



Environment Center
Charles University
in Prague

VALUE OF TIME AND RELIABILITY IN TRANEXT PROJECT

Vojtěch Máca
Markéta Braun Kohlová
Jan Melichar

TranExt Final Conference, Praha, 16.11.2011

RESEARCH OBJECTIVES

- 1) Estimate values of:
 - Time
 - Congested Time
 - Travel Time Variability

- 2) test:
 - presentation of scenarios
 - respondent's choice consistency

VÝZKUMNÉ CÍLE

- 1) Odhadnout hodnotu:
 - cestovního času
 - času v kongesci
 - variability cestovního času

- 2) testovat:
 - srozumitelnost scénářů
 - konzistenci rozhodování respondentů

MOTIVATION

- reliable measures of valuation of time:
- crucial input into transport policy planning
- benefits from expansion of network and capacity additions
- valuation of (travel) time (savings) as a measure of willingness-to-pay
- cost-benefit analysis in transport planning and project appraisal

MOTIVACE

- spolehlivé metriky ocenění cestovního času:
- zásadní vstup do plánování dopravní politiky
- přínosy z rozšíření sítě a zvýšení kapacity
- ocenění úspory cestovního času jako měřítko ochoty platit
- analýza nákladů a přínosů v dopravním plánování a hodnocení projektů

METHODS

- microeconomic model of consumer behaviour maximizing utility
- random utility model
[Block & Marschak, 1960]

$$U_n = V_n + \varepsilon_n$$

- Lancaster's [1966] attribute theory of consumer choice
- model of systematic (indirect) utility:

$$V = \beta_1 Cost + \beta_2 Time + \dots + \beta_K X_K$$

METODY

- mikroekonomický model chování spotřebitele maximalizujícího užitek
- model náhodného užitku
[Block & Marschak, 1960]

- Lancasterova teorie atributů [1966]
- model nepřímého užitku:

METHODS

- discrete choice modelling
[McFadden, 1974]

$$y_{in} = \begin{cases} 1, & \text{if } U_i > U_j \forall j \neq i, \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

- logit model of probability of choosing one of two alternatives

$$\Pr(y_n = 1) = \frac{1}{1 + e^{-\mu(V_i - V_j)}}$$

METODY

- modelování diskrétní volby
[McFadden, 1974]

$\varepsilon \sim \text{logistic distribution}$

- logistický model
pravděpodobnosti volby jedné ze dvou alternativ



VALUE OF TIME

- ratio of estimated coefficients

$$\frac{\beta_{time}}{\beta_{money}}$$

(marginal rates of substitution)

HODNOTA CESTOVNÍHO ČASU

- podíl odhadnutých koeficientů

$$\frac{\beta_{čas}}{\beta_{náklady}}$$

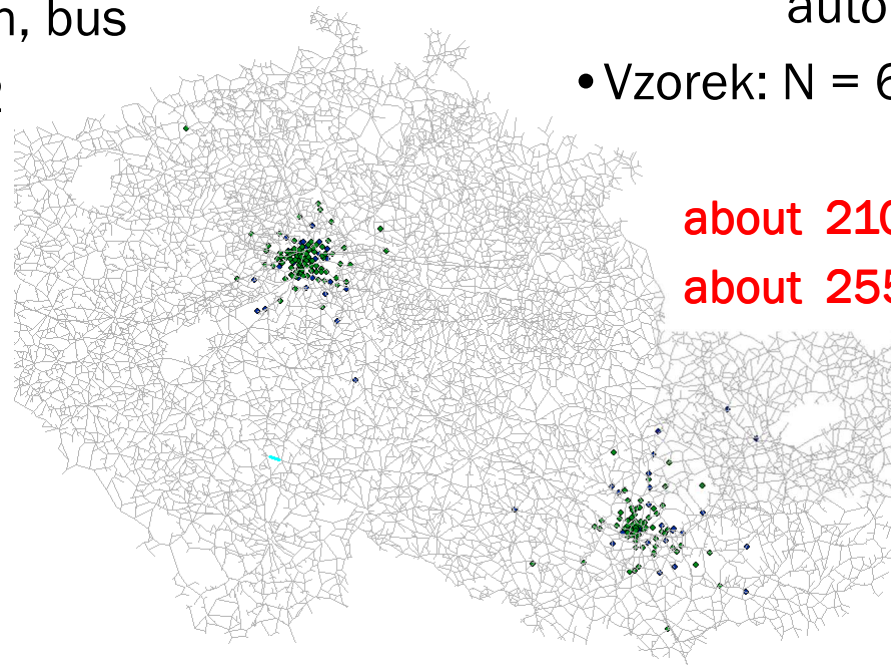
(mezní míra substituce)

DATA

- travel behaviour survey
- travellers between Prague ↔ Brno
- collected: Fall/Winter 2010/2011
- at least 1 trip in last 30 days
- 3 transportation modes:
car, train, bus
- Sample: N = 602

DATA

- studie dopravního chování
- cestující na trase Praha ↔ Brno
- sběr: podzim/zima 2010/2011
- minimálně 1 cesta v posledních 30 dnech
- 3 dopravní prostředky:
auto, vlak, autobus
- Vzorek: N = 602



about 210 kms on road
about 255 kms by rail

QUESTIONNAIRE

- web-based surveying (CAWI)
- personal recruitment

- RP data = last trip's characteristics
- 2 stated choice experiments
with attributes:
 - time variability
 - congested time
- socio-demographic characteristics

DOTAZNÍK

- dotazování prostř. webu (CAWI)
- osobní rekrutace

- RP data = popis poslední cesty
- 2 výběrové experimenty
s atributy:
 - variabilita cestovního času
 - čas v kongesci
- socio-demografické charakteristiky

SAMPLE CHARACTERISTICS / VZOREK

	Mean	Median	
Age	38.56	40	Věk
Respondent's net income (CZK)	18 571	19 750	Čistý příjem respondent
Gender – male	49.3%		Pohlaví – muž
Education			Vzdělání
- basic	4.65%		- základní
- vocational training	14.12%		- střední bez maturity
- high school diploma	50.17%		- střední s maturitou
- college/university degree	31.06%		- vysokoškolské
Car ownership (household)	1.26	1	Vlastnictví automobilu (domácnost)
Public transport pre-paid card ownership			Vlastnictví předplatného na MHD
- in Prague	31.06%		- v Praze
- in Brno	19.27%		- v Brně
- in both cities	1.16%		- v obou městech

CONGESTED TIME

- 3 attributes design
- 8 choice situations

ČAS V KONGESCI

- design se 3 atributy
- 8 výběrových situací

CHOICE OF ROUTE PRAGUE - BRNO

	Route A	Route B
Financial costs per person	250 CZK	350 CZK
Total travel time	2:20 h	2:00 h
Time spent in congested conditions	0:30 h	0:00 h

If these were the options available to make a trip between Prague and Brno which option would you choose?

Route A

Route B

MULTINOMIAL LOGIT MODELS

segment	Car		Bus	
	model 1	model 2	model 1	model 2
<i>predictor</i>	<i>coefficient</i>	<i>coefficient</i>	<i>coefficient</i>	<i>coefficient</i>
cost	-0.0118***	-0.0154***	-0.0572***	-0.0573***
total travel time	-0.0257***	-0.028***	-0.0612***	-0.0646***
congested travel time	-0.0457***	-0.0496***	-0.0382***	-0.0401***
cost*work.trip		0.0043***		0.0156**
cost*lower.income		-0.0034*		-0.0148**
cost*frequent		0.0029*		-0.0017
Log-Likelihood	-870.33	-850.03	-699.18	-680.58
adj. p ²	0.254	0.268	0.347	0.361
p-value for likelihood ratio test vs model 1	-	0.000	-	0.000

Signif. levels: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

MIXED LOGIT MODELS (allowing for heterogeneity)

segment	Car		Bus	
<i>predictor</i>	Model 3	Model 4	Model 3	Model 4
cost	-0.0217***	-0.0261***	-0.0772***	-0.0702***
total travel time	-3.4074***	-3.3022***	-2.6609***	-2.6266***
congested travel time	-3.495***	-3.4798***	-3.5439***	-3.4882***
cost*work.trip		0.0076***		0.0161**
cost*lower.income		-0.0086***		-0.0206***
cost*frequent		0.0031.		-0.0048
sd.total travel time	1.3505***	-0.9656***	0.7669***	0.7291***
sd.congested travel time	-1.7325***	2.1696***	-1.118***	-1.1363***
Log-Likelihood	-740.92	-729.92	-657.57	-646.13
adj. p2	0.3624	0.37	0.3836	0.39
p-value for likelihood ratio test vs model 3	-	0.000	-	0.000

Signif. levels : '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

RESULTS – VALUE OF (CONGESTED) TRAVEL TIME

	Value of Time	Value of Congested Time
	CZK/h	CZK/h
Model 3	179	251
Model 4:		
Non-work trip, infrequent traveller, higher income	136	200
Work trip, infrequent traveller, higher income	180	266
Non-work trip, infrequent traveller, lower income	114	169
Non-work trip, frequent traveller, higher income	167	247
Work trip, infrequent traveller, lower income	144	213
Work trip, frequent traveller, higher income	239	353
Non-work trip, frequent traveller, lower income	135	200
Work trip, frequent traveller, lower income	179	265



PERCEIVED COST INCREMENT FORM SHIFTING ONE MINUTE FROM UNCONGESTED TO CONGESTED TRAVEL

total travel time (min)	cost increment (CZK/min)
<i>model 3</i>	
120	5.47
130	5.05
140	4.69
150	4.38
160	4.11
170	3.86
180	3.65
190	3.46
200	3.28

TRAVEL TIME VARIABILITY

- mean variance approach
[Small et al. 1999]
- 3 underlying attributes:
 - travel costs
 - mean travel time
 - standard deviation of travel time
- respondent is shown:
 - travel costs
 - five possible travel times

VARIABILITA CESTOVNÍHO ČASU

- přístup „průměrného rozptylu“
[Small et al. 1999]
- 3 základní atributy:
 - cestovní náklady
 - průměrný cestovní čas
 - směrodatná odchylka cestovního času
- respondentovi jsou ukázány:
 - cestovní náklady
 - 5 možných cestovních časů

DECISION SITUATION

ROZHODOVACÍ SITUACE

CHOICE OF ROUTE PRAGUE - BRNO		
	Route A	Route B
Financial costs per person	204 CZK	170 CZK
Possible travel time:	1:36 h 1:53 h 2:15 h 3:06 h 3:56 h	2:04 h 2:22 h 2:30 h 3:00 h 3:30 h

If these were the options available to make a trip between Prague and Brno which option would you choose?

Route A Route B

mean travel time 2:33 h

průměrný cestovní čas 2:41 h

standard deviation of travel time 0:57 h

směrodatná odchylka cest. času 0:33 h

MULTINOMIAL LOGIT MODELS

segment	Car		Train		Bus	
	model 5	model 6	model 5	model 6	model 5	model 6
cost	-0.0074***	-0.0084***	-0.0299***	-0.0292***	-0.0334***	-0.0425***
mean travel time	-0.0257***	-0.0276***	-0.0369***	-0.0371***	-0.0393***	-0.0408***
st.dev. of travel time	-0.0087***	-0.0093***	-0.0089***	-0.0089***	-0.02***	-0.0216***
cost*work trip		0.003***		0.0007		0.0203***
cost*lower income		-0.0029**		-0.0023		-0.0017
erred dominance		0.398**		0.2691		0.8227***
Log-Likelihood	-1104	-1084.1	-971.02	-969.21	-982.65	-952.13
adj. p2	0.152	0.172	0.207	0.206	0.1856	0.2050
p-value for likelihood ratio test vs model 5	-	0.000	-	0.3054	-	0.000

Signif. levels : '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

MIXED LOGIT MODELS (allowing for heterogeneity)

segment	Car		Train		Bus	
	Model 9 (ln)	Model 10 (ln)	Model 7	Model 8	Model 7	Model 8
cost	-0.0126***	-0.0171***	-0.0415***	-0.0417***	-0.0492***	-0.0602***
time	-3.4661***	-3.3899***	-0.0531***	-0.0541***	-0.0604***	-0.0641***
st.dev.time	-5.0628***	-4.8787***	-0.015***	-0.0155***	-0.0326***	-0.0342***
cost*work trip		0.0076***		0.0029		0.0275***
cost*lower income		-0.0017.		-0.0034		-0.0065
erred dominance		0.6228***		0.4844**		1.0441***
sd.time	0.8911***	0.9362***	0.0415***	0.0422***	0.0462***	0.0443***
sd.st.dev.time	-1.8903***	-1.7793***	0.0415***	0.0418***	0.0525***	0.0547***
Log-Likelihood	-997.95	-971.44	-892.3	-888.79	-877.51	-845.67
adj. p2	0.232	0.250076	0.2699	0.270281	0.2708	0.291704
p-value for likelihood ratio test vs model 5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
p-value for likelihood ratio test vs model 7 (9)	-	0.000	-	0.07	-	0.000

Signif. levels : '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

RESULTS – VALUE OF TIME

CAR

model 9	CZK/h	model 10	CZK/h
VoT	222	VoT non-work	184
		VoT work	332

TRAIN

model 7	CZK/h
VoT	77

BUS

model 7	CZK/h	model 8	CZK/h
VoT	74	VoT non-work	64
		VoT work	118



RESULTS – VALUE OF RELIABILITY

i.e. CZK per minute of standard deviation of travel time

CAR

model 9	CZK/min	model 10	CZK/min
Value of reliability	3.01	VoT non-work	2.17
		VoT work	3.93

TRAIN

model 7	CZK/min
Value of reliability	0.36

reliability ratio ~0.81



BUS

model 7	CZK/min	model 8	CZK/min
Value of reliability	0.66	VoT non-work	0.57
		VoT work	1.04

COMPARISON OF VALUES

SROVNÁNÍ HODNOT

Value of Time (CZK/hour)

Hodnota cestovního času (Kč/hod)

	CAR	TRAIN	BUS
Experiment 1 (congested time)			
multinomial logit models	130		64
mixed logit models	179		73
Experiment 2 (variability)			
multinomial logit models	207	74	71
mixed logit models	222	77	74

TESTING CHOICE CONSISTENCY

- axioms of consumer theory
 - continuity
 - non-satiation
 - Transitivity
- tested using a dominant alternative
(=route A better in all the attributes)
- violation may arise from:
 - simplification
 - compensatory choices

TESTOVÁNÍ KONZISTENCE VOLEB

- axiomy teorie chování spotřebitele
 - spojitosti
 - nenasycenosti
 - Transitivity
- testováno dominantní alternativou
(= cesta A lepší ve všech attributech)
- porušení může vzejít ze:
 - zjednodušení
 - kompenzačních voleb

TESTING CHOICE CONSISTENCY

- 10.6% of sample did not choose the dominant alternative
- association with indicators of cognitive ability (*education level, age, income etc.*) tested
 - no statistically significant
 - inconsistencies randomly distributed
- 5 different travel times – mentally demanding

TESTOVÁNÍ KONZISTENCE VOLEB

- 10.6% respondentů nezvolilo dominantní alternativu
- test asociace s různými indikátory (*vzdělání, věk, příjem atd.*)
 - statisticky nevýznamná
 - nekonzistence náhodně rozdělena
- 5 různých cestovních časů - náročné na přemýšlení

INFLUENCE ON ESTIMATED VALUE OF TIME

	consistent respondents		inconsistent respondents		pooled sample	
	coefficient	t-value	coefficient	t-value	coefficient	t-value
costs	-0.0132***	-23.4	-0.0053***	-4.4	-0.0117***	-23.3
travel time	-0.0303***	-16.7	-0.0019	-0.4	-0.0268***	-16.1
s.d. travel time	-0.0145***	-13.5	0.0226***	8.0	-0.0090***	-9.4
log-likelihood	-2836.1		-334.96		-3268.4	
N	4842		576		5418	
adj. ρ^2	0.146		0.144		0.124	
value of time (CZK/h)	138				137.4	

only small difference in VoT

Significance 0.001: ***

LOGIT MODELS FOR 'INCONSISTENT' SUBSAMPLE

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
cost	-0,0069 ***	-0,0046 ***	-0,00521 ***	-0,00528 ***
time (1st)	-0,0215 ***			
time (5th)		0,0126 ***		
Δ time (5th-1st)			0,00944 ***	0,01242 ***
time (5th)^2				-0,00001 .
Log-Likelihood	-344,71	-340,0	-335,13	-333,55
p-value for likelihood ratio test vs prev. model		0.000 ***	0.000 ***	0,05505 .

Signif. codes: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1



COMPARISON

- KITE project
 - valuation of travel time (VoT)
 - long distance journeys
 - CZ + PT + CH

SROVNÁNÍ

- projekt KITE
 - oceňování cestovního času
 - dálkové cesty (<600 km)
 - CZ, PT, CH

	CZ	pooled CZ+PT+CH
	CZK/h	CZK/h
VoT	742	
VoT car		1355
VoT train		1159
VoT plane		2648
VoT coach		907

converted from EUR using exchange rate (1 EUR ~ 25 CZK)

- SP study in Prague – one after presentation !

- SP studie v Praze – přespříští prezentace

CONCLUSIONS

- values of time estimated - mostly consistent with what was expected
- travel time variability
– difficult scenario
- ~10% of „incorrect answers“ in dominant choice
- construct validity problem
– cognitively demanding
- **BUT** not much influence on estimated Value of Time!

ZÁVĚRY

- odhadnuty hodnoty cestovního času – převážně odpovídají předchozím očekáváním
- variabilita cestovního času – obtížný scénář
- <10% respondentů nezvolilo dominantní alternativu
- problém konstruktové validity – kognitivně složité
- **ALE** efekt na odhad hodnoty cestovního času je velmi malý!

CONCLUSIONS

- generalization & transferability
 - provides estimates for intercity journeys
 - small sample size
- no data on share of modes in interurban transport → limited possibility for predictions, multimodal modelling etc.
- CzechVOT study needed ! (also looking into VoT/VTTR in freight transport)

ZÁVĚRY

- zobecnitelnost & přenositelnost výsledků
 - odhady pro meziměstské cesty
 - malá velikost vzorku
- chybí data o podílu módů na dělbě přepravní práce → omezuje možnost predikcí, multimodálního modelování atd.
- potřeba rozsáhlejší studie (vč. hodnoty času a spolehlivosti v nákladní dopravě)

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

The study was funded by the Czech Ministry of Transport grant no. CG712-111-520: Quantification of external costs of transport in the Czech Republic.

The support is kindly acknowledged.

