



K2 WORKING PAPERS 2019:4

Smart tillgänglighet i bytespunkter

En litteraturstudie

TILL KOGLIN, ROMINA CARRASCO & JAN A PERSSON



Datum: 2019-03-19
ISBN: 978-91-7895-071-3 (print)
978-91-7895-072-0 (pdf)

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

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning.....	4
1. Inledning.....	7
1.1. Syfte	8
1.2. Metod	9
2. Bytespunkters planering, utveckling och förbättring.....	10
3. Digitalisering av bytespunkter	16
4. Användarperspektivet på bytespunkter	21
5. Avslutning.....	27
6. Referenser.....	29

Förord

Denna litteraturstudie är en del av projektet ”Smart tillgänglighet i bytespunkter” som är ett gemensamt forskningsprojekt mellan K2 och Mistra SAMS. Rapporten har författats av Till Koglin biträdande universitetslektor vid Lunds universitet, Romina Carrasco, Master in Urban planning and design från Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm och Jan Persson, universitetslektor vid Malmö universitet. I projektet fördjupas kunskapen om bytespunkters roll utifrån kopplingen mellan planering och mobilitetstjänster. Syftet är att formulera ett kunskapsunderlag om viktiga faktorer för bytespunkters utformning och funktion i en framtid där kombinerad mobilitet och mobilitetstjänster sannolikt utgör ett ännu tydligare inslag i transportsystemet. Vi tar oss an bytespunktsfrågan utifrån ett socialt medvetet perspektiv och uppmärksammar specifika användares behov och förutsättningar. Konkret genomförs forskning vid två specifika bytespunkter i Stockholmsområdet, vilka väljs i samråd med Trafikförvaltningen och Botkyrka kommun.

Lund, mars 2019

Till Koglin

Projektledare och biträdande universitetslektor vid Institutionen för Teknik och Samhälle,
Lunds universitet

Sammanfattning

Denna litteraturstudie är en del av projektet ”Smart tillgänglighet i bytespunkter” som är ett gemensamt forskningsprojekt mellan K2 och Mistra SAMS. Studien syftar till att få en bild av vilken forskning som finns angående bytespunkters planering och om det redan finns forskning som kopplar ihop bytespunkter och mobilitetstjänster. Vidare är ett undersyfte att ta reda på vad som är viktigt ur ett resenärsperspektiv och hur detta möjligen kan kopplas till bytespunkter. Arbetet behandlar vetenskaplig litteratur. Uppdelningen kommer att vara så att en del kommer att handla om den fysiska miljön och planering och en del om informationsflöden och de tekniska utmaningarna. Vidare är ett delsyfte med studien att bidra med strukturer kring roller och funktioner till framtida kollektivtrafik och bytespunkter som sannolikt kommer innefatta digitala mobilitetstjänster. Metoden för denna studie var sökningar med olika söksträngar i GoogleScholar. Artiklar som är en del av denna studie valdes ut för vidare läsning av abstract efter läsning av titlar och keywords för att sedan läsa abstracts.

Rapportens resultat är uppdelade i tre kapitel som behandlar bytespunkters planering, utveckling och förbättring, digitalisering av bytespunkter och användarperspektivet av bytespunkter. Litteraturstudien har visat att den stor del av litteraturen enbart handlar om kollektivtrafiken mer generellt och berör bytespunkter mer som en aspekt av många. Vidare visas att bytespunkternas utformning måste leda till att byten blir effektiva och snabba. Om uppehållen blir längre måste bytespunkternas funktioner utökas att inkludera mer än enbart information om byten. Med fördel kan funktionen utökas med shoppingmöjligheter, restauranger etc. för att skapa ett trevligt uppehåll i bytespunkten. En annan viktig aspekt är själva lokalisering av bytespunkten. Lokalisering ska göra byten mer effektiva och minska byten överhuvudtaget. Genom en bra lokalisering ska restiden och väntetiden minska, vilket leder till en mer positiv upplevelse av kollektivtrafikresan.

Flera artiklar föreslår metoder, ofta med hjälp av olika digitala hjälpmedel för att effektivisera byten och planeringen av kollektivtrafiken generellt. Övergripande kan det slås fast att om upplevelsen av byten är positiva för resenären kan hela resan vara en mer positiv upplevelse och med detta ge en positiv bild av kollektivtrafiken. Nyckeln till detta är enligt litteraturen en effektivisering av byten genom en smart utformning av bytespunkter och en bra koordinering av de olika delarna av resan. En viktig aspekt i detta är informationsförmedling till resenären. Informationen måste vara enkel och tydlig för att resenären snabbt hitta till nästa avgång eller bli informerad hur mycket tid som personen kommer att tillbringa i bytespunkten. Ett viktigt resultat från litteraturstudien är att digitalisering i kombination med bytespunkter är ett tämligen outforskat område som kräver mer uppmärksamhet inom forskningen. Vissa artiklar pekar på att framförallt information till resenären kan förbättras med hjälp av digitala hjälpmedel eller med hjälp av så kallade MaaS. Vidare kommer digitaliseringen möjliggöra insamlingen av nya typer av data om resenären.

Det slås fast i denna studie att det finns med andra ord mycket potential för mobilitetstjänster för att effektivisera byten mellan olika transportslag. Informationen till

resenären är troligen det som mobilitetstjänster kan bidra mest med. Avslutningsvis vill vi dock slå fast att mer forskning kring bytespunkter i kombination med mobilitetstjänster krävs för att kunna utnyttja den fulla potentialen mobilitetstjänster kan erbjuda och för att kunna förbättra och effektivisera kollektivtrafikresandet och reseupplevelse.

Summary

This literature study is part of the project "Smart accessibility in transfer points", which is a joint research project between K2 and Mistra SAMS. The aim of the study is to get a picture of which research has been carried out on the planning of transfer points and whether there is already research linking transfer points and mobility services. Furthermore, another aim is to find out what is important from a user's perspective and how this can possibly be linked to transit points. The work deals with scientific literature. The division will be as such that some will deal with the physical environment and planning and some of the information flows and the technical challenges. Furthermore, a sub-purpose of the study is to contribute with structures around roles and functions to future public transport and transfer points that will probably include digital mobility services. The method for this study was searches with different search strings in GoogleScholar. Articles that are part of this study were selected for further reading of abstracts after reading titles and keywords and then reading abstracts.

The report's results are divided into three chapters that deal with the planning, development and improvement of transit points, digitisation of transit points and the user perspective of transit points. The literature study has shown that much of the literature deals only with public transport more generally and touches transit points more as an aspect of many. Furthermore, it is shown that the design of the transfer points must lead to the changes being effective and quick. If the stays are longer, the functions of the transit points must be expanded to include more than merely information on the transits. With advantage, the function can be expanded with shopping opportunities, restaurants etc. to create a nice break in the transit point. Another important aspect is the actual location of the transit point. Localization should make exchanges more efficient and reduce changes at all. Through a good location, the travel time and waiting time should decrease, which leads to a more positive experience of the public transport journey. Several articles propose methods, often with the help of various digital aids to streamline the changes and the planning of public transport in general. Overall, it can be stated that if the experience of exchanges is positive for the user, the entire journey can be a more positive experience and with this give a positive picture of public transport. The key to this is, according to the literature, a streamlining of the changes through a smart design of transit points and a good coordination of the different parts of the journey. An important aspect of this is the provision of information to the user. The information must be simple and clear in order for the user to quickly find the next departure or be informed how much time the person will spend in the transit point. An important result of the literature study is that digitisation in combination with transit points is a fairly unexplored area that requires more attention in research. Some articles indicate that information to the user can be improved, in particular, by means of digital aids or by means of so-called MaaS. Furthermore, digitisation will enable the collection of new types of data about the user.

It is stated in this study that in other words there is much potential for mobility services in order to streamline the changes between different modes of transport. The information

to the user is probably what mobility services can contribute most to. In conclusion, however, we would like to point out that more research on transit points in combination with mobility services is required in order to be able to utilise the full potential of mobility services and to be able to improve and increase the efficiency of public transport travel and travel experience.

1. Inledning

En viktig utgångspunkt när det gäller att analysera kollektivtrafikresenärens perspektiv är att olika resenärer har olika perspektiv och förutsättningar. Det är också viktigt att förstå att en viss resenär kan ha olika perspektiv och erfarenheter beroende på vilken typ av resa som görs; en bytespunkt kan upplevas som mycket funktionell i rusningstid kanske upplevs på ett helt annat sätt vid en annan tid på dygnet, t ex under kvällen eller en helgeftermiddag. Resenärers behov av att smidigt och effektivt kunna byta mellan flera transportmedel än de idag vanlig förekommande kommer sannolikt att öka genom ökad förekomst av t.ex. hyrcyklar, bilpolsbilar, delad taxi och självkörande bilar samt genom ökad förekomst av smart eller kombinerad mobilitet. En utmaning är att idag kunna planera utformning av och informationstjänster för bytespunkter för ett framtida behov. Vi ser att nya digitala lösningar har en stor potential att bidra till att göra byten mellan färdmedel enkla och mer praktiskt.

Ett centralt men rimligt antagande för denna studie är att det kommer ställas nya krav på bytespunkters utformning och funktion för att ”kombinerad mobilitet” och ”smart mobilitet” skall kunna bidra till en hållbar utveckling, vilket ofta uttalas som förhoppningar. Vi bedömer att bytespunkters roll kommer att vara fortsatt viktig, men sannolikt förändrad jämfört med hur vi tenderar att tänka om dem, och utforma dem, i nuläget. Det är alltså viktigt att fördjupa kunskapen om bytespunkter nu – i ljuset av den utveckling av transportsystemet som är på gång – så att kollektivtrafikens aktörer, tillsammans med fastighetsägare och fastighetsutvecklare, kan få ett bredare kunskapsunderlag för sitt arbete med att utveckla kollektivtrafikens bytespunkter.

Att bytespunkter spelar en viktig roll i kollektivtrafiken nämns ofta som en självklarhet i forskning om urban och regional kollektivtrafikplanering samt i forskning om hållbart resande. Det är dock inget stort forskningsfält i det svenska sammanhanget. Inom t.ex. K2 pågår forskning om bytespunkter som bygger på observationer vid Triangeln och Odenplan, där syftet har varit att fånga hur resenärer använder och upplever bytespunkterna. Vidare är kopplingen mellan bytespunkter och mobilitetstjänster ett viktigt område. Mobilitetstjänster, så kallade MaaS (Mobility as a Service), är viktiga för den framtida kollektivtrafiken. Men forskningen, inte minst från K2s projekt ”Institutionella ramverk för integrerade mobilitetstjänster i framtidens städer” visar att det fortfarande finns en del hinder för utvecklingen av sådana tjänster (Lund et al. 2017). Inom Mistra SAMS är frågan om bytespunkter också aktuell, även om den inte har uppmärksamats explicit i ansökan och programplanen. Det övergripande fokuset för Mistra SAMS är nya (digitala) tjänsteinnovationer för hållbar tillgänglighet. Med tjänsteinnovationer menar Mistra SAMS bl a nya kombinerade mobilitetstjänster, delningstjänster, specifika lösningar för icke-resor m m, där digitala plattformar spelar en viktig roll. Viktiga delar av forskningsarbetet handlar om att fördjupa kunskaperna om användares/resenärers perspektiv samt institutionella förutsättningar för implementering och uppskalning av tjänster med potential att bidra till långsiktigt hållbar tillgänglighet. I sammanhanget finns det en stor möjlighet att lyfta fram bytespunktsproblematiken

tydligare, särskilt i Mistra SAMS WP4 där mycket fokus riktas mot användarperspektiv. En intressant inriktning för bytespunktsforskning inom Mistra SAMS är att utgå från perspektiv/frågor om socialt inkluderande ("socially inclusive") access, tillgänglighetsdesign m m. Denna forskning kan ses som komplement till den forskning som redan pågår inom K2. Byten mellan färdmedel måste fungera för resenären och en mobilitetstjänst måste, om den ska fungera, ta hänsyn till detta.

Utöver K2:s projekt känner vi till ytterligare ett par forskningssatsningar som pågår i Västra Götaland, som drivs av forskare på IVL (Anders Roth och Åsa Hulth) och KTH (Ulf Ranhagen m fl. inom ramen för Mistra Urban Futures). Det sistnämnda projektet utgår från ett relativt brett perspektiv som rör hela stationssamhällesfrågan, vilket innebär ett fokus på t ex bytespunkters koppling till omgivande funktioner och strukturer, urban form, avstånd och fysisk design osv. Andra exempel på tidigare studier är Fredrik Johanssons mikrosimuleringsinriktade analyser (2013 och 2015), Ann-Charlotte Gilboa Runnviks avhandling "Rum, rytm och resande" (2014) med fokus på järnvägsstationer som könade platser samt internationella publikationer som uppmärksammar bytespunkters funktion, t ex Luca Bertolini som har skrivit om bytespunkters roll som både noder och platser i det urbana transportsystemet (Bertolini 1998, se även Reusser et al 2008 och Zemp et al 2011). Andra studier har uppmärksammat vikten av smidiga flöden och avsaknad av barriärer (se t ex Yamaoka, 2004). En kunskapsöversikt från K2 om kollektivtrafikens roll i resenärens vardagsliv (Book et al 2016) indikerar att bytespunkters funktion är en central aspekt utifrån ett tillgänglighetsperspektiv. Men det står också klart att många frågor – t ex vad som upplevs ge en god tillgänglighet samt vilken roll som bytespunkter faktiskt spelar idag, för konkreta och specifika resenärer - fortfarande är i hög grad utforskade. Det är angeläget att utveckla mer empiriskt grundad kunskap om *bytespunkters funktion för resenärer*, utifrån ambitionen att det ska kunna utvecklas bra "hela resan"-lösningar som kan bidra till att göra hållbara resealternativ attraktiva för fler och som kan möta specifika användares behov.

Sammantaget noteras dock att bytespunkters funktion och betydelse ur ett konkret resenärsperspektiv inte är en särskilt väl förstådd fråga i dagsläget. Det har gjorts ett fåtal studier i ett svenskt sammanhang, några med simuleringsansats och andra med fokus på resenärers upplevelser av några specifika bytespunkter. Det finns också en del studier som tillämpar en bred samhällsplaneringsansats. Denna litteraturstudie tar sin utgångspunkt i bytespunkternas planering men inkluderar också digitalisering, mobilitetstjänsters roll och resenärsbehov. Då framtida mobilitetstjänster troligen kommer påverka resenärens behov och bytespunkternas roll och funktion försöker vi genom denna litteraturstudie att ta reda på vilken vetenskaplig kunskap som redan finns idag om bytespunkternas planering och digitalisering.

1.1. Syfte

Syftet med litteraturstudien är att få en bild av vilken forskning som finns angående bytespunkters planering och om det redan finns forskning som kopplar ihop bytespunkter och mobilitetstjänster. Vidare är ett undersyfte att ta reda på vad som är viktigt ur ett resenärsperspektiv och hur detta möjligen kan kopplas till bytespunkter. Arbetet behandlar vetenskaplig litteratur. Uppdelningen kommer att vara så att en del kommer att

handla om den fysiska miljön och planering och en del om informationsflöden och de tekniska utmaningarna. Vidare är ett delsyfte med studien att bidra med strukturer kring roller och funktioner till framtida kollektivtrafik och bytespunkter som sannolikt kommer innefatta digitala mobilitetstjänster.

1.2. Metod

Forskning kring bytespunkter och framförallt i förhållande till digitalisering är ganska utspridd över olika forskningsfält. För att kunna samla den forskningen som är relevant för denna litteraturstudie gjordes en litteratursökning i Google Scholar med utvalda nyckelord. Dessutom begränsas sökningen till en urban kontext.

Följande söksträngar användes i sökningen:

“transfer point” AND “public transit” AND urban AND planning AND design AND MaaS OR “Mobility as a Service”

“transfer point” AND “public transport” AND urban AND planning AND design AND MaaS OR “Mobility as a Service”

“transfer point” AND “public transportation” AND urban AND planning AND design AND MaaS OR “Mobility as a Service”

Sökningen begränsades också till tidsintervall 2010-2018. Då det ansågs är mer relevant för digitalisering att ta reda på den senaste forskning. Ytterligare litteratur identifierades genom så kallad snowballing, dvs. genom referenser till och från dessa artiklar. Artiklar valdes ut för vidare läsning av abstract efter läsning av titlar och keywords för att sedan läsa abstracts. Detta ledde till att 20 artiklar valdes ut för läsning av abstract. Efter läsningen av abstracts gjordes ytterligare ett urval för läsning av hela artiklar. För läsning av hela artikeln valdes enbart 5 artiklar och resten valdes enligt snowball metoden efter genomgång av artiklars referenslistor. Det är dessa artiklar som ligger till grund för denna litteraturstudie.

2. Bytespunkters planering, utveckling och förbättring

Salsberg et al. (2010) presenterar ett projekt för designtransiteringsknutor i Toronto som en del av transportplanen. Den visar fysiska designelement att överväga i överföringsstation från användarens perspektiv. Det ger också några riktlinjer för planering och policy.

Enligt Salsberg et al. (2010) är fysiska designelement att överväga i överföringsstationer ur användarens perspektiv. Salsberg et al. ger också några riktlinjer för planering och policy. I artikeln presenteras och diskuteras Mobility Hub-konceptet, som i stort sett definieras som viktiga noder för integrationskoppling i "Big Move"-planen i Regionalt transportsystem i Great Toronto. Det övergripande målet med Big Move-planen är att skapa en mer hållbar transportframtid (Salsberg et al 2010).

Mobilitetshubbarna är utformade som intensifieringsplatser och blandad markanvändning, med höga prioriteringar för fotgängare och cyklar, och en stark känsla av plats, som ger oslagbar tillgång till det regionala transiteringssystemet. Den är inramad i ett strategiskt transitstationsområde inom 500 m radius (10 min promenad) och innehåller olika transportsätt (från gång till höghastighetståg), anställning, boende, shopping och / eller rekreation. Det sägs att Mobilitetshubbar har potential att bli livliga verksamhetsställen och destinationer i sig. Mobilitetsnavets mål är uppdelade i tre kategorier: **Oavbruten mobilitet; Transit-stödjande markanvändningsplanering och Placemaking**; såväl som att implementera framgångsrika mobilitetshubbar. Ett relevant element som presenteras i första kategorin är transporthierarkin, som syftar till att prioritera hållbara transportmedel som att promenera och cykla istället för att använda mindre effektiva transportsätt, såsom att köra bil. I den andra kategorin fokuserar Mobilitetsnavet på designen med tonvikt i användarnas upplevelse, inklusive identitet på platsen och de livliga platserna. Den tredje kategorin fokuserar på riktlinjer för att främja överenskommelse mellan olika intressenter som är involverade i varje mobilitetscentrum (Salsberg et al. 2010).

Placemaking är också ett viktigt element i utveckling av så kallade TOD – Transit Oriented Development – enligt Dorsay och Mulder (2013). I artikeln beskrivs relevanta faktorer och åtgärder som uppstått vid genomförandet av transitorienterad utveckling (TOD) och de olika aktörernas roller. En fallstudie ansats i Ogden, Utah, avslöjar vikten av samhället i beslutsprocessen och kommunikation i tidiga stadier av planering. Dorsay och Mulder (2013) menar att det är viktigt att inkludera samhället i planering redan i beslutsprocessen så att utvecklingen har en samhällelig förankring redan från start. Artikeln har ett fallstudie-tillvägagångssätt som avslöjar utmaningarna i planeringen av bytespunkter, när det gäller interaktion mellan entreprenörer, planerare och samhället. En av dessa utmaningar är spänningen mellan privata och offentliga intressenter (prioriteringar, kommunikation och tillvägagångssätt för planering) och svårigheterna att nå enighet. En annan utmaning handlar om platsutveckling, där olika visioner av "plats"

bland myndigheter och samhälle kan skapa konflikter. Transitorierad utveckling (TOD) är en holistisk transportplaneringsmetodik som ger flera fördelar när det gäller ekonomiska, sociala och miljömässiga förbättringar. Vid planering av bytespunkter är platsvisionen viktig, eftersom den kan påverka bytesbeslut och formen av byten, flödet och byternas inverkan på platsen. Om TOD är samhällsdriven, kan den privata investeringen och ombyggnaden forma känsla av platsen som prioriterar samhällets behov (Dorsay och Mulder 2013).

Platskonceptet bygger, enligt Dorsay och Mulder (2013), på tankarna om att tänka om stadsytorna och behovet av ökad vitalitet i centrala delar av en stad. Det omfattar i stort sett den planerade bebyggda miljön och platsens identitet och/eller karaktär.

Följande faktorer identifieras av Dorsay och Mulder (2013) som viktiga för att forma en plats:

- Privat investering: kollaterala privata intressen kan vara en av de viktigaste faktorerna för att forma en plats.
- Lokal kultur: kan också påverka planeringsprocesser och platskapande. Ett mer konservativt samhälle kommer sannolikt att föredra en planering som prioriterar bilanvändning.
- Flera planeringsmetoder: till exempel byråkratiskt, politiskt inflytande och social rörelser.

TOD sker vanligen i ett redan etablerat urbana sammanhang och kan ge många fördelar när det gäller ekonomiska, sociala och miljömässiga förbättringar.

Mer detaljerat är fördelarna med TOD, enligt Dorsay och Mulder (2013):

- Lokal effektivitet: Bytespunkter införs i blandade användningsområden, fotgängarvänliga platser där människor kan välja att arbeta och handla och barnen kan leka nära hemmet.
- Värdeåtervinning: Bra bytespunkter betyder att mindre tid per capita går åt transport.
- Livlighet: Livs kvalitetsfaktorerna förbättras (renare luft, mer öppna rum, ökad mobilitet och tillgång till tjänster)
- Finansiell avkastning: Mixed Use TOD bör ge flexibilitet och möjlighet till avkastning på investeringar (offentliga eller privata).
- Val: Städer med mycket trafik/kollektivtrafik och TOD erbjuder större valmöjligheter när det gäller bostäder, transporter och shopping än utvecklingen av förortsmodellen.
- Effektivitet: Effektiv markanvändning, mer öppna rum, kortare pendling, mindre trafik.

Kollektivtrafik, markanvändningspolitik och översiktsplanering är viktiga faktorer för TOD och ekonomiska investeringar är nödvändiga för att möjliggöra det. Den offentliga sektorn är en nyckelaktör för platskapande, eftersom den är i regel ansvarig för att fastställa kollektivtrafikinfrastrukturen och reglerna för utveckling: det vill säga översiktsplanering och markanvändning. Den komplexa blandningen av privata och offentliga intressen och investeringar i kollektivtrafiken, bytespunkter och stadsutveckling ger upphov till frågor om tillväxt och om vem som ska ta ut vinst på utvecklingen (Dorsay och Mulder 2013).

Dorsay och Mulders (2013) presenterar också ett studiefall i staden Ogden, Utah i USA. Regeringen och den privata sektorn föreslog en privat utveckling (tillsammans med en ny bytespunktutveckling) som skulle leda till förlust av öppna rum i staden. Detta skapade en stor konflikt med det lokala samhället som ville bevara de öppna stadsrummen och en alternativ bytespunktutveckling, nämligen en TOD, som skulle gynna samhället i stället för mestadels privata intressen. De aktiviteterna mot förslaget avslutades inte med en konkretisering av projektet, utan med en öppning i dialogen om bytespunktutveckling.

Fallstudien visade att:

- Trafik som planeras av och för samhället kan hindra uteslutning av minoritetsområden.
- Tidig planering och samarbete mellan intressenter är viktigt
- Översiktsplanering och policy i TOD-stilen bör genomföras före eller under byggandet av lätta järnvägs- eller spårvagnssystem.
- Transparent kommunikation mellan tjänstemän/planerare, potentiella utvecklare och samhällsaktivister är ett kritiskt inslag i TOD-planeringen.
- Det är viktigt att i översiktsplanering, planer som utvecklades av samhället och lokalt utvecklade stadsplaner att ta hänsyn till samhällets visioner och önskemål om bytespunkter. Detta ska ske i samklang med en tidigare översiktsplanering och markanvändningsreglering som kan användas för att styra utvecklingen på en plats.
- För att skapa balans mellan offentliga och privata roller och intresse är öppen kommunikation viktig (borgmästare, kommunfullmäktige och allmänheten).
- Samhället och medborgarorganisationer är viktiga för att styra konstruktiv markanvändning och formning av plats. Därför bör de inte underskattas.
- Engagemang av medborgare bör uppmuntras för att se till att samhällsintressen representeras och ingår i beslutsprocessen för bytespunkter och markanvändning.
- Regeringens roll är att se till att den privata sektorn inte försummar medborgarnas intressen.

Det krävs med andra ord många olika insatser för att förbättra planeringen av bytespunkter och inte minst planering av kollektivtrafik. Laurent (2011) utvecklar en abstrakt teoretisk ram för modellering av kollektivtrafiksystem. Genom att inkludera alla faktorer som begränsar driften av ett transportnät kan de kvalitativa effekterna av olika planeringsbeslut analyseras.

I Laurent's artikel som publicerades 2011 presenteras en teoretiskt kvalitativ ram för analys av kollektivtrafiksystemen som syftar till att visa systemets tekniska funktioner i samspel med användarnas beteende. Målet är att skapa en abstrakt modell där uppgifterna för varje enskilt system tas bort för att möjliggöra mer generella slutsatser. Modellen som resulterade i Laurent's forskning kan användas för att identifiera och avslöja kapacitetsfenomen och begränsningar; och för simulering av utvecklingsplaner och verksamhetsplaner. I en efterföljande publikation ("A Passenger Traffic Assignment Model med kapacitetsbegränsningar för Transit Networks", Laurent et al, 2012) skapas en matematisk formulering av modellen som testas på ett litet delsystem i Paris RER.

Laurent (2011) definierar transportkapaciteten att den är den maximala flödesvolymen som kan hanteras under normala förhållanden under en begränsad period. Vid planeringen av bytespunkter måste kapaciteten hos ett befintligt eller planerat system vara känd för att vid behov kunna justeras beroende på resflöden. Otillräcklig kapacitet är en

faktor som orsakar trängsel, vilket resulterar i lokala köer, obehag för passagerare och slöseri med sin tid. Dessutom minskar detta fordonets produktivitet och tillgänglighet för nästa körning (Laurent 2011).

Kollektivtrafiksystemets funktion är föremål för begränsningar i subjektets rörelser (passagerare, fordon och rörlig kropp) men också i lagring och tillgänglighet av fordon. Den systemanalysen, som Laurent (2011) föreslår är indelad i 4 delsystem:

- Passagerarsystem: Passagerarbanor skapar en rumslig och tidsmässig struktur av flöden som bestämmer lasten på transportmedel, infrastrukturavsnitt eller fordon eller fotgängare. Denna belastning bestämmer den lokala trafikstockningen och påverkar servicekvaliteten. Kvaliteten på service innebär tid, obehag och tillförlitlighet. Dessa element är viktiga för att bestämma passagerarens resealternativ. De ekonomiska val som passagerarna skapar, skapar lokalt trafikbehov och därmed efterfrågan på kapacitet på en lokal resurs.
- Fordonsdelssystem: fordonet har individuella egenskaper. Passagerarens komfort beror på avdelningens utrymme, beläggning, temperatur, fuktighetsreglering, ljudisolering, banans jämnhet, bland annat. Placeringen av fordonets dörr i förhållande till stationsplattformen bestämmer växelkapaciteten.
- Stationens delsystem: Stationer ger tillgång till fordon. Layout påverkar passagerarens komfort. Konfigurationen av utrymmena rummen bestämmer kapaciteten och kapacitetsbegränsningarna kan hittas i korridorer eller trappor som leder till plattformar.
- Linjesubsystem: När det gäller linjesystem är tunnelbanan det färdmedel med färre hinder eftersom det endast har korsningar på stationerna.

Kapacitetsfenomenen, resurserna som begränsar kollektivtrafiksystemets funktion, är uppdelade i 7 grupper: infrastrukturens rörelsekapacitet, färdvägs kapacitet, passagerarkapacitet, färdvägs passagerarkapacitet, passagerarkapacitet för en station, fordonskapacitet i en station och kapacitet för gränssnitt med enskilda mekanismer. Dessa begränsar systemet, i den meningen att optimeringen måste utföras på ett sätt som överensstämmer med kapaciteten. Denna abstrakta modell kan sedan användas för att analysera transportsystemen och hitta aspekter av operationen som kan förbättras. Som exempel anger Laurent sådana faktorer som överdriven uppehållstid vid stationer, trängsel eller resurser som inte är upptagna till kapacitet (Laurent 2011).

Mishra et al. (2012) föreslår i sin artikel, också en kvantitativ metod för att kunna kvantifiera anslutning med hjälp av ett system för flera nivåer. Ett transportnät, anse Mishra et al (2012) utgörs av noder och länkar, samt "överföringscentrum" (kluster av noder) och regioner. Genom att mäta anslutningen på dessa fyra nivåer och skala varje åtgärd genom grannarnas anslutningar kan potentiella förbättringar av transportnätet identifieras (Mishra et al. 2012).

I artikeln utvecklas en uppsättning anslutningsindikatorer för att representera potentialen i ett multimodalt kollektivtrafiksystem. Syfte av indikatorerna är att övervinna de svårigheter som uppstår genom de komplexa interaktionerna mellan de olika faktorerna som är inbäddade i ett sådant system. För detta ändamål tillämpar Mishra et al. (2012) en flernivåanalys och skapar separata anslutningsindex för noder, länkar, överföringscentrum och regioner i ett nätverk. Noder och länkar har sin vanliga betydelse; bytespunkterna är menade för att vara ett kluster av noder definierade av den lätta

överföringen mellan dem; och regioner betraktas i detta fall som ett visst område med en viss densitet, vilket möjliggör jämförelser mellan anslutningskvaliteten hos områden med olika densitet. Anslutningsvärdena på dessa fyra nivåer används sedan för att modifiera antalet nästa grannar, t.ex. poängen för en linje som ansluter till en högt ansluten nod ökar i anslutning etc., vilket ger en mer omfattande bild av systemet.

Metodikerna tillämpas av Mishra et al. (2012) på en fallstudie, det kollektivtrafiksystemet i Washington-Baltimore-området i USA. Detta område har ett storskaligt, multimodalt transportsystem med bussar, tunnelbana och light-rail-tåg. Systemet analyseras på de fyra nämnda nivåerna och slutsatser som dras är följande:

- På nodnivå konstateras att flera av de mest anslutna noderna ligger inom ett litet geografiskt område. Detta gör nätverket alltför beroende av detta område i fall det skulle hända en allvarig incident som samtidigt skulle ta bort alla från tjänsten. En efterföljande analys visar hur andra noder i systemet kan förbättras, vilket minskar beroende av det kritiska området. Omdirigering av finansiella medel till sådana noder skulle då förbättra robustheten i hela systemet.
 - På linjenivå ger analysen två huvudresultat. För det första kan flera busslinjer som i sig får låga poäng för anslutning identifieras som kritiska genom att de ansluter andra viktiga noder och regioner i systemet. För det andra föreslår analysen sätt på vilka förändringar i en busslinje kan öka anslutningen genom att samordna den med andra lägen som lätta järnväg eller tunnelbana. På samma sätt kan det ha stor effekt på regionens anslutning utan att kräva stora förändringar om det läggs till stopp eller ändras banor av redan aktuella linjer.
 - En jämförelse mellan anslutningsresultaten för bytespunkterna och deras dagliga användarnummer identifierade bytespunkter med dålig prestanda i förhållande till deras anslutning inom systemet. På så sätt kan förändringar som kan förbättra attraktiviteten hos sådana underutnyttjade bytespunkterna identifieras.
 - Slutligen, på en regionnivå, kunde analysen identifiera underbetalda områden, vilket bidrar till att beslutsfattarna omfördelar finansieringen mer effektivt.
- (Mishra et al. 2012)

Integrerade transportsystem är avgörande för att förbättra hållbar mobilitet i städer och minska vägtransporter. Byten är ett centralt inslag i systemet eftersom de tillåter att passagerare får större destinationsval och erbjuder en potentiell minskning av resetid och kostnader. Studier visar emellertid att kollektivtrafikanvändare har en negativ inställning till byten. Studien visar att användarna är mer villiga att överföra om rutten är attraktiv, vilket innebär att en attraktiv väg är tid och kostnadseffektiv. Komfort vid byten är en viktig faktor som påverkar användarens uppfattning om kollektivtrafiksystemen. Stationsmiljö spelar en stor roll i reseupplevelsen, och därför bör designaspekterna övervägas, till exempel tillgång och anslutning, hur man hittar rätt, direktkundtjänst, stationslayout, plattformsförhållanden, estetik och övergripande komfort. Den utvecklade metoden innefattar attributen för resetid och kostnad, men anser också att komfort är viktig. Det handlar om en kombination av undersökning och matematisk ekvation. Ekvationen använder Webers lag "Just noticeable Difference" som bygger på uppfattning och kan kvantifiera uppfattningen som uppfattas (Chowdhury et al. 2015).

Metoden testades på en vältrafikerad gata som förbinder universitetet i Auckland och de främsta förorterna. Undersökningen genomfördes under 30 veckodagar och deltagandet var frivilligt. Resultaten visade att deltagarna var mer känsliga för resekostnader än resetiden. Detta kan förklaras eftersom majoriteten av deltagarna var universitetsstudenter. I genomsnitt är användarens önskan åtminstone en 16 % kostnadsreduktion och 33 % restidsreduktion med grundläggande komfortmöjligheter vid byten. För ett bättre komfortförhållande vid byten, är användarens önskan 10 % kostnadsreduktion och 25 % restidsreduktion. Därför skulle fler högkvalitativa utbyten uppmuntra användningen av linjer med överföringar. Den matematiska ekvationen visade att resenärer med längre körtid är mer villiga att ta en rutt med byten om det innebär tidsbesparing. Eftersom det finns heterogenitet bland pendlare är dessa resultat huvudsakligen tillämpliga för den här gruppen. Den information som samlas in kan dock föreslå några användbara tillämpningar, till exempel en rimlig rabatt för rutter med byten i enlighet med användarens kostnad i stället för samma rabatt för alla. Sammanfattningsvis visar studien att även om det finns en negativ syn på byten, är det en vilja för användarna att ge tid och kostnadsbesparingar (Chowdhury et al.2015).

3. Digitalisering av bytespunkter

Detta avsnitt behandlar hur digitalisering av kollektivtrafiken kan bidra till bättre lösningar. När det gäller att förbättra kollektivtrafikplanering utvecklade då Jariyasunant et al. (2011) en lösning för mobiltelefoner, som kallas Transitr, som skapar de bästa busslinjerna för en önskad resa med hjälp av transport online information av bussarnas tidtabeller och realtidsbusslokaliseringssuppdateringar. Syftet är att minska tiden som kan betraktas som förlorad på grund av försenade fordon och öka tillförlitligheten i bussar. Artikeln beskriver ett utvecklat system för en reseplanerare för kollektivtrafik för mobila enheter som heter Transitr. Mobiltelefoner är utrustade med GPS och internetåtkomst som kan användas för att övervaka transportsystemet i realtid. Transitr använder realtidsbussankomstfeeds online för att bestämma den snabbaste vägen till en önskad destination. Det sammanfogar data i realtid med den befintliga tekniken för statisk som baseras på planering av tidtabeller (som även är tillgänglig online). Studier i San Francisco och New York City visar att tillförlitligheten i bussar är med cirka 70% (lägre än tunnelbanan). Det sägs att informationen i realtid kan användas för att minska bortkastad tid, till exempel som att vänta på försenade kollektivtrafikfordon och att det kan ge användarna chansen att ta snabbare alternativa rutter. Transitr användare måste ange ursprung och destination, antingen manuellt eller aktivering av GPS. Ursprungs- och destinationspunkterna är geokodade till latitud- och longitudpoäng och skickas som en fråga till servern. Systemet genererar de fem snabbaste vägarna och ger vägen, överföringar och tid på resan (Jariyasunant et al. 2011).

Studien visar att införandet av realtidsinformation i Transitr-systemet ger mer exakta förutsägelser för totala resetider och fler fall av optimala vägförslag, jämfört med schemalagda reseplanerare för kollektivtrafik. Denna förbättring är emellertid marginell. Enligt författarna finns det potential för mer förbättring om mer avancerade uppskattningstekniker vart man ska använda (Jariyasunant et al. 2011). Detta skulle då kunna användas för att minska restiden även vid byten och då också förbättra bytespunkternas roll och funktion i kollektivtrafiksystemet.

I sin studie om att optimera kollektivtrafikplaneringen använder Horazdovsky et al. (2018). Användningen av information om enskildas rörelser, som förvärvas via sina mobiltelefoner, möjliggör bättre planering av rutter och realtidsproblemlösning. För närvarande är detta tillvägagångssätt mer användbart för mindre kommuner där mängden data är hanterbar. Artikel av Horazdovsky et al. (2018) bygger på författarnas tidigare arbete "Dynamisk service för kollektivtrafik i smart stad och region" som kategoriserar kollektivtrafik på 3 nivåer, beroende på deras grad av centralitet i ett nätverk. Forskningen ger ett tillvägagångssätt för smarta lösningar inom kollektivtrafik som använder en kombination av dynamisk mobilitetstjänst (ofta kallad för MaaS) och Big Data. En parameter som påverkar dynamisk mobilitetstjänst är befolkningens rörelse och detta kan övervakas med hjälp av Big Data. Genom detta skulle bytespunkternas funktion anpassas till resenärens rörelsebeteende för att göra byten mer effektiva och snabbare.

Horazdovsky et al. (2018) föreslår att man använder den nuvarande utvecklingen inom sensing, digitalisering och beslutsfattande genom artificiell intelligens för att skapa ett system som optimerar kollektivtrafikförvaltningen och planeringen. Det sägs att i virtuellt utrymme är det lättare att modellera svar på olika typer av extraordinära händelser. Enligt författarna kan utvecklingens största fördel vara en effektivare kollektivtrafik som täcker små kommuner där det finns en liten efterfrågan på transporter. För stadsområden är metoden för närvarande inte genomförbar med tanke på antalet anslutningar och klarhet i systemet. Systemet är baserat på tanken på dynamisk beställning av passagerare, såväl som automatiska svar på aktuell trafik och förseningar. Algoritmen bestämmer linjestyrningen och tidsplanen för varje länk baserat på kraven. Algoritmen utvärderar olika parametrar som fordonstyp och position, överför platser, tidsram, taxa, ekologi (cyklar) och realtidsp parametrar. För att få real-time parametrar kan Big Data hjälpa till med att ge nuvarande, men också långsiktig statistisk data från drift och kan också vara en källa till information för operatörsplanering (Horazdovsky et al. 2018). Genom detta skulle dels bytespunkternas lokalisering och funktion optimeras och dels resenärens upplevelse av byten och bytespunkter förbättras och effektiviseras. Att minska restiden är oerhört viktigt för resenären och om bytespunkterna dessutom är effektiva och om dess funktion förbättras kan detta påverka resenärens upplevelse av kollektivtrafikresan positivt.

Personers rörlighet i ett område samlas in av mobilnätet på ett passivt sätt (när ett samtal görs, ett meddelande skickas eller internet används) eller aktivt när GPS används (i så fall är data inte alltid lagrad). Användningen av dessa data för att analysera rörelser kan få trafikplaneringen upp till kvalitativt högre nivå. För den dynamiska tjänsten för kollektivtrafik är användningen av mobila data dessutom ett lämpligt sätt att optimera systemet ordentligt i termer av konkurrenskraft med individuell biltrafik och attraktivitet för kollektivtrafik för passagerare. Rumsinformation om pendling och resebeteende kan användas för flera saker, till exempel: Analys av territoriums lämplighet för dynamisk trafik, kollektivtrafikoptimering, nya åtkomstpunkter eller kollektivtrafiknav, förutsägelse av rutter och tidsplan baserat på statistiska data och hämtning av transportdata från trafik (Horazdovsky et al. 2018).

I artikeln av Ho et al. (2018) analyseras flera aspekter relaterade till Dial-And-Ride-system (DAR-system), varav en är bytespunkterna och integrationen av DAR-system med kollektivtrafik. Forskningen fokuserar på operativa utmaningar och trender som ger idéer om vad som ska beaktas när det gäller utformning och planering av bytespunkter, till exempel personliga transportanordningar (som e-cyklar, Segways och e-scooters) är en ny trend som måste införlivas i utformningen av bytespunkterna. Den största utmaningen som anges i bytespunkter är synkroniseringen av båda tjänsterna (Ho et al. (2018).

Ho et al. (2018) samlar och diskuterar forskningens utveckling på Dial-a-ride problem på grund av återupptagandet av intresse för efterfrågesansvariga delade system som ett led i ett önskvärt skifte från bilägandet till "Mobility as a Service" (mobilitetstjänst). Den nya tekniska utvecklingen, som webb- och mobilkommunikation, cloud computing och dataanalys, möjliggör nya möjligheter i driften av DAR-systemen, menar Ho et al. (2018).

DAR var det första försöket med kollektivtrafik på begäran och var särskilt värdefullt för äldre och funktionshindrade som kan ha svårigheter att använda standard kollektivtrafik.

För drift av DAR-system är det nödvändigt att ha en datoriserad planering och schemaläggning. Den första modellen för det som gjordes vid MIT var DARP. Som Ho et al. säger (2018:397-398): "In the DARP, multiple users make their requests for transportation from their specific origins to destination The transportation service provider receives the request and then arranges with its fleet of vehicles for the delivery service. The transportation is shared in the sense that multiple users (with different requests) may be in the same vehicle at the same time."

Nackdelen med denna typ av tjänster, jämfört med standard kollektivtrafik, är att de är ganska dyra. Därför kan inkludering av bytespunkter sänka kostnaden men det skulle också lägga till besvär för användarna. Även om användarens resa blir mindre direkt och han eller hon kan behöva vänta vid bytespunkterna visar ett antal studier, som Ho et al. 2018 dra nytta av, fördelarna med att tillåta sådana överföringar. Det visades till exempel att flexibiliteten att ha passageraröverföringar skulle kunna förbättra systemets totala effektivitet, till exempel genom att minska den totala körtiden (Ho et al. 2018). Medan DARP fokuserar på efterfrågehanterande transporttjänster, möjliggör viss forskning, enligt Ho et al. (2018), integrationen av efterfrågade transporter och kollektivtrafik. Detta kan bidra till att minska driftkostnaderna för det övergripande systemet. Den största utmaningen är synkroniseringen av båda tjänsterna. Om den allmänna transporttjänsten har en mycket hög frekvens kan man försumma synkroniseringen.

DAR-system har traditionellt varit beroende av centraliserad planering som kräver förhandsbokning av resor; men ofta måste det planerade schemat vara inställbart på grund av oväntade förseningar och andra händelser. Under tiden med Big Data kan resetiden uppskattas mycket mer exakt genom exempelvis maskininlärning och djupt lärande och dynamiskt uppdaterad, snabbare algoritmer och mer kraftfull maskinvara tillåter "realtid" planering och avsändning. Re-optimering i realtid. Millenials äger färre bilar än tidigare generationer och därför kommer DAR-system att bli mycket mer framträdande i framtiden. Men modus operandi kan vara mycket annorlunda än tidigare. DAR-fordonsflottan behöver inte vara centralt ägd, och enskilda förare kan bjuda på att ta resan (t.ex. UBER). Resemönster kan också förändras, DAR-system kan fungera som matare för långdistanstransit. Samordningen av schemat och kapaciteten mellan schemalagd kollektivtrafik och DAR-matare är ett forskningsämne som hittills inte har undersökts mycket (ho et al. 2018).

En annan framväxande trend är att pendlarna ska ta med sina personliga mobilitetsenheter (PMD) -cyklar, segways, e-scooters-på kollektivtrafik. Sedan december 2016 kan Singapore pendlare bära vikbara cyklar och andra PMD på kollektivtrafik. Detta kan ändra modellen för DAR-matningssystemen, eftersom resan kanske inte är punkt-till-punkt men zon-till-zon, eftersom pendlaren har flexibilitet att resa för att möta DAR-fordonet (Ho et al. 2018).

Das och Winter (2016) presenterar i sin artikel ett nytt sätt att samla och tolka information om resebeteende för en effektiv stadsplanering. Smartphones är nyckelverktyg för studien, eftersom de har GPS-positionering och positionssensorer, som kan bidra till att generera resedagböcker. Det faktum att denna information kan samlas automatiskt och i realtid är viktig eftersom det hjälper till att förstå exakt resefterfrågan i en stad. det vill säga människors rörelse, modala preferenser etc.

I artikeln uppfattas resande som en sekvens av aktiviteter, det vill säga som segment som reste i ett enda läge, vilket kan samlas och tolkas från sensorspår på resenärens smartphones. Dessa spår kan användas för att tolka färdlägen, både för att generera automatiserade resdagar såväl som för realtidslägesdetektering. Icke-stödd kroppsrörelse (walking, running) ingår också som ett läge. Att identifiera resor automatiskt är viktigt för att förstå reseöverskottet i en stad, människors rörelsebetende, modalpreferenser, färdval, stöd för systemet och för att möjliggöra olika anpassade tjänster inom ramen för Mobilitet som tjänst. Traditionella metoder för att förstå människors reseaktiviteter är pappersbaserade, telefoniska eller ansikte mot ansikte reseundersökningar tekniker som genererar resedagböcker. Problem med denna insamlade information är att det vanligtvis innefattar underrapportering, missrapportering och partiskhet. Mer nyligen har GPS-baserade undersökningar utforskats eftersom de kan samla rörelsedata (tid och rutt). Den senaste tidens framväxt av smartphones utrustade med positionerings- och andra lokaliseringssensorer har dock öppnat möjligheten att spåra en individ över vilket reseform som helst. Olika smartphone-baserade reseundersökningar har gjorts med hjälp av självrekryterande respondenter som övervakas för en bestämd period. Dessa smartphone-baserade reseundersökningsmetoder kan generera högkvalitativ rese- och aktivitetsinformation i form av banor genererade från GPS, Wi-Fi och 3G / 4G-lokalisering, i kombination med spår från IMU (inertialmätningssystem). Dessa råtrajektorer och sensorspår avslöjar lokal information och geometriska mönster av användarrörelsen. I papperet föreslås ett statsbaserat bottom-up-ramverk som kan tolka en rå sensorspår och generera en automatiserad resedagbok som innehåller antalet resor, start- och sluttid och det särskilda färdmedel som användes under den resan. Modellen som presenteras är adaptiv och modulär, vilket innebär att den kan appliceras i olika sammanhang med olika typer av sensordata (Das och Winter 2016).

Resultaten visar att den föreslagna modellen överträffar de befintliga händelsebaserade segmenteringsmodellerna när det gäller anpassningsförmåga, flexibilitet, noggrannhet och rikedom i informationsleverans avseende automatisk tolkning av reseuppförande (Das och Winter 2016).

I artikeln ” Smart card data use in public transit: A literature review” (2011) analyserar Pelletier et al. möjliga användningar av smarta kort för planering. Eftersom smarta kort kan lagra och bearbeta data föreslår författarna att de används för att följa användarna under sina resor. De främsta fördelarna är servicejustering och nätverksutveckling, medan integritetshänsyn är den primära nackdelen. Pelletier et al. (2011) beskriver möjliga användningar av smartkortdata i kollektivtrafik. Smartkortautomatiserade biljettpriserna ökar i popularitet över hela världen. De uppfattas som en säker betalningsmetod av användarna och underlättar också jobbet för förare som inte längre behöver samla biljettpriset. Det ger också möjligheter till innovation i flexibel prisstrukturering. Smarta kort kan lagra och bearbeta data. Dessa data kan användas i transitplanering, från daglig drift till strategisk långsiktig planering av nätverket. Varje användare kan följas under sin resa och därigenom ge en bättre förståelse för användarbeteende och lojalitet mot nätverket. Smartkortet samlar in, datum, kortnummer och ombordstigningsplats. Servicejustering och nätverksutveckling identifieras som de största fördelarna (Pelletier et al. 2011).

På grund av integritetshänsyn är det inte troligt att länkningen av smartkortet med enskild personlig information godtas. Enligt författarna bör smartkortet användas endast för

biljettbetalning, planering och reklamändamål och för att övervaka individernas beteende i nätverket. Några nackdelar med smartkortet är att det inte ger information om resans syfte eller användarens slutliga destination. Sekretesshänsyn bör tas upp och adekvata säkerhetsåtgärder bör införlivas så att planerare och forskare får tillgång till fortlöpande data som gör det möjligt för dem att bättre förstå användarnas användarbeteende och bidra till att förbättra kollektivtrafik som syftar till att öka sin roll i hållbar transport (Pelletier et al. 2011).

Ett annat exempel på att skapa kunskap om resemönster mha av digitalisering ges av Hadas och Ranjitkar (2012) utvecklar i sin artikel en matematisk modell för beräkning av anslutningen mellan två punkter. Det använder sig av online transitdata, Googles Transit och GPS. Det kan användas för att identifiera ineffektivitet i kollektivtrafiksystemet. I artikeln utvecklar Hadas och Ranjitkar (2012) en matematisk modell som gör det möjligt att beräkna nivån på anslutning mellan 2 poäng genom att kombinera olika typer av kollektivtrafik och gångavstånd. Modellen baseras på attributen för tid och överföring efter läge och använder data som är tillgängliga online (transitplaner, kartdata), Google Transit och GPS. Syftet är att tillhandahålla ett verktyg för identifiering av ineffektivitet i kollektivtrafiksystemet.

Modellen testades i Auckland, Nya Zeeland. Målet var att analysera prestanda hos kollektivtrafiken och jämföra det med den närliggande staden North Shore. Resultaten avspeglade att resor i Auckland kortades mer än i North Shore, men kvaliteten på överföringen av North Shores resor var högre. Detta beror på att tillgängligheten av rutter och frekvens är högre i Auckland och fördelningen av busshållplatser är bättre i North Shore. Det visades också att resa till Auckland från North Shore under AM-toppar var bättre i båda åtgärderna än att åka i motsatt riktning. Informationen från modellen kan användas av myndigheter och operatörer för att analysera prestanda hos kollektivtrafiken och förbättra överföringarna (Hadas och Ranjitkar 2012).

Chowdhury et al. (2015) utarbetar i sin artikel en metod för att analysera kollektivtrafikans användarens uppfattning om byten. Metoden kombinerar undersökningar och en matematisk ekvation, med inriktning på egenskaperna för restid och kostnad, samtidigt som det även i viss mån ingår komfort. Det kan tillämpas för att förstå motivationer från särskilda grupper.

I artikeln utvecklas en metod för att analysera kollektivtrafikens användarens uppfattning om byten, med fokus på två reseattribut: resetid och kostnad. Metoden används sedan på University of Auckland. Syftet är att bidra till en bättre förståelse och kommunikation mellan planerare och användare som gör det möjligt för planerare att utveckla mer attraktiva linjer i ett integrerat kollektivtrafiksystem (Chowdhury et al.. 2015)

4. Användarperspektivet på bytespunkter

De flesta undersökningar och tillämpningar när det gäller bytespunkter har nästan uteslutande fokuserats på operativa aspekter (för att förbättra systemets effektivitet) men har försummat faktorer som bekvämlighet i bytestationerna som är viktiga psykologiska faktorer som användare och icke-användare tar hänsyn till när de måste välja mellan att använda en bil i stället för kollektivtrafik. Enligt Chowdhury och Ceder (2016) är det nödvändigt att utforma stationerna med hänsyn till psykologiska faktorer och politiska effekter på befolkningen på samma sätt som operativa faktorer är för att stimulera övergången från att äga och köra bil till att åka mer kollektivt i ett integrerat kollektivtrafiksystem (Chowdhury och Ceder 2016). Chowdhury och Ceder (2016) genomförde en litteraturgranskning som fokuserade på de faktorer som påverkar pendlarna för att använda ett integrerat kollektivtrafiksystem. Det avslöjas att huvudfokus på studier relaterade till bytena är de operativa aspekterna. Antalet studier relaterade till psykologiska aspekter och effekterna av politiken på integrerade system för att uppmuntra förflyttning till kollektivtrafiken och bytespunkterna är begränsade. Detta är en stor brist, eftersom det utan säker förståelse av alla tre aspekter är osannolikt att byten ska utformas korrekt när man utvecklar ett integrerat multimodalsystem (Chowdhury och Ceder 2016).

Valet mellan att kör/åka med privata fordon eller kollektivtrafik beror på olika faktorer. Reseegenskaper (resans syfte, resans gång och resans regelbundenhet) och demografiska egenskaper (ålder, kön och inkomstnivå) är viktiga. Användningen av kollektivtrafiken minskar med ökad ålder och inkomstnivå. Kvinnor är något mer benägna att använda kollektivtrafik i andra resor än pendling än män. Andra faktorer som identifieras är kvaliteten på tjänsterna, bristen på anslutningar, resekostnader, resans avstånd till och från stationer och avstånd till / från hemmet. Privata fordon föredras vanligtvis inte bara på grund av funktionella skäl, till exempel frihet, komfort och bekvämlighet, men också på grund av symboliska skäl (status). Enkla byten i kollektivtrafiken gör systemet mer effektivt. Pendlarna är dock negativa mot dem. Enligt Chowdhury och Ceder ligger framgången för ett integrerat system i utvecklingen av att tillhandahålla mycket enkla byten som uppfattas av användarna som en fördelaktig del av systemet (Chowdhury och Ceder 2016).

Operativa aspekter av kollektivtrafikens användares vilja att göra överföringar inkludera också viktiga faktorer. De viktigaste faktorerna som påverkar vilja att byta till kollektivtrafik, enligt Chowdhury och Ceder (2016) är:

- Personlig säkerhet: Rädsla om personlig säkerhet för det mesta utan biltid i terminaler och speciellt under nattresor. Bättre belysning, design av stationer och säkerhetskameror föreslås.
- Tillförlitlighet: förseningar och missade anslutningar visade sig vara en huvudkälla till rädsla relaterad till bytespunkterna.

- Utanför fordonstider: byten som inkludera gång- och väntetid. Användarna anser det vara oproduktivt. Väl utformad layout av stationer och kvalitetsinformation föreslås.
- Bättre informationssystem: Informationsbestämmelser som kan tillhandahållas för att underlätta besväret att göra överföringar är pre-trip-information, realtids ankomst / avgångsinformation, fördröjningsrapportering och så vidare.
- Prissättning: Integrering av biljettpriiser mellan operatörer har en positiv effekt på uppfattningen att det är lätt att göra överföringar.
- Komfort vid utbyten: Stationsmiljö spelar en viktig roll i användarens upplevelser och därför måste konceptualiseringsarbetet vara en designuppgift, särskilt för multimodala stationer.

Ett relativt högre antal studier fokuserar på de första aspekterna (säkerhet, tillförlitlighet och varaktighet för överföring, väntetid och gångtid), medan undersökningen om komfort vid byten är fortsatt svagare. Granskning av den psykologiska aspekten av kollektivtrafikens användares resebeteende är ännu mindre utforskad. Fördomar om kollektivtrafik bland icke-användare är en stor faktor som begränsar ökningen av nivåer av användare av kollektivtrafik efter marknadsföringskampanjer. Ett exempel på att ändra en psykologisk faktor, till exempel attityd mot kollektivtrafik, blev att bilanvändare fick en månad ett gratis busskort (Chowdhury och Ceder 2016).

Enligt Chowdhury och Ceder (2016) finns det två typer av policyåtgärder som kan vara effektiva: "pull" och "push" policyer. Det första målet är att öka attraktiviteten för hållbara transporter medan den andra syftar till att minska attraktiviteten hos privata fordon. Åtgärderna av "pull" -typ anses vara lättare accepterade av allmänheten än "push" -typsåtgärder eftersom de anses vara mer effektiva och rättvisare. Som visat är forskningen om psykologiska aspekter på resebeteende och policyeffekter begränsade och måste behandlas (Chowdhury och Ceder 2016).

Iseki och Smart (2012) utvecklar och tillämpar en undersökning om kollektivtrafikansvändarens uppfattning och de värdefullaste kollektivtrafikattributen i olika städer i Kalifornien. Analysen visade skillnaderna och likheterna mellan olika grupper, t.ex. kön, ålder, inkomst, demografi. Informationen kan hjälpa planerare att välja vilken typ av förbättringar som krävs beroende på de olika målgrupperna. I artikeln beskrivs och analyseras kartläggningsdata som samlats i Kalifornien, vilket indikerar användarens uppfattning och de värdefullaste kollektivtrafikattributen för dem. Forskningsansatsen är att identifiera om det finns en betydelsevariation mellan olika grupper av resenärer som gör olika resor och därmed hjälpa planerare i förbättringsprocessen av kollektivtrafiken (Iseki och Smart 2012).

I många städer i USA anses kollektivtrafiken som en nackdel jämfört med privata fordon, främst på grund av de långa sträckor som är nödvändiga för att gå till och från stationer, väntetider på bussar eller tåg etc. Uppfattningen av tiden utanför fordon är mycket obehagligt. Undersökningen utvecklades i 46 frågor med 5 kategorier: tillgång till stationerna och lätthet att förflytta sig i stationen; anslutning och tillförlitlighet serviceinformation; bekvämligheter; trygghet och säkerhet. Stopp och stationer valdes över ett brett område, från enkla lokala busshållplatser till stora intermodala bytespunkterna. Analysen av datamaterialet visade att när alla attribut betraktas samtidigt i en regressionsanalys resulterade säkerheten i att vara viktigare än tillförlitligheten vid övergripande tillfredsställelse. Bekvämligheter påverkar inte den totala tillfredsställelsen.

Vidare upprepades analysen separat för undergrupper av befolkningen som visar att de har olika preferenser. Till exempel skiljer sig det upplevda värdet av tillgång och information jämfört med säkerheten mellan olika inkomstgrupper och mellan könen Iseki och Smart (2012). Även dessa resultat kan ge input i att hur viktigt det är att förbättra bytespunkters effektivitet och funktion för att skapa en så bra kollektivtrafikreseupplevelse som möjligt. Som nämns i andra studier som redovisades i denna rapport är restiden och upplevelse av smidiga och effektiva byten oerhört viktiga för att skapa en positiv reseupplevelse. Detta kan då leda till att människor snarare väljer att åka med kollektivtrafik än att köra bil.

Navarette och Ortuzar (2013) beskriver ett studiefall av värdering av erfarenhet av byten när det gäller fysiska variabler och tidsvariabler. Studien utfördes i två steg: en undersökning och valmodellering. Syftet var att bestämma de mest värdefulla variablerna för användare och deras relativa vikter vid byten under toptimmar. För att göra en överföring i trånga förhållanden var en av de högre olägenheterna i den första kategorin, medan bytestidens gång identifierades som primär i den andra kategorin. I artikeln presenterar Navarette och Ortuzar (2013) en analys av erfarenheten av byten i det relativt nya och kontroversiella integrerade transportsystemet i Santiago, Chile. Analysen innehåller en kvalitativ komponent (undersökningar) och kvantitativ komponent (valprov och valmodeller). Syftet är att bestämma de mest värdefulla variablerna för användare, och deras relativa vikter vid byten under toptimmar. Analysen fokuserar på fysiska (bytestyper, tillgång till fordon, rulltrappor och informationstillgänglighet) och tidsvariabler (gå, vänta, resa).

Transantiago är det nuvarande integrerade transportsystemet i Santiago, som startade sin verksamhet 2007. Designen omfattar ett integrerat biljettsystem och kräver att resor har minst ett byte. Detta var fördelaktigt när det gällde flexibilitet och tillgänglighet till olika delar av staden men skapade ett oväntat missnöje för användarna, som var vana vid det gamla systemet med långa resor men inga byten. Den negativa uppfattningen av användarna beror på trängsel i bytespunkterna, osäkerhet och väntetider (Navarette och Ortuzar 2013).

Metodens användning i analysen består av 3 modeller:

- Diskret valmodellering: Matematisk modell som visar individsval baserat på användbarhet. Används för att förutsäga användarens val.
- Beräkning av viljan att betala: Matematisk variabel som kombinerar ett pris eller en kostnad för en vara eller tjänst, som används för att rangordna olika faktorer när det gäller monetärt värde.
- Utvärderad valundersökning: Modelleringsverktyg som använder fokusgruppsundersökningar med hjälp av kvantitativa variabler (till exempel kostnad, första gångtid, bytestider för väntetid.) Och kvalitativa variabler (intermodal station, tillgänglighet för rulltrappor, första tillgängliga fordon, informationstillgänglighet). (Navarette och Ortuzar 2013)

Rangvärderingen i de fysiska variablerna resulterade i att det högre besväret (och därmed det de skulle betala mer för att undvika) var att byta i mycket trånga förhållanden (vilket är fallet med toptimmar). Shopping och tjänster på stationer lägger till de negativa vyerna i högtidstimmar. Det följdes av snabb tillgänglighet till ett fordon, tillgång till

information och slutligen tillgång till rulltrappor. Den tillgängliga informationsvariabeln uppskattades huvudsakligen av användare under 30 år. När det gäller tidsvariabler, den mest straffade tiden, var bytestid (utav de tillgängliga kategorierna: första gången, första väntetiden, första läget, byten, väntetiden, andra läget och sista gången). Resultaten visar att resenärer är beredda att betala mer för att undvika byten överhuvudtaget. Men om bytespunkter är komfortabla, byten funkar effektiva och snabba, samt om det bara är få byten är det helt acceptabelt. Därför föreslås att målet för framtida arbete med att förbättra användarens uppfattning borde vara att minska väntetiden på stationer. (Navarette och Ortuzar 2013). Detta har då implikationer på bytespunkternas funktioner, dvs. att funktioner kan utökas med shopping, restaurang etc. för att göra uppehållen mer attraktiva. Det är också, som andra studier visade, viktigt att navigationen inom bytespunkten måste vara enkel för att göra byten effektiva.

I artikeln av Ortuzar och Armoogum (2011) analyseras och beskrivs fördelarna med fortlöpande mobilitetsundersökningar i jämförelse med engångsundersökningar rörande mobilitet. Kontinuerliga mobilitetsundersökningar kan beskriva förändringar i resebeteendet och skilja mellan långsiktiga trender och kortsiktiga händelser. Denna information skulle hjälpa till att skildra befintliga situationer och identifiera problem som är relaterade till driften av alltmer komplicerade transportsystem. Ortuzar och Armoogum (2011) analyserar och beskriver i artikeln fördelarna med fortlöpande mobilitetsundersökningar i jämförelse med engångsundersökningar rörande mobilitet. Enligt författarna bör, i stadsområden över en miljon invånare, en samling mobilitetsdata kontinuerligt göras för att garantera hållbar utveckling. Kontinuerlig mobilitetstjänster kan beskriva förändringar i resebeteendet och skilja mellan långsiktiga trender och kortsiktiga händelser. Denna information skulle hjälpa till att skildra befintliga situationer och identifiera problem som är relaterade till driften av alltmer komplicerade transportsystem. De flesta länder över hela världen använder engångsundersökningar om mobilitet och många som använder kontinuerliga mobila tjänster har slutat samla information under vissa perioder. Panelundersökningar presenteras som en annan möjlighet att förstå beteendemässiga förändringar. Paneldata är information från ett mindre urval av respondenter som intervjuas flera gånger under flera år (Ortuzar och Armoogum 2011).

Några av de problem som identifieras med denna typ av undersökningar är att det finns förlust av kontinuitet och motivation hos personalen, regeringens misslyckande att förstå processkostnaderna, dålig kontroll på fältarbetet etc. Dessa problem har orsakat avbrottet av undersökningarna i flera länder. Ortuzar och Armoogum (2011) föreslår att tekniker som GPS och Galileo kan hjälpa till att kartlägga under långa perioder, vilket ger mer noggranna uppgifter om det rumsliga och tidsmässiga ramverket för rörlighet. Den senaste utvecklingen inom datainsamling och bärbara elektroniska enheter ger möjlighet att utvidga övervakningspaneler. Övervakningsteknik är ett område med betydelse för kontinuerliga undersökningar.

Mamun et al. (2013) presenterar i sin artikel en metod för att mäta kollektivtrafikens prestanda. Fördelen med den föreslagna metoden är att ta hänsyn till användarens vilja att utnyttja en viss anslutning, avlägsna oattraktiva och därmed oanvända anslutningar från modellen.

I artikeln presenteras en ny metod för att mäta kollektivtrafikens prestanda, som kallas Transit Opportunity Index (TOI). En åtgärd vid kollektivtrafik kvantifierar hur enkelt det är att nå en destination med kollektivtrafik och hjälper till att beskriva systemets effektivitet och bekvämlighet. TOI kombinerar åtgärder av rumsliga och tidsmässiga aspekter, samt resekostnader. Modellering av ett transportnät med hjälp av TOI ger användbar information om kollektivtrafikåtkomst (nivå av tillgång till kollektivtrafiksystemet) och anslutningarna (systemets tillhandahållande av tjänster mellan ursprung och destinationer) (Mamun et al. 2013).

Åtgärder för kollektivtrafiken och vid bytespunkterna är viktiga för att fördela transportinvesteringar och fatta beslut om markutveckling. En tjänst är tillgänglig när en stor del av befolkningen bor nära kollektivtrafiken. De flesta av de befintliga verktygen som mäter tillgänglighet tar inte hänsyn till resedäckningen (om en kollektivtrafik är tillgänglig för specifikt resans ursprung / destination). TOI-arbetsmetoden består i att skapa en mätning av anslutningen mellan två givna punkter, med hänsyn tagen till restiden och frekvensen för kollektivtrafiken mellan dem. Denna åtgärd kombineras också med en så kallad connectivity decay factor. Denna faktor används för att uppskatta när en anslutning blir dålig nog att den förlorar användare och således inte ska räknas av anslutningsmodellen. Beräkning av TOI-poäng för alla O-D-par (Origin-Destination) gör det möjligt för kollektivtrafikplanerare att undersöka effekterna av serviceändringar (t.ex. förändringar i fordonskapacitet och servicefrekvens, ny ruttinriktning, utformning av bytespunkterna etc.) och deras inverkan på kollektivtrafikens prestanda (Mamun et al. 2013).

Redman et al. (2012) analyserar i sin artikel vilka egenskaper för kollektivtrafik som kan påverka skiftet från bilanvändning till användningen av kollektivtrafik. Även om attribut som pris och tid är viktiga för bilanvändare i synnerhet, räcker det inte med att skapa en omställning. I stället måste specifika uppsättningar av attribut anges, beroende på individs motivation och värden för målgruppen.

Denna granskning analyserar vilka attribut i kollektivtrafiken som mest sannolikt kommer att locka bilanvändare och vilka förändringar skulle uppmuntra modalskiftet från privata motorfordon till kollektivtrafik. Ökningen av bilanvändningen i stadsområden skapar oro när det gäller miljöfrågor men bidrar också till sociala problem, som trafikstockningar och dålig hälsa. Bilar beskrivs som tilltalande eftersom de är mer bekväma, flexibla, snabbare och en statussymbol eller reflektion av identitet. Å andra sidan är kollektivtrafik ett livskraftigt hållbart alternativ till bilar. kollektivtrafikattributen har studerats och kategoriserats grovt i två grupper: fysiska attribut (tillförlitlighet, frekvens, hastighet, tillgänglighet, pris, information, överföringar, fordonstillstånd) och användarnas uppfattningar (komfort, säkerhet, bekvämlighet, estetik). Av dessa faktorer bestämdes tillförlitligheten som nyckelkvalitetsattributet, medan frekvens, biljettpriser och hastighet också var allmänt viktiga. Men vikten av kvalitetsattribut varierar beroende på demografi, personliga situationer och tidigare erfarenheter med kollektivtrafik (Redman et al. 2012).

Studierna om förbättringsstrategier av kollektivtrafiken pekar i allmänhet på att effekten kan vara en ökning av kollektivtrafikpassagerartransporter, men endast i mindre utsträckning skiftet bort från privata fordon. Enligt olika studier, som Redman et al. 2012 hänvisar till, kan vissa attribut ha en direkt effekt på bilanvändare. Dessa är:

- Pris: Folk är villiga att flytta över till kollektivtrafik om kostnaden för privata fordon ökar. Fri kollektivtrafik användning som försök ökar attraktiviteten för bilanvändare, även om det är nödvändigt att arbeta vidare med de andra attributen för att upprätthålla detta läge.
- Tid: kortare körtid, ökad frekvens och lägre mässa i arbetspendlar.

Enligt Redman et al. 2012 är tillförlitlighet och frekvens de viktigaste egenskaperna vid fastställandet av generell kollektivtrafikefterfrågan och tillfredsställningsnivåer. För att attrahera bilanvändare krävs dock ett annat tillvägagångssätt: En grundläggande nivå av tillgång, tillförlitlighet och konkurrenskraftiga kostnader måste tillhandahållas av kollektivtrafik att vara på samma nivå som ett privat fordon. När detta är klart måste en mer specifik uppsättning attribut anges, beroende på individens motivation och värden på målmarknaden. Därför är det viktigt att bestämma de underliggande motivationerna för att använda privata fordon och översätta dessa till attribut som kan emuleras av kollektivtrafik. Redman et al. 2012 dra slutsatsen att en förbättring av kollektivtrafikkvalitetstjänster kan generera en övergång från bil till kollektivtrafiktjänster. De exakta attribut som behöver förbättras beror dock på sammanhanget och särdrag hos varje individuellt motiv för användning av privata fordon.

5. Avslutning

Litteraturstudien har visat att den stor del av litteraturen enbart handlar om kollektivtrafiken mer generellt och berör bytespunkter mer som en aspekt av många. Vidare visas att bytespunkternas utformning måste leda till att byten blir effektiva och snabba. Om uppehållen blir längre måste bytespunkternas funktioner utökas att inkludera mer en enbart information om byten. Med fördel kan funktionen utökas med shoppingmöjligheter, restauranger etc. för att skapa ett trevligt uppehåll i bytespunkten. En annan viktig aspekt är själva lokalisering av bytespunkten. Lokalisering ska göra byten mer effektiva och minska byten överhuvudtaget. Genom en bra lokalisering ska restiden och väntetiden minska, vilket leder till en mer positiv upplevelse av kollektivtrafikresan. Flera artiklar föreslår metoder, ofta med hjälp av olika digitala hjälpmedel för att effektivisera byten och planeringen av kollektivtrafiken generellt. Övergripande kan det slås fast att om upplevelsen av byten är positiva för resenären kan hela resan vara en mer positiv upplevelse och med detta ge en positiv bild av kollektivtrafiken. Nyckeln till detta är enligt litteraturen en effektivisering av byten genom en smart utformning av bytespunkter och en bra koordinering av de olika delarna av resan. En viktig aspekt i detta är informationsförmedling till resenären. Informationen måste vara enkel och tydlig för att resenären snabbt hitta till nästa avgång eller bli informerad hur mycket tid som personen kommer att tillbringa i bytespunkten.

Dessutom är det viktigt att anslutningar till andra transportslag är viktiga, dvs. kombinationen mellan kollektivtrafik och cykel/hyrcykel, taxi och bil är av betydelse. Så kallade Park and Ride stationer är bra för bytespunkter utanför staden. Bra parkeringsmöjligheter för cykeln är en del i detta Vidare kan redan på parkeringen bra informationen finans om avgångar etc.

Ett viktigt resultat från litteraturstudien är att digitalisering i kombination med bytespunkter är ett tämligen outforskat område som kräver mer uppmärksamhet inom forskningen. Vissa artiklar pekar på att framförallt information till resenären kan förbättras med hjälp av digitala hjälpmedel eller med hjälp av så kallade MaaS. Vidare kommer digitaliseringen möjliggör insamlingen av nya typer av data om resenären. Dock kommer denna insamling att bli begränsade av bland annat skyddet av den personliga integriteten. Men det krävs mer forskning för att utveckla system som kan bidra till denna utveckling. Emellertid visar litteraturstudien att mobilitetstjänster kommer påverkar flera dimensioner av planeringen och utformningen av bytespunkter. Detta kommer åtminstone gälla för följande punkter:

- Lokalisering av bytespunkter
- Dimensionering av bytespunkter (total kapacitet)
- Utformning av bytespunkter
- Informationshantering till resenären

Detta kommer bland annat ske genom att mobilitetstjänster

- Kan kartlägga resmönster på en aggregerad nivå
- Kan skapa specifika bytesmönster
- Kan ändra resenärers attityder/preferenser om resande och specifikt om bytespunkter
- Kan ändra bytespunktens roll i form av utveckling av nya mobilitetstjänster, som t.ex. delad mobilitet – fordons tillgänglighet (parkeringar etc.)
- Kan utveckla nya hyrtjänster – hyrcyklar etc.

Det finns med andra ord mycket potential för mobilitetstjänster för att effektivisera byten mellan olika transportslag. Informationen till resenären är troligen det som mobilitetstjänster kan bidra mest med. Avslutningsvis vill vi dock slå fast att mer forskning kring bytespunkter i kombination med mobilitetstjänster krävs för att kunna utnyttja den fulla potentialen mobilitetstjänster kan erbjuda och för att kunna förbättra och effektivisera kollektivtrafikresandet och reseupplevelse. Detta skulle då kunna leda till en ökning av kollektivtrafikresandet och troligen en minskning av bilanvändandet.

6. Referenser

Bertolini, L. (1998) *Cities on Rails: The Development of Railway Stations and Their Surroundings*. London, GBR: Spon Press

Book et al 2016 Kollektivtrafikens roll i resenärens vardagsliv, K2 WORKING PAPER 2016:17

Chowdhury, S., Ceder, A., Schwalger, B. (2015) The effects of travel time and cost savings on commuters' decision to travel on public transport routes involving transfers, *Journal of Transport Geography*, Vol. 43, pp. 151-159

Chowdhury, S. och Ceder, A. (2016) Users' willingness to ride an integrated public-transport service: A literature review, *Transport Policy*, Vol. 48, pp. 183-195

Das, R.D. och Winter, S. (2016) Automated Urban Travel Interpretation: A Bottom-up Approach for Trajectory Segmentation, *sensors*, Vol. 16, pp. 1962

Dorsey, B. och Mulder, A. (2013) Planning, place-making and building consensus for transit-oriented development: Ogden, Utah case study, *Journal of Transport Geography*, Vol. 32, pp. 65-76

Gilboa Runnvik, A.-C. (2014) *Rum, rytm och resande*. Linköping University: Linköping Studies in Arts and Sciences

Hadas, Y. och Ranjitkar, P. (2012) Modeling public-transit connectivity with spatial quality-of-transfer measurements, *Journal of Transport Geography*, Vol. 22, pp. 137-147

Ho, S.C., Szeto, W.Y., Kuo, Y.-H., Leung, J.M.Y., Petering, M., Tou, T.W.H. (2018) A survey of dial-a-ride problems: Literature review and recent developments, *Transportation Research Part B*, Vol. 111, pp. 395-421

Horazdovsky, P., Vojtěch Novotny, Y., Svitek, M. (2018) Data-driven Management of Dynamic Public Transport, Paper for *Smart Cities Symposium*, Prague, Czech Republic

Iseki, H. och Smart, M. (2012) How Do People Perceive Service Attributes at Transit Facilities? Examination of Perceptions of Transit Service by Transit User Demographics and Trip Characteristics, *Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2274, <https://doi.org/10.3141/2274-18>

Jariyasunant, J., Work, D. B., Kerkez, B. (2011) Mobile Transit Trip Planning with Real-Time Data. University of California Transportation Center UCTC-FR-2011-14

Johansson, F. (2013) *Microscopic Modeling and Simulation of Pedestrian Traffic*. Linköping University: Linköping Department of Technology and Sociology

Johansson, F. (2015) *Microscopic Simulation of Pedestrian Traffic*. Linköping University: Linköping Department of Technology and Sociology

Leurent, F. (2011) Transport capacity constraints on the mass transit system: a systemic analysis, *European Transport Research Review*, Vol. 3, pp. 11-21

- Lund, E., Kerttu, J. and Koglin, T. (2017) *Drivers and Barriers for Integrated Mobility Services*. K2 WORKING PAPERS 2017:3
- Mamun, S.A., Lownes, N.E., Osleeb, J.P., Bertolaccini, K. (2013) A method to define public transit opportunity space, *Journal of Transport Geography*, Vol. 28, pp. 144-154
- Mishra, S., Welch, T.F., Jha, M.K. (2012) Performance indicators for public transit connectivity in multi-modal transportation networks, *Transportation Research Part A*, Vol. 46, pp. 1066-1085
- Navarrete, F.J. och Ortuzar, J.D. (2013) Subjective valuation of the transit transfer experience: The case of Santiago de Chile, *Transport Policy*, Vol. 25, pp. 138-147
- Pelletier, M.-P., Trépanier, M., Morency, C. (2011) Smart card data use in public transit: A literature review, *Transportation Research Part C*, Vol. 19, pp. 557-568
- Redman, L., Friman, M., Gärling, T., Hartig, T. (2012) Quality attributes of public transport that attract car users: A research review, *Transport Policy*, Vol. 25, pp. 119-127
- Reusser, D., Loukopoulos, P., Stauffacher, M., Scholz, R. (2008) Classifying railway stations for sustainable transitions – balancing node and place functions. *Journal of Transport Geography*, Vol. 16, pp. 191–202
- Salsberg, L., Novoa Camino, A., Sajecki, D., Engel-Yan, J. (2010) Planning for Mobility Hubs: Creating Great Transit Places, Conference paper for *Best Practices in Urban Transportation Planning 2010*, Annual Conference of the Transportation Association of Canada, Halifax, Nova Scotia
- Yamaoka, S. (2004) A Study on Barrier-Free Facilities in New Station. Conference paper for *10th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled People*, Hamamatsu, Japan
- Zemp, S., Stauffacher, M., Lang, D., Scholz, R. (2011) Classifying railway stations for strategic transport and land use planning: Context matters!, *Journal of Transport Geography* Vol. 19, pp. 670–679



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

