



K2 WORKING PAPERS 2015:4

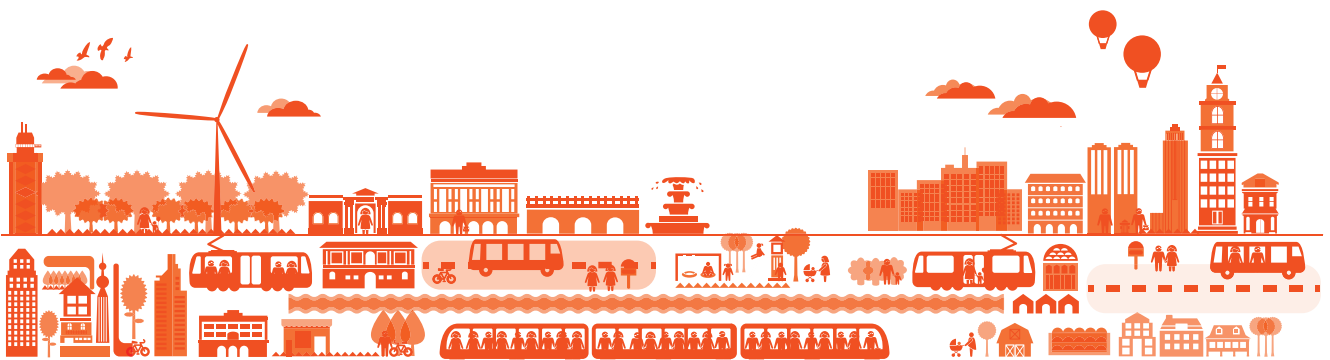
# Att beräkna styrmedelseffekter

En översikt av användandet av beräkningsmodeller för analys av styrmedelseffekter för urbana persontransporter

**BANAFSHEH HAJINASAB**

**PAUL DAVIDSSON**

**JAN A. PERSSON**



© Copyright Banafsheh Hajinasab, Paul Davidsson, Jan A. Persson

**Datum:** 2015-08-20

**Tryck:** Media-Tryck, Lunds universitet, 2015

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

# Innehållsförteckning

<b>Förord .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Inledning .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Ramverk .....</b>	<b>7</b>
2.1. Styrmedel .....	7
2.2. Resebeteendeeffekter .....	8
2.3. Faktorer .....	8
2.4. Modell.....	8
2.5. Datakällor .....	9
2.6. Storlek av det studerade området .....	9
<b>3. Resultat och analys.....</b>	<b>10</b>
<b>4. Slutsatser.....</b>	<b>12</b>
<b>5. Referenser .....</b>	<b>13</b>

## Förord

När infrastruktur planeras, eller när olika styrmedel diskuteras för att påverka transporter och resande, behöver man göra prognoser för det framtida läget på kort och lång sikt. Det handlar dels om att förutspå vad som händer om man inte vidtar åtgärder, och dels vilka åtgärder och styrmedel som ger önskad effekt. I Sverige används ofta Sampers på nationell nivå. Detta modellsystem modellerar personresor med bil, buss, tåg, flyg, cykel och gång. Sampers kan användas både för ändringar i infrastruktur, kollektivtrafikutbud och för införande av styrmedel som t.ex. vägtullar, för att beräkna hur resandet förändras och vilka effekter detta får. Samperssystemet utgörs av traditionella modellkomponenter, vars principiella uppbyggnad bl.a. utgår från s.k. discrete choice-modeller, är väl accepterade och används globalt.

På senare år har alternativa metod- och modellansatser börjat utvecklas. Detta working paper ger en översikt av olika metoder. Studien har gjorts inom ett uppdrag åt Trafikverket om hur styrmedel kan bidra till en ökad andel kollektivtrafik av resandet. Kontaktperson hos uppdragsgivaren har varit Pär-Erik Westin, Trafikverkets huvudkontor i Borlänge.

Anders Wretstrand (LTH) och Ragnar Hedström (VTI) har varit projektledare på K2. Studien har genomförts av Banafsheh Hajinasab, Paul Davidsson och Jan A. Persson, samtliga vid Institutionen för datavetenskap, Fakulteten för teknik och samhälle, Malmö högskola.

Lund, augusti 2015

*Anders Wretstrand*  
*Projektledare*



# 1. Inledning

Det finns ett stort antal styrmedel som kan användas för att utforma strategier för transporter i syfte att uppnå olika mål. Exempel på sådana mål är minskad trängsel, minskad användning av privata fordon, och reduktion av miljöpåverkan. Styrmedel kan vara allt från traditionella instrument som reglering och prissättning, till nyare instrument såsom tillämpning av informationsteknik för att förbättra resursutnyttjandet samt påverkan resenärers attityder (May and Taylor, 2002). Styrmedlen är mycket olika till sin natur och kan ha olika effekter på olika transportsystem. Dessutom kan kombinationen av styrmedel ha en helt annan effekt på transportsystemet jämfört med att tillämpa varje enskilt instrument i isolering (May et al., 2006). Det har hävdats att utvecklingen av hållbara transportstrategier ofta misslyckas på grund av bristande integration av olika styrmedel (Schöller-Schwedes, 2010; Santos et al., 2010).

För att veta vilket eller vilka styrmedel som bör användas i en viss situation, är det viktigt att inte bara ha kunskap om vilka styrmedel som finns att tillgå, utan även deras potentiella inverkan på transportsystemet. Det finns olika metoder för att analysera effekterna av styrmedel. Kremers et al. (2002) har kategoriserat analysmetoder i två huvudtyper: kvalitativa ad-hoc-metoder som enbart bygger på expertbedömningar eller intervjuer, respektive kvantitativa strukturerade metoder, där en statistisk eller ekonometrisk modell baserad på kvantifierad data används. Ad-hoc-metoder används vanligtvis i situationer där det inte finns någon möjlighet att använda en strukturerad metod på grund av tidsbrist, icke-repetitiva situationer, eller brist på data.

I denna studie kommer vi att fokusera på kvantitativa strukturerade metoder som har använt beräkningsmodeller för att uppskatta effekterna av styrmedel. Dessutom kommer vi inte inkludera åtgärder som rör investeringar i infrastruktur. Motiveringen till detta är att under de senaste åren har fokus inom stadsplanering skiftat från att bygga ny infrastruktur till en effektivare användning av befintlig infrastruktur (Illenberger et al., 2007). Investeringar i vägnätet vanligtvis mycket dyra och tidskrävande, och framför allt är det ofta omöjligt att hitta det utrymme som krävs på grund av den höga tätheten i städer och regler för markanvändning.

Det har gjorts ett antal översikter om effekterna av olika styrmedel för transporter i städer. Exempelvis utvecklades i projektet KonSULT en internationell on-line kunskapsbas (May and Taylor, 2002; KonSULT, 2013) som kan fungera som stöd för beslutsfattare att utveckla strategier för stadstrafiken. Även om denna typ av studier har vissa likheter med vår så finns det också grundläggande skillnader. Vi strävar inte efter att utveckla en omfattande katalog av styrmedel, utan fokuserar på användningen av beräkningsmodeller för estimering av styrmedelseffekter.

Vi har analyserat de tillämpningar av beräkningsmodeller för att estimerar effekterna av styrmedel för persontransporter i städer som vi funnit i litteraturen. Syftet har bl.a. varit att undersöka:

- vilka styrmedel har studerats,
- vilka typer av modeller som använts, och
- hur dessa modeller har tillämpats.

För att göra detta på ett systematiskt sätt har vi tagit fram ett ramverk för att karakterisera de olika studierna. Vi har samlat ett antal uppsatser via elektroniska databaser med vetenskapliga artiklar genom att först genomföra en explorativ, opportunistisk litteraturstudie för att få en uppfattning om vilka styrmedel som har studerats. Denna följdes av en mer fokuserad litteratursökning där vi samlade in relevanta studier som undersökt de identifierade styrmedlen.

## 2. Ramverk

Vi kommer nu att beskriva det ramverk som har använts för att karakterisera de olika studierna av beräkningsmodeller för att uppskatta styrmedelseffekter.

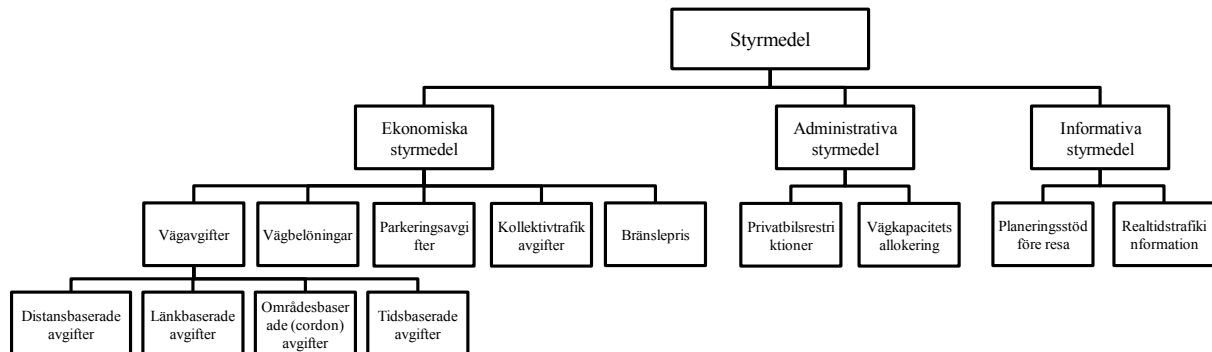
### 2.1. Styrmedel

Vi har fokuserat på styrmedel som syftar till att förändra beteendet hos resenärerna, snarare än för att förändra beteendet hos transportsystemplanerare. Vi har alltså inte studerat styrmedel som t.ex. reglering av regional planering eller kollektivtrafikupphandling. Dessutom är vårt fokus på styrmedel som har direkta effekter på resebeteende, vilket utesluter styrmedel som fordonsskatt, som påverkar långsiktiga resebeslut t.ex. om vilken typ av bil man köper.

Nedan beskrivs de styrmedel som studerats i de studier vi har undersökt (vi har valt att ange även de engelska benämningar som använts i studierna).

- **Vägavgifter (Road user charging)** är ett samlingsnamn för olika metoder för att avgiftsbelägga användningen av vägar. Motivet för att införa vägavgifter är ofta antingen att göra så att trafikanterna kompenserar för de kostnader som orsakas av deras transporter såsom vägslitage och olyckor, det vill säga, internalisering av externa kostnader, eller för att ändra beteendet hos trafikanterna med syfte att uppnå olika mål för transportpolitiken, t.ex. att minska trängseln och/eller emissioner. Det finns olika metoder för att implementera vägavgifter såsom länkbaserade, områdesbaserade (cordon), tidsbaserade, och distansbaserade avgifter. Distansbaserade metoder beräknar avgiften grundat på den sträcka som körts i ett specificerat område, medan länkbaserade metoder beräknar avgiften baserat på antalet gånger ett fordon passerar en viss länk. Områdesbaserade avgifter beräknas på ett liknande sätt som länkbaserade avgifter, men i detta fall baserat på antalet gånger fordonet kommer in i ett givet område. För tidsbaserade avgifter, utgör tiden i ett specificerat område grunden för beräkning av avgiften. Dessutom kan den specifika tidpunkten då resan sker bestämma avgiftsnivån.
- **Vägbelöningar (Road User Rewarding)** är närbesläktade med vägavgifter, men i detta fall får de resande en belöning istället för ett straff.
- **Parkeringsavgifter (Parking fees)**, vilka kan bero på tidpunkten för parkeringen.
- **Kollektivtrafikavgifter (Public transport fares)** är den avgift som betalas av resenären för att använda publika transportmedel som t.ex. buss, tåg, tunnelbana och färjor.
- **Bränslepris (Fuel price)** är den totala kostnad som betalas för bränsle till fordon (inklusive bränsleskatt).
- **Privatbilsrestriktioner (Private car restrictions)** är de regler och förordningar som kan införas för att minska attraktionskraften och möjligheten till privat användning av bilar. Det kan vara i form av restriktioner, t.ex. tid, zon och avståndsbegränsningar eller hastighetsbegränsningar, eller regler för ägandet av bilen.
- **Vägapacitetsallokering (Road capacity allocation)** gäller ofta införandet av bussprioritering såsom Bus Rapid Transit (BRT) system. BRT använder reserverade körfält av befintliga vägar, vilket är jämförbart med spårvägs- eller tunnelbanesystem, men till en mycket lägre kostnad.
- **Planeringsstöd före resa (Pre-trip planning support)** är ett informationssystem där resenären kan få användbar information innan själva resan. Syftet är att göra resenärerna mer informerade innan de beslutar om transportsätt, rutt, och avgångstid, eller ens om att resa eller inte. Exempel är tidtabeller för kollektivtrafiken och uppskattningar restid. Informationen kan förmedlas via t.ex. mobiltelefoner, radiokanaler, tv och online-tjänster.
- **Realtidstrafikinformation (Real-time traffic information)** går ut på att tillhandahålla information om den aktuella trafiksituationen, vilken resenären kan använda för att anpassa sitt resebeteende, t.ex. vägval eller avgångstid.

Enligt Trafikverket (2012) och Dickinson och Wretstrand (2015) kan styrmedel delas in i tre huvudkategorier: ekonomiska, administrativa och informativa. Med hjälp av denna klassificering kan vi strukturera ovannämnda styrmedel enligt Figur 1.



Figur 1. Kategorisering av de styrmedel som studerats.

## 2.2. Resebeteendeeffekter

Denna aspekt handlar om hur styrmedel påverkar resenärens beteende, speciellt de olika reserelaterade val som en resenär gör. Följande effekter har studerats i de studier vi har undersökt:

- *Transportslag*: förändringar i val av transportsätt, t.ex. buss, tåg, bil, cykel, osv.
- *Ruttval*: förändringar i vilken transportväg som väljs.
- *Restid*: förändringar i restid, från ursprung till destination.
- *Avgångstid*: förändringar i tidpunkt när resenärerna startar sin resa.
- *Destinationsval*: förändringar i resenärernas val av destination.
- *Parkeringsval*: förändringar i var resenärerna väljer att parkera sina bilar.

## 2.3. Faktorer

Denna aspekt refererar till de faktorer som explicit modelleras i resenärernas beslutsfattande. De faktorer som vi har identifierat i den studerade litteraturen kan delas in i följande kategorier:

- *Tid*: täcker alla tidsrelaterade faktorer som har inkluderats i modellerna såsom förväntad restid, avgångstid, och tid på året då resor sker (t.ex. säsong).
- *Kostnad*: alla kostnadsrelaterade faktorer, t.ex. fordonskostnader, parkeringsavgifter, trängselavgifter, utsläppavgifter, bränslekostnad, vägtullar, och kollektivtransportkostnader.
- *Socio-demografiska egenskaper*: omfattar egenskaper hos resenärerna som t.ex. ålder, kön, inkomst, utbildningsnivå, hushållsstruktur, tillgång till bil, vilken typ av bil, körkort, samt personliga egenskaper (t.ex. vanor och miljömedvetenhet).
- *Resans syfte*: motivet för resan, som t.ex. arbete, utbildning, fritid, shopping, eller en mix av dessa.
- *Komfort*: omfattar egenskaper som rör resenärens komfort under en resa, t.ex. antal byten, antal stopp, trängsel i fordon, personlig säkerhet, säkerhet, renhet och temperatur i fordon.

## 2.4. Modell

Som nämndes i inledningen är vårt fokus kvantitativa metoder för utvärdering av styrmedelseffekter. Vi har identifierat två huvudtyper av modeller: "discrete choice"-modeller respektive simuleringsmodeller. En majoritet av studierna har tillämpat olika typer av discrete choice-modeller



såsom multinomial logit-modeller (MNL), mixed logit-modeller (MXL), binary logit-modeller (BIL), nested logit-modeller (NLM), probit-modeller, multipel regressionsanalys och logistisk regression. Vad gäller simuleringsmodellerna har en del studier tillämpat agentbaserade simuleringsmodeller medan andra är baserade på konventionella simuleringsmetoder (Tsekeris and Voß, 2010).

## 2.5. Datakällor

Denna aspekt handlar om ursprunget av data som matas in i modellerna. Data kan tillhandahållas på flera olika sätt, bland annat via nationella undersökningar, eller mindre studier baserade på intervjuer (stated preferences) och observationer/mätningar (revealed preferences).

## 2.6. Storlek av det studerade området

Vi har kategoriserat områdena (städerna) baserat på antalet invånare enligt följande:

- mycket liten stad (mindre än 100000)
- liten stad (100000–1 miljon)
- medelstor stad (1–5 miljoner)
- stor stad (5–10 miljoner)
- mega-city (mer än 10 miljoner)

### 3. Resultat och analys

Vi har kategoriserat de olika studier som vi funnit i litteraturen baserat på det ramverk som presenterades i förra kapitlet. Detta arbete är sammanfattat i Tabell 1 och vi kommer nu att analysera dessa resultat.

Det kan konstateras att det framför allt är ekonomiska styrmedel som har analyserats i dessa studier. En förklaring till detta kan vara det faktum att kostnadsrelaterade instrument varit de mest använda historiskt sett och är fortfarande mycket vanliga. Därför är det naturligt att de politiska beslutsfattarna vill fokusera på analys av effekterna av just de ekonomiska styrmedlen. En annan anledning kan vara att resenärers beslut baserat på kostnader är lättare att modellera än de som är baserade på informationstillgänglighet, etc. Ser vi på utvecklingen över tid finns en viss förändring vad gäller vilka styrmedel som varit i fokus, på senare tid har nya sätt att ta upp vägavgifter och kollektivtrafikavgifter studerats. Dessutom kan vi se att de administrativa styrmedlen nyligen har börjat analyseras. En annan intressant iakttagelse är att de informativa styrmedlen har främst undersökts under perioden 2001-2002 och sedan efter 2011. Införandet av nya informationssystem och den växande trenden mot implementering av nya ITS-tjänster i början av år 2000 kan möjligen förklara detta.

Vi observerar att förändringar i val av transportsätt och vägval är de mest studerade effekterna av styrmedel, samt i viss utsträckning förändringar i avresetid. Vi noterar att förändringar i restid sällan studerats, liksom förändringar i vart resan går och var parkering sker.

När det gäller vilka faktorer som beaktas i modellering, är det främst sociodemografiska egenskaper, restid och kostnad, medan faktorer som resans syfte, tid på året, avgångstid och komfort sällan beaktas. I nästan alla studier har vissa sociodemografiska egenskaper hos studiepopulationen beaktats, framför allt ålder, kön, inkomst, flexibilitet vad gäller arbetstid samt tillgång till bil, medan fordonstyp och bostadsområde är de som används minst. Även om det har hävdats att komfort och bekvämlighet för resenärerna under en resa kan få betydande effekter på resenärernas val (speciellt val av transportsätt) (Stet and Rosu, 2012), har de typiskt inte beaktats. Detta kan bero på svårigheten att samla in data om komfort och resenärernas attityder eftersom dessa faktorer är subjektiva (Diana, 2010).

De flesta studier har använt någon form av discrete choice-modell, särskilt logit-modeller. Man kan notera att användningen av agentbaserade simuleringsmodeller har ökat de senaste åren. Konventionella discrete choice-modeller har kritiserats för att de gör stora förenklingar som kan påverka slutresultatet (Takama and Preston, 2008).

De data som används i modellerna har främst förvärvats genom intervjuundersökningar, medan observationer/mätningar användes i endast två fall. Det finns också några studier som har använt artificiella data. Som framgår av tabellen har alla studier som utnyttjat artificiell data använt agentbaserad simulering. Det kan bero på att denna metod ofta kräver mycket detaljerade uppgifter om resenärerna som kan vara svår att ta fram.

Medelstora städer (1-5 miljoner invånare) är dominerande i de studerade modellerna, medan städer som är mindre än 1 miljon har varit mindre studerat.

Tabell 1. Resultat

Studie	Styrmedel										Resebeteende-effekter							Faktorer						Model					
	Ekonomiska					Adm.		Info.			Resebeteende-effekter							Faktorer						Discrete choice					
	Vägavgift distansbaserad	Vägavgift länkbaserad	Vägavgift områdesbaserad	Vägavgift tidbaserad	Vägavgift	Parkeringsavgift	Kollektivtrafik-avgift	Vägbelning	Bränslekostnad	Privatbils-restriktioner	Vägnöjnings-avgift	Planeringsstöd före resa	Realtidstrafik-information	Transportslag	Ruttnät	Resid	Avgångstid	Destinationsval	Parkeringsval	Tid: reseid	Tid: avgångstid	Tid: på året	Kostnad	Socio-ekonomiska egenskaper	Resans syfte	Komfort	Logit models	Probit model	Alternative-specific discrete choice model
(Ahmadi Azari et al., 2013)			*		*								*					*		*			*			MNL			
(An et al., 2011)											*			*		*					*								
(Ben-Elia and Ettema, 2011)							*						*			*						*				MXL			
(de Grange et al., 2012)						*			*				*									*	*						*
(Dia, 2002)												*		*									*			MNL			
(Eluru et al., 2010)				*										*		*				*		*				MNL			
(Fabbro, 2013)						*							*									*				MXL			
(Feng and Ye, 2008)				*	*								*							*		*	*			BIL			
(Grether et al., 2008)	*												*		*					*		*	*						
(Jou, 2001)											*			*		*				*		*	*					*	
(McDonnell and Zellner, 2011)									*				*		*					*		*							
(Mishra and Welch, 2012)		*											*	*		*			*			*	*	*		NLM			
(Tsekeris and Voß, 2010)	*					*							*							*		*	*						
(Vrtic et al, 2007)	*				*	*	*						*	*		*				*	*	*			*	MNL			
(Wahle et al., 2002)											*			*						*		*							
(Washbrook et al., 2006)			*		*								*							*		*						*	
(De Palma and Lindsey, 2006)		*	*	*									*	*		*				*	*	*				NLM			

## 4. Slutsatser

Baserad på översikten drar vi slutsatsen att discrete choice-modeller har varit den mest använda metoden för analys av styrmedelseffekter under många år. Men på grund av de grova förenklingar som görs i dessa modeller blir resultaten från dessa modeller ofta felaktiga (Takama and Preston, 2008). Å andra sidan används ofta artificiella data i de agentbaserade modellerna. Vi menar därför att det finns ett behov av att utveckla agentbaserade modeller som använder verkliga data. I synnerhet kan sådana modeller vara användbara för mindre städer ( $< 1$  miljon invånare), som hittills ofta inte har varit målet för denna typ av studier trots att de ofta har signifikanta trafikproblem. Dessutom finns det vissa styrmedel som används i verkligheten vilka så vitt vi vet inte har studerats med hjälp av beräkningsmodeller, t.ex. resekampanjer, och ITS-baserade tjänster. Vi menar att det är värt att undersöka huruvida även dessa styrmedel skulle kunna analyseras med hjälp av beräkningsmodeller.

## 5. Referenser

- Ahmadi Azari, Kian, Arintono, Sulistyono, Hamid, Hussain & Rahmat, Riza A. O. (2013). Modelling demand under parking and cordon pricing policy. *Transport Policy*, vol. 25s. 1-9.
- An, Shi, Cui, JX & Li, LY (2011). Agent-based approach to model commuter behaviour's day-to-day dynamics under pre-trip information. *IET Intelligent Transport Systems*, vol. 5 nr. 1 s. 70-79.
- Ben-Elia, Eran & Ettema, Dick (2011). Rewarding rush-hour avoidance: A study of commuters' travel behavior. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 45 nr. 7 s. 567-582.
- de Grange, Louis, Troncoso, Rodrigo & González, Felipe (2012). An empirical evaluation of the impact of three urban transportation policies on transit use. *Transport Policy*, vol. 22s. 11-19.
- De Palma, André & Lindsey, Robin (2006). Modelling and evaluation of road pricing in Paris. *Transport Policy*, vol. 13 nr. 2 s. 115-126.
- Dia, Hussein (2002). An agent-based approach to modelling driver route choice behaviour under the influence of real-time information. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 10 nr. 5 s. 331-349.
- Diana, Marco (2010). From mode choice to modal diversion: A new behavioural paradigm and an application to the study of the demand for innovative transport services. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 77 nr. 3 s. 429-441.
- Dickinson, Joanna. & Wretstrand, Anders (2015). Att styra mot ökad kollektivtrafikandel. En kunskapsöversikt. *K2 Research 2015:2*.
- Eluru, Naveen, Paleti, Rajesh & Bhat, Chandrasekhar R. (2010). Examining the Influence of Tolls on Commute Departure and Route Choice Behavior in the Chicago Region. Southwest Regional University Transportation Center, Center for Transportation Research, the University of Texas at Austin, (No. SWUTC/10/169200-1).
- Fabbro, Yannick (2013). Free public transport: a socio-cognitive analysis. Master thesis, Hasselt University, Hasselt, Belgium. Retrieved from <http://hdl.handle.net/1942/15542>
- Feng, SW & Ye, JJ (2008). A Comparative Study of Parking and Congestion Charge Policies based on Transport Mode Choice Estimation. In proceedings of 11th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2008), IEEE s. 506-510.
- Grether, Dominik, Chen, Yu, Rieser, Marcel, Beuck, Ulrike & Nagel, Kai (2008). Emergent effects in multi-agent simulations of road pricing. In proceedings of Annual meeting of the European Regional Science Association ERSA, vol. 8.
- Illenberger, Johannes, Flotterod, G. & Nagel, Kai (2007). Enhancing matsim with capabilities of within-day re-planning. In proceedings of 10th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2007), IEEE s. 94-99.
- Jou, Rong-Chang (2001). Modeling the impact of pre-trip information on commuter departure time and route choice. *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 35 nr. 10 s. 887-902.
- KonSULT. (2013) The Knowledgebase on Sustainable Urban Land use and Transport. Retrieved December 27, 2013, Available at <http://www.konsult.leeds.ac.uk/public/level1/sec09/>
- Kremers, Hans, Nijkamp, Peter & Rietveld, Piet (2002). The scope of meta-analysis for transport policy impact analysis in environmental economics. *Comparative Environmental Economic Assessment*, s. 47-73.

- May, Anthony D. & Taylor, Michael A. (2002). KonSULT-Developing an International Knowledgebase on Urban Transport Policy Instruments, Doctoral dissertation, Bureau of Transport and Regional Economics.
- May, Anthony D., Kelly, Charlotte & Shepherd, Simon (2006). The principles of integration in urban transport strategies. *Transport Policy*, vol. 13 nr. 4 s. 319-327.
- McDonnell, Simon & Zellner, Moira (2011). Exploring the effectiveness of bus rapid transit a prototype agent-based model of commuting behavior. *Transport Policy*, vol. 18 nr. 6 s. 825-835.
- Mishra, Sabyasachee & Welch, Timothy F. (2012). Joint travel demand and environmental model to incorporate emission pricing for large transportation networks. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 2302 nr. 1 s. 29-41.
- Santos, Georgina, Behrendt, Hannah & Teytelboym, Alexander (2010). Part II: Policy instruments for sustainable road transport. *Research in Transportation Economics*, vol. 28 nr. 1 s. 46-91.
- Schöller-Schwedes, Oliver (2010). The failure of integrated transport policy in Germany: a historical perspective. *Journal of Transport Geography*, vol. 18 nr. 1 s. 85-96.
- Stet, Mihaela & Rosu, Alexandra (2012). PSPC (Personal, Social, Psychological, Cultural) factors and effects on travel consumer behaviour. *Economics and Management*, vol. 17 nr. 4 s. 1491-1496.
- Takama, Takeshi & Preston, John (2008). Forecasting the effects of road user charge by stochastic agent-based modelling. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 42 nr. 4 s. 738-749.
- Trafikverket. (2012). Styrmedel för ett effektivare transportsystem, Trafikverket, 2012:106
- Tsekeris, Theodore & Voß, Stefan (2010). Public transport and road pricing: a survey and simulation experiments. *Public Transport*, vol. 2 nr. 1-2 s. 87-109.
- Vrtic, Milenko, Schüssler, Nadine, Erath, Alexander, Axhausen, Kay W., Erath, Alexander, Erath, Alexander et al (2007). Route, mode and departure time choice behaviour in the presence of mobility pricing. In proceedings of Transportation Research Board 86th Annual Meeting (No. 07-1618).
- Wahle, Joachim, Bazzan, Ana L. C., Klügl, Franziska & Schreckenberg, Michael (2002). The impact of real-time information in a two-route scenario using agent-based simulation. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 10 nr. 5 s. 399-417.
- Wardman, Mark (1988). A comparison of revealed preference and stated preference models of travel behaviour. *Journal of Transport Economics and Policy*, s. 71-91.
- Washbrook, Kevin, Haider, Wolfgang & Jaccard, Mark (2006). Estimating commuter mode choice: A discrete choice analysis of the impact of road pricing and parking charges. *Transportation*, vol. 33 nr. 6 s. 621-639.



K2 är nationellt kunskapscentrum för kollektivtrafik med fokus på forskning och kompetensutveckling.

K2 är en mötesplats för nära samverkan mellan akademien och kollektivtrafikens aktörer. Samverkan sker såväl vid utveckling av forskningsfrågor som vid genomförandet av forskning och spridningen av resultat.

K2 bidrar till kollektivtrafikens förnyelse och till framtidens attraktiva och hållbara storstadsregioner genom att utveckla och tillgängliggöra kunskap.

K2 drivs av Lunds universitet, Malmö högskola och VTI i samarbete med Stockholms läns landsting, Västra Götalandsregionen och Region Skåne samt med stöd av Vinnova, Formas och Trafikverket.

[www.k2centrum.se](http://www.k2centrum.se)

