

ANALYSIS OF SLOVAKIA REGIONS ON THE BASIS OF EMPLOYMENT OF UNIVERSITY GRADUATES

Ľubica Hurbánková¹

Abstract

The aim of the paper is to analyse the regions of Slovakia using selected indicators related to employment of university graduates. Indicators entering the analysis are: registered unemployment rate, vacancies according to the required education recalculated to the total number of vacancies, graduate internship recalculated to the total unavailable number of applicants for employment, job seekers with a university degree recalculated to total job seekers. We will use one of the multi-criteria comparison methods for analysis, namely cluster analysis. On the base of this method, we compare the districts of the Slovak Republic in 2019 and 2020 and point out the influence of coronavirus on the positions of districts divided according to relative unemployment indicators of university graduates. From the results of the realized analyses, we found out that the best districts are Bratislava and Košice. On the other hand, the worst districts are the districts of Prešov region.

Key words

Employment of University Graduates, Cluster Analysis, Regions of Slovakia

I. Úvod

V súčasnosti je snahou všetkých školských politík európskych krajín zvyšovať úroveň vzdelávania obyvateľov. Výsledkom tohto snaženia je narastajúci počet absolventov, nie len s vysokoškolským vzdelaním. Na druhej strane sa stretávame s trhom práce, na ktorom je najväčším indikátorom ťažkostí práve nezamestnanosť absolventov.

Dlhodobý pretrvávajúci problém nezamestnanosti absolventov oslabuje ekonomiku Slovenskej republiky od finančnej a hospodárskej krízy v roku 2009. V časoch iných ekonomických šokov sa uplatnenie vysokoškolských absolventov značne stabilizovalo. Zvrat nastal v roku 2020, kedy začal trh ovplyvňovať vírus COVID-19, ktorý vyvolal nový druh krízy. Najhoršie postavení boli, a aj naďalej sú, absolventi, ktorí prichádzajú na trh práce počas pandémie. Trh práce ovplyvňujú aj mnohé iné problémy, ktoré sa neskôr dotýkajú aj nezamestnanosti absolventov – rozdielne požiadavky zamestnávateľov, kvalita poskytovaného vzdelania, absolventská prax, štrukturálne disproporcie trhu a pod.

Súčasná epidemiologická situácia zvýšila záujem domácich absolventov stredných škôl o štúdium na slovenských vysokých školách. Zvýšený záujem maturantov by nielen zvýšil počty vysokoškolsky vzdelaných ľudí, ale taktiež by mohol upriamiť záujem politík na zvyšovanie kvality vzdelania. Na Slovensku každý rok na verejných vysokých školách študuje viac ako 10 000 študentov z rôznych kútov sveta. Na druhej strane dvojnásobok študentov odchádza študovať do zahraničia. Školské politiky Slovenskej republiky by aj počas pandémie mali svoje úsilie vynaložiť na vytvorenie kvalitnejšej väzby medzi vysokoškolskými inštitúciami a trhom práce.

Cieľom príspevku je porovnanie okresov Slovenskej republiky v rokoch 2019 a 2020 pomocou zhlukovej analýzy a poukázať na vplyv koronavírusu na pozície okresov rozdelených podľa relatívnych ukazovateľov nezamestnanosti absolventov vysokých škôl.

II. Zhľuková analýza

Trebuňa a Halčínová (2010) definujú zhľukovú analýzu ako všeobecný logický postup, pomocou ktorého sa zlučujú objekty do skupín – zhľukov, a to na základe ich podobnosti a rozdielnosti. Podľa

¹ University of Economics, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, Slovakia. E-mail: lubica.hurbankova@euba.sk.

Wilksa (2001) je zhluková analýza základným prieskumným nástrojom, ktorý sa usiluje o triedenie dátových vektorov do podobných skupín. Zaraďuje sa medzi metódy zaoberajúce sa podobnosťou viacrozmerných objektov a klasifikáciou objektov do zhlukov. Zhluk je definovaný ako určitá skupina objektov, ktorých vzdialenosť, resp. rozdielnosť je menšia ako vzdialenosť objektov, ktoré do zhluku nepatria. Pri jej aplikovaní nevieme dopredu určiť, ktorý objekt bude v ktorom zhluku a ani celkový počet zhlukov (Kubánová, 2003).

V roku 1939 R. C. Tryon prvýkrát použil zhlukovú analýzu pre metódu rozkladu množiny objektov na niekoľko navzájom sa vylučujúcich podmnožín. Zhluková analýza bola vyvinutá mimo štatistiky v odvetviach ako vzdelávanie, biológia a psychológia. Štatici sa do zhlukovej analýzy zapojili pred približne 30 rokmi (Řezánková, Húsek, Snášel, 2009).

Keďže zhluková analýza patrí medzi metódy zaoberajúce sa podobnosťou viacrozmerných objektov, je dôležité vymedziť miery podobnosti medzi objektmi. V súčasnosti existuje viacero mier podobnosti medzi objektmi. Voľba tejto miery podobnosti závisí od sledovaných znakov, ale aj od hodnôt, ktoré charakterizujú príslušný objekt. Miery podobnosti delíme na (Sneath, Sokal, 1973):

1. miery vzdialenosti,
2. asociačný koeficient,
3. korelačný koeficient,
4. pravdepodobnostné miery podobnosti.

Miery vzdialenosti sú nazývané aj ako miery nepodobnosti. Vysoká hodnota mier podobnosti naznačuje závislosť, a teda podobnosť objektov, pričom vysoká hodnota mier vzdialenosti charakterizuje odlišnosť objektov. Ak máme k dispozícii n objektov a každý z nich je charakterizovaný k znakmi, potom vzdialenosť medzi objektmi i a j vieme určiť pomocou (Vojtková, Stankovičová, 2020):

1. Euklidovskej vzdialenosti:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (1)$$

kde: x_{ik} – hodnota k -tej premennej pre i -tý objekt,
 x_{jk} – hodnota j -tej premennej pre j -tý objekt.

Pri tejto miere je predpoklad nekorelovanosti premenných.

2. Hammingovej vzdialenosti:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}| \quad (2)$$

Tento druh vzdialenosti sa využíva najmä pri alternatívnych dátach. Rovnako vyžaduje nekorelovanosť premenných.

3. Minkowského vzdialenosti:

$$d_{ij} = \left(\sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|^r \right)^{\frac{1}{r}} \quad (3)$$

kde: $r = 1, 2, \dots, \infty$, pričom:

ak $r = 1$, ide o Hammingovu vzdialenosť,
 ak $r = 2$, ide o Euklidovskú vzdialenosť.

4. Mahalanobisovej vzdialenosti:

$$d_{ij} = (X_i - X_j)' * S^{-1} * (X_i - X_j) \quad (4)$$

kde: S – zjednotená výberová kovariančná matica.

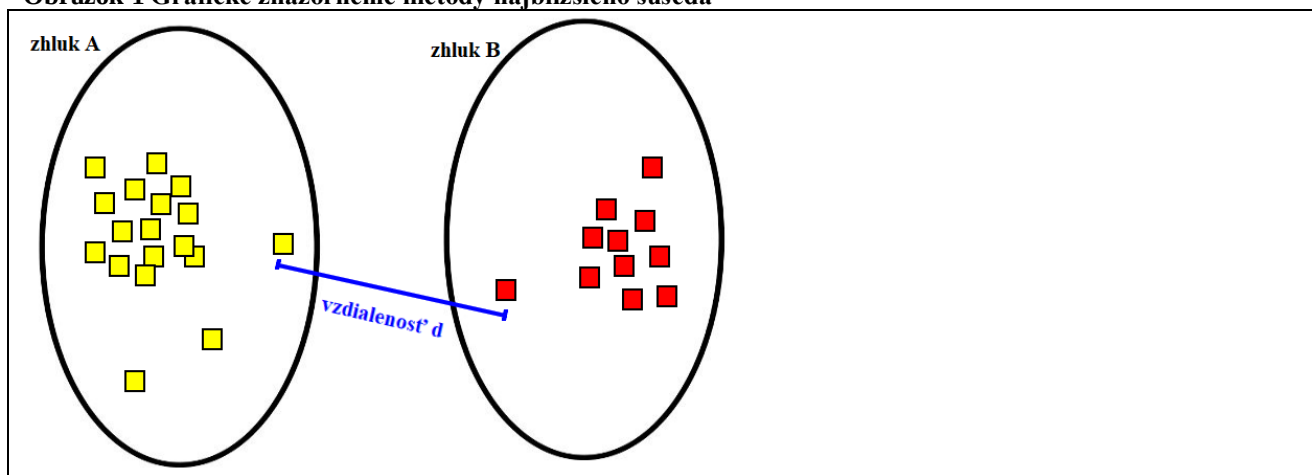
Výhodou Mahalanobisovej vzdialenosti je potlačenie vplyvu korelovaných premenných a vplyv rozdielu vo variabilite premenných. Túto vzdialenosť môžeme nazvať aj Euklidovská vzdialenosť pre neštandardizované premenné.

Zhlukovú analýzu môžeme chápať aj ako skupinu metód, ktorých cieľom je zoskupenie daných objektov (hierarchické metódy) alebo vytvorenie hierarchie zhukov objektov (nehierarchické metódy). Do **hierarchických metód** patria (Meloun, Militký, 2004):

Metóda najbližšieho suseda

Metóda najbližšieho suseda patrí medzi najjednoduchšie a zároveň najstaršie metódy. Jednotlivé objekty sa pri tejto metóde spájajú podľa najmensej vzdialenosti medzi zhukmi – spájajú sa zhuky, ktorých objekty majú minimálnu vzdialenosť medzi sebou zo všetkých možných pozorovaní (obrázok1).

Obrázok 1 Grafické znázornenie metódy najbližšieho suseda

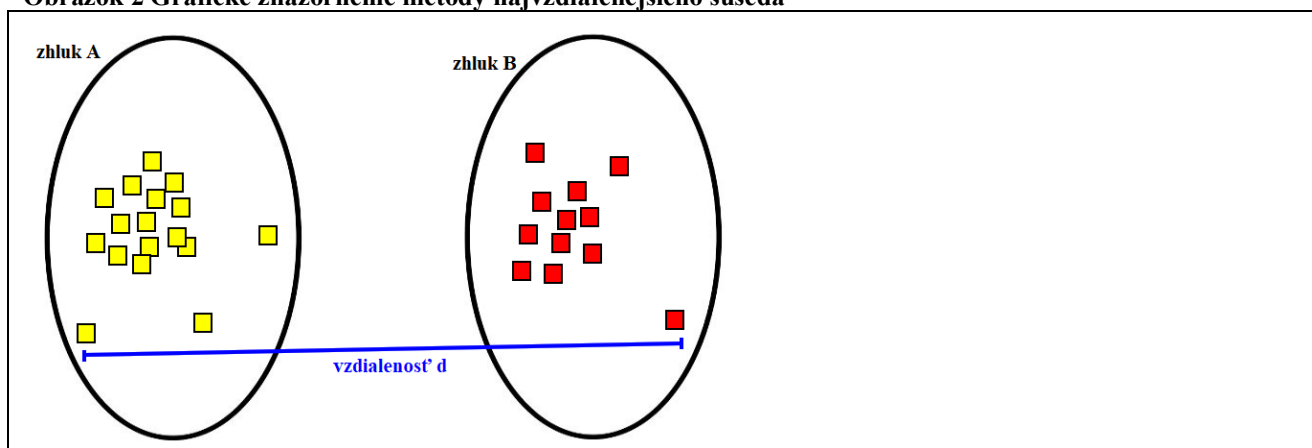


Zdroj: vlastné spracovanie

Metóda najvzdialenejšieho suseda

Metóda založená na opačnom princípe ako metóda najbližšieho suseda. Táto metóda je založená na vzdialenosti, ktorá je definovaná ako najväčšia vzdialenosť medzi bodmi týchto zhukov (obrázok 2). Výhodou je vytváranie menej početných a konzistentných zhukov.

Obrázok 2 Grafické znázornenie metódy najvzdialenejšieho suseda



Zdroj: vlastné spracovanie

Metóda priamej vzdialenosti

Na rozdiel od prechádzajúcich metód využívajúcich extrémne miery vzdialeností, je táto metóda založená na vzdialenosti medzi zhukmi, ktorá je definovaná ako priemer medzizhlukových vzdialeností. Zoskupenie zhukov nastáva, ak je medzi nimi priemerná vzdialenosť.

Wardova metóda

Táto metóda je v praxi najpoužívanejšou metódou. Nevyužíva vzdialenosti ako predošlé metódy, ale maximalizuje vnútrozhlukovú homogenitu, na základe ktorej sa zhluky formujú. Mierou homogenity je vnútrozhluková suma štvorcov odchýlok od priemeru zhľuku ($ESS = \text{error sums of squares}$):

$$ESS = \sum_{i=1}^{n_h} \sum_{h=1}^q (X_{hi} - \bar{X}_{C_h})^2 \quad (5)$$

kde: n_h – počet objektov v zhľuku C_h ,

$\bar{X}_{C_h}$ – vektor priemerov hodnôt znaku v zhľuku C_h ,

X_{hi} – vektor hodnôt znaku i -teho objektu v zhľuku C_h .

Algoritmus zabezpečuje, aby sa pri spájaní na každom kroku dosiahol minimálny prírastok ESS .

Centroidná metóda

Táto metóda je založená na spájaní zhľukov na základe ťažísk, tzv. centroidov. Vzdialenosť medzi zhľukmi je stanovená ako štvorec Euklidovskej vzdialenosti ich centroidov, ktorý vieme vypočítať ako:

$$D(C_h, C_h') = d_{ij}^2(\bar{X}_{C_h}; \bar{x}_{C_h'}) \quad (6)$$

Mediánová metóda

Obdoba centroidnej metódy – namiesto centroidov sa využívajú vzdialenosti medzi mediánmi jednotlivých zhľukov. Metóda spája do jedného zhľuku dva zhluky, ktoré majú medzi sebou najmenšiu vzdialenosť mediánov:

$$D(C_h, C_h') = d_{ij}(Me_{C_h}; Me_{C_h'}) \quad (7)$$

Nehierarchické metódy sa ďalej delia na metódy pevného zhľukovania a na Fuzzy metódy. Pričom metódy pevného zhľukovania môžu byť (Trebuňa, Halčinová, 2009):

Metóda k-priemeru

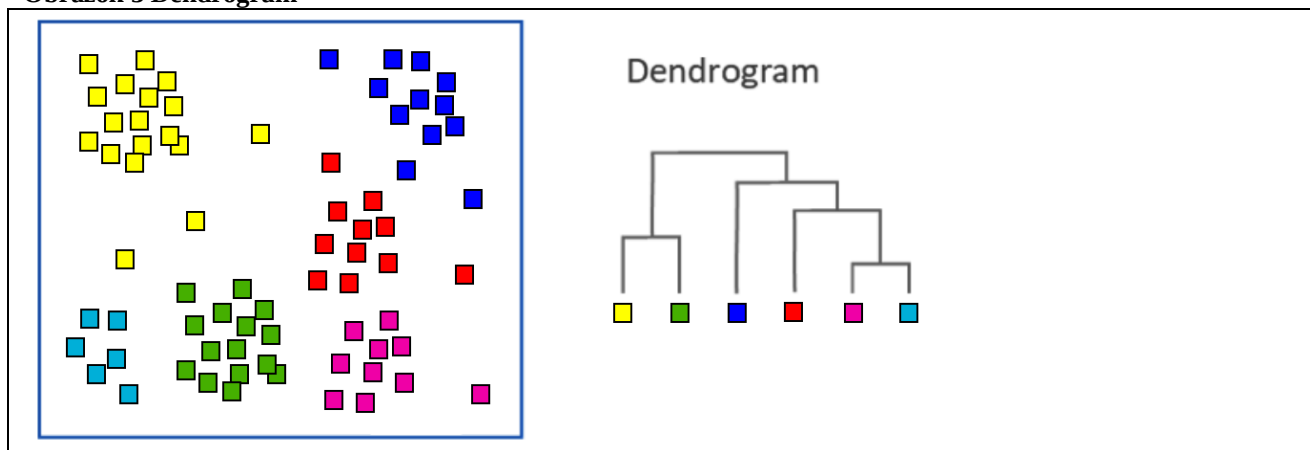
Táto metóda je označovaná aj ako metóda najbližších ťažísk. Počet zhľukov musí byť vopred zadaný. Celá metóda je založená na určení najbližšieho ťažiska a objektu, ktorý má najmenšiu vzdialenosť k ťažisku. Princíp metódy k-priemeru je založený na rozdelení n objektov s m znakmi do k zhľukov tak, aby suma štvorcov medzi zhľukmi bola minimalizovaná. Algoritmus zhľukovania uvedenou metódou pracuje iteratívne a vychádza vždy z iného počiatočného usporiadania zhľukov.

Metóda k-medoidu

Medoid (optimálny stred zhľuku) je stredný objekt, pre ktorý platí, že priemerná vzdialenosť k ostatným objektom v jednom zhľuku je minimálna. Pre nájdenie medoidu, ktorý sa vytvára na základe vzdialenosti (nepodobnosti), sa údaje triedia do zhľukov okolo najbližšieho medoidu.

Grafické znázornenie zhľukov je pomocou stromovej štruktúry, tzv. **dendrogramu** (obrázok 3).

Obrázok 3 Dendrogram



Zdroj: vlastné spracovanie

Dendrogram znázorňuje veľké množstvo rôznych skupín, preto je dôležité stanoviť optimálny počet zhlukov. Existujú dva hlavné princípy na stanovenie optimálneho počtu zhlukov (Vojtková, Stankovičová, 2020):

1. heuristický prístup,
2. ukazovatele kvality (efektivity) zhlukovania.

Heuristický prístup môžeme označiť aj ako subjektívny výber zhlukov podľa riešiteľa. Tento prístup sa spolieha na názory a potreby riešiteľa, čo môže viesť k nesprávnym riešeniam. Základným ukazovateľom kvality zhlukovania je porovnanie vnútrozhlukového a medzizhlukového rozptylu premenných.

Matica vnútrozhlukovej variability:

$$W = \sum_{h=1}^q \sum_{i=1}^{n_h} (X_{hi} - \bar{X}_{c_h})' * (X_{hi} - \bar{X}_{c_h}) \quad (8)$$

a matica medzizhlukovej variability:

$$B = \sum_{h=1}^q n_h * (\bar{X}_{h_i} - \bar{X})' * (\bar{X}_{h_i} - \bar{X}) \quad (9)$$

kde: $\bar{x}$ – celkový vektor priemerov hodnôt znaku pre celý súbor.

Optimálne rozdelenie zhlukov nastane, ak determinant matice vnútrozhlukovej variability dosiahol minimum a zároveň stopa medzizhlukovej variability dosiahla svoje maximum.

Ďalším nástrojom pre určenie počtu zhlukov je výpočet charakteristík založených na rozklade sumy štvorcov odchýlok hodnôt od priemeru na medziskupinovú a vnútroskupinovú sumu štvorcov odchýlok. Jednotlivé charakteristiky sú v tab. 1.

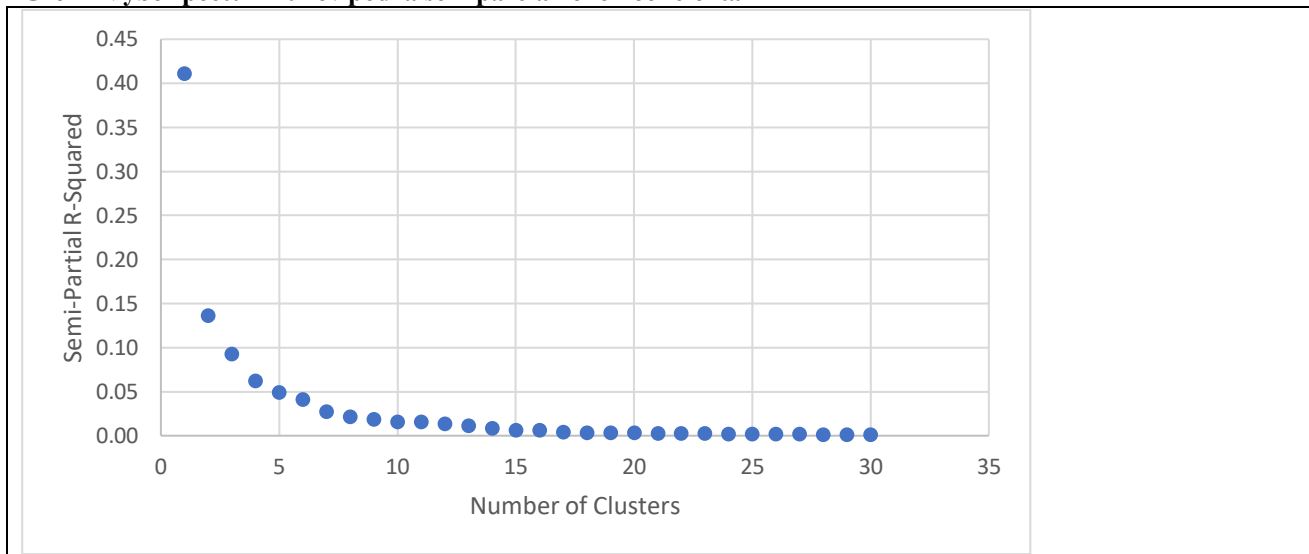
Tabuľka 1 Charakteristiky na určenie počtu zhlukov

Charakteristika	Skratka	Názov	Optimálna hodnota
Štandardná odchýlka	RMSSTD	Root Mean Square Standard Deviation	Nízka
Koeficient determinácie	RSQ	R-Square	Vysoká
Semiparciálny koeficient determinácie	SPRSQ	Semi-partial R-squared	Nízka
Vzdialenosť zhlukov	CD	Cluster Distance	Nízka

Zdroj: Trebuňa, Halčinová, 2011

Určenie počtu zhlukov je možné aj pomocou grafu počtu zhlukov vytvoreného podľa hierarchického stromu zostrojeného z niektorých predošlých charakteristík. Zlom krivky naznačuje optimálny počet zhlukov.

Graf 1 Výber počtu zhlukov podľa semiparciálneho koeficienta



Zdroj: vlastné spracovanie v MS Excel

Graf 1 má na osi *X* počet zhlukov (*Number of Clusters*) a na osi *Y* semiparciálny koeficient determinácie (*Semi-Partial R-Squared*). Semiparciálny koeficient determinácie by mal dosiahnuť čo najnižšiu hodnotu pre správne určenie počtu významných zhlukov. Ako môžeme vidieť, zlom krivky je približne na 5. stupni zhlučovania. Hodnota semiparciálneho koeficienta determinácie na tomto stupni zhlučovania je 0,0491. Túto hodnotu môžeme považovať za dostatočne nízku, keďže pri ostatných úrovniach dochádza už iba k minimálnemu úbytku semiparciálne koeficienta.

Ďalšou možnosťou je určenie štatisticky významných zhlukov (*CCC* – angl. *Cubic Clustering Criterion*). Podstata tohto kritéria spočíva v rovnomernom rozložení vybraných objektov do zhlukov. Nesplnenie tohto predpokladu má za následok neobjektívne a nepresné závery. Kritériá hodnotenia *CCC* (Khattri, Naik, 2000):

- Najvhodnejší počet zhlukov je, ak $CCC > 3$. Prakticky platí, čím vyššie *CCC*, tým je lepší počet zhlukov.
- Vysoké hodnoty *CCC* môžeme pozorovať predovšetkým pri hierarchickom prístupe.
- *CCC* môže nadobúdať zápornú hodnotu najmä pri zošíkmených rozdeleniach.
- S rastom *CCC* a zhlukov vzniká známy fenomén reťazenia.
- *CCC* sa nepovažuje za vhodné kritérium pre dáta, ktoré majú nepravidelný tvar alebo pre predĺžené skupiny.

Neexistuje jednoznačné pravidlo na presnú voľbu spôsobu zhlučovania ani presne stanovené pravidlo na výber najlepšej a najvhodnejšej metódy. V praxi nie je zahrnutá aplikácia jednej jednoduchej metódy, ale celý rad krokov závislých na výsledkoch z predchádzajúcich krokov. Rôzne zhlučovacie metódy a postupy prinášajú rozdielne výsledky, preto sa odporúča použiť niekoľko rôznych zhlučovacích metód. Dôsledné porovnanie výsledkov z rôznych metód prinesie zhluky, ktoré sa nachádzajú, resp. objavujú vo všetkých metódach.

III. Aplikácia zhlukovej analýzy

Zhluková analýza bola vykonaná použitím Wardovej metódy, pričom analýzu sme chceli pôvodne aplikovať na štyroch relatívnych ukazovateľoch:

- miera evidovanej nezamestnanosti,
- voľné pracovné miesta (ďalej *VPM*) podľa požadovaného vzdelania prepočítané na celkový počet *VPM*,
- absolventská prax prepočítaná na celkový nedisponibilný počet uchádzačov o zamestnanie,

- uchádzači o zamestnanie (ďalej UoZ) s vysokoškolským vzdelaním prepočítaní na celkových uchádzačov o zamestnanie.

V príspevku sú vytvorené dve zhlukové analýzy pre okresy Slovenska, pričom v oboch sme sa zamerali na mesiac december. Porovnaním oboch zhlukových analýz poukážeme na rozdiely v jednotlivých okresoch Slovenskej republiky pred a po vypuknutí koróna vírusu.

Zhluková analýza pre okresy Slovenska v roku 2019

Skôr ako aplikujeme zhlukovú analýzu, je dôležité overiť vzájomnú nekorelovanosť premenných pomocou Pearsonovej korelačnej matice. Na nami stanovenej hladine významnosti 0,05 nám vyšli tri koeficienty korelácie štatisticky nevýznamné (obrázok 4). Mieru evidovanej nezamestnanosti z analýzy vylúčime, aby sme dodržali nezávislosť premenných.

Obrázok 4 Úplná Pearsonova korelačná matica ukazovateľov okresov SR v roku 2019

Pearson Correlation Coefficients, N = 79 Prob > r under H0: Rho=0				
	Miera evidovanej nezamestnanosti	Absolventska prax	UoZ	VPM
Miera evidovanej nezamestnanosti	1.00000	-0.32111	-0.66451	0.29720
Absolventska prax	-0.32111	1.00000	0.21759	0.12000
UoZ	0.0039	0.0541	1.00000	-0.03229
VPM	-0.66451	0.21759	0.0541	1.00000
	<.0001	0.7776	0.29720	0.12000
	0.0078	0.2922	0.7776	

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Na obrázku 5 môžeme vidieť, že v redukovanej Pearsonovej korelačnej matice vyšli všetky koeficienty korelácie štatisticky nevýznamné na hladine významnosti 0,05.

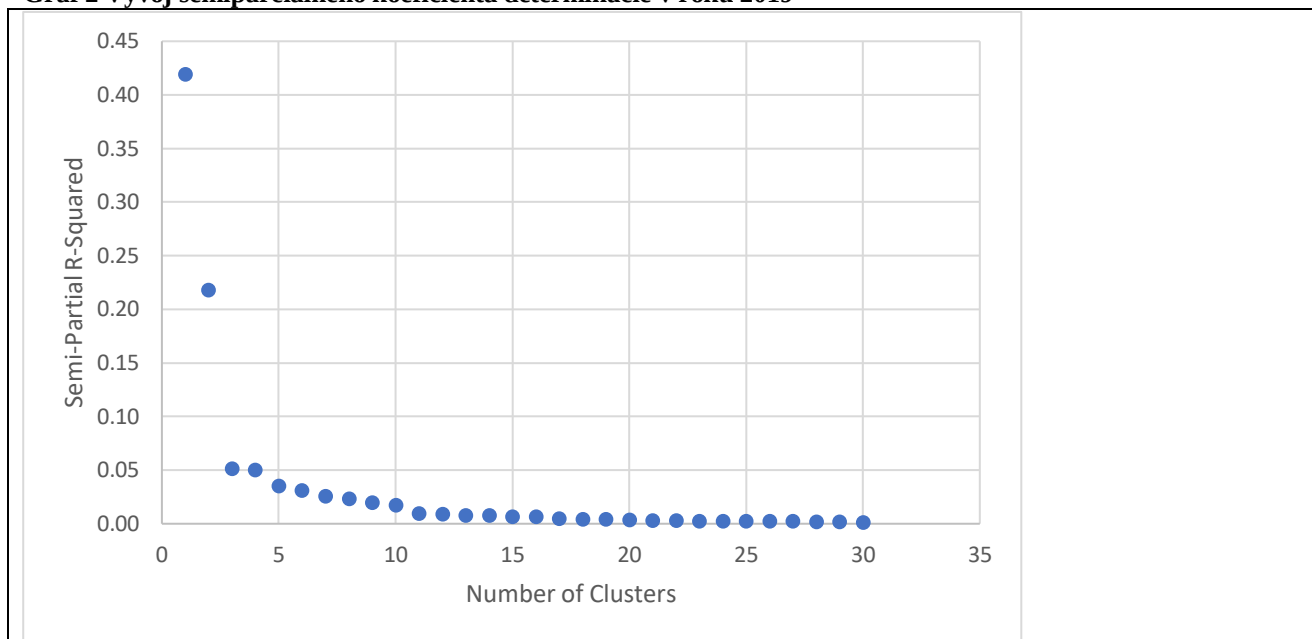
Obrázok 5 Redukovaná Pearsonova korelačná matica ukazovateľov okresov SR v roku 2019

Pearson Correlation Coefficients, N = 79 Prob > r under H0: Rho=0			
	Absolventska prax	UoZ	VPM
Absolventska prax	1.00000	0.21759	0.12000
UoZ	0.0541	1.00000	-0.03229
VPM	0.21759	0.0541	1.00000
	0.12000	-0.03229	0.7776
	0.2922	0.7776	

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Pomocou semiparciálneho koeficienta determinácie, ktorý mal dosiahnuť čo najnižšiu hodnotu, sme určili počet významných zhlukov. Na grafe 2 môžeme vidieť, že hodnota semiparciálneho koeficienta determinácie je na 5. stupni zhlukovania 0,0352. Túto hodnotu môžeme považovať za dostatočne nízku, keďže pri ostatných úrovniach dochádza už iba k minimálnemu úbytku.

Graf 2 Vývoj semiparciálneho koeficienta determinácie v roku 2019



Zdroj: vlastné spracovanie v MS Excel

Aplikáciou Wardovej metódy sme si začlenili jednotlivé okresy do konkrétnych zhlukov. Na základe obrázku 6 sme zistili, že v prvom zhluku sa nachádza 32 okresov, v druhom 21 okresov, v treťom 14 okresov a štvrtom a piatom po 6 okresov. Na vyhodnotenie výsledných zhlukov boli použité zhlukové centroidy, ktoré predstavujú priemernú úroveň príslušného ukazovateľa.

Na základe obrázku 7 sme zistili, že prvý zhluk zahŕňa okresy s najnižšou absolventskou praxou na celkový nedisponibilný počet uchádzačov o zamestnanie a zároveň najnižším počtom uchádzačov o zamestnanie VŠ podľa vzdelania na celkový počet uchádzačov o zamestnanie. Ostatné ukazovatele sa v prvom zhluku držia na strednom mieste. Do prvého zhluku patria okresy ako napr. Poprad, Skalica, Levice alebo Dunajská Streda. Ide prevažne o okresy Trnavského, Nitrianskeho, Banskobystrického a Prešovského kraja.

Druhý zhluk zahŕňa okresy s najnižším počtom voľných pracovných miest pre absolventov vzhľadom na celkový počet voľných miest. Do druhého zhluku môžeme zaradiť okresy ako napr. Pezinok, Banská Bystrica, Trnava či Žilina. Tento zhluk z veľkej časti tvoria hlavne okresy západného Slovenska (Bratislavský, Trnavský a Trenčiansky kraj).

Obrázok 6 Aplikácia zhlukovej analýzy na 79 okresov SR v roku 2019

CLUSTER=1				CLUSTER=2			
Územie	Absolventská prax	UoZ	VPM	Územie	Absolventská prax	UoZ	VPM
Dunajská Streda	0.0632	0.1199	0.0336	Malacky	0.0900	0.1570	0.0076
Senica	0.0389	0.1042	0.0299	Pezinok	0.0233	0.2683	0.0306
Skalica	0.0481	0.1220	0.0194	Senec	0.0091	0.3077	0.0163
Bánovce nad Bebravou	0.0482	0.1406	0.0250	Galanta	0.0805	0.1579	0.0131
Komárno	0.0372	0.0860	0.0319	Hlohovec	0.0310	0.1725	0.0126
Levice	0.0560	0.1097	0.0521	Piešťany	0.0429	0.2166	0.0498
Nové Zámky	0.0676	0.1341	0.0223	Trnava	0.1575	0.2359	0.0126
Bytča	0.0405	0.1117	0.0323	Ilava	0.0239	0.2044	0.0159
Čadca	0.0594	0.0951	0.0513	Nové Mesto nad Váhom	0.0622	0.1743	0.0088
Kysucké Nové Mesto	0.0132	0.1014	0.0111	Púchov	0.0625	0.1855	0.0195
Liptovský Mikuláš	0.0692	0.1307	0.0173	Trenčín	0.0984	0.2727	0.0279
Ružomberok	0.0822	0.1273	0.0484	Nitra	0.0921	0.2724	0.0151
Turčianske Teplice	0.0341	0.0909	0.0169	Šaľa	0.0643	0.1688	0.0072
Detva	0.0649	0.1204	0.0606	Zlaté Moravce	0.0677	0.1558	0.0186
Krupina	0.0500	0.0784	0.0036	Dolný Kubín	0.0545	0.1800	0.0157
Lučenec	0.0526	0.0639	0.0721	Žilina	0.0307	0.2010	0.0264
Poltár	0.0469	0.0441	0.0500	Banská Bystrica	0.0521	0.2170	0.0448
Žarnovica	0.0060	0.1120	0.0199	Zvolen	0.0731	0.2006	0.0448
Bardejov	0.0530	0.0765	0.0531	Košice II	0.1081	0.2252	0.0737
Humenné	0.0710	0.1190	0.0222	Košice III	0.0400	0.2024	0.0294
Kežmarok	0.0455	0.0347	0.0382	Košice IV	0.1589	0.2393	0.0320
Medzilaborce	0.0000	0.0509	0.0000				
Poprad	0.0428	0.1053	0.0284				
Sabinov	0.0501	0.0542	0.0303				
Vranov nad Topľou	0.0412	0.0523	0.0391				
Gelnica	0.0596	0.0268	0.0909				
Košice - okolie	0.0848	0.0641	0.0285				
Michalovce	0.0442	0.0710	0.0278				
Rožňava	0.0263	0.0402	0.0691				
Sobrance	0.0700	0.0627	0.0638				
Spišská Nová Ves	0.0723	0.0818	0.0851				
Trebišov	0.0550	0.0422	0.0420				

CLUSTER=3			
Územie	Absolventská prax	UoZ	VPM
Partizánske	0.0837	0.1194	0.1166
Topoľčany	0.0755	0.1531	0.0972
Banská Štiavnica	0.0201	0.1162	0.0700
Brezno	0.0173	0.0903	0.1667
Revúca	0.0172	0.0283	0.1541
Rimavská Sobota	0.0185	0.0243	0.1446
Veľký Krtíš	0.1147	0.0536	0.0904
Žiar nad Hronom	0.0686	0.1523	0.0763
Levoča	0.0944	0.0854	0.1250
Prešov	0.0638	0.1255	0.0950
Snina	0.0691	0.1202	0.0800
Stará Ľubovňa	0.0330	0.0940	0.1282
Stropkov	0.0261	0.0925	0.0909
Svidník	0.0286	0.0756	0.1184

CLUSTER=4			
Územie	Absolventská prax	UoZ	VPM
Myjava	0.1642	0.1146	0.1120
Považská Bystrica	0.1491	0.1793	0.0166
Prievidza	0.1070	0.1244	0.0344
Martin	0.1289	0.1834	0.0506
Námestovo	0.1625	0.1306	0.0270
Tvrdošín	0.1782	0.1427	0.0974

CLUSTER=5			
Územie	Absolventská prax	UoZ	VPM
Bratislava I	0.1212	0.5491	0.0679
Bratislava II	0.0846	0.4087	0.0478
Bratislava III	0.0000	0.4275	0.0458
Bratislava IV	0.0450	0.3991	0.1400
Bratislava V	0.0397	0.3394	0.0916
Košice I	0.1789	0.3084	0.2056

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Tretí zhluk tvoria okresy s najvyšším počtom voľných pracovných miest pre absolventov vzhľadom na celkový počet voľných miest. Do tohto zhluku patria okresy napr. Banská Štiavnica, Brezno, Levoča alebo Žiar nad Hronom. Zhluk zahŕňa okresy z Banskobystrického kraja, Prešovského kraja a jeden okres z Nitrianskeho kraja.

Štvrtý zhluk tvoria okresy s najvyššou absolventskou praxou na celkový nedisponibilný počet uchádzačov o zamestnanie. Do tohto zhluku patria okresy Myjava, Považská Bystrica, Prievidza, Martin, Námestovo a Tvrdošín. Do tohto zhluku patria niektoré okresy Trenčianskeho a Žilinského kraja.

Posledný, piaty zhluk zahŕňa okresy s najvyšším počtom uchádzačov o zamestnanie VŠ podľa vzdelania na celkový počet uchádzačov o zamestnanie. Do piateho zhluku patria všetky okresy Bratislavy a Košice I, čiže najvyspelejšie a najrozvinutejšie okresy Slovenska.

Obrázok 7 Zhukové centroidy pre rok 2019

The MEANS Procedure		
CLUSTER	Variable	Mean
1	Absolventska prax	0.0498027
	UoZ	0.0866919
	VPM	0.0380002
2	Absolventska prax	0.0677520
	UoZ	0.2102592
	VPM	0.0248752
3	Absolventska prax	0.0521847
	UoZ	0.0950445
	VPM	0.1109535
4	Absolventska prax	0.1482987
	UoZ	0.1458366
	VPM	0.0563449
5	Absolventska prax	0.0782424
	UoZ	0.4053772
	VPM	0.0997826

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Zhluková analýza pre okresy Slovenska v roku 2020

Rovnako ako pri aplikácii zhukovej analýzy v roku 2019, je dôležité najprv overiť vzájomnú nekorelovanosť premenných pomocou Pearsonovej korelačnej matice. Na zvolenej hladine významnosti 0,05 nám opäť vyšli tri koeficienty korelácie štatisticky nevýznamné (obrázok 8). Aj v roku 2020 sme z analýzy vylúčili premennú miera evidovanej nezamestnanosti, aby sme dodržali nezávislosť premenných.

Obrázok 8 Úplná Pearsonova korelačná matica ukazovateľov okresov SR v roku 2020

Pearson Correlation Coefficients, N = 79 Prob > r under H0: Rho=0				
	Miera evidovanej nezamestnanosti	Absolventska prax	UoZ	VPM
	1.00000	-0.26315	-0.66085	0.31193
Miera evidovanej nezamestnanosti		0.0191	<.0001	0.0051
Absolventska prax	-0.26315	1.00000	0.11818	0.11759
	0.0191		0.2996	0.3020
UoZ	-0.66085	0.11818	1.00000	-0.12691
	<.0001	0.2996		0.2650
VPM	0.31193	0.11759	-0.12691	1.00000
	0.0051	0.3020	0.2650	

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Na obrázku 9 môžeme vidieť, že v redukovanej Pearsonovej korelačnej matice vyšli všetky koeficienty korelácie štatisticky nevýznamné na hladine významnosti 0,05.

Obrázok 9 Redukovaná Pearsonova korelačná matica ukazovateľov okresov SR v roku 2020

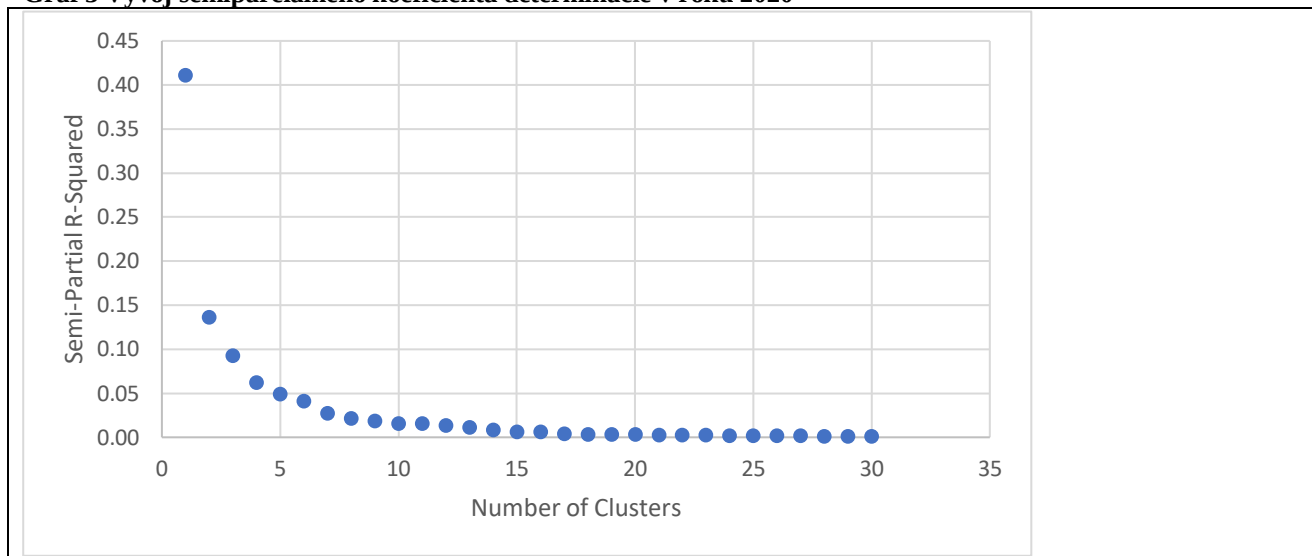
Pearson Correlation Coefficients, N = 79 Prob > r under H0: Rho=0			
	Absolventska prax	UoZ	VPM
	1.00000	0.11818	0.11759
Absolventska prax		0.2996	0.3020
	0.11818	1.00000	-0.12691
UoZ	0.2996		0.2650
	0.11759	-0.12691	1.00000
VPM	0.3020	0.2650	

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Na základe semiparciálneho koeficienta determinácie, ktorý mal dosiahnuť čo najnižšiu hodnotu, sme určili počet významných zhukov. Na grafe 3 môžeme vidieť, že hodnota semiparciálneho koeficienta

determinácie je na 5. stupni zhlukovania 0,0491. Túto hodnotu budeme považovať za dostatočne nízku, keďže pri ostatných úrovniach dochádza už iba k minimálnemu úbytku.

Graf 3 Vývoj semiparciálneho koeficienta determinácie v roku 2020



Zdroj: vlastné spracovanie v MS Excel

Opätovnou aplikáciou Wardovej metódy sme začlenili jednotlivé okresy do konkrétnych zhlukov. Na základe obrázku 10 sme zistili, že v prvom zhluku sa nachádza 13 okresov, v druhom 29 okresov, v treťom 29 okresov a štvrtom a piatom po 4 okresy. Na vyhodnotenie výsledných zhlukov boli použité zhlukové centroidy, ktoré predstavujú priemernú úroveň príslušného ukazovateľa.

Na základe obrázku 11 sme zistili, že prvý zhluk je špecifickým, keďže všetky ukazovatele sa držia na strednom mieste. Do tohto prvého zhluku patria okresy ako napr. Pezinok, Trnava, Nitra, Banská Bystrica či Žilina. Ide prevažne o okresy z Bratislavského, Trnavského a Trenčianskeho kraja a okresy zo stredného Slovenska.

Druhý zhluk zahŕňa okresy s najnižším počtom voľných pracovných miest pre absolventov vzhľadom na celkový počet voľných miest. Do druhého zhluku môžeme zaradiť okresy ako napr. Martin, Poprad, Liptovský Mikuláš, Malacky alebo Galanta. Patria sem okresy z Banskobystrického kraja, Bratislavského, Trnavského, Žilinského a niektoré okresy z Prešovského kraja.

Tretí zhluk tvoria okresy s najnižším počtom uchádzačov o zamestnanie VŠ podľa vzdelania na celkový počet uchádzačov o zamestnanie. Do tohto zhluku patria okresy napr. Komárno, Brezno, Prešov, Trebišov či Topoľčany. Zaraďujeme sem okresy najmä z Prešovského kraja, Košického a Banskobystrického kraja.

Štvrtý zhluk tvoria okresy s najvyššou absolventskou praxou na celkový nedisponibilný počet uchádzačov o zamestnanie a zároveň s najvyšším počtom voľných pracovných miest pre absolventov vzhľadom na celkový počet voľných miest. Do tohto zhluku patria okresy Košíc I - IV. Napriek veľkému počtu voľných pracovných miest veľká časť nezamestnaných vysokoškolsky vzdelaných študentov z okresu Košíc vidí svoju budúcnosť v hlavnom meste. Toto môže byť spôsobené značne tým, že veľké firmy majú svoje sídlo práve v Bratislave.

Posledný, piaty zhluk zahŕňa okresy s najvyšším počtom uchádzačov o zamestnanie VŠ podľa vzdelania na celkový počet uchádzačov o zamestnanie a najnižšou absolventskou praxou na celkový nedisponibilný počet uchádzačov o zamestnanie. Do piateho zhluku patria okresy Bratislavy I - IV. V súčasnosti sa už aj od absolventov očakáva, že pri vstupe na trh práce budú mať predchádzajúce skúsenosti. Veľká časť absolventov z týchto okresov nemá absolventskú prax, pretože pri nej dostávajú príspevok pre absolventa, ktorý nie je zárobok, ale len úhrada nákladov spojených s výkonom praxe. Absolventi namiesto absolventskej praxe rovno nastupujú do zamestnaní.

Obrázok 10 Aplikácia zhlukovej analýzy na 79 okresov SR v roku 2020

CLUSTER=1				CLUSTER=3			
Územie	Absolventská prax	UoZ	VPM	Územie	Absolventská prax	UoZ	VPM
Bratislava V	0.0325	0.3046	0.1200	Dunajská Streda	0.0714	0.0916	0.0761
Pezinok	0.0196	0.2334	0.0322	Myjava	0.0536	0.1246	0.0993
Senec	0.0154	0.2774	0.0153	Partizánske	0.1099	0.1130	0.1345
Hlohovec	0.0588	0.1615	0.0106	Púchov	0.0891	0.1525	0.0765
Piešťany	0.0235	0.1742	0.0347	Komárno	0.0626	0.0743	0.0344
Trnava	0.0870	0.2035	0.0180	Levice	0.0642	0.1134	0.0778
Ilava	0.0467	0.1855	0.0409	Topoľčany	0.0606	0.1152	0.1623
Trenčín	0.1382	0.2254	0.0382	Čadca	0.0718	0.0942	0.0588
Nitra	0.0746	0.2507	0.0165	Ružomberok	0.1124	0.1195	0.1107
Dolný Kubín	0.0446	0.1497	0.0294	Tvrdošín	0.0769	0.1326	0.0758
Žilina	0.0522	0.1814	0.0359	Brezno	0.0211	0.0857	0.0943
Banská Bystrica	0.0634	0.1985	0.0459	Lučenec	0.0789	0.0587	0.0852
Zvolen	0.0597	0.1964	0.0497	Poltár	0.0611	0.0459	0.1053
CLUSTER=2				Revúca	0.0172	0.0290	0.1751
Územie	Absolventská prax	UoZ	VPM	Veľký Krtíš	0.0709	0.0556	0.1290
Malacky	0.0221	0.1443	0.0127	Ziar nad Hronom	0.0550	0.1271	0.0819
Galanta	0.0894	0.1298	0.0208	Bardejov	0.0710	0.0796	0.0883
Senica	0.0282	0.0983	0.0278	Kežmarok	0.0163	0.0427	0.0987
Skalica	0.0233	0.1204	0.0072	Levoča	0.0955	0.0813	0.1860
Bánovce nad Bebravou	0.0431	0.1257	0.0136	Prešov	0.1000	0.1306	0.0531
Nové Mesto nad Váhom	0.1250	0.1376	0.0150	Sabinov	0.0889	0.0499	0.0522
Považská Bystrica	0.0890	0.1481	0.0159	Stará Ľubovňa	0.0561	0.0848	0.1231
Prievidza	0.0793	0.1209	0.0194	Svidník	0.0044	0.0730	0.2069
Nové Zámky	0.1094	0.1236	0.0190	Vranov nad Topľou	0.0550	0.0612	0.0567
Šaľa	0.0965	0.1250	0.0030	Košice - okolie	0.0779	0.0700	0.0456
Zlaté Moravce	0.1090	0.1575	0.0176	Rožňava	0.0283	0.0464	0.2078
Bytča	0.0286	0.1106	0.0104	Sobrance	0.1075	0.0615	0.0571
Kysucké Nové Mesto	0.0299	0.0947	0.0062	Špišská Nová Ves	0.0708	0.0854	0.0404
Liptovský Mikuláš	0.0485	0.1176	0.0328	Trebišov	0.0612	0.0435	0.0461
Martin	0.1056	0.1586	0.0313				
Námestovo	0.0702	0.1152	0.0366				
Turčianske Teplice	0.1429	0.0969	0.0294				
Banská Štiavnica	0.0375	0.1073	0.0559				
Detva	0.0569	0.1035	0.0330				
Krupina	0.0476	0.0657	0.0059				
Rimavská Sobota	0.0462	0.0247	0.0328				
Žarnovica	0.0101	0.1044	0.0299				
Humenné	0.0563	0.1222	0.0563				
Medzilaborce	0.0000	0.0623	0.0000				
Poprad	0.0527	0.1129	0.0582				
Snina	0.0533	0.1083	0.0429				
Stropkov	0.0230	0.0914	0.0556				
Gelnica	0.0278	0.0341	0.0263				
Michalovce	0.0309	0.0709	0.0343				
CLUSTER=4							
Územie	Absolventská prax	UoZ	VPM				
Košice I	0.1720	0.2937	0.1095				
Košice II	0.1864	0.2043	0.1228				
Košice III	0.1739	0.1879	0.1020				
Košice IV	0.1477	0.2267	0.1034				
CLUSTER=5							
Územie	Absolventská prax	UoZ	VPM				
Bratislava I	0.0667	0.4962	0.1069				
Bratislava II	0.0392	0.3425	0.0361				
Bratislava III	0.0370	0.4018	0.0194				
Bratislava IV	0.0116	0.3830	0.0200				

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

Obrázok 11 Zhukové centroidy pre rok 2020

The MEANS Procedure		
CLUSTER	Variable	Mean
1	Absolventská prax	0.0550989
	UoZ	0.2109372
	VPM	0.0374926
2	Absolventská prax	0.0580077
	UoZ	0.1080209
	VPM	0.0258527
3	Absolventská prax	0.0658545
	UoZ	0.0842316
	VPM	0.0978929
4	Absolventská prax	0.1700139
	UoZ	0.2281506
	VPM	0.1094253
5	Absolventská prax	0.0386368
	UoZ	0.4058575
	VPM	0.0456151

Zdroj: vlastné spracovanie v SAS Enterprise Guide

V prvom zhluku v roku 2019 sa nachádzajú okresy s najnižšou absolventskou praxou a zároveň najnižším počtom uchádzačov o zamestnanie VŠ, zatiaľ čo v prvom zhluku v roku 2020 sú všetky okresy na stredných pričkach. Veľká časť okresov z prvého zhluku 2019 sa v roku 2020 presunula do tretieho zhluku, ktorý charakterizuje najnižší počet uchádzačov o zamestnanie VŠ. Do tejto časti okresov môžeme zaradiť – Komárno, Levice, Čadcu, Ružomberok, Lučenec, Poltár, Bardejov, Kežmarok, Sabinov, Vranov nad Topľou, Košice – okolie, Rožňavu, Sobrance, Spišskú Novú Ves a Trebišov. Tento presun bol spôsobený zvýšeným nárastom absolventskej praxe v daných okresoch.

Druhý zhluk v roku 2019 aj v roku 2020 zahŕňa okresy s najnižším počtom voľných pracovných miest pre absolventov. V tomto zhluku zostali rovnaké len 4 okresy – Malacky, Galanta, Nové Mesto nad Váhom a Šaľa. Veľká časť okresov z prvého zhluku v roku 2019 prešla do druhého v roku 2020. Tieto okresy v roku 2019 mali najnižšiu absolventskú prax a najnižší počet uchádzačov o zamestnanie a v roku 2020 mali len najnižší počet voľných pracovných miest. Medzi tieto okresy patria z väčšej časti okresy stredného Slovenska ako napr. Bytča, Kysucké Nové Mesto, Liptovský Mikuláš, Turčianske Teplice, Detva či Krupina. Opäť môžeme vidieť, že sa za posledný rok zvýšil podiel absolventov s absolventkou praxou v týchto okresoch.

Tretí zhluk v roku 2019 mal najvyšší počet voľných pracovných miest pre absolventov, zatiaľ čo tretí zhluk v roku 2020 mal najnižší počet uchádzačov o zamestnanie. I keď rozdiel medzi zhlukmi je jednoznačný, 10 okresov nezmenilo svoju pozíciu a zostalo v treťom zhluku. Z týchto okresov sa polovica nachádza v Prešovskom kraji.

Jeden z najväčších rozdielov môžeme pozorovať pri presune zo štvrtého zhluku v roku 2019 do druhého zhluku v roku 2020. V roku 2019 mali tieto okresy najvyššiu absolventskú prax, zatiaľ čo v roku 2020 mali najnižší počet voľných pracovných miest pre absolventov. Do tohto popisu spadajú 4 okresy – Považská Bystrica, Prievidza, Martin a Námestovo. Špecifickými okresmi sú Košice II – IV, ktoré sa v roku 2019 nachádzali v druhom zhluku, ale v roku 2020 prešli do štvrtého. Košice II – IV v roku 2019 mali najnižší počet voľných pracovných miest, avšak v roku 2020 boli presným opakom a zaradili sa medzi okresy s najvyšším počtom voľných pracovných miest a s najvyššou absolventskou praxou. Napriek tomu, že počet voľných pracovných miest v Košiciach kolíše, za posledný rok sú na vzostupe pracovné miesta z oblasti obchodu, ekonomiky, informačných technológií a manažmentu.

Druhý veľký rozdiel môžeme pozorovať pri presunu okresov z tretieho do druhého zhluku. Tieto okresy v roku 2019 mali najvyšší počet voľných pracovných miest, avšak v roku 2020 sa obrátili o 180 stupňov a zaradili sa medzi okresy s najnižším počtom voľných pracovných miest. Medzi tieto okresy patria Banská Štiavnica, Rimavská Sobota, Snina a Stropkov. Obrat bol spôsobený vysokou nezamestnanosťou v týchto okresoch, ktorá sa za posledný rok ešte viac prehĺbila.

Svoju pozíciu v rámci zhlukov nezmenili okresy Bratislavy I – IV. V oboch analýzach spadajú do piateho zhluku s najvyšším počtom uchádzačov o zamestnanie. Svoju pozíciu zmenil len okres Bratislava V, ktorý prešiel z piateho zhluku do prvého, t. j. z najvyššieho počtu uchádzačov o zamestnanie prešiel tento okres na strednú priečku v rámci všetkých ukazovateľov.

Koronakríza sa podpísala na vzostupe nezamestnanosti absolventov v niekoľkých okresoch. Na druhej strane pri porovnávaní pred koronakrízou a po nej, mnoho okresov zvýšilo počet absolventov s absolventskou praxou.

Za najlepšie zhluky v roku 2019 môžeme jednoznačne považovať všetky zhluky, ktoré mali najvyššie počty daných ukazovateľov – tretí, štvrtý a piaty. Zatiaľ čo v roku 2020 sú najlepšimi zhlukmi len štvrtý a piaty. Aj pri porovnávaní zhlukových analýz je jednoznačné, že najlepšie okresy sú Bratislava a Košice. Na druhej strane najhoršími okresmi sú naďalej okresy Prešovského kraja.

IV. Záver

Zhluková analýza bola vykonaná s použitím Wardovej metódy, pričom analýzu sme aplikovali na troch relatívnych ukazovateľoch: voľné pracovné miesta podľa požadovaného vzdelania prepočítané

na celkový počet voľných pracovných miest, absolventská prax prepočítaná na celkový nedisponibilný počet uchádzačov o zamestnanie a uchádzači o zamestnanie s vysokoškolským vzdelaním prepočítaní na celkových uchádzačov o zamestnanie. S využitím zhlukovej analýzy sme zistili, ako sa koronakríza podpísala na vzostupe nezamestnanosti absolventov v okresoch Slovenska. Pätnásť okresov, ktoré v roku 2019 mali najnižšiu absolventskú prax a zároveň najnižší počet uchádzačov o zamestnanie VŠ, sa v roku 2020 presunuli do zhluku, ktorý mal už len charakteristiku najnižšieho počtu uchádzačov o zamestnanie VŠ. Okresy Malacky, Galanta, Nové Mesto nad Váhom a Šaľa nezmenili svoju pozíciu v rámci druhého zhluku v roku 2019, ktorý mal rovnakú charakteristiku aj v roku 2020 – najnižší počet voľných pracovných miest. Veľká časť okresov prešla v roku 2019 z najnižšej absolventskej praxe a najnižšieho počtu uchádzačov o zamestnanie na najnižší počet voľných pracovných miest v roku 2020. Medzi tieto okresy zaraďujeme predovšetkým okresy stredného Slovenska. Tento nárast môžeme pripísať zvýšenému podielu počtu absolventov s absolventskou praxou. Polovica okresov v Prešovskom kraji v roku 2019 mala najvyšší počet voľných pracovných miest pre absolventov, zatiaľ čo v roku 2020 mali tieto okresy najnižší počet uchádzačov o zamestnanie.

Prvý veľký rozdiel sme spozorovali pre okresy Považská Bystrica, Prievidza, Martin a Námestovo, ktoré v roku 2019 mali najvyššiu absolventskú prax a v roku 2020 sa ocitli medzi okresmi s najnižším počtom voľných pracovných miest pre absolventov. Košice II – IV patrili v roku 2019 medzi okresy s najnižším počtom voľných pracovných miest, avšak v roku 2020 sa zaradili k okresom s najvyšším počtom voľných pracovných miest a zároveň s najvyššou absolventskou praxou. Napriek tomu, že počet voľných pracovných miest v Košiciach kolíše, za posledný rok sú na vzostupe pracovné miesta z oblasti obchodu, ekonomiky, informačných technológií a manažmentu.

Druhý veľký rozdiel sme videli pri okresoch Banská Štiavnica, Rimavská Sobota, Snina a Stropkov, ktoré v roku 2019 mali najvyšší počet voľných pracovných miest a v roku 2020 sa zaradili medzi okresy s najnižším počtom voľných pracovných miest. Obrat bol spôsobený vysokou nezamestnanosťou v týchto okresoch, ktorá sa za posledný rok ešte viac prehĺbila. Okresy Bratislava I – IV v oboch analýzach patrili k okresom s najvyšším počtom uchádzačov o zamestnanie. Okres Bratislava V patrila v roku 2019 ku skupine okresov s najvyšším počtom uchádzačov o zamestnanie. V roku 2020 sa zaradila medzi okresy na stredných priečkach v rámci všetkých ukazovateľov.

Nielen ekonomická kríza, ale aj koronavírus stavia absolventov škôl na trh práce do pozície „ťažko integrovaných novo vstupujúcich“ uchádzačov o zamestnanie. Rast nezamestnanosti absolventov vysokých škôl, prehĺbovanie štrukturálneho nesúladu medzi dopytom po kvalifikačných požiadavkách a ponukou práce pre absolventov vyvoláva tlak na všetky krajiny EÚ k tomu, aby uskutočnili reformné kroky a prijímali nové inovatívne opatrenia v oblasti vzdelávania.

Oznam

Tento príspevok vznikol v rámci riešenia projektov VEGA 1/0561/21 „Vplyv krízy COVID-19 na demografiu podnikov a zamestnanosť v SR a EÚ“ a VEGA 1/0193/20 „Vplyv priestorových spillover efektov na inovačné aktivity a rozvoj regiónov EÚ“.

Literatúra

- Khattree, R., Naik, N. D. (2000). *Multivariate Data Reduction and Discrimination With SAS Software*. USA: John Wiley & Sons.
- Kubanová, J. (2004). *Statistické metódy pre ekonomickú a technickú prax*. Bratislava: Statist.
- Meloun, M., Militký, J. (2004). *Statistická analýza experimentálnych dát*. Praha: Academia.
- Řezánková, H., Húsek, D., Snášel, V. (2009). *Shluková analýza dat*. Praha: Professional Publishing.
- Sneath, P. H., Sokal, R. R. (1973). *Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification* (2nd ed.). USA: W.H. Freeman & Co.

Trebuňa, P. Halčinová, J. (2011). *Grafická interpretácia zhlukovej analýzy a výber počtu významných zhlukov*. Dostupné z <https://www.sjf.tuke.sk/umpadi/taipvpp/2011/index.files/clanky/Jana%20Halcinova%20Peter%20Trebuňa%20Graficka.pdf>.

Trebuňa, P., Halčinová, J. (2009). *Podstata nehierarchických metód zhlukovej analýzy*. Dostupné z <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/23-2012/pdf/138-140.pdf>.

Trebuňa, P., Halčinová, J. (2010). *Princípy zhlukovej analýzy*. Dostupné z https://www.sjf.tuke.sk/umpadi/taipvpp/2010/index.files/clanky%20PDF/TREBUNA_HALCINOV A.pdf.

Ústredie, práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky. (2021). *Štatistiky: Nezamestnanosť absolventov*. Dostupné z https://www.upsvr.gov.sk/statistiky/nezamestnanost-absolventi-statistiky.html?page_id=1252.

Vojtková, M., Stankovičová, I. (2020). *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami v softvéri SAS*. Bratislava: Letra Edu.

Wilks, D. (2011). *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. USA: Academic Press.