

DOPRAVA JAKO HYBRIDNÍ SYSTÉM¹.

Jaroslav Vlček, Zdeněk Votruba²

Anotace: Teorie hybridních systémů a její inženýrské zvládnutí nabízejí nástroje na vysvětlení a ovládnutí procesů v dopravě. Úlohy o konstrukci dopravy jsou zde představovány úlohami o přípustné i nutné degradaci druhových charakteristik (genetických kódů) částí hybridního systému (prostředků, sítě, substrátu), vynucené konstrukcí jednoty nového celku - dopravy. Celek je charakterizován vznikem nové (očekávané, požadované) identity. Metody a techniky řešení úloh konstrukce dopravy jako hybridního systému využívají výsledků úloh analýzy a projektování systému v konkrétních úlohách o vzájemné kontaminaci, o přežití druhu a o cílovém chování celku. Úlohy o realizaci hybridního systému dopravy i hybridních systémů jejich částí čerpají své metody a techniky řešení z výsledků úloh o typech gramatik přeložitelnosti mezi částmi konstruovaného hybridu popsaného jako multijazykové prostředí. Souborem podpurných úloh o vzájemné přeložitelnosti jsou úlohy o kontaminaci a imunitě při řešení vzájemných kontaktů a řešení důsledků kontaktů mezi spojovanými dílčími systémy. Koncept virtuálního systému, vztahený na dopravu, sjednocuje dílčí přístupy

1. Přístup k tématu.

Vědou budeme rozumět způsoby (metody a techniky, dále rozlišitelné jako gnoseologické, formální, experimentální a inženýrské, resp. konstruktivní) poznání jakékoli části reálného světa, odlišitelné od způsobů např. praxe nebo umění. Částí reálného světa je i doprava.

Teorii budeme rozumět uspořádané výsledky vědeckých způsobů poznání. Teorie umožňuje formulovat úlohy.

Úlohou budeme rozumět algoritmizovatelné postupy v rámci teorií, reagující na úvodní poznání a formulující konkrétní způsoby ovládnutí poznané části reálného světa, tj. i dopravy.

2. Doprava jako předmět vědy

Doprava je v konstruktivním přístupu poznávána ve dvou hlavních hlediscích:

A. jako jednota trojice dopravních cest, dopravních prostředků a přepravního substrátu, a

B. jako nástroj uspořádání relací mezi částmi reálného světa, tj. částmi materiálové, investiční, energetické, finanční, legislativní a sociální podstaty. Doprava jako funkce racionálního přemísťování je podmínkou existence těchto částí v jejich místě a čase.

¹ Práce byla podporována výzkumným záměrem MSMT ČR: MSM 210000024

² Oba autoři: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Katedra řídicí techniky a telematiky, Praha 1., Konviktská 20., 110 00, E-mail: votruba@fd.cvut.cz, zdevo@ieee.org.

3. Konstruktivně orientované teorie v dopravě

Na úrovni základního poznání lze pro dopravu ve smyslu podle A. a B. formulovat teorie ad A.: teorie dopravy jako hybridních systémů. Základní definiční argumenty hybridních systémů jsou uvedeny např. v [16, 14].

ad B.: teorie dopravy jako nositele uspořádání možného chaosu. Taková teorie je dále rozvinutelná v teoriích možného chaosu tzv. entropického typu (chaos z minimální rozlišitelnosti a tím i snížené ovladatelnosti částí reálného světa, které mají být uspořádány (např. v dopravě lze obtížněji rozlišit co, kam a čím přemístit). Druhým možným typem chaosu je tzv. fraktálový chaos charakterizovatelný neshodami mezi chováním částí v celku s očekávaným chováním celku. Např. v dopravě dojde k neshodě v chování částí dopravních prostředků (nebo cest nebo substrátů) s očekávaným chováním dopravy jako celku, tj. racionalitou přemísťování částí reálného světa.

Oba typy chaosu jsou studovány např. v [14]. Pro pokračování naší studie ve formě úloh zvolíme přednostně úlohy spadající do teorie hybridních systémů.

4. Úlohy o dopravě v teorii hybridních systémů.

Připomeňme, že doprava v teoretické verzi hybridního systému je "hybridem trojice dopravních prostředků dopravních cest a přepravního substrátu", kde část dopravních cest je podrobněji specifikována jako dopravní síť (množina míst a množina možných spojení mezi místy). [9,10]

Úlohy v tradičním inženýrském, resp. konstruktivním smyslu uspořádáme do tří tříd:

- úlohy o konstrukci (hybridního systému, resp. dopravy),
- úlohy o realizaci (technologie hybridního systému)
- úlohy o využití (provozování hybridního systému)

4.1. Úlohy o konstrukci dopravy v rámci teorie hybridních systémů jsou představovány úlohami o přípustné i nutné degradaci druhových charakteristik (genetických kódů) částí hybridního systému (prostředků, sítě, substrátu), vynucené konstrukcí jednoty nového celku, v tomto případě dopravy (jako celku). Ten je v rámci příslušné teorie charakterizován vznikem nové (očekávané, požadované) identity [1,7,8,15,16]. celku hybridního systému. Jde-li o dopravu jako hybridní systém, pak pro dosažení očekávané identity celku dopravy jako nositele funkce racionálního přemísťování je její konstrukce představována řešením úloh o přípustné vzájemné degradaci druhových charakteristik prostředků vůči síti a vůči substrátům a naopak. Obrazně půjde o řešení vzájemného přizpůsobení, "slevě ze sebe sama" a pod.

Metody a techniky řešení úloh konstrukce dopravy jako hybridního systému využívají výsledků úloh analýzy a projektování systému v konkrétních úlohách o vzájemné kontaminaci, o přežití druhu a o cílovém chování celku. Tyto úlohy jsou popsány např. v [1,15, 18]. Jejich aplikace na dopravu využívá metod parametrizované identifikace objektů na použitém modelu.

Použití takových teoreticky založených úloh a jejich řešení je vybaveno dokazatelností a přenositelností ve srovnání s intuitivně používanými úlohami praktického způsobu poznávání.

Identita dopravy jako celku je cílem konstrukce, resp. projektu. Její hodnota je reprezentována zejména třetí složkou modelu hybridního systému jako okolím přijaté (očekávané) racionální přemístování.

Pojem racionality je však spojen s druhým přístupem (vědeckého) poznání částí reálného světa jako relace mezi neuspořádanými (chaotickými) a uspořádanými částmi reálného světa. Tento druhý přístup jsme zatím vyloučili z cílů naší studie, avšak požadavek jeho respektování jen z druhé strany dokumentuje vědně-metodologický axiom o jednotě poznání (poznávání), v našem případě dopravy a její úlohy v reálném světě.

K obdobným závěrům by nás dovedlo respektování struktury hybridního systému dopravy, kdy za dílčí rovněž hybridní systémy musíme považovat i jednotlivé části trojice celku dopravy, tj. dopravní prostředky, cesty (sítě) a substráty. Část dopravních prostředků je hybridem železničních, automobilových, leteckých a dalších dopravních prostředků. Síť je hybridem kolejových, silničních, "telegrafních" (obecně integrovaných přenosových informačních cest) a dalších druhů cest. Substráty jsou hybridem živých, neživých, finančních prostředků, zpráv a pod. I pro tyto hybridy platí úlohy o vzájemné degradaci, přizpůsobení jejich složek. K využitelným úlohám systémových teorií však přibývá ještě úloha o řešení hierarchických relací na struktuře, v našem případě struktuře celku dopravy. I zde využijeme druhé teoretické oblasti, zabývající se úlohami uspořádání v neuspořádaném (chaotickém) prostředí reálného světa.

4.2. Úlohy o realizaci hybridního systému dopravy i hybridních systémů jejich částí čerpají své metody a techniky řešení z výsledků o typech gramatik přeložitelnosti mezi částmi konstruovaného hybridu popsaného jako multijazykové prostředí hybridu. Souborem podpůrných úloh o vzájemné přeložitelnosti jsou úlohy o kontaminaci a imunitě při řešení vzájemných kontaktů a řešení důsledků kontaktů mezi spojovanými dílčími systémy.

Jde o zřejmou analogii s úlohami výrobní spojitelnosti, smísitelnosti apod. různorodých částí v procesech jejich ovládní s cílem vytvoření nového výrobku (projektovaného např. podle výsledků řešení úloh z odst. 4.1.). Takové úlohy jsou studovány a popsány např. ve výsledcích výzkumných záměrů řešených na FD ČVUT [3, 14] FSv ČVUT [15] v pracích doktorandů obou fakult [18,19], popř. jsou shrnuty v [14, 16]. Významným doplňkem řešení těchto "technologicky" orientovaných úloh jsou řešení úloh o spolehlivosti, bezpečnosti, životnosti, viz. [8,3] .

Případná "nepřeložitelnost" resp. "nevyrobitelnost" hybridního systému je opět orientací teorie a jejích úloh na poznatky o možném rozpadu celku vedoucím až k různým formám a úrovním chaosu, počínaje poruchou přes havárii až po úroveň katastrofy.

4.3. Úlohy o využitelnosti dopravy konstruované a realizované (podle dosažitelnosti a zvládnutelnosti úloh podle 4.1. a 4.2) jsou úlohami o dvojí možné orientaci využití:

- o využití dopravy jako obsluhy požadavků jiných oborů, nebo
- o využití dopravy jako oboru vytvářejícího podmínky pro existenci jiných oborů.

První orientace vede k formování úloh o dopravní obslužnosti, druhá orientace vede k úlohám o uspořádání (možné chaotické) existence jiných oborů.

I když zřejmě druhá orientace úloh o využití dopravy je historicky silnější, a v současném civilizačním stavu i dominující, pokusíme se pro obě orientace využití dopravy nalézt společnou charakteristiku. Je jí (opět teoreticky, ale v praxi i stále častěji využívaný) koncept virtuálního chování celků, ve zkratce virtuálních systémů.

Virtuální systém lze na nejobecnější úrovni definovat porovnáním s definicí hybridního systému.

Na rozdíl od hybridního systému je virtuální systém definován jen svou identitou.

Druhé vlastnosti částí, jakkoliv (přípustně degradované) se neuvažují. Virtuální systém se "jakoby všemi svými prostředky, bez ohledu na jejich specifika, snaží podpořit cílové chování, vnější požadavky. Vnějšími požadavky pak mohou být požadavky jak obslužnosti jiných oborů, tak požadavky uspořádání existence jiných oborů.

Konceptuálně i věcně je důležité, že virtuální celek / systém může existovat jen ve specifickém prostředí, které implicitně poskytne významné systémové zdroje. Prostředím dopravního systému může být např. region v plné významové extenzi tohoto pojmu.

Teoretická vybavenost virtuálních systémů nabízí dvě třídy úloh:

- úlohy o rozpoznání vlastních možností (zdrojů) v první dimenzi ve formě jejich "profese", zaměstnanosti v reálném čase a dostupnosti, v druhé dimenzi pak v přiřazených prioritách k parametrům první dimenze
- úlohy o přiřazení (alokaci, aktivování) rozpoznaných vlastních zdrojů parametrům vnějšího rozhraní systému, v našem případě dopravy, s okolím (ve formě "objednávek" obsluhy nebo uspořádání).

Obě třídy úloh jsou integrovány do funkce, kterou názorně označíme jako funkci dispečera, resp. organizátora³ virtuálního využití možností hybridního systému s cílem maximálního uspokojení vnější "objednávky".

Nefunkce dispečera může vést k neuspokojení objednávky buď obslužnosti, nebo uspořádání, v obou verzích pak k určité míře hodnot (teoretických ,ale i praktických) pojmů chaosu. Je zřejmé, že

³ V jazyce virtuálních systémů se de facto jedná o "informační - uspořádávací složku generátoru virtuálního systému, resp. virtuální reality.

nositel funkce dispečera by měl být vybaven dostatečnými "pravomocemi" k řešení obou tříd úloh. V naší praxi k této úrovni směřují funkce tzv. dopravních středisek, logistických center a pod.

5. Závěry

Pokus o formování konkrétních teoretických úloh, zařaditelných do uspořádaných výsledků aplikací vědeckého poznání objektu dopravy navazuje na dosavadní úsilí, reprezentované již tradiční řadou konferencí o vědě o dopravě. Výsledky studie ukazují, že vědecky založené poznávání problémů dopravy je orientací svébytného vědního oboru. Zatím nepokrytá problematika navazující na poznání dopravy jako nositele pořadacího principu možného stavu chaosu by tyto závěry ještě podpořila. Ke stejnému závěru vede poznání o závislosti úspěšného využití dopravy (úlohy podle odst. 4.3.) na zvládnutí úrovně poznání o dopravě podle úloh v odst. 4.1. a 4.2.

Nejvýraznější závěry, které bychom mohli formulovat k zamyšlení o vědě o dopravě, by bylo možno shrnout do tří bodů:

- a. Věda a hierarchická struktura jejích teorií, metod, technik, nástrojů prezentuje na jedné straně úroveň poznání jako takovou, na druhé straně je nabídkou forem možného využití výsledků poznání. Jde o nabídku úrovně hledání, jak řešit konkrétní, praktické úlohy na dané části reálného světa, o úroveň přemýšlení o určité části reálného světa a jejích problémech.
- b. Využití nabídky na nejnižších úrovních hierarchické struktury vědy, tj. na úrovni algoritmického řešení teoreticky zavedených úloh je závislé nejen na zvládnutí bodu ad. a., ale je i obvykle pracovně náročné (viz řešení úloh o přeložitelnosti, přípustné degradaci druhových změn aj.). Nicméně takové využití nabídky přináší přednosti řešení úloh, spojené s objektivností, dokazatelností, optimalizací získaných výsledků.
- c. Náročnost (spíše nezvyklost) postupů podle bodu b. vede v poslední době ke stále výraznějšímu spojování vědeckého způsobu poznání a následného ovládnutí s postupy ověřených výsledků praktického způsobu poznání do hybridního způsobu, označovaného jako znalostní inženýrství, resp. znalostní řízení. V něm se spolu s teoretickými přístupy využívají i postupy získané expertní praxí. [17]

6. Reference.

1. Vlček J.: Systémové inženýrství, vyd. ČVUT Praha 1999
2. Stonier T.: Information and the Internal Structure of the Universe, Springer 1990
3. Brandejský T., Moos P., Novák M., Vlček J., Votruba Z.: Informační výkon. Soubor prací z semináře teoretických základů informatiky 1997-1999 Zpráva ČVUT Fakulta dopravní LAI 10/2000 (předáno do tisku)

4. Brillouin. L.: Science and Information Theory, Academic Press, New York, 1956
5. Prigogine I., Stengers I.: Order out of Chaos, Bantam Books, Toronto, 1984
6. Klir G.J.: Facets of System Sciences, Plenum New York, 1991
7. Votruba Z. Moos P.: Information Power, Sborník konference CE&I v Herl'anech, říjen 1999.
8. Novák M., Votruba Z.: System Theory Approach to the Hybrid System Lifetime Analysis and Prediction.
CCSC `99 Multiconference, Athény 1999.
9. Vlček J. Doprava: vědně-metodologická východiska, Sborník kolokvia: Doprava, předmět vědeckého zkoumání, Praha 26.-28. září 1996
10. Vlček J. Nástín systémové teorie dopravy Konference ČVUT, FD 1999
11. Deutsch D. The Fabric of Reality, Allen Lane Penguin Press N. York 1997
12. Brillouin. L.: Science and Information Theory, Academic Press, New York, 1956
13. Antsaklis P.J. A Brief Introduction to the Theory and Application of Hybrid Systems, Proceedings IEEE, July 2000, pp.879 – 887.
14. Vlček J. a kol. Spolehlivost hybridního systému. Výzkumná zpráva č. K614 – 01/2001. Katedra automatizace v dopravě a telekomunikacích, ČVUT v Praze, Fakulta dopravní.
15. Vlček J.a kol.: Systémový model soutěže v technickém rozvoji ČVUT, Fakulta stavební, 1997, 1998.
16. Vlček J., Votruba Z.: Hybridní systémy v dopravě. Sborník konference AUTOS 2001 - Automatické systémy, Praha, str.: 196 - 202, ISSN 12125709
17. Vlček J.: Znalostní inženýrství, připravovaná monografie.
18. Kalika M.: Analýza konfliktů při integraci systémů, disertační práce ČVUT, Fakulta stavební, 2001
19. Klečáková J.: Konstrukce gramatiky s neúplnými derivačními pravidly pro vzájemnou přeložitelnost systémů, disertační práce ČVUT, Fakulta stavební, 2001