

Možnosti zvýšení spolehlivosti přestupních vazeb na základě simulačního posouzení přestupního uzlu, včetně uzlů více druhů veřejné hromadné osobní dopravy

Ing. Josef Bulíček, Ph.D.

Katedra technologie a řízení dopravy
Dopravní fakulta Jana Pernera
Univerzita Pardubice

Univerzita volného času

20. 12. 2016



Osnova

Úvod

- 1 Několik předpokladů
 - 2 Spolehlivost přestupních vazeb
 - 3 Současný stav poznání v oblasti tématu přednášky
 - 4 Simulace – metoda
 - 5 Přístupy k řešení
 - 6 Navržený model
 - 7 Ilustrační případová studie – uzel Rokycany
 - 8 Výstupy modelu
 - 9 Vyhodnocení stability přestupních vazeb
- Závěry a přínosy



Úvod

Zkracování přestupních dob

- ⊕ zkrácení celkové doby cesty,
- ⊖ ohrožení spolehlivosti a kvality VHOD v případě zpoždění.

Dispečerské řízení – vyčkávání přípojných spojů

- ⊕ garance, spolehlivost pro přestupující,
- ⊖ nespolehlivost pro nepřestupující cestující, příp. přenos zpoždění, narušení dalších přestup. vazeb a oběhů náležitostí.

→ Nutnost „správného nastavení přestupních dob i v případě dispečerského řízení.



1 Několik předpokladů

Nároky přestupujících cestujících podmíněny

- informací o pokračování cesty,
- potřebou nákupu jízdenek (odbavení),
- znalostí uzlu (vyznačením přestupních tras),
- přepravou zavazadel, kočárků,
- doprovodem dětí, cestou ve skupině cestujících,
- nároky při přepravě OOSPO.

Vyčkávání na zpožděný spoj

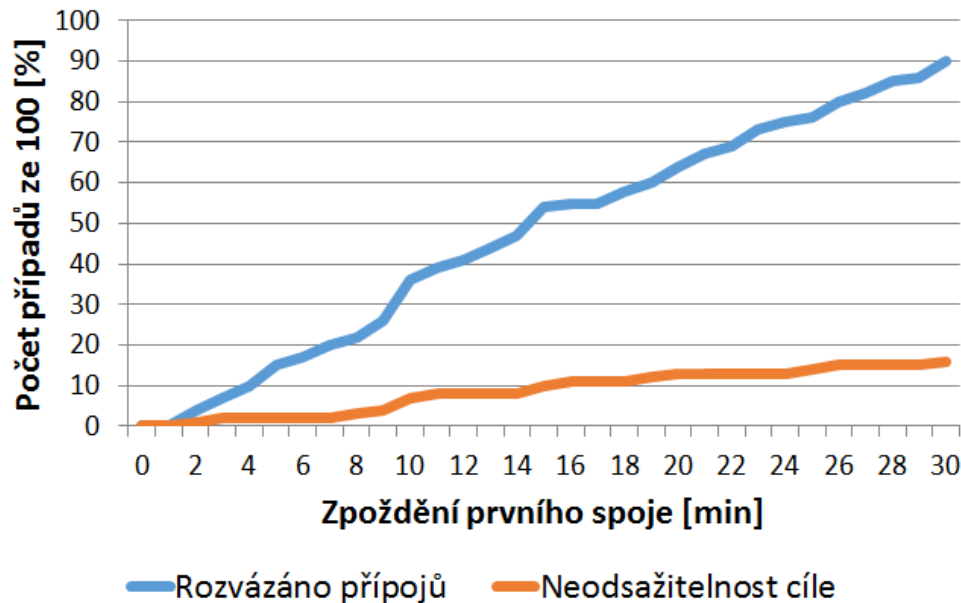
- musí být umožněno infrastrukturou (např. vyčkávání vlaku v zast. na širé trati je omezeno),
- nesmí být nevhodné z přepravních důvodů (např. omezené vyčkávání spoje MHD),
- dostupnost informací o ostatních spojih (inf. systém nebo minimálně „viditelnost“ mezi spoji).



2 Spolehlivost přestupních vazeb (1/3)

Analýza 100 relací z Prahy v rámci ČR (ŽD i VLD)

odjezd: pátek 15:00, 1 – 2 přestupy na každé cestě,
celkem 128 přest. vazeb, informace patrné cestujícím.



Při zpoždění 10 min:

- rozvázáno 36 % přest. vazeb,
- u 54 % relací snížen komfort,
- u 7 % relací ztráta přípoje bez náhradního spojení.

Data: JŘ 2016

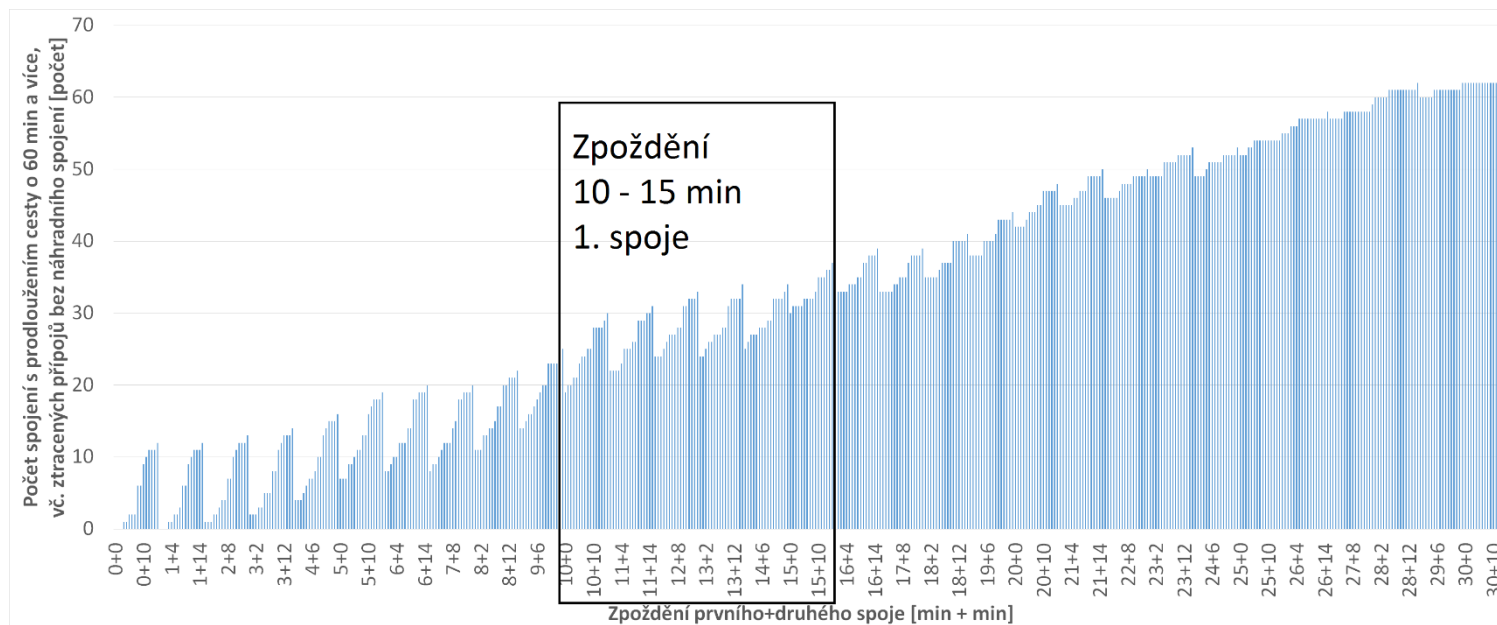


2 Spolehlivost přestupních vazeb (2/3)

Přestupní doby podle délky:

Interval [min]	<0; 3>	(3; 5>	(5; 10)	<10; 15)	<15; 20)	<20; 30)	<30; +∞)
Podíl	7 %	8 %	16 %	23 %	15 %	19 %	13 %

Prodloužení cesty o 60 a více min, vč. nedostupnosti cíle:



Data: JŘ 2016



2 Spolehlivost přestupních vazeb (3/3)

Zpoždění 1. spoje 10 min

Zpoždění 1. spoje 15 min

Nedostupnost v případě ztráty přípoje

Bujesily (okr. Rokycany),
Hrotovice (Třebíč),
Kosmo (Prachatice),
Sedlec-Prčice (Příbram),
Smolotely (Příbram),
Telecí (Svitavy), Tučapy (Tábor).

přibývají:

Babylon (okr. Domažlice),
Číhošť (Havl. Brod),
Tedražice (Klatovy).

Cesty prodloužené o ≥ 60 min

Brtnice (okr. Jihlava) 65 min,
Cotkytle (Ústí n. O.) 233 min,
Dolní Kralovice (Benešov) 67 min,
Horní Jiřetín (Most) 62 min,
Horoušánky (Praha-východ) 60 min,
Kumburský Újezd (Jičín) 60 min,
Plumlov (Prostějov) 164 min,
Sloup (Blansko) 114 min,
Temelín (Č. Budějovice) 62 min,
Toužim (K. Vary) 60 min,
Úsov (Šumperk) 190 min,
Zubrnice (Ústí n. L.) 60 min.

přibývají:

Horní Lomná (okr. Frýdek-Místek) 60 min,
Hranice (Cheb) 62 min,
Morkovice-Slížany (Kroměříž) 220 min,
Nové Hrady (Ústí n. O.) 84 min,
Proseč (Chrudim) 65 min,
Příkrý (Semily) 87 min,
Rakvice (Břeclav) 65 min,
Velichovky (Náchod) 113 min.

Data: JŘ 2016

3 Současný stav poznání v oblasti tématu

- Důvody nekvality ve VHOD (Hutchinson, 2011):
nerealistický JŘ, kongesce,
nedostatek prozákaznické orientace, redukce nákladů.
- Doporučeno využití makroskopických i mikroskopických modelů
pro přestupní uzly, projekt EU (NODES, 2015).
- Časové ztráty cestujících závisejí na intervalu navazující linky
doplňkového subsystému VHOD (Guo et al., 2011).
- **Modelování VHOD z individuálního pohledu cestujících
(Horváth, 2005).**
- Analýzy přestupních vazeb v uzlu Žilina
(Kendra, Ponický, 2015).



4 Přístupy k řešení (1/2)

Dvojice základních přístupů k optimalizaci VHOD:

- tzv. systémová rovnováha $\min T = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} t_{ij} f_{ij}$
(minimalizace spotřeby cest. času)
- 1 přestupní vazba = 1 „přepravně rovnocenná entita“.

Diskuse – systémová rovnováha:

- nejzatíženější přestupní vazby > nejkratší přestupní čas
> „citlivost“ v případě zpoždění?
- dopady na cestující mimo „hlavní přepravní proudy“.

Diskuse – přepravní rovnocennost přestupních vazeb:

- „zbytečný“ důraz i na nevýznamné přestupní vazby.



4 Přístupy k řešení (2/2)

„Pozice“ modelu v kontextu zajištění provozu VHOD:

- prioritizace síťové technologie VHOD,
 - další omezující podmínky (oběhy náležitostí, požadavky objednavatelů, ...)
 - optimalizace přest. vazeb na úrovni „doladění“ systému,
 - nestejná prioritizace u každé přestupní vazby,
 - možnost upřednostnit individuální pohled cestujících před síťovým pohledem.
- identifikace jednotlivých problémů u přestupních vazeb,
→ možnost ověření navrhovaného (upraveného) řešení,
→ **simulační model.**



5 Simulace – metoda

Simulace – experimentální výzkumná metoda,
simulátor – model chování systému,
replikace – opakování situace s různými (náhodnými) vstupy,
výsledek – ukazatele popisující „zvládnutí“ simulované situace.

Využití simulace v ostatních případech:

- provoz železničních tratí nebo částí sítě,
- ověřování stability JŘ,
- provoz na pozemních komunikacích (zejm. křižovatky),
- тренаžéry.

Deskriptivní charakter,
v případě zobecnění – „partikulární“ řešení
(odpovídající množině simulovaných situací).



6 Navržený model (1/5) – hlavní kroky

1. krok – deterministické vyhodnocení

matice přestupních dob podle (návrhu) JŘ, vyhodnocení, identifikace nepřipojů a příliš krátkých přest. dob,

2. krok – simulační (stochastické) vyhodnocení

replikace – množina provozních situací s náhodnými vstupy, zpoždění příjezdů a odjezdů spojů,

3. krok – souhrnné vyhodnocení replikací

→ zkoumání stability jednotlivých přestupních dob, identifikace problémů v oblasti spolehlivosti a kvality.

4. „nepovinný“ krok – možnost vyhodnocení návrhů úprav JŘ

zadání upraveného návrhu JŘ (úprava časových poloh spojů) do modelu, opakování kroků 1 – 3,

→ vyhodnocení a kvantifikace dopadů návrhů.



6 Navržený model (2/5) – technické aspekty

- typ modelu: simulační, matematický, deskriptivní, počítačový.
- softwarová podpora: Microsoft Excel,
- funkci zajišťuje 22 maker v jazyku Visual Basic for Applications,
- zdrojový kód: > 3000 řádků.

```

Microsoft Visual Basic for Applications - Uzel-vysledky.xsm - [Module3 (Code)]
File Edit View Insert Format Debug Run Tools Add-Ins Window Help
Project - VBAPProject
Properties - Module3
Module3 Module
Alphabetic | Categorized
[Name] Module3

Range("B10") = "Četnosti PD v jednotlivých rozmezích"
Range("B11") = "A"
Range("B12") = "B"
Range("B13") = "C"
Range("B14") = "N1"
Range("B15") = "N2 - nepřipoj"

Sheets("Statisticny").Select
Prum = Cells(Pozpri1 + 19, Pozodj + 9)
Maxhod = Cells(Pozpri1 + 1019, Pozodj + 9)
Minhod = Cells(Pozpri1 + 2019, Pozodj + 9)

CA = Cells(Pozpri1 + 3019, Pozodj + 9)
CB = Cells(Pozpri1 + 4019, Pozodj + 9)
CC = Cells(Pozpri1 + 5019, Pozodj + 9)
CNJ = Cells(Pozpri1 + 6019, Pozodj + 9)
CND = Cells(Pozpri1 + 7019, Pozodj + 9)

Sheets("DvojiceSp").Select

Range("C11") = CA
Range("C12") = CB
Range("C13") = CC
Range("C14") = CNJ
Range("C15") = CND

Range("D11") = CA / (CA + CB + CC + CNJ + CND)
Range("D12") = CB / (CA + CB + CC + CNJ + CND)
Range("D13") = CC / (CA + CB + CC + CNJ + CND)
Range("D14") = CNJ / (CA + CB + CC + CNJ + CND)
Range("D15") = CND / (CA + CB + CC + CNJ + CND)
Range("D11:D15").Select
Selection.NumberFormat = "0.00%"
    
```

	AC	AD	AE	AF	AG	AH
Odjezd P.č. spoje	161	204	102	148	184	
Identifikační číslo	470163 99	470560 9	470010 7	470090 1	470330 1	470600 2
Typ spoje	Bus-reg.	Bus-reg.	Bus-reg.	Bus-reg.	Bus-reg.	Bus-reg.
Kat.	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus
Odj.	5:47	5:48	5:50	5:50	5:55	5:55
Min.	347	348	350	350	355	355
Směr	Rokycany-Plzeň	Strašice	Litohlavy	Hrádek	Hrádek	Hrádek
Determ.	0	0	0	0	0	0
Skut.Lodj.	347	348	350	350	355	355

	A	B	C	D	E
Vyhodnocení konkrétní dvojice spojů					
1					
2		Rokycany	Pá		Vyhodnotit spoje
3				Pozice	
4		Ze spoje:	R Praha-Plzeň 770	222	Pravic
5		Na spoj:	470020 37	221	Pravic
6					R Pra
7		Pravidelná přestupní doba (podle JŘ):	8	min	
8		Zařazení přestupní doby podle JŘ	A		
9					
10		Četnosti PD v jednotlivých rozmezích			
11		A	25	50,00%	
12		B	8	16,00%	
13		C	10	20,00%	
14		N1	4	8,00%	
15		N2 - nepřipoj	3	6,00%	
16					
17		Minimální dosažená hodnota:	0		
18		Maximální dosažená hodnota:	1428		
19					
20		Průměr z dosažených hodnot:	194,04		
21					
22		Jednotlivé dosažené přestupní jízdní doby:			
23		Iterace č.		Přestupní doba	
24			1	9	
25			2	7	
26			3	1326	
27			4	0	
28			5	8	

	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	
32	214	470600 2	Bus-reg. bus	5:33	333	Hrádek	0	333	14	15	17	17	22	22	37	43	42	47	47	5					
33	35	Os Plzeň-Praha 7331	Zel.-reg. Os	5:40	340	Plzeň	0	340	7	8	10	10	15	15	30	36	35	40	40	4					
34	210	470560 2	Bus-reg. bus	5:40	340	Plzeň	0	340	7	8	10	10	15	15	30	36	35	40	40	4					
35	107	470010 2	Bus-reg. bus	5:41	341	Strašice	0	341	6	7	9	9	14	14	29	35	34	39	39	4					
36	99	470010 1	Bus-reg. bus	5:45	345	Holoubkov	0	345	2	3	5	5	10	10	25	31	30	35	35	3					
37	160	470163 1	Bus-reg. bus	5:45	345		0	345	2	3	5	5	10	10	25	31	30	35	35	3					
38	196	470540 4	Bus-reg. bus	5:45	345	Volduchy	0	345	2	3	5	5	10	10	25	31	30	35	35	3					
39	207	470560 9	Bus-reg. bus	5:48	348	Zbiroh	0	348	1439	8888	2	2	7	7	22	28	27	32	32	3					
40	130	470050 10	Bus-reg. bus	6:05	365	Hrádek	0	365	1422	1423	1425	1425	1430	1430	5	11	10	15	15	1					
41	3	Os Praha-Plzeň 7802	Zel.-reg. Os	6:12	372	Praha	0	375	1412	1413	1415	1415	1420	1420	1435	8888	0	5	5						
42	108	470010 8	Bus-reg. bus	6:20	380	Strašice	0	380	1407	1408	1410	1410	1415	1415	1430	1436	1435	0	0						



6 Navržený model (3/5) – kategorizace přest. d.

Kateg.	Interval	„Účel“	Příp. studie [min]
A	(základní; mezní>	pohodlný přestup, částečná rezerva na nákup jízdenek, hledání informací, bankomat apod., mezní doba pro prevenci čas. ztrát	(7; 14>
B	(nedostatečná; základní>	nepohodlný přestup, zvýšené úsilí (běh), problémy pro OOSPO, nelze shánět informace apod.	(5; 7>
C	<0; nedostatečná>	prakticky nerealizovatelný přestup, potenciální přípoj po úpravě JŘ	<0; 5>
N1	(mezní; 1440-nepřípoj>		(14; 1380>
N2	(1440-nepřípoj; 1440)	potenciální přípoj po úpravě JŘ	(1380; 1440)



6 Navržený model (4/5) – pojetí přestupních dob

Přestupní doba – doba mezi odjezdem druhého a příjezdem prvního spoje tvořících přestupní vazbu.

$$t_{ij}^p = \begin{cases} d_j - a_i & \text{pro } d_j \geq a_i \\ 1440 - (a_i - d_j) & \text{jinak} \end{cases}$$

podle kategorií

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	
1	Vyhodnocení přestupních dob, deterministický jízdní řád																					
2	Uzel:	Rokycany	Provoz v pátky; nepřipoj N2 = 60 min						Odjezd	P.č. spoje	101	189	6	40	120	141	70	93	229	208	41	116
3	Pro der	Pá	Vazeb	50850					Identifiká	470010 11	470530 4	R Praha-Pl	R Plzeň-Pl	470020 5	470070 1	Os Nezvě:	210046 2	MHD1 901	470560 10	Os Plzeň-Pl	470010 32	47
4			N2	3074	6,05%				Typ	Bus-reg.	Bus-reg.	Žel.-dálk.	Žel.-dálk.	Bus-reg.	Bus-reg.	Žel.-reg.	Bus-reg.	MHD	Bus-reg.	Žel.-reg.	Bus-reg.	Bu
5			N1	46737	91,91%				Kat.	Bus	Bus	EC	Rx	Bus	Bus	Os	Bus		Bus	Os	Bus	Bu
6			A	379	0,75%				Odj.	6:23	6:24	6:30	6:30	6:30	6:30	6:31	6:33	6:33	6:35	6:42	6:50	
7			B	99	0,19%				Min.	383	384	390	390	390	390	391	393	393	395	402	410	
8			C	455	0,89%				Směr	Strašice	Zbiroh	Plzeň	Praha	Břasy	Volduchy	Nezvěstice	Strašice	MHD1	Zbiroh	Praha	Holoubko	Str
9									Determ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Příjezdy									Skut.odj.	383	384	390	390	390	390	391	393	393	395	402	410
11	P.č. spc	Identifikátor	Typ	Kat.	Přij.	Min.	Směr	Determ.	Skut.přij.													
40	130	470050 10	Bus-reg. bus		6:05	365	Hrádek	0	365	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1
41	3	Os Praha-Plzeň 7802	Žel.-reg. Os		6:12	372	Praha	0	372	A	A	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1
42	108	470010 8	Bus-reg. bus		6:20	380	Strašice	0	380	C	C	A	A	A	A	A	A	A	N1	N1	N1	N1
43	148	470090 4	Bus-reg. bus		6:20	380	Litohlavy	0	380	C	C	A	A	A	A	A	A	A	N1	N1	N1	N1
44	159	470163 2	Bus-reg. bus		6:20	380		0	380	C	C	A	A	A	A	A	A	A	N1	N1	N1	N1
45	197	470540 20	Bus-reg. bus		6:23	383	Volduchy	0	383	C	C	B	B	B	B	A	A	A	A	N1	N1	N1
46	4	R Praha-Plzeň 356	Žel.-dálk. EC		6:27	387	Praha	0	387	N2	N2		0	C	C	C	C	C	B	B	A	N1
47	70	Os Nezvěstice 27813	Žel.-reg. Os		6:27	387	Nezvěstic	0	387	N2	N2	C	C	C	C	C	C	C	B	B	A	N1
48	36	R Plzeň-Praha 753	Žel.-dálk. Rx		6:28	388	Plzeň	0	388	N2	N2	C		0	C	C	C	C	C	C	B	A
49	170	470260 6	Bus-reg. bus		6:30	390	Plzeň	0	390	N2	N2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	N1
50	93	210046 2	Bus-reg. bus		6:33	393	Plzeň	0	393	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2		0	C	C	A	N1
51	218	MHD2 1	MHD bus		6:33	393	MHD2	0	393	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	C	C	C	C	A	N1
52	211	470560 10	Bus-reg. bus		6:35	395	Plzeň	0	395	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2		0	B	N1
53	37	Os Plzeň-Praha 7801	Žel.-reg. Os		6:40	400	Plzeň	0	400	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2		0
54	229	MHD1 2	MHD bus		6:45	405	MHD1	0	405	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	C
55	100	470010 45	Bus-reg. bus		6:48	408	Holoubko	0	408	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	C



6 Navržený model (5/5) – stochastické vstupy

Zpoždění (náskoky) příjezdů – diskrétní náhodná veličina s rozlišením 1 min, podle typu linek.

Odjezdy – podle JŘ nebo vytvořených závislostí na příjezdech. Jednotlivé spoje nebo typy linek možno vyřadit ze stoch. pojetí.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		Zadání podkladů pro generování zpoždění příjezdů spojů											
2													
3		Každému přijíždějícímu spoji je možné vygenerovat zpoždění.											
4		Zpoždění je pojato jako diskrétní náhodná veličina s "rozlišením" 1 min.											
5		Zpoždění je generováno v závislosti na typu linky (soubor Uzel-JŘ, list Definice, sloupec C). Využívané typy linek jsou v tabulkách níže.											
6													
7													
8		Železnice - expresní vlaky				Železnice - dálkové vlaky				Železnice - regionální vlaky			
9		Deterministicky: ne				Deterministicky: ne				Deterministicky: ne			
10		Počet hodnot 741				Počet hodnot 0				Počet hodnot			
11	Poř. č.	Hodnota zpoždění	Četnost	Pravděpodobnost	Hranice	Hodnota zpoždění	Četnost	Pravděp.	Hranice	Hodnota zpoždění	Četno		
12	1	0	200	0,2699	0,0000				0,0000				
13	2	1	200	0,2699	0,2699								
14	3	2	150	0,2024	0,5398								
15	4	3	100	0,1350	0,7422								
16	5	4	50	0,0675	0,8772								
17	6	5	25	0,0337	0,9447								
18	7	6	10	0,0135	0,9784								
19	8	8	5	0,0067	0,9919								
20	9	9	1	0,0013	0,9987								
21	10			0,0000	1,0000								
22	11			0,0000	1,0000								
23	12			0,0000	1,0000								
24	13			0,0000	1,0000								
25	14			0,0000	1,0000								
26	15			0,0000	1,0000								
27	16			0,0000	1,0000								
28	17			0,0000	1,0000								
29	18			0,0000	1,0000								
30	19			0,0000	1,0000								

Vymazat data
o zpoždění
na tomto listu

V případové studii využita vlastní statistika zpoždění vytvořená autorem v letech 2009 – 14 podle svých cest (> 2000 cest). „Principiální platnost“ modelu.



7 Ilustrační případová studie – uzel Rokycany

Přestupní uzel IDP

Železniční stanice

trati č. 170 (Praha – Plzeň) a 175 (Rokycany – Nezvěstice),
peronizovaná stanice, příchod na nástupiště podchodem,

Autobusové nádraží

regionální linky VLD a MHD

Rozsah dopravy (celkem): 241 příjezdů a 238 odjezdů
→ 57 358 návazností.

Řešený příklad (pátek) – 226 příj. a 225 odj. → 50 850 návazností.

Vzdálenost žst. <> aut.nádr. cca 200 m

Limity pro kategorie přestupních dob

*zohledňují místní podmínky, požadavky OOSPO,
nutnost odbavení v osobní pokladně žst. apod.*



8 Výstupy modelu (1/3) – vyhodnocení JŘ

Identifikace (výpisy) přestupních vazeb

Ize vytvořit pro všechny kategorie přestupních dob

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	Přestupní vazby s nedostatečnou přestupní dobou - kategorie C													
2	Start	20.8.16 9:53		Dokončeno	20.8.16 9:57									
3	Uzel:	Rokycany			Provoz v pátky; nepřípoj N2 = 60 min									
4	Den:	Pá												
5														
6	Ze sp	Linka	Č. spoje	Příjezd	Ze stanice	Směr	Přest. doba	Na spoj:	Linka	Č. spoje	Příjezd	Do stanice	Směr	
46	196	470540	4	5:45	Osek,,Sokolovna	Volduchy	3	204	470560	9	5:48	Plzeň,,Hlavní nádraží	Plzeň	
47	196	470540	4	5:45	Osek,,Sokolovna	Volduchy	5	102	470010	7	5:50	Rokycany,,aut.nádr.	Strašice	
48	196	470540	4	5:45	Osek,,Sokolovna	Volduchy	5	148	470090	1	5:50	Litohlav	Litohlav	
49	207	470560	9	5:48	Zbiroh,,nám.	Zbiroh	2	102	470010	7	5:50	Rokycany,,aut.nádr.	Strašice	
50	207	470560	9	5:48	Zbiroh,,nám.	Zbiroh	2	148	470090	1	5:50	Litohlav	Litohlav	
51	130	470050	10	6:05	Hrádek,,kult. Dům	Hrádek	5	119	470020	7	6:10	Břasy,,u hřiště	Břasy	
52	3 Os Praha-Plzeň		7802	6:12	Beroun	Praha	3	135	470060	1	6:15	Nevid	Nevid	
53	108	470010	8	6:20	Strašice,,Dvůr	Strašice	3	101	470010	11	6:23	Těně	Strašice	
54	108	470010	8	6:20	Strašice,,Dvůr	Strašice	4	189	470530	4	6:24	Zbiroh,,nám.	Zbiroh	
55	148	470090	4	6:20	Litohlav,,náves	Litohlav	3	101	470010	11	6:23	Těně	Strašice	
56	148	470090	4	6:20	Litohlav,,náves	Litohlav	4	189	470530	4	6:24	Zbiroh,,nám.	Zbiroh	
57	159	470163	2	6:20	Rokycany,,nem.		0	3	101	470010	11	6:23	Těně	Strašice
58	159	470163	2	6:20	Rokycany,,nem.		0	4	189	470530	4	6:24	Zbiroh,,nám.	Zbiroh
59	197	470540	20	6:23	Volduchy	Volduchy	0	101	470010	11	6:23	Těně	Strašice	
60	197	470540	20	6:23	Volduchy	Volduchy	1	189	470530	4	6:24	Zbiroh,,nám.	Zbiroh	
61	4 R Praha-Plzeň		356	6:27	Praha hl.n.	Praha	3	40 R Plzeň-Praha		753	6:30	Praha hl.n.	Praha	
62	4 R Praha-Plzeň		356	6:27	Praha hl.n.	Praha	3	120	470020	5	6:30	Zvíkovec	Břasy	
63	4 R Praha-Plzeň		356	6:27	Praha hl.n.	Praha	3	141	470070	1	6:30	Volduchy	Volduchy	
64	4 R Praha-Plzeň		356	6:27	Praha hl.n.	Praha	4	70 Os Nezvěstice	27816	6:31	Příkosice	Nezvěstice		
65	70 Os Nezvěstice	27813	6:27	Příkosice	Nezvěstice	3	6 R Praha-Plzeň	356	6:30	München	Plzeň			
66	70 Os Nezvěstice	27813	6:27	Příkosice	Nezvěstice	3	40 R Plzeň-Praha	753	6:30	Praha hl.n.	Praha			
67	70 Os Nezvěstice	27813	6:27	Příkosice	Nezvěstice	3	120	470020	5	6:30	Zvíkovec	Břasy		
68	70 Os Nezvěstice	27813	6:27	Příkosice	Nezvěstice	3	141	470070	1	6:30	Volduchy	Volduchy		
69	70 Os Nezvěstice	27813	6:27	Příkosice	Nezvěstice	4	70 Os Nezvěstice	27816	6:31	Příkosice	Nezvěstice			
70	36 R Plzeň-Praha	753	6:28	Cheb	Plzeň	2	6 R Praha-Plzeň	356	6:30	München	Plzeň			
71	36 R Plzeň-Praha	753	6:28	Cheb	Plzeň	2	120	470020	5	6:30	Zvíkovec	Břasy		
72	36 R Plzeň-Praha	753	6:28	Cheb	Plzeň	2	141	470070	1	6:30	Volduchy	Volduchy		
73	36 R Plzeň-Praha	753	6:28	Cheb	Plzeň	3	70 Os Nezvěstice	27816	6:31	Příkosice	Nezvěstice			

příklad pro kategorii C, rozmezí <0; 5> min

při přestupu bus<>vlak prakticky nelze stihnout.



8 Výstupy modelu (2/3) – souhrnné vyhodnocení

Porovnání distribuce přestupních dob mezi jednotlivé kategorie podle deterministického JŘ a stochastických simulací.

Kategorie přest. doby	Determ. JŘ	Stochastický JŘ (50 replikací)			
	Počet návazností	Prům. počet návazností	Směrodatná odchylka	Maximální počet	Minimální počet
N2	3074	3040,22	14,81	3079	3004
N1	46737	46780,66	18,01	46821	46734
A	379	388,36	13,95	421	364
B	99	100,54	7,58	114	87
C	455	434,22	12,37	465	408

Poznámka: jsou vytvořeny i algoritmy sledující změny mezi zařazením v determ. JŘ a v replikacích.



8 Výstupy modelu (3/3)

– individuální vyhodnocení přestupních vazeb

Lze realizovat pro každou zadanou přestupní vazbu (dvojici spojů)

	A	B	C	D	E
1	Vyhodnocení konkrétní dvojice spojů				
2	Rokycany		Pá		Vyhodnotit spoje
3				Pozice	
4	Ze spoje:	R Plzeň-Praha 355	192		
5	Na spoj:	470540 23	187		
6					
7	Pravidelná přestupní doba (podle JŘ):	7	min		
8	Zařazení přestupní doby podle JŘ	B			
9					
10	Četnosti PD v jednotlivých rozmezích				
11	A	9	18,00%		
12	B	19	38,00%		
13	C	14	28,00%		
14	N1	1	2,00%		
15	N2 - nepřipoj	7	14,00%		
16					
17	Minimální dosažená hodnota:	0			
18	Maximální dosažená hodnota:	1439			
19					
20	Průměr z dosažených hodnot:	204,22			
21					
22	Jednotlivé dosažené přestupní jízdní doby:				
23	Iterace č.	Přestupní doba			
24	1	7			
25	2	5			
26	3	3			
27	4	7			
28	5	1439			
29	6	1412			
30	7	0			

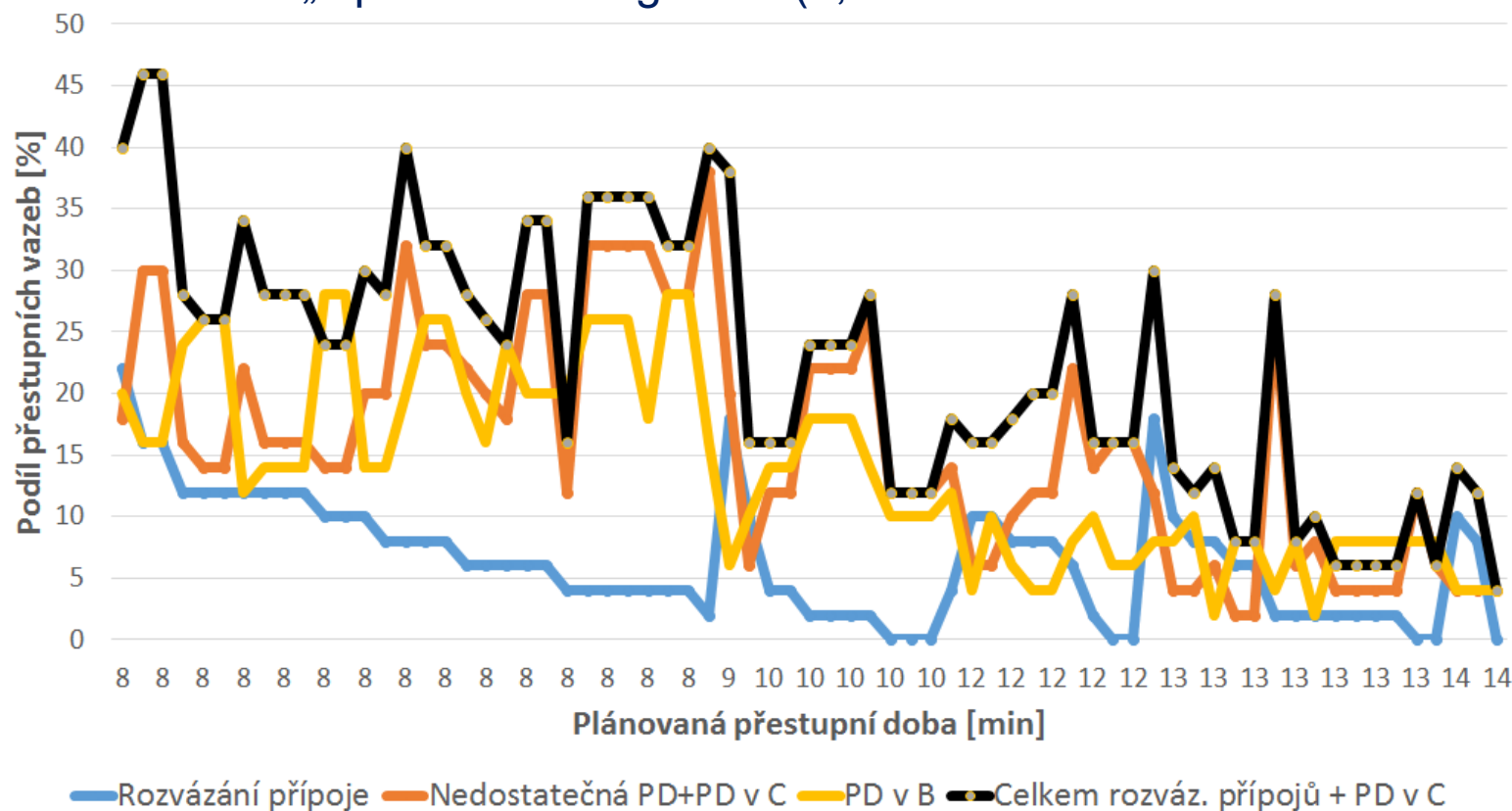
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Archiv							
2		10.10.2016 23:28	10.10.2016 23:28	10.10.2016 23:27	10.10.2016 23:27	10.10.2016 23:27	10.10.2016 23:26	10.10.2016 23:26
3	č.	69	68	67	66	65	64	63
4	Uzel	Rokycany	Rokycany	Rokycany	Rokycany	Rokycany	Rokycany	Rokycany
5	Den	Pá	Pá	Pá	Pá	Pá	Pá	Pá
6	Ze spoje	Os Nezvěstice 2788	Praha-Plzeň 770s	Nezvěstice 2784	Praha-Plzeň 75	Plzeň-Praha 770s	Nezvěstice 2783	Os Nezvěstice 2783
7	Příjezd	1347	1347	1287	1287	1168	1167	1167
8	Na spoj	470020 37	470020 37	470540 25	470540 25	470180 1	470180 1	470320 810
9	Odjezd	1355	1355	1295	1295	1180	1180	1175
10								
11	P. doba	8	8	8	8	12	13	8
12	Zařazení	A	A	A	A	A	A	A
13								
14	Četnosti							
15	A	26	25	26	32	35	39	29
16	B	10	8	12	10	3	4	7
17	C	11	10	9	6	5	6	10
18	N1	0	4	0	0	3	1	0
19	N2 - nepřipoj	3	3	3	2	4	0	4
20								
21	Min. PD	0	0	0	1	0	2	0
22	Max. PD	1439	1428	1439	1438	1439	16	1438
23	Průměr. PD	92,66	194,04	92,28	64,26	123,92	11,06	121,26
24								
25	Iterací	50	50	50	50	50	50	50
26	PD dle iter.							



9 Vyhodnocení stability přestupních vazeb (2/2)

Závislost počtu „nekomfortních“ situací v závislosti na konstruované přestupní době (50 replikací):

„Optimální“ kategorie A (7; 14 > min)



Závěry a přínosy

- využití simulace v další oblasti technologie VHOD, návrh modelu spolehlivosti přestupních vazeb,
- potenciál využití v praxi
model umožňuje řešení libovolného přestupního uzlu,
- potenciál využití v pedagogickém procesu
ilustrace provozu přestupních uzlů,
ověřování navrhovaných řešení (např. v závěr. pracích).



Děkuji za pozornost.

Ing. Josef Bulíček, Ph.D.
KTRD DFJP UPa,
Studentská 95, 532 10 Pardubice
e-mail: josef.bulicek@upce.cz
tel.: 466 036 202



Seznam použitých informačních zdrojů

- T.P.Hutchinson (2011): Classification of reasons for poor customer experiences in service industries: the case of public transport, *Transportation Planning and Technology*, 34:8, 747-758. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1080/03081060.2011.613584>>.
- NODES – EU project websites. Available at: <<http://www.nodes-interchanges.eu/>>.
- Shuxia Guo, Lei Yu, Xumei Chen, Yu Zhang (2011): Modelling waiting time for passengers transferring from rail to buses, *Transportation Planning and Technology*, 34:8, 795-809. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1080/03081060.2011.613589>>.
- Balázs Horváth: Assessment analysis and development of public transport assignment models; Budapest University of Technology and Economics 2005.
- Ponický Ján, Kendra Martin: Analýza nadväznosti spojov v dopravnom uzle Žilina. Verejná osobná doprava Bratislava, KONGRES STUDIO, 2015, s. 139-145. ISBN 978-80-89565-20-7.
- Celostátní informační systém o jízdnicích řádech IDOS.
Dostupný z: <www.jizdnirady.idnes.cz>.
- Ortúzar, J. – Willumsen, L.: *Modelling Transport*. Chichester: Wiley, 2001, Third Edition. ISBN 13: 978-0-471-86110-2 (H/B).



Vybrané další publikace autora k tématu

- BULÍČEK, J.: Spolehlivost přestupních vazeb z časového a částečně síťového hlediska.
In Verejná osobná doprava 2016 - zborník. Bratislava : Kongres STUDIO, 2016, s. 170-175.
ISBN 978-80-89565-26-9.
- BULÍČEK, J.: Vybrané aspekty simulace v přestupních uzlech veřejné hromadné osobní dopavy
In: Vědecko-technický sborník ČD [online], č. 40/2015, ISSN 1214-9047. Dostupný z.:
<<https://vts.cd.cz/documents/51448/51619/4015.pdf//>>.
- BULÍČEK, J.: Koordinace spojů v přestupních uzlech více druhů dopravy – topologické hledisko.
In Verejná osobná doprava 2015 - zborník. Bratislava : Kongres STUDIO, 2015, s. 172-178.
ISBN 978-80-89565-20-7.
- BULÍČEK, J. Zastavování a projíždění vlaků - interakce železnice s okolím. In Horizons of Railway
Transport 2013. Žilina : EDIS - vydavateľstvo Žilinskej univerzity, 2013, s. 74-83.
ISBN 978-80-554-0764-7.

