

# PROBLEMATIKA TECHNOLOGIE A ŘÍZENÍ DOPRAVY V RÁMCI VÝZKUMNÉHO ZÁMĚRU TEORIE DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ

Vlastislav Mojžíš<sup>1</sup>

---

---

## 1. ÚVOD

V rámci výzkumného záměru MSM 0021627505 „Teorie dopravních systémů“, jehož vykonavatelem v letech 2005 – 2011 je Dopravní fakulta Jana Pernera, se v části „Optimalizace technologických procesů a řízení v dopravních systémech“ řeší na katedře technologie a řízení dopravy problémová oblast „Technologie a řízení dopravy“ (dále jen oblast TRD) [1].

## 2. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ [2 - 7]

Problematika technologie a řízení dopravy resp. dopravních systémů je ve světě i u nás předmětem výzkumu již několik desetiletí. Objevují se nové problémy, existují i problémy, které nejsou doposud vyřešené nebo jsou vyřešené způsobem ne zcela uspokojivým, a to buď z pohledu vědeckého perfekcionizmu nebo proto, že problém je řešen jen pro některé dopravní systémy, anebo – to hlavně - z hlediska možností uplatnění v praxi.

Dobře je rozpracovaná lokální teorie kapacit uzlů a úseků, jakož i projevů kongescí a lokálních opatření k jejich eliminaci či likvidaci. Braessův paradox však upozorňuje na úskalí tohoto přístupu z celosíťového pohledu, přičemž na nákladově optimálních opatření k odstranění těchto problémů a vyhnutí se úskalím zatím teorie nedává uspokojivé prostředky. Dosud není ani známa nějaká síťová analogie Shannonových vět, které by platily pro úseky.

Rozvinutá je i teorie, která umožňuje danou přepravní nabídku a danou dopravní nabídku pomocí metod „Traffic Assignment-u“ relativně přesně ocenit, zda a jak je nabídka adekvátní poptávce a požadavkům na kvalitu dopravní obsluhy. Poněkud hůře je teorie dopravy vybavena modely a metodami na tvorbu optimální nabídky přizpůsobené na tvorbu optimální nabídky přímo přizpůsobené dané přepravní poptávce s nejnižšími náklady.

---

<sup>1</sup> Prof. Ing. Vlastislav Mojžíš, CSc., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra technologie a řízení dopravy, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 199, Fax: +420 466 036 303, E-mail: [vlastislav.mojzis@upce.cz](mailto:vlastislav.mojzis@upce.cz)

Dále jsou poměrně dobře známé modely a metody akumulace elementů. Problémem však zatím je, že jak teorie vytěžování výchozích kompletů, tak i koordinace těchto procesů může dát optimální řešení jen velmi specifických dílčích případů anebo jen ne plně uspokojivé heuristiky na případy obecnější.

V problematice výběrů podsítí je v literatuře prezentována řada lokálně optimalizačních algoritmů, ale v globálně orientovaných případech se většinou končí při heuristických postupech, schopných ocenit – třeba intuitivně – navrženou podsíť, s poukazem na její slabiny, ale ne ji přímo optimalizovat.

V problematice tvorby a realizace zejména simulačních modelů se dosáhlo pozitivních výsledků jak v teoretickém řešení, tak i praktického uplatnění v dopravním procesu. Jedná se o hlavně o diskrétní modely dopravních uzlů, kdy nové HW a SW prostředky spolu s uplatněním metod aplikované matematiky umožňují využití v projekční činnosti i při optimalizaci řídicích procesů v dopravních uzlech.

### **3. OBLAST TŘD - ZÁKLADNÍ SMĚRY POZNÁNÍ, CÍL ŘEŠENÍ, STRUKTURA**

Oblast TŘD se zaměřuje na tři základní směry poznání, které jsou postupně rozvíjeny:

- teorie logistických systémů,
- teorie technologie dopravy,
- teorie dopravy a řízení.

Cílem řešení v oblasti TŘD je navrhnout :

- model fungování dopravního systému, vycházející z rovnováhy přepravní poptávky a dopravní nabídky, z vnitřní a vnější rovnováhy dopravního systému,
- efektivní způsob realizace variant rozvoje dopravního systému.

K dosažení cíle je oblast TŘD dále strukturována do dílčích oblastí, tj.:

- Teorie logistické dopravy
- Teoretické základy obsluhy uzlů dopravní sítě
- Teorie řízení intermodálních a integrovaných dopravních systémů
- Optimalizace technologických procesů v dopravě
- Modelování technologických procesů v osobní a v nákladní dopravě

### **4. PŘEHLED ÚLOH**

K dosažení uvedeného cíle je potřebné se v jednotlivých dílčích oblastech zaměřit na následující úlohy:

- Teorie logistické dopravy:
  - formulovat kritéria pro optimální lokaci a alokaci logistických center,
  - stanovit požadavky na jednotlivé druhy dopravních podsystémů,

- vytvořit teoretickou bázi pro navrhování a řízení logistických řetězců a pro jejich vzájemné vazby;
- Teoretické základy obsluhy uzlů dopravní sítě:
  - stanovit optimální vybavení uzlů technickými prostředky,
  - precizovat obslužné procesy a provést jejich optimalizaci,
  - vytvořit diskrétní a spojité modely procesů,
  - optimalizovat řízení pohybu dopravních prostředků v atrakčním okruhu dopravního uzlu;
- Teorie řízení intermodálních a integrovaných dopravních systémů:
  - Vytvořit modely rozhodovacích a řídicích procesů (vč. precizování vedlejších podmínek a kritérií optimalizace) s akcentem na procesy v logistických centrech a dálkové ovládání dopravních procesů na síti,
  - optimalizovat řízení dopravních proudů i jednotlivých kompletů z hlediska minimalizace spotřeby času a energie;
- Optimalizace technologických procesů v dopravě:
  - rozvíjet optimalizaci procesů a metod a jejich aplikace na problémy organizace a řízení logistické dopravy,
  - optimalizovat nabídku dopravních služeb,
  - modelovat faktory působící na dopravní procesy,
  - navrhnout adekvátní výpočetní postupy;
- Modelování technologických procesů v osobní a v nákladní dopravě:
  - Navrhnout modely individuálních a integrovaných procesů,
  - Navrhnout modely dálkové dopravy při kombinaci více druhů dopravy,
  - Navrhnout skupinové a integrované modely v nákladní dopravě.

## 5. ZOBECNĚNÍ ÚLOH PRO CELÝ DOPRAVNÍ SYSTÉM

Z provedené analýzy stavu poznání v oblasti TRD v části 2 tohoto příspěvku mj. vyplynulo, že mnohé z problémů se v různě modifikované podobě vyskytují prakticky u každého podsystému. Je to např.:

- tvorba (posouzení) dopravní sítě,
- linkotvorba (relace či destinace) v osobní i v nákladní dopravě,
- lokační a alokační úlohy,
- obsluha požadavků,
- kapacitní problémy,
- kongesce,
- řadění souprav,
- časové rozvrhy,
- návaznost spojů,

- oběhy a turnusy náležitostí,
- přiřazení dopravních prostředků na linky,
- četnost spojů, přepravní proudy a kapacita soupravy,
- Hub and Spoke,
- nestandardní situace,
- atd.

Analogické, dosud nekomplexně řešené problémy v jednotlivých dopravních podsystémech nutně vyvolávají úsilí daný problém zobecnit pro celý dopravní systém. Tato myšlenka není nová, avšak není dosud realizována v takovém rozsahu problémů, pro tolik dopravních podsystémů a v tolika technologických vazbách. K nalezení odpovědi na tuto otázku je potřebné převést tyto problémy na systémové řešení úloh s odpovídající metodikou a využitím objektivních prostředků a nástrojů.

## 6. METODIKA ŘEŠENÍ

Jak již bylo konstatováno, některé problémy resp. úlohy již byly dříve řešeny. V takových případech je potřebné ověřit správnost:

- verbální i matematické formulace,
- definování a dodržení okrajových podmínek,
- volby hodnotících kritérií,
- použitých metod, aparátu a algoritmů,
- vstupů a výstupů.

Pokud je řešení správné, lze ho akceptovat, pokud tomu tak není nebo neodpovídá současnému poznání a možnostem, je potřebné dřívější řešení korigovat.

U dosud neřešených problémů či úloh (a takové evidentně existují – např. kapacity sítě v režimu slotů) je k jejich řešení nutné, aby se:

- definovaly požadované výstupy,
- precizovaly odpovídající vstupy,
- úloha verbálně i matematicky formulovala,
- vybrala hodnotící kritéria či multikriterium,
- zvolily příslušné objektivní prostředky či nástroje pro řešení,
- ověřila vhodná metodika a metoda řešení,
- analyzovaly výstupy,
- provedly případné korekce v řešení.

Přitom je potřebné postupovat racionálně, objektivně s cílem zobecnit danou úlohu pro celý dopravní systém a hledat optimální či suboptimální řešení.

## 7. DÍLČÍ VÝSLEDKY ŘEŠENÍ – ROK 2005

V prvním roce řešení výzkumného záměru bylo předmětem řešení ve všech dílčích oblastech oblasti TŘD:

- analýza současného stavu řešené problematiky,
- další rozvoj terminologie,
- formulace obecných problémů,
- výběr oblastí aplikací.

Postupně je rozvíjeno řešení výše uvedených úloh. O dosavadních výsledcích řešení pojednávají příspěvky jednotlivých řešitelů katedry technologie a řízení dopravy, které navazují na tento článek.

V průběhu řešení se v oblasti TŘD nad původní rámec ukázala v širších souvislostech potřeba zařadit a dále rozvinout problematiku teoretických základů dynamiky dopravních procesů (např. pro úlohu optimalizace řízení dopravních proudů z hlediska minimalizace spotřeby času a energie v dílčí oblasti Teoretické základy řízení intermodálních a integrovaných systémů).

## 8. DALŠÍ POSTUP ŘEŠENÍ

Pozornost řešitelů se v dalším řešení zejména soustředí na nástroje, metody a matematický aparát. V oblasti TŘD k nim patří zejména modelování, z matematického aparátu hlavně operační výzkum, zejména teorie grafů, teorie hromadné obsluhy a teorie zásob. Jejich výběr, další precizování a užití bude předmětem pokračujícího řešení.

## 9. ZÁVĚR

Řešení výzkumného záměru Teorie dopravních systémů v oblasti TŘD dosud probíhá v souladu s plánovaným harmonogramem. Jistým problémem se ukazuje publikování v impactovaných či karentovaných časopisech, které v tuzemsku v oblasti dopravy absentují resp. prosazení se do těchto časopisů v zahraničí (navíc i časově náročné).

## 10. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Výzkumný záměr MSM 0021627505 „Teorie dopravních systémů“. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Pardubice 2004.
- [2] Černý, J. - Kluvánek, P.: Základy matematickej teórie dopravy. VEDA, Bratislava 1991.
- [3] Černá, A. – Černý, J.: Teorie řízení a rozhodování v dopravních systémech. Institut Jana Pernera, o.p.s., Praha 2004. ISBN 80-86530-15-9.
- [4] Braess, D.: Über ein Paradoxon aus der Verkehrsplanung. Unternehmensforschung 12, s. 258 – 268, 1968.

- [5] Pas, A.I. – Principio, S.L.: Braess' Paradox: Some New Insights. Transp. Res.-B, 31p. 265-276, 1997.
- [6] Cenek, P. – Klima, V. – Janáček, J.: Optimalizace dopravních a spojových procesů. Vysoká škola dopravy a spojov v Žiline, Žilina 1994. ISBN 80-7100-197-X.
- [7] Carraresi, P. – Malucelli, F.- Pallotino, S.: On the Regional Mass Transit Assignment Problem. Optimization in Industry 3, Ed. A. Sciomachen, J. Wiley, 1995.

## 11. ANOTACE

Príspevek podáva rámcovou informáciu o problémovú oblasť „Technologie a řízení dopravy“, která je částí záměru „Optimalizace technologických procesů a řízení dopravy“ v rámci výzkumného záměru MSM 0021627505 „Teorie dopravních systémů“ řešena na katedře technologie a řízení dopravy. Na základě analýzy současného stavu poznání problematiky jsou stanoveny základní směry poznávání, které jsou dále rozvíjeny v úlohách dílčích oblastí k dosažení cíle řešení. Rámcově je uveden metodický přístup a objektivní nástroje (modely, metody operačního výzkumu) vhodné k pokračujícímu řešení těchto úloh v dalším letech. Výsledky řešení v této oblasti za první rok řešení (2005) podávají samostatně navazující příspěvky řešitelů.

## 12. ABSTRACT

Paper briefs on problem domain “Technology and transport control”, which is solved on Department of Technology and Transport Control as part of proposal “Technological process optimalization and transport control” within research proposal MSM 0021627505 “Transport system theory”. On the base of present know edge analysis the basic knowledge directions are specified. These directions are further developed in assignments of partial domains for solution success achievement. The methodical approach and objective tools (models, operation research methods) suitable for proceeding solution of these assignments in next years are shortly introduced. The results of solution in this year (2005) in this domain are shown in following papers of solvers.

*Príspevek byl zpracován v rámci řešení výzkumného záměru MSM 0021627505  
„ Teorie dopravních systémů“.*