

PROBLEMATIKA VEDENÍ TRAS LINEK

LINE ROUTING PROBLEMATIC

Jaroslav Kleprlík¹

Anotace: Příspěvek se zabývá problematikou návrhu tras linek veřejné linkové dopravy. Prezentuje hlediska, která ovlivňují vedení trasy linky. Dále uvádí členění linek, vliv přepravní poptávky na umístění zastávky a vedení trasy linky. Je zde také určeno stanovení vzdáleností mezi zastávkami.

Klíčová slova: zastávka, linka, osobní doprava, přepravní poptávka

Summary: The paper deals with proposal of line routing problematic in public line service. It presents points of view which has influence on line's routing. Further shows division of lines, influence of transport demand on stop's location and line routing. The distance between stops is also provided..

Key words: station, line, passenger transport, transport demand

1. ÚVOD

Při stanovení tras linek veřejné hromadné dopravy se musí vycházet ze základních hledisek, která ovlivňují linkotvorbu a problém řešení je třeba pojmut jako multikriteriální. Při návrhu vedení tras linek je třeba provést výběr dopravní sítě, kterou lze pro veřejnou hromadnou dopravu použít. Rovněž se musí vycházet z plánovaných či požadovaných poloh zastávek a vzdáleností mezi nimi, které s linkotvorbou bezprostředně souvisí. Dále je základní podkladem zmapovaná přepravní poptávka.

2. NAVRHOVÁNÍ TRAS LINEK

Návrh trasy linky musí zohlednit stanovená hlediska, druhy možných linek z hlediska jejich členění a z přepravní poptávky. Důležité je také stanovení vzdáleností mezi zastávkami a poloh umístění zastávek.

2.1 Hlediska pro návrh linky

Při návrhu tras linek lze vycházet ze stávajícího stavu, tedy z jejich dosavadního vedení nebo začít linkotvorbu tzv. „na zelené louce“. V případě stávajícího stavu je třeba provést analýzu vhodnosti umístění zastávky, zjistit intenzitu pohybu cestujících a přihlídnout k požadavkům (zástupců obce, firmy, školy, apod.). Navržený druh a trasa linky se přitom musí posuzovat z hlediska zajištění plošné (síťové) dopravní obsluhy území, z kapacitního hlediska, z prostorových možností a provozně-ekonomických hledisek. Z hlediska dopravní obsluhy se jedná o zaměření na plošné pokrytí a časové obslužení míst v zájmovém území v

¹ Jaroslav Kleprlík, doc., Ing., Ph.D., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra technologie a řízení dopravy, Studentská 95, 532 10 Pardubice, ČR, Tel.: +420 46 603 6431, E-mail: Jaroslav.Kleprlik@upce.cz

souladu se zmapovanou přepravní poptávkou. Kapacitní hledisko vychází z obsaditelnosti provozovaných dopravních prostředků a propustnosti vybrané dopravní sítě. U dopravních prostředků se počítá při plánování a navrhování tras linek podle [1] s tzv. „normální obsaditelností“, při níž jsou obsazena všechna sedadla vozidla (soupravy) a na každý m² zbylé podlahové plochy připadají 4 stojící osoby. U dopravní sítě se jedná o vazbu mezi intenzitou dopravy i velikostí přepravních proudů cestujících a propustnou výkonností. Prostorové možnosti omezují především zřizování autobusových nádraží, velikost přestupních uzlů, ale v některých případech i umístění zastávky do tzv. „zálivu“. Provozně ekonomická hlediska zahrnují vyhodnocení pomocí ekonomických ukazatelů.

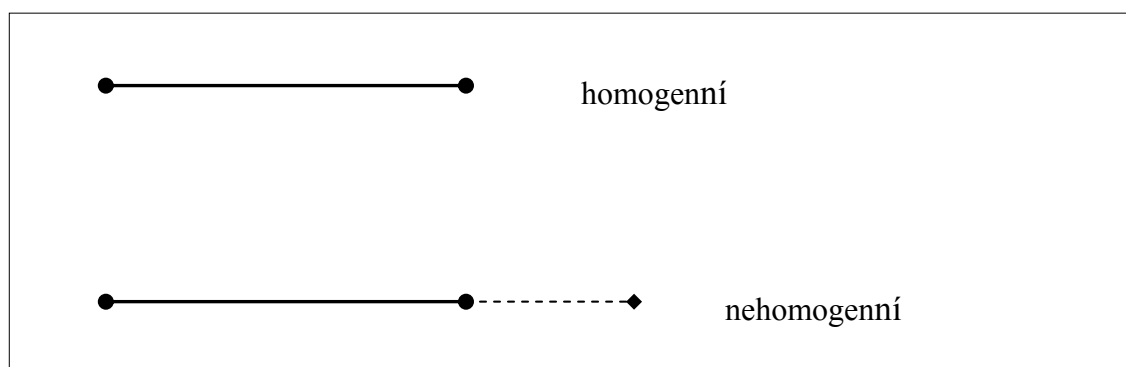
2.2 Členění linek

Při navrhování tras linek veřejné hromadné dopravy se vychází z jejich členění z hlediska provozu a ze vztahu jejich polohy k centru zájmového území.

Linky veřejné hromadné dopravy můžeme z hlediska provozu rozdělit na:

- homogenní - jsou provozovány stále po stejné trase,
- nehomogenní - trasa linky se v průběhu dne odchyluje od základní trasy (například při jedné z interaktivních forem dopravní obsluhy - v systému Anrufbus),

Znázornění vedení tras linek z hlediska provozu je uvedeno na obrázku č.1.



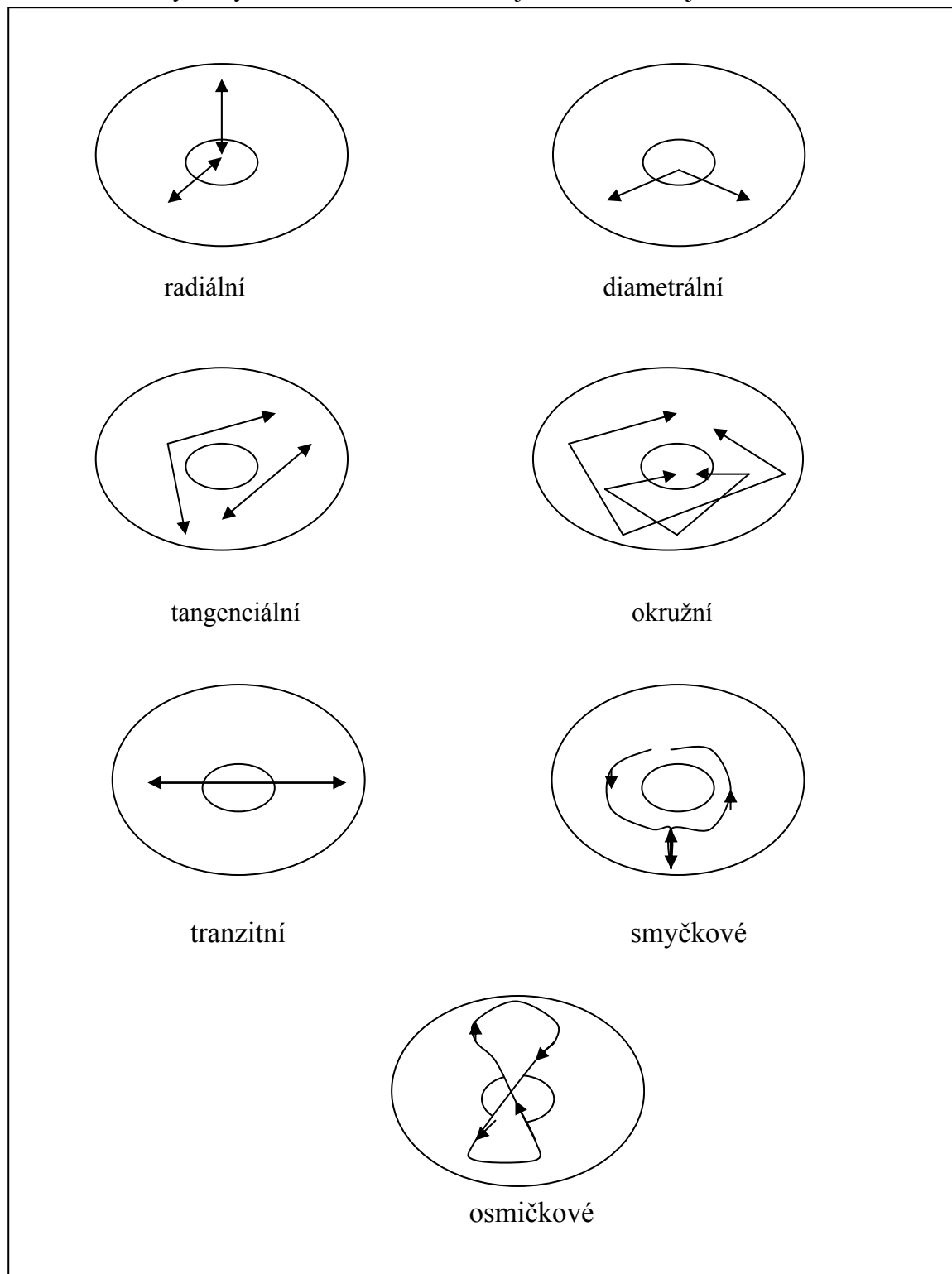
Zdroj: Autor

Obr. 1 - Znázornění vedení tras linek z hlediska provozu

Vedení trasy linky s ohledem na centrum zájmového území se dělí na:

- radiální - trasa vede z okraje oblasti do jejího centra, kde končí,
- diametrální - trasa vede napříč oblastí a prochází jejím centrem,
- tangenciální - trasa mimo centrum oblasti,
- okružní - trasa začíná v centru poté vede do jiné části oblasti a vrací se zpět do centra, kde končí nebo trasa začíná a končí v oblasti a obchází centrum. Tento typ linek se uplatňuje především v nočním provozu v městské hromadné dopravě,
- tranzitní – trasa vede z okraje města přes centrum na okraj,
- smyčkové – obdoba okružní linky s tím, že část úseku je společná,
- osmičkové – obdoba tranzitní linky s tím, že na okrajích města zajistí plošnou obsluhu.

Vedení trasy linky s ohledem na centrum zájmového území je uvedeno na obrázku č.2.



Zdroj: Autor

Obr. 2 - Znázornění vedení tras linek s ohledem na centrum zájmového území

2.3 Vliv přepravní poptávky na zastávky a trasu linky

Poptávku lze sledovat ze dvou hledisek:

- prostorově - vyplývá z požadavku cestovat z určitých míst do určitých míst (což je způsobeno rozmístěním obydlí, ubytoven, škol, firem, úřadů, služeb, apod.),
- časově - vyplývá z požadavku cestovat ve stanovených časových obdobích (což je způsobeno stanovením začátku a konce vyučování, pracovní doby, úředních dní a hodin, apod.). Časové hledisko zapříčiňuje dopravní špičky a dopravní sedla.

Při tvorbě či úpravě vedení tras linek se musí brát v úvahu celkový charakter poptávky, tedy obě výše uvedená hlediska současně.

Poptávku po přepravě lze výsledně znázornit pomocí tzv. „O/D matic“ (*original destination*), matic přepravních vztahů. O/D matice je zjednodušeně definována jako $M = (q_{i,j})$ v čase t .

O/D matice lze vytvořit jako:

- O/D matice aposteriorní poptávky - při její tvorbě se vychází z vyhodnocení skutečné poptávky. Jde o získání a zpracování již realizované poptávky, tzv. „*ex post*“.
- O/D matice apriorní poptávky - jde o získání a zpracování informací o poptávce, která je požadována a může být realizována v budoucnu, tzv. „*ex ant*“.

Po zjištění a popsání obou druhů poptávek (aposteriorní i apriorní) a následném vyhodnocení jednotlivých O/D matic a jejich porovnání lze dojít ke stanovení konkrétních požadavků na umístění nebo změnu polohy zastávky, případně na změnu či vytvoření nových tras linek.

2.4 Rozmíst'ování zastávek

Při rozmíst'ování zastávek je třeba přihlédnout k hustotě osídlení, dostupnosti z hlediska docházkových vzdáleností a doby chůze na zastávku, ke stanovení počtu zastávek a k časovým ztrátám cestujících, kteří již jedou v dopravním prostředku.

2.4.1 Umístění zastávek

Umístění zastávek do sítě je problém lokace. Když se umístěnému bodu do sítě přiřazuje atrakční obvod, jedná se o úlohu alokace. Atrakční obvod zastávky lze definovat jako přilehlé okolí uzlu u_i (zastávky), které je danou zastávkou obsluhováno. Při jeho stanovení se vychází z geografických a demografických podmínek. Dále se přihlíží k dostupnosti zastávky především pěší dopravou, případně cyklistickou dopravou.

Stanovit atrakční obvod zastávky znamená vymezit vzdálenost, kterou je cestující schopen a také ochoten překonat při cestě z domu na zastávku a ze zastávky do domu. Tato vzdálenost může být definována jednak prostorově v [km] nebo časově v [min.]. V obou případech je požadavkem cestujícího tuto vzdálenost minimalizovat, viz. vztahy 1 a 2.

$$\min l_{CH}^{D \rightarrow Z} \quad [\text{km}] \quad (1)$$

$$\min t_{CH}^{D \rightarrow Z} \quad [\text{min}] \quad (2)$$

kde:

$l_{CH}^{D \rightarrow Z}$ vzdálenost chůze z domu na zastávku [km],

$t_{CH}^{D \rightarrow Z}$ doba chůze z domu na zastávku [min].

Při stanovení polohy zastávky v obci je možné přistoupit k následujícím hlediskům:

- umístit zastávku do modelového centra obce a vymežit její dostupnost z hlediska prostorové vzdálenosti rovnoměrně,
- preferenčně přiblížit zastávku k místům silných přepravních potřeb a minimalizovat její dostupnost nejpočetnější skupině cestujících (např. nejbliže ke škole) s tím, že pro ostatní cestující se docházková vzdálenost zvýší,
- při volbě polohy zastávky přihlídnout ke geografickým podmínkám (např. cestující, kteří musejí při jejím dosažení překonávat stoupání ji budou míst prostorově blíže).

2.4.2 Časové ztráty cestujících

Při rozmístování zastávek se musí kromě dostupnosti přihlídnout také k časovým ztrátám cestujících a definovat počty a vzdálenosti mezi zastávkami na lince.

Při řešení rozmístění zastávek na lince lze postupovat tak, že se vyjádří ztráta přepravního elementu, odpovídající při odlehlosti zastávek rovné x průměrné době chůze na

nejbližší zastávku jako $\frac{x}{4 * v_{CH}}$. Další časová ztráta vyplývá z průměrné doby zdržení na

zastávce oproti průjezdu (viz. vztah 3). A následně je počítána ztráta chůze z cílové zastávky

jako $\frac{x}{4 * v_{CH}}$.

$$t_Z = t_B + t_P + t_R \quad [\text{s}] \quad (3)$$

kde:

x ... odlehlost zastávek [m],

v_{CH} ..rychlost chůze cestujícího [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$],

t_Z průměrná doba zdržení spoje na jedné mezilehlé zastávce [s],

t_B doba brzdění potřebná na zastavení vozidla [s],

t_P ... doba pobytu na zastávce [s],

t_R ... doba rozjezdu na rychlost jízdy vozidla k další zastávce [s].

Rozmístění zastávek na lince lze vyjádřit z pohledu časových ztrát cestujících vztahem číslo 4.

$$f(x) = \frac{x}{4 \cdot v_{CH}} + \frac{l_{STR}}{x} \cdot t_Z + \frac{x}{4 \cdot v_{CH}} \quad (4)$$

kde:

x odlehlost zastávek [m],

v_{CH} rychlost chůze cestujícího [$m \cdot s^{-1}$],

l_{STR} průměrná přepravní vzdálenost [m],

t_Z průměrná doba zdržení spoje na jedné mezilehlé zastávce [s].

Ve vzorci 2 první člen znázorňuje průměrnou dobu chůze na nejbližší zastávku, druhý člen představují časové ztráty ze zastavení a poslední člen znázorňuje průměrnou dobu chůze ze zastávky.

Celkové průměrné ztráty cestujícího v závislosti na vzdálenosti mezi zastávkami ze vztahu 2 lze upravit na vztah 5.

$$f(x) = \frac{x}{2 \cdot v_{CH}} + \frac{l_{STR} \cdot t_Z}{x} \quad (5)$$

Pro se získává optimální vzdálenost zastávek na vztah 6.

$$x^* = \sqrt{2 \cdot v_{CH} \cdot l_{STR} \cdot t_Z} \quad [m] \quad (6)$$

2.4.3 Normativní ustanovení a další kritéria pro umístění zastávek

Kromě vzdálenosti mezi zastávkami v kapitole 2.4.2 jsou dále stanoveny podmínky pro navrhování a umístění zastávek v české normě [3]. Zde je stanoveno, že například v úsecích linek zajišťujících dopravní obslužnost se mají zastávky umísťovat v rozmezí 300 – 700 m a docházková vzdálenost na zastávku má být do 500 m. Kromě výpočtu a ustanovení normy se vždy musí přihlídnout k místním podmínkám (zdroje a cíle cest, geografická poloha, prostorové možnosti, kategorie cestujících, dostupnost a přístupnost zastávky).

3. ZÁVĚR

Návrh trasy linky musí vycházet ze základních hledisek, která ovlivňují linkotvorbu a problém řešení je třeba pojmut jako multikriteriální. Je třeba zohlednit hlediska - analýzu vhodnosti umístění zastávky, intenzitu pohybu cestujících a přihlídnout k požadavkům obcí, škol, firem, ad. Navržený druh a trasa linky se přitom musí posuzovat z hlediska zajištění plošné dopravní obsluhy území, z kapacitního hlediska, z prostorových možností a provozně-ekonomických hledisek.

Z hlediska členění linek je možné navrhnout linky podle hlediska provozu jako homogenní, nehomogenní. Dále může být vedení linek s ohledem na centrum zájmového území radiální, diametrální, tangenciální, okružní, tranzitní, smyčkové a osmičkové.

Tvorbu vedení trasy linky významně ovlivňují polohy zastávek a především aposteriorní i apriorní přepravní poptávka znázorněná pomocí O/D matic.

Při rozmísťování zastávek na lince je třeba vyjít z ustanovení normy ČSN 73 6425-1 a přihlédnout k hustotě osídlení, dostupnosti z hlediska docházkových vzdáleností a doby chůze na zastávku, přístupnosti všech kategorií cestujících, ke stanovení počtu zastávek a k časovým ztrátám cestujících, kteří již jedou v dopravním prostředku.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] DRDLA, P. *Technologie a řízení dopravy – městská hromadná doprava*. Univerzita Pardubice, Pardubice 2005, ISBN 80-7194-804-7.
- [2] ČERNÝ, J. ČERNÁ, A. *Teorie řízení a rozhodování v dopravních systémech*. Institut Jana Pernera, Pardubice 2004, ISBN 80-86530-15-9.
- [3] ČSN 73 6425-1 *Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště, Část 1: Navrhování zastávek*

Příspěvek vznikl za podpory Institucionálního výzkumu MSM 0021627505 „Teorie dopravních systémů“ Univerzity Pardubice.