

**Martin FERKO<sup>1</sup>, Jan ČESELSKÝ<sup>2</sup>**

## SLEDOVÁNÍ ROZDÍLŮ V DOSTUPNOSTI BYDLENÍ ALGORITMIZOVANÝMI METODAMI

### HOUSING AVAILABILITY DIFFERENCES MONITORING BY ALGORITHMIC METHODS

#### **Abstrakt**

Příspěvek nabízí novou analytickou metodu hledání rozdílů v datech, tj. porovnávání shodnosti výběrů dat časových řad, tzv. index distinktivity. Téma textu je založeno na podkladech výzkumného projektu MMR ČR WD 05-07-3 „Regionální disparity v dostupnosti bydlení, jejich socioekonomické důsledky a návrhy opatření na snížení regionálních disparit“. Metodika je aplikována na území Moravskoslezského kraje, který je dále dělen na správní obvody obcí s rozšířenou působností.

#### **Klíčová slova**

Bydlení, algoritmus, disparity.

#### **Abstract**

This project offers a new analytical method for finding data distinctions, ie comparing similarity of time series data selection. This method introduces the index of distinction. The project is based on the research WD 05-07-3 "Regional disparities in availability and affordability of housing, their socio-economic consequences and tools directed to increase availability and affordability of housing and decrease the regional disparities". The methodology is applied on the Region, which is further divided into administrative districts of municipalities with extended competence.

#### **Keywords**

Housing, algorithm, disparity.

## **1 ÚVOD**

Jednotné měření disparit v oblasti dostupnosti bydlení pomocí algoritmizovaných statistických metod nabízí možnost zjistit nerovnoměrnosti v ukazatelích bytového fondu ve volitelných územních jednotkách. V České republice jsou již zpracovány metodiky hodnocení disparit bydlení a rozvoje navazujících odvětví obecně. Problematika fyzické dostupnosti bydlení byla a je řešena často jako dílčí úkol v projektech, které sledují bydlení jako jeden ze segmentů podmínek udržitelného rozvoje [2].

Metodika hledá územní jednotky obcí s rozšířenou působností, které ve sledovaných parametrech často vykazují výrazné odlišnosti od ostatního území kraje. Je hledáno území, které lze označit za disparitní. Území je analyzováno z hlediska sledování variability ukazatelů v čase a seskupování územních jednotek na základě vybraných kritérií. Metodika používá tzv. index

---

<sup>1</sup> Ing. Martin Ferko, Katedra městského inženýrství, Fakulta stavební, VŠB - Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 1966, e-mail: martin.ferko@vsb.cz.

<sup>2</sup> Ing. Jan Česelský, Ph.D., Katedra městského inženýrství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 951, e-mail: jan.ceselsky@vsb.cz.

distinktivitu, vyjadřující míru odlišnosti sledované prostorové jednotky vůči ostatním prostorovým jednotkám v souvislém územním celku.

V textu jsou popsány použité statistické metody, které jsou zavedeny do softwarové aplikace a dále jsou tyto metody příkladně aplikovány na vybraný ukazatel bytové výstavby – dokončené byty, se spojitostí s ukazatelem stavu bytového fondu, tj. počtu trvale obydlených bytů na 100 cenzovních domácností.

## 2 METODY

Pro analýzu stavu bytového fondu jsou použity a kombinovány algoritmizované statistické metody. Algoritmizace umožňuje zavést tyto metody do softwarové aplikace a tento nástroj lze pak aplikovat na další územní celky. Jde převážně o metody výpočtu variačních a růstových koeficientů, dále pak využití statistických hypotéz pro porovnání výběrů dat a také shlukové analýzy. V textu je uveden stručný popis vybraných metod.

### 2.1 Metoda shlukové analýzy k-průměrů

Cílem shlukové analýzy je nalézt v datech podmnožiny podobných objektů [4], tj. v předložené práci je metoda využita k seskupení územních jednotek do shluků s podobnými charakteristikami bytové výstavby.

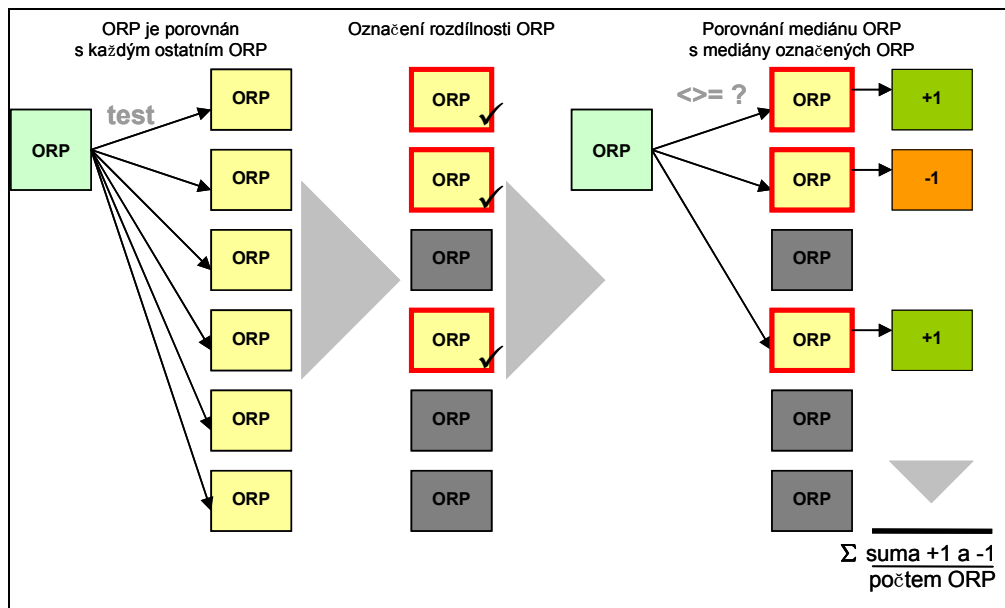
Metoda k-průměrů je hierarchická metoda shlukové analýzy, která umožňuje rozklad matice dat do předem určeného počtu shluků pomocí minimalizace daného kritéria (v tomto případě vzdálenosti). Pro vzdálenost mezi centroidem a jednotkou je použita Euklidovská prostá metrika [1].

V první fázi algoritmu shlukování jsou statistické jednotky rozloženy do požadovaného počtu shluků. V druhé fázi jsou určeny centroidy každého shluku v daném rozkladu. V další fázi jsou posouzeny vzdálenosti všech jednotek od jednotlivých centroidů a jednotky jsou zařazeny do shluku, k jehož centroidu mají nejbližší. Pokud již nedochází k žádným změnám a přesunům, tak se algoritmus ukončí. Jinak se procedura opakuje [3].

Ve vybraných analytických metodách je nutno počítat s takovými hodnotami, které by byly všechny souměřitelné. Úprava ukazatelů na souměřitelnou hodnotu se nazývá standardizace dat. Standardizace hodnoty se vypočte jako rozdíl sledované hodnoty a průměru celé řady v podílu se směrodatnou odchylkou.

### 2.2 Index distinktivity

Zjednodušeně lze popsat index distinktivity procesem, kdy se v cyklu porovnává každá územní jednotka se všemi ostatními územními jednotkami (viz obrázek 1) a do polí tabulky o rozměrech  $n \times n$  (kde  $n$  značí počet územních jednotek) se vepisuje buď hodnota +1, je-li testovaná jednotka v mediánu větší než jednotka porovnávaná, nebo se vepíše hodnota -1, je-li tato jednotka v mediánu menší než jednotka porovnávaná. Pokud mají jednotky shodné rozdělení, vepíše se 0 (resp. prázdná hodnota). Pro každou územní jednotku je tedy  $n-1$  polí s vepsanými hodnotami +1, 0, -1. Suma hodnot těchto polí, dělená počtem územních jednotek  $n-1$ , značí právě index distinktivity (viz tabulka 1).



Obr. 1: Schéma výpočtu indexu distinktivy

Tab. 1: Tabulka vzájemných porovnání prvků a určení větších nebo menších mediánů

	Prvek A	Prvek B	Prvek C	Prvek D	SUMA	ID
Prvek A		+1	-1		0	0
Prvek B	-1		-1		-2	-0,67
Prvek C	+1	+1			3	1
Prvek D		+1	-1		0	0

Porovnání jednotek je provedeno pomocí testu statistické hypotézy o shodnosti výběrů dat (viz obrázek 1, prostřední sloupec – „označení rozdílnosti ORP“). Pokud jde o rozdělení normální, je vybrán typ testu parametrický, tj. t-test, což je test významnosti rozdílu dvou výběrových průměrů, a pokud jde o neparametrický typ testu, tj. není normální rozdělení dat, je vybrán Wilcoxonův pořadový test dvou nezávislých výběrů – Mannův - Whitneyův test<sup>3</sup>.

Do porovnávacího algoritmu vstupují tyto parametry:

- za prvek A (porovnávaný) je dosazena časová řada sledovaného ukazatele úz. jednotky A,
- za prvek B, C, D, ... n, je dosazena časová řada sledovaného ukazatele postupně pro každou ostatní jednotku.

<sup>3</sup> Wilcoxonův (Mann-Whitneyův) neparametrický test je testem pořadovým a porovnávají se dva výběry dat z hlediska podobnosti rozdělení. U pořadových testů jsou přidělena pořadová čísla v řadě každému znaku souboru.

Ve vzorcích je index distinktivy vyjádřen takto:

$$V_i = \begin{cases} 1 & \text{pro } |Z_{A,i}| \geq z_{(\alpha/2)} \wedge M_A > M_i; \\ 0 & \text{pro } |Z_{A,i}| \geq z_{(\alpha/2)} \wedge M_A = M_i; \\ -1 & \text{pro } |Z_{A,i}| \geq z_{(\alpha/2)} \wedge M_A < M_i; \end{cases} \quad (1)$$

kde  $V_i$  je hodnota odlišnosti prvku  $A$  k prvku  $B$  (územní jednotce) a také směru vzhledem k většímu nebo menšímu mediánu hodnot,  $Z_{A,i}$  je výsledek testu hypotézy o shodnosti dvou řad dat (Mann-Whitneyův test),  $M_A$  je medián hodnot řady  $A$ ;  $M_i$  je medián hodnot řady  $B$ . Index distinktivy se vypočte jako

$$I_D = \frac{\sum_{n=1}^i V_n}{n-1} \quad (2)$$

kde v čitateli je suma hodnot odlišností jednotlivých prvků  $V_n$  (územních jednotek) dělená počtem porovnávaných jednotek (sníženým o jeden stupeň,  $n-1$ ).

Čím vyšší je index distinktivy v kladném směru, tím častější je rozdíl testované územní jednotky vůči ostatním (hodnota ukazatele je větší než u ostatních jednotek), obráceně to platí pro záporné indexy distinktivy.

Indexy distinktivy tedy poukazují na míru odlišnosti (rozdílnosti) ukazatele v územní jednotce vůči ostatním jednotkám. Nabývá kladných i záporných hodnot, ale jeho absolutní hodnota v přepočtu vždy ukazuje častost odlišností. Po sečtení absolutních hodnot indexů distinktivy více ukazatelů v územní jednotce je patrná četnost odlišností územní jednotky obecně, a lze tak poukázat na území, kde jsou ukazatele fyzické dostupnosti bydlení odlišné od ostatního sledovaného území.

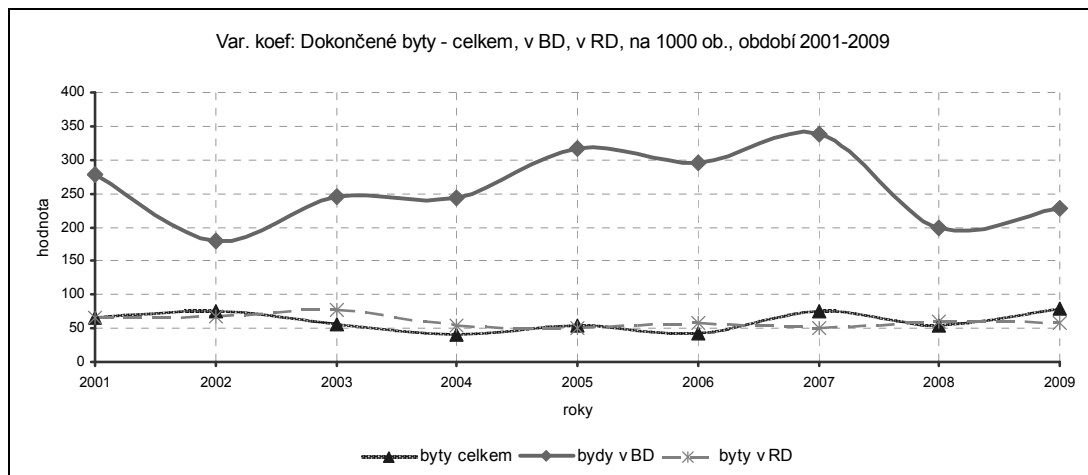
### 3 APLIKACE NA UKAZATEL DOKONČENÝCH BYTŮ (2001-2009)

Pro srovnání, ÚAP MSK [5] uvádí, že v rámci Moravskoslezského kraje vykazují vyšší hodnoty dokončených bytů jednak obce v blízkém okolí velkých měst (Ostrava, Třinec, Frýdek-Místek) a také obce v okolí masivu Ondřejníku a při severním úpatí Beskyd. Tato sídelní atraktivita je dána jednak dobrou dopravní dostupností hlavních sídelních center a v neposlední řadě kvalitou přírodního prostředí. Vyšší dynamika výstavby v některých obcích v horských oblastech souvisí s jejich využitím pro rekreaci. Naopak nízká je intenzita bytové výstavby ve větších městech a ve většině obcí hospodářsky slabých regionů (Osoblažsko, Rýmařovsko, Vítkovsko).

Variační koeficient u dokončených bytů celkem a bytů v rodinných domech (vše na 1000 obyvatel) se pohybuje v hodnotách 40-79 % (obrázek 2). U dokončených bytů v bytových domech (na 1000 obyvatel) se variační koeficient pohybuje v rozmezí 179-339 % a je patrné, že v čase je tato hodnota výrazně proměnlivá, kdežto u předešlých ukazatelů (dokončených bytů celkem a dokončených bytů v rodinných domech) je koeficient relativně stabilní. Je tedy zřejmé, že variační koeficienty nabývají vysokých hodnot a tento ukazatel v sobě nese vysokou míru rozdílnosti. Zároveň lze pozorovat snížení variačních koeficientů v roce 2008.

Variabilita ukazatele nové bytové výstavby je tedy vyšší u bytů v bytových domech, což je způsobeno faktem, kdy některé ORP jsou v bytové výstavbě bytových domů zcela „pasivní“. Konkrétně ORP Havířov, Jablunkov, Kopřivnice a Kravaře za období 2001-2009 nevykazují žádný dokončený byt v bytovém domě. „Pasivitu“ ve výstavbě rodinných domů vykazují ORP Karviná, Krnov a Vítkov.

Havířov a Karviná se tedy v nové bytové výstavbě souhrnně za bytové i rodinné domy výrazně odlišují od ostatních ORP. Ve srovnání těchto dvou ORP Havířov dominuje ve výstavbě rodinných domů a Karviná ve výstavbě domů rodinných.

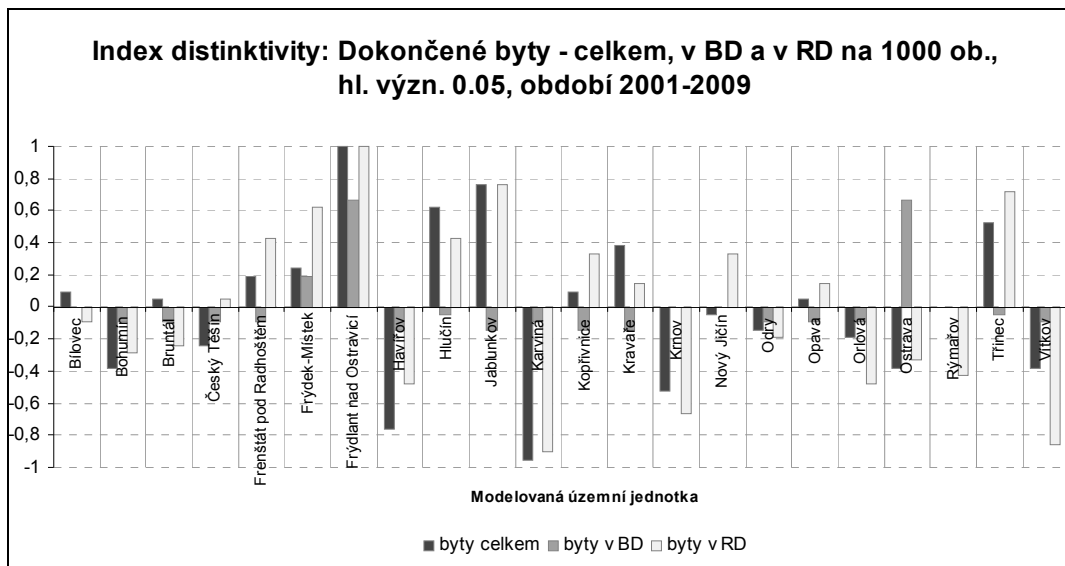


Obr. 2: Graf indexů distinktivy počtů dokončených bytů v dělení na byty celkem, v BD a v RD v přepočtu na 1000 ob., za léta 2001-2009 (výstup z utility Disparitér MR)

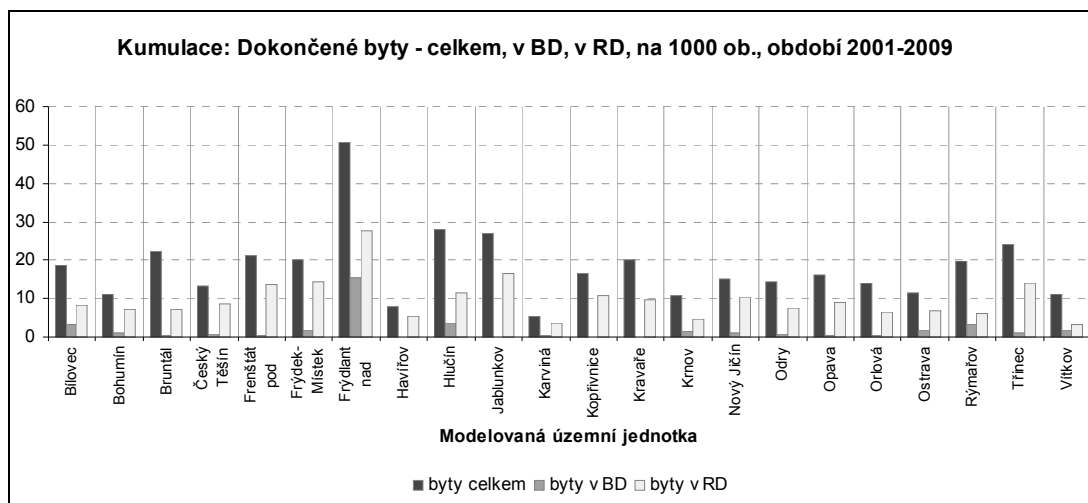
Nejvyšší kladný index distinktivy v ukazateli dokončených bytů celkem na 1000 ob. v období 2001-2009 vykazuje ORP Frýdlant nad Ostravicí (hodnota +1), totéž platí u bytů v bytových domech (hodnota +0,67) a u domů rodinných (hodnota +1). U bytů v bytových domech je patrný vysoký kladný index distinktivy také u ORP Ostrava (+0,67) a Frýdek-Místek (+0,19). Nejnižší záporný index distinktivy v ukazateli dokončených bytů celkem na 1000 obyvatel v období 2001-2009 vykazuje ORP Karviná (hodnota -0,95), u bytů v bytových domech ORP Havířov, Jablunkov, Kopřivnice a Kravaře (všechny s hodnotou -0,14), u bytů v domech rodinných je to ORP Karviná (hodnota -0,9).

ORP Ostrava jako území regionální metropole vykazuje vysokou odlišnost (vysoký index distinktivy, obrázek 3) v intenzitě bytové výstavby v bytových domech, i když kumulativně za období 2001-2009 tyto hodnoty výrazně nepřevyšují intenzity v ostatních ORP. Odlišnost je způsobena relativně stabilní intenzitou výstavby v přepočtu na 1000 obyvatel vůči ostatním ORP.

Při pohledu na bytovou výstavbu v letech 2001-2009 v rozdělení na byty v bytových domech a rodinných domech je v obou případech ORP Frýdlant nad Ostravicí s nejvyšším kumulativním počtem dokončených bytů (v bytových i rodinných domech, obrázek 4). V počtu dokončených bytů v bytových domech (na 1000 ob.) vykazují vyšší hodnoty také ORP Rýmařov, Bílovec a Hlučín. U dokončených bytů v rodinných domech na 1000 obyvatel je to kromě ORP Frýdlant nad Ostravicí také ORP Frýdek-Místek, Třinec, Jablunkov a Frenštát pod Radhoštěm.



Obr. 3: Graf indexů distinktivnosti počtů dokončených bytů v dělení na byty celkem, v BD a v RD v přepočtu na 1000 ob., za léta 2001-2009 (výstup z utility Disparitér MR)



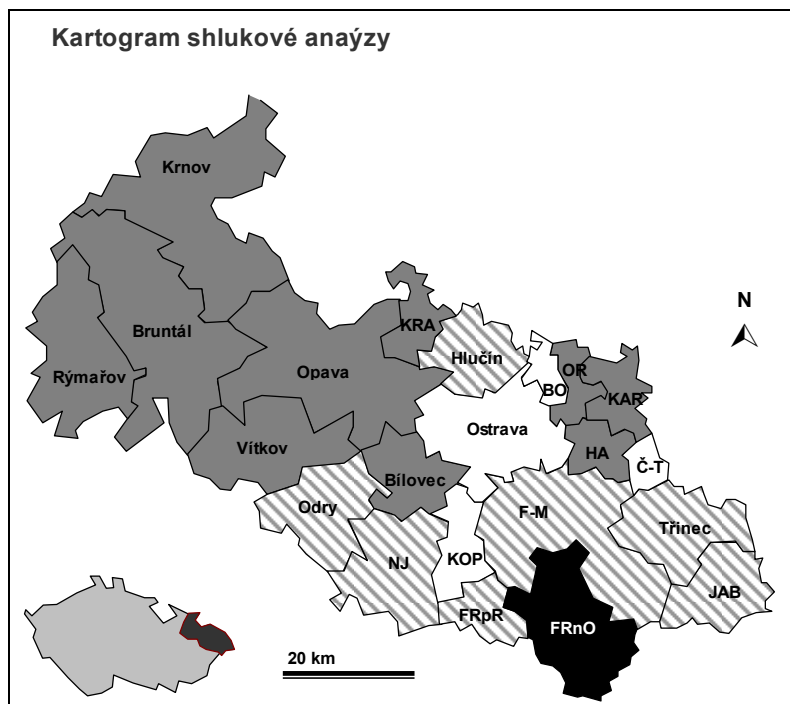
Obr. 4: Graf kumulací počtů dokončených bytů v dělení na byty celkem, v BD a v RD v přepočtu na 1000 ob., za léta 2001-2009 (výstup z utility Disparitér MR)

Byla provedena shluková analýza kumulací počtu dokončených bytů v bytových a rodinných domech na 1000 obyvatel za období 2001-2009 a počtu trvale obydlených bytů na 100 cenových domácností z roku 2001 (obrázek 5). Počet dokončených bytů charakterizuje intenzitu bytové výstavby v území a počty trvale obydlených bytů znázorňují stav celkového bytového fondu.

Vysokou intenzitu bytové výstavby v bytových i rodinných domech tedy vykazuje ORP Frýdlant nad Ostravicí, který disponuje relativně dobrým stavem životního prostředí se značným podílem cestovního ruchu a rekreace a dobrým dopravním napojením na větší města (Frýdek-Místek a Ostrava). Tato ORP, zjednodušeně řečeno, také silně „zareagovala“ na celkový stav bytového fondu

v roce 2001, kdy je patrný nízký počet trvale obydlených bytů na cenzovní domácnosti. Zřejmě jsou také migrační přírůstky obyvatelstva v posledních letech.

Obecně se výstavba rodinných domů kumuluje do jihovýchodní části Moravskoslezského kraje, konkrétně ORP Jablunkov, Třinec, Frýdek-Místek a právě Frýdlant nad Ostravicí. Lze také říci, že tyto oblasti jsou v blízké dostupnosti k územím s dobrým stavem životního prostředí a s vyšším stupněm rekreačního využití ploch. U domů bytových není patrná výrazná územní kumulace výstavby v žádné části kraje krom ORP Frýdlant nad Ostravicí.



Obr. 5: Kartogram souhrnné shlukové analýzy pro ukazatele dostupnosti bydlení celkového bytového fondu (výstup z utility Disparitér MR)

Tab. 1: Tabulka průměrů shluků (data standardizována)

	kumulace dok. bytů v BD	kumulace dok. bytů v RD	TOB / 100CD
<b>shluk 1</b>	3,94	3,41	-0,32
<b>shluk 2</b>	-0,32	-0,64	-0,01
<b>shluk 3</b>	-2,67	-0,56	-0,72
<b>shluk 4</b>	-0,37	-0,24	1,36

#### 4 ZÁVĚR

Téma textu nabídlo pohled na metodu zkoumání problematiky disparit ve fyzické dostupnosti bydlení na území Moravskoslezského kraje v dělení na nižší územní jednotky správních obvodů obcí s rozšířenou působností. Analýza se týkala vybraných dostupných ukazatelů bytového fondu, intenzit bytové výstavby, demografických údajů a také širších ukazatelů podmínek rozvoje území, jako je například přihlédnutí k dopravním dostupnostem nebo stavu životního prostředí.

Nový pohled na vyjádření rozdílů v bydlení byl proveden pomocí výpočetních nástrojů a metod, které jsou zavedeny do softwarové aplikace „Disparitér MR“. Tento postup také poskytl ověření a sumarizaci již známých závěrů bytové problematiky Moravskoslezského kraje.

Aplikace je dostupná na webu: <<http://homen.vsb.cz/~fer031/disparity.htm>>.

## PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl realizován na podkladech výzkumného projektu MMR ČR WD 05-07-3 „Regionální disparity v dostupnosti bydlení, jejich socioekonomické důsledky a návrhy opatření na snížení regionálních disparit“.

## LITERATURA

- [1] KELBEL, J. & ŠILHÁN, D. *Shluková analýza* [online]. 2009 [cit 2010-08-12]. Dostupné z: <<http://gerstner.felk.cvut.cz/biolab/X33BMI/slides/KMeans.pdf>>.
- [2] KOUDELA, V. *Regionální disparity v dostupnosti bydlení, jejich socioekonomické důsledky a návrhy opatření na snížení regionálních disparit - metodika analýzy fyzické dostupnosti bydlení*. Výzkumná zpráva k projektu MMR ČR WD 05-07-3, VŠB-TUO, OSTRAVA 2007.
- [3] TEKNOMO, K. *K-Mean VBA Tutorial* [online]. 2008 [cit. 2010-09-25]. Dostupné z: <<http://people.revoledu.com/kardi/tutorial/kMean/>>.
- [4] TVRDÍK, J. *Analýza vícerozměrných dat. Učební text pro kombinované studium* [online]. 2009 [cit.2010-09-20]. Dostupné z: <[http://albert.osu.cz/tvrdik/down/files/XAVDAT\\_10.pdf](http://albert.osu.cz/tvrdik/down/files/XAVDAT_10.pdf)>.
- [5] *Územně analytické podklady Moravskoslezského kraje – Rozbor udržitelného rozvoje území*. [online]. Moravskoslezský kraj 2009 [cit 2010-09-20]. Dostupné z: <[http://verejna-sprava.kr-moravskoslezsky.cz/upl\\_0100.html](http://verejna-sprava.kr-moravskoslezsky.cz/upl_0100.html)>.

## Oponentní posudek vypracoval:

Doc. Ing. Petr Dlask, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví.

Doc. Ing. Jaroslav Dupal, CSc., ÚRS, a.s. Praha.