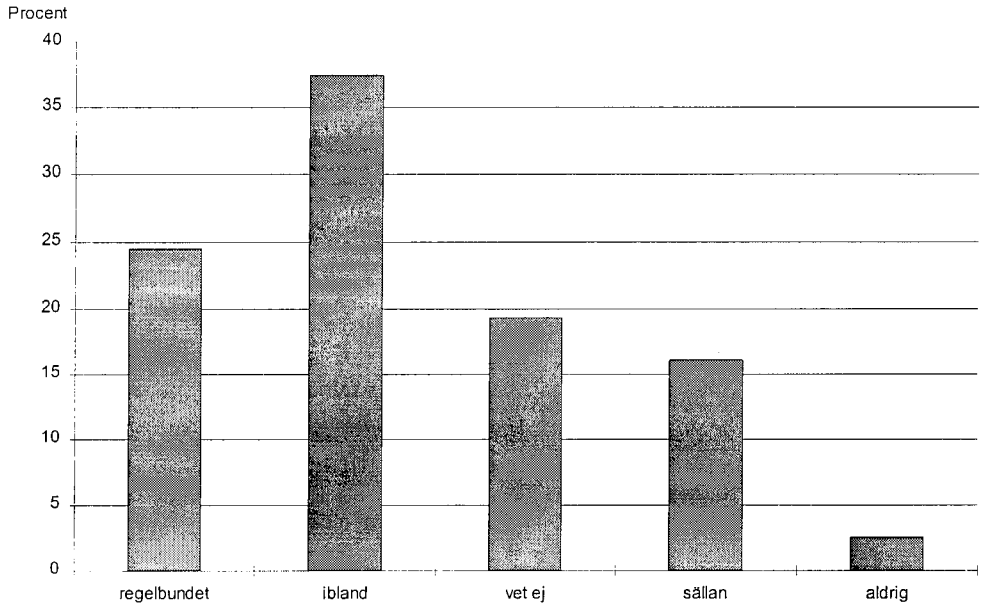


Enbart drygt 20 procent tycker att det skulle vara obehagligt att färdas över mark. Cirka 60 procent tar avstånd från påståendet att det skulle vara obehagligt. Att dra spårtaxi 5 meter ovan mark är sålunda inte särskilt negativt. Betygsättningen visade dock att det finns en *genomsnittlig* betalningsvilja på ca 0,50 kronor per resa för att få åka i markplan. Troligtvis är det den negativa minoriteten som uppvisar starka värderingar i detta avseende.

Intresset för spårtaxiresor mellan Barkarby och Kista

Närmare 65 procent av de tillfrågade kan tänka sig att åka spårtaxi regelbundet eller ibland.

Figur 32: Om en spårtaxibana byggs mellan Barkarby och Kista hur ofta kan Du tänka dig att åka?

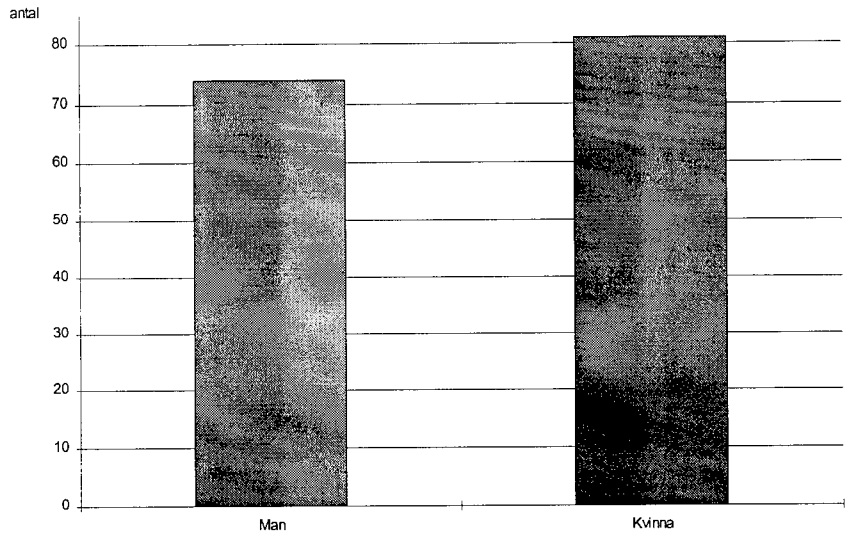


Mot bakgrund av att hälften av de tillfrågade resenärerna är bilister med som regel ett större motstånd mot att åka kollektivt samt att vissa bilresenärer och bussresenärer redan idag bara åker ibland, kan man tolka inställningen till att åka spårtaxi som mycket positiv. Mindre än 20 procent uppger att de aldrig eller sällan skulle åka spårtaxi i den aktuella relationen. Även detta resultat överensstämmer med Göteborgsstudien: intervjupersonerna var även där mycket positiva.

6.4 Deskriptiv statistik

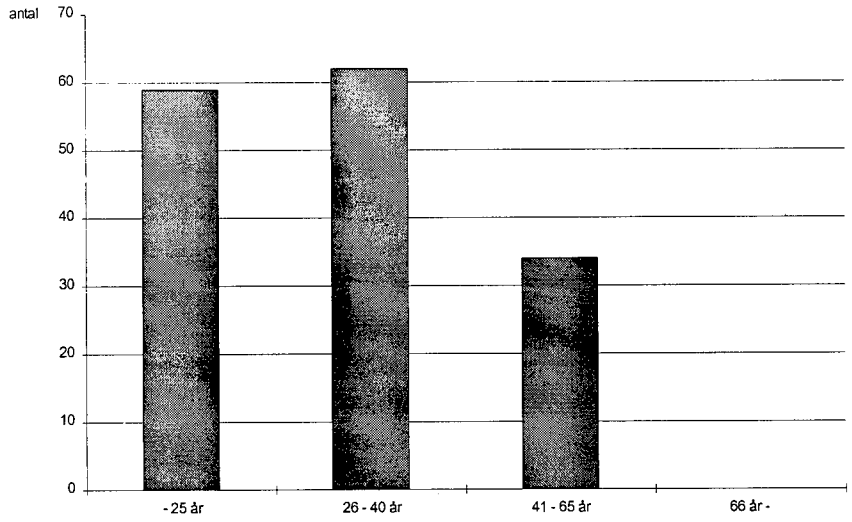
162 intervjuer genomfördes, varav hälften på buss 518 mellan Barkarby och Kista och hälften med bilresenärer inne i Kista Centrum. Fördelningen på män och kvinnor är relativt jämn med en något större andel kvinnor.

Figur 33: *Kön*



Cirka 60 intervjupersoner var 25 år eller yngre, drygt 60 var mellan 26 och 40 år och knappt 35 var 41-65 år. Inga resenärer över 65 år finns representerade i intervjumaterialet.

Figur 34: *Ålder*



7 Spårtaxinät i Kista-Akalla är samhällsekonomiskt lönsamt

7.1 Samhällsekonomisk metodik

Beslut om investeringar i infrastrukturen inom transportsektorn ska enligt 1998 års trafikpolitiska beslut inriktas på att uppfylla fem strategiska mål: tillgänglighet, transportkvalitet, transportsäkerhet, miljö och regional balans. Vid åtgärdsplaneringen ska bästa åtgärder att uppfylla målen väljas genom en samhällsekonomisk bedömning. Vad är då samhällsekonomi? Kort kan man säga att samhällsekonomi är läran om hur samhällets knappa resurser bör användas för att tillgodose människornas behov. Ett samhällsekonomiskt effektivt resursutnyttjande innebär att samhällets resurser fördelas på verksamheter i enlighet med den samhällsekonomiska nytta som varje resursinsats ger upphov till. Största möjliga **effektivitet** får man vid ett läge där ingen ytterligare måluppfyllelse kan nås genom att flytta en resurs från en verksamhet till en annan.[21]

Utöver detta effektivitetsmål finns önskemålen om att fördela samhällets resurser jämnare dels över landet, dels mellan olika människor och grupper - **fördelningspolitiska mål**. En samhällsekonomisk bedömning måste därför beakta såväl effektivitets- som fördelningsaspekter.

7.1.1 Skillnad mellan samhällsekonomi och företagsekonomi

I företagen har man sedan länge gjort kalkyler över lönsamheten av olika investeringar. Kalkylen baseras på de kostnader och intäkter som rör företaget i form av in- och utbetalningar under den tid kalkylen avser. Kalkylen kan även innefatta aspekter som inte lätt låter sig värderas i pengar, exempelvis arbetsmiljöaspekter, men som ändå berör företaget. Företagsekonomiskt motiverade investeringar kräver att intäkterna är större än kostnaderna, ett finansiellt överskott.

[21] Investeringsplanering inom transportsektorn. Lars Hallsten , Gunnar Lind m.fl. Ds K 1985:4.

De företagsekonomiska kalkylerna tar normalt inte hänsyn till s.k. externa effekter, dvs vad som händer utanför företaget. kalkyler för en enskild industri eller ett jordbruk omfattar t.ex. inte de negativa effekterna på miljön vid giftutsläpp och konstgödsling. Samhället har under senare tid börjat ställa upp krav vad gäller exempelvis rening av utsläpp. Härigenom kommer effekterna med i de företagsekonomiska kalkylerna i form av kostnader för att uppfylla kraven.

En samhällsekonomisk kalkyl ska beakta samtliga kostnader och nyttor för samhället som helhet. Förutom de företagsekonomiska effekterna ska en samhällsekonomiskt motiverad investering även ta hänsyn till effekter som påverkar andra delar av samhället. Den kräver därför inte nödvändigtvis finansiellt överskott utan överskottet kan exempelvis utgöras av att ett antal människor får minskade bullerstörningar eller kortare restider. Förutsättningen är att kostnaden för genomförandet understiger vad de berörda människorna eller samhället värderar förbättringen till (betalningsviljan).

Den metod som utvecklats för att bedöma huruvida olika åtgärder uppfyller de ovan angivna värderingarna kallas för samhällsekonomisk kostnads-intäktskalkyl (SKI) eller samhällsekonomisk nytto-kostnadsanalys (NKA). Den samhällsekonomiska kalkylen kan användas för att bedöma enskilda åtgärder, men också, i det fall då en rad åtgärder konkurrerar om ett givet anslag, för att bedöma vilken kombination av åtgärder ("åtgärdspaket") som är bäst inom ramen för detta anslag. Den s.k objektanalysen som vägverket och banverket utvecklat för att angelägenhetsbedöma olika objekt utgör exempel på en sådan metod.

En effekt av en investering betraktas som en relevant konsekvens i en samhällsekonomisk kalkyl om den antingen direkt eller indirekt påverkar individernas välfärd, dvs deras realinkomster. Exempelvis innebär minskade kostnader för kapital bundet i varor pga snabbare transporter på kort sikt att transportköparens kostnader minskar och att överskottet och vinsten i verksamheten ökar. För individerna leder ökade bruttovinster bl.a. till högre avkastning på investerat kapital och lägre skatter i övrigt, t.ex. genom de ökade inkomster som samhället får genom bolagsskatten.

7.1.2 **Betalningsvilja**

Betalningsvilja är ett centralt begrepp i samhällsekonomiska kalkyler. Betalningsviljan kan ge uttryck för såväl enskilda människors som samhällets (främst Riksdagens) värderingar och kan ses som individernas sammanlagda villighet att avstå från alternativ konsumtion. Hur värderar exempelvis människor minskad restid eller hur värderar samhället jordbruksmark? Ofta kan betalningsviljan - värderingen - inte beräknas direkt eller indirekt i olika beslutssituationer.

Ett exempel på hur betalningsviljan kan studeras är de tullvägar som finns i ett 20-tal länder och som kan bli aktuellt åtminstone för Öresundsbron. Tullavgiftens storlek bestämmer hur många bilister som är bereda att betala för att färdas på den bättre och kortare tullvägen i stället för den avgiftsfria alternativvägen. Ju högre avgiften är, desto färre är beredda att betala, vilket återspeglar att olika människor har olika betalningsvilja.

Alla samhällsekonomiska kalkyler utgår således från betalningsviljan för de olika ingående effekterna. Det bör poängteras att betalningsviljan - värderingen - hela tiden baseras på en jämförelse med vad resurserna annars skulle utnyttjats till. Resurser som inte har någon alternativ användning är man naturligtvis inte beredd att betala något för. Ett exempel på detta är värderingen av tidsvinster. Tidsvinster till och från arbete eller i tjänsten har en alternativ användning antingen på arbetsplatsen eller som fritid i hemmet och har därmed ett värde för arbetsgivare eller arbetstagare. Tidsvinster under bilutflykter har däremot i vissa fall ingen direkt alternativ användning om resan i sig är målet. Betalningsviljan är därmed mycket liten.

7.1.3 **Vilka faktorer beaktas i den samhällsekonomiska kalkylen?**

För att fatta ett samhällsekonomiskt riktigt beslut om en viss åtgärd krävs i princip att de effekter som följer av åtgärden kan kvantifieras och värderas. Risken för att effekter dubbelräknas måste också uppmärksammas. I nedanstående tabell visas de väsentligaste effekterna i samband med investeringar i vägar och kollektivtrafik. De poster som ingår i den samhällsekonomiska kalkylen för spårtaxi har fetmarkerats.

Tabell 13: Samhälleliga effekter av transportinvesteringar

Trafikekonomiska effekter	Miljö- och markanvändningseffekter	Fördelningseffekter
Direkta kostnader	Miljöpåverkan	Regional fördelning
• **trafikledskostnader**	• buller/vibrationer	• arbete
• **transportkostnader**	• **luft**/vatten**föroreningar**	• service
	• natur/kulturvård	
Trafiksäkerhet	• landskaps-/stadsbild	Fördelning mellan intressentgrupper
	• friluftsliv	
Tillgänglighet		
• **restid**	Markanvändning	
• **bekvämlighet och andra resstandardförbättringar**	• tätortsutbyggnad	
	• markhushållning	
• barriäreffekter		

Effekter som uppstår av transportinvesteringar kan hänföras till olika delar av samhället. Sålunda är direkta kostnader relevanta för trafikverk, väghållare och transportföretag, medan trafiksäkerhet och tillgänglighet berör trafikanterna, miljöpåverkan främst de närboende och regionala fördelningseffekter befolkningen i hela den berörda regionen.

En annan typ av effekter som bör beaktas är hur investeringen i ett transportmedel påverkar de övriga transportmedlen, s.k. interaktionseffekter. Dessa brukar sällan tas med direkt i trafikverkens samhällsekonomiska kalkyler. I "Spårtaxiprojektet" har vi möjlighet att göra detta, genom att även biltrafiken ingår i trafikanalyserna.

Spårtaxikalkylen förutsätter att de ej fetmarkerade posterna ej påverkas av spårtaxiprojektet. Om detta ej anses vara fallet bör den samhällsekonomiska kalkylen kompletteras. Tänkbara sådana poster som kan diskuteras är barriäreffekter, d.v.s. framkomlighet för gång- och cykeltrafiken, buller/vibrationer samt landskaps-/stadsbild.

7.2 Kalkylförutsättningar

7.2.1 Prognosår

Trafikprognoserna är gjorda för år 2010. När beskrivningar av kostnader och intäkter görs i den löpande texten så gäller det för prognosåret. De kostnader och intäkter som anges i tabell på sidan 104 är däremot annuiteter dvs en genomsnittlig årlig effekt där hänsyn tagits till att resandet förändras över tiden.

7.2.2 Prisnivå

Samtliga kostnader, intäkter och värderingar i kalkylen är angivna i 1998 års prisnivå. Vissa indata är ursprungligen angivna i andra prisnivåer och har i så fall räknats om till 1998 års prisnivå.

7.2.3 Startår

Kalkylens startår är 2010. Startåret representerar det år när trafiken startar och nyttor börjar tillgodoräknas projektet. Spårtaxisystemet antas byggas på fyra år från 2006 till 2009 och trafiken kommer därefter igång år 2010.

7.2.4 Diskonteringsränta

Diskonteringsräntan är 4 %. Samtliga kostnader, intäkter och värderingar diskonteras till kalkylens startår, 2010, varefter annuitet för hela kalkylperioden beräknas. Det är denna årliga annuitet som redovisas i tabeller och diagram som den årliga kostnaden, intäkten eller nyttan.

7.2.5 Kalkylperiod

Kalkylperioden är 40 år från färdigställandet av Spårtaxisystemet. Kalkylperioden omfattar med andra ord perioden 2010-2049. Kalkylperioden ska inte förväxlas med den ekonomiska livslängden.

7.2.6 Ekonomisk livslängd

Den ekonomiska livslängden för olika delar av Spårtaxisystemet följer Vägverkets effektkatalog för kollektivtrafikinvesteringar[22]. Således räknas ekonomisk livslängd på 60 år för bana, 50 år för stationer och 30 år för depåer. För spårtaxifordon antas en livslängd på 20 år.

7.2.7 Skattefaktorer

Anläggningskostnader, underhållskostnader och driftkostnader för kollektivtrafiken räknas upp med skattefaktor I – vilken avser indirekta skatter – och som är 23 %. Anläggningskostnader, banunderhåll och driftsnettot för kollektivtrafiken räknas dessutom upp med skattefaktor II - vilken avser tillägg för kapitalknapphet[23] – och som är 30 %.

7.2.8 Uppräkningsfaktorer

Trafikprognoserna för kollektivtrafiken avser 3 tim högtrafik resp 10 tim lågtrafiktid. Uppräkning till dygn sker genom att lägga ihop två högtrafikperioder och addera lågtrafikperioden. Därigenom erhålls ett trafikdygn omfattande 16 timmar.

Trafikprognoserna för biltrafiken avser 1 tim morgon och resp eftermiddagstrafik samt 10 tim mellantrafik.

---

[22] VV Publ 1992:006, s.8

[23] Egentligen den extra resursuppoffring, som förorsakas av att resurser överförs (undanträngs) från privat till offentlig sektor, vilken senare antas ha en lägre lönsamhet, samt den extra administrationskostnad som är förknippad med offentliga investeringar.

Uppräkning till dygn sker genom att lägga ihop två morgon resp eftermiddagsperioder och addera mellantrafikperioden. Därigenom erhålls ett trafikdygn omfattande 14 timmar.

Uppräkning från dygn till år sker med faktorn 300 för efterfrågan och 320 för utbud. Det innebär ett antagande om att utbudet inte dras ned lika mycket som efterfrågan minskar under helger och under sommarperioden. För biltrafiken är motsvarande uppräkningsfaktor 365.

7.2.9 Trafiktillväxt

Trafiktillväxten på både bil- och kollektivtrafiksidan antas vara 1,2 % per år t.o.m. 2020 och därefter 0.5 % per år till kalkylperiodens slut 2059. Siffrorna är hämtade från den statliga inriktningsplaneringen.

7.3 Kostnader för ett spårtaxinät – en internationell jämförelse

Hur mycket kostar det att anlägga ett spårtaxisystem? Frågan är svår att besvara, eftersom det ännu inte finns ett direkt jämförbart system i verkligheten. De datorstyrda automatbanesystem, vilka är närbesläktade, består i regel av större vagnar med fler passagerare per vagn. En annan svårighet består däri att en *prototyp*bana alltid blir betydligt dyrare att anlägga, jämfört med ett system som *serieproduceras.* Man talar ofta om en faktor 5-6 gånger högre kostnad för en prototyp anläggning, där en dominerande del av kostnaderna utgörs av rena utvecklingskostnader.

I en samhällsekonomisk kalkyl är det de egentliga resurskostnaderna som ska räknas, och då borde även utvecklingskostnaderna för ett nytt system ingå. Men – å andra sidan – vad är det spårtaxisystemet ska jämföras med? Traditionell buss-, tunnelbana-, pendeltågstrafikering, spårvägstrafik och/eller stadsmotorvägar – alla med serietillverkade komponenter eller åtminstone med en väl utvecklad och beprövad teknik? I detta fall borde jämförelsen göras mera rättvisande genom att man kalkylerar även spårtaxisystemets anläggningskostnader för ett läge där vi förutsätter en viss (om än begränsad) serielängd. Utvecklingskostnaden kan vara extern, d.v.s. ligga hos tillverkaren, och ligger då inbakad i priset enligt utvecklarens kalkyl.

7.3.1 Tidigare svenska spårtaxistudier

Vi har i detta FoU-projekt försökt att ta hänsyn till båda dessa aspekter. Följande källor finns beträffande tidigare svenska spårtaxikalkyler:

- Spårtaxi i Göteborg–utredningsetapp 2.[24]
- Spårtaxi i Göteborg–utredningsetapp 3[25]
- Studie av Spårtaxi i Gävle–delrapport Analys av utbyggnadsetapper.[26]
- Studie av Spårtaxi i Gävle–delrapport Samhällsekonomisk bedömning[27]
- Pilotbana med spårtaxi–Förstudie om möjligheter och förutsättningar[28]

Kostnadsuppgifterna bygger dels på olika tekniska spårtaxikoncept, dels på olika antaganden, varför de inte alltid är direkt jämförbara. Investeringskostnaderna bygger samtliga på uppgifter baserade på det svenska SkyCab konceptet och varierar mellan 24 och 71 Mkr per systemkilometer, beroende på bannätets storlek och antaganden om samåkning[29].

Inregia har i en delrapport åt SLL-RTK[30] angett en systemkilometerkostnad på **80 Mkr per km**, som en genomsnittlig kostnad för ett spårtaxisystem av typen PRT2000 (Raytheons spårtaxisystem), med motiveringen att detta system är det längst utvecklade systemet hittills och det som ligger närmats ett genomförande.

I Regionplane- och trafikkontorets "Förstudie av möjligheterna att genomföra ett pilotprojekt med spårtaxi i Stockholmsområdet"[31], har ett tiotal olika spårtaxisystem inventerats vad avser deras tekniska och ekonomiska status. En rangordning av de olika spårtaxisystemens systemkostnad per bankilometer visas nedan:

---

24 Trafiknämnden i Göteborgs Stad, Rapport 8:1993

25 Trafiknämnden i Göteborgs Stad, Trafikkontoret Rapport nr 12:1994

26 Gävle kommun Stadsarkitektkontoret; Tekn. Dr.Ingmar Andréasson, LgistikCentrum, med anslag från KFB; KFB rapport 1995:2

27 Gävle kommun Tekniska kontoret; Fil.Dr. Kjell Jansson, Dec 1995, med anslag från KFB, KFB Rapport 1996:4

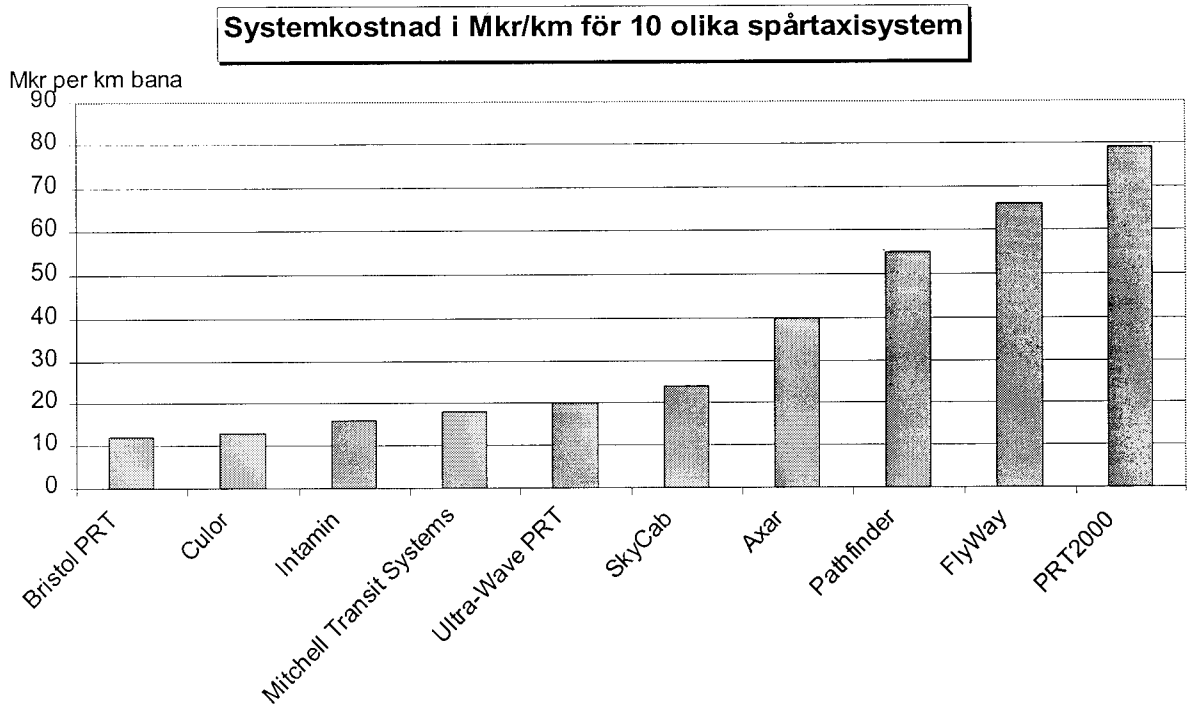
28 SLL Regionplane- & trafikkontoret; PM nr 7, april 1997 jämte Underlagsmaterial

29 Källor: "Spårtaxi i Gävle – Delrapport Analys av utbyggnadsetapper", Ingmar Andréasson, LogistikCentrum; Gävle kommun, Stadsarkitektkontoret. KFB-rapport 1995:2; samt: "Spårtaxi i Göteborg – Utredningsetapp 2 resp. 3",. Göteborgs Stad. Trafiknämnden. Rapport 1993:8

30 Spårtaxins ekonomi – ett räkneexempel; delrapport till Förstudie av möjligheterna att genomföra ett pilotprojekt med spårtaxi i Stockholmsområdet; 1997-02-13

31 Källa: System- och teknikinventering – Delrapport – Aktivitet C1. Ver. 5.0 1997-02-38. LogistikCentrum AB, vilken delvis bygger på: "Research and Development in Advanced Transit Systems – Surveys of Academic and Industry Efforts; Summer of 1996"; Edited by Ingmar J. Andréasson, Chalmers and Lawrence J. Fabian, Trans21.

Figur 35: *Systemkostnader för 10 olika spårtaxisystem*



Anm. Observera att alla dessa kostnadsuppgifter inte är helt jämförbara, beroende på att olika många kostnadskomponenter kan ingå i respektive system.

Endast PRT2000 har utvecklats så långt att en färdig testbana med styrsystem föreligger. Intamin och UltraWave föreligger i kommersiell drift, men saknar växlar i fordonen, vilket ger en betydligt längre tidlucka mellan fordonen än vad vi har förutsatt i denna studie. Mitchell Transit system har en primitiv testbana. Pathfinder har en vagnprototyp utvecklad. Alla övriga system befinner sig på konceptstadiet.

Systemkostnaderna varierar mellan 12 och ca 80 Mkr per bankilometer. PRT2000 uppvisar den högsta systemkostnaden per bankilometer med ca 80 Mkr. FlyWay ligger näst högst med 66 Mkr per bankilometer.

Professor J. Edward Anderson, upphovsmannen till PRT 2000 systemet har i brev till Transek den 19 december 1998 redovisat en kostnadskalkyl för ett spårtaxinät i Seattle på 128 km bana med sitt eget koncept – Taxi 2000. Kapitalkostnaden för Taxi 2000 uppgår till 5,75 miljoner US$ per mile eller 27 Mkr per bankilometer, d.v.s. en mycket låg och konkurrenskraftig systemkostnad.

I denna studie har vi valt att räkna på två svenska och ett amerikanskt spårtaxisystem – vilka tillsammans representerar ett genomsnittligt och de två dyraste systemen vad avser systemkostnad per bankilometer.

7.3.1 Kostnadsuppgifter från SkyCab AB

Från SkyCab AB – som marknadsför SkyCab – har följande kostnadsuppgifter erhållits:
Investeringskostnader exkl. moms:

- Bana med fundament, pelare, grundläggningsarbeten och inklusive värmeslingor: 21,00 Mkr/bankm
- Vagnar 0,25 Mkr/vagn
- Hållplatser 2,30 Mkr/hållplats
- El- och IT-system 120 Mkr
- Driftledningscentral och vagnhall för daglig service av vagnar inkl. utrustning 39 Mkr
- Projektering och konstruktion av anläggningen 18 Mkr

Förutsättningarna för dessa kostnadsdata är bl.a. följande:

- Kostnadsdata baseras på uppgifter från industriföretag inom vagnstillverkningen elektronik- och byggbranschen
- Kostnaderna är att betrakta som budgetpriser och omfattar systemdelarna anläggning (av banor, hållplatser och vagnhall), IT-system, elsystem och vagnar. Vad gäller den största kostnaden (anläggningar) har NCC AB medverkat med uppgifter.
- I kostnaderna ingår inte några utvecklingskostnader, ej heller eventuella kostnader för gatuombyggnad, marklösen och markintrång.
- Anläggningen antas bestå av ett system med enkelbanor ovan mark, d.v.s. att banorna inte går på eller under mark eller i så kallade tråg.
- Inom begreppet IT ingår kostnader för styrning, övervakning, information och betalning.
- Beräkningarna innefattar inte generella forsknings- och utvecklingskostnader för systemet utan förutsätts finansieras exklusivt. IT-systemet förutsätts sålunda vara färdigutvecklat inom ramen för den tekniska utvecklingens tidplan.

Tabell 14: *SkyCab:s kostnadsdata*

Nätalternativ/Kostnad, Mkr	Bana Mkr	Stationer Mkr	Vagnar Mkr	Depå, El, TLC, projektering & konstr., Mkr	Summa Investeringskostnad Mkr
Kista	189	21	8	177	**394**
Kista-Helenelund	231	23	10	177	**441**
Akalla-Kista	378	44	21	177	**619**
Akalla-Kista+Helenelund	420	46	30	177	**673**
Akalla-Kista+Helenelund+ Sollentuna C	588	60	69	177	**894**

Totalkostnaderna för SkyCab-systemet uppgår till 0,4 miljarder kronor för det minsta nätet och till 0,9 miljarder för det största nätet. Systemkostnaden per bankilometer varierar mellan 32 och 44 Mkr för detta system.

7.3.2 Kostnadsuppgifter från SwedeTrack (FlyWay)

Från SwedeTrack – som marknadsför spårtaxisystemet FlyWay – har följande överslagsmässiga kalkylkostnader erhållits:

Tabell 15: *FlyWay:s kostnadsdata*

Nätalternativ/Kostnad, Mkr	Bana Mkr	Stationer Mkr	Vagnar Mkr	Depå, El, TLC, projektering & konstr., Mkr	Summa Investeringskostnad Mkr
Kista	233	101	19	465	**818**
Kista-Helenelund	284	112	24	459	**879**
Akalla-Kista	465	214	51	428	**1.157**
Akalla-Kista+Helenelund	517	225	75	421	**1.237**
Akalla-Kista+Helenelund+ Sollentuna C	723	292	171	407	**1.593**

SwedeTrack räknar med att ett fordon kostar ca 400.000 kr, en station ca 7,25 Mkr och själva bankostnaden uppgår till ca 17 Mkr per km. Tillkommer kostnader för vagnhall, projektering, elförsörjning, hjälpsystem, igångkörning och oförutsett. FlyWay uppger att startkostnaden uppgår till 500 Mkr. I tabellen ovan ingår denna post delvis i de övriga posterna.

Totalkostnaderna för FlyWay-systemet uppgår till 0,8 miljarder kronor för det minsta nätet och till 1,6 miljarder för det största nätet. Systemkostnaden per bankilometer varierar mellan 57 och 91 Mkr för detta system.

7.3.3 Kostnadsuppgifter från Raytheon (PRT2000)

Raytheons spårtaxikoncept PRT2000 är det system som ligger närmast genomförande och som f.n. genomgår ett mycket stort antal tester på deras provbana i Marlborough utanför Boston. Raytheon kan inte leverera exakta kostnadskalkyler utan tillgång till mycket detaljerade uppgifter pilotbanan i Stockholm, om topografin m.m. Vi har dock erhållit schablonmässiga kostnadsuppskattningar från Raytheon som delvis baserar sig på SeaTac-studien. Dessa redovisas nedan:

Tabell 16: *Raytheons PRT 2000 kostnadsdata*

Nätalternativ/Kostnad, Mkr	Bana Mkr	Stationer Mkr	Vagnar Mkr	Depå[32] El, TLC, projektering & konstr., Mkr	Summa Investerings-kostnad Mkr
Kista	756	80	65	281	**1.182**
Kista-Helenelund	924	89	79	329	**1.421**
Akalla-Kista	1.512	169	171	519	**2.371**
Akalla-Kista+Helenelund	1.680	178	252	584	**2.694**
Akalla-Kista+Helenelund+ Sollentuna C	2.352	231	573	845	**4.002**

Basnätet med spårtaxi i Akalla- Kista området kostar totalt ca 2,4 miljarder kronor eller 132 Mkr per systemkilometer. Om spårtaxinätet förlängs till Helenelund ökar kostnaden till ca 2,7 miljarder kronor, framförallt beroende på att vagnparken då ökar med närmare 50 %. Kostnaden för hela bruttonätet med förlängningen till Sollentuna C kostar 4,0 miljarder kronor, eller 143 Mkr per systemkilometer[33].

Totalkostnaderna för PRT2000-systemet uppgår till 1,2 miljarder kronor för det minsta nätet och till 4,0 miljarder för det största nätet.

Jämfört med FlyWay räknar Raytheon med en enhetskostnad per spårtaxifordon 2,1 Mkr (FlyWay: 0,4 Mkr). Enhetskostnaden per station är i stort sett likartad för FlyWay och PRT2000, 7,25 respektive 8,9 Mkr per station. Bankostnaden per spårkilometer skiljer sig också mellan de båda koncepten – för FlyWay anges en kilometerkostnad på ca 26 Mkr[34], medan motsvarande kostnad för PRT2000 anges till 84 Mkr per km.

[32] Här har antagits att depåkostnaden 45 Mkr är fix oberoende av vagnparkens storlek (här beräknad för 200 fordon). Den kan dock tänkas variera med vagnparkens storlek.

[33] Inkl. "utvecklingskostnader" och i prisnivå 1998.

[34] Inklusive divers pålägg.

Tänkbara orsaker till att Raytheons kostnader ligger högre än för övriga system torde vara att PRT2000-koncpetet är betydligt närmare ett praktiskt genomförande, och också på att dessa systemkostnader delvis även innehåller utvecklingskostnader. I SeaTac studien (som här har använts, se nedan) anges dessa utvecklingskostnader till ca 25 % av hela investeringskostnaden (vari ingår "engineering, construction, management, administration, start-up, testing etc"). I en särskild nytto-kostnadskalkyl har vi därför dragit bort dessa "utvecklingskostnader", dels i syfte att göra PRT2000-systemet mer jämförbart med övriga system, dels p.g.a. att det inte är självklart att samtliga dessa kostnader bör ingå i kalkylen.

7.3.4 Kostnadskalkyler från SeaTac-studien

En ambitiös spårtaxiutvärdering[35] har nyligen genomförts för City of SeaTac, en förort till Seattle, där man har jämfört ett utgångsläge (befintligt system) med "Consolidated Shuttle" – ett system med minibussar (vans) samt med spårtaxi (PRT) i två alternativ (A och C). Det mindre spårtaxi alternativet C visade sig vara mest kostnadseffektivt. Ett spårtaxinät på 19,5 km, med 21 stationer och med 210 vagnar liknar i storleken detta projekts spårtaxinät för Akalla – Kista, som har föralternativet med anslutningen till Helenelund består av 20 km bana, 20 stationer och 286 vagnar.

Spårtaxisystemet i SeaTac kostar 2,3 Mdr kr, vilket motsvarar en investeringskostnad på 118 Mkr per bankm, d.v.s. ett betydligt högre belopp än de tidigare svenska SkyCab-baserade kalkylerna utvisar.

De resultat som erhålls i SeaTac-studien är bl.a. följande:

- Spårtaxi ger närmare dubbelt så många resenärer som skyttelbussystemet (ca 33.000 jämfört med ca 17.500 per dag)
- Spårtaxi ger halva restiden jämfört med bussalternativet (8 jämfört med 17 minuter)
- Den årliga totala driftskostnaden blir 20 % högre än dagens system
- Driftkostnaden per passagerare blir 8 kr eller 60 % av dagens driftkostnad, men drygt 40 % högre än för skyttelbuss alternativet.

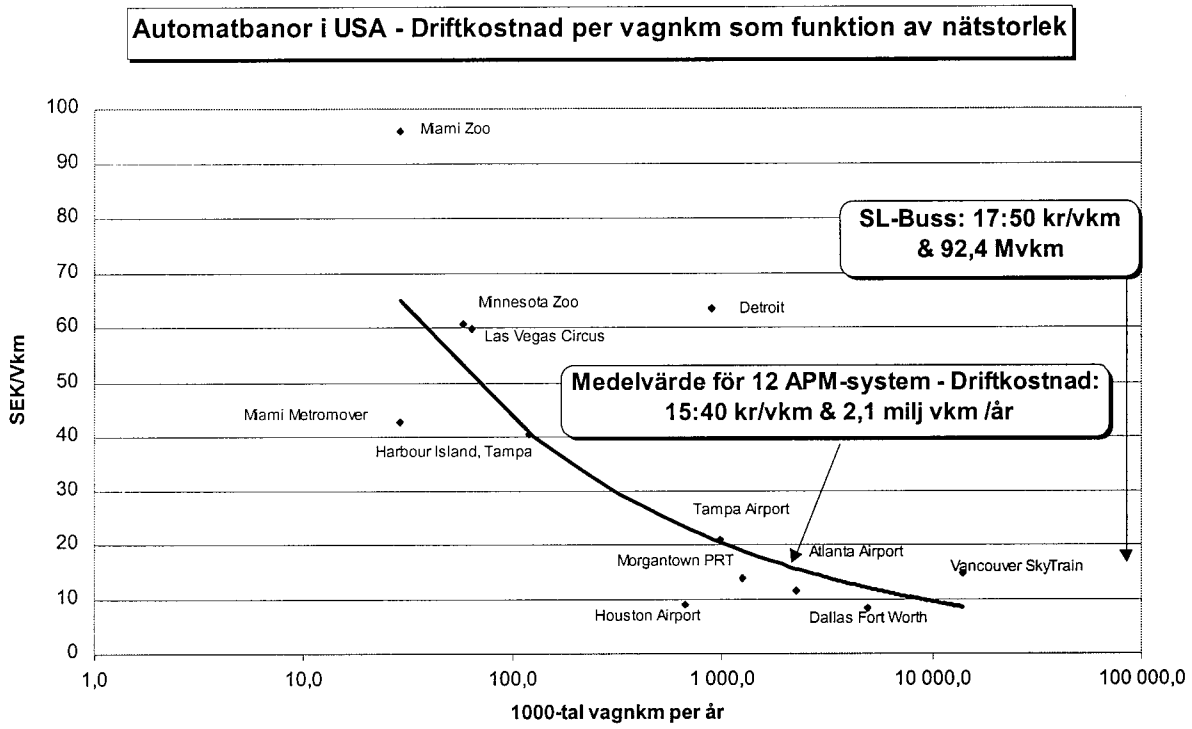
[35] Personal Rapid Transit (PRT) Feasibility Project–Executive Summary and technical Appendices, City of SeaTac, August 1997

7.3.5 Internationella kostnadsjämförelser - driftskostnader

Genom ett tillmötesgående från Lawrence Fabian, Trans21, har vi fått tillgång till hans omfattande databas över ett stort antal automatbane-, tunnelbane- och spårvägsssystem, huvudsakligen bestående av nordamerikanska trafiksystem[36]. Dessa resultat baseras på egna bearbetningar av hans material för detta FoU-projekt:

I figuren nedan illustreras hur kostnaden *per vagnkilometer* för *automatbanor i USA* varierar med nätstorleken:

Figur 36: Automatbanor i USA - driftkostnader



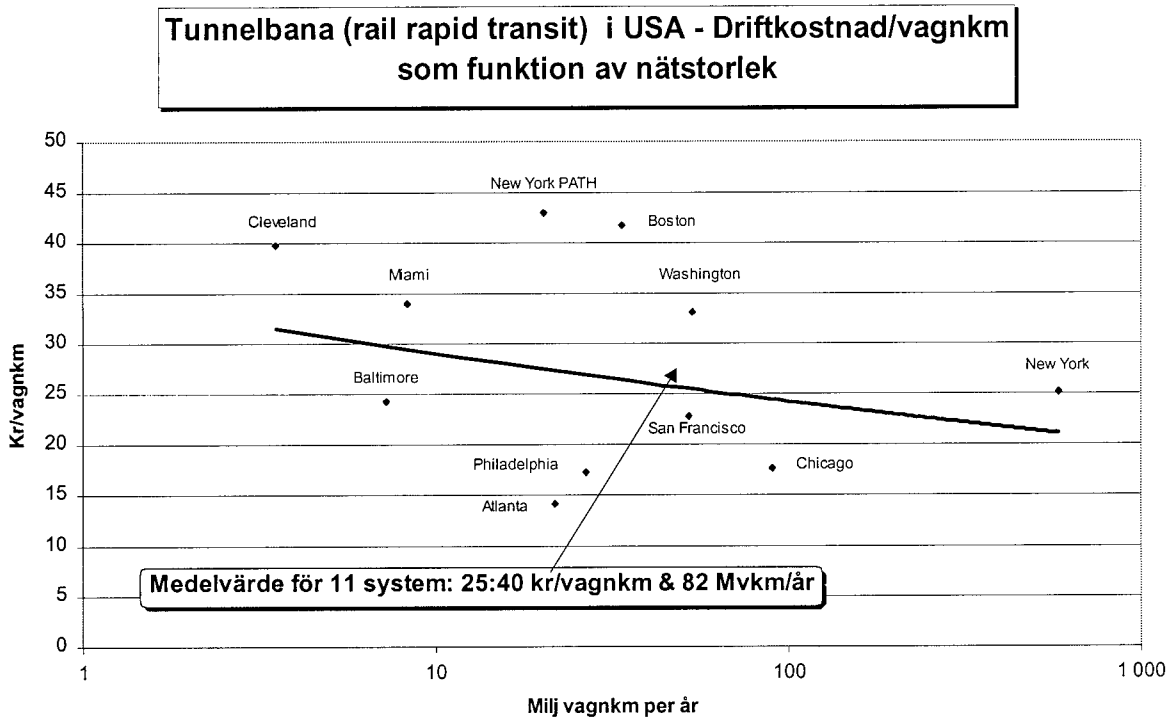
Den genomsnittliga nätstorleken uppgår till 2,1 miljoner vagnkm per år. Vancouver SkyTrain drar dock upp medelvärdet kraftigt med sina 13,9 Mvkm per år. De övriga systemen är i medeltal på ca 1 Mvkm.

SL: s kostnad per vagnkilometer uppgår till 17:50 kr/vkm. Motsvarande medelvärde för 12 automatbanor i USA uppgår till 15.40 kr/vagnkm, d.v.s. till ett *lägre* belopp. Variationen mellan olika system är dock mycket stor. Styckkostnaden faller som synes brant med nätstorleken från ca 65 kr/vagnkm till under 10 kr/vkm för de allra största systemen.

[36] Databasen heter "World People Mover Survey", och har framtagits av Lawrence Fabian vid Trans21 (Boston) and Eric Britton vid EcoPlan (Paris).

Som en jämförelse visas motsvarande vagnkm-kostnad för Nordamerikanska tunnelbanesystem:

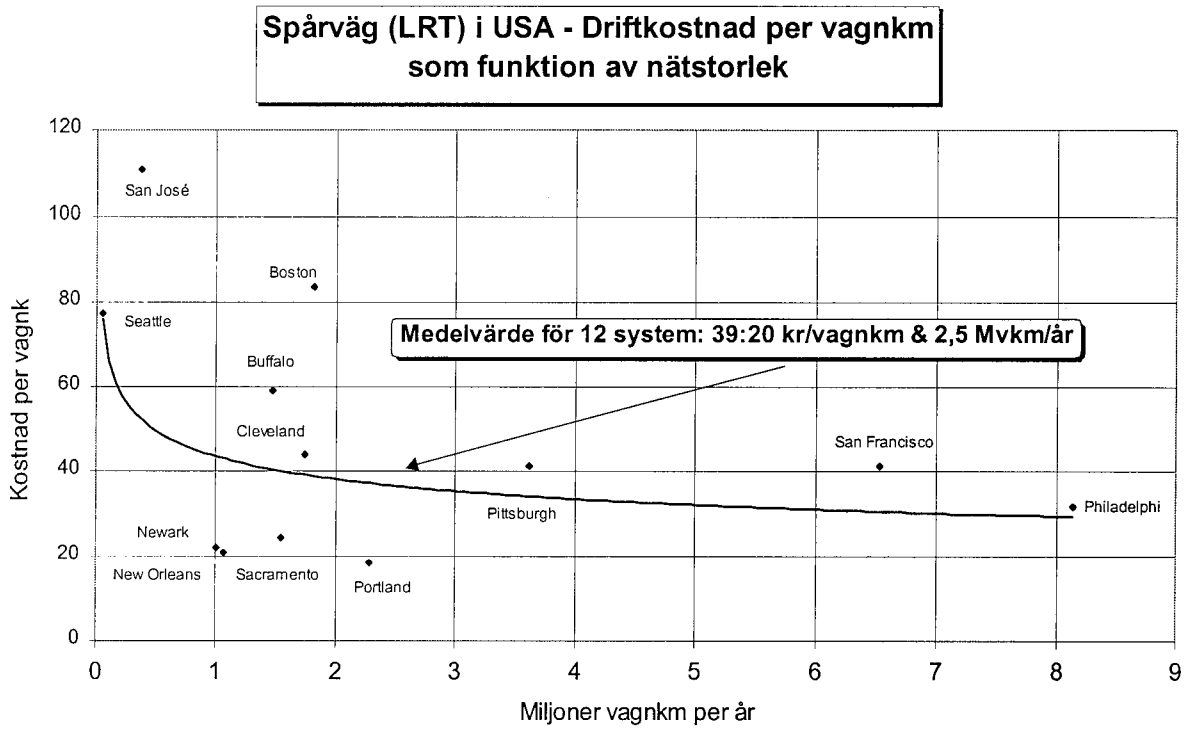
Figur 37: *Tunnelbanor i USA - driftkostnader*



Nätstorleken varierar från Clevelands 3,5 Mvkm per år till New Yorks tunnelbana med 581 Mvkm per år. Den genomsnittliga nätstorleken uppgår till 81 Mvkm för de 11 amerikanska tunnelbanesystemen. Medelkostnaden per vagnkm för 11 nordamerikanska tunnelbanesystem uppgår till 25:40 kr per vagnkm.

I nästföljande figur illustreras vagnkilometerkostnaden för nordamerikanska snabbspårvägssystem (LRT):

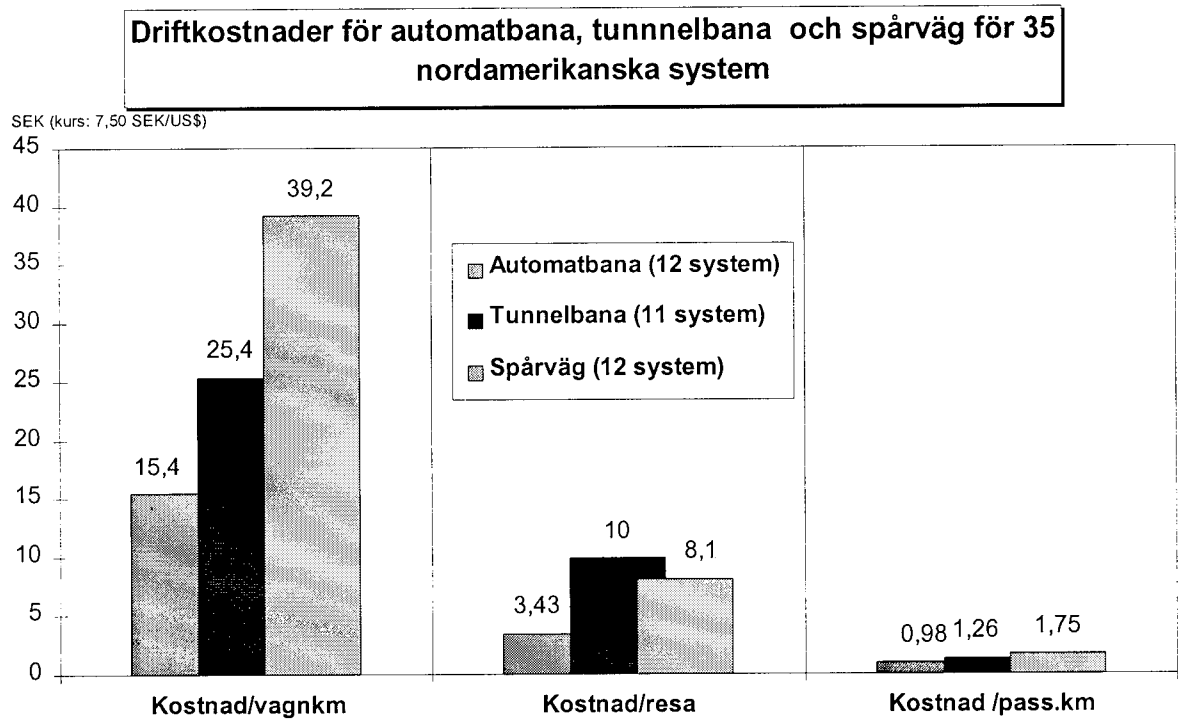
Figur 38: *Spårväg i USA - driftkostnader*



Dessa system är betydligt mindre i skalan är tunnelbane- och automatbanenäten; för spårvägsnäten i USA handlar det om en variation mellan 1och 8 miljoner vagnkm per år. Detta kan bl.a. bidra till att förklara att styckkostnaden för snabbspårvägssystemen ligger högre än för tunnelbane- och automatbanesystemen. Styckkostnaden (per vagnkm) uppgår för de 12 nordamerikanska LRT-systemen uppgår till 39:20 kr/vkm. Även bland dessa system framträder den fallande styckkostnaden när nätets omfattning ökar.

De tre olika systemens driftskostnader sammanfattas i nedanstående figur:

Figur 39: *Jämförelse av driftkostnader för tre olika spårsystem i USA*

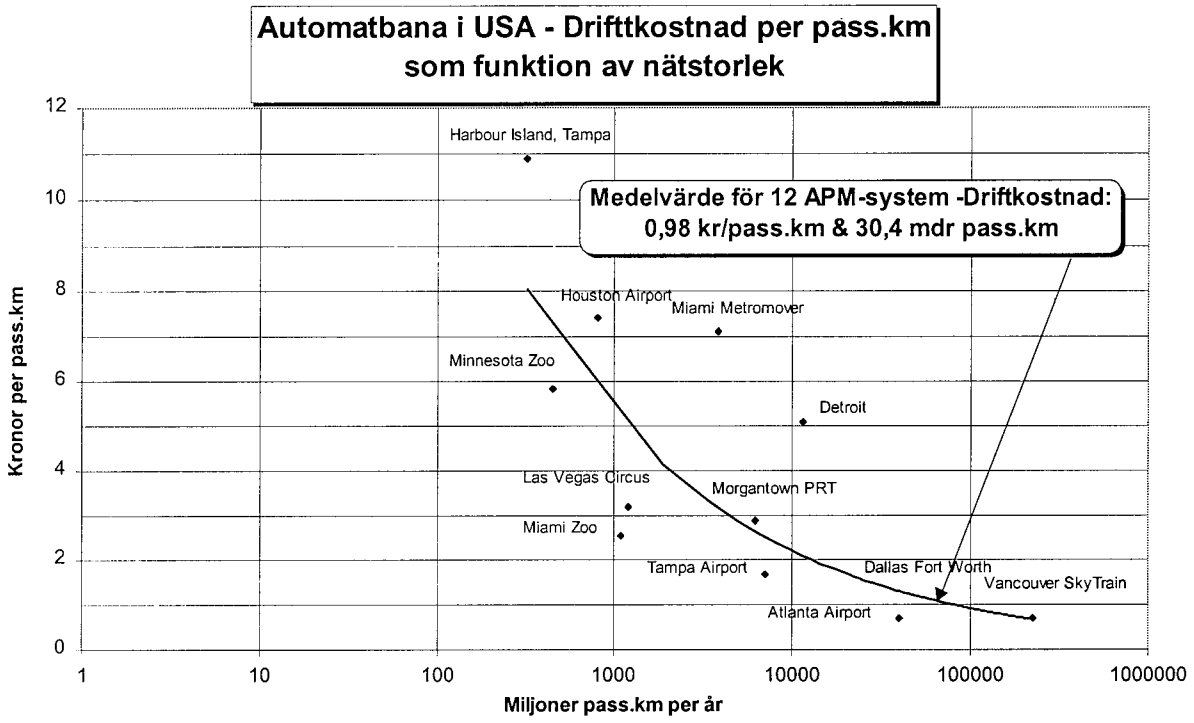


De betydligt mindre spårvägssystemen uppvisar de högsta styckkostnaderna såväl per vagnkilometer som per passagerarkilometer. Automatbanesystemen uppvisar de lägsta kostnaderna både vad avser per vagnkilometer, per resa och per passagerarkilometer. Eftersom både vagnstorlek och reslängd varierar med typ av system och således är helt olikartad är jämförelsen per passagerarkilometer den mest rättvisande. Automatbanan blir här ca 22 % billigare per passagerarkilometer jämfört med tunnelbana och hela 44 % billigare än snabbspårvägssystemen.

Automatbanorna i USA kostar i genomsnitt ca 1 kr per passagerarkilometer i driftskostnad.

Även per passagerarkilometer är dock variationen mellan olika system oerhört stor, vilket framgår av figuren nedan:

Figur 40: *Driftkostnad per passagerarkilometer för automatbanor i USA*

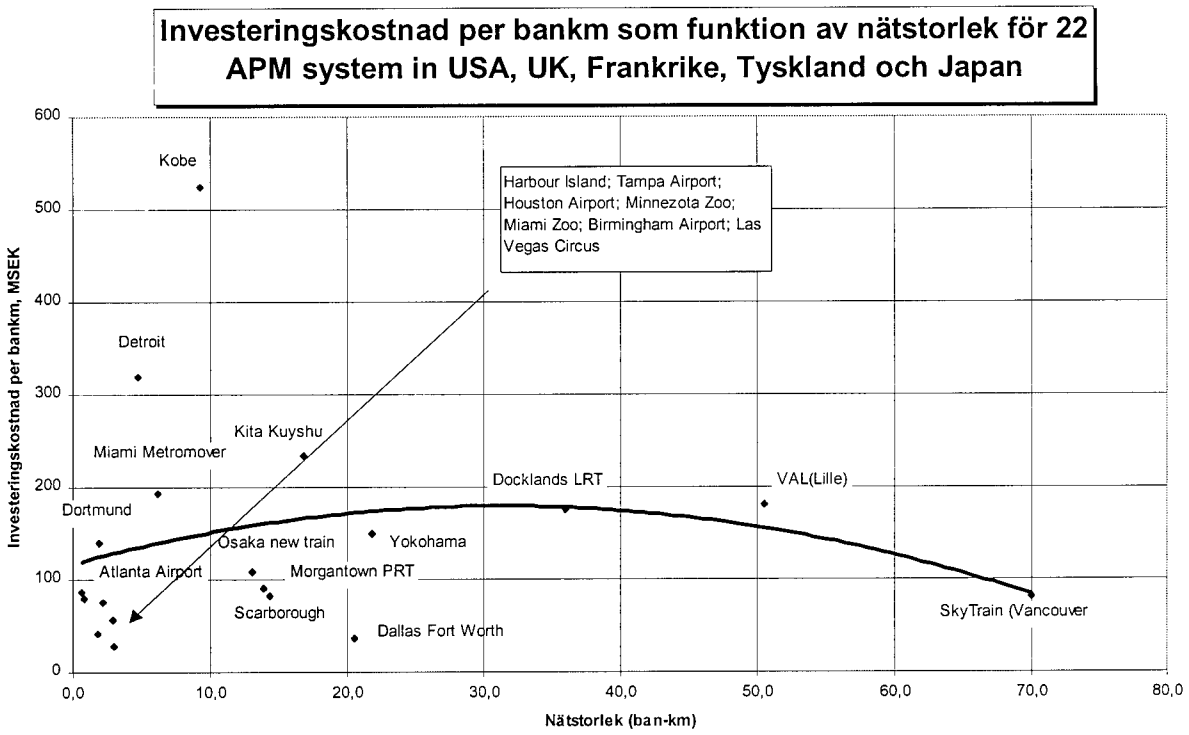


Även när nätstorleken beräknas i termer av passagerarkilometer är variationen i storlek formidabel; från ca 300 miljoner passagerarkilometer för Harbour Island i Tampa till ca 224 miljarder passagerarkilometer för Vancouver SkyTrain. Styckkostnaden per passagerarkilometer varierar från 11 kr till 0:70 kr/ passagerarkilometer.

7.3.6 Internationella kostnadsjämförelser – kapitalkostnader

Med reservation för svårigheterna att genomföra internationella jämförelser, presenteras ändå ett försök att relatera investeringskostnader per bankilometer för 22 olika automatbanesystem, varav 4 japanska, 2 brittiska, 2 kanadensiska1 tyskt, 1 österrikiskt, 1 franskt samt 11 amerikanska system.

Figur 41: *Investeringskostnader för 22 olika automatbanesystem*



Även beträffande kapitalkostnaderna för 22 olika automatbanesystem är variationen betydande. Lägsta kapitalkostnad uppvisar automatbanan på Birmingham flygplats som är ett litet system på 1,3 km och med en investeringskostnad på 26 MSEK per km. Dyraste systemet av dessa studerade är det i Kobe i Japan på 9,3 km med en investeringskostnad på 524 Mkr per km.

Ett medelvärde över de 22 systemen hamnar på **141 Mkr per bankm**. Av de totalt studerade 22 systemen uppvisar 15 stycken (68%) en kapitalkostnad som är 150 Mkr eller lägre per bankilometer. Samtliga dessa system är dock betydligt "tyngre" än vad ett spårtaxisystem är. Bankostnaden är i hög grad en funktion av banans och fordonens tyngd – ju lättare fordon desto billigare bana. En spårtaxibana borde därför kunna göra till en lägre kostnad än 150 MSEK per kilometer.

7.4 Kostnader för ett spårtaxinät i Akalla - Kista

7.4.1 Investeringskostnader för bana, stationer, fordon och depå

På basis av ovan redovisade kostnadsuppskattningar och svenska samt internationella kostnadsjämförelser, redovisar vi här tre kostnadsramar för investeringskostnaderna – två lägre, som baseras på de svenska SkyCab och FlyWay-systemen, vilka marknadsförs av SkyCab respektive SwedeTrack – samt en högre, vilken bygger på Raytheons PRT2000-system och som nyligen har utvärderats grundligt i SeaTac-studien från Seattle.

Vi erhåller då följande intervall för investeringskostnaderna för de tre olika spårtaxisystemen för de tre största näten:

Tabell 17: Investirngskostnader för tre nät och tre systemleverantörer

Investeringskostnader, Miljoner kronor, prisnivå 1999, exkl. skatt	Spårtaxinät: Akalla-Kista SkyCab–FlyWay–PRT2000	Spårtaxinät: Akalla-Kista+Helenelund SkyCab–FlyWay–PRT2000	Spårtaxinät: Akalla-Kista+ Helenelund+Sollentuna C SkyCab–FlyWay–PRT2000
Bana	378 - 465 - 1.512	420 - 517 - 1.680	588 - 723 - 2.352
Stationer	44 - 214 - 169	46 - 225 - 178	60 - 292 - 231
Vagnar	21 - 51 - 171	30 - 75 - 252	69 - 171 - 573
Depå och gemensamt	177 - 428 - 519	177 - 421 - 584	177 - 407 - 702
Totalt	**620 - 1.157 - 2.371**	**673 – 1.237 - 2.378**	**894 – 1.593 – 4.002**
Systemkostnad per km	*34 – 64 –132*	*34 – 62 - 119*	*32 – 57 –143*

Systemkostnaden per bankilometer varierar således med faktorn 4 mellan det billigaste och det dyraste systemet.

7.4.2 Driftskostnader

Driftskostnaderna för spårtaxi baseras på två alternativa nivåer – en lägre och en högre nivå. Den lägre driftskostnaden motsvarar den genomsnittliga driftskostnaden per passagerarkilometer för SL:s samtliga färdsätt – som uppgår till 1:27 kr/passagerarkilometer år 1997. Den kan jämföras med den genomsnittliga driftskostnaden för 12 automatbanesystem (oftast tyngre fordon än spårtaxi) i USA – 0:98 kr/passagerarkilometer. Den lägre driftskostnaden har tillämpats för de två billigare systemen, SkyCab och FlyWay.

Den högre driftskostnaden – 1:78 kr/passagerarkilometer – har tillämpats för PRT 2000 systemet och bygger på uppskattningar från SeaTac-studien.

7.5 Värdering av den samhällsekonomiska nyttan

7.5.1 Samhällsekonomisk värdering av komfort och trygghet

Potentialen att uppnå en högre fordons- och stationskomfort med spårtaxi än för traditionell kollektivtrafik bedöms vara stor. Förbättrad komfort ökar statusen på kollektivtrafiken. Följande egenskaper med spårtaxi har en högre standard än genomsnittligt för kollektivtrafiken i Stockholm (inom parentes visas antagen betalningsvilja enligt SP-analyser):

Fordonskomfort:
- Info-display, tid till destination (10% av biljettpriset)
- Monitorer med nyhetsinformation (5% av biljettpriset)
- Läsbelysning (4% av biljettpriset)
- Luftkonditionering (4% av biljettpriset)
- Uttag för hörlur (3% av biljettpriset)
- Direktkontakt med trafikledningscentral (2% av biljettpriset)

Tilläggskostnaderna beräknas till 250 tkr per fordon för SkyCab och FlyWay resp. till 25 tkr för PRT2000.

Stationskomfort:
- Högklassig cykelparkering (17% av biljettpriset)
- Hiss
- ar till nivåplattform (15% av biljettpriset)
- Uppvärmda väntrum (6% av biljettpriset)
- Info-display, tid till nästa tur (6% av biljettpriset).

Totalt sett är komfortfaktorerna värda uppåt 50% av biljettpriset sedan viss reduktion gjorts för att SP-studier ger en viss övervärdering. Reslängden för en genomsnittlig spårtaxiresa har beräknats till 5 km. Med biljettpris på 10 kr per resa blir värdet av komfortförbättringen omkring 5 kr per resa eller 1 kr per passagerarkilometer.

7.5.2 Värderingsuppräkning över kalkylperioden

Huvudkalkylen är baserad på att framtida generationer kommer att värdera restids, trängsel, komfort, trafiksäkerhet och miljö *högre* än dagens generation. Under förutsättning att den ekonomiska tillväxten fortskrider (om än i måttlig takt), är detta den mest sannolika hypotesen.

Ser man tillbaka 10-20 år i tiden har t.ex. ökningen av trafiksäkerhetsvärderingen varit ca 3 % per år och miljövärderingen ca 5 % per år.

Vi har därför räknat med en försiktig uppräkning av följande värderingar:

- Restid: 1,0 %/år till år 2010; därefter: 0,5 %
- Trafiksäkerhet: 1,5 %/år till år 2010; därefter: 0,8 %
- Hälsa och miljö: 2,0 %/år till år 2010; därefter: 1,0 %

För att samhället ska kunna förverkliga de alltmer ambitiösa målen om nollvisionen beträffande antalet trafikdödade och svårt skadade, och om en långsiktigt uthållig miljö, kommer denna typ av värderingar att behöva ökas i ännu högre grad än vad som ovan har förutsatts.

7.6 Samhällsekonomiska kalkyler

7.6.1 Huvudkalkyl – spårtaxi i Akalla- Kista är samhällsekonomiskt lönsam

I denna kalkyl jämförs Spårtaxiutbyggnad Akalla – Kista – Helenelund - Sollentuna med Nollalternativet att göra ingenting. Fyra alternativa system jämförs:

- SkyCab
- FlyWay
- Raytheons PRT2000 inkl. utvecklingskostnader
- Raytheons PRT2000 exkl. utvecklingskostnader

Kostnaden för det 28 km långa bansystemet varierar mellan 588 och 2.352 Mkr (exklusive vagnar, vilka här räknas in i driftkostnaden.

Till detta kommer kostnader för depåer om 45 till 177 Mkr och projektering, samt vissa utvecklingskostnader (400 - 800 Mkr). Driftkostnaderna för spårtaxisystemet inkl. kapitalkostnader för 275[37] vagnar beräknas uppgå till 73 - 133 Mkr/år.

Följande resultat erhålls:

Tabell 18: Nytto-kostnadsanalys av spårtaxi i Akalla-Kista-Helenelund- Sollentuna C. Huvudkalkyl.

Nyttor och kostnader Annuiteter i Mkr/år	**SkyCab**	**FlyWay**	**Raytheons PRT2000**	**Dito exkl. utvecklings-kostnader**
Anläggningskostnader	37	63	152	116
Driftskostnader	73	81	133	106
Skattefaktor I	25	33	65	51
Skattefaktor II	40	53	105	82
Årlig kostnad/resursåtgång	**175**	**230**	**455**	**355**
Restid, kollektivtrafik	178	178	178	178
Trafiksäkerhet	48	48	48	48
Komfort, kollektivtrafik	42	42	42	42
Hälsa och miljö	24	24	24	24
Biljettintäkter[38]	26	26	26	26
Trängseleffekter	21	21	21	21
Årlig nytta/Intäkter	**339**	**339**	**339**	**339**
Samhällsekonomiskt resultat	**164**	**109**	**-116**	**-16**
Nytto-kostnadskvot (brutto)	**1,9**	**1,5**	**0,7**	**1,0**

SkyCab och FlyWay-systemens lägre kostnader gör att dessa system blir samhällsekonomiskt lönsamma. Raytheons betydligt dyrare PRT2000 system får en nytto-kostnadskvot på 0,7, d.v.s. i nivå med Snabbspårvägens planerade utbyggnader Alvik – Solna Station – Universitet samt Gullmarsplan- Slussen[39].

Även Raytheons PRT2000 blir samhällsekonomiskt lönsam (kvot: 1,0), om dess utvecklingskostnader exkluderas, (som i kolumnen längst till höger i tabellen ovan).

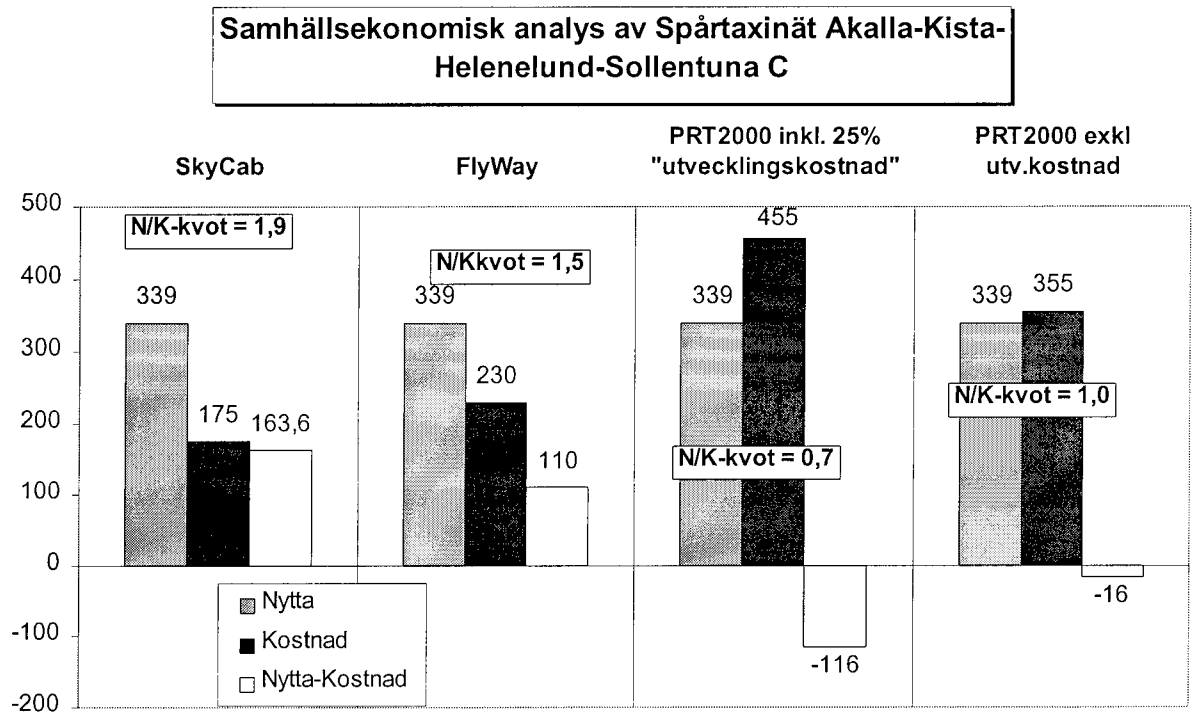
37 Egentligen åtgår 260 vagnar: Resten – 15 vagnar – är vagnreserv.

38 Biljettintäkter 19,4 Mkr. Tillkommer minskade skattefaktorer I och II på 6,4 Mkr.

39 Snabbspårvägens nytto-kostnadskvot uppgår till 0,7 för hela utbyggnaden. "Snabbspårvägen – resandet och samhällsekonomin. SLL RTK PM nr 9, sept. 1996.

Huvudkalkylens resultat sammanfattas i nedanstående figur:

Figur 42: *Samhällsekonomisk huvudkalkyl*

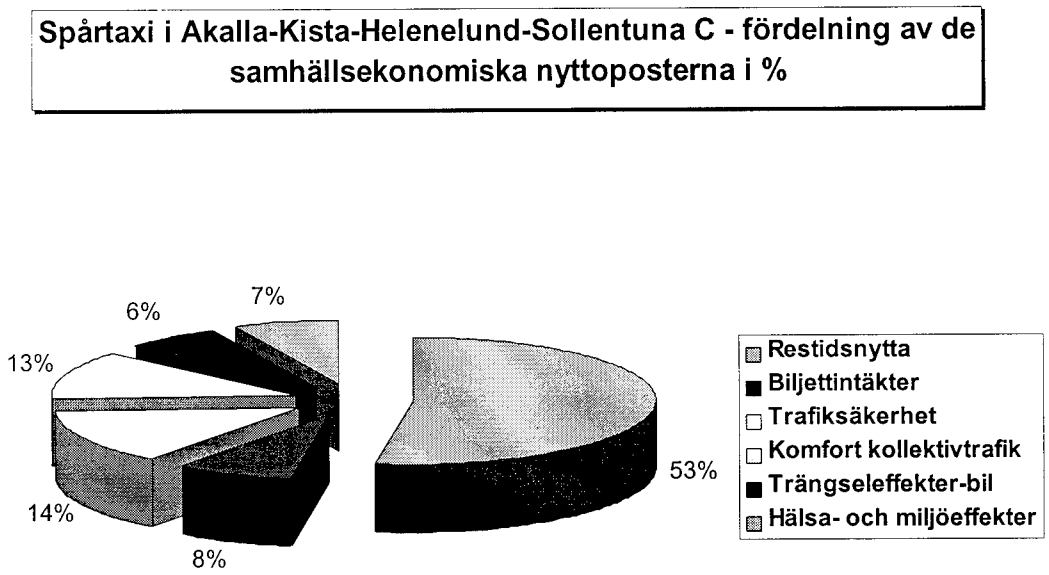


Spårtaxi medför således en rad positiva effekter, vilka beaktas i den samhällsekonomiska nyttoberäkningen:

- Restidsvinster för gamla och nya resenärer
- Komfortvinster för spårtaxiresenärerna
- Minskad trängsel i vägnätet, med restidsvinster för kvarvarande bilister
- Trafiksäkerhetsvinster genom reducerad vägtrafik och ett säkert spårtaxisystem på egen bana
- Hälso- och miljövinster.

De olika nyttoposterna fördelar sig på följande sätt:

Figur 43: *Samhällsekonomisk nytta - fördelning på nyttoposter*



Restidsvinsterna svara för drygt hälften av samtliga samhällsekonomiska vinster. Tillsammans med komfortvinsterna utgör dessa två tredjedelar av hela den samhällsekonomiska nyttan. Trafiksäkerhets- samt hälso- och miljövinsterna utgör en femtedel. Övriga vinster utgörs av minskad trängsel och av biljettintäkter.

7.6.2 Känslighetskalkyl

I syfte att göra denna spårtaxikalkyl jämförbar med snabbspårvägen har vi genomfört en samhällsekonomisk analys *utan* uppräkning av värderingarna över tiden. Då erhålls följande resultat:

Tabell 19: Nytto-kostnadsanalys av spårtaxi i Akalla-Kista-Helenelund- Sollentuna C. Känslighetskalkyl.

Nyttor och kostnader Annuiteter i Mkr/år	**SkyCab**	**FlyWay**	**Raytheons PRT2000**	**Dito exkl. utvecklings-kostnader**
Anläggningskostnader	37	63	152	116
Driftskostnader	73	81	133	106
Skattefaktor I	25	33	65	51
Skattefaktor II	40	53	105	82
Årlig kostnad/resursåtgång	**175**	**230**	**455**	**355**
Restid, kollektivtrafik	145	145	145	145
Trafiksäkerhet	358	358	358	358
Komfort, kollektivtrafik	42	42	42	42
Hälsa och miljö	16	16	16	16
Biljettintäkter[40]	26	26	26	26
Trängseleffekter	17	17	17	17
Årlig nytta/Intäkter	**281**	**281**	**281**	**281**
Samhällsekonomiskt resultat	**106**	**51**	**-174**	**-74**
Nytto-kostnadskvot (brutto)	**1,6**	**1,2**	**0,4**	**0,8**

Även i detta fall utan uppräkning av värderingarna över tiden blir SkyCab och FlyWay-systemen samhällsekonomiskt lönsamma, med nytto-kostnadskvoter på 1,6 respektive 1,2. Raytheons betydligt dyrare PRT2000 system erhåller en nytto-kostnadskvot på 0,4 respektive på 0,8 i fallet utan dess utvecklingskostnader. I detta sistnämnda fall blir lönsamheten med spårtaxinätet på Norra Järvafältet fullt jämförbar med snabbspårvägens planerade utbyggnader.

Spårtaxi i Akalla – Kista området uppvisar i detta fall en måttlig samhällsekonomisk lönsamhet, vid måttliga nivåer på investeringskostnaden.

7.7 Känslighetsanalys

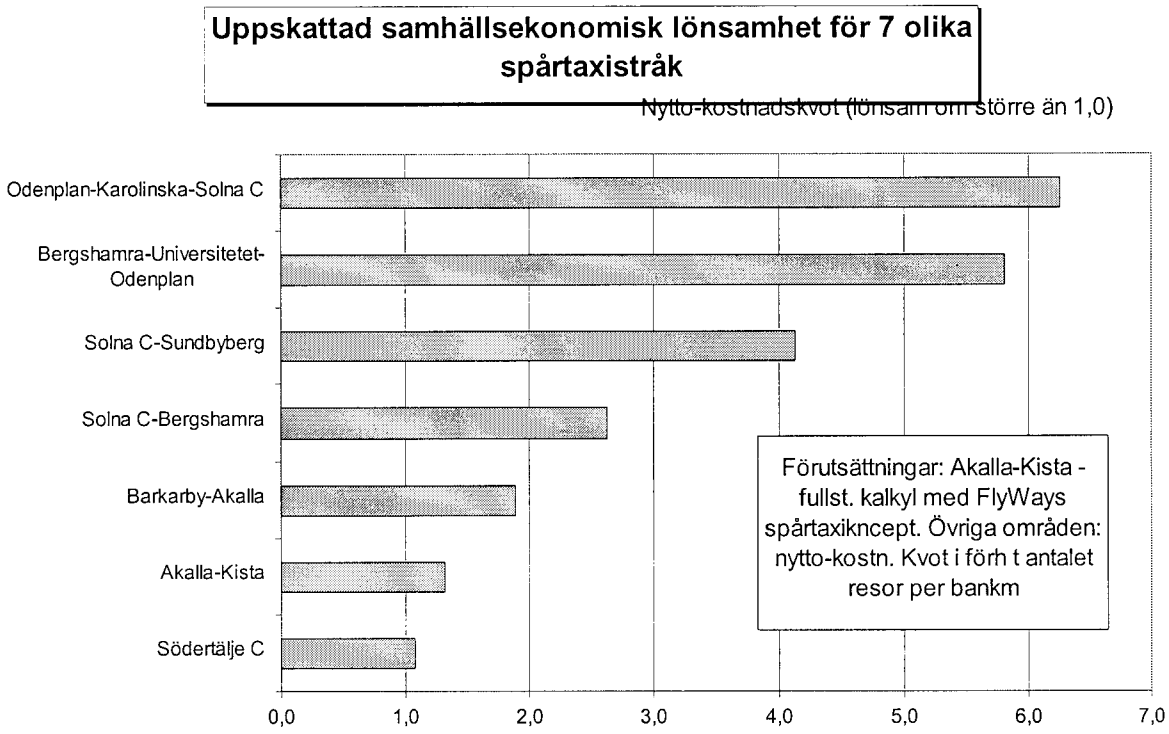
En relevant fråga är hur mycket ett spårtaxisystem får kosta. Vi har här valt att utgå det dyraste systemet av de här studerade systemen - Raytheons PRT2000. Enligt huvudkalkylen behöver de totala kostnaderna minskas med 25 % för att den samhällsekonomiska nyttan ska balansera dess kostnader (d.v.s. för att "break-even" ska uppnås) i fallet där utvecklingskostnaderna ingår. Exkluderas utvecklingskostnaderna (på 800 Mkr) begränsas reduktionsbehovet till 5 %. Gränsen för lönsamhet inträffar – i detta projekt - vid en systemkostnad per bankilometer på ca 107 – 120 Mkr per kilometer för ett spårtaxinät i Akalla – Kista och vid de resmängder som gäller där.

[40] Biljettintäkter 19,4 Mkr. Tillkommer minskade skattefaktorer I och II på 6,4 Mkr.

7.7 Lönsamhet av spårtaxi i andra områden

Kan ett lokalt spårtaxinät kan vara lönsamt i andra områden i Stockholmsregionen? För att korrekt kunna besvara denna fråga, behöver man genomföra en fullständig trafik- och samhällsekonomisk analys för varje sådant område. Som en grov indikation kan man dock göra en schablonmässig uppskattning av den samhällsekonomiska lönsamheten, med hjälp av "*antalet passagerare per maxtimme och bankilometer*". Detta förutsätter att trafikantnyttan i form av restidsvinster är proportionell mot antalet resenärer och att kostnaden är proportionell mot banlängden. Dessa förutsättningar är givetvis grova förenklingar, men kan ändå vara vägledande inför det fortsatta arbetet:

Figur 44: *Uppskattad samhällsekonomisk lönsamhet för olika spårtaxistråk*



Figuren visar att det finns åtminstone sex andra stråk/områden med en indikativt hög samhällsekonomisk lönsamhet – alla täta områden i regionens centralare delar.

Val av modellområde

För att kunna göra en generell utvärdering av en pilotbana i ett område med lämpliga trafikförutsättningar är Barkarby, Solna och Upplands-Väsby intressanta. Haninge delar många egenskaper med dessa områden men vi har inte haft underlag för att bedöma trafikförutsättningarna i området.

I ett mer långsiktigt perspektiv skulle en utbyggnad av en pilotbana i större utsträckning bidra till att uppfylla regionala mål i Barkarby än i övriga områden. En pilotbana i Barkarby kan byggas ut till ett större system som dels understödjer en av regionens strategiska trafikknutpunkter, Barkarby station/Stockholm Väst, och dels understödjer utvecklingen av ett regionalt utbyggnadsområde, Barkarby flygfält. I ett längre perspektiv skulle spårtaxi kunna knyta an till Akalla/Kista och i förlängningen Sollentuna och därmed stärka tvärförbindelserna mellan radiella bansystem. Denna trafikkorridor finns angiven som spårreservat i regionplanen.

7.9 Lönsamhetsjämförelse med andra projekt

Ett närliggande jämförelse mellan spår och väg kan göras med det nyligen påbörjade vägprojektet Södra Länken. Enligt en kalkyl genomförd av Inregia i mars 1996 beräknas investeringskostnaden för denna 4-fältiga 5,5 km långa stadsmotorväg beräknas uppgå till ca 5,5 miljarder kronor (inkl. Nacka Port) i 1992 års prisnivå och dess samhällsekonomiska nytta till ca -50 miljoner kronor (i nuvärde). Lönsamhetskvoten för Södra Länken blir enligt Inregias kalkyl ca –1, vilket innebär att varje satsad investeringskrona innebär en samhällsekonomisk förlust med lika mycket.

Vi bedömer att detta negativa resultat är överdrivet negativt. Tunnellösningen för Södra Länken har ju motiverats av miljöskäl, och borde därför motiveras av motsvarande miljövinster. Man kan omvänt se beslutet att trafikpolitiskt satsa på Södra Länken som en indikation på att beslutsfattarna fäster ett mycket högt värde på miljö och stadsmotorvägars (i markplanet) intrång.

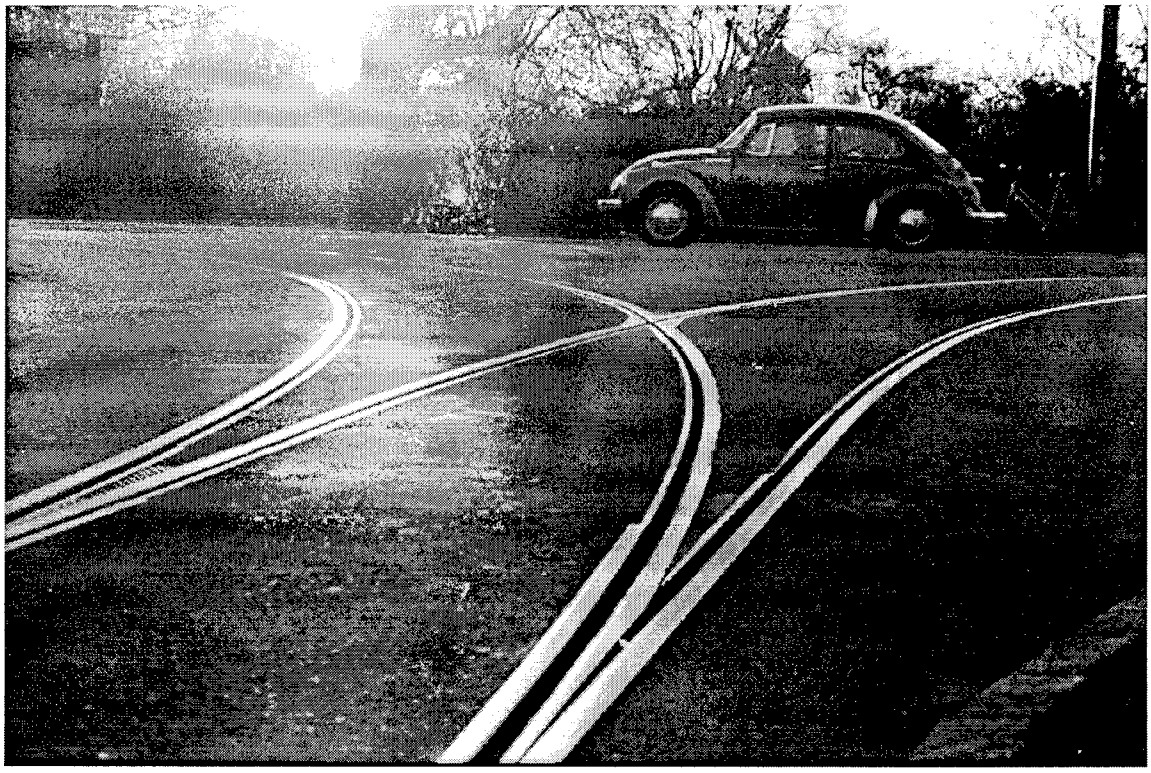
Nytto-kostnadskvoten torde ändå var låg för Södra Länken. Detta visar att andra aspekter än samhällsekonomisk effektivitet vägs in vid bedömningar av komplexa trafikprojekt i Stockholmsregionen.

Tabell 20: Jämförelse av nytta och kostnad för olika trafikprojekt i Stockholmsregionen

Jämförelse projekt	Nytta, Mkr	Kostnad, Mkr	Nytto-kostnadskvot
Väg – Södra Länken	-50 (nuvärde)	5.500 (nuvärde)	-0,01
Spårväg – snabbspårvägen Alvik-Solna	53 (årlig)	64 (årlig)	0,8
Spårtaxi – Akalla-Kista (alt FlyWay)	281	230	1,2

Ett spårtaxinät för Akalla – Kista området uppvisar en samhällsekonomisk lönsamhet på 1,2, vilket innebär att för varje krona som spenderas på projektet så blir den samhällsekonomiska avkastningen 1 krona och 20 öre.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att spårtaxi kan vara ett samhällsekonomiskt trafiksystem i flera delar av Stockholmsregionens halvcentrala och centrala delar under förutsättning att efterfrågan uppgår till minst 500 resenärer per dygn och spårkilometer och att systemkostnaden högst uppgår till ca 115 Mkr per bankilometer.



(Foto: Sophie Tegnér)

8 Sammanfattning och slutsatser

I denna utredning – Spårtaxi – ett effektivt och långsiktigt hållbart trafiksystem – analyser av en pilotbana i Stockholm – marknad och ekonomi – har flera olika nivåer på spårtaxinät studerats. På basis av genomförda analyser kan följande slutsatser dras:

Biltrafiken har vuxit och fortsätter att växa snabbare än kollektivtrafiken

- Biltrafiken i Stockholmsregionen har trendmässigt vuxit med 2,5 % per år under den senaste 25-årsperioden eller med 88 % samtidigt har den kollektiva trafiken bara ökat med femtedel eller med ca 0,5 % per år under samma tidrymd. Nuvarande – traditionell – form av kollektivtrafik – pendeltåg, förortsjärnväg/spårväg, tunnelbana och buss – har inte på länga vägar förmått attrahera nya resenärer i samma takt som kollektivtrafiken har byggts ut; ej heller i samma takt som bilresandet har tillvuxit.

- Dagens Stockholmsregionen kännetecknas av en hög grad av trängsel, trafikolyckor och betydande miljöproblem. Även relativt försiktiga trafikprognoser (låg tillväxtscenariot fram till år 2010) visar att biltrafikmängderna kan komma att öka med ytterligare en fjärdedel. Samtidigt förväntas resandet med kollektiva färdsätt att öka med 16 % (22% om mäter resandet som persontrafikarbete). Bilresandet kommer således även fortsättningsvis att tillväxa snabbare än kollektivresandet

- En sådan kraftig ökning av biltrafiken måste antingen resultera i en avsevärt förvärrad trafiksituation – trafikinfarkt – med svåra konsekvenser i form av ökad trängsel, fler olyckor och en försämrad miljöbelastning på natur och människor; eller i form av ett kraftigt utbyggnadsprogram för stadsmotorvägar, för att kapacitetsmässigt ta hand om detta tillskott av biltrafik. En sådan strategi är ingalunda problemfri.

- En viktig slutsats av dessa iakttagelser är att det föreligger ett starkt behov av att introducera ett nytt, högklassigt kollektivtrafiksystem – som exempelvis spårtaxi – om storstadens successivt växande problem med låg effektivitet och "trafikinfarkt" (trängsel) och alltför många trafikolyckor och oacceptabla luftföroreningar skall kunna bemästras.

Spårtaxi –individuella resor på kollektiva spår

Tanken med spårtaxi är att erbjuda ett konkurrenskraftigt kollektivt alternativ till världens populäraste färdmedel – den privata bilen.

Spårtaxi har utvecklats för att erbjuda några av bilens fördelar:

+ avgår när som helst utan tidtabeller
+ går snabbaste väg till målet utan stopp och utan byte
+ privat resa eller i självvalt sällskap

Samtidigt vill man undvika några av bilens nackdelar:
- buller och avgaser
- trängsel och olyckor
- parkeringsbehov

Spårtaxi är små förarlösa vagnar på egen bana som styrs av anrop och erbjuder individuell direktresa utan uppehåll.

Spårtaxi i hela Stockholmsregionen – ett effektivt och långsiktigt hållbart trafiksystem

I syfte att utröna marknadspotentialen för ett nytt, högklassigt kollektivtrafiksystem – som spårtaxi - har som ett *räkneexempel* - ett regionövergripande nät med spårtaxi simulerats. Syftet med denna delstudie var även att bilda underlag för val av lämpligt område för en eventuell pilotbana med spårtaxi. På basis av ett fåtal rimliga beräkningsförutsättningar, har marknadseffekterna av ett sådant heltäckande nät med spårtaxifordon analyserats med följande resultat:

- Andelen resor med kollektiva fordon (inklusive individuella resor med spårtaxifordon) ökar från 46 till 52 % eller med 13 %.
- Andelen bilresor beräknas som en följd av ett heltäckande spårtaxinät minska från 39 till 35 %, eller med ca 10 %.
- Antalet bilresor minskar med 9 % under morgonens maxtimme, med 7 % under eftermiddagens maxtimme och med 5 % under lågtrafiktid.
- Antalet kollektiva resor (inklusive individuella resor med spårtaxifordon) ökar med 31 % under hela dygnet, med 41 % under låg- och mellantrafiktid samt med 21-25 % under rusningstiderna morgon respektive eftermiddag.
- Medelrestiden i länet för kollektivresor minskar från 55 minuter (viktad restid – KRESU) i basalternativet till 37 minuter i högtrafiktid och till 32 minuter i lågtrafiktid högtrafiktid med ett spårtaxinät (d.v.s. en minskning med 33 % resp. 42 %).
- Orsaken till att restidsvinsten blir störst i lågtrafiktid (- 23 minuter) med spårtaxi är att turtätheten kan hållas lika hög i lågtrafik, eftersom spårtaxisystemet är förarlöst.
- Med ett heltäckande nät av spårtaxi minskas behovet av vägutbyggnader framförallt längs med infartslederna och i regionens centralare delar.
- Inget annat kollektivtrafikprojekt har tillnärmelsevis påvisats medföra lika stora restidsvinster som spårtaxi; ej heller lika stora effekter på färdmedelsvalet.

Marknadsmässigt och kommunalt intressanta områden

För att identifiera var i regionen de bästa marknadsförutsättningarna finns för spårtaxi har ett antal kriterier använts. I en sökprocess har resrelationer i regionen identifierats där förutsättningarna för att vinna nya resenärer till kollektivtrafiken är goda och där resmängderna är höga.

Vid en sammanvägning av olika kriterier framträder ett mönster där de mest intressanta områdena är norra innerstaden och Solna/Sundbyberg samt stråket Järfälla -Akalla/Kista - Sollentuna. Andra områden av intresse är stråket Skärholmen - Huddinge och områden med regionala centrum eller större kommunala centrum. Stockholms innerstad - KTH - Universitetet framträder som det marknadsmässigt mest intressanta området med stora resmängder och ett spritt resande. En högbana i innerstadens känsliga stadsmiljö skulle dock medföra oacceptabla visuella intrång. En spårtaxibana som förbinder KTH och Universitetet skulle dessutom vara svår att genomföra på grund av de restriktioner som nationalstadsparken ger.

Stråket Karolinska Sjukhuset/institutet – Solna – Sundbyberg har ett stort och spritt resande. För att ett spårtaxinät ska erhålla full marknadsmässig potential behöver det knytas till vissa punkter i innerstaden, vilket kan komma i konflikt med stadsmiljön där. Med nuvarande trafikpolitiska inriktningsbeslut ska snabbspårvägen byggas ut från Alvik via Solna till Universitetet. Snabbspårvägen och spårtaxi kan i viss utsträckning konkurrera om resenärerna. Under förutsättning att nuvarande inriktningsbeslut omprövas är Solna mycket intressant för spårtaxi, däremot är en spårtaxilösning mer tveksam om snabbspårvägen byggs.

Stråket Järfälla – Kista/Akalla – Häggvik/Sollentuna C förefaller därför att vara det härnäst mest intressanta. I stråket finns områden med hög täthet vad avser befolkning, arbetsplatser och bilinnehav per ytenhet. Med spårtaxi erhåller stråket en väsentligt efterfrågeökning av kollektivresandet.

Val av fallstudieområde

Med hänsyn tagen till marknadsmässiga förutsättningar, intrång och restriktioner samt föreliggande trafikpolitiska beslut förefaller stråket Järfälla - Kista/Akalla - Häggvik/Sollentuna C vara det mest intressanta stråket för spårtaxi. Ett pilotbana skulle kunna lokaliseras till sydöstra Järfälla/Barkarby som föreslagits som pilotområde av Järfälla kommun. Även Kista/Akalla kan vara intressant. Enligt våra preliminära studier – baserade på räkneexemplet med spårtaxi i hela regionen – skulle antalet spårtaxiresor per bankilometer kunna förväntas bli fler i Akalla – Kista området jämfört med i Järfälla/ Barkarby området. Av detta skäl valdes Akalla – Kista som det mest lämpliga området för föreliggande fallstudie.

Spårtaxinät i Akalla-Kista området – 5 alt nät studerade som underlag för eventuell pilotbana

Som underlag för eventuellt val av en pilotbana med spårtaxi har området Akalla-Husby-Kista studerats.

Efterfrågan på spårtaxiresor

Med hjälp av trafikprognossystemet FREDRIK –EMME/2 har en regional trafikprognos genomförts för det största spårtaxinätet, med anslutningar till pendeltåget vid Helenelund och Sollentuna C. DR, Ingmar Andréasson, LogistikCentrum har dessutom datorsimulerat alla fem spårtaxinäten i detalj, dels för att beräkna vänte- och restider i näten, dels för att kontrollera kapaciteten, tomvagnskörningar och beräkna vagnbehovet.

Följande resultat erhölls:

Indikator	Kista	Kista-Helenelund	Akalla-Husby-Kista	Akalla-Husby-Kista-Helenelund	Akalla-Husby-Kista-Helenelund-Sollentuna C
Resor per dygn	2 750	3 460	6 125	7 460	12 735
Banlängd i km	9 km	11 km	18 km	20 km	28 km
Dygnsresor per km bana	305	315	340	375	455

Antalet spårtaxiresor beräknas uppgå till 12.735 per dygn i det största nätet. Utan anslutningarna till pendeltågsstationerna i Helenelund och Sollentuna C (och Sollentuna C med mässan) halveras resandeunderlaget. Det är således viktigt att koppla ihop ett relativt litet lokalt spårtaxinät med det regionala spårnätet.

Ett bra mått på alternativens lönsamhet visas av antalet dygnsresor per bankilometer. Detta mått på utnyttjandegraden växer med spårtaxinätets storlek – liksom medelreslängden. Antalet dygnsresor per bankilometer ökar från drygt 300 i det minsta nätet till 475 i det största nätet.

Passagerarbeläggningen uppgår till ca 2,5 passagerare per lastad vagn resp. till ca 1,7 passagerare totalt inklusive tomkörningar, vilket ger en genomsnittlig beläggningsgrad på ca 42 %. Andelen samåkare är ca 27 % av alla passagerare i högtrafik. I lågtrafik behövs ingen samåkning. Produktiviteten med spårtaxinätet är mycket hög med mellan 9 och 19 passagerare per vagn och timme under högtrafiktid respektive mellan 3 och 5 passagerare per vagn och timme under lågtrafiktid. Som mest transporteras drygt 900 passagerare per timme på den mest belastade länken, med 475 fordon, vilket motsvarar ett spårtaxifordon ungefär var 7:e sekund.

Stated Preference studie

Stated Preference undersökningens främsta syfte var att inhämta information om det finns några skillnader i hur buss- och bilresenärer värderar spårtaxi respektive buss. Området Barkarby - Kista valdes som pilotområde, då önskemål hade framförts att resenärer skulle intervjuas i ett begränsat område, med realistiska förutsättningar för en pilotbana. I det valda området tillfrågades buss- och bilresenärer. *Huvudundersökningen* genomfördes under vecka 20 i maj 1998 på samma buss och i samma relation som pilotundersökningarna. Intervjuerna med bilister gjordes i Kista Centrum. Intervjuerna genomfördes under högtrafik på förmiddag och eftermiddag samt under lågtrafik mitt på dagen. Totalt 162 personer intervjuades; hälften var bilister och hälften bussresenärer.

Genom olika s k spelsituationer fick intervjupersonerna ta ställning till en rad olika alternativ. De faktorer som studerades var:

- åktid på spårtaxi respektive på buss
- turtäthet på spårtaxi respektive på buss

Intresset för spårtaxi i den studerade relationen verkar vara mycket stort; många resenärer kan tänka sig att åka spårtaxi regelbundet. Närmare analyser visade att de tillfrågade resenärerna i Barkarby/Kista värderar bemannade stationer i stället för obemannade stationer högt (3:40 kr per resa). Detta resultat stämmer väl överens med tidigare undersökningar, som också pekar på att det ärt viktigt att kunna färdas tryggt. Det visade sig också att det finns en betalningsvilja (0:50 kr per resa) för att slippa åka 5 meter över mark och i stället färdas i markplan.

Ca hälften av de intervjuade personerna ansåg att det otryggt att färdas i ett förarlöst fordon. Drygt 15 % av resenärerna uttalar relativt starka värderingar i detta avseende. Att den förarlösa vagnen uppfattas som osäker och skrämmande av många resenärer har framkommit även i andra studier. Samtidigt har forskare med hjälp av VR teknik visat att automatiken inte behöver vara något problem för resenärerna om man får "prova på" själv. Automatiken (eller ovana vid förarlösa system) verkar vara en viktig fråga som resenärerna bör informeras särskilt noga om vid en eventuell introduktion.

Det verkar inte finnas några signifikanta skillnader i den studerade relationen avseende värderingen av enkom åktid eller enkom turtäthet/väntetid på buss respektive ombord på spårtaxi (en timmes restid alternativt väntetid upplevs lika oavsett om man sitter i en buss eller i en spårtaxi). Det finns således inget i föreliggande studie som pekar på att de restidsparametrar som används i prognosmodellerna för marknadsanalysen bör modifieras. Det är emellertid viktigt att ha i åtanke att de framkomna resultaten är en första indikation på vilka värderingsnivåer som kan gälla, och det rekommenderas att fler undersökningar genomförs för att dels öka detaljkunskapen, dels för att studera andra faktorer som inte hart kunnat tas med i detta projekt.

Samhällsekonomisk lönsamhet

I denna kalkyl jämförs Spårtaxiutbyggnad Akalla – Kista – Helenelund - Sollentuna med Nollalternativet att göra ingenting. Fyra alternativa system jämförs: SkyCab, FlyWay, Raytheons PRT2000 inkl. utvecklingskostnader, samt Raytheons PRT2000 exkl. utvecklingskostnader. Kostnadsdata har inhämtats från de tre ovan angivna systemleverantörerna. Dessutom har en internationell databas bearbetats över investerings- och driftskostnader som en funktion av nätens storlek.

Spårtaxi medför en rad positiva effekter, vilka beaktas i den samhällsekonomiska nyttoberäkningen:

- Restidsvinster för gamla och nya resenärer
- Komfortvinster för spårtaxiresenärerna
- Minskad trängsel i vägnätet, med restidsvinster för kvarvarande bilister
- Trafiksäkerhetsvinster genom reducerad vägtrafik och ett säkert spårtaxisystem på egen bana
- Hälso- och miljövinster för människor och natur.

I huvudkalkylen uppgår samhällsnyttan till 339 Mkr per år, medan kostnaden varierar mellan 175 och 455 Mkr per år beroende på system. SkyCab och FlyWay-systemens lägre kostnader gör att dessa system blir samhällsekonomiskt lönsamma. Raytheons PRT2000 system får en nytto-kostnadskvot på 0,7, d.v.s. i nivå med Snabbspårvägens planerade utbyggnader Alvik – Solna Station – Universitet samt Gullmarsplan- Slussen.

Även Raytheons PRT2000 blir samhällsekonomiskt lönsam (kvot: 1,0), om dess utvecklingskostnader exkluderas.

Restidsvinsterna svara för drygt hälften av samtliga samhällsekonomiska vinster. Tillsammans med komfortvinsterna utgör dessa två tredjedelar av hela den samhällsekonomiska nyttan. Trafiksäkerhets- samt hälso- och miljövinsterna utgör en femtedel. Övriga vinster utgörs av minskad trängsel och av biljettintäkter.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att spårtaxi kan vara ett samhällsekonomiskt trafiksystem i flera delar av Stockholmsregionens halvcentrala och centrala delar under förutsättning att efterfrågan uppgår till minst 500 resenärer per dygn och spårkilometer och att systemkostnaden högst uppgår till ca 115 Mkr per bankilometer.

Ett välplanerat spårtaxisystem kan erbjuda taxis resstandard och spårvagnens kapacitet med en investeringskostnad som spårväg och en driftkostnad lägre än både buss och spårvagn. Därmed kan den attrahera en del av dagens bilresande och bromsa bilresandets tillväxt i städer. (Slutsatser enligt Tekn. Dr. Ingmar Andréasson).

Spårtaxi medför även en lång rad ytterligare fördelar:

➢ **Spårtaxi – ett led i förverkligandet av nollvisionen**

- Förarlösa vagnar förutsätter för säkerheten att banan är skild från annan trafik, fotgängare och djur. Banan kan gå i markplan men då måste den vara inhägnad. Vanligen är banan upphöjd på stolpar över annan trafik men även tunnlar är möjliga.

- I Morgantown i West Virgina har man ett kvartssekels erfarenhet från ett spårtaxinät. Där har man kört ett slags spårtaxi (dock med större vagnar, sk. Group Rapid Transit - GRT) i 25 år utan en enda dödsolycka. Eftersom spårtaxi körs på en egen bana, ca 5 meter ovan mark, blir konflikten med andra färdsätt helt obefintlig. En riktig trafikseparering, som underlättar vägen mot nollvisionen – noll dödade och noll svårt skadade i trafiken.

➢ **Spårtaxisystemet – ett modern kommunikationssystem i IT-samhället**

- Spårtaxisystemet baseras på modern *informationsteknologi* och bygger på att man färdas individuell i många, små, datorstyrda fordon av en bils storlek från start till mål utan stopp under vägen. IT-tekniken byggs in vagnarna, där även växeln ligger. Systemlösningen med många små vagnar kan härledas utifrån helt skilda utgångspunkter:

- Resenären skall normalt inte behöva vänta – istället väntar vagnar på resenärer. Om man inte tvingar samman flera resenärer finns ingen anledning att göra vagnen stor. Beläggningen blir ungefär som i en taxibil.

- Banan skall inte vara större och dyrare än nödvändigt. Kostnaden växer med ökande vagnsvikt och påverkas inte av om belastningen uppträder sällan eller hela tiden. Det gäller alltså att fördela vikten. En vagn med 4 platser varannan sekund ger samma kapacitet som ett tåg var 15:e minut med 1800 platser.

- Stationerna skall vara korta. Det blir möjligt med ständig omsättning på vagnar och resenärer dvs täta avgångar med små vagnar.

- Om vagnen körs förarlöst bortfaller dagens enda motiv för trafik med stora enheter. Passagerarservicen styr trafiken istället för förarkostnaden.

➢ **Spårtaxi – ett led i handikappanpassningen av trafiksystemet**

- Acceleration och inbromsning tillåter inte stående passagerare. Därför dimensioneras systemet så att alla får sittplats. Garanterad sittplats bidrar också till systemets attraktivitet. Rullstolsbundna skall kunna färdas i alla spårtaxivagnar.

➢ **Spårtaxi – ett led i ökad energieffektivitet inom transportsektorn**

- Färd utan stopp och inte bara komfortabel och snabb utan även energieffektiv. Spårtaxi förbrukar bara cirka en tiondel av bilens energi.

➢ **Spårtaxi – ett led i IT-anpassningen av svensk fordonsteknologi**

- Sverige har ett välförtjänt gott internationellt rykte för vår konkurrenskraftiga och väl utvecklade fordonsindustri. Vårt land är unikt med sina båda bilindustrier, med avancerad tillverkning av personbilar, lastbilar, bussar och andra specialfordon, även vår järnvägstekniska fordonsindustri ligger på den internationella frontlinjen. Spårtaxisystem kan möjligen bli en ny fordonsteknisk nisch, där Sverige kan inta en tätplats. Automatbanor av varierande storlekar introduceras i rask takt framförallt på flygplaster, vid nöjesparker, som skyttelsystem i vissa korridorer och expansionen är betydande. Just nu (december 1998) finns det ungefär ett 80-tal liknande system i drift.

- Om vi i Sverige ska kunna hävda vår tätposition även i morgondagens transportinfrastruktur, måste vi dock vara beredda att satsa en del utvecklingspengar på pilotprojekt, och vara med och dra lärdomar - steget till serieproduktion måste alltid går via prototyper.

➢ **Spårtaxi – ett led i förverkligandet av det långsiktigt uthålliga samhället**

- All erfarenhet talar för att människors rörlighet kommer att fortsätta att öka även i framtiden, under förutsättning att den ekonomiska och teknologiska tillväxten fortsätter. Denna rörlighet måste kunna upprätthållas samtidigt som kraven på en långsiktigt hållbar miljö - i ekologisk balans med vad natur och människa tål - skärper kraven på hur trafiksystemen och andra tekniska försörjningssystem får utformas.

  Halvtomma dieselbussar med glesa avgångsfrekvenser är då ingen bra lösning. En alltför ensidig satsning på stadsmotorvägar kommer inte heller att vara en möjlig lösaning.

  Tunga spårsystem som tunnelbana och pendeltåg kan även fortsättningsvis behöva kompletteras och moderniseras, men kommer inte att kunna tillgodose ett alltmer utspritt resande i tid och rum i en alltmer gles bebyggelse för morgondagens resenärer.

Det kommer att behövas ett nytt, modernt, yttäckande, självbetjäningssystem (d.v.s. förarlöst) system, som är både effektivt (hög framkomlighet, direkt mot målet), trafiksäkert och miljövänligt. Endast ett sådant trafiksystem kan uppfylla kraven på en hållbar utveckling. Spårtaxi är ett sådant system.

Referenser

Nedan listas i alfabetisk och kronologisk ordning litteratur med relevans för eller anknytning till föreliggande FoU-projekt:

Alvehag, A-C, SLL, RTK (april 1997), Pilotbana med spårtaxi - Förstudie om möjligheter och förutsättningar. PM nr 7.

Anderson, J. E. (1993), Transit Systems Theory. JEAnderson@Taxi2000.com

Anderson, J. E. (Febr 1998), Personal Rapid Transit – Matching Capacity to Demand. An ATRA Information Paper.

Andreasson, I., (1990), LogistikCentrum, Simulering av spårtaxi i Gävle – redovisning av Simspårt. KFB-projekt Dnr 90-291-732.

Andréasson, I., (1991), LogistikCentrum, Simulering av spårtaxi i Gävle - Etapp 1, TFB-rappport 1991:25.

Andreasson, I., (1992), LogistikCentrum, Simulering av spårtaxi i Gävle – kunskapsutbyte med USA, KFB-projekt.

Andréasson, I. (1993), Simulation of Large PRT Systems for Swedish Cities. Proceedings of the 4th APM Conference in Las Colinas.

Andréasson, I. (1993), Studies of PRT Systems in Sweden.. International Review of Urban Management and Planning.

Andréasson, I. (1994), Analysis of Personal Rapid Transit mixed with Buses and Trams. Proceedings of the 27th ISATA Conference in Aachen; p 5435 ff.

Andréasson, I. (1994), Vehicle Distribution in Large Personal Rapid Transit Systems. Transportation Research Record No 1451, National Academy Press, Washington D.C.

Andreasson, I., (1994), LogistikCentrum, Samverkan mellan linjetrafik och spårtaxi, KFB-projekt Dnr 93-409-732, 1994.

Andreasson, I., (1995), LogistikCentrum, Studie av spårtaxi i Gävle. Analys av Utbyggnadsetapper KFB Rapport 1995:2.

Andréasson, I. (1996), Applicability of PRT in Swedish Cities. International Conference on PRT and other Emerging Systems, Minneapolis.

Andréasson, I. (1996), Demand Modeling for PRT competing with bus and car. Paper for the 5th APM Conference in Paris.

Andréasson, I. (1996), Survey of R&D in PRT Systems. International Conference on PRT and other Emerging Systems, Minneapolis.

Andréasson, I.J., Chalmers and Fabian, L.J., Trans 21 (1996), Research and Development in Advanced Transit Systems - Surveys of Academic and Industry Efforts, Chalmer I-sektion.

Andréasson, I. (1997), Quasi-Optimum Redistribution of Empty PRT Vehicles. 6th Conference on Automate People Movers, Las Vegas.

Andréasson, I. (1998), Spårtaxi – ett lämpligt transportsystem för svenska tätorter? KFB Rapport 1998:13.

Blide, B., (1993), Spårtaxi i Göteborg - Utredningsetapp 2 (Kommuntäckande system). Göteborgs stad; Trafikkontoret Rapport nr 8:1993.

Blide, B. (1994), Spårtaxi i Göteborg - Utredningsetapp 3 (Centrala staden). Göteborgs stad; Trafikkontoret Rapport nr 12:1994.

City of SeaTac, (August 1997), Personal Rapid Transit (PRT) Feasibility Project–Executive Summary and Technical Appendices.

Fichter, D. (1974), Individualized Automatic Transit and the City.

Gustafsson, E., Kåberger, T., (1994), Energiförbrukning för Spårtaxi. En jämförelse med bil och buss. VTI Meddelande Nr 737.

Holmquist, B., (1995), Studie av spårtaxi i Gävle - Sammanfattande rapport, Gävle kommun med anslag från KFB, BFR och länsstyrelsen i Gävleborgs län.

Holmquist, B., (1996), Spårtaxi i Gävle, Stadsmiljöstudie, Gävle kommun, KFB-projekt.

Johansson, O. (1997), Are Personal Rapid Transit Systems Socially Profitable? Göteborgs Universitet, Nationalekonomi.

Ney, T. (December 1998), Pilotbana med spårtaxi – några kritiska frågor. SLL, RTK Rapport.

Oom, R., KM, (1971), Spårtaxin - hur realistisk är den? Särtryck ur Väg- och vattenbyggaren nr 12, 1971.

P Kautzky, Salomons, B. och Holmquist, B., (1995), Studie av spårataxi i Gävle. Delrapport Stadsbild. KFB nr 1995:2.

Rosenblad, E., (1996), The Rider's Impression of a Simulated Trip by PRT. International Conference on PRT and other Emerging Systems, Minneapolis.

Rosenblad, E. (1997), Spårtaxiresenärer – Brukarens möte med ny teknik. Chalmers Konsumentteknik. Rapport 1997:10.

SLL, RTK (januari 1996), Spårtaxi - jämförande analys av svenska studier. PM nr 16.

SLL, RTK (december 1996), Pilotbana med spårtaxi - Underlagsmaterial:

A. Dokumentation av seminarium om spårtaxi. PM 4 december 1996
B. Work-shop -kriterier för val av modellområde. PM 10 december 1996
C. Milestones in producing a demonstration program for the PRT. PM 26 dec-96
D. Arbetsrapporter från resp. Konsult
E. Intressentanalys
F. Kriterier för val av modellområde
G. Bedömning av modellområden
H. Nätutformning på kort och lång sikt
I-J. Revidering av bannät och kriterielista
K. Översiktlig miljökonsekvensbeskrivning av nätskisser
L. Spårtaxins ekonomi - räkneexempel
M. System- och teknikutveckling
N. Systemskiljande egenskaper
O. Funktionell och teknisk kravspecifikation
P. Handlingsplan för fortsatt utredningsarbete

SLL, RTK (november 1997), Pilotbana med spårtaxi - Program för huvudstudiens etapp 1. Arbets-PM nr 4.

SLL, RTK (november 1997), Pilotbana med spårtaxi - Remissredovisning. PM nr 27.

SLL, RTK (november 1997), Pilotbana med spårtaxi - Remissvar. Arbets-PM nr 3.

Tegnér, G., Transek, (1996), Market Demand and Social Benefits of a PRT System: A Model Edvaluation for the City of Umeå, Sweden, by Infrastructure, Vol. 2 No. 3, pp 27-32, 1997; and paper for the International Conference on PRT and other Emerging Systems, Minneapolis.

TFK Rapport 1992:7, Spårtaxi för persontransporter.

Wilbur Smith Associates, (Aug, 1992), PRT Ridership Estimation, Suburban Chicago, Prepared for The Regional Transportation Authority.

Wilbur Smith Associates, (Febr 1997), Task Report No. 6 - Estimated PRT Ridership and Revenue Base Scenario, Village of Rosemont and RTA, Draft.

Web-site: Innovative Transportation Technologies:
http://weber.u.washington.edu/~jbs/itrans/

Åredal, Å. (1995), En ny svensk näringsgren - pilotanläggning för SkyCab© i Södertälje. Rapport 1995-12.

Bilagor

Bilaga 1 Tillämpat trafikprognossystem (Fredrik-Emma)

1.1.1 Trafikprognoser som beslutsunderlag

Trafikprognoser görs för att bedöma effekter av olika åtgärder i infrastrukturen. Det krävs att det tas fram uppgifter om hur många som kommer att använda en ny förbindelse och hur dessa kommer att påverkas av olika åtgärder i övrigt. I en samhällsekonomisk beräkning baseras intäkterna till stor del på den ändrade användningen av infrastrukturen. För att få detta underlag genomförs trafikprognoser.

Konsekvenser av ändringar i trafikpåverkande faktorer är ändrat resbeteende. Förändrat resbeteende påverkar i sin tur trafikens utveckling och fördelning. Till exempel ger en förbättring av kollektivtrafikutbudet ett ändrat val av färdsätt och därmed ett ökat resande med kollektivtrafik och minskad biltrafik. Men sambandet är mer komplex; ändrat kollektivtrafikutbud har visat sig även kunna leda till ändrad resfrekvens och ändrade resmål.

Dessa samband modelleras genom matematiska modeller. Dessa är ett försök att återge det komplexa beteendet med hjälp av matematiska samband. Modellerna grundar sig teori om människans beteende. Teorierna byggs upp utifrån undersökningar om beteendet, så som resultat från resvaneundersökningar. Trots att de matematiska formlerna måste bli en grov förenkling av verkligheten är de i de flesta fall komplexa och kräver en stor mängd indata. Att hantera detta hade inte varit möjligt utan den tekniska utvecklingen av datorer.

Förutom att det är svårt att fånga beteendet i matematiska modeller är osäkerheten i prognosförutsättningarna stor. Det är svårt att förutse vilka ändringar som kommer att ske inom samhället de närmaste 10-20 åren och hur dessa kommer att förändra de värderingar som finns inbyggda i modellerna.

Analyserna grundar sig på antaganden om samhällets och trafiksystemets utveckling. Beräkningarna görs med en modell som grundar sig på ett observerat beteende (Resvaneundersökning 86/87). Flera faktorer som kommer att påverka vårt beteende kan inte uppskattas, de har helt enkelt aldrig inträffat förut. Empiriska data om hur dessa faktorer påverkar resandet finns inte. Exempel på dessa faktorer är informationsteknologi, deltidsarbetandet, ökad fritid, internationalisering.

Vissa faktorers påverkan har man försökt uppskatta genom så kallade stated preference undersökningar. Denna metodik kartlägger beteendet under förutsättning att vissa förändringar inträffar. Men totalt sett vet vi lite om detta och måste därför lita på de historiska samband som har observerats.

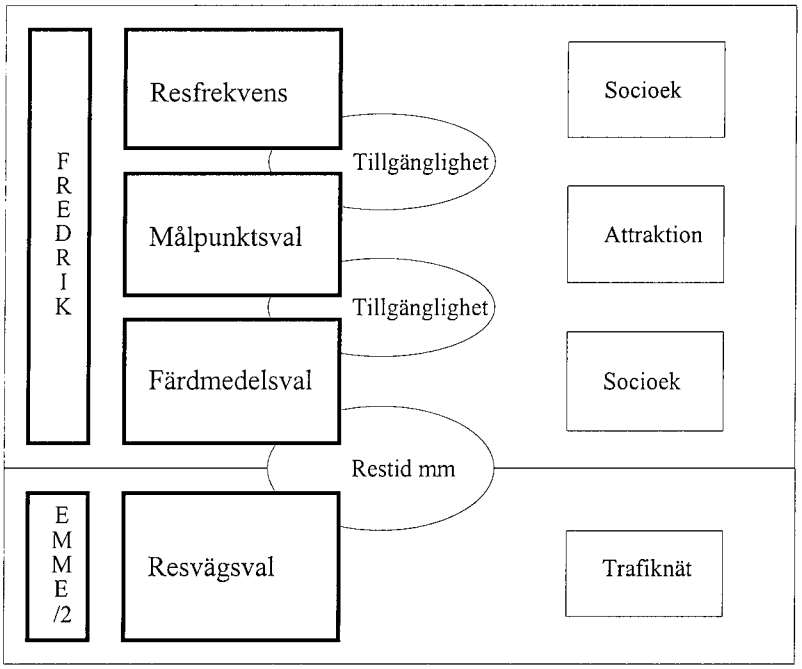
Figur 0.A: Samband mellan trafikpåverkande faktorer, resvanor och trafiken

Trafikprognoser fungerar därmed inte i riktig bemärkelse som prognoser för en trolig utveckling framöver. Det är mer rättvisande att tala om konsekvensanalyser.

1.1.2 Modellens struktur

Den aktuella modellens struktur visas i nedanstående figur.

Figur 1.1 *Modellstruktur*



Databasen och modellen är uppbyggd kring två programsystem: FREDRIK och emme/2. FREDRIK-modellsystemet hanterar de första tre stegen i en modellkörning: resfrekvens, målpunktsfördelning och färdmedelsvalfördelning. Nätutläggning dvs framtagandet av flöden på bil- och kollektivtrafiknät tas fram i emme/2 systemet.

1.1.3 FREDRIK och emme/2

Den regionala trafikprognosmodellen består av åtta separata modeller (en för varje resärende), vilka är estimerade på Stockholms RVU 86/87 (Resvaneundersökning 86/87). Modellerna har därefter kalibrerats in så att de modellberäknade trafikvolymerna överensstämmer med trafikräkningarna. Indata till FREDRIK-modellen är förutom den ovan nämnda statistiken också matriser som beskriver avstånd och restider mellan områdena för kollektivtrafik och biltrafik samt matriser med reskostnader för kollektivtrafik och eventuella tullpassager för biltrafiken.

Följande regionala resor beräknas i FREDRIK modellen:
- Bostads-arbetsresor
- Bostadsbaserade tjänsteresor
- Arbetsplatsbaserade tjänsteresor
- Skolresor
- Besöksresor
- Rekreationsresor
- Inköpsresor
- Serviceresor

I detta arbete används programvaran emme/2 (INRO Consultants, Montreal Kanada) som hanterar trafiknät. Verktyget emme/2 används dels för att beräkna indata till FREDRIK i form av restider och reskostnader, men även för att fördela modellberäknade trafikvolymer enligt bästa färdväg. Bästa resrutt i emme/2 är den väg som minimerar den totala restiden med hänsyn till trängsel och trafikutbud. Genom att på så sätt simulera trafikanternas ruttval "fyller" programmet trafiknätet med trafik.

1.1.4 Socioekonomiska data

Indata till FREDRIK-modellen består dels av attraktionsdata och dels av generingsdata. Genereringsdata används av FREDRIK för att beräkna antalet resor för olika färdmedel och ärenden *från* respektive områden. För varje område som ingår i områdesnyckeln ingår ett antal variabler, se nedan:

- ett 20-tal socioekonomiska kategorier i form av kombinationer av kön, ålder och sysselsättningsstatus
- Andel personer med bil i hushållet (medelvärde för området)
- Andel personer med körkort i bilhushållet (schablon används)
- Antal bilar per körkort (medelvärde för området)
- Andel leasingbilar (medelvärde för området)
- Andel gratisparkering (medelvärde för området)
- Hushållsstorlek (medelvärde för området)

Attraktionsdata används av FREDRIK för att beräkna antalet resor för olika färdmedel och ärenden *till* respektive område. För arbetsplatsbaserade variabler i de olika näringsgrenarna baseras dessa på ett antal olika SNI-koder.

- Totalt antal boende i ålderskategorin 16 år och uppåt
- Totalt antal sysselsatta i alla näringar
- Antal arbetsplatser i Servicenäringar
- Antal arbetsplatser i Tjänstenäringar
- Antal arbetsplatser i Rekreationsnäringar
- Antal arbetsplatser i lägre utbildning
- Antal arbetsplatser i högre utbildning
- Områdesyta i 100-tals kvm
- Parkeringskostnad i kr/tim
- Dummy för stormarknad (anv ej fn)
- Dummy för centrumområde typ innerstad (0 eller 1)
- Dummy för regionalt centrum (0 eller 1)

1.1.5 Indatafiler till FREDRIK

FREDRIK kräver ett antal indatafiler som skapas och omformas till ett binärt format. Dessa är följande:

Start- och målområdesrelaterade bilresematriser:

1. Bilrestid i högtrafik
2. Bilrestid ej högtrafik
3. Bilavstånd

Kollektivtrafikresor:

4. Ombordtid i högtrafik
5. Gångtid i högtrafik
6. Väntetid i högtrafik
7. Ombordtid ej högtrafik
8. Gångtid ej högtrafik
9. Väntetid ej högtrafik
10. Matris med reskostnad för kollektivresa med kuponger
11. Matris med reskostnad för kollektivresa med månandskort

Övriga matriser

12. Matris med definierade biltullsrelationer (vid ej tull sätts 0 i matris)

1.1.6 Utdatafiler från FREDRIK

Från FREDRIK skapas ett antal olika resultatmatriser vilka därefter kan användas av *emme\2*-programmet. I detta projekt tas primärt fram bil- och kollektivtrafikresor för respektive tre tidsperioder (tur och returresa). Möjlighet finns även att här ta fram resor för de övriga två färdsätten men för detta projektet har det inte ansetts nödvändigt.

1.1.7 Tidsperioder

För både bil- och kollektivtrafiknätet hanteras två olika tidsperioder; maxttimme/högtrafikperiod och övrig tid. Trafiksystemet fungerar olika under dessa tidsperioder. Maxttimmarna för biltrafik, på morgonen (kl. 07.00-09.00) och eftermiddagen (kl. 15.00-17.00), innebär trängsel i vägsystemet. Detta påverkar restiderna och därmed de val individen gör.

Trängsel innebär t ex att en del av bilisterna väljer att ta ett annat ruttval eller att inte ta bilen till arbetet utan i stället åka kollektivt. För kollektivtrafiksystemet innebär de olika tidsperioder delvis ett annat linjenät och ändrade turtätheter. Detta påverkar restiderna med kollektivtrafik och därmed också resenärens valmöjligheter.

Modellsystemet hanterar tre tidsperioder för biltrafik (morgonens maxtimme, eftermiddagens maxtimme och en genomsnittlig timme under övrig tid) och två tidsperioder för kollektivtrafik (morgonens högtrafikperiod och lågtrafikperioden mitt på dagen). För varje tidsperiod har andelen resor som sker under denna period för respektive färdmedel tagits fram ur RVU 86/87. För biltrafik hanteras trängsel genom att en matris för en timme under resp period läggs ut på nätet. Bilnätet innehåller de hastighetsflödessamband som gäller under en timme. För kollektivtrafik har två kodningar av linjenätet tagits fram; morgonens högtrafikperiod (kl. 06.00-09.00) och lågtrafikperioden (kl. 09.00-15.00).

Andelar för resandet under de olika tidsperioderna ligger som given förutsättning för dagens situation och prognoserna. Vi tar inte hänsyn till förskjutningar av detta. Däremot vet vi att det kommer att ändras. Historiskt sett har man kunnat konstatera att valet av tidpunkt för att påbörja en resa är beroende av t ex trängsel vid vissa tider och kollektivtrafiksystemets tidtabell. Utvecklingar i sättet att arbeta så som deltidsarbete och distansarbete kommer att påverka detta. Ett sätt att räkna fram detta i form av t ex ett tidvalsmodell finns inte tillgänglig.

Förmiddagens maxperiod (kl 07.00-09.00), maxtimmen för biltrafik anses vara 50 % av detta resande. Eftermiddagens maxtimme (kl 15.00-17.00), maxtimmen för biltrafik anses vara 50 % av detta resande. Mellantrafikperioden som innehåller all övrig trafik, en genomsnittlig timme för biltrafik under denna period anses innehåller 10 % av detta resande.

1.1.8 Långväga resor och yrkestrafik

Fredrik-modellen beräknar endast regionala personresor. Detta innebär att övriga bil- och kollektivtrafikresor saknas. Dessa resor kompletteras med resultat från andra modeller.

I Fredrik-modellen finns det för närvarande ej möjlighet att ta fram resultat för yrkestrafiken och den långväga persontrafiken. Yrkestrafiken kompletteras här genom en kalibrering av modellens resultat mot trafikräkningar. Det finns för närvarande inte pålitliga modeller för att kunna beräkna denna trafik. Utvecklingsarbete pågår för att ta fram modeller för yrkestrafik (bl a NÄTRA-projektet). Den långväga persontrafiken beräknas däremot med den sk IC-modellen (InterCity-modellen) som ursprungligen utvecklades av Transportrådet och som numera hanteras och vidareutvecklas av Banverket.

1.1.9 Restidskomponenter för kollektivtrafik

Tidsåtgången för en kollektivtrafikresa består av flera komponenter; promenad-, vänte-, och åktid. Därutöver tillkommer i många fall byte av färdmedel vilket orsakar ytterligare en vänte- och eventuellt en promenadtid.

Eftersom det i olika undersökningar framkommit att de olika delarna av restiden uppfattas som olika "besvärande" för trafikanten så används i kollektivtrafiksammanhang begreppet KRESU-tid (Kollektiv RESUppoffring). Exempelvis bör den del av kollektivtrafikrestiden som är väntetid ges större tyngd i beräkningen av den totala restiden eftersom väntetiden uppfattas som mer besvärande än exempelvis motsvarande åktid. Detta innebär att det sker en viktning av de olika tidskomponenterna i förhållande till hur besvärande de upplevs relativt den tid man faktiskt sitter i fordonet.

De vikter som används vid ruttvalet i emme/2 kan ses nedan. En ökad vikt för bytestiden gör att resenären helt enkelt snarare föredra att t.ex. sitta kvar än att byta till en direktlinje som endast ger en liten restidsbesparing.

Tabell 1.2: *Vikter för kollektivtrafikrestid vid ruttvalet i emme/2-systemet*

Tidskomponenter	Vikt
Åktid	1,00
Gångtid	2,00
Väntetid*	2,00
Påstigningsmotstånd (tillägg)	10 min

* Väntetiden antas vara halva turtätheten

1.1.10 Scenario- och prognosförutsättningar

Prognosförutsättningar 2010

De förutsättningar som används för denna analys utgår från de "reviderade grundantaganden för Regionplan 91", RTK, oktober 1996.

Prognosåret 2010 "låg tillväxt" bygger på Långtidsutredningens (1995) eftersläpningsscenario.

Ekonomisk utveckling

Privata konsumtionen per capita (disponibel inkomst minus sparande) är den variabel som har det tydligaste sambandet med resandet. Den ekonomiska tillväxten per capita antas i prognoserna vara 25 %, under perioden mellan 1993 och 2010. Detta innebär en genomsnittlig ökningstakt på ca 1,4 % per år.

Kollektivtrafik år 2010

Utgångspunkt har varit "Objekt år 2010, jämförelse med RP91". De förändringar som gjorts i kollektivtrafiknätet jämfört med denna förteckning redovisas nedan

Vid de studerade alternativen finns snabbspårvägen trafikerad enligt följande

- Universitetet-Solna
- Solna-Universitetet
- Solna-Alvik
- Alvik-Solna
- Alvik-Gullmarsplan
- Gullmarsplan-Slussen
- Slussen-Gullmarsplan

- Ny station Årstaberg med koppling till pendeltåg

Bilaga 2 Matris över resuppoffringselasticiteter

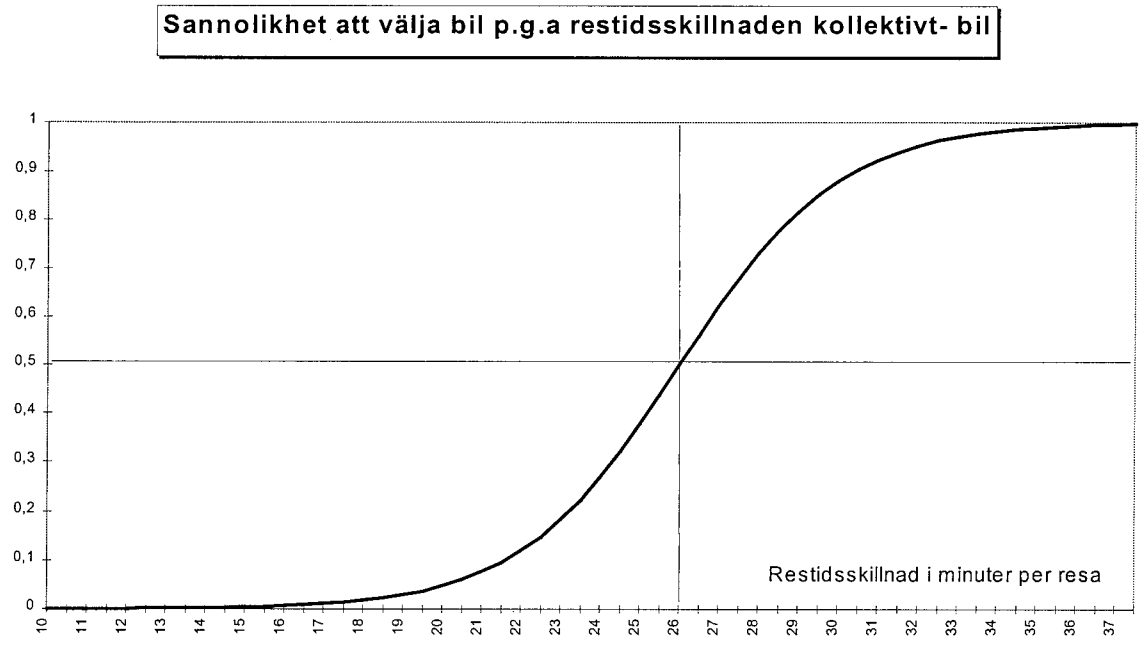
För varje 1.043*1.043 (=1.087.849) resrelationer, beräknas en bågelasticitet:

$$E_{\text{KRESU}} = \frac{\ln(resor_{efter}) - \ln(resor_{före})}{\ln(KRESU_{efter}) - \ln(KRESU_{före})};$$

Där KRESU = kollektiv resuppoffring, d.v.s. viktad restid av:

- gångtid
- väntetid
- åktid
- bytestid

De delar av Stockholmsregionen där resuppoffringselasticiteten är numeriskt större än t.ex. -2, är av speciellt intresse, eftersom dessa delmarknader är sådana att en 10-procentig minskning av restiderna där ger upphov till en mer än 20-procentig efterfrågeökning. Detta beror i sin tur på att känsligheten för förändringar är speciellt stor där, vilket kan illustreras av logitkurvan (i form av ett exempel):



Bilaga 3 Kriterier för val av fallstudieområde för spårtaxi

Fem kriterier för val av område med hög marknadspotential för spårtaxi

Det finns flera olika sätt att välja ut områden som kan vara lämpliga för spårtaxi ur marknadssynpunkt. *Ett* kriterium kan vara att söka sådana områden som - för en given restidsförbättring - ger störst procentuell efterfrågeeffekt. Den implicita förutsättningen är här att kostnaden för att åstadkomma en visas restidsförbättring är ungefär lika stor överallt, vilket givetvis är en viss förenkling. Ett *annat* kriterium kan vara att helt enkelt beräkna kvoten mellan kollektiv- och bilrestid, varvid man förutsätter att områdespar med en ogynnsam restidskvot för kollektivtrafiken, i första hand borde vara intressanta att förbättra i syfte att öka andelen kollektiva resor. Ett *tredje* kriterium tar direkt fasta på ett av spårtaxisystemens egenskaper, det höga vagnutnyttjandet, jämfört med privatbil. För att garantera ett högt vagnutnyttjande, bör trafikbelastningen över dygnet vara så jämn som möjligt.

Följande fem kriterier har därför valts för att studera den framtida potentialen för spårtaxi i Stockholmsregionen:

- Kriterium 1 - resrelationer med högre resuppoffringselasticitet än - 2,0; samt minimimängd resor
- Kriterium 2 - resrelationer med högre restidskvot mellan kollektivrestid och bilrestid än 3, samt minimimängd resor
- Kriterium 3 - resrelationer med jämn belastning över dygnet, samt minimimängd resor
- Kriterium 4 - resrelationer med en hög trafikbelastning med ett heltäckande spårtaxinät
- Kriterium 5 - resrelationer med många spårtaxiresenärer per kilometer

Kriterium 1 - resrelationer med högre resuppoffringselasticitet än - 2,0; samt minimimängd resor

Vi har valt att närmare studera resrelationer (kombinationer av start- och målområden) där kollektivtrafikresandet ökar med minst 20 %, vid en 10 % restidsminskning, d.v.s. sådana områdesrelationer där resuppoffringselasticiteten är (numeriskt) större än -2,0.

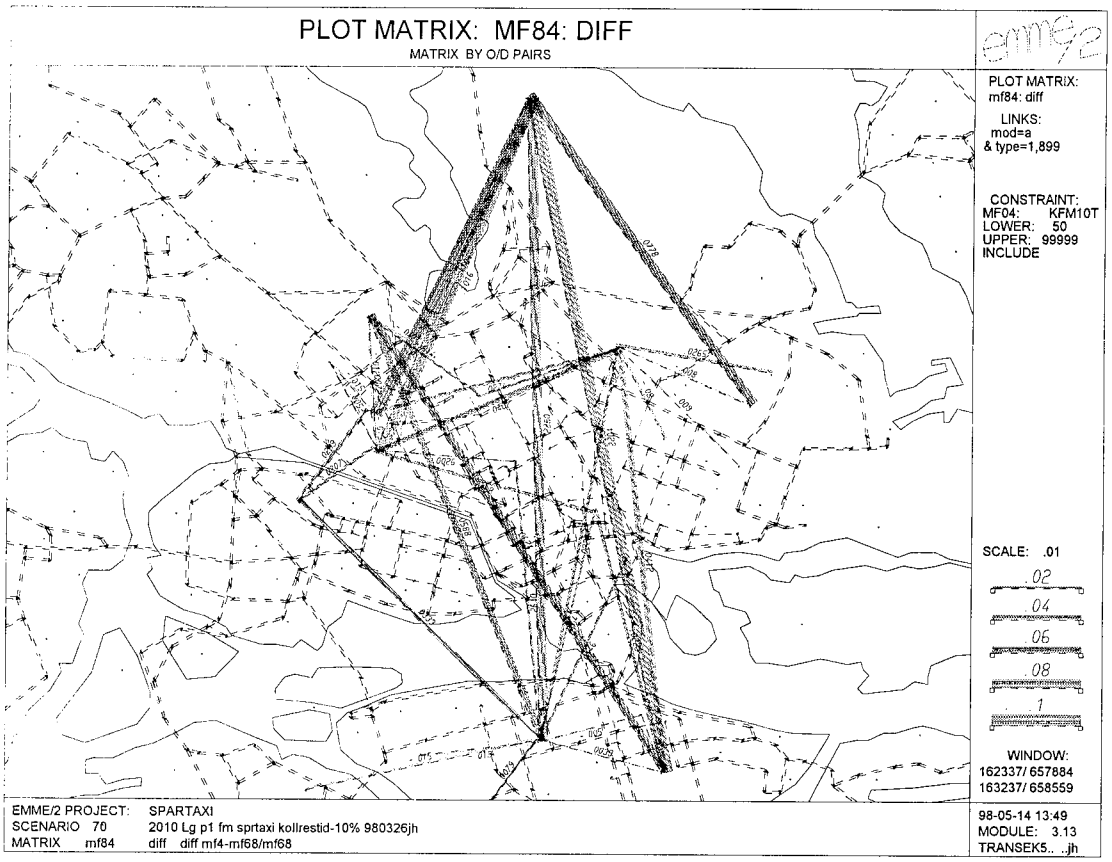
Detta kiterium kombineras med resmängder i form av ett minsta antal kollektivresor för år 2010. Följande resultat erhålls för de ca 1 miljon resrelationer, som har studerats:

Det förekommer två resrelationer som uppfyller detta kriterium och som har mer än 100 kollektivresenärer:

- Karolinska Sjukhuset - Birkastan
- Mariatorget - KTH

Om kriteriet utvidgas till minst 25 resenärer blir bilden följande:

Figur 2: Områdesrelationer med hög restidskänslighet - Universitetet - Karolinska - Innerstaden

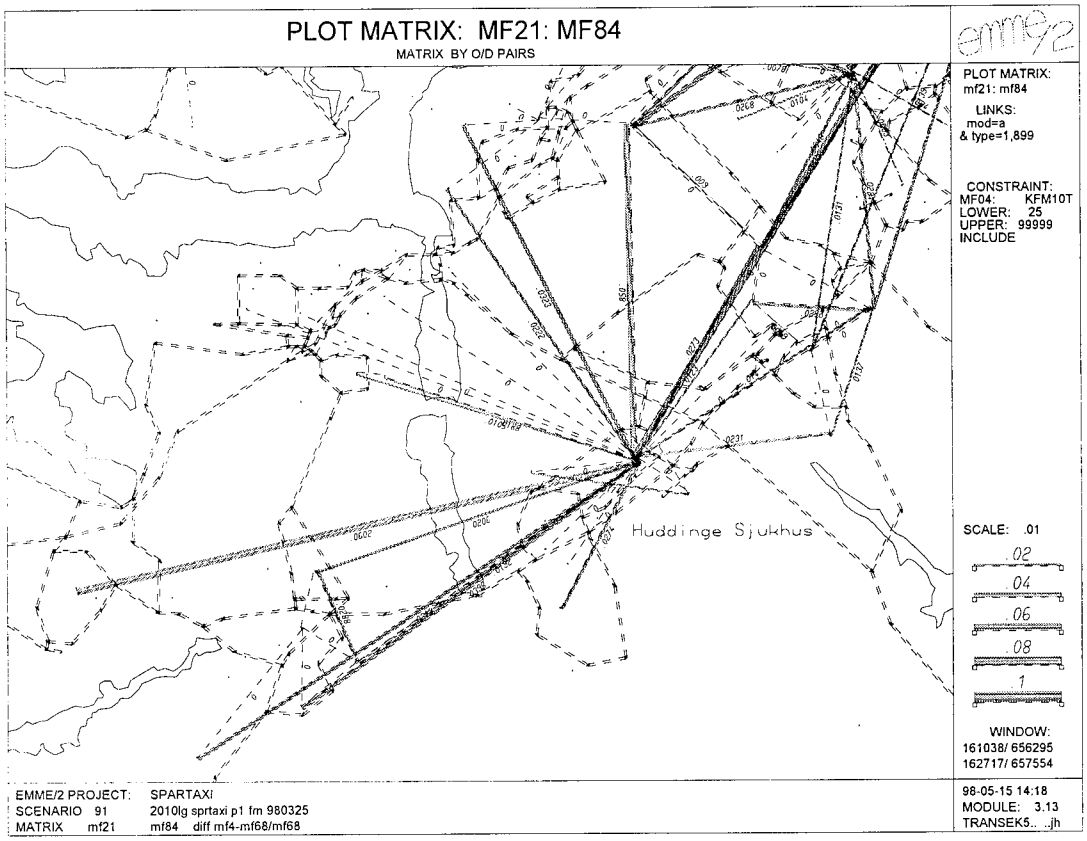


Knappt 600 resrelationer uppfyller kriteriet och har mer än 25 kollektivresenärer.

Följande områdestyngdpunkter framträder som särskilt "elastiska" med avseende på reseefterfrågans känslighet för restidsförkortningar:

Områden utanför Stockholms innerstad:
Södertälje - lokala förbindelser
Huddinge sjukhus (ett drygt 20-tal relationer) - Flemingsberg - Skärholmen - Älvsjö
Arlanda - Märsta -Sigtuna
Haninge kommun
Kista industriområde
Rissne
Universitetet

Figur 3: *Områdesrelationer med hög restidskänslighet - Huddinge sjukhus*



Områden i Stockholms innerstad eller dess omedelbara närhet:
Universitetet
KTH
Karolinska Sjukhuset
Centrala Södermalm (Mariatorget)
Östra Södermalm (Södermannagatan)

Slutsats:
Det är således ett begränsat antal områden (områdesrelationer), vilka uppvisar en exceptionellt hög efterfrågekänslighet med avseende på restidsförkortningar, sammanfattningsvis från norr och söderut följande sju områden:

- Arlanda-Sigtuna
- Universitetet - KTH
- Karolinska - NV Vasastan
- Centrala och Östra Södermalm
- Älvsjö
- Huddinge - Skärholmen
- Södertälje.

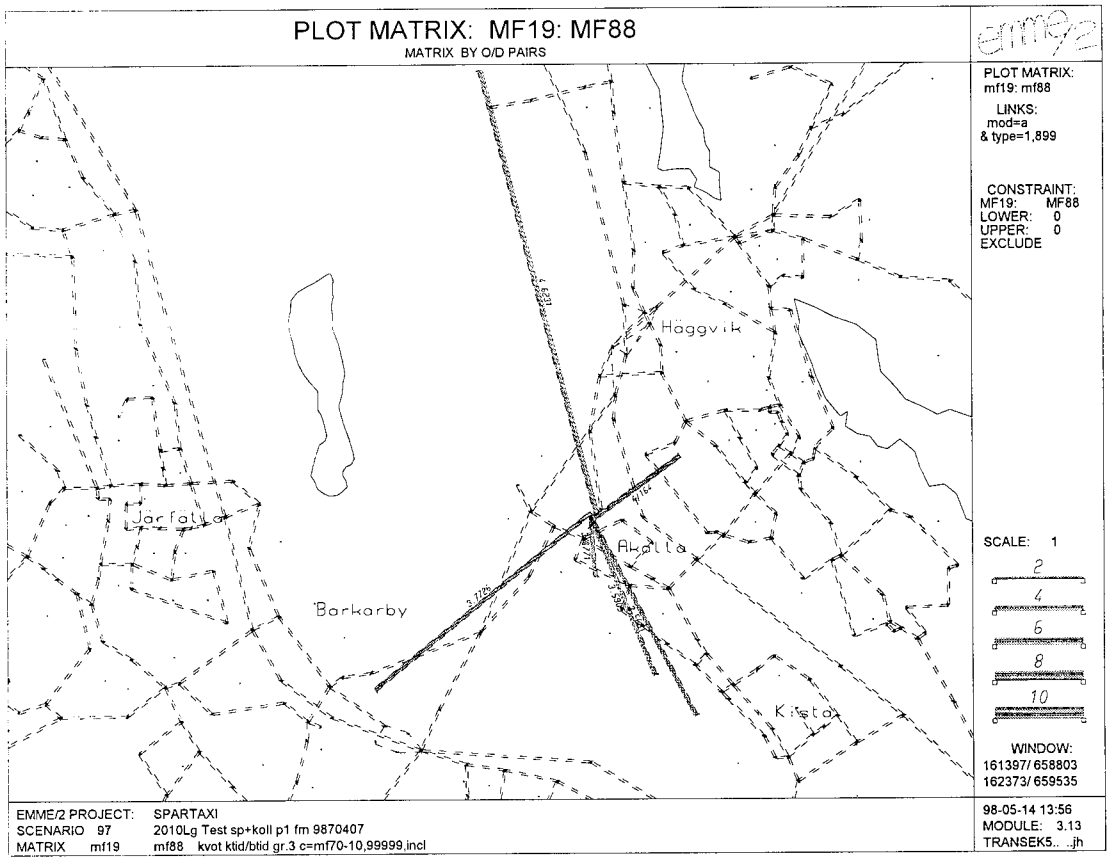
Kriterium 2 - resrelationer med högre restidskvot mellan kollektivrestid och bilrestid än 3, samt minimimängd resor

Ett enkelt och bra mått på graden av konkurrensförmåga mellan kollektiva färdmedel och bil är *restidskvoten*.

Under lågtrafiktid är den genomsnittliga viktade restiden med kollektiva färdmedel 3,5 gånger högre än för bil i Stockholms län. Spridningen är också mycket stor - det finns områdesrelationer där (den viktade) kollektivrestiden är mer än 10 gånger så lång. Begränsas jämförelsen till sådan resrelationer, där det finns minst 5 resenärer i relationen, krymper spridningen dramatiskt (och varierar mellan 0 och 4 gånger), vilket visar att kollektivtrafiken i hög grad är efterfrågeanpassad.

Om gränsen sätts till 3 gånger längre kollektivrestid och mer än 10 kollektivresenärer under lågtrafiktid framträder i första hand:
- Akalla - Järfälla
- Akalla - V. Viby
- Akalla - V. Tureberg
- Akalla - Kista bostadsområde.

Figur 4: Områdesrelationer med en restidskvot mellan kollektivt och bil som är större än 3 och med mer än 10 resenärer i lågtrafik - stråket omkring Akalla



Slutsats

Ett tvärgående stråk mellan Järfälla - Norra Järvafältet och Sollentuna framstår som särskilt intressant med hänsyn till att förhållandet mellan kollektivrestiden och bilrestiden är särskilt ogynnsam för kollektivtrafiken i detta stråk i utgångsläget.

Kriterium 3 - resrelationer jämn belastning över dygnet, samt minimimängd resor

Antalet maxtimresor definieras som antalet bil och kollektivtrafikresor under en genomsnittlig förmiddagstimme. Antalet lågtrafikresor definieras som antalet bil och kollektivtrafikresor under en genomsnittlig timme utanför morgonens och eftermiddagens maxtimmar. För scenariot 2010 låg beräknas *andelen* lågtrafikresor som kvoten mellan antalet låg- och högtrafikresor med bil och kollektiva färdsätt.

I scenariot med spårtaxi i hela Stockholmsregionen år 2010 har antalet kollektivtrafikresor ökat kraftigt, speciellt i lågtrafiktid (med 41 %) och mera måttligt under morgonens förmiddagstimme (med 21 %). Härigenom kommer andelen lågtrafikresor att i genomsnitt uppgå till 1,29, vilket innebär att lågtrafikbelastningen blir t.o.m. något högre än under högtrafiktid[41].

Vilka områden kan vara lämpliga för spårtaxi?

Ett kriterium kan vara att närmare studera områdespar med en jämn trafikbelastning över dygnet, d.v.s. sådana områdespar som uppvisar en hög andel lågtrafikresor. Områdespar med minst lika många lågtrafikresor som högtrafikresor, samt med minst 15 bil- eller kollektivtrafikresenärer under högtrafiktid, visas på kartorna nedan:

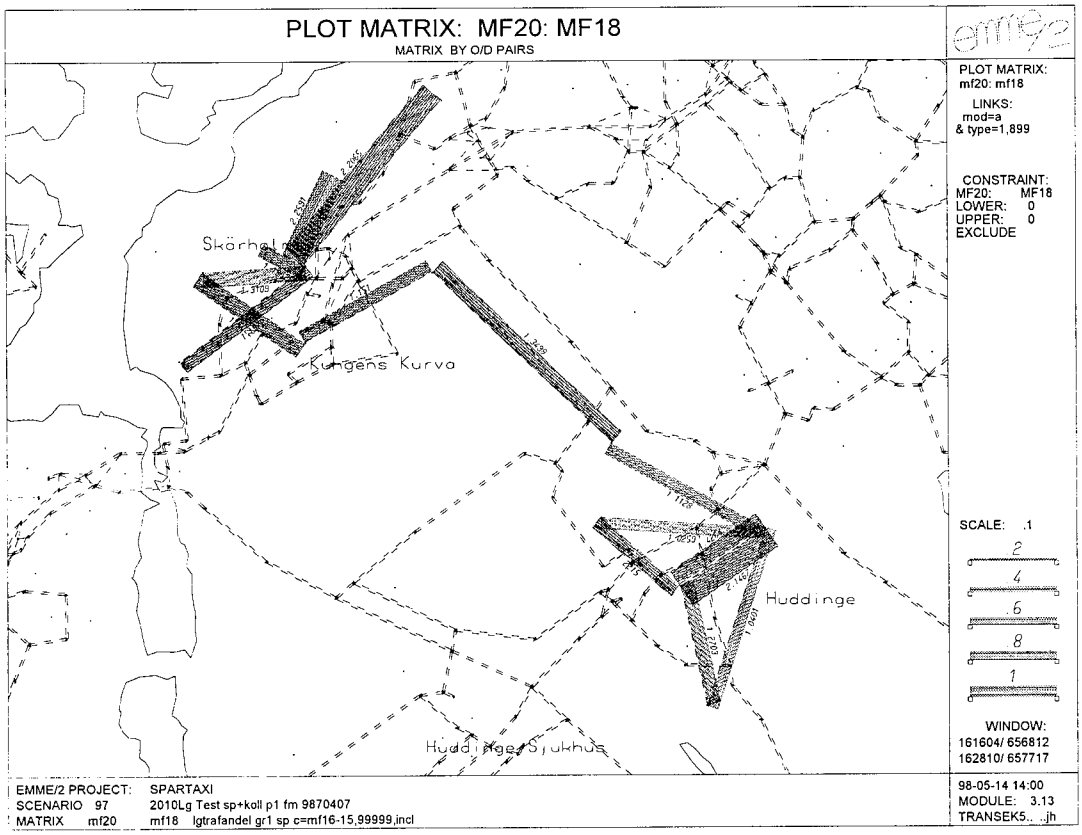
Kommentarer:

Flera regionala centra faller ut som relevanta med detta kriterium. Särskilt märks sådana områden som:

- Sigtuna - Arlanda
- Åkersberga
- Stockholms innerstad
- Tyresö
- Handen Centrum - Brandbergen
- Södertälje C
- stråket mellan Skärholmen - Kungens kurva - Vårberg - Segeltorp - Snättringe - Stuvsta - Huddinge C och Fullersta

[41] Obs! Detta genomsnitt är oviktat, d.v.s. det tar ingen hänsyn till antalet resenärer i respektive resrelation.

Figur 5: Områdesrelationer med en jämn trafikbelastning över dygnet och med mer än 15 resenärer bil + kollektivt i högtrafiktid - stråket omkring Skärholmen - Kungens Kurva



Slutsats

Områden och stråk som kännetecknas av en jämn trafikbelastning (för såväl bil- som för kollektivtrafiken) är i första hand Stockholms innerstad samt övriga regionala kommuncentra, med flera resärenden än enbart bostads- arbetsresor.

- Ett stråk som särskilt framträder med hänsyn till dess jämna trafikbelastning över dygnet är stråket mellan Skärholmen - Kungens kurva - Vårberg - Segeltorp - Snättringe -Stuvsta - Huddinge C och Fullersta

Kriterium 4 - Resrelationer med hög trafikbelastning med ett heltäckande spårtaxinät

Med ett heltäckande spårtaxinät i Stockholmsregionen har vi simulerat resmängder år 2010 för tre tidsperioder, förmiddagens maxtimme, eftermiddagens maxtimme och övrig tid. För enkelhets skull har vi (teoretiskt) antagit att samtliga kollektiva färdsätt har spårtaxisystemets restidsegenskaper, d.v.s. 35 km/tim i medelhastighet och 3 minuters väntetid.

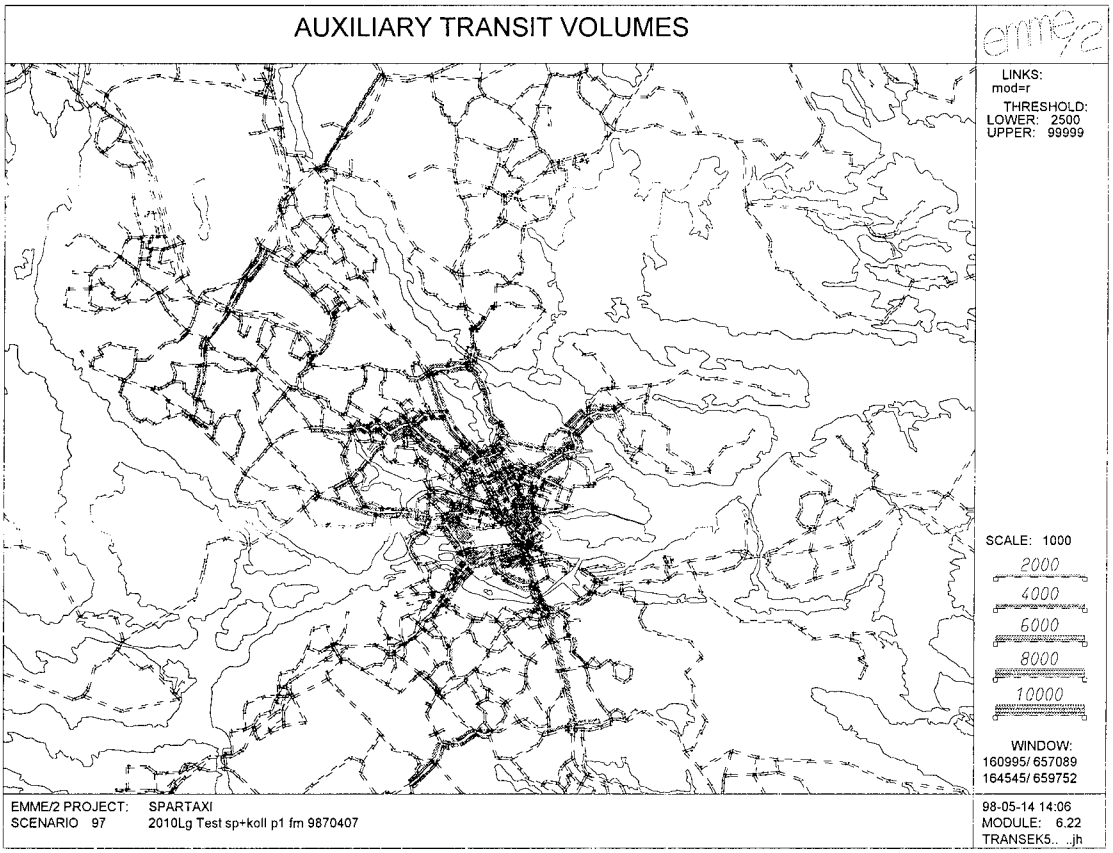
Alla befintliga kollektivtrafiklinjer har bibehållits; därjämte har snabbspårvägen inkluderats, i en längre sträckning än den idag beslutade, nämligen:

- Slussen - Gullmarsplan - Liljeholmen - Alvik - Solna C - tunnel under Brunnsviken till Universitetet

Vid nätutläggningen på kortaste väg (val av optimal strategi för kollektivtrafiken) konkurrerar således spårtaxisystemet med buss, tunnelbana, pendeltåg och övrig järnväg. Spårtaxifordonen antas kunna gå på vägnätet (av beräkningstekniska skäl).

På nedanstående kartor visas endast de flöden som väljer att färdas via spårtaxinätet; övriga (här ej redovisade) kollektivtrafikflöden utnyttjar och föredrar det radiella spårnätet.

Figur 6: Extremt högbelastade spårtaxilänkar - Innerstaden - Solna - Sundbyberg och områdena runt Brunnsviken



I innerstaden uppmäts länkflöden på ca 4.000 - 6.000 resenärer per maxtimme i båda riktningarna.

De spårtaxilänkar som får den allra högsta belastningen (med mer än 5.000 spårtaxiresenärer per riktning och max 3 timmar) är:

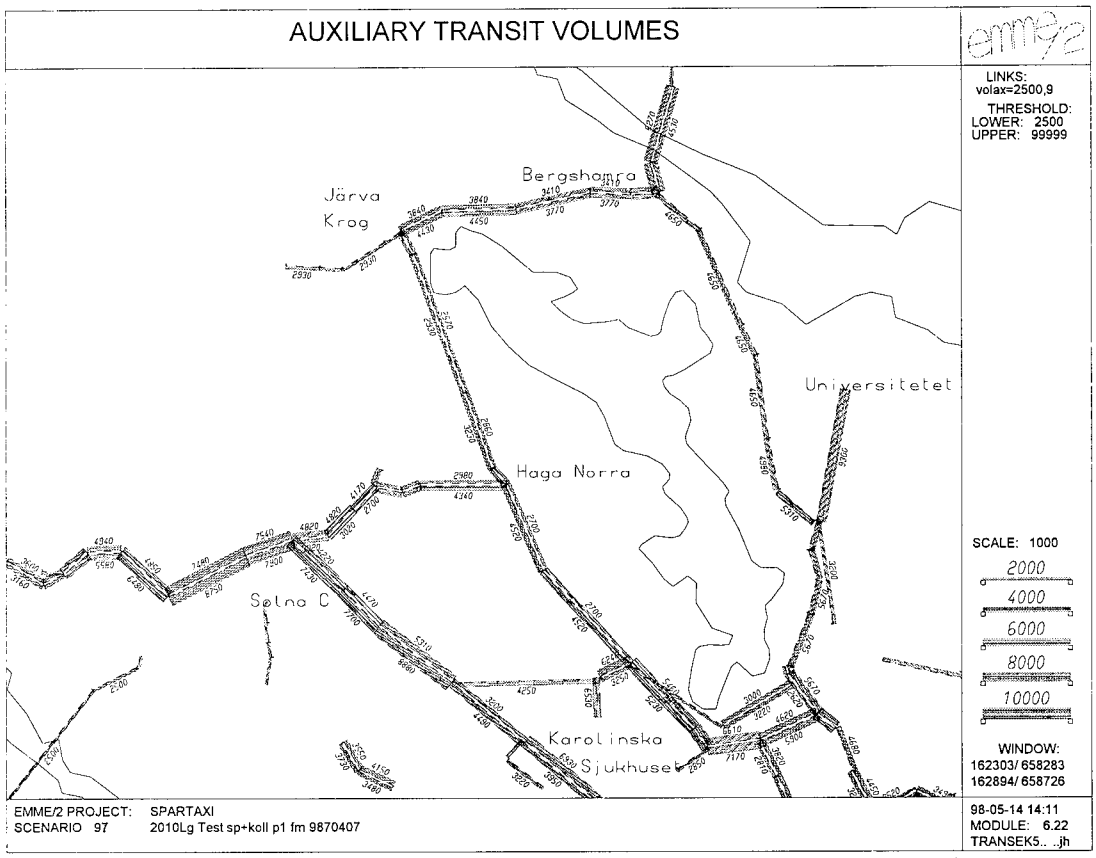
- centrala nord-sydliga stråk genom innerstaden
  - Nynäsvägen
  - Nord-syd-axeln genom stan
- Området runt Norrtull - Roslagstull
- Värtan/Lidingövägen mot City
- Liljeholmsinfarten - Hornsgatan resp. Västerbron

Solnavägen via Karolinska mot Solna C

De länkflöden som tillkommer vid gränsen 2.500 passagerare per riktning och max 3 timmar under förmiddagen är i huvudsak koncentrerade till det nordvästra inre området runt Brunnsviken, samt Solna - Sundbyberg. Områden som här framträder är framförallt:

- Universitetet
- Inverness - Bergshamra
- Stråket Solnavägen - Karolinska - Solna Centrum - Frösundaleden - mot Sundbyberg

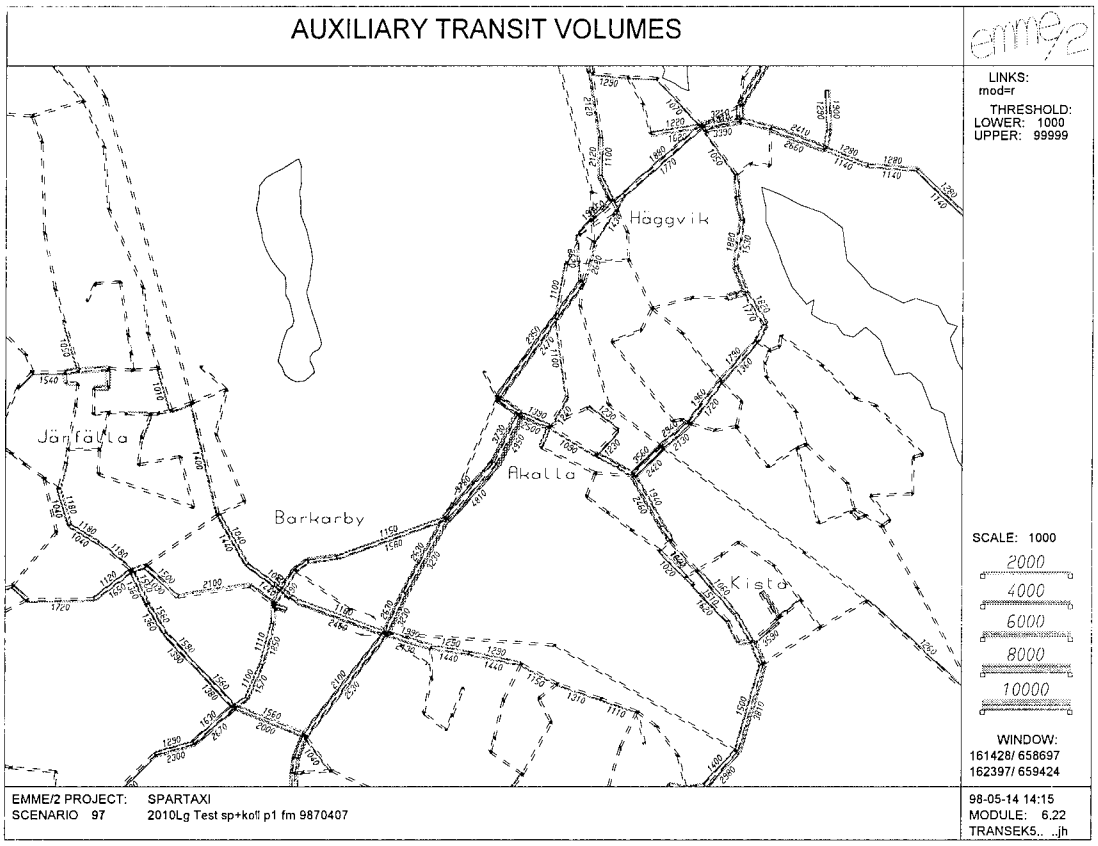
Figur 7: Högbelastade spårtaxilänkar runt Brunnsviken, Solna - Sundbyberg



Typiska länkflöden uppgår i detta halvcentrala band till mellan 2.000 och 6.000 resenärer per maxtimme i båda riktningar, vilket är mycket höga flöden, fullt jämförbara med dem i innerstaden. I detta stråk är redan idag biltrafiken tät, och ett delregionalt - lokalt spårtaxinät i denna del av regionen, borde kunna avlasta biltrafiken väsentligt, underlätta tvärresandet och förkorta restiderna med den traditionella kollektivtrafiken.

När belastningskravet sänks till minst 1.000 resenärer per max 3 timmar, uppträder nästföljande **stråk mellan Jakobsberg - Kista - Akalla - Häggvik**, med typiska belastningar i storleksordningen ca 2.000 resenärer per maxtimme i båda riktningar.

Figur 8: *Högbelastade spårtaxilänkar i stråket Järfälla - Kista - Häggvik*



Ett spårtaxinät som binder samman de större bostads- och arbetsplatsområdena på det centrala Järvafältet från Järfälla - via Kista/Akalla upp till E4:an vid Häggvik, skulle knyta ihop pendeltåg, tunnelbana och de båda europavägarna och väsentligt förbättra möjligheterna till tvärresandet som nu nästan helt sker med bil.

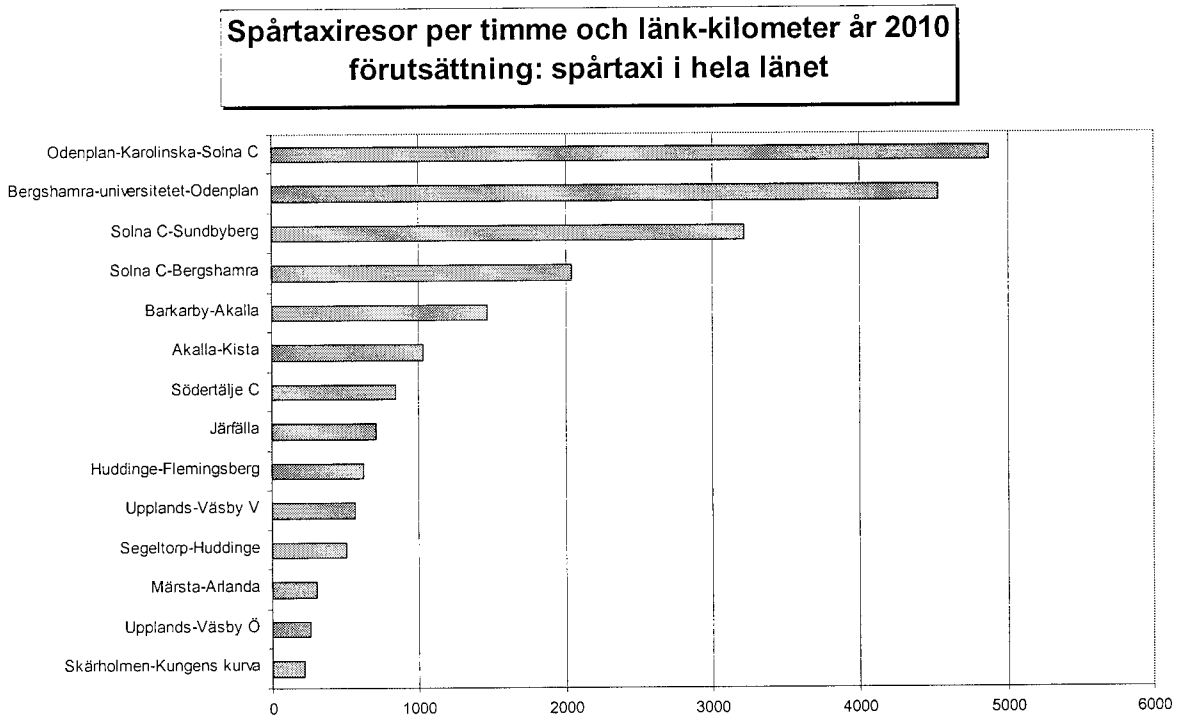
Vid nivån *500 resenärer* per max 3 timmar framträder även **stråket Sigtuna - Arlanda**, med en belastning på ca 1.000 till 1.500 resenärer per maxtimme i båda riktningar. Stråket bildar dock snarare ett linjärt stråk än ett nätverk, varför det borde kunna tillgodoses med en högklassig expressbusslinje eller skyttel med hög turtäthet dygnet runt.

Även **de centrala delarna av Upplands-Väsby** uppvisar måttliga nivåer på efterfrågan vid ett heltäckande spårtaxinät. Belastningen beräknas uppgå till mellan 350 och 1.000 resenärer per maxtimme i båda riktningar, vilket är betydligt lägre än i regionens mer centrala delar. Underlaget kan ändå vara intressant och relevant för spårtaxi.

I det halvcentrala bandet i sydväst, **mellan Skärholmen - Kungens kurva - Huddinge C- och Huddinge Sjukhus** blir belastningen av samma storleksordning, ca 350 till 1.000 resenärer per maxtimme i båda riktningar.

Kriterium 5 - resrelationer med många spårtaxiresenärer per kilometer

Ett 14-tal möjliga stråk har valt ut med speciell avsikt att analysera vilka stråk som kan tänkas få en särskilt hög efterfrågan på spårtaxiresor per kilometer bana. Ett sådant mått kan vara en bra indikator på *lönsamheten* eftersom resmängderna i stora drag avspeglar restidsvinsternas storlek, och banlängden återspeglar investerings- och driftskostnaden.



OBS! Diagrammet skall inte tolkas bokstavligt, eftersom resornas täthet (spårtaxiresor per maxtimme och bankilometer) här ovan förutsätter spårtaxi över hela länet. Om spårtaxi introduceras i endast *ett* av dessa områden, blir efterfrågan lägre än vad som hör anges.

Det område som uppvisar den högsta belastningen för spårtaxi – ett individuellt högklassigt kollektivtrafiksystem – är **stråket Odenplan – Karolinska Institutet/-Sjukhuset – Solna Centrum**, med närmare 5.000 resor per maxtimme och kilometer.

Ytterligare tre stråk får mer än 2.000 resor per mest belastad timme och kilometer:

- Bergshamra – Universitet – Odenplan
- Solna Centrum – Sundbyberg
- Solna Centrum – Bergshamra

Stråk med 1.000 – 2.000 resor/timme och km är:
- Barkarby – Akalla
- Akalla – Kista

Även de övriga stråken kan vara av intresse, även om efterfrågan här är något mindre accentuerad:
- Södertälje C
- Järfälla
- Huddinge – Flemingsberg
- Upplands-Väsby V
- Skärholmen – Kungens kurva

De ovan redovisade mängderna bör tolka smed viss försiktighet. Lokala utbyggnadsplaner med en kraftfull exploatering kan tämligen raskt ändra förutsättningarna för denna typ av kalkyler.

Områden med stor marknadspotential och hög täthet

En analys av potentialen för bättre kollektivtrafik - t.ex. i form av spårtaxi - bör lämpligen ta sin utgångspunkt i kollektivtrafikens specifika villkor:

- "Kollektiva" transporter av många människor vid en viss tidpunkt från start till mål, d.v.s. resrelationer med många samtidiga förflyttningsönskemål

- Detta kräver i sin tur en viss grad av bebyggelsemässig täthet

- Kollektivtrafikens främsta marknadspotential måste av dessa lätt insedda skäl främst sökas i sådan områden eller resrelationer, där många resenärer har ett resbehov som kan samordnas i tid och rum.

I detta kapitel illustreras Stockholmsregionens socio-ekonomiska struktur utifrån detta perspektiv på "kollektiv täthet". Som utgångspunkt har Stockholmsregionens områdesdatabas för åren 1992 - 1995/96 använts[42]. Områdesdatabasen omfattar ca 1.400 områden i Stockholms län. För flertalet faktorer som här analyseras, föreligger inte alltid data för samtliga områden. Vissa områden saknar bofast befolkning (rena arbetsområden), vissa renodlade bostadsområden saknar arbetsplaster o.s.v. I regel är det dock dryg ca 1.100 basområden med fullständiga uppgifter.

Som "täthetsmått" har vi valt att redovisa en rangordning av de 100 basområden med den högsta frekvensen av en faktor; d.v.s. de knappt 10 % tätaste områdena. Följande indikatorer har prövats:

Mängdkriterier:

- Boende personer i yrkesverksam ålder (16-74 år) år 1995
- Förvärvsarbetande nattbefolkning år 1995
- Förvärvsarbetande dagbefolkning år 1995
- Summa förvärvsarbetande natt- och dagbefolkning år 1995
- Inkomstpotential år 1995, definierad som inkomstsumman (sammanräknad förvärvsinkomst) i bostadsområdet
- Inkomst per person i yrkesverksam ålder (16-74 år) år 1995
- Antal fysiskt ägda bilar i trafik år 1995

De första fyra mängdkriterierna är självförklarande - boende och yrkesverksamma utgör den primära kundbasen för kollektivtrafiken.

[42] Data från Områdesdatabasen har välvilligt ställts till vårt förfogande av Stockholms Stads Utrednings- och Statistik Kontor (USK), med bistånd från RTK och Inregia AB.

Inkomstsumman i ett område är en indikator dels på antalet inkomsttagare, dels på deras ekonomiska välfärd. Personer med högre inkomster har i regel också en högre allmän aktivitetsnivå och reser mera. Måttet mäter således en allmänt hög mobilitet. Det mäter även trafikanternas samlade betalningsvilja för snabba och bekväma förflyttningar.

Antalet fysiskt ägda bilar i ett område mäter också en kombination av många boende och många bilar per person. Indikatorn är tänkt att återspegla en potential för att marknadsanpassa kollektivtrafiken, genom att individer med tillgång till bil har en reell valmöjlighet att välja antingen bil eller kollektiva färdsätt för sina resor, men även återspegla trängsel i trafiknätet och samhällsbehovet av att dämpa denna trängsel. Bilinnehavet säger dock inte allt om möjligheterna att disponera bilen för en viss resa.

Täthetskriterier:

- Boende personer i yrkesverksam ålder (16-74 år) per 1000 m^2 år 1995
- Förvärvsarbetande nattbefolkning per 1000 m^2 år 1995
- Förvärvsarbetande dagbefolkning per 1000 m^2 år 1995
- Summa förvärvsarbetande natt- och dagbefolkning per 1000 m^2 år 1995
- Inkomstsumma per 1000 m^2 år 1995
- Antal fysiskt ägda bilar i trafik per 1000 m^2 år 1995

Robusta områden med flera mängdegenskaper

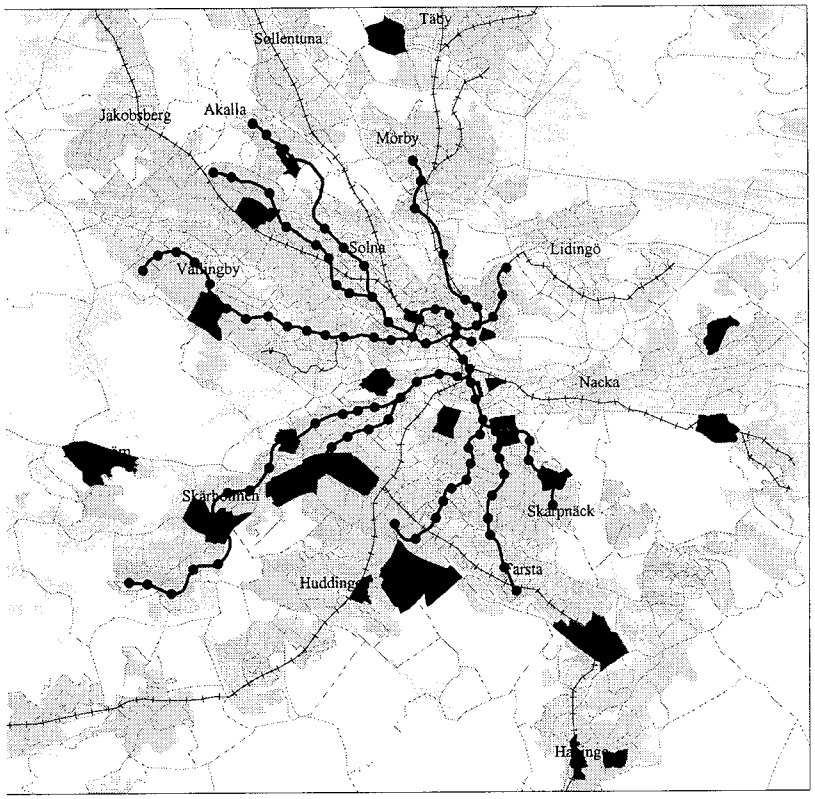
Vi har selekterat områden, som kan tänkas vara intressanta att trafikförsörja med nya former av kollektivtrafik med utgångspunkt från ett flertal mängdkriterier. I en syntes av flera indikatorer, har vi prövat att välja ut tre mängdegenskaper, som samtidigt bör vara uppfyllda:

- området ska ha många invånare i yrkesverksam ålder
- området ska ha stor antal förvärvsarbetande natt- och dagbefolkning
- området ska ha många bilar i trafik.

För vart och ett av dessa tre mängdkriterier har vi i en första omgång valt de 100 områden som har högst frekvens av boende, arbetsplatser respektive antal bilar. Därefter har de områden som samtidigt uppfyller alla dessa fyra kriterier valts ut.

Det blir 29 områden som uppfyller dessa villkor. Dessa basområden visas på kartan och i tabellen nedan:

Karta 1: *De 29 robusta basområden som uppfyller tre olika mängdkriterier*



Vi har även prövat att tillföra ett fjärde kriterium:

- området ska ha en hög inkomstpotential.

Detta ändrar inte på något sätt urvalet av de 29 basområdena. Samma områden faller ut som med enbart de tre ovan redovisade kriterierna.

Robusta områden med flera täthetsegenskaper

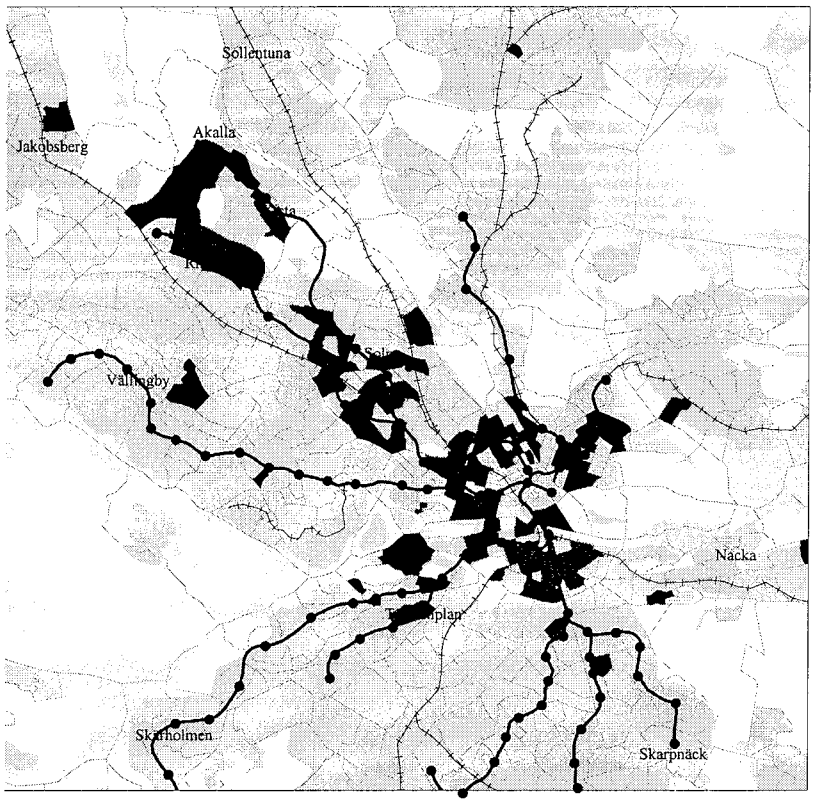
Ett annat kriterium för att identifiera områden som kan vara intressant för utvecklad kollektivtrafik är att göra en syntes av flera täthetsegenskaper. Vi har valt följande täthetskriterier:

- området ska ha många invånare i yrkesverksam ålder *per ytenhet*
- området ska ha stor antal förvärvsarbetande natt- och dagbefolkning *per ytenhet*
- området ska ha många bilar i trafik *per ytenhet.*

För respektive täthetskriterium har vi valt de 200 områdena som uppvisar den högsta tätheten. Bland alla dessa områden har vi i ett andra steg valt de områden som samtidigt uppfyller alla dessa tre kriterier.

125 områden uppfyller dessa villkor och de visas på kartan nedan och i tabellen nedan:

Karta 2: *De 125 robusta basområden som uppfyller tre olika täthetskriterier*



I stort sett hela Stockholms innerstad uppfyller dessa tre täthetskriterier. De områden som ligger utanför innerstaden och som är "täta" är framförallt belägna i det nordvästra inre förortsområdet:

- Stora delar av Solna stad med Huvudsta, Albygård, Albydal, Rudtorp, Hanneberg, fotbollsstadion, Norra Hagalund, Södra Vasalund och Södra Järva.
- Stora delar av Sundbyberg med Lilla Alby, Sundbybergs Centrum, Storskogen, Starrbäcksgatan, Lötsjö och Hallonbergen
- Stora delar av Järvafältet med Tensta, Rinkeby samt Kista, Husby och Akalla
- Beckomberg
- Jakobsbergs Centrum och Södra Nibble
- Näsbydal.

I Söderort återfinns en tät stadsbygd enligt de fyra kriterierna i den inre sydvästra regiondelen med: Gröndal, Hägersten, Örnsberg, Telefonplan, Gullmarsplan och Dalen.

I de södra regiondelarna utkristalliserar sig ett fåtal områden, som Västra Ektorp i Nacka, Granängsringen i Tyresö, centrala Botkyrka samt centrala Södertälje.

Vi har även prövat att tillföra ett fjärde kriterium:

- området ska ha en hög inkomstpotential *per ytenhet.*

Även i detta fall, kommer samma 125 basområden att väljas ut. Inkomstpotentialen per ytenhet tillför således inga nya områden, förutom de som redan har valts ut.

Marknadsmässiga gynnsamma områden och kommunalt intressanta områden

I tablån nedan jämförs marknadsmässigt intressanta områden med trafikpolitiskt intressanta områden, varvid graden av överensstämmelse framträder:

Marknadsmässigt intressanta områden/stråk för spårtaxi	**Kommunalt intressanta Områden/stråk för spårtaxi**	
JA	**JA**	**Överensstämmer med marknadsmässigt intressanta områden**
Handen C	Haninge kommun-Haninge C	Ja
Järfälla-Kista-Akalla-Häggvik	Barkarby/Sydöstra Järfälla	Ja
Karolinska sjh-Solna-Sundbyberg	Solna	Ja
Sigtuna - Arlanda - Märsta	Märsta-Arlanda	Ja
Skärholmen-Kungens kurva-Huddinge C-Huddinge sjh	Kungens Kurva/Skärholmen; Flemingsberg	Ja
Södertälje	Södertälje Syd/Tveta	Ja
Upplands-Väsby	Upplands-Väsby	Ja
Kvarnholmen, Nacka[43]	Kvarnholmen, Nacka	Nej
Stockholms innerstad - tvärförb.		Nej
Universitetet – innerstaden		Nej

Flertalet områden sammanfaller, vilket är en stor fördel. De sju förstnämnda områdena är således *både* trafikpolitiskt och marknadsmässigt intressanta områden för spårtaxi.

[43] Kvarnholmen i Nacka kan tänkas bli ett marknadsmässigt intressant område, med hänsyn till ny, planerad markanvändning; området har dock inte kommit med i de kriterieanalyser som redovisas i bilaga 3, beroende på att markanvändningsuppgifterna enl. regionplanen inte förefaller att vara aktuella i förhållande till kommunens nu aktuella planer.

Sammanvägda bedömningar - förslag till fallstudieområde

På basis av den genomförda marknadsanalysen framträder ett begränsat antal områden och områdesrelationer som särskilt intressanta ur marknadssynpunkt när det gäller potentialen till förbättrad kollektivtrafik i allmänhet och till spårtaxi i synnerhet. Dessa områden kan grupperas med hänsyn till att nivån på efterfrågan på spårtaxiresor visar sig variera högst väsentligt:

Nivå	Efterfrågan på spårtaxi – länkflöde/maxtim	Stråk/område
1	4.000 –6.000 resenärer	• Stockholms innerstad - KTH - Universitetet
1	2.000 – 6.000 resenärer	• Stråket Karolinska sjukhuset - Solna – Sundbyberg
3	1.000 – 2.500 resenärer	• Stråket Järfälla - Kista/Akalla - Häggvik/Sollentuna C
4	350 – 1.000 resenärer	• Stråket Sigtuna - Arlanda - Märsta • Upplands-Väsby - lokala förbindelser • Stråket Skärholmen - Kungens kurva - Huddinge C - Huddinge sjukhus/Flemingsberg • Flemingsberg - lokala förbindelser • Södertälje C - lokala förbindelser

Nivå 1 - Stockholms innerstad - KTH - Universitetet framträder som det marknadsmässigt mest intressanta området med stora resmängder och ett spritt resande. En högbana i innerstadens känsliga stadsmiljö skulle dock medföra oacceptabla visuella intrång. En spårtaxibana som förbinder KTH och Universitetet skulle dessutom vara svår att genomföra på grund av de restriktioner som nationalstadsparken ger. Spårtaxi i Stockholms innerstad - KTH - Universitetet kan inte betraktas som ett genomförbart alternativ på grund av intrångsfrågorna.

Nivå 2 - Stråket Karolinska sjukhuset - Solna - Sundbyberg är det därnäst mest belastade området som uppvisar en hög restidskänslighet och som beräknas få många nya kollektivtrafikresor av ungefär samma storleksordning som vissa innerstadsrelationer. För att ett spårtaxinät ska erhålla full marknadsmässig potential behöver det knytas till vissa punkter i innerstaden, vilket kan vara en komplikation.

Med nuvarande trafikpolitiska inriktningsbeslut ska snabbspårvägen byggas ut från Alvik via Solna till Universitetet. Snabbspårvägen och spårtaxi kan i viss utsträckning konkurrera om resenärerna. Under förutsättning att nuvarande inriktningsbeslut omprövas är Solna mycket intressant för spårtaxi, däremot är en spårtaxilösning mer tveksam om snabbspårvägen byggs.

Nivå 3 - Stråket Järfälla - Kista/Akalla - Häggvik/Sollentuna C förefaller därför att vara det härnäst mest intressanta med hänsyn dels till dess marknadspotential, dels till det kommunalpolitiska intresset. Stråket utgör ett "robust" område med hög täthet vad avser befolkning, arbetsplatser och bilinnehav per ytenhet. Med spårtaxi erhåller stråket en väsentlig efterfrågeökning av kollektivtrafikresandet.

Kista arbetsområde uppvisar en hög restidskänslighet och Akalla en hög restidskvot kollektivt/bil. Regionplane- och trafikkontorets studie Spår efter Dennis (PM Nr 29, 1996) påvisar att stråket är ett av de mest intressanta för en utvecklad kollektivtrafik avseende potentialen att vinna nya resenärer till kollektivtrafiken.

Tvärresandet med kollektiva förbindelser är idag inte särskilt väl utvecklat:

> **"Järfällas kollektivtrafik ifrågasätts:**
>
> För att allt ska fungera ordentligt i en kommun är kollektivtrafiken a och o.
>
> I Järfälla finns ett väl utbyggt bussnät coh pendeltåget når ända fram till Barkarby station. Något som däremot har väckt kritik hos många av de företag som ligger nere vid Barkarbyfältet, är de dåliga förbindelserna med de kringliggande kommunerna, och då framförallt med Sollentuna.
>
> Hans-Erik Lundström, som jobbar på Pacesetter i Veddesta, är besviken:
>
> - Tvärförbindelserna är dåliga. Bussarna från Sollentuna stannar en kilometer härifrån och det är ju inte så kul att behöva gå den sträckan varje morgon. Det är mycket besvärande för oss och jämfört med Solna, där vi låg förut, är kollektivtrafiken klart sämre.
>
> I Veddesta, som ligger i anslutning till Barkarbyfältet, jobbar flera tusen människor och det kan tyckas lite konstigt att det inte går någon buss dit från grannkommunen.
>
> Henrik Ångström på SL tycker dock att kritiken är obefogad:
>
> - Det finns bussar från Sollentuna som passerar precis utanför deras dörr, så jag vet inte riktigt vad de talar om. Sedan finns det många bussar som går från Barkarby station ner till området i fråga. Det man möjligen kan klaga på är att bussarna inte går tillräckligt ofta och att de kör vissa omvägar.
>
> Tidigare fanns planer på att bygga ut tunnelbanan till Barkarby, men då Dennispaketet mer eller mindre gått i stå, är ännu inget bestämt. Vad gäller busstrafiken finns det just nu inga planer på att bygga ut nätet."
>
> (citat ur Stockholms Näringsliv, Nr 1 1998)

Förteckningar över KFBs olika publikationsserier, bl a

- Rapporter
- Meddelanden
- KFB-Information
- Publikationer inom KFBs bio- och elprogram

kan erhållas från KFB.

KFB, KommunikationsForskningsBeredningen är en statlig myndighet som planerar, initierar, samordnar och stödjer övergripande forskning, utveckling och demonstrationsverksamhet (FUD). KFBs verksamhet omfattar transporter, trafik, post- och telekommunikation samt kommunikationernas betydelse för miljön, trafiksäkerheten och den regionala utvecklingen.

KFB svarar också för information och dokumentation inom forskningsområdet.

Adress: Box 5706, 114 87 Stockholm (Linnégatan 2)
Telefon: 08-459 17 00, **Fax:** 08-662 66 09
Hemsida på Internet: www.kfb.se
E-post: kfb@kfb.se

KFB
KOMMUNIKATIONS
FORSKNINGS
BEREDNINGEN