

PŘESTUPNÍ UZLY A SPOTŘEBA CESTOVNÍHO ČASU

Jaroslav Matuška, Rudolf Mrzena¹

1. ÚVOD

Cestující ve veřejné dopravě vnímá velice citlivě spotřebu cestovního času. Tato se při přestupu mezi spoji různých druhů dopravy (autobusová - dálková ↔ kolejová - místní, resp. městská hromadná), může neúnosně zvětšovat. Důležitou roli zde hrají např. vzdálenost přestupního uzlu od cíle přepravy, rychlosti jednotlivých spojů, ale také čas potřebný na přestup, který je ovlivněn mnoha faktory.

2. PŘESTUPNÍ UZLY

Přestupní uzly jsou místa styku dvou a více druhů dopravy, jejichž základní funkcí je umožnění bezkonfliktního a bezbariérového přestupu mezi spoji zde stýkajících se obslužných subsystémů. Jejich poloha, řešení a vybavení zásadním způsobem ovlivňují naplnění jejich funkce.

Při zřizování přestupních míst je třeba uvažovat skutečnost, že s každým přestupem narůstá u cestujících „odpor“ k využití veřejné dopravy [1]. Jednou ze skupin, které jsou na přestupy velmi citlivé, jsou cestující s omezenou schopností pohybu a orientace². Pro snížení jejich „odporu“ k cestování veřejnou dopravou je nezbytné zajistit možnost bezbariérového přístupu k veřejné dopravě, bezbariérového pohybu mezi dopravními prostředky i odstranění dalších (např. informačních a komunikačních) bariér [2].

Přestupní místa umožňující přestup mezi dopravními prostředky tzv. vnější³ a vnitřní⁴ dopravy mají význam zejména pro cestující, kteří přestupem ušetří čas strávený v dopravním prostředku tím, že

- nemusí zajíždět až na cílovou stanici kmenového spoje (terminál v centru) a pak se vracet do vnitřního města prostředky MHD nebo
- využijí rychlejší dopravní prostředek, což jim umožní využít výhodnější přípoj (např. spoj s dřívějším odjezdem).

¹ Ing. Jaroslav Matuška, PhD., Ing. Rudolf Mrzena, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra technologie a řízení dopravy, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +4204660366204 Fax: +420466036303, E-mail: jaroslav.matuska@upce.cz, rudolf.mrzena@upce.cz

² Nejen cestující na vozíku a zrakově či sluchově postižení, ale také doprovod dětí (do tří let věku), příp. kočárků, staří občané nebo kdokoliv s dočasně omezenou pohyblivostí.

³ např. dálková, regionální nebo příměstská doprava, MHD vyjíždějící mimo území města, příměstské rychlodráhy

⁴ např. městská hromadná doprava a veřejná linková, příp. železniční doprava obsluhující zastávky na území města

Při garantovaných přestupních vazbách mezi jednotlivými spoji může dojít z pohledu cestujícího k zajímavým časovým úsporám, a tím k vyššímu využití celého systému integrované dopravy.

Protože cestující vnímá kromě ceny za přepravu i spotřebu cestovního času, je třeba při navrhování a řešení přestupních uzlů posoudit časovou náročnost jednotlivých variant dosažení cíle. V některých městech (městských aglomeracích) se nabízí možnost využití kolejové dopravy, a tím zrychlení přepravy mezi centrem a okrajovými částmi města.

3. CHARAKTERISTIKA PŘESTUPNÍCH UZLŮ A ČASOVÁ NÁROČNOST PŘESTUPU

Přestupní místa je možné dělit podle různých kritérií, např. podle počtu (druhu) subsystémů, které se v nich stýkají, resp. dle toho, mezi jakými spoji lze přestupovat. Důležité je také hledisko územní působnosti stýkajících se druhů dopravy (dálková, regionální, příměstská, příp. městská doprava) vč. zajištění přestupů mezi nimi.

Smyslem přestupních uzlů budovaných v blízkosti větších měst (městských aglomerací), je

- snížení dopravních výkonů zejména autobusové dálkové dopravy na území vnitřního města,
- snížení spotřeby cestovního času cestujících použitím subsystému drážní dopravy v rámci MHD, čímž se dosáhne centrum města (cíl cesty) rychleji, než při cestě dálkovým (autobusovým) spojem,
- vyšší využití systému MHD.

Rychlost přepravy patří z pohledu cestujícího mezi tři nejdůležitější⁵ ukazatele při rozhodování o použití veřejné osobní dopravy [3].

Výsledná rychlost přemístění je ovlivněna i časovou náročností přestupu; tato závisí mj. také na

- počtu zaústěných linek různých subsystémů veřejné dopravy (autobusové, železniční, tramvajové, příp. trolejbusové linky nebo metro)
- stavebním uspořádání přestupního uzlu (úrovňové x mimoúrovňové, vzájemná poloha nástupištních prostorů jednotlivých subsystémů)
- vzájemnou vzdálenosti jednotlivých nástupištních hran,
- řízení pohybu cestujících v přestupním místě (snadná orientace, bezkonfliktní směřování proudů cestujících apod.),

⁵ Dle [3] je na prvním místě uváděna cena přepravy, následuje pohodlí a na třetím místě rychlost přepravy.

- vybavení přestupního místa informačními systémy (vizuální, akustické včetně jejich vhodného umístění) a odbavovacími systémy (pokladny, automaty).

Časovou náročnost přestupu mezi dopravními prostředky charakterizuje veličina t_p - přestupní doba. Tu lze stanovit součtem následujících složek:

1. t_{ch} – uvažuje se rychlost chůze cestujícího ($4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$), tj. cca $67 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$,
2. $t_{\check{c}}$ – čas čekání na přípoj – v intervalové dopravě se uvažuje ve výši max. poloviny intervalu přípojného spoje; v případě přestupu na vlakový či autobusový spoj (bez intervalové dopravy) lze předpokládat, že cestující zná čas jeho odjezdu a naplánuje si příjezd s odpovídající hodnotou $t_{\check{c}}$,
3. t_r – časová rezerva např. na vyrovnání případného zpoždění kmenového spoje; v případě intervalové dopravy opět max. polovina intervalu, v případě velmi krátkých intervalů (metro ve špičce), lze tuto veličinu zanedbat.

Celková časová náročnost přestupu - “časová ztráta při přestupu” – je daná vztahem

$$t_p = t_{ch} + t_{\check{c}} + t_r \quad [\text{min}] \quad (1)$$

Pokud se do vztahu (1) dosadí modelové hodnoty např. pro přestup z dálkového autobusu na

- *tramvaj* (částečně segregovaný a částečně smíšený provoz, cestovní rychlost $28 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$): chůze 100 m, čekání na přípoj 2,5 min, rezerva na zpoždění kmenového spoje 2,5 min, výsledkem je časová ztráta při přestupu

$$t_p = (100 / 67 + 2,5 + 2,5) = 6,49 \cong 6,5 \text{ min} \quad (2)$$

- *vlak příměstské dopravy* (cestovní rychlost $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$): chůze 150 m, čekání na přípoj 5 min, rezerva na zpoždění kmenového spoje 5 min

$$t_p = (150 / 67 + 5 + 5) = 12,23 \cong 12,5 \text{ min} \quad (3)$$

($t_{\check{c}}$ se neuvažuje polovina intervalu, ale tak, že si cestující zvolí příjezd autobusu tak, aby měl přípoj na vlak)

- *metro* (cestovní rychlost $55 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$): chůze 200 m, čekání na přípoj 2 min, (t_r se neuvažuje vzhledem k frekvenci spojů)

$$t_p = (200 / 67 + 2) = 4,98 \cong 5 \text{ min.} \quad (4)$$

Hodnoty ze vztahů (2) – (4) je nutné při porovnávání časové náročnosti přímých cest nebo cest s přestupem přičíst k jízdě době přípoje, aby bylo možné porovnat celkovou časovou náročnost obou variant (přímá cesta pomalejší dopravou nebo přestup na spoj s vyšší cestovní rychlostí). K tomu se přidává ještě hodnota Z (viz níže).

4. POLOHA PŘESTUPNÍHO UZLU

Níže uvedený modelový výpočet uvádí mezní vzdálenost přestupního uzlu od centra, a to za následujících podmínek:

- přestup z dálkového autobusu na tramvaj, vlak, resp. metro,
- časová ztráta při přestupu $t_p = 11,5$ min - viz vztah (1)
- Z – požadovaný zisk času (subjektivní hodnota pro každého cestujícího), zde $Z = 5$ min.
- $\varphi = t_p + Z$ [min] - složka času zohledňující subjektivní časové hledisko cestujícího, resp. zisk času - „zatížení“ varianty s přestupem
- v_p [km h⁻¹] – rychlost přípojného spoje, v_k – rychlost kmenového spoje (autobusu)
- l [km] – hledaná vzdálenost přestupního uzlu od centra
- T_p , resp. T_k [min] – cestovní doba při variantě s přestupem (na tramvaj, vlak, metro), resp. při jízdě kmenovým spojem (autobusem).

Vztah (5) vyjadřuje požadavek cestujícího, aby i s přestupem (na tramvaj, vlak, metro) dosáhl cíle dříve, než kdyby využil spoj přímý.

$$T_p + \varphi < T_k$$

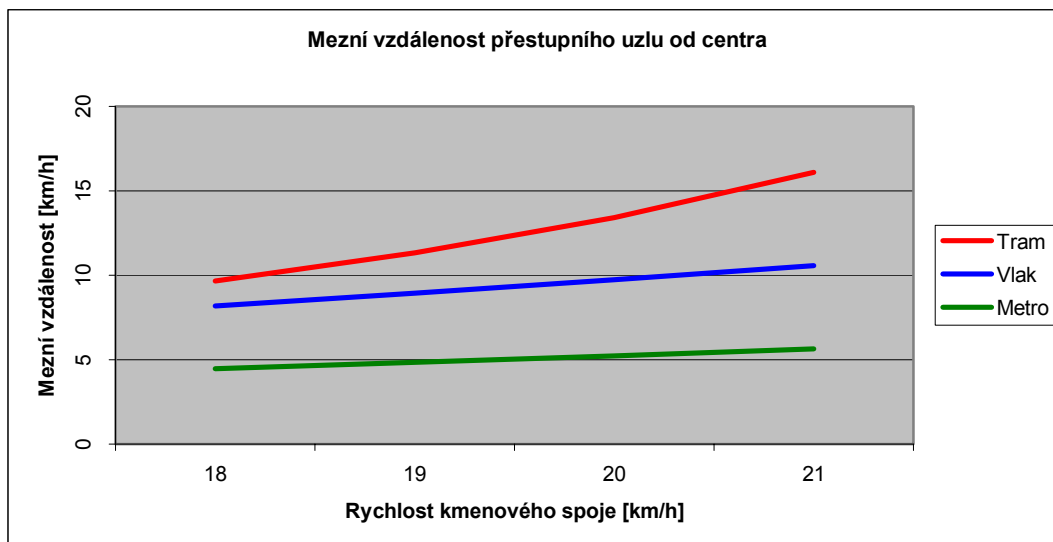
$$\varphi + \frac{60 * l}{v_p} < \frac{60 * l}{v_k}$$

$$\frac{\varphi * v_k * v_p}{60 * (v_p - v_k)} < l \quad (5)$$

Tabulka 1: Mezní vzdálenosti pro dané rychlosti kmenového a přípojných spojů

v_k [km/h] \ v_p [km/h]	Z	φ	18	19	20	21
28 (tramvaj)	5	11,5	9,66	11,33	13,42	16,10
50 (vlak)	5	17,5	8,20	8,94	9,72	10,56
55 (metro)	5	10,0	4,46	4,84	5,24	5,66

Tabulka 1 uvádí kilometrické hodnoty mezní vzdálenosti pro zvolené rychlosti kmenového a přípojných spojů [km/h] pro uvedené hodnoty Z , resp. φ [min]. Jak je vidět i z grafu 1, vzdálenost přestupního uzlu od centra stoupá se zmenšujícím se rozdílem rychlostí obou spojů.



Graf 1: Vzdálenost přestupního uzlu od centra

Na ose x je vynesena cestovní rychlost spoje kmenového v_k , horní křivka vyjadřuje závislost vzdálenosti pro $v_p = 28$ km/h, prostřední pro $v_p = 50$ km/h a spodní pro $v_p = 55$ km/h.

5. ZISK CESTOVNÍHO ČASU

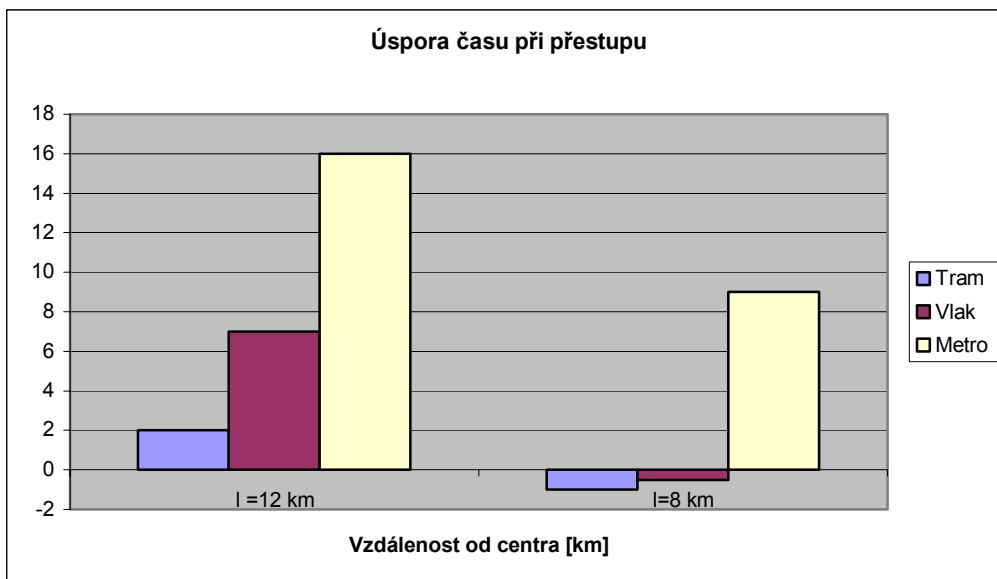
Následující část se týká určení zisku (ztráty) cestovního času Z při zvolených modelových hodnotách rychlostí kmenového a přípojného spoju, při známé časové ztrátě vzniklé přestupem a dané vzdálenosti přestupního uzlu od centra. Výpočty vycházejí ze vztahu (5). Pokud jsou známy výše uvedené parametry, je možné modelovat hodnotu Z podle vztahu

$$\begin{aligned}
 T_p + \varphi &< T_k \\
 T_p + t_p + Z &\leq T_k \\
 Z &\leq 60 * l \left(\frac{v_p - v_k}{v_k * v_p} \right) - t_p \quad (6)
 \end{aligned}$$

Variant výpočtů pro různé hodnoty v_k , v_p , l a t_p je velké množství, proto v tomto příspěvku bude uveden pouze výpočet pro $v_k = 21$ km/h, $v_p = 28, 50$, resp. 55 km/h, $l = 12$, resp. 8 km a $t_p = 6,5, 12,5$ a 5 min. Zaokrouhlené výsledky úspory času uvádí tabulka, resp. graf 2.

Tabulka 2: Úspora cestovního času

Přípoj	v_p [km/h]	t_p [min.]	l [km]		v_k [km/h]	Z [min.]	
Tram	28	6,5	12	8	21	2	-1
Vlak	50	12,5	12	8	21	7	-0,5
Metro	55	5	12	8	21	16	9



Graf 2: Úspora cestovního času pro různě vzdálené přestupní uzly od centra

Z tabulky i grafu 2 vyplývá, že při 12 km vzdáleném přestupním uzlu je za daných podmínek výhodný přestup na metro, příp. vlak, ale nikoliv na tramvaj s částečně smíšeným provozem. Při úplné segregaci by cestovní rychlost tramvaje byla vyšší a tedy i zisk času větší. Pokud by přestupní uzel byl jen 8 km od centra, ukazuje se při zadaných podmínkách jako časově nevýhodný přestup nejen na tramvaj, ale i na vlak. pouze segregovaný i hustý provoz metra zaručuje časovou výhodnost přestupu.

6. ZÁVĚR

Atraktivita přestupních uzlů v systému veřejné osobní dopravy je ovlivněna mj. i jejich polohou vzhledem k centru města, resp. cílové zóně, uspořádáním a vybavením přestupního uzlu. Z uvedených výpočtů jsou zřejmé mezní hodnoty, resp. dopravní systémy, které za uvedených podmínek přinesou úsporu času, a které naopak přepravu prodlouží.

7. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Wendler W.: *Grundlagen der Verkehrswirtschaft*. RWTH Aachen 2003
- [2] Dudr, V., Lněnička, P.: *Navrhování staveb pro samostatný a bezpečný pohyb nevidomých a slabozrakých osob*. IC ČKAIT. Praha 2002. ISBN 80-86364-63-1
- [3] Matuška J.: *Optimalizace nabídky spojů v systémech hromadné osobní přepravy*. Disertační práce. Pardubice 1998.

8. ANOTACE

Príspevek poukazuje na dôležitosť prešupních uzlů v systéme integrované osobní dopravy a předkládá způsob výpočtu mezní vzdálenosti přestupního uzlu od centra, resp. možný časový zisk (ztrátu) cestujícího při přestupu.

9. ABSTRACT

Change points are important component of public passenger transport service system. Their location (distance from downtown), terminal accessories and inside configuration is influencing into blackout time by change. Paper deals with function of change point, technological and time aspects of change and with example for change point distance analysis and travel time saving too.

Příspěvek vznikl za podpory grantu GA ČR č. 103/05/2043.