



K2 WORKING PAPER 2022:1

Ny spårväg i Lund

Effekter för resenärer och transportsystem

Ulrik Berggren



Datum: januari 2022
ISBN: 978-91-89407-06-0
Tryck: Media-Tryck, Lund

De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis K2:s uppfattning.

K2 WORKING PAPER 2022:1

Ny spårväg i Lund

Effekter för resenärer och transportsystem

Ulrik Berggren

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning.....	4
1. Inledning	5
1.1. Bakgrund och syfte med studien	5
1.1.1. Lunds spårväg	5
1.1.2. Tidigare studier	5
1.2. Kvantitativ modellering av beteende	7
1.2.1. Teoretiska utgångspunkter	7
1.2.2. Avvägningar och preferenser	8
1.2.3. Studier av spårfaktorn	8
2. Metod och data	10
2.1. Resor och resenärer i undersökningen	10
2.2. Kollektivtrafikutbud	12
2.3. Modellering.....	14
3. Resultat	16
3.1. Modellskattningar – preferenser	16
3.1.1. Restidskomponenter.....	16
3.1.2. Anslutningsavstånd	21
3.2. Metoddiskussion - utvärdering av alternativgenerering	22
4. Resultatdiskussion	24
4.1. Likheter och skillnader mot tidigare studier	24
4.2. Finns spårfaktorn?.....	24
5. Slutsatser och rekommendationer kring framtiden	26
6. Referenser.....	27

Förord

Den nya spårvägen mellan Lunds centralstation och Brunnshög som öppnade under hösten 2020 innebar en stor förändring för staden, inte minst för resenärerna i stadens kollektivtrafik. I föreliggande rapport presenteras en analys av resdata insamlade av deltagare i en undersökning som nyttjade den mobiltelefonbaserade applikationen TravelVU vid tre tillfällen under perioden 2016 till 2021. Syftet med studien har varit att undersöka resenärers särskilda preferenser kopplade till färdmedlet spårvagn. Projektet har genomförts tack vare ett beviljat stöd från K2 under hösten 2020. Covid-19-pandemin innebar att den sista empiriska delen av studien fick skjutas fram till september och oktober 2021.

Jag som projektledare och initiativtagare står i stor tacksamhetsskuld till samtliga som deltog och hjälpte mig genom projektet. För den teoretiska och praktiska assistansen med att definiera och generera ruttalternativ har Thomas Kjær Rasmussen vid Danmarks tekniska universitet utfört en ovärderlig insats. För rekrytering av undersökningsdeltagare vill jag tacka Kristen Kohler vid Trivector samt ansvariga för examensreseföreningarna vid V-programmet för 2021 och 2022. Tack även Leif Linse vid Trivector för att du alltid är beredd att svara på tekniska frågor kring appen och resultaten från undersökningarna. Tack också till Ramböll för lån av VISUM-licens i projektets slutskede. Slutligen en stor eloge till mina före detta handledare under min doktorandtid – Helena Svensson för ovärderligt stöd under ansökningsprocessen och Karin Brundell-Freij för hjälp att bringa reda i, och optimera modellramverket till, de erhållna resultaten.

Malmö, januari 2022

Ulrik Berggren

Projektledare

Sammanfattning

Mätning och analys av resenärers preferenser i förhållande till olika kollektiva färdmedel har historiskt baserats antingen på traditionella resdagböcker eller värderingsstudier baserade på respondenternas uppgivna preferenser. Föreliggande studie av kollektivtrafikresenärers preferenser av kollektivtrafik, där färdmedlet spårvagn ingår i utbudet, har möjliggjorts tack vare en metod som samlar in detaljerad data för hela resan, från aktivitet till aktivitet. Metoden, där deltagare rekryterade i kollektivtrafiksystemet låter en mobiltelefonbaserad applikation spåra och registrera förflyttningar och akviter under ett flertal dagar i följd, har använts för att, tillsammans med data över planerad och verkligt utförd kollektivtrafik samt möjliga anslutningsfärdmedel, skatta preferenser för samtliga kvantitativt mätbara aspekter av en kollektivtrafikresa. De erhållna preferenserna beaktar således inte bara åktiden i kollektivtrafikfordon utan även turtätheter för olika kollektivtrafikalternativ, anslutningsresor till och från dessa, hur geografiskt överlappande alternativ påverkar preferenserna samt hur byten vid olika typer av bytespunkter kan interagera med färdmedelspreferenser.

Den empiriska kontexten för studien har varit Lund där introduktionen av spårväg hösten 2020 möjliggjorde en studie av såväl de direkta preferenserna som de relativa, i detta fall definierade som de marginella substitutionskvoterna för åktid i spårvagn i förhållande till buss. 80 undersökningsdeltagares 988 kollektivtrafikresor registrerade hösten 2021 jämfördes och adderades till totalt 3 831 resor registrerade av 279 deltagare i tidigare undersökningsomgångar 2016 och 2017.

För skattning av preferenser nyttjades ett modelltekniskt ramverk baserad på diskret valteori, där varje alternativ som kunde bedömas som möjligt att välja måste fördefinieras inför själva modelskattningen. Detta krävde att varje observerad resa kunde matchas till ett fördefinierat alternativ. 3 498 observerade resor kunde matchas till fördefinierade kollektivtrafikalternativ medan 1 679 resor kunde matchas till hela ruttalternativ inklusive respektive anslutningssträcka. Bland de matchade resorna ingick 61 resor med spårvagn i Lund.

Resultaten visar att, för Lunds kontext, har spårvagn i sig en hög attraktion uttryckt i en positiv alternativspecifik konstant. Denna kan även uttryckas som att resenärer i Lund är beredda att cykla nästan 300 meter för att nå en förbindelse med spårvagn. Däremot värderas åktiden i spårvagnen mer negativt än i buss och detta medför att spårvagn i Lund främst tycks vara attraktivare än buss för korta ressträckor, medan buss har lägre resmotstånd än spårvagn vid längre resavstånd. En möjlig förklaring till detta är att den direkta konkurrensytan mellan spårvagn och buss i Lund är mycket begränsad, och då till korta avstånd, medan resenärer i övriga fall saknar reella valmöjligheter. Studien visar även på styrkan och konsistensen i den valda empiriska ansatsen och pekar på framtida utvecklingsmöjligheter med passivt insamlade data över resmönster i kollektivtrafiken.

1. Inledning

1.1. Bakgrund och syfte med studien

Det finns sedan många år en diskussion kring värdet av högkvalitativa kollektivtrafikinvesteringar och om huruvida det finns en ”spårfaktor” – en särskild resenärspreferens för spårburna färdmedel – som inte kan förklaras av andra utbudsmått såsom restid och som skulle kunna motivera en högre investeringskostnad. Tidigare forskning kring restidsvärdering och resbeteende (sammanställd fullödig av Kottenhoff och Byström, 2010) och erfarenheter från andra städer (se t ex Bondemark et al, 2016) pekar på att införande av högkvalitativa spårburna kollektivtrafikförbindelser kan ge effekter på berörda resenärers upplevelse och värdering av olika delar av resan (t ex färd i spårfordonet, byten av färdmedel och väntetider) i jämförelse med befintlig situation. Det saknas dock ofta detaljerad data för att beskriva hur resenärers beteende påverkas av den typ av genomgripande förändringar i trafiksystemet som ny spårväg utgör. I och med detta är det ofta svårt att utifrån denna typ av förändringar härleda effekter på värderingar av restidskomponenter (se slutsatser av bl a Anderson et al. (2014) samt Liu et al. (2010)). Syftet med den här studien har således varit att undersöka förekomsten av en särskild resenärsvärdering av spårvagnen som kollektivt färdmedel utifrån detaljerad data från en mobiltelefonbaserad resvaneundersökning.

1.1.1. Lunds spårväg

På luciadagen den 13 december 2020 öppnades Lunds första 5,5 kilometer långa spårvägslinje mellan Centralstationen (Lunds C) och Brunnshög i nordost för allmän trafik. Spårvägen trafikerar nu bland annat delar av den tidigare bussgatan Lundalänken mellan Universitetssjukhuset och Ideon. Bygget av spårvägen innebar en omdragning, eller indragning, av de busslinjer som trafikerade länken och flertalet hållplatser flyttades eller drogs in helt. Samtidigt sänktes den nominella restiden något längs stråket – exempelvis mellan Lunds C och Universitetssjukhuset. Totalt fyra minuter minskade den för hela sträckan Lunds C – ESS.

Fallet Lund är tämligen ovanligt då varken staden, eller regionen, tidigare har erbjudit reguljär spårvagnstrafik, och det har därför valts ut som intressant för att studera effekter på resenärers preferenser med hjälp av en särskilt dedikerad insamling av resvanor. En mobiltelefonbaserad ansats har framgångsrikt tillämpats tidigare (Berggren et al., 2021b) i syfte att skatta preferenser för olika aspekter av kollektivtrafikutbudet i Lund. Detta faktum innebar att denna metod ansågs lämplig även för föreliggande studie som därmed kan betecknas som en utbyggnad av den nämnda studien.

1.1.2. Tidigare studier

För att mäta preferenser kopplade till samtliga reselement utifrån verkliga val krävs att underliggande empiriska resandedata har en grad av noggrannhet och detaljering som är

ovanlig när datan härstammar från sedvanliga resdagböcker (Clifton and Muhs, 2012, Zhao et al., 2019). Framför allt krävs pålitliga uppgifter om varaktighet och avstånd för att kunna koppla preferenser till restider och resavstånd, men sådana saknas ofta eller kan betecknas som opålitliga då de bygger på respondenternas egna uppskattningar utifrån en ”representativ” dag (Allström et al., 2016). Den ökande utmaningen att rekrytera deltagare till omfattande resvaneundersökningar medför också att nya grepp behöver tas för att få en så representativ bild som möjligt av resmönster, och underliggande preferenser, för olika befolkningsgrupper (Trafikanalys, 2016). Vid användning av det traditionellt tillämpade resdagboksinstrumentet innebär behovet av detaljerade uppgifter att respondenten ställs inför en betydande arbetsinsats, vilket gjort att förenklingar och antaganden behövs införas vilka dock kan snedvrیدا underlaget för att beräkna preferenser. Om syftet är att erhålla kollektivtrafikresenärens preferenser av olika alternativ i förhållande till alla möjliga alternativ uppkommer än större svårigheter då det inte är känt huruvida, och i så fall i vilken utsträckning, som respondenten känner till och i så fall väljer bland dessa alternativ, som i vissa fall kan skilja sig åt mycket lite (ett klassiskt exempel är att valet står mellan busslinjer som trafikeras av bussar med olika färger, allt annat lika).

Ett flertal studier har försökt angripa dessa empiriska svårigheter på olika sätt. Anderson et al. (2014) skattade preferenser utifrån den stora danska, webbaserade resvaneundersökningen TU (TrafikUndersøgelsen), vilken innefattar geokodning av alla kollektivtrafiklinjer och hållplatser samt resors start- och målpunkter. Respondenten ombads att ange starttid, startplats, måltid, målpplats, använda färdmedel samt resans syfte för varje förflyttning under föregående dag. På så vis erhöles 2 200 kollektivtrafikresor som kunde ligga till grund för skattning av ruttvalspreferenser, dock med liknande felkällor som i andra resdagböcker. De använde sig av en probabilistisk metod för att generera tidtabeller för att få med variationen av avgångstider och restider i förhållande till publicerad tidtabell. Det har nämligen visat sig att användning av fördefinierade explicita ruttalternativ vid skattningen av ruttvalspreferenser, alltså alternativ baserade på verkliga eller tidtabellslagda kollektivtrafikrutter, ökar resultatens validitet (Fiorenzo-Catalano et al., 2004, Prato, 2009, Hoogendoorn-Lanser et al., 2007, Marra and Corman, 2020). Alternativerna behöver då vara testade så att de uppfyller ett antal kriterier (Rieser-Schüssler et al., 2013), i syfte att på bästa sätt svara mot de alternativ som resenären kan tänkas överväga. Tan (2016) föreslår tre mått för att validera en uppsättning resalternativ utifrån observerade val: Täckningsgrad av observerade resenärstrutter (*passenger path coverage*), täckningsgrad av resenärers resor (*passenger journey coverage*) samt återskapningseffektivitet (*efficient coverage*). Det senare måttet är relaterat till antalet förgenererade ruttalternativ som krävs för att matcha alla observerade rutter. Tan (2016) använde sig av en kombination av detaljerade resdata från kortvalideringar och en adressbaserad resvaneundersökning (1 265 resor), baserad på ”vanliga resor”, för att kunna skatta preferenser för alla reselement. Skattningen inbegrep en metod som antar anslutningsfärdmedel utifrån vilka färdmedel respondenten anger att hen har tillgång till (*s k latent class*).

Skattningsupplägget i föreliggande studie baseras i sin helhet på den som presenteras i Berggren et al. (2021b). Även om det finns få exempel på studier som på motsvarande sätt analyserat preferenser utifrån resdata inhämtade med hjälp av mobiltelefonbaserade undersökningar så finns där några. Thomas et al. (2019) använde data insamlade med

applikationen MoveSmarter för att skatta färdmedelsval utifrån 39 000 resor och Chowdhury et al. (2020) nyttjade samma applikation men knappt 70 000 resor och skattade således preferenser för olika resedestinationer. Den studie som, enligt min kännedom, bäst motsvarar den som använts här är den som genomfördes i Zürichs kollektivtrafiksystem av Marra and Corman (2020). De använde sig av appen ETH-IVT Travel Diary, vilken inte kräver någon som helst interaktion med respondenten, för att samla in resedata vilka sedan, liksom i Berggren et al. (2021b), validerades mot kollektivtrafikfordons verkliga förflyttningar utifrån tidtabells- och realtidsdata. Dock samlades bara begränsad information in om aktiviteter (d v s resans syfte) och anslutningsfärdmedel. Totalt 13 913 resor registrerades med appen och låg senare till grund för deras skattning av preferensparametrar.

1.2. Kvantitativ modellering av beteende

I föreliggande avsnitt presenteras först den underliggande teorin som modellramverket för att skatta preferenser från empiriska data bygger på i beskriven studie. Sedan följer en kort resumé av tidigare forskning kring särskilda preferenser för specifika kollektivtrafikslag, i detta fall spårburna sådana.

1.2.1. Teoretiska utgångspunkter

För att kunna skatta preferenser från empiriska data behöver någon form av matematisk modell tillämpas som kopplar uppmätt beteende till parametervärden, vilka i sin tur kan sägas utgöra preferensmått. Ett vanligt sätt att angripa detta är genom diskret valanalys, vilken bygger på slumpnyttoteorin (*Random Utility Theory*, RUT), utvecklad för transportområdet av McFadden (1973). RUT bygger i sin tur ytterst på neoklassisk nationalekonomisk teori kring nyttomaximering och rationellt handlande (von Neumann & Morgenstern, 1944), men i denna tillämpade form avses inte att varje enskild individ i varje tillfälle handlar rationellt och nyttomaximerande, utan att genomsnittsfallet i det långa loppet kan tolkas på detta sätt, och att det finns rum för slumpvisa avvikelser från detta genomsnitt. Grundläggande är dock att slumpfelet ska ha en definierad fördelning, ofta i form av Gumbel eller extremvärde vilka är anpassade varianter av normalfördelningen. En sådan definierad fördelning av felet möjliggör även skattning av modellparametrar för valsannolikheter genom statistiska *Maximum Likelihood*-metoder (Ben-Akiva och Lerman, 1985).

I grunden adresserar diskreta valmodeller alltså aggregat av individers beteenden, alltså flera handlingar utförda av flera individer. Modeller baserade på slumpnyttoteorin, och då särskilt multinomiala logitmodeller (MNL) har, beroende på deras matematiska och statistiska konsistens och beräkningsmässiga effektivitet, använts flitigt som operationalisering av RUT för att beskriva och förutsäga diskreta val. Trots sina begränsningar har analysramverket visat sig vara praktiskt för att analysera resenärers preferenser utifrån verkligt uppmätt beteende (Berggren et al., 2021b). Över tid har dock de grundläggande postulaten och därmed den ursprungliga MNL-ansatsen, behövt modifieras på olika sätt, exempelvis kring fördelningen av modellfelet och kring korrelationen mellan ingående modellparametrar. Olika anpassningar av den

grundläggande MNL-modellen har således utvecklats för att kunna öka modelltypens flexibilitet, främst för att kunna mildra det strikta kravet i grundläggande RUT om oberoende mellan alternativ (se Prato, 2009). En för just ruttval betydelsefull modifiering beaktar korrelationen som orsakas av graden av överlapp mellan olika rutter, vilken påverkar hur längd- och tidsattribut samvarierar mellan ruttalternativ. Just för ruttval är *path size*, (ruttöverlappsstorlek) en ofta tillämpad påbyggnad av MNL som visat sig ge rimliga resultat utan att negativt inverka på de matematiska och praktiska fördelar som MNL innebär. Metoden innebär att en term innehållande summan av andelarna överlappad längd per rutt, med tillhörande skattningsbar modellparameter, läggs till modellspecifikationen.

1.2.2. Avvägningar och preferenser

Inom nationalekonomisk teori är marginalnytta ett centralt begrepp, vilket i grunden kan härledas till förändrad preferensuppfyllnad relaterad till en förändring av någon storhet – exempelvis en kvantitet av en vara (von Neumann and Morgenstern, 1944). Marginalnyttor av olika varor kan jämföras med varandra genom beräkning av substitutionskvoter för att härleda individers relativa preferenser mellan olika varor (*marginell substitutionskvot*, se t ex Varian, 1992, vilka förutsätter konstant nytta). Inom modellering av diskret resbeteende kan man tillämpa konceptet marginalnytta på olika aspekter av en resa, såsom olika typer av restid, och den marginella substitutionskvoten representerar då avvägningen som varje resenär gör mellan olika resealternativ. Vanligast är att basera substitutionskvoten på hur olika restidsaspekter förhåller sig till åktid i fordon, oftast buss, men det går även att relatera till andra aspekter såsom avstånd (se t ex Ton et al. (2020)).

1.2.3. Studier av spårfaktorn

I de flesta befintliga prognosmodeller används restid som mått för att bedöma den samhällsekonomiska nyttan av en åtgärd. Värderingsstudier (t ex Wardman et al., 2016) nyttjas, i vilka respondenter får ta ställning till olika alternativ som vart och ett ansatts en monetär kostnad, för att erhålla ett värde per tidsenhet restid. Hur olika restidskomponenter värderas i förhållande till varandra kan antingen härledas direkt från sådana värderingsstudier – oftast studier av typen *stated preference/stated choice* (se t ex Hensher och Rose (2007) för färdmedelval) eller indirekt genom substitutionskvoter härledda utifrån *verkliga* val – s k *revealed preference* (se t ex Ben-Akiva och Morikawa, 2002). Intressant för föreliggande studie är att verkliga val har studerats för olika kollektiva färdmedel i termer av restid i fordonen – åktid – samt väntetid vid olika typer av hållplatser/stationer.

I den tidigare refererade studien, av Ben-Akiva and Morikawa (2002), fann man inga signifikant högre preferenser för spårburen trafik jämfört med buss om bara restiden beaktades. Detta berodde dock delvis på att olika spårfärdmedel – metro respektive pendeltåg – genererade helt olika preferenser vilket tolkades som att det var de underliggande egenskaperna, särskilt i termer av turtäthet och pålitlighet, som hade störst betydelse.

I sin avhandling om jämförelser mellan pendeltåg och direktbuss mellan Sollentuna och Stockholm från 1983 studerade Ingemar Ahlstrand vilka egenskaper hos kollektiva

färdmedel som hade störst betydelse för deras respektive värdering hos resenärerna. Resultatet visade att det var jämnheten i körningen, tidtabellshållningen och trafiksäkerheten som värderades högst för spåralternativet (Ahlstrand, 1983).

Ett annat sätt att mäta preferenser är utifrån förändringar av antalet resor som kan härledas till introduktionen av spårtrafik. I en omfattande kartläggning visar Hass-Klau (2000) på en 2-50% spårfaktor (schienenbonus) i termer av antal resor med spårväg i jämförelse med bussystem med hög standard och därmed motsvarande restider. Det stora spannet beror på ett antal kontextuella faktorer kopplade till bebyggelsestruktur och lokalisering av viktiga målpunkter (se även Foletta et al. (2013) för en diskussion kring faktorer som gynnar resande med spårtrafiksystem).

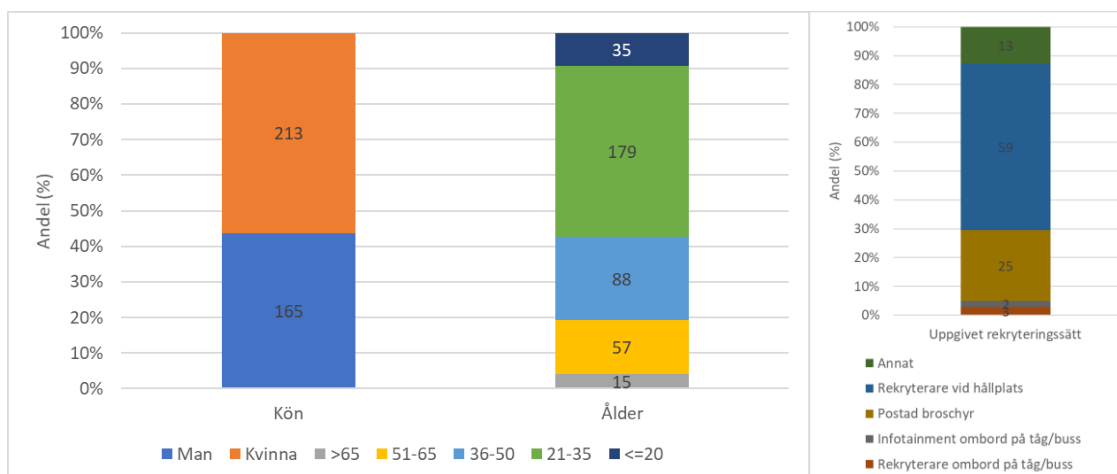
Nämnas bör även studien av Termida et al. (2016) som visar på intressanta effekter vid öppnandet av nya spårburna kollektivtrafikförbindelser, i detta fall Tvärbanans Solnagren i Stockholm. Genom en longitudinell studie med fyra panelomgångar kunde man följa resandeutvecklingen före och efter öppnandet av den nya förbindelsen. De fann en sorts nymodighetsfaktor i det att 79 procent av respondenterna (91 personer boende längs spårvägen, vilka minskade för varje omgång till 67 i slutändan), prövade den nya förbindelsen men bara 15 procent av dem reste regelbundet med den under den fjärde undersökningsomgången, sju månader efter öppnandet av förbindelsen.

2. Metod och data

Föreliggande studie har nyttjat resdata insamlade genom en särskild applikation (app) för mobiltelefoner som deltagarna laddat ner. Dessa resor har sedermera matchats mot hållplatser och kollektivtrafiklinjer i Skåne enligt en metodik beskriven utförligt av Berggren et al. (2021b) samt översiktligt nedan. För modellskattningen har explicita alternativuppsättningar tagits fram bestående av möjliga kollektivtrafikförbindelser och anslutningsrutter från och till alla registrerade aktiviteter i undersökningen. I detta kapitel beskrivs såväl insamlingen av resdata samt användandet av data beskrivande kollektivtrafiknätet, vilka användes för att skatta resenärspreferenser för olika delar av kollektivtrafikresan.

2.1. Resor och resenärer i undersökningen

Det empiriska underlaget till denna studies modellskattningar bygger dels på de resdata som samlades in inom ramen för den studie som presenteras i Berggren et al. (2021b), inom vilken två insamlingsomgångar genomfördes under åren 2016 och 2017 d v s innan spårvägen öppnande. En separat insamlingsomgång genomfördes hösten 2021 då spårvägen varit igång ca 10 månader. Studiens deltagare rekryterades i kollektivtrafiksystemet av studenter som delade ut information om undersökningen (se även **Figur 1**). För 2021 års omgång rekryterades de flesta deltagare vid hållplatser längs spårvägen medan 25 procent blev rekryterade genom ett postutskick. Vid rekryteringen inför 2017 års undersökningsomgång rekryterades ca 16 procent även ombord på en av busslinjerna. Totalt deltog 104 personer i registreringen av resor under perioden 13 september till 3 oktober 2021 medan data från 279 individer nyttjades från omgångarna 2016-2017. Genom att deltagarna rekryterades i kollektivtrafiksystemet, och 2021 specifikt längs spårvägen, säkerställdes att åtminstone en viss del av registrerade resor skedde kollektivt, och 2021 i någon mån med spårvägen (noteras bör dock att vissa av rekryterings hållplatserna även trafikeras av busslinjer). En förhållandevis hög andel av respondenterna angav att de förvärvsarbetade – 60 procent för alla omgångar – medan 26 procent studerade i 2021 års omgång och 40-45 procent under omgångarna 2016 och 2017.



Figur 1 Beskrivning av det totala antalet respondenter i resandeundersökningsomgångarna 2016-2021 (kön och ålder, till vänster) samt rekryteringssätt (enbart 2021 års omgång, till höger).

Appen som användes för insamling och registrering av resor var TRavelVU som utvecklats av Trivector AB. Appen möjliggör passiv registrering av rörelser med utgångspunkt i platsbundna aktiviteter utifrån vissa antaganden. En aktivitet ska således ske inom 100 meters radie och pågå i minst två minuter för att appen ska registrera den. Även om appen kräver en relativt begränsad arbetsinsats av deltagaren så ökar kvaliteten av den insamlade datan ju mer deltagaren bidrar med uppgifter om exempelvis aktivitetstyper och färdmedel. Appen gör antaganden om de senare utifrån rörelsekaraktistik men behöver ofta ”hjälp” för att korrekt färdmedel ska anges. På liknande sätt antar appen att en aktivitet som sker på samma plats som en tidigare registrerad aktivitet är identisk med den förutvarande aktiviteten.

En resa utgörs alltså i det här fallet av en förflyttning mellan aktiviteter och kan bestå av ett eller ett flertal reselement i form av olika färdmedel, väntan, byte eller parkering av fordon. Totalt registrerades 988 kollektivtrafikresor med hjälp av TRavelVU (utav totalt 5 698 resor) 2021. Motsvarande siffror 2016/2017 var 3 831 registrerade kollektivtrafikresor av totalt 13 179 resor - se **Tabell 1**. Tabellen illustrerar även det faktum att, trots att undersökningen 2021 bestod av fler undersökningsdagar (totalt 21), så reste deltagarna mindre än under de två andra omgångarna, vilka pågick under 14 dagar var. Orsaken kan sannolikt i stor del tillskrivas den under hösten 2021 pågående covid-19-pandemin vilken höll ned resandet under september och oktober det året.

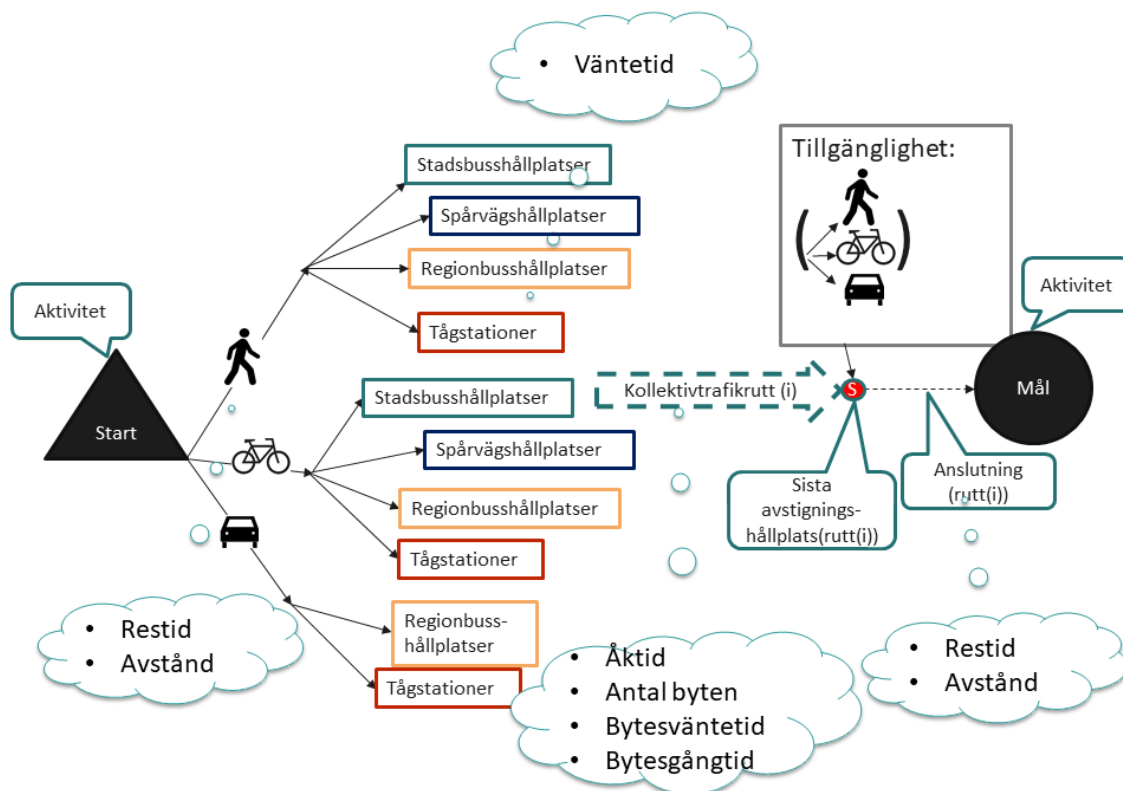
Tabell 1 Fördelning av resor och resdagar mellan de tre undersökningsomgångarna

Undersökning	Antal registrerade kollektivtrafikresor	Antal resor/deltagare	Antal resdagar/deltagare
2016	3 831	13,5	6,56
2017		14,5	7,09
2021		988	9,55

2.2. Kollektivtrafikutbud

I syfte att möjliggöra skattning av preferenser för olika ruttbetingade företeelser behövde ett analysramverk upprättas där varje observerad rutt åtföljdes av en uppsättning alternativa rutter av tillräcklig variation för att kunna utgöra tänkbara val. Detta krävde dock att varje observation kunde matchas till exakt ett av alternativen för aktuellt par av aktivitetspunkter från undersökningen ("start" eller "mål" i **Figur 2** nedan). Attributvärden såsom restider och antal byten för varje valt alternativ kunde då hämtas från motsvarande värden i det förgenererade ruttalternativet (se **Figur 2**).

Då ingen information om nyttjade hållplatser och kollektivtrafiklinjer erhöles från observerade resor i appen fick dessa kopplas på i efterhand, vilket gestaltas schematiskt i **Figur 3** nedan. För detta ändamål hämtades data från Samtrafikens Riksdatabas över tidtabellslagda förbindelser i Skåne (enbart regionalt utbud i formatet GTFS via tjänsten TrafikLab.se), samt från Skånetrafikens realtidsdatabas vad gäller reella fordonsrörelser (benämnd AVL - *Automatic Vehicle Location*, i **Figur 3**). De registrerade resorna i appen matchades med tidtabellslagda och verkliga fordonsrörelser utifrån tidsmäsiga och rumslig kriterier. På så sätt kunde sannolika rutter för varje resa återskapas i kollektivtrafiknätet.



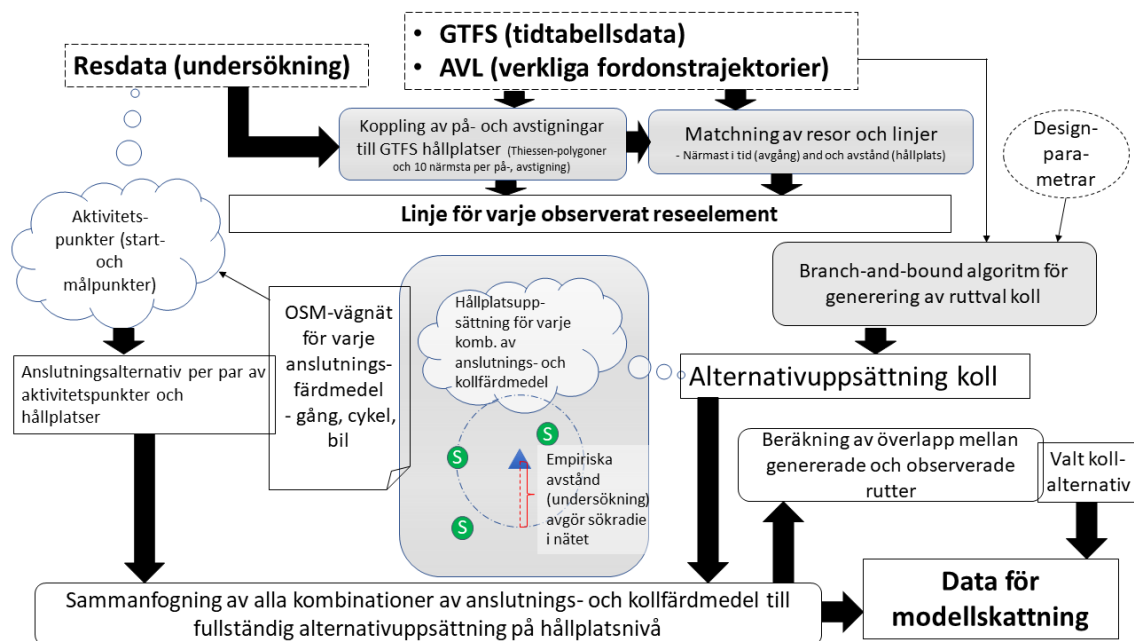
Figur 2 Princip för generering av aktivitetsbaserade ruttalternativ samt härledning av tillhörande attribut (i respektive moln).

För varje aktivitetspunkt gjordes en sökning i en geografisk Open Streetmap©-databas efter närliggande hållplatser med hjälp av funktionen Closest Facility i ArcGIS-tillägget Network Analyst (se **Figur 3**). Rumsliga (gång och cykel) eller tidsmässiga (bil) avgränsningar, redovisade i **Tabell 2** nedan, användes för att begränsa antalet möjliga hållplatser per observerad resa till de som bedömdes vara övervägda av så många resenärer som möjligt. En ytterligare begränsning som tillämpades var att enbart aktivitetspunkter angivna som ”hemma” av aktuell respondent innehåller en full uppsättning av anslutningsfärdmedel. I annat fall, för aktivitetspunkter som var angivna som annat än ”hemma”, togs bil eller cykel bort som alternativ om de inte var direkt angivna i en viss observerad anslutningsresa.

Tabell 2 Avstånds- eller tidsmässiga begränsningar som tillämpades för olika anslutningsfärdmedel vid generering av alternativ till och från hållplatser för respektive kollektivtrafikfärdmedel. En separat uppsättning hållplatsalternativ togs fram per aktivitetspunkt för respektive kombination av anslutnings- och kollektivtrafikfärdmedel.

Anslutningsfärdmedel	Till/från kollektivt färdmedel	Rumslig eller tidsmässig begränsning (kilometer/timmar)	Maximalt antal alternativ
Gång	Stadsbuss	2 km	20
	Spårvagn	2 km	10
	Regionbuss	2 km	10
	Tåg	2 km	10
Cykel	Stadsbuss	5 km	10
	Spårvagn	5 km	10
	Regionbuss	10 km	10
	Tåg	10 km	10
Bil	Stadsbuss	-	-
	Regionbuss	2,8 h	10
	Tåg	2,8 h	10

Baserat på hållplatserna som identifierades vid generering av anslutningsalternativ (se **Figur 2**) gjordes separata uttag av möjliga ruttvalsalternativ från GTFS-tidtabeller för varje hållplatspar. Uttagen, som genomfördes med hjälp av analysverktyget VISUM, gjordes utifrån sju möjliga tidsperioder och, därmed, tidtabellsvarianter (**Tabell 3**). I VISUM tillämpades en så kallad *branch-and-bound*-algoritm, vilken bygger på att ett begränsat urval av förbindelser genereras per möjlig start- och målpunkt baserat på ett antal fördefinierade kriterier (**Figur 3**). Dessa kriterier, såsom maximal restid, maximal generaliserad tidskostnad samt maximalt antal byten, justerades i syfte att generera alternativuppsättningar med en tillräcklig variation för att i någon mån återspegla tänkbar variation i preferenser utan att skapa oönskade skevheter (se även Rieser-Schüssler et al. (2013) för en diskussion).



Figur 3 Schematisk beskrivning av dataflöde som tillämpats för att matcha observationer med fördefinierade ruttalternativ, i syfte att ta fram en databas som kan användas för att skatta preferenser för olika ruttföreteelser.

Tabell 3 Tidsmässig uppdelning av observationer och ruttalternativ

Tidsperiod och definition	Tidsintervall
1 Högtrafik eftermiddag	Vardagar kl 15–19
2 Högtrafik morgon	Vardagar kl 06–09
3 Lågtrafik vardag	Vardagar kl 19–24
4 Mellantrafik vardag	Vardagar kl 09–15
5 Lågtrafik lördag	Lördagar kl 17–24
6 Mellantrafik lördag	Lördagar kl 09–17
7 Söndag	Sön- och helgdagar kl 09–24

2.3. Modellering

Liksom i studien presenterad i Berggren et al. (2021b) så delades analysen upp utifrån två datauppställningar, där den ena (A) bestod av resor (observationer) som identifierats i alternativuppställningen för hela resan, alltså även anslutningsresor, medan det andra (B) bestod av observationer som bara behövde matchas med kollektivtrafikelement mellan starthållplatser och sluthållplatser. De förstnämnda, A, uppgick till 1 679 observationer för hela undersökningsperioden medan de andra, B, bestod av 3 498 resor. Totalt kunde 61 observerade resor där ett reselement utgjordes av spårvagn identifieras när samtliga observerade resor matchats mot alternativuppställningen. Liksom i Berggren et al. (2021b) gjordes en utvärdering av alternativgenereringen, såväl den för enbart kollektivtrafik som av den som även inkluderade anslutningsresor. Samma mått användes, d v s täckningsgrad av resenärers resor (*passenger journey coverage*), återskapningseffektivitet (*efficient coverage*) samt täckningsgrad av observerade resenärstrutter (*passenger path coverage*) - alla först framtagna av Tan (2016) för att utvärdera metoder för alternativgenerering (se definitioner i nästa kapitel).

Ett antal modellspecifikationer testades med syfte att analysera hur värderingen av restid i bland annat färdmedlet spårvagn samvarierade med andra intressanta variabler kopplade till resenären och aktuell resa. En konventionell MNL-ansats med linjära nyttofunktioner tillämpades men med tilläggstermen *path size* för att ta höjd för ruttkorrelation (grad av parallellitet/överlapp mellan rutter, se avsnitt 1.2.1). Fyra olika modellspecifikationer (se **Tabell 4**), två för varje datauppsättning A respektive B, erbjöd signifikanta resultat på 90 procents konfidensnivå för de tillagda variablerna i respektive specifikation. Dessa modellspecifikationer benämns A1, A2, B1 samt B2 i den fortsatta framställningen. Grundmodellerna A1 och B1 bestod av variablerna anslutningstid för gång, cykel respektive bil; åktid för buss, tåg respektive spårvagn, bytesgångtid, bytesväntetid, väntetid vid första hållplats¹, antal byten samt ruttöverlappstermen (*path size*). Dessutom ingick färdmedelsspecifika konstanter (ASK) för anslutningsfärdmedlen cykel och bil samt för spårvagn i grundmodellerna. I tilläggsmodellen A2 byttes anslutningstid ut mot anslutningsavstånd för att kunna analysera benägenheten att förflytta sig för att uppnå mindre resuppostring. I B2 lades en dummyvariabel för rutt-specifika byteshållplatser med hög standard till (på samma sätt som i Berggren et al. (2021b)). Analysverktyget SAS nyttjades för att analysera de olika modellspecifikationerna genom Maximum Likelihood-metoden (Ben-Akiva och Lerman, 1985).

Tabell 4 Beskrivning av ingående variabler i respektive modellspecifikation

Skattningsdata	Variabler	Grundmodell	Tillägg
A (Hela resor)		<ul style="list-style-type: none"> Anslutningstid gång, cykel, bil; Åktid tåg, buss, spårvagn; Bytesgångtid, Bytesväntetid, Ln(väntetid första hållplats), Antal byten, ASK_{spårvagn}, ASK_{cykel}, ASK_{bil}, Överlappsterm (<i>path size</i>) 	Anslutningsavstånd gång, cykel och bil ersätter motsvarande anslutningstidsvariabel
B (Enbart den kollektiva delen hållplats-hållplats, ej anslutningsresor)		Samma som ovan men med variabeln Antal byten uppdelad i två: Ett byte respektive Flera byten	<ul style="list-style-type: none"> Bytesgångtid vid bytespunkter med hög standard Bytesväntetid vid bytespunkter med hög standard Antal byten vid bytespunkter med hög standard

¹ I detta fall har väntetiden i de genererade ruttalternativen approximerats med halva turintervall i minuter, $d \text{ v s } (60 / (\text{antalet tidtabellslagda turer per timme}))/2$ för det kollektiva reselementet per rutt med *lägst* turtäthet. Detta för att i någon mån fånga upp inte bara väntetiden vid själva hållplatsen utan även den så kallade dolda väntetiden, eller anpassningstiden, som innebär att resenären måste passa en viss tid (gäller främst vid låga turtätheter).

3. Resultat

Detta kapitel innehåller en redogörelse för resultaten av modellskattningen av resenärers preferenser till olika reseattribut. Efter själva presentationen av skattningsresultat, och därur härledda preferenser (marginella substitutionskvoter), följer ett avsnitt med en utvärdering av den empiriska resdatan från den mobilappsbaserade resvaneundersökningen samt av hur väl de förgenererade beslutsalternativen motsvarade de observerade resorna.

3.1. Modellskattningar – preferenser

Själva presentationen av resultaten från modellskattningen är uppdelad i två underavsnitt, där det första avhandlar resultat som kan kopplas till marginella substitutionskvoter för restid i förhållande till åktid buss, här även benämnt restidsuppoffring d v s hur resenärer ”viktat” andra restidskomponenter i förhållande till just åktid buss. Därefter följer ett avsnitt som avhandlar hur resenärer viktat restidskomponenter i förhållande till anslutningsavstånd med cykel.

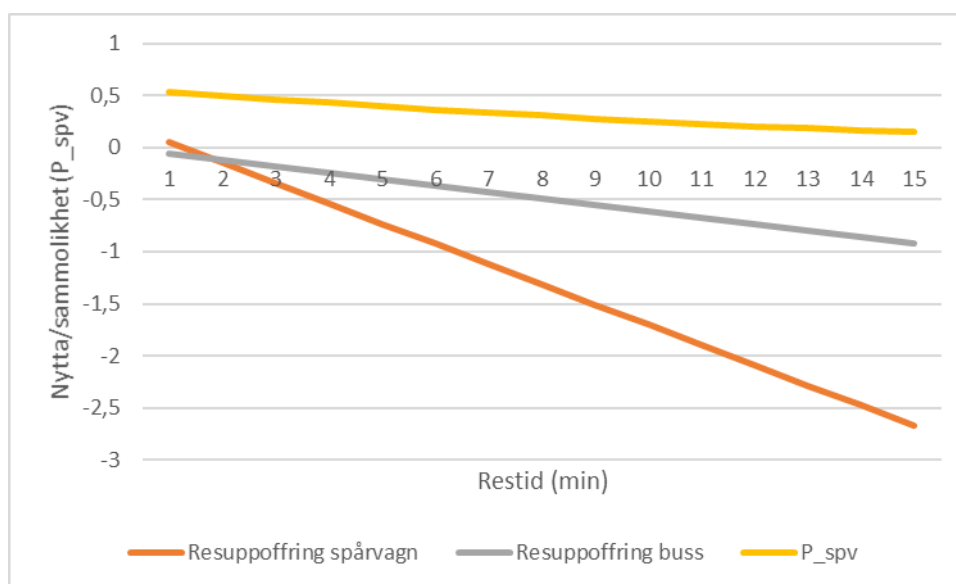
3.1.1. Restidskomponenter

När det gäller restid så motsvarar resultaten av modellskattningen, som är baserad på de sammanslagna reseobservationerna för de tre undersökningsomgångarna, i stort sett de som presenteras i Berggren et al. (2021b) (vilket inte är så konstigt då observationerna från 2016-2017 års omgångar utgör 75-80 procent av det totala antalet användbara observationer i modellerna). Detta framgår av

Tabell 5, som redovisar skattningsresultat för modellerna som nyttjade A-data, och **Tabell 6**, som presenterar resultat baserade på skattningdata B. Dock bör noteras det bidrag till respektive modell som de nya observationerna från 2021 ger i termer av restidsvärderingar för åktid i spårvagn. Intressant nog är åktidsuppoffringen (den negativa preferensen för åktid) högre för spårvagn, men om den särskilda attraktionen beaktas, här representerat av den alternativspecifika konstanten (ASK) för spårvagn, så tycks spårvagnen ha en högre attraktionskraft vid mycket korta resor på under två minuter. Över denna restid har buss väsentligt lägre åktidsuppoffring än spårvagnen (se **Figur 4**). Detta diskuteras närmare i kapitel 4 och 5. Parametern för åktid tåg är inte signifikant skild från noll med 90 procents konfidensnivå, vilket skiljer sig från en skattning där endast 2016 och 2017 års resedata låg till grund för skattningen av denna parameter (se Berggren et al. (2021b)). Värderingen av parallella rutter är också något lägre medan värderingen av byten är högre med jämfört med utan 2021 års resedata.

Tabell 5 Resultat i form av skattade parametervärden/koefficienter för respektive modell med A-data (enbart resor matchade mot hela resealternativ, inklusive anslutningsresor). **Fetstilta** värden indikerar signifikans med 90% konfidensnivå

Variabeltyp	Oberoende variabel	Modell			
		A1		A2	
		Skattad parameter	p-värde	Skattad parameter	p-värde
Restid	Anslutningstid gång	-0,3516	<,0001	-	-
	Anslutningstid cykel	-0,1855	<,0001	-	-
	Anslutningstid bil	-0,00493	0,0264	-	-
	Åktid tåg	-0,0131	0,202	-0,0301	0,0046
	Åktid buss	-0,0648	<,0001	-0,0792	<,0001
	Åktid spårvagn	-0,138	0,1897	-0,1295	0,2263
	Bytesgångtid	-0,146	<,0001	-0,1556	<,0001
	Bytesväntetid	-0,0448	0,0225	-0,0562	0,0008
	Väntetid första hållplats	-0,36148	<,0001	0,3898	<,0001
Antal byten	-4,1171	<,0001	-4,0869	<,0001	
ASK cykel	-0,3601	<,0001	-0,3684	<,0001	
ASK bil	-0,9266	<,0001	-0,7505	<,0001	
ASK spårvagn	0,2438	<,0001	0,2531	<,0001	
Anslutningsavstånd	Gång	-	-	-0,004318	<,0001
	Cykel	-	-	-0,000868	<,0001
	Bil	-	-	-0,000244	<,0001
LN(överlappsterm)		1,324	<,0001	1,3664	<,0001
Antal observationer			1 679		1 679
Null log-likelihood			-9 261		-9 261
Slutlig log-likelihood			-2 438		-2 382
Justerad ρ^2 (McFaddens LRI)			0,7368		0,7428



Figur 4 Linjära samband mellan resuppoering (negativ preferens) för buss respektive spårvagn. Den förstnämnda baseras på skattat parametervärde för åktid buss medan den sistnämnda är härledd ur åktidsparametern för spårvagn plus den alternativspecifika konstanten (ASK) för spårvagn.

För modeller baserade på data B, presenterade i **Tabell 6** nedan, kan även noteras den minskning i restidsuppoiffring som kan relateras till byten vid bytespunkter med hög standard (vanligen välutrustade järnvägsstationer, se diskussion i Berggren et al, 2021) i förhållande till övriga byten (en minskning i uppoiffring med 0,99 enheter).

Tabell 6 Resultat i form av skattade parametervärden/koefficienter för respektive modell med B-data (alla resor, oavsett om de matchats mot hela resan eller bara delem med kollektiva färdmedel). **Fetstilta** värden indikerar signifikans med 90% konfidensnivå

Variabeltyp	Oberoende variabel	Modell			
		B1		B2	
		Skattad parameter	p-värde	Skattad parameter	p-värde
Restid	Anslutningstid gång	-0,3356	<,0001	-0,3349	<,0001
	Anslutningstid cykel	-0,1662	<,0001	-0,1648	<,0001
	Anslutningstid bil	-0,004551	0,0351	-0,003673	0,0688
	Åktid tåg	-0,013	0,1012	-0,0118	0,1347
	Åktid buss	-0,0611	<,0001	-0,0602	<,0001
	Åktid spårvagn	-0,1942	0,0473	-0,1907	0,0476
	Bytesgångtid	-0,1032	<,0001	-0,1103	<,0001
	Bytesväntetid	-0,0325	0,02	-0,0297	0,0576
Väntetid första hållplats	-0,30295	<,0001	-0,33302	<,0001	
Antal byten	Ett byte	-0,4269	<,0001	-4,1955	<,0001
	Fler än ett byte	-0,3791	<,0001	-4,1955	<,0001
ASK cykel		-0,3468	<,0001	-0,3467	<,0001
ASK bil		-0,868	<,0001	-0,8713	<,0001
ASK spårvagn		0,2408	<,0001	0,2114	0,0002
Byten vid bytespunkt med hög standard	Bytesgångtid	-	-	-0,0316	0,6578
	Bytesväntetid	-	-	-0,002606	0,9373
	Antal byten	-	-	0,9878	0,0032
LN(överlappsterm)		0,8485	<,0001	0,86	<,0001
Antal observationer			3 498		3 498
Null log-likelihood			-12 173		-12 173
Slutlig log-likelihood			-4 708		-4 701
Justerad ρ^2 (McFaddens LRI)			0,6132		0,6138

I **Tabell 7** nedan presenteras skattade preferenser i termer av restidsvikter i förhållande till åktid buss, alltså de marginella substitutionskvoterna över hur undersökta resenärer värderar respektive reseaspekt i förhållande till åktiden i bussen. Vid jämförelse av bytesstraffet mellan de tre modellerna kan skönjas en relativ samstämmighet. Dock tycks värderingen (uppoiffringen) vara lägre per byte för resor med flera byten vilket står i bjärt kontrast till resultatet baserade på enbart data från undersökningsomgångarna 2016 och 2017 (Berggren et al., 2021b) där värderingen var dubbelt så hög för fler än ett byte. Liksom kommenteras i anslutning till **Figur 4** ovan så är värderingen av färdmedlet spårväg negativ vilket indikerar en väsentlig positiv preferens (negativ minusnytta innebär positiv värdering). För anslutningstider är värderingen av gångtid något högre med tillskottet av 2021-data medan värderingen av anslutningstid bil är väsentligt lägre (under 0,1 medan den var mellan 4 och 7 i modelena baserade på enbart 2016-2017-data,

se Berggren et al. (2021b)). Samtidigt har konstanten för bil en mer än dubbelt så hög (negativ) värdering jämfört med cykel.

Tabell 7 Värderingar i form av marginella substitutionskvoter för skattade parametervärden i modell A1, B1 och B2. Skattade parametrar relateras här till åktid buss för att illustrera resenärers resepreferenser i förhållande till denna restidskomponent

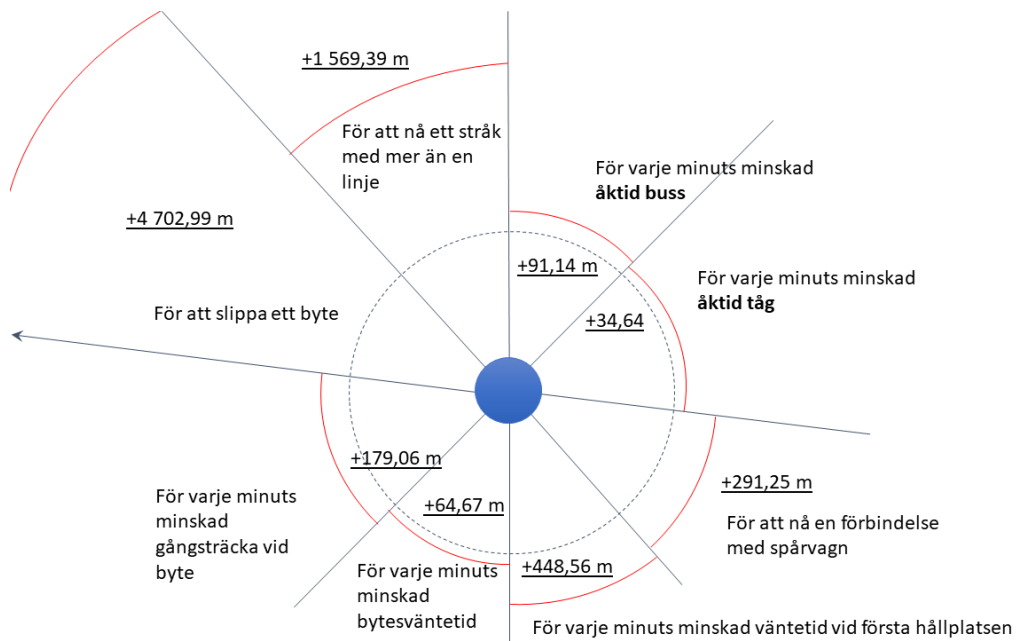
Parameter	Modell A1	Modell B1	Modell B2
Åktid			
Buss	1,00	1,00	1,00
Tåg	Ej sign	Ej sign	Ej sign
Spårvagn	Ej sign	3,18	3,17
Väntetid första hållplats	5,58	4,96	5,53
Anslutningstid gång	5,43	5,49	5,56
Anslutningstid cykel	2,86	2,72	2,74
Anslutningstid bil	0,0761	0,0745	0,0610
ASK cykel	5,56	5,68	5,76
ASK bil	14,3	14,2	14,5
ASK spårvagn	-3,76	-3,94	-3,51
Bytesväntetid	2,25	1,69	Ej sign
Bytesgångtid	0,691	0,532	Ej sign
Bytesstraff, ett byte	63,5	69,9	64,8
Bytesstraff, många byten		62,0	

3.1.2. Anslutningsavstånd

Om vi går över till att titta på resultaten över resenärers värderingar av olika restidskomponenter i förhållande till anslutningsavstånd med cykel, uttryckta som marginella substitutionskvoter, kan lämpligen **Tabell 8** konsulteras. En ansats att illustrera dessa avvägningar återfinns även i **Figur 5** nedan. Resultaten är i stort sett jämförbara med de som presenteras i Berggren et al. (2021b) baserade på enbart 2016-2017-data men värderingen (resupppoffringen) för åktid tåg är något lägre. Dock ingår några fler variabler i modell A2. Exempelvis kan utläsas att respondenterna är beredda att cykla 864 meter för att undvika bil som anslutningsfärdmedel men att man är beredd att cykla nästan 300 meter för att nå en förbindelse med spårvagn. Å andra sidan är värderingen av åktid i spårvagn inte signifikant skild från noll med 90 procents konfidensnivå.

Tabell 8 Värderingar i form av marginella substitutionskvoter för skattade parametervärden i modell A2. Skattade parametrar relateras här till anslutningsavstånd cykel för att illustrera resenärers resepreferenser i förhållande till denna aspekt.

Parameter	Modell A2
Åktid	Buss 91,1
	Tåg 34,6
	Spårvagn Ej sign
Väntetid första hållplats	449
Anslutningsavstånd gång	4,95
Anslutningsavstånd cykel	1,00
Anslutningsavstånd bil	0,283
ASK cykel	424
ASK bil	864
ASK spårvagn	-291
Bytesväntetid	179
Bytesgångtid	64,7
Bytesstraff	4 703



Figur 5 Resenärernas avvägningar i termer av anslutningsavstånd med cykel, alltså hur långt en är beredd att cykla för att förbättra (minska resuppofringen kopplad till) respektive aspekt av resan

3.2. Metoddiskussion - utvärdering av alternativgenerering

Då antalet användbara observationer var lågt från undersökningsomgången 2021, den där spårvägen ingick som möjligt resalternativ, slogs dessa samman med resdatan som samlades in vid undersökningsomgångarna 2016 och 2017. Detta var möjligt då samma metod och geografiska avgränsning av resor och kollektivtrafikutbud tillämpades under alla undersökningsomgångarna. Följande utvärdering baseras således på det sammanslagda empiriska materialet, och hur de ingående observerade resorna kunde återskapas vid alternativgenereringen inför skattningen av preferensparametrar. I **Tabell 9** nedan framgår respektive täckningsmått som nyttjades här, där själva principen med alternativtäckning först föreslogs av Ramming (2002) men de specifika måtten som används här togs fram av Tan (2016). Generellt sett kan nämnas att täckningen var något lägre för 2021 års observationer och alternativ jämfört med de förutvarande. Dock ökade täckningseffektiviteten något då data från 2021 inkluderades då antalet alternativ 2021 var något lägre i förhållande till de användbara observationerna jämfört med tidigare omgångar. Åtta av tio respondenter hade åtminstone en resa representerad i alternativuppsättningen men bara två av hundra hade alla sina resor täckta. Här bör nämnas att antalet respondenter med minst en användbar hel resa uppgick till endast 50 stycken i 2021 års data (229 respondenter 2016/2017) och om bara kollektivtrafikalternativ beaktades uppgick de till 80 personer 2021 (263 stycken 2016/2017). Variationen i antal resor var även stor med ett genomsnitt av 6,2 resor per individ 2021 (10,6 resor 2016+2017) men en standardavvikelse på hela 6,3 resor (7,4 2016+2017). Spridningen bland 2021-observationerna var stor med som mest 25 registrerade användbara resor för en respondent (vars preferenser alltså har mycket hög vikt i resultaten) men nio stycken (11 procent) av respondenterna hade bara en registrerad

resa som var användbar för skattning av preferenser. Motsvarande för 2016 och 2017 års insamlade användbara resor var max 36 resor 2016 och 16 individer (sex procent) med endast en resa 2016/2017.

Tabell 9 Definitioner och resultat för varje kriterium som tillämpades vid utvärderingen av alternativgenereringen. Värdena gäller för det totala urvalet resor och respondenter 2016-2021. N_i – antal respondenter i ; $I(\delta_{r \in \{R\}})$ är en indikatorfunktion som är 1 för varje matchning mellan observerad och genererad rutt r ur den totala genererade alternativuppsättningen $\{R\}$; n är observerade resor (av totalt N), $|\{R\}|$ är storleken på alternativuppsättningen, $I(O_{(\max\{r\},lv,r) \geq k})$ är en indikatorfunktion som är ett för varje gång en observerad rutt överlappar en genererad rutt med minst ett visst tröskelvärde (i detta fall 0,8).

Utvärderingskriterium	Definition	Resultat		
		Anslutning	Koll.	Totalt
Täckningsgrad av resenärers resor – åtminstone en resa	$Cov_r = \frac{\sum_i I(\delta_{r \in \{R\}})}{N_i}$	84,64%	72,10%	77,65%
Täckningsgrad av resenärers resor – alla resor		2,23%	24,30%	1,96%
Återskapningseffektivitet	$Cov_e = \frac{\sum_n I(\delta_{r \in \{R\}})}{ \{R\} }$	0,42%	24,99%	0,0058%
Täckningsgrad av observerade resenärersrutter	$Cov_{lv}(k) = \frac{\sum_{n=1}^N I(O_{\max\{r\},lv,r \geq k})}{N}$	40,39%	80,67%	34,51%

4. Resultatdiskussion

I detta kapitel diskuteras resultaten från skattningen av resenärers resepreferenser. Betoningen i diskussionen är på de aspekter som framför allt den nya empirin från 2021 bidrar med, alltså resenärers preferenser mellan resealternativ där även spårväg ingår.

4.1. Likheter och skillnader mot tidigare studier

Termida et al. (2016) konstaterar utifrån sin studie av beteendeförändringar över tid vid tillkomst av ny spårväg att det tycks finnas en nyhetsfaktor som attraherar främst sporadiska resenärer medan mer regelbundna resenärer kanske handlar mer rationellt och därmed inte fäster lika stor vikt vid färdmedlet i sig. Till skillnad mot vår studie beaktar de dock inte hela resan i sin skattning av färdmedelsvärderingar. Då färdmedelsval inom kollektivtrafiken ofta samvarierar med andra faktorer såsom möjligheten att nå färdmedlet med en anslutningsförflyttning (korrelationen mellan åktid buss och färdmedelskonstanten för bil är exempelvis hela 0,4 i modell B1 i härvarande studie) så kan det vara svårt att dra slutsatser av en enkel studie av endast färdmedelsvärderingen. Styrkan i resultaten från föreliggande studie är därmed att hela resan har legat till grund för skattningen – om än med relativt få individer och resor. Det faktum att de flesta parametervärden, och därmed uttryckta värderingar och preferenser, tycks konstanta över undersökningsomgångarna tyder dock på att den tillämpade ansatsen kan betraktas som tämligen robust.

4.2. Finns spårfaktorn?

När det gäller att studera spårvagnens attraktion som färdmedel i förhållande till andra kollektiva trafikslag har, som avhandlas i kapitel 1, ett flertal tidigare ansatser visat på varierande storleksordningar på denna. Föreliggande studie har studerat ett tämligen specifikt fall med *en* 5 kilometer lång spårvägslinje som i princip endast har en kortare sträcka där relevanta jämförelser kan göras med andra kollektiva färdslag – i detta fall buss. Benägenheten hos resenären att alternera mellan färdmedelskombinationer innefattande exempelvis direktbuss respektive tåg plus spårväg har visat sig ganska liten i det aktuella linjenätet (se t ex Berggren et al. (2021a), vilket troligen även bidragit till den högre negativa värderingen av åktid i spårvagn i förhållande till buss när den fasta attraktionen (ASK) dragits ifrån. Däremot tycks det finnas en benägenhet att välja mellan spårvagn och buss där dessa är tämligen jämbördiga. En rimlig tolkning av resultatet i termer av åktidsvärdering och värdering av färdmedlet spårvagn i sig indikerar just detta faktum. Mer specifikt indikerar resultaten att spårvagnen upplevs som väsentligt mer attraktiv än den sistnämnda då åktid och turtäthet är jämförbar och det finns ett rimligt val mellan spårvagn och buss. Då åkkomfort inte ingått som en reseaspekt i föreliggande

studie – den är svår att fånga i denna typ av *revealed preference*-studier – går det dock inte att säga vad exakt det är som utgör denna spårfaktor här (heller). De aspekter som lyfts fram i tidigare studier (Dziewan and Scherer, 2012; Kottenhoff & Byström, 2010; Hass-Klau et al, 2000) är ofta spårvägens tydlighet och spårvagnens avvikande karaktär i förhållande till övrig lokal kollektivtrafik (oftast konventionell buss). Inte minst stationerna avviker ofta från konventionella busshållplatser – inte minst i Lund. Slutligen bör inte själva spårets visuella tydlighet underskattas. Det kan slutligen noteras att spårväglinjen fått betydligt fler resenärer än den busslinje (L20) som den ersatte (Sydsvenskan, 2021). Detta kan i sin tur troligen relateras till att den delvis ersatt även andra busslinjer på delar av sin sträcka.

Med tanke på de speciella förutsättningar som råder i Lund och med de speciella implikationer den ensamma spårvagnslinjen innebär bör resultaten som presenteras i denna rapport användas med försiktighet i andra sammanhang. En motsvarande skattning i en stad med ett mer förgrenat nät av såväl spårvägar som busslinjer, exempelvis Göteborg, hade sannolikt gett ett annat resultat som speglat möjligheten att enkelt välja mellan olika färdslag i många reserelationer.

5. Slutsatser och rekommendationer kring framtiden

Resultaten som presenteras i denna rapport sätter fingret på svårigheten att separera preferenser för specifika färdmedel från värderingar av underliggande reseattribut såsom restid. I fallet Lund har detta handlat om hur värderingen av färdmedlet spårvagn kan studeras skilt från åktiden med denna. Utifrån resultaten går det dock att konstatera att det även i Lund tycks finnas en positiv värdering av spårvagnen som färdmedel i sig även när aspekter som turtäthet och restid beaktas särskilt. Slutsatsen bör därmed vara att det, åtminstone under vissa förutsättningar, finns en spårfaktor som dock avtar med resans varaktighet. Att ta hänsyn till fordonet vid prognostisering av resefterfrågan är därmed en viktig lärdom från denna studie som bör tillämpas vid framtida planering av kollektivtrafikutbud.

Resultaten visar återigen att empiriska data över individers resor insamlade med mobiltelefonbaserade undersökningsapplikationer med fördel kan nyttjas för att erhålla rimliga värden på resenärers preferenser för olika aspekter av kollektivtrafikens utbud. Den begränsade urvalsstorleken är dock fortfarande en utmaning för att få fram mer detaljerade resultat för olika grupper av resenärer samt för olika reseärenden. Att successivt nyttja än mer passivt insamlade data, exempelvis från applikationer som används för biljettköp eller reseplanering, bör därför övervägas för att uppnå högre urvalsstorlekar. Denna ansats möjliggör förhoppningsvis även en större bredd i åldrar på den studerade populationen. Gemensamt för de studier som använder sig av dedikerade undersökningsapplikationer till mobiltelefoner är nämligen den sneda fördelningen vad gäller ålder, men även utbildningsbakgrund (se t ex Marra et al., 2019). Det senare bedöms dock inte ha varit något stort bekymmer i föreliggande studie givet studiens geografiska betoning på Lunds kunskapsstråk där resenärspopulationen är relativt ung och välutbildad.

6. Referenser

- AHLSTRAND, I. 1983. Trafikanternas värdering av trivvaxel på buss och pendeltåg, KTH trafikpl.1983, TRITA-TPL-83-02-19
- ALLSTRÖM, A., GIDOFALVI, G., KRISTOFFERSSON, I., PRELIPCEAN, A. C., RYDERGREN, C., SUSILO, Y. & WIDELL, J. 2016. Experiences from smartphone based travel data collection – System development and evaluation. Stockholm.
- ANDERSON, M. K., NIELSEN, O. A. & PRATO, C. G. 2014. Multimodal route choice models of public transport passengers in the Greater Copenhagen Area. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, 6, 221-245.
- BEN-AKIVA, M. & LERMAN, S. R. 1985. *Discrete Choice Analysis - Theory and Application to Travel Demand*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- BEN-AKIVA, M. & MORIKAWA, T. 2002. Comparing ridership attraction of rail and bus. *Transport Policy*, 9, 107-116.
- BERGGREN, U., D'AGOSTINO, C., SVENSSON, H. & BRUNDELL-FREIJ, K. 2021a. Intrapersonal variability in public transport path choice due to changes in service reliability. *Transportation*.
- BERGGREN, U., KJÆR-RASMUSSEN, T., THORHAUGE, M., SVENSSON, H. & BRUNDELL-FREIJ, K. 2021b. Public transport path choice estimation based on trip data from dedicated smartphone app survey. *Transportmetrica A: Transport Science*, 1-34.
- BONDEMARK, A; HARDERS, C., SCHMIDT, L. & THELIN, J. 2016. Spårfaktorn – en kvantitativ bedömning av tre spårvägsprojekt, Sweco Rapport Maj 2016
- CHOWDHURY, S., LA PAIX, L. & GEURS, K. T. 2020. Inter- and Intrapersonal variation in destination choice. *EJTIR*, 20, 194-213.
- CLIFTON, K. & MUHS, C. D. 2012. Capturing and Representing Multimodal Trips in Travel Surveys. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2285, 74-83.
- DZIEKAN, K. & SCHERER, M. 2012. Bus or Rail An Approach to Explain the Psychological Rail Factor. *Journal of Public Transportation*, 15, 75-93.
- FIORINZO-CATALANO, S., VAN NES, R. & BOVY, P. H. L. 2004. Choice Set Generation for Multi-modal Travel Analysis. *EJTIR*, 4, 195-209.
- FOLETTA, N., VANDERKWAAK, N. & GRANDY, B. 2013. Factors That Influence Urban Streetcar Ridership in the United States. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2353, 92-99.
- HASS-KLAU, C., CRAMPTON, G., WEIDAUER, M., & DEUTSCH, V. 2000. Bus or Light Rail: Making the Right Choice. A Financial, Operational and Demand Comparison of Light Rail, Guided Buses, Busways and Bus Lanes, Environmental and Transport Planning, Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal

- HENSHER, D. A. & ROSE, J. M. 2007. Development of commuter and non-commuter mode choice models for the assessment of new public transport infrastructure projects: A case study. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41, 428-443.
- HOOGENDOORN-LANSER, S., BOVY, P. & VAN NES, R. 2007. Application of Constrained Enumeration Approach to Multimodal Choice Set Generation. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2014, 50-57.
- KOTTENHOFF, K., & BYSTRÖM, C., 2010. När resenärerna själva får välja – sammanställning av attityder, perceptioner och värderingar, KTH TRITA-TEC-RR 10-001
- LIU, Y., BUNKER, J. & FERREIRA, L. 2010. Transit Users' Route-Choice Modelling in Transit Assignment: A Review. *Transport Reviews*, 30, pp 753-769.
- MARRA, A. D., BECKER, H., AXHAUSEN, K. W. & CORMAN, F. 2019. Developing a passive GPS tracking system to study long-term travel behavior. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 104, 348-368.
- MARRA, A. D. & CORMAN, F. 2020. Determining an efficient and precise choice set for public transport based on tracking data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 142, 168-186.
- MCFADDEN, D. 1973. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. . In: ZAREMBKA, P. (ed.) *Frontiers in Econometrics*. New York: Academic Press.
- MCFADDEN, D. & TRAIN, K. 2000. MIXED MNL MODELS FOR DISCRETE RESPONSE. *JOURNAL OF APPLIED ECONOMETRICS*, 15, 447-470.
- PRATO, C. G. 2009. Route choice modeling: past, present and future research directions. *Journal of Choice Modelling*, 2, 65-100.
- RAMMING, S. M. 2002. Network Knowledge And Route Choice.
- RIESER-SCHÜSSLER, N., BALMER, M. & AXHAUSEN, K. W. 2013. Route choice sets for very high-resolution data. *Transportmetrica A: Transport Science*, 9, 825-845.
- SYDSVENSKAN. 2021. Allt fler reser på Lunds spårväg – men Skånetrafiken vägrar ta emot sista vagnarna (<https://www.sydsvenskan.se/2021-09-08/allt-fler-reser-pa-lunds-sparvag--men-skanetrafiken-vagr-ar-ta-emot-sista-vagnarna>, publicerad 2021-09-08).
- TAN, R. 2016. MODELING ROUTE CHOICE BEHAVIOUR IN PUBLIC TRANSPORT NETWORK.
- TERMIDA, A. N., SUSILO, Y. O. & FRANKLIN, J. P. 2016. Observing dynamic behavioural responses due to the extension of a tram line by using panel survey. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 86, 78-95.
- THOMAS, T., LA PAIX PUELLO, L. & GEURS, K. 2019. Intrapersonal mode choice variation: Evidence from a four-week smartphone-based travel survey in the Netherlands. *Journal of Transport Geography*, 76, 287-300.
- TON, D., SHELAT, S., NIJENSTEIN, S., RIJSMAN, L., VAN OORT, N. & HOOGENDOORN, S. 2020. Understanding the Role of Cycling to Urban Transit Stations through a Simultaneous Access Mode and Station Choice Model. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2674, 823-835.
- TRAFIKANALYS. 2016. Resvaneundersökningar som indata till persontransportmodeller - problem, möjligheter och framtida behov i Sverige och Norge (2016:21). Retrieved from Stockholm, Sweden.

- WARDMAN, M., CHINTAKAYALA, V. P. K. & DE JONG, G. 2016. Values of travel time in Europe: Review and meta-analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 93-111.
- VON NEUMANN, J. & MORGENSTERN, O. 1944. Theory of Games and Economic Behaviour. *In: UNIVERSITY, P. (ed.)*. Princeton: Princeton university press.
- ZHAO, F., PEREIRA, F. C., BALL, R., KIM, Y., HAN, Y., ZEGRAS, C. & BEN-AKIVA, M. 2019. Exploratory Analysis of a Smartphone-Based Travel Survey in Singapore. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2494, 45-56.



K2 är Sveriges nationella centrum för forskning och utbildning om kollektivtrafik. Här möts akademi, offentliga aktörer och näringsliv för att tillsammans diskutera och utveckla kollektivtrafikens roll i Sverige.

Vi forskar om hur kollektivtrafiken kan bidra till framtidens attraktiva och hållbara storstadsregioner. Vi utbildar kollektivtrafikens aktörer och sprider kunskap till beslutsfattare så att debatten om kollektivtrafik förs på vetenskaplig grund.

K2 drivs och finansieras av Lunds universitet, Malmö universitet och VTI i samarbete med Region Stockholm, Västra Götalandsregionen och Region Skåne. Vi får stöd av Vinnova, Formas och Trafikverket.

www.k2centrum.se

