



ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

VYUŽITÍ VELKÝCH DAT PRO ČTYŘFÁZOVOU PROGNÓZU DOPRAVY

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta dopravní

Ing. Roman DOSTÁL, Ph.D.

9. 9. 2025, představení disertační práce



PŘEDMĚT VÝZKUMU

ČTYŘFÁZOVÁ PROGNÓZA DOPRAVY

1. Určení počtu cest C_i
2. Určení mezioblastních vztahů C_{ij}
3. Dělbá přepravní práce
4. Určení intenzit na jednotlivých úsecích sítě



SOUČASNÝ POSTUP

Počet vznikajících a zanikajících cest.

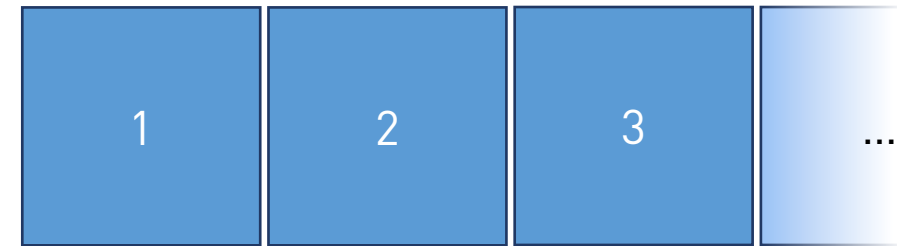
Účel cesty: Cesta z domova do školy

Zdroje cest: **Poč. studentů** * **faktor 1**

Cíle cest: **Kap. škol** * **faktor 2**

Počet studentů vynásobený faktorem,
udává počet generovaných cest pro daný
účel cesty.

Pro stejnou zónu zjišťujeme také počet
přitahovaných cest (končících v zóně)



Zonální data

#	Obyvatel	Poč. studentů	Kap. škol	...
1	300	45	250	...
2	2 000	350	30	...
3	500	70	200	...
...	...	...	...	...

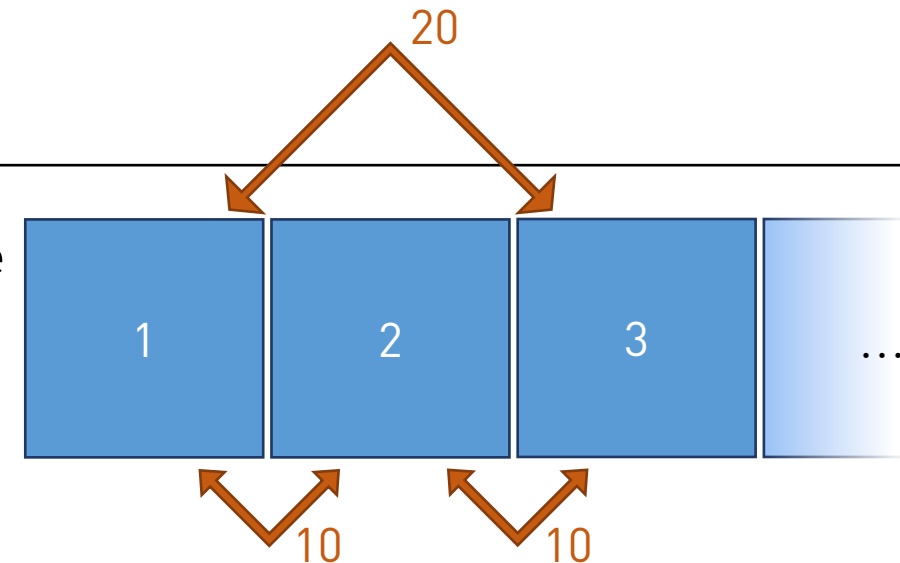


SOUČASNÝ POSTUP

Otázku faktoru zjednodušíme a řekneme, že všechny děti ve školním věku cestují denně do školy. A dále, že celá kapacita školy je naplněna každý den.

faktor 1 = faktor 2 = 1

Matici mezioblastních vztahů určíme například na základě gravitačního modelu, resp. **vzdálenosti zón**.



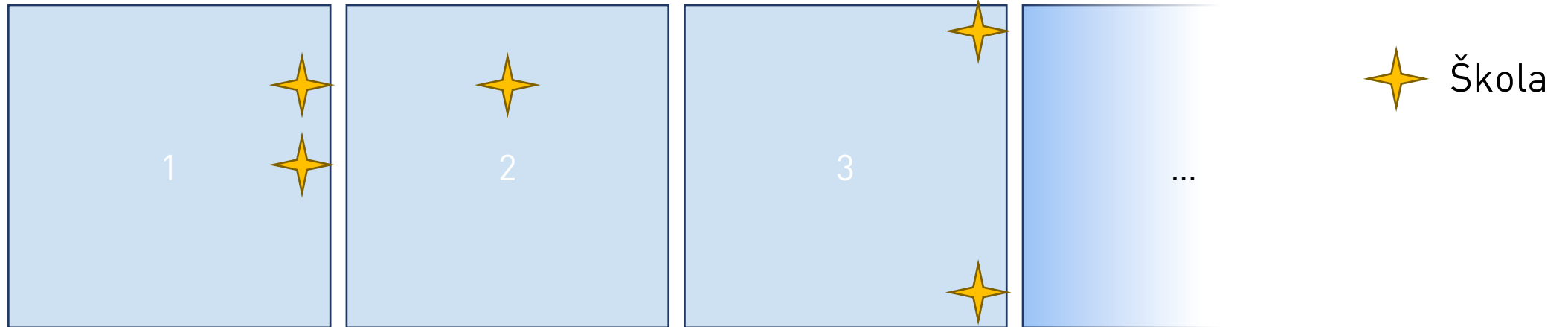
Matrice mezioblastních vztahů

#	1	2	3	...
1	30	160	160	...
2	0	45	0	...
3	0	0	70	...
...	...	...	...	...

Rovnoměrně
rozděleno

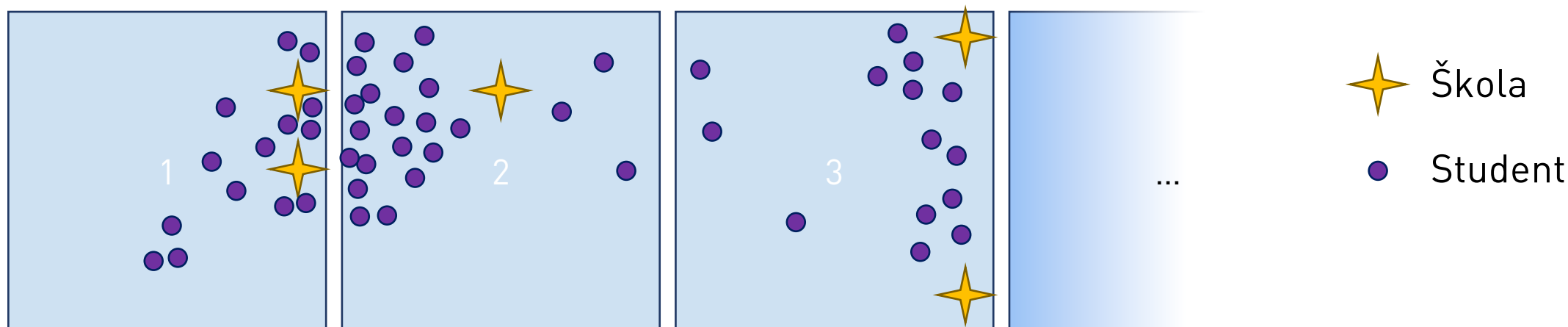


SOUČASNÝ POSTUP – SLABÉ MÍSTO



Jakou přesnost máme zaručenou, pokud neadekvátně zohledníme rozmístění škol.
Některé školy jsou blíže k rezidentům bez ohledu na cestovní dobu ze zóny 1 do zóny 2.

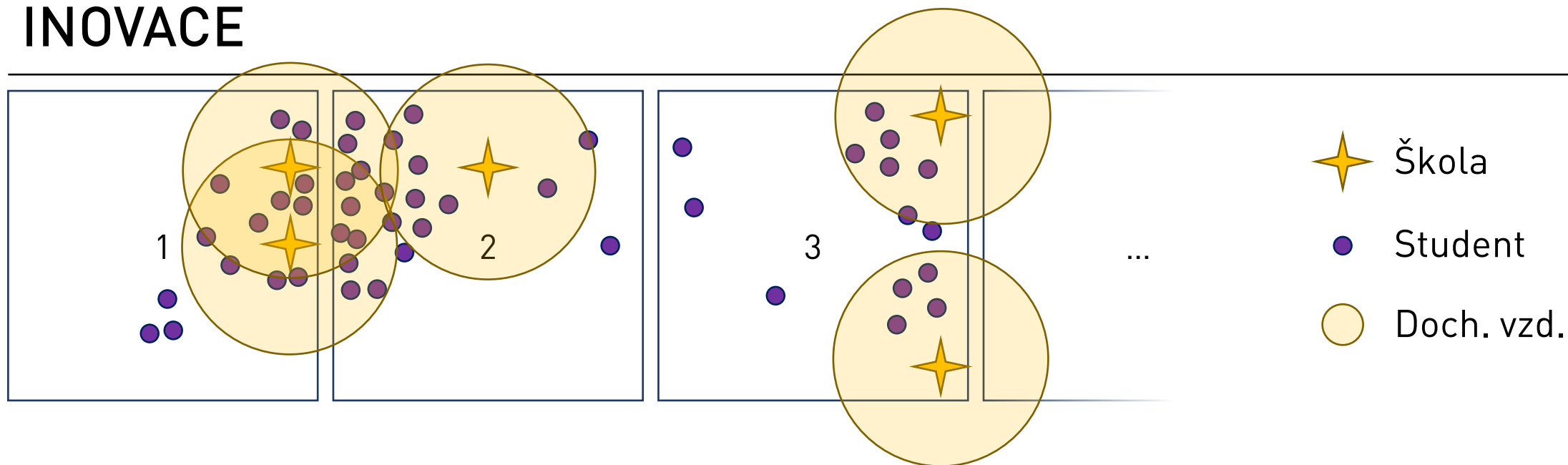
SOUČASNÝ POSTUP – SLABÉ MÍSTO



Zonální struktura nemusí vždy zohlednit všechny účely cesty.

Vysoké požadavky na znalosti zpracovatele modelu (odborné dovednosti a znalost území).

INOVACE

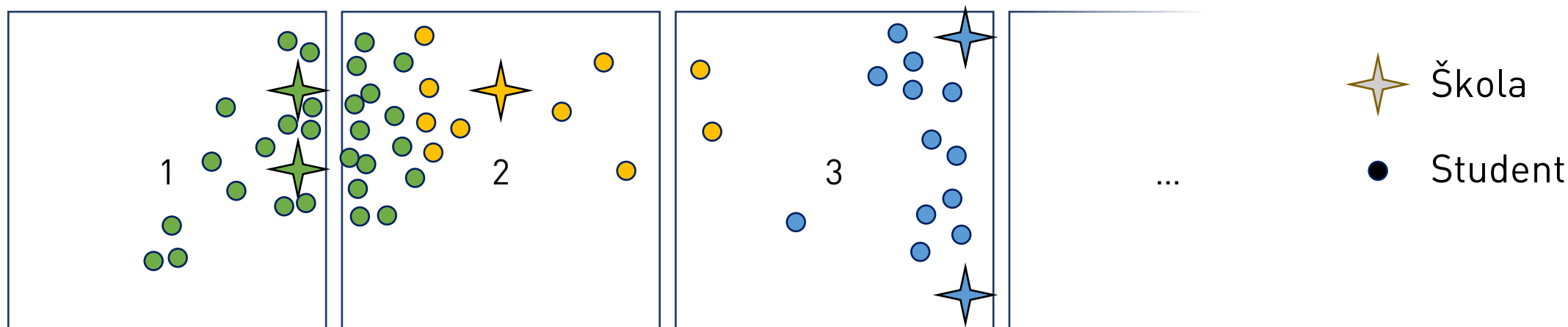


Zóny jsou při tomto kroku formální a vymezují příslušnost studentů a škol do dané zóny pro pozdější určení mezioblastních vztahů.

Na první pohled je vidět, že zóny nemusí vždy pokrýt požadavky každého účelu cest. V tomto případě vymezení jsou školáci posléze špatně rozdělování.



INOVACE



Na základě reálné blízkosti školy pro každého studenta je možné určit jeho nejbližší školu.
Reálné rozdělení cest v matici mezioblastních vztahů vypadá úplně odlišně než
v původním postupu při zachování standardní tvorby modelu.

INOVACE – ZJEDNODUŠENÝ PROCES

- Pomocí prostorové analýzy je možné **upravit vymezení spádových oblastí a redefinovat vztahy mezi zdrojem a cílem** (alespoň pro některé účely cest).
- Proces proběhne mimo modelovací software a mimo omezující zóny při zachování stejné zonální struktury jako při zpracování zbytku modelu.
- **Aplikování jedné z řešených metod v této práci.**

KONTROLA A OPRAVA VSTUPNÍCH DAT



MATICE VZDÁLENOSTÍ



NALEZENÍ PÁRU ZDROJ/CÍL



PŘÍRAZENÍ ŠKOLY KE VCHODU



PŘÍRAZENÍ CEST MEZI ZÓNY



MATICE PŘAPRAVNÍCH VZTAHŮ

Východiska disertační práce

DOPRAVNÍ ÚLOHA

- Řada pokročilých metod v modelování nezahrnuje využití velmi efektivního nástroje z teorie grafů – Dopravní úlohu, resp. lineární programování.

UMĚLÁ INTELIGENCE (JAZYKOVÉ MODEL Y)

- Se vzestupem umělé inteligence se rovněž jedná o neprozkoumanou oblast a propojení témat.



CÍLE PRÁCE

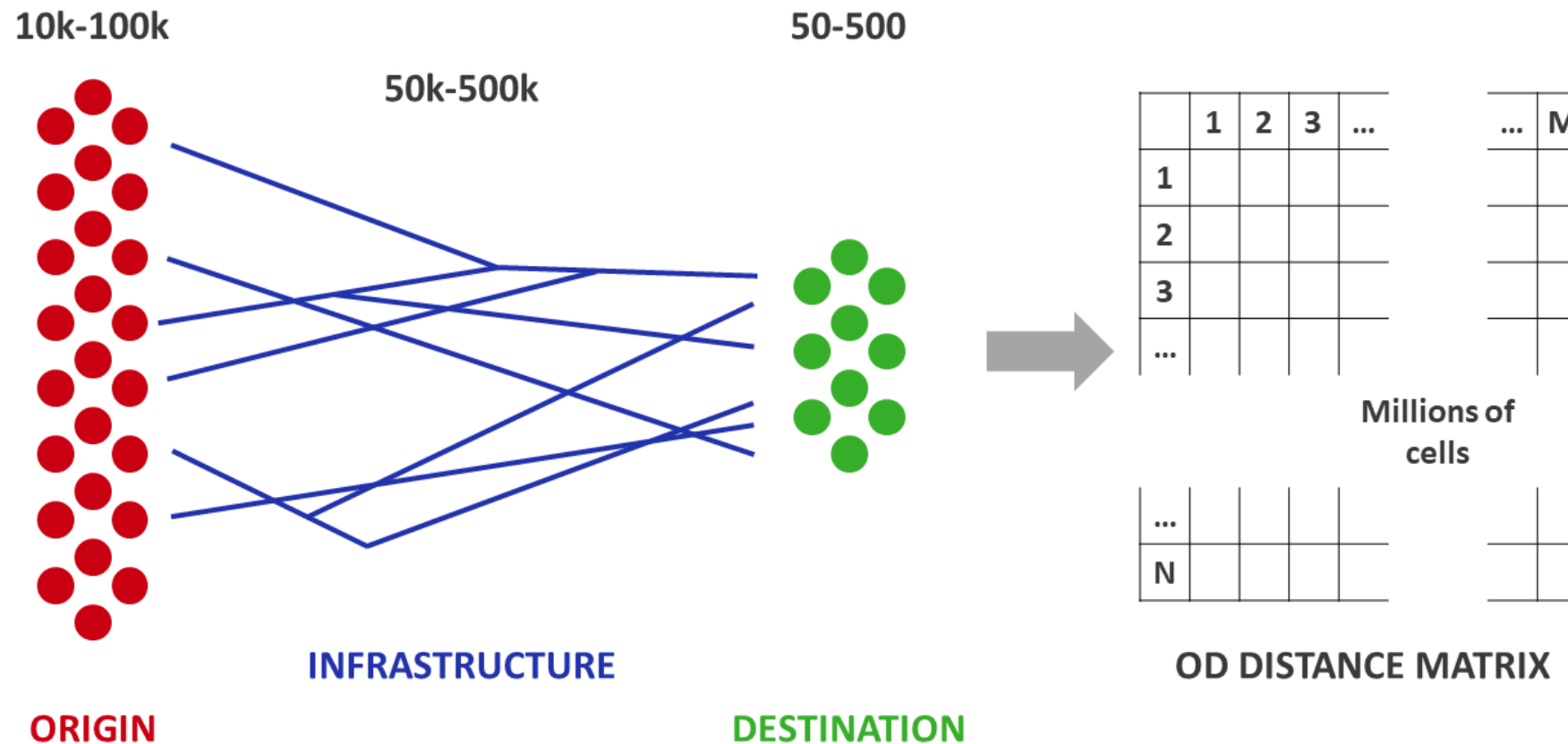
1. Vytvořit funkční algoritmus a kód pro začlenění dopravní úlohy do prostorové analýzy za účelem redefinice OD matic.
2. Otestovat schopnosti umělé inteligence při rekonstrukci OD matic na základě nestrukturovaných dat.

Demonstrováno na příkladu cest dětí do škol.

Příklad dvou měst: Třebíč, Praha 6



DATA A JEJICH KOMPLEXNOST



A. Metoda typu Voronoi

Pouhé zohlednění geometrické vzdálenosti.

B. Metoda zohledňující infrastrukturu

Hledání nejkratších vzdáleností na komplexní reálné infrastruktuře

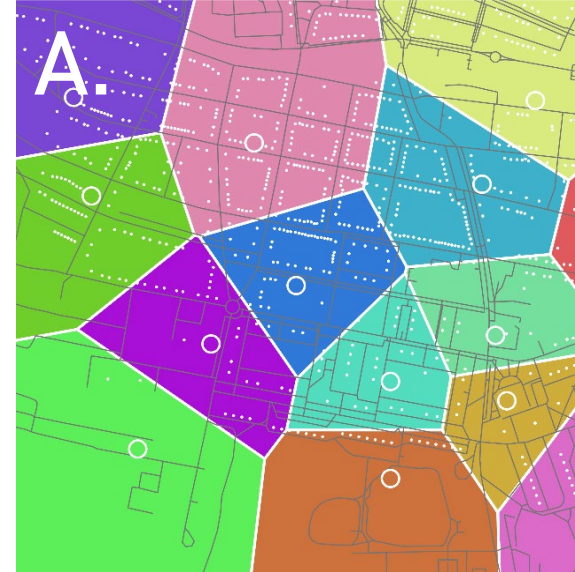
C. Multikriteriální metoda

Integrace více parametrů a hledání minimálních nákladů. Optimalizace rozdělení párů zdroj-cíl.

D. Metoda využívající umělou inteligenci

Analýza nestrukturovaných dat, extrakce prostorových informací z textu. Otevírá nové možnosti.

Metoda typu Voronoi



Multikriteriální metoda



Zohlednění infrastruktury



Využití umělé inteligence



C. Multikriteriální metoda

- Dopravní úloha z teorie grafů
- Aplikováno pomocí lineárního programování v Pythonu

$$\text{minimize } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} + \sum_{j=1}^m p_j y_j$$

- Omezení maximální vzdálenosti a aplikace minimalizační funkce
- Simulace lidského chování



Rychlé

Přesné

Potřebuje distanční matici

D. Metoda využívající umělou inteligenci

Konkrétní příklad Prahy 6

- Chat GPT analyzuje vyhlášky a extrahuje názvy ulic
- Propojení RUIAN s názvy ulic – extrakce adresních míst
- Export GeoJSON se školami a náležejícími adresami

Musíme vědět, co v nestrukturovaných datech hledáme.

** M. Lisy, S. Strebl*



VÝSLEDKY

A. Metoda typu Voronoi

Pouze pro kompletnost – nelze doporučit pro školy.

B. Metoda zohledňující infrastrukturu

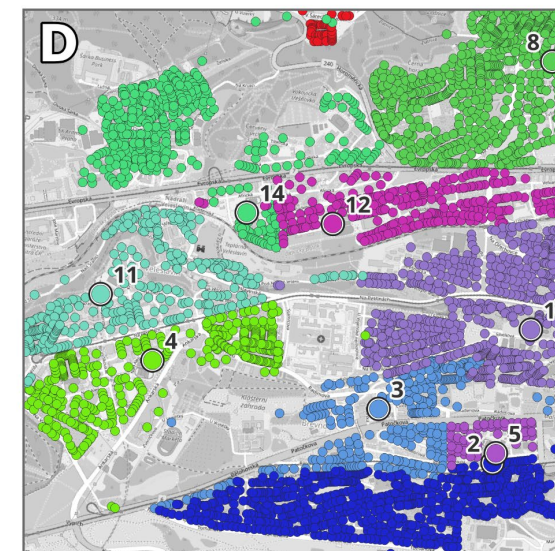
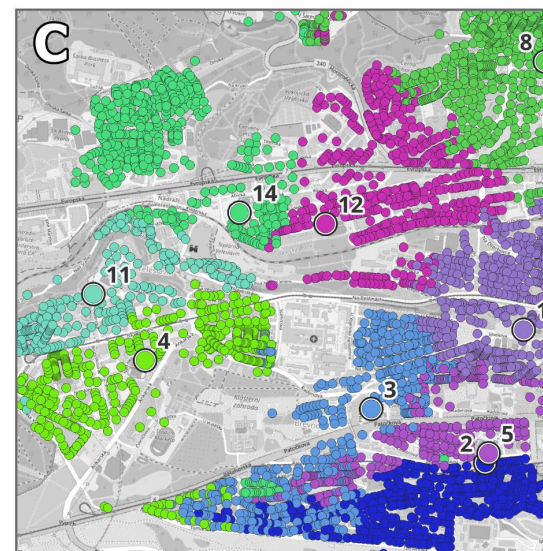
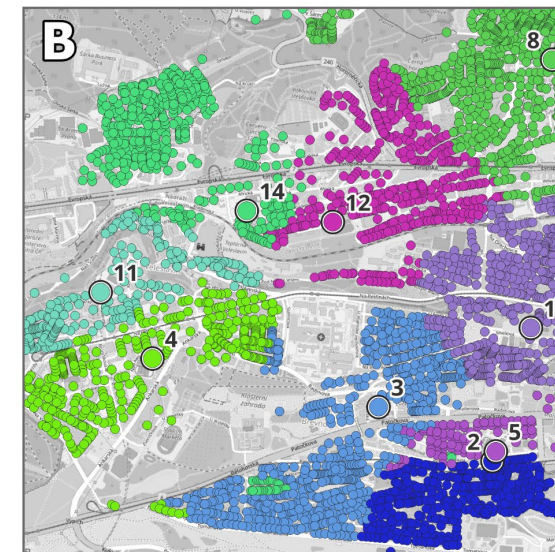
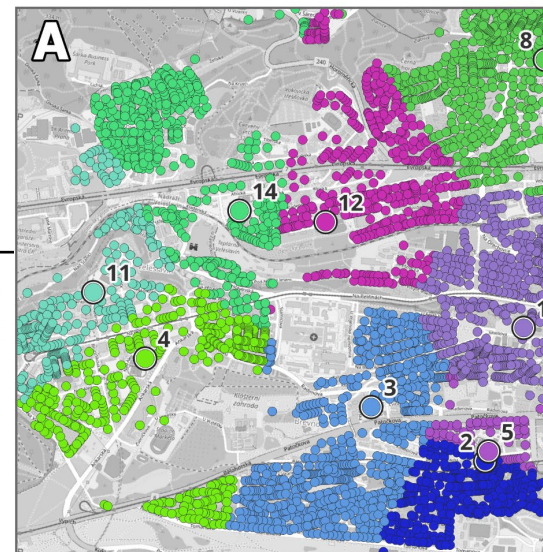
Odchylka od Voronoi vidět u bodů 2, 3, 4, 5. Zohledňuje komplexní infrastrukturu.

C. Multikriteriální metoda

Odchylka od infrastrukturální metody patrná na jihu oblasti (body 2 a 3) a na hranicích oblastí z předchozí metody.

D. Metoda využívající umělou inteligenci

Značné rozdíly hlavně na jihu. Realita odlišná od modelace.





VÝSLEDKY – statistické srovnání

Metoda	Metoda typu Voronoi	Metoda zohledňující infrastrukturu	Multikriteriální metoda
PDV	859,40	820,17	822,32
PDV vážená počty rezidentů	761,21	743,12	751,34
PDV vážená počty dětí	783,86	762,37	771,24
Srovnání reálných a modelovaných počtů dětí	153 ± 118	157 ± 114	113 ± 112

* PDV = průměrná docházková vzdálenost v metrech

Využití umělé inteligence nehodnoceno, protože se nejedná o výsledek prostorové analýzy a s ostatními daty nelze statisticky srovnat.



NÁVAZNOST

- **Dostupnost a koncept měst krátkých vzdáleností:** Využití vytvořených vzdálenostních matic a metod pro hodnocení pěší dostupnosti služeb a vybavenosti ve městech.
- **Hodnocení investic do parkovacích míst:** Aplikace dopravní úlohy pro optimalizaci umístění parkovacích kapacit a posouzení jejich přínosu pro obyvatele.
- **Další vývoj spádových oblastí:** Využití vytvořených metod pro definování spádových oblastí pro různé body zájmu či služby s možností zahrnutí dalších parametrů a omezení.
- **Optimalizace procesu:** Zlepšení výpočetní efektivity a přesnosti prostřednictvím automatizace, zjednodušení infrastruktury a začlenění dalších atributů, jako jsou bezpečnost nebo atraktivita tras.

Děkuji za pozornost

Ing. Roman DOSTÁL

E-mail: dostal@smart-plan.cz