

**NOVÁ METODIKA VÝPOČTU PROPUSTNOSTI
MEZISTANIČNÍHO ÚSEKU S ODBOČKOU
NEW METHODOLOGY FOR CAPACITY CALCULATIONS
IN THE LINE SECTION (BETWEEN TWO STATIONS)
WITH AN INTERMEDIATE JUNCTION**

Pavel Krýže, René Amcha¹, Petr Veselý²

Anotace: Stávající metody pro výpočet propustnosti mezistaničního úseku s odbočkou jsou nevyhovující. Článek prezentuje návrh nové metodiky, která se snaží tento problém řešit a která současně je v maximální možné míře kompatibilní se stávající metodikou výpočtu propustnosti dle vyhlášky 406 UIC.

Klíčová slova: kapacita, odbočka, traťová kolej

Summary: Existing methods for capacity calculations in the line section (between two stations) with an intermediate junction are not satisfactory. To solve this problem, the article presents a scheme of a new methodology for these cases, which is (as much as possible) compatible with an existing method for capacity calculations according to the Capacity Leaflet (UIC 406).

Key words: Capacity; Junction; Track of a line section

1. ÚVOD

Stávající metodika výpočtu propustnosti traťových kolejí s odbočkou, uvedená ve směrnici ČD D24, která je založená na stanovení celkové pravděpodobné doby vzájemného rušení, je nevyhovující a v praxi se téměř nepoužívá. Z toho důvodu je v rámci novelizace této směrnice vyvíjena snaha o vytvoření nové metodiky, která by respektovala zásady uvedené ve vyhlášce UIC 406 (tzv. Capacity Leaflet).

Důležitost tohoto úsilí je dána i tím faktem, že v síti SŽDC je cca 115 odboček (z toho asi 70 z nich je v obvodu stanice; skutečnost, že odbočka je v obvodu stanice, není z hlediska metodiky výpočtu propustnosti traťových kolejí podstatná). Z tohoto údaje je zřejmý počet traťových úseků, v nichž je věrohodné stanovení kapacity závislé na správně zvolené metodice výpočtu.

¹ Ing. Pavel Krýže, Ph.D., SŽDC, s.o., Odbor jízdního řádu a kapacity dráhy, Dlážďená 7, Praha 1, tel.: 972 241 580, e-mail: kryze@szdc.cz

Ing. René Amcha, SŽDC, s.o., Odbor jízdního řádu a kapacity dráhy, Dlážďená 7, Praha 1, tel.: 972 232 730, e-mail: amcha@szdc.cz

² Ing. Petr Veselý, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, katedra informatiky v dopravě, Studentská 95, Pardubice, tel.: 466 036 531, e-mail: petr.vesely@upce.cz

2. TYPY ODBOČEK

Z hlediska topologie kolejiště a funkce odboček lze rozlišit několik typů odboček:

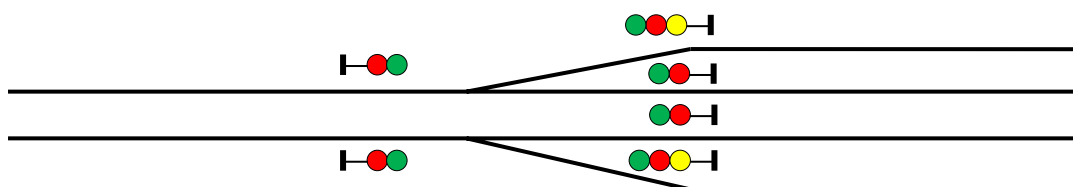
1. z jedné traťové koleje odbočuje druhá (např. Odbočka Plačice, trať Hradec Králové – Velký Osek); odbočka může mít také charakter místa, kde končí jednokolejný a začíná dvoukolejný úsek téhož mezistaničního úseku (např. Odbočka Dobřejovice, trať České Budějovice – Veselí nad Lužnicí, nebo Odbočka Tunel, trať Praha-Krč – Praha-Radotín)



Zdroj: Autor

Obr. 1 – odbočka, na které z jedné traťové koleje odbočuje další kolej

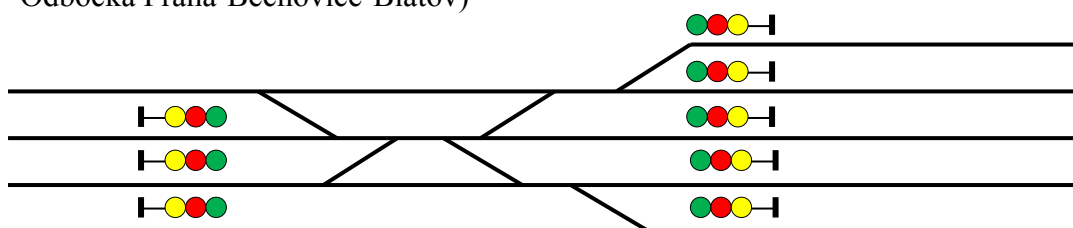
2. z obou traťových kolejí dvoukolejné tratě odbočuje další kolej (např. Odbočka Parník, trať Česká Třebová – Pardubice)



Zdroj: Autor

Obr. 2 – odbočka, na které z obou traťových kolejí dvoukolejné tratě odbočuje další kolej

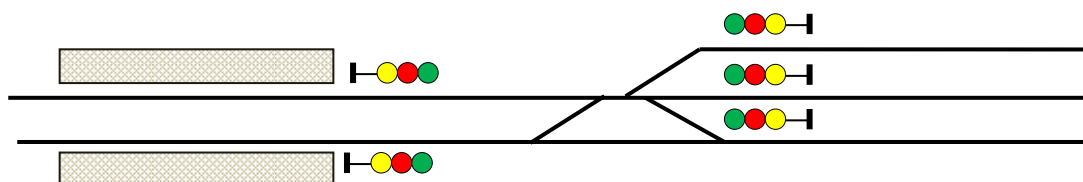
3. traťové koleje mohou být propojené tak, že umožňují nejen přechod z jedné tratě na druhou, ale i přechod mezi různými traťovými kolejemi téhož traťového úseku (např. Odbočka Praha-Běchovice-Blatov)



Zdroj: Autor

Obr. 3 – odbočka umožňující přechod i mezi různými traťovými kolejemi téhož traťového úseku

4. odbočka může být spojena se zastávkou; pak je důležité, jaká je vzájemná poloha nástupiště, návěstidla kryjícího odbočku a výměn odbočky, protože tím je ovlivněno, zda provozní interval nastává za vjezdu anebo za odjezdu vlaku osobní dopravy; na obrázku je znázorněna Odbočka Chomutov město zastávka.

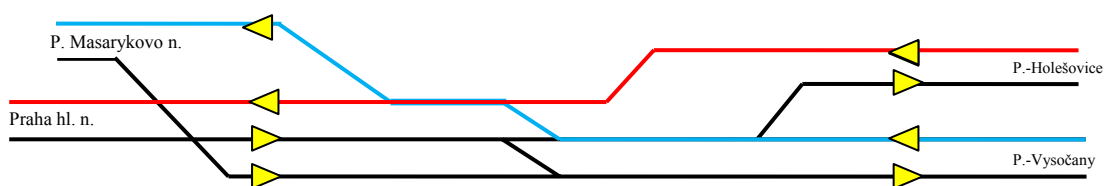


Zdroj: Autor

Obr. 4 – odbočka spojená se zastávkou (Odb Chomutov město z)

Situaci při posuzování propustnosti traťových úseků s odbočkami může být dále komplikována tím, že v jednom mezistaničním úseku může být více než jedna odbočka. Tato situace nastává zejména ve složitých uzlech; např. v úseku Brno hl. n. – Adamov jsou 2 odbočky: Brno-Židenice a Brno-Maloměřice St. 6.

Konfigurace odbočky může způsobovat, že některé vlaky vstoupí na určité odbočce na sledovanou traťovou kolej a současně ji zde i opustí. Taková situace nastává například na odbočce Balabenka v pražském uzlu (viz obrázek 5). Na sledovanou traťovou kolej Praha-Holešovice – Praha hl. n. (vyznačena červeně) vlaky jedoucí v relaci Praha-Vysočany – Praha Masarykovo n. v prostoru odbočky vstoupí a současně z ní vystoupí (trasa těchto vlaků vyznačena modře).



Zdroj: Autor

Obr. 5 – Odbočka Balabenka

3. POPIS NAVRHOVANÉ METODY

Metoda v co největší míře využívá metodiku na výpočet propustnosti traťové koleje dle vyhlášky UIC 406, což znamená:

- vychází se z předem zkonstruovaného jízdního řádu doplněného o dodatkové vlaky
- pro vyšetření celkové doby obsazení se používá kompresní metoda
- stanovení propustnosti vychází z maximálního dovoleného stupně obsazení ($S_{O \max}$)

Metodika pro mezistaniční úseky s odbočkou se odlišuje od ostatních mezistaničních úseků způsobem stanovení dob obsazení. Nejprve se zakreslí dodatkové vlaky. Počty dodatkových vlaků v jednotlivých relacích berou ohled na:

- počty vlaků již zakreslených
- požadavky trhu

Určí se počty vlaků v rozdělení na:

- vlaky pojíždějící celý mezistaniční úsek, do něhož patří analyzovaná traťová kolej (N)
- ostatní vlaky používající analyzovanou traťovou kolej (N_I)

Pro stanovení celkové doby obsazení se provádějí 2 varianty výpočtů:

1. zahrnou se všechny vlaky používající analyzovanou traťovou kolej ($N + N_J$); výsledná doba celkového obsazení se označí $T_{OBS J}$
2. zahrnou se pouze vlaky pojíždějící celý mezistaniční úsek, do něhož patří analyzovaná kolej (N); výsledná doba celkového obsazení se označí T_{OBS}

Stanovení doby obsazení dvojicemi po sobě jdoucích vlaků a celkové doby obsazení se provádí podle následujících pravidel:

- doba obsazení mezi jednotlivými po sobě jdoucími vlaky obsazujícími analyzovanou traťovou kolej; druh použité technologické doby pro konkrétní dvojici vlaků:
 - vlaky jsou stejného směru a nejedná se o případ, kdy vstupní bod jednoho z vlaků je současně bodem výstupním (viz příklad výše na odbočce Balabenka) -> technologickou dobou je následné mezidobí
 - rozhodující je interval v jedné ze stanic ohraničujících mezistaniční úsek -> technologickou dobou je provozní interval křižování
 - v ostatních případech -> technologickou dobou je provozní interval na odbočce
- pokud jsou body, pro které se počítá následné mezidobí, resp. provozní interval, pro po sobě jdoucí dvojice vlaků různé, je nutno přičíst nebo odečíst jízdní dobu vlaku, který v první dvojici figuruje jako druhý a ve druhé dvojici jako první
- doba obsazení se stanovuje jen pro ty objekty infrastruktury (prostorové oddíly a přechody), které jsou součástí analyzované traťové koleje

Následně je možné stanovit zbývající ukazatele:

- určí se celkové obsazení T_J vlaky N_J :
$$T_J = T_{OBS J} - T_{OBS} \quad (1)$$
- s ohledem na skutečnost, že i u doby T_J musí být respektován dovolený stupeň obsazení, se určí T_J' :

$$T_J' = T_J / S_{O \max} \quad (2)$$

- určí se průměrná doba obsazení t_{OBS} :
$$t_{OBS} = T_{OBS} / N \quad (3)$$

- určí se praktická propustnost n :
$$n = S_{O \max} * (1440 - T_U - T_J) / t_{OBS} \quad (4)$$

$$\text{kde } T_U - \text{doba potřebná na údržbu}$$

Ukazatele stupeň obsazení a součinitel využití propustnosti se stanoví podle obecně platných vztahů.

4. PŘÍKLADY APLIKACE NAVRHOVANÉ METODY

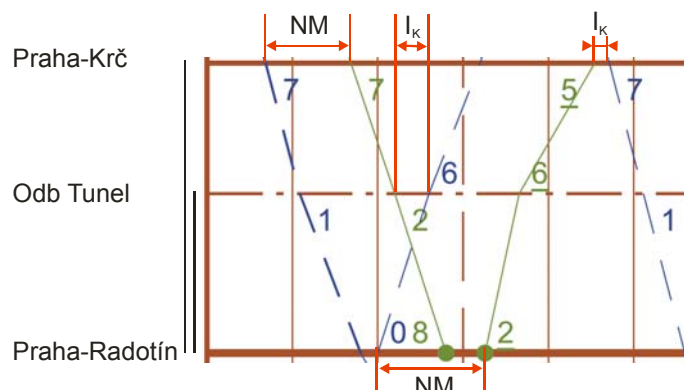
4.1. Mezistaniční úsek, který je zčásti jednokolejný a zčásti dvoukolejný

Zadání:

- je třeba stanovit propustnost traťové koleje v mezistaničním úseku Praha-Krč – Praha-Radotín (dále jen Krč – Radotín)
- na úseku se nachází odbočka Tunel, kde začíná dvoukolejná část; úsek Praha-Krč – Odb Tunel je tedy jednokolejný, úsek Odb Tunel – Praha-Radotín je dvoukolejný
- v úseku je trasováno celkem 73 vlaků

Řešení:

- bylo zakresleno 44 dodatkových vlaků
- počet vlaků $N + N_J = 117$
- všechny vlaky jedou v celém mezistaničním úseku; proto $N_J = 0$, $N = 117$, $T_{OBS} = T_{OBS J}$; $T_J = 0$
- způsob stanovení doby obsazení je následující (viz též obrázek):
 - 2 vlaky téhož směru: následné mezidobí počítané v zadní stanici (Krč nebo Radotín)
 - 1. vlak jede z Radotína do Krče, druhý vlak jede z Krče do Radotína: interval křižování v Krči
 - 1. vlak jede z Krče do Radotína, druhý vlak jede z Radotína do Krče: interval křižování na odbočce Tunnel



Zdroj: Autor

Obr. 6 – ukázka stanovení doby obsazení na úseku Krč – Radotín

- celková doba obsazení: $T_{OBS} = 947,5$ min
- průměrná doba obsazení: $t_{OBS} = 8,10$ min
- doba potřebná na údržbu: $T_U = 80$ min
- propustnost: $n = 105$ vlaků

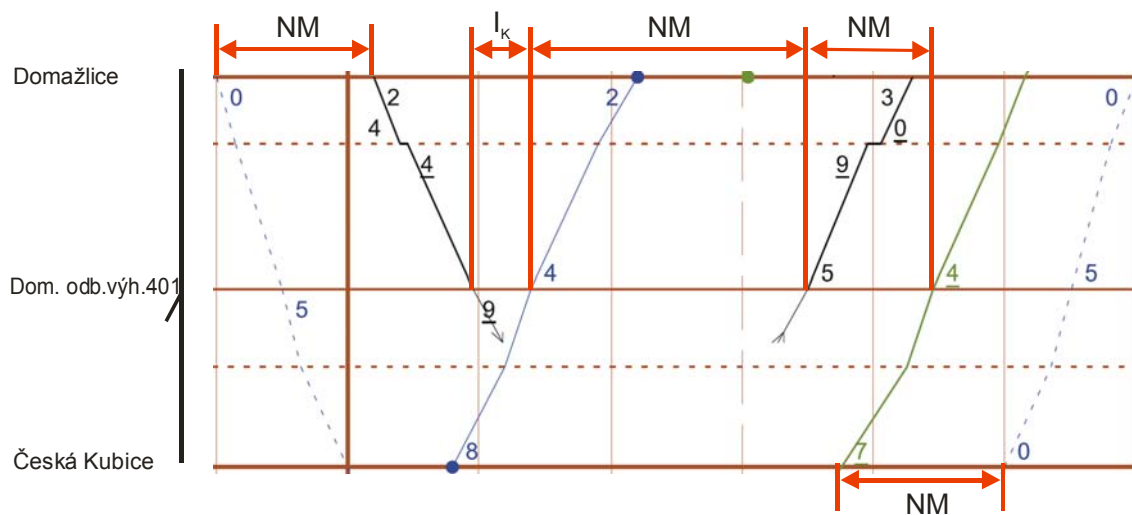
4.2. Mezistaniční úsek, z něhož na odbočce odbočuje jiná trať

Zadání:

- je třeba stanovit propustnost traťové koleje v mezistaničním úseku Domažlice – Česká Kubice
- na úseku se nachází odbočka Domažlice odbočná výhybka 401, kde odbočuje trať směr Klenčí pod Čerchovem
- v úseku Domažlice – Česká Kubice je trasováno celkem 64 vlaků; v úseku Domažlice – Domažlice odb. výh. 401 je trasováno dalších 26 vlaků směr/ze směru Klenčí p. Č.

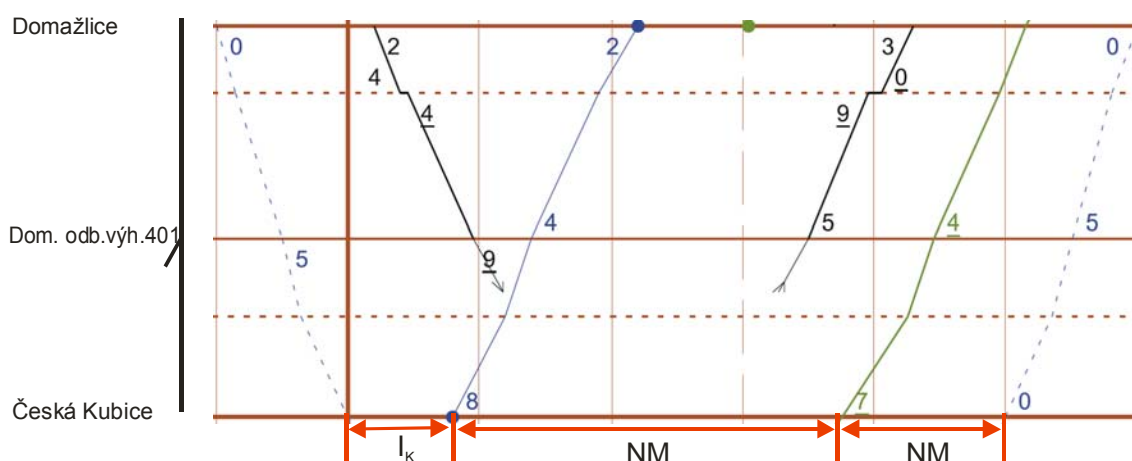
Řešení:

- bylo zakresleno 19 dodatkových vlaků, z toho 15 směr / ze směru Česká Kubice a 4 směr / ze směru Klenčí p. Č.
- počet vlaků jedoucích směr / ze směru Česká Kubice je 79, počet všech vlaků je 109; $N = 79$; $N + N_J = 109$



Zdroj: Autor

Obr. 7 – ukázka stanovení doby obsazení na úseku Domažlice – Č. Kubice při stanovování $T_{OBS J}$



Zdroj: Autor

Obr. 8 – ukázka stanovení doby obsazení na úseku Domažlice – Č. Kubice při stanovování T_{OBS}

- celková doba obsazení: $T_{OBS J} = 1096,5$ min, $T_{OBS} = 1005,0$ min
- $T_J = T_{OBS J} - T_{OBS} = 91,5$ min
- $T_J' = T_J / S_{O_{max}} = 145,0$ min
- doba potřebná na údržbu $T_U = 0$ min (nenulová hodnota je pouze na elektrizovaných tratích)
- praktická propustnost: $n = 60$ vlaků

5. ZÁVĚR

V budoucnu lze předpokládat, že prvořadou úlohu pro posuzování kapacity železniční infrastruktury převzou simulační metody, které dokážou lépe zachycovat kvalitu provozu a specifika zkoumané infrastruktury. Nadále však zůstane zachován prostor pro metody

analytické, jejichž výhodou je snadnější aplikovatelnost a některé další aspekty (například snadnější určení přetížených či omezujících prvků infrastruktury). Tudíž zde předložená metoda, dle praktických zkušeností případně korigovaná, může být využitelná i v dlouhodobé perspektivě.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *Capacity*, vyhláška 406 UIC, 1. vydání, Paris, 2004, ISBN 2-7461-0802-X
- [2] *D24, Směrnice pro zjišťování propustnosti železničních tratí*, Praha, 1966
- [3] SADLOŇ, L., R., BACHRATÝ, H. Modifikácia zovšeobecných sieťových grafov, konferencie Teorie dopravních systémů, 17. leden 2007, Pardubice, vydala DPJF Univerzita Pardubice, str. 9-18, ISBN 978-80-7194-927-5

Recenzent: Mgr. Ing. Lubomír Sadloň, PhD.
Žilinská univerzita v Žiline, FRI, Katedra softvérových technológií