

# STRUKTURA MODELOVÁNÍ INTERAKCE ZÁBORU PŮDY A DOPRAVY

## MODELING STRUCTURE OF LAND-USE AND TRANSPORT INTERACTION

Daniel Salava<sup>1</sup>, Libor Švadlenka<sup>2</sup>, Barbora Chromcová<sup>3</sup>

---

*Anotace: Tento článek řeší problém strukturování obecného modelu interakce záboru půdy a dopravy. Samotné modelování sestává z dílčích modelů, které jsou ve vzájemné interakci a tvoří systematickou sekvenci. Růstový model poskytuje odhady ukazatelů týkajících se obyvatel a firem v závislosti na typu jejich ekonomických aktivit, model využití půdy reflektuje požadované relace přemístění jednotlivých subjektů a přiřazení nových sídel v rámci jejich komerčních aktivit, a konečně tradiční dopravní 4-step model s hlavními volbami destinace a dopravního oboru a přiřazování tras.*

*Klíčová slova: doprava, zábor půdy, růstový model, interakce, přístup, lokace, destinace, trasa.*

*Summary: This article solves the problem of general model structure of land-use and transport interaction. The modelling itself consists of partial models, which are in mutually interaction and create systematical sequence. The growth model provides estimations of indicators related to inhabitants and firms in dependence on the type of their economical activities, the land use model reflects required relations of transition of individual subjects and assignment of new settlements within their commercial activities, and finally traditional transport 4-step model with main choices of destination and transport mode and route assignment.*

*Key words: transport, land-use, growth model, interaction, access, location, destination, route.*

### ÚVOD

Činnosti spojené se vzájemným působením využívání půdy a dopravního systému jsou přirozeně prostorově roztržštěné, jak je ostatně běžně uváděno v souvislosti s jednou ze základních vlastností dopravních služeb. Z této vlastnosti obvykle vycházejí modely záboru půdy a dopravy (LUT modely) při popisu

---

<sup>1</sup>Ing Daniel Salava, Ph.D., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 53210 Pardubice, Tel.: +420 466 036 376, E-mail: [daniel.salava@upce.cz](mailto:daniel.salava@upce.cz)

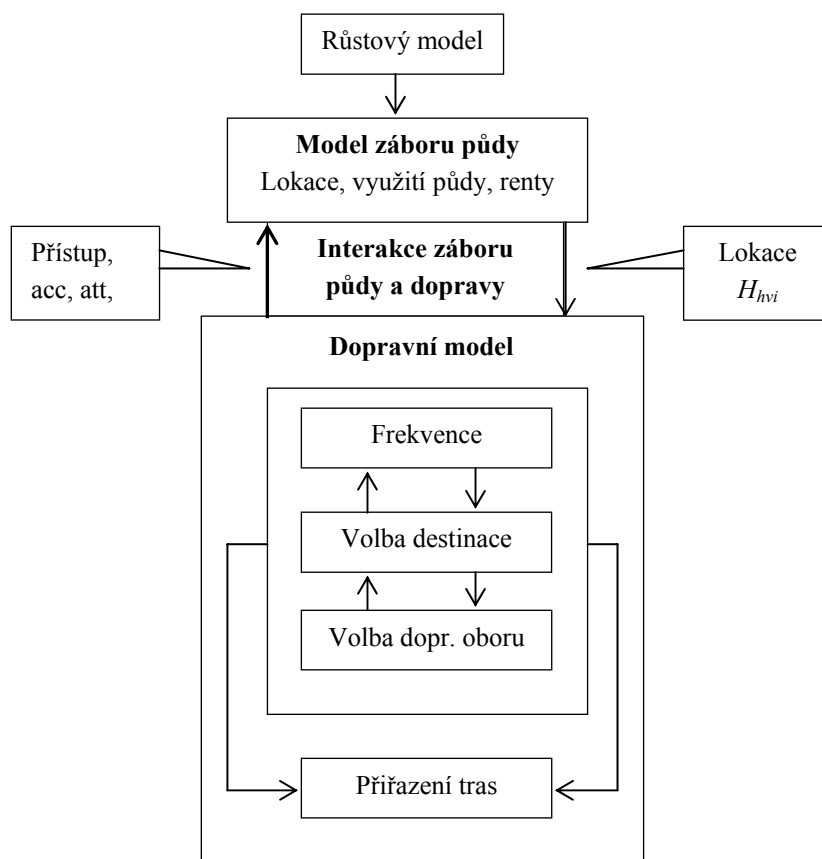
<sup>2</sup>Doc. Ing Libor Švadlenka, Ph.D., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 53210 Pardubice, Tel.: +420 466 036 375, E-mail: [libor.svadlenka@upce.cz](mailto:libor.svadlenka@upce.cz)

<sup>3</sup>Ing Barbora Chromcová, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky, Studentská 95, 53210 Pardubice, Tel.: +420 466 036 382, E-mail: [barbora.chromcova@student.upce.cz](mailto:barbora.chromcova@student.upce.cz)

uvedeného problému. Tyto modely jsou zaměřeny zejména na individuální cestování a hlediska důležitá pro dosažení konkrétních destinací. Finální podoba této interakce má zpravidla více dimenzí, které jsou reprezentovány jednotlivými submodely.

## HLAVNÍ SUBMODELY

Hlavní proměnné LUT modelu tvoří socio-ekonomické skupiny v rámci zainteresovaných subjektů (domácnosti, firmy), typy staveb jako elementů jednotlivých zón a samozřejmě i tyto zóny.



Zdroj: (1)

Obr. 1 – Hlavní submodely

*Růstový model* poskytuje odhady populace klasifikované prostřednictvím jednotlivých skupin – clusterů a množství firem klasifikovaných dle typu jejich ekonomických aktivit. Tento model závisí na demografických a ekonomických regionálních prognózách dle jednotlivých sektorů ekonomiky. Jak je znázorněno na obrázku 1, takovéto prognózy jsou obvykle exogenní vzhledem k modelování využití půdy a dopravy, ačkoliv mohou být specifikovány rovněž i některé interakce na makroekonomické úrovni (např. z důvodu migračních efektů závislých na nákladech životního cyklu města, nebo pro uvádění zpětné vazby na úrovni budoucí investice do infrastruktury předpokládané v modelech záboru půdy a dopravy).

*Model využití půdy* generuje požadované přesídlení příslušných subjektů a alokaci nových sídel a komerčních aktivit vystavených dosahování podmínek městského trhu, jako je rovnováha poptávky a nabídky. Tento model stanoví scénáře záboru půdy popsané množstvím elementů zón výstavby jednotlivými subjekty  $(h, v, i)$  reprezentovaným  $H_{hvi}$ . Tento výstup modelu definuje výstavbu městského prostředí (vyjma pozemních komunikací). Míra využití půdy, rovněž desagregovaná pomocí vektoru  $(h, v, i)$  a reprezentovaná veličinou  $q_{hvi}$ , je druhým účelným výstupem, který definuje hustotu aktivit v každé zóně. Třetím relevantním výstupem je vzorek ocenění půdy nebo renty  $p_{vis}$ , který je velmi důležitý pro prognózy rozložení záboru půdy v souladu s mikroekonomickou teorií.

Vzorek záboru půdy jako statický scénář tvoří vstup do *dopravního modelu*, který se využívá k odhadu vzorků cest spojených s potřebami jednotlivců realizovat příslušné aktivity. Toto je obvykle modelováno vytvořením diskrétního časového měřítka, identifikujícího periody homogenních výkonů dopravního systému. Klasický čtyřfázový sekvenční dopravní model představuje následující volby:

- frekvence interakce mezi jednotlivými činnostmi, resp. určení objemů přepravy mezi různými zdroji a cíli,
- volba směřování přepravních proudů a potažmo následně přidělování zátěží na trasy a úseky dopravních sítí,
- volba dopravního oboru, resp. členění přepravního vztahu dle použitého dopravního prostředku.

Modely cestovní poptávky s nejlepší praxí integrují tyto volby jako soubor propojených diskrétních modelů. Strana nabídky definuje strukturu sítě, vyvolávající cestovní náklady dle trasy a dopravního oboru včetně efektů kongesce. Šipky směřující dolů na obrázku 1 znázorňují přenos informací pro volby cest z každé fáze do další, kdy se tyto volby stále více desagregují. Šipky směřující nahoru označují přenos informací o cestovních nákladech, které se stále více agregují v souladu s přesunem ohniska pozornosti od tras k dopravním oborům, destinacím a frekvenci voleb. Model stanovuje rovnováhu poptávky a nabídky, tedy soubor činností realizovaných všemi subjekty a příslušné vzorky cest zahrnující související náklady.

Klíčovým problémem v modelování využití půdy je jak agregovat komplexní informace spojené se vzorky cest realizovaných jednotlivými subjekty, kdy se pro každou cestu bere v úvahu benefit z interakce činností v destinaci a příslušných cestovních nákladů. Jednoduchý, ale nikoliv příliš přesný přístup, často aplikovaný v provozních modelech, má za účel redukovat celou tuto komplexnost vzhledem k dopravním nákladům jednotlivých cest (např. cesty do zaměstnání). Nicméně tento problém je teoreticky i prakticky řešen užitím pojmu přístupového opatření, který nevyžaduje žádné zjednodušení nebo „ad hoc“ agregační metody pro různé cesty

založené na libovolně definovaných vahách pro relevanci každé cesty. Místo toho jsou v uvedeném přístupu tyto váhy získány přímo, a v ekonomickém ohledu odpovídají vyzorovanému chování cestujícího zakotvenému v modelu cestovní poptávky.

Při zavádění pojmu přístupu je nutné poukázat na fakt, že každá cesta spojuje dvě vzdálené aktivity a při každé z nich jsou benefity vnímány nezávisle. Ve skutečnosti je-li přístup definován benefity získanými interakcí dvou aktivit, vyplývá z toho, že přichodzí subjekt realizující aktivitu v destinaci cesty vnímá benefit označený jako *přístupnost (dostupnost)* a „navštívený“ subjekt dotčený realizací této aktivity vnímá benefit označený jako *atraktivita*. Proto je cesta spojena se dvěma odlišnými benefity: *dostupností (acc)* a *atraktivitou (att)*. V rámci této definice přístup závisí na dopravních nákladech a vzorku využití půdy současně.

Přístup je obvykle vnímán jako klíčový atribut při realizaci volby lokace, a proto tvoří vstup vyžadovaný modelem využití půdy k popisu možností lokace. Nicméně tam vyvstává otázka druhé agregace, tj. subjekty rozhodující o lokaci tvoří obvykle skupinu jednotlivců (domácností nebo firmy) s diferencovanými úrovněmi, resp. stupni přístupu závislými na jejich aktivitách. To vyžaduje agregaci hodnot přístupu jednotlivců na úroveň domácností nebo firemních jednotek. Technická otázka agregace je dána důkladnou a nikoliv nutně jednoduchou procedurou, jakmile byly přístupové proměnné definovány jako ekonomické benefity. Druhým faktem je, že benefity přístupu mohou být využívány výhradně subjekty nacházejícími se v příslušné zóně, což znamená, že výhod přístupu generovaných dopravními projekty mohou využívat a monopolizovat pouze subjekty rozhodující o lokaci v této lokalitě. Tento efekt odůvodňuje roli přístupu jako atributu lokace a vysvětluje kapitalizaci dopravních benefitů vlastníků půdy v rámci odpovídající mikroekonomické vazby mezi dopravou a volbami lokace, neboť ty jsou prováděny na základě jednotného souboru ekonomických pobídek. Proto přístup fakticky představuje přirozenou ekonomickou proměnou pro řešení interakce dopravy a využití půdy.

## ZÁVĚR

Vzájemné působení dopravy a využití půdy je prostřednictvím popsání modelu zobrazováno směrem reprezentujícím tok pozorovatelných nebo přímo zjištěných fyzických činností (tj. aktivity a cesty) a směrem představujícím ekonomické proměnné zahrnující dopravní náklady a přístup. Interakce směrem od dopravního systému k využívání půdy nemá ani tak charakter fyzický, jako spíše ekonomický. Dva rovnovážné procesy mohou být determinovány jednak systémem záboru půdy, spojeným s problémem lokace; a dopravním systémem spojeným s přiřazením cestujících a vozidel trasám. Každý rovnovážný proces se stává

komplexním nelineárním problémem v okamžiku plného poznání existence externalit lokace a kongesce.

*Tento článek vznikl v souvislosti s řešením výzkumného projektu č. VZ MSM 0021627505 „Teorie dopravních systémů“.*

## **POUŽITÁ LITERATURA**

- (1) MARTÍNEZ, F., J. Towards A Land-use and Transport Interaction Framework. In *Handbook of Transport Modelling*. Edited by D.A. Hensher and K.J. Button. Elsevier Science Ltd. 2000. Amsterdam : Pergamon Press, 2000, 1st edition. ISBN 0-08-043594-7.
- (2) HENSHER, D., A.. *Towards an Integrated Strategic Urban Passenger Transport Modelling System*. Institute of Transport Studies, The University of Sydney 2000.