
Analýza testovania dosiahnutého vzdelania na Slovensku

Daniela Sivašová¹

Abstrakt

Vzdelanie v dnešnej dobe patrí medzi najlepšiu investíciu do života človeka a preto táto téma je stále stredobodom záujmu celej spoločnosti. Obsahom príspevku je analyzovanie testovania úspešnosti výsledku maturitných skúšok z matematiky a vybraných jazykov na jednotlivých sledovaných školách okresov Slovenskej republiky pomocou viacrozmerných štatistických metód. Hlavným zámerom je posúdenie posunu úspešnosti týchto vybraných maturitných predmetov v roku 2015 a 2017.

Kľúčové slová

zhluková analýza, viacrozmerná štatistické metódy, vzdelanie, školstvo,

Abstract

Education today is one of the best investments in human life and therefore this topic is still the center of interest of the whole society. The content of the paper is to analyze the testing of the results of matura exams in mathematics and selected languages at individual monitored schools in the districts. Of the Slovak Republic using multivariate statistical methods. The main aim is to assess the shift of success of these selected school-leaving examinations in 2015 and 2017.

Key words

Cluster analysis, Multivariate statistical methods, education, school system,

JEL classification

C38, J17

1 Úvod

Vzdelanie nielen na Slovensku, ale v celej vyspelej civilizačnej spoločnosti, predstavuje nesmierne veľkú hodnotu, ktorú môže jedinec svojou usilovnosťou získať. Získanie tejto hodnoty prináša človeku poznanie pravdy, dáva mu určitú slobodu a formuje celkovú jeho osobnosť. Podieľa sa tiež na rozvoji jeho kritického myslenia, kreativity a malo by ho viesť k určitému racionálnemu správaniu. Vo všetkých štátoch Európskej únie, ale aj vo svete, sa monitorovaniu a koordinovaniu vzdelávacích aktivít venuje množstvo inštitúcií. Jednou z najväčších organizácií na monitorovanie vzdelávania vo svete je organizácia UNESCO, ktorá je špecializovanou agentúrou OSN so sídlom v Ríme. Jej hlavnými úlohami sú rozvoj vzdelanosti, budovanie medzikultúrneho porozumenia, podporovanie vedeckej spolupráce a ochrana slobody prejavu. Pre štatistické účely táto organizácia vedie databázu MONEE, ktorá obsahuje základné ukazovatele vzdelania. (LUBYOVÁ, SODOMOVÁ; 2016) V samotnej Európskej únii dominuje Európsky vzdelávací fond – ETP a CEDEFOP. ETP sa zaoberá sledovaním stredného odborného vzdelania a celoživotného vzdelávania v krajinách tzv. Európskeho partnerstva. CEDEFOP sa zaoberá pozorovaním stredného odborného vzdelávania v členských štátoch Európskej únie.

¹ Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra štatistiky, Dolnozemska cesta 1/b, 852 35 Bratislava, daniela.sivasova@euba.sk.

Na Slovensku najvýznamnejším ústavom na pozorovanie vzdelávania je Národný ústav certifikovaných meraní vzdelávania (NÚCEM). Ide o štátnu rozpočtovú organizáciu zriadenú Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky (MŠVVaŠ) s právnou subjektivitou. Hlavnou úlohou ústavu je sledovanie napĺňania úloh v oblasti výsledkov vzdelávania, výskumu a vývoja v oblasti merania a hodnotenia kvality vzdelávania na základných a stredných školách na úrovni štátnych vzdelávacích programov (Zákon 245/2008 Z. z.). Úlohou ústavu je tiež zabezpečovanie a koordinovanie úloh v regionálnom školstve. Vytvára koncepčné úlohy a výskumy súvisiace s meraním výsledkov vzdelávania a hodnotenia kvality, realizuje výskumné a vývojové činnosti v oblasti kvality a vyhodnocovania vzdelania, externé testovania žiakov na základných a stredných školách podľa vzdelávacích noriem a certifikované meranie vzdelávania. Venuje sa aj medzinárodným meraniam podľa programov, do ktorých sa zapája Slovenská republika, čo vytvára potenciál pre väčšie množstvo činností. Ústav okrem iného zaisťuje internú a externú časť maturitnej skúšky, ktorá je sprostredkovaná písomne. Maturitná skúška má *externú a internú časť*, ktorá sa pri vyučovacích jazykoch delí na písomnú a ústnu formu. Ústna forma internej časti maturitnej skúšky je zabezpečovaná individuálne, každou strednou školou. Cieľom písomnej skúšky je zistiť zručnosti a kompetencie, ktoré je nemožné získať ústnou formou. Príkladom môže byť počúvanie a čítanie s porozumením, gramatické schopnosti, prezentácia vlastného prejavu písomnou formou a matematická gramotnosť v rámci maturitnej skúšky z matematiky. (NÚCEM; 2008) Výsledky maturitných skúšok indikujú gramotnosť a úroveň slovenského stredoškolského vzdelávania. Príspevok sa zaoberá porovnaním takto získaných údajov z predmetov matematika a vybraných údajov z cudzích jazykov za dva roky (2015 a 2017), a to pomocou viacrozmerých štatistických metód v programe SAS Enterprise Guide. Hlavnou snahou je porovnať, či nastal posun úspešnosti vo vybraných maturitných predmetoch za sledované roky, ktorých údaje sú zatiaľ k dispozícii.

2 Zhluková analýza

Zhluková analýza predstavuje rozsiahlu škálu techník na štatistickom a matematickom základe. Jej primárnym cieľom je nájsť také skupiny objektov, v ktorých sú zaradené objekty s obdobnými vlastnosťami. Fundamentálna zásada zhlukovej analýzy spočíva v jednoznačnom začlenení skúmaného objektu do jedného zo zhlukov. „Ak by sme vytvorili tabuľku, v ktorej by riadky predstavovali jednotlivé objekty a stĺpce jednotlivé zhluky, potom by tabuľka obsahovala iba hodnoty 1 (objekt je zaradený do daného zhluku) a 0 (objekt do zhluku nie je zaradený), resp. „+“ a „-“. Pritom hodnota 1 (resp. „+“) by sa v určitom riadku vyskytovala práve jedenkrát. Toto zhlukovanie sa nazýva pevné (objekt je buď zaradený alebo nezaradený) a disjunktné (objekt je zaradený práve do jedného zhluku).“ Účelom zhlukovej analýzy je vytvoriť model, ktorý bude automaticky klasifikovať objekty do zhlukových centroidov len na základe ich vlastností. Je preto veľmi dôležité v prvej fáze vybrať take premenné, ktoré presne vystihujú vlastnosti analyzovaných premenných. Výstupom zhlukovania sú samotné zhluky, respektíve skupiny objektov. (ŘEZÁNKOVÁ, HÚSEK, SNÁŠEL; 2009)

Miery podobnosti

Ďalšou etapou zhlukovania, po fáze prípravy a analýzy dát, je rozhodnutie o spôsobe posudzovania podobnosti objektov v zhluku. Medzi miery podobnosti zaraďujeme miery vzdialenosti, korelačný koeficient, asociačné miery, pravdepodobnostné miery podobnosti. V predloženom príspevku sa venujem hlavne mieram vzdialeností, konkrétne s Euklidovskou vzdialenosťou, preto sa prioritne pozornosť zameriava na túto vzdialenosť.

Euklidovská vzdialenosť

Pre aplikovateľnosť Euklidovskej vzdialenosti a jej neskreslenosť je nevyhnutný predpoklad nezávislosti analyzovaných premenných. Jej výhodou je jednoduchosť výpočtu: (HEBÁK, P. a kolektív; 2005)

$$D_E(x_i, x_{i'}) = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{i'j})^2}$$

Pričom: x_{ij} – hodnota i -tej premennej pre j -tý objekt, $x_{i'j}$ – hodnota i' -tej premennej pre j -ty objekt.

Pre overenie základnej podmienky Euklidovskej vzdialenosti o nezávislosti analyzovaných dát, sa využíva výberová korelačná matica vysvetľujúcich premenných. Daná matica obsahuje na svojej diagonále jednotky ($r_{x_j x_j} = 1$) a v s -tom stĺpci a r -tom riadku párové koeficienty korelácie: (ŠOLTES; 2008)

$$r_{x_r, x_s} = \frac{COV x_r x_s}{s_{x_r} * s_{x_s}}$$

Pričom: $COV x_r x_s$ – kovariancia (výberová) medzi premennými x_r a x_s , s_{x_r} (s_{x_s}) – výberová štandardná odchýlka premennej x_r (x_s).

Výberový párový koeficient korelácie kvantifikuje vzájomnú závislosť (lineárnu) medzi dvomi premennými. Nadobúda hodnoty z intervalu $< -1, 1 >$. Párový koeficient korelácie rovný nule reprezentuje nezávislosť medzi premennými. Ak sú jeho hodnoty vyššie (nižšie) ako nula, hovoríme o sile závislosti (čím bližšie k 1, resp. -1, tým silnejšia je závislosť). Jeho záporná hodnota hovorí o smere zápornej závislosti, konkrétne ide o nepriamu lineárnu závislosť. Naopak, kladná hodnota koeficienta predstavuje priamu lineárnu závislosť medzi premennými.

2.1 Zhlukovacie metódy v demografii a sociálnej štatistike

Zhlukovacia analýza poskytuje množstvo metód, pomocou ktorých vznikajú modely na vytváranie zhlukových centroidov. Novovzniknuté centroidy môžu vzniknúť pomocou hierarchického (na začiatku analýzy nie je potrebné poznať počet zhlukov, využívajú sa na analýzu menších výberov) a nehierarchického postupu (nevyhnutnosť poznať počet zhlukov pred začatím zhlukovania, predstavujú iteračné postupy – v každom ďalšom kroku sa zlepšujú). Na zhlukovanie v tomto príspevku sa využíva Wardova metóda, ktorá patrí medzi najpoužívanejšie hierarchické postupy. Wardova metóda je postavená na princípe zachovania minimálneho nárastu miery homogenity, veľmi dobre eliminuje zhluky nepatrnej veľkosti. „Spájajú sa zhluky, u ktorých je prírastok celkového vnútroskupinového súčtu štvorcov odchýlok jednotlivých hodnôt od zhlukového priemeru minimálny.“ Vnútroskupinová homogenita sa vypočíta: (STANKOVIČOVÁ a VOJTKOVÁ; 2007)

$$ESS = \sum_{i=1}^{n_h} \sum_{h=1}^q (x_{hi} - \bar{x}_{ch})^2$$

Pričom: \bar{x}_{ch} – vektor priemerov hodnôt znaku v zhluku, x_{hi} – vektor hodnôt znaku i -tého objektu v zhluku, n_h – počet objektov v zhluku.

2.2 Výber vhodného počtu zhlukov

Výber optimálneho počtu zhlukov má zásadný vplyv na klasifikáciu objektov v zhlukovacom modeli a zároveň na interpretáciu výsledkov analýzy. Existuje viacero spôsobov:

- grafická analýza (dendrogram) – znázorňuje celý proces zhlukovania premenných na jednotlivých zhlukovacích úrovniach,
- určenie počtu zhlukov podľa subjektívneho názoru analytika,
- charakteristiky kvality zhlukovania – štandardná odchýlka, vzdialenosť zhlukov, koeficient determinácie (RSQ), semiparciálny koeficient determinácie (SPRSQ).

Koeficient determinácie (RSQ) – predstavuje podiel:

$$RSQ = \frac{\text{medziskupinová variabilita}}{\text{celková variabilita}}$$

Najčastejšie sa využíva pri hierarchických zhlukovacích postupoch. Nižšia hodnota tohto koeficienta predstavuje nízku medziskupinovú variabilitu, naopak vyššia hodnota znamená, že zhluky sú homogénne. Nadobúda hodnoty od 0 do 1.

Semiparciálny koeficient determinácie (SPRSQ) – predstavuje podiel:

$$SPRSQ = \frac{\text{vnútro skupinová variabilita}_1 - \text{vnútro skupinová variabilita}_2}{\text{celková variabilita}}$$

SPRSQ predstavuje úbytok hodnoty RSQ v dôsledku zlúčenia dvoch zhlukov dohromady. Rozdiel v čitateli reprezentuje úbytok homogenity pred a po vytvorení zhluku. Malá zmena homogenity znamená, že zlúčením dvoch zhlukov sa vnútro skupinová variabilita príliš nezmenila, boli spojené obdobné skupiny. Nadobúda hodnoty z intervalu $\langle 0;1 \rangle$.

3 Vstupné ukazovatele použité na analýzu

Dnešné nastavenie maturitnej skúšky na Slovensku prešlo niekoľkými zmenami počas posledných dvadsiatich rokov. V rokoch 2000 – 2004 Štátny pedagogický ústav vykonával testovanie maturantov pod názvom MONITOR a v roku 2004 sa pridala nová koncepcia skúšky cudzích jazykov a matematiky. Od roku 2008 prebral Národný ústav certifikovaných meraní vzdelávania (NÚCEM) všetky zodpovednosti spojené s maturitnými skúškami. V roku 2018 sa uskutočnila modelová on-line maturitná skúška na niekoľkých vybraných školách. Týmto medzníkom sa Slovenská republika dostala medzi krajiny s on-line testovaním a ďalej postupne modernizuje svoj školský systém a testovanie vedomostí žiakov. V uvedenom príspevku sú využité dáta o maturitnej skúške zo všetkých stredných škôl, ktoré sú rozdelené podľa okresov Slovenskej republiky a sú získané zo súboru Núcem a Datacube. Do analýzy vstúpil každý údaj, ktorý je označený nasledovne:

- *Okres* – Názov okresu
- *Uspes_Mat* – Úspešnosť maturitnej skúšky z matematiky v priemere za okres (v %)
- *N_Skol_Mat* – Priemerný počet škôl, ktoré sa participovali v skúške z matematiky v okrese
- *Uspes_SlovMat* – Úspešnosť maturitnej skúšky zo slovenského jazyka a literatúry v priemere za okres (v %)
- *N_Skol_Slov* – Priemerný počet škôl, ktoré sa participovali v skúške zo slovenského jazyka v okrese
- *.N_ZS_Iaz9roc* – Priemerný počet základných škôl v okrese na desaťtisíc obyvateľov
- *N_GymNaObyv* – Počet gymnázií v okrese na desaťtisíc obyvateľov
- *N_Ziak_Gym* – Počet žiakov študujúcich na gymnáziu v okrese
- *N_SOSNaObyv* – Počet stredných odborných škôl v okrese na desaťtisíc obyvateľov.

3.1 Zhluková analýza vybraných ukazovateľov vzdelania pre rok 2015 podľa okresov

Podmienkou toho, aby sme mohli využiť zhlukovú analýzu, je overenie podmienky nezávislosti koeficienta korelácie vybraných premenných. Pomocou funkcie *Multivariate* sme dostali Pearsonovu korelačnú maticu, v ktorej boli zrejme závislosti, resp. korelácie medzi vybranými ukazovateľmi analýzy. Silnú lineárnu závislosť sme postrehli medzi premennými počet škôl participujúcich sa na maturite z matematiky a počtom žiakov na gymnáziách, kde hodnota Pearsonovho koeficienta bola 0,89. Ďalšie silné lineárne závislosti boli zaznamenané pre premennú počet škôl participujúcich na maturite z anglického jazyka B2, ktorá závisela od počtu škôl participujúcich na maturite z matematiky, od počtu škôl participujúcich sa na maturite zo slovenského jazyka a počtu žiakov gymnázií. Dôvodom závislostí by mohlo byť to, že rovnaké počty škôl, resp. žiakov participovali na maturitných skúškach. Testovaním na hladine významnosti 0,05 sa potvrdilo, že koeficienty korelácie v Pearsonovej korelačnej matici sú vo väčšine prípadov štatisticky významné, a to je nežiadúcim javom. Tieto ukazovatele nie sú vhodné na vstup do zhlukovej analýzy. Tento nežiaduci jav sa dá riešiť transformáciou vstupných premenných na hlavné nezávislé komponenty. Na transformáciu pôvodných premenných bola využitá miera KMO – Kaiser's Measure of Sampling Adequacy, miera homogenity premenných, ktorá zohľadňuje všetky možné kombinácie, a čím viac sa blíži k hodnote 1, tým je vhodnejšia. S využitím faktorovej analýzy bola urobená transformácia hlavného vektora s použitím metódy hlavných komponentov. Tieto pretransformované premenné by mali byť navzájom nezávislé a sú lineárnou kombináciou pôvodných premenných. Miera KMO umožnila posúdiť vhodnosť týchto premenných s rotáciou komponentových saturácií. Celková hodnota miery KMO je 0,7229 a hovorí o tom, že premenné, ktoré sme si zvolili sú vhodné na transformáciu, resp. faktorovú analýzu.

Tab. 1: Miera KMO

| Kaiser's Measure of Sampling Adequacy: Overall MSA = 0.72299134 | | | | | | | | | |
|---|----------------|----------------|---------------|-----------|----------------|----------|-----------|---------------|----------------|
| Uspes_A NJB2 | N_Skol_ ANJ | N_Skol_ MAT | UspesS LOV | N_S OS | N_SkolS LOV | N_ ZS | N_G YM | Uspes_ MAT | N_Ziak_ Gym |
| 0.70 | 0.81 | 0.87 | 0.45 | 0.47 | 0.74 | 0.76 | 0.50 | 0.62 | 0.83 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

V tabuľke sú vyznačené nevyhovujúce hodnoty. Tieto hodnoty patria premenným priemerná úspešnosť maturitnej skúšky zo Slovenského jazyka a priemerný počet stredných odborných škôl na desaťtisíc obyvateľov. Obe premenné sa vyradili, nakoľko sú menšie ako hodnota 0,5 a táto hodnota je nevyhovujúca.

Tab. 2: Miera KMO s odstránenými premennými

| Kaiser's Measure of Sampling Adequacy: Overall MSA = 0.85055870 | | | | | | | |
|---|----------------|----------------|--------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Uspes_AN JB2 | N_Skol_ ANJ | N_Skol_ MAT | N_Skol_Slov MAT | N_ZSnaO byv | N_GYMna Obyv | Uspes_M AT | N_Ziak_ Gym |
| 0.82 | 0.89 | 0.85 | 0.87 | 0.82 | 0.77 | 0.54 | 0.87 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

Po odstránení týchto dvoch premenných boli ostatné analyzované premenné vhodné pre ďalšiu analýzu. Pomocou výpočtu vlastných čísel uvedených v nasledujúcej tabuľke sme rozhodli o počte štatisticky významných komponentoch, resp. faktoroch. Vybrali sme si štyri hlavné komponenty, nakoľko vysvetľujú 88,66 % celkovej variability pôvodnej zložky, čo je postačujúce.

Tab. 3: Vlastné čísla matice

| Eigenvalues of the Correlation Matrix: | | | | |
|--|------------|------------|------------|---------------|
| Total = 8 Average = 1 | | | | |
| | Eigenvalue | Difference | Proportion | Cumulative |
| 1 | 4.26 | 3.10 | 0.53 | 0.53 |
| 2 | 1.16 | 0.22 | 0.15 | 0.68 |
| 3 | 0.94 | 0.22 | 0.12 | 0.80 |
| 4 | 0.73 | 0.08 | 0.09 | 0.8866 |
| 5 | 0.64 | 0.52 | 0.08 | 0.97 |
| 6 | 0.12 | 0.04 | 0.01 | 0.98 |
| 7 | 0.08 | 0.01 | 0.01 | 0.99 |
| 8 | 0.07 | | 0.01 | 1.00 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

Prvý faktor vysvetľuje 53 % variability, druhý vysvetľuje 15 % variability, tretí vysvetľuje 12 % a štvrtý vysvetľuje 9 % z celkovej variability.

V tabuľke č. 4 sú kvôli lepšej interpretácii zoradené faktorové váhy. Predstavujú kovarianciu medzi vygenerovanými faktormi a vybranými ukazovateľmi.

Tab. 4: Faktorové váhy pred rotáciou

| Factor Pattern | | | | |
|----------------|-------------|-------------|--------------|---------|
| | Factor1 | Factor2 | Factor3 | Factor4 |
| N_Skol_MAT | 0.95 | -0.04 | 0.21 | -0.05 |
| N_Skol_SlovMAT | 0.95 | -0.10 | 0.14 | -0.06 |
| N_Ziak_Gym | 0.95 | 0.05 | 0.12 | -0.07 |
| N_Skol_ANJ | 0.94 | 0.04 | 0.14 | -0.09 |
| Uspes_MAT | -0.24 | 0.79 | 0.04 | -0.56 |
| N_GYMnaObyv | 0.47 | 0.59 | 0.02 | 0.46 |
| N_ZSnaObyv | -0.49 | 0.31 | 0.55 | 0.37 |
| Uspes_ANJB2 | 0.42 | 0.27 | -0.74 | 0.20 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

Prvý faktor je silne pozitívne korelovaný so vstupnými ukazovateľmi počet škôl participujúcich na maturite z matematiky, počet škôl participujúcich na maturite zo slovenského jazyka, počet žiakov gymnázií a počet škôl participujúcich sa na maturite z anglického jazyka.

Druhý faktor je silne významne korelovaný s priemernou úspešnosťou maturít v matematike a stredne významne korelovaný s počtom gymnázií na desaťtisíc obyvateľov.

Tretí faktor je silne významne korelovaný s priemernou úspešnosťou maturít v anglickom jazyku a taktiež má stredne významné faktorové váhy s počtom základných škôl na desaťtisíc obyvateľov.

Štvrtý faktor má najnižšie faktorové váhy a z toho vyplýva, že maticu musíme rotovať kvôli lepšej interpretácii. Rotáciou sme upravili faktorové váhy tak, aby malo zmysel interpretovať maticu. Model vysvetľuje hodnotu variability rovnú 7,092939.

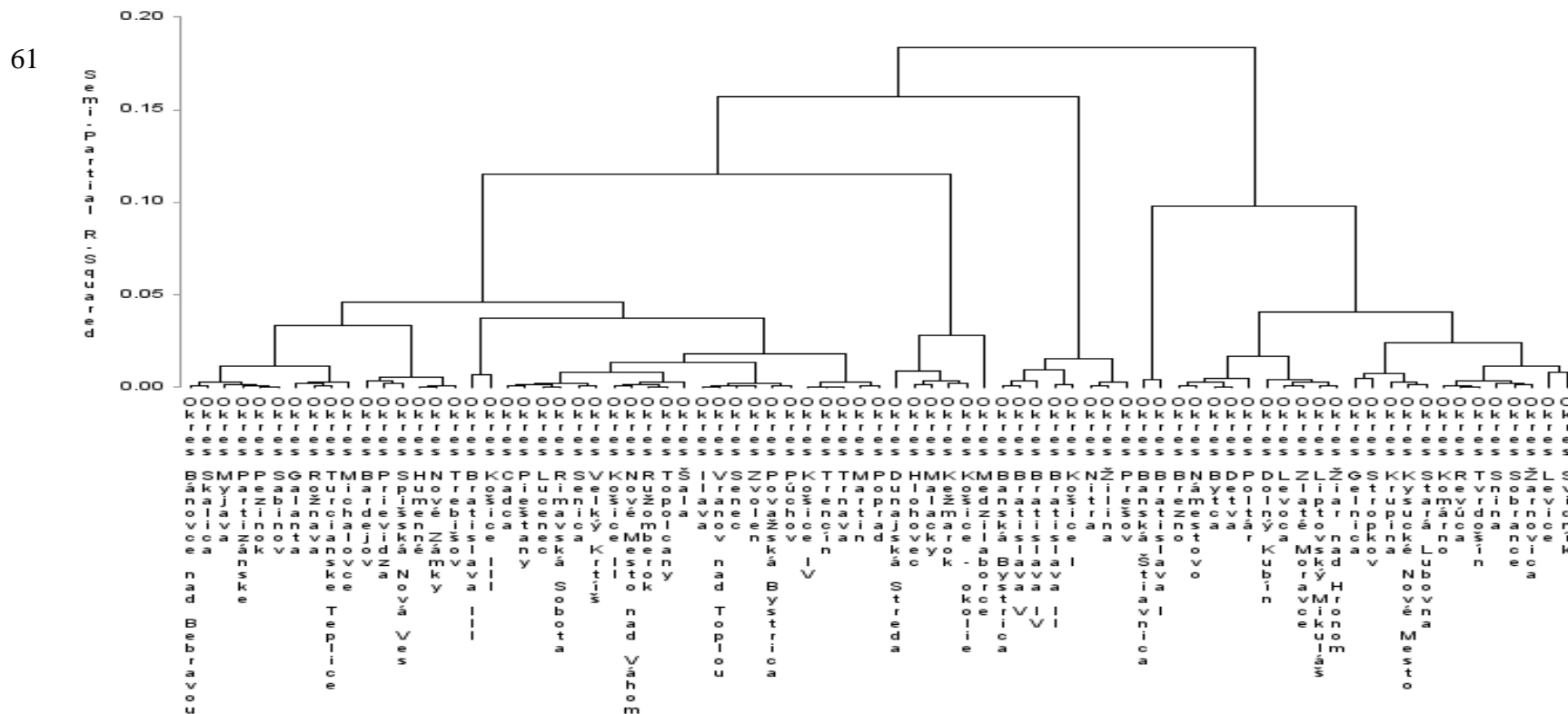
V ďalšom kroku príspevku bola uskutočnená zhluková analýza okresov, ktorá pomohla rozdeliť okresy do jednotlivých zhlukov tak, aby sa jednotlivé okresy v rámci zhluku spoločne na seba čo najviac ponášali. Najlepšou metódou na zhlukovanie v tomto prípade bola Wardova hierarchická metóda, nakoľko pri ostatných metódach sa vyskytoval nežiaduci jednoprvkový zhluk a to hneď na prvej úrovni zhlukovania.

Tab. 5: Finálne komunity

| Final Commuality Estimates: Total = 7.092939 | | | | | | | |
|--|------------|------------|----------------|------------|-------------|-----------|------------|
| Uspes_ANJB2 | N_Skol_ANJ | N_Skol_MAT | N_Skol_SlovMAT | N_ZSnaObyv | N_GYMnaObyv | Uspes_MAT | N_Ziak_Gym |
| 0.833 | 0.9076 | 0.9441 | 0.9299 | 0.7784 | 0.7843 | 0.9980 | 0.917 |

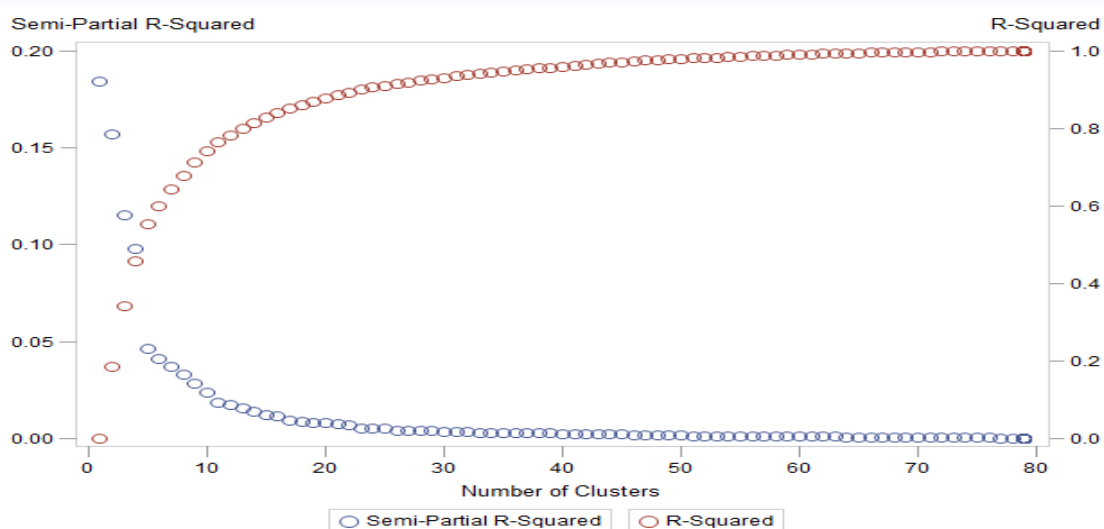
Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

Obr. 1: Hierarchický strom podľa Wardovej hierarchickej metóde



Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

Obr. 2: Vývoj semiparciálneho koeficienta determinácie a koeficienta determinácie v závislosti od počtu zhlukov



Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

Podľa grafu a hodnôt RSQ a SPRSQ, ktorý sme získali, je možné určiť počet štatisticky významných zhlukov. V nasledujúcej tabuľke sú zoradené okresy do jednotlivých zhlukov.

Tab. 6: Rozdelenie okresov do zhlukov podľa Wardovej zhlukovacej metódy

| Zhluk | Počet okresov | Premenná | Priemer | Okresy v zhluku |
|-------------|---------------|----------------|---------|--|
| 1 | 23 | Uspes_ANJB2 | 62.24 | Bytča, Detva, Revúca, Tvrdošín, Brezno, Námestovo, Liptovský Mikuláš, Žiar nad Hronom, Levoča, Zlaté Moravce, Komárno, Kysucké Nové Mesto, Stará Ľubovňa, Sobrance, Žarnovica, Snina, Krupina, Dolný Kubín, Gelnica, Stropkov, Poltár, Levice, Svidník |
| | | N_Skol_ANJ | 2.83 | |
| | | N_Skol_MAT | 3.22 | |
| | | N_Skol_SlovMAT | 5.39 | |
| | | N_ZSnaObyv | 3.40 | |
| | | N_GYMnaObyv | 0.45 | |
| | | Uspes_MAT | 40.45 | |
| N_Ziak_Gym | 485.57 | | | |
| 2 | 40 | Uspes_ANJB2 | 70.04 | Trenčín, Trnava, Ilava, Vranov nad Topľou, Košice IV, Ružomberok, Topoľčany, Lučenec, Rimavská Sobota, Humenné, Nové Zámky, Pezinok, Sabinov, Partizánske, Senec, Zvolen, Martin, Poprad, Čadca, Piešťany, Senica, Veľký Krtíš, Rožňava, Turčianske Teplice, Košice II, Nové Mesto nad Váhom, Považská Bystrica, Púchov, Bánovce nad Bebravou, Skalica, Trebišov, Myjava, Prievidza, Spišská Nová Ves, Galanta, Šaľa, Michalovce, Bardejov, Bratislava III, Košice III |
| | | N_Skol_ANJ | 4.45 | |
| | | N_Skol_MAT | 4.45 | |
| | | N_Skol_SlovMAT | 8.43 | |
| | | N_ZSnaObyv | 2.53 | |
| | | N_GYMnaObyv | 0.37 | |
| | | Uspes_MAT | 40.27 | |
| N_Ziak_Gym | 849.40 | | | |
| 3 | 8 | Uspes_ANJB2 | 71.88 | Banská Bystrica, Bratislava V, Nitra, Žilina, Bratislava II, Košice I, Prešov, Bratislava IV |
| | | N_Skol_ANJ | 15.38 | |
| | | N_Skol_MAT | 13.88 | |
| | | N_Skol_SlovMAT | 24.13 | |
| | | N_ZSnaObyv | 2.18 | |
| N_GYMnaObyv | 0.71 | | | |

| | | | | |
|---|---|----------------|---------|---|
| | | Uspes_MAT | 38.99 | |
| | | N_Ziak_Gym | 2986.50 | |
| 4 | 6 | Uspes_ANJB2 | 68.49 | Hlohovec, Malacky, Kežmarok, Košice - okolie, Dunajská Streda, Medzilaborce |
| | | N_Skol_ANJ | 4.00 | |
| | | N_Skol_MAT | 2.83 | |
| | | N_Skol_SlovMAT | 4.33 | |
| | | N_ZSnaObyv | 2.82 | |
| | | N_GYMnaObyv | 0.41 | |
| | | Uspes_MAT | 69.91 | |
| | | N_Ziak_Gym | 473.50 | |
| 5 | 2 | Uspes_ANJB2 | 76.59 | Banská Štiavnica, Bratislava I |
| | | N_Skol_ANJ | 5.00 | |
| | | N_Skol_MAT | 5.50 | |
| | | N_Skol_SlovMAT | 7.00 | |
| | | N_ZSnaObyv | 3.37 | |
| | | N_GYMnaObyv | 1.51 | |
| | | Uspes_MAT | 42.68 | |
| | | N_Ziak_Gym | 1237.50 | |

V prvom zhluku sa nachádza 23 uvedených okresov. Tomuto zhluku môžeme priradiť najhoršiu priemernú úspešnosť maturity z anglického jazyka, čo predstavuje 62,24 %. Taktiež mu priradíme najnižšie priemerné množstvo škôl participujúcich na maturite z anglického jazyka. V tomto zhluku sa nachádzajú pomerne malé okresy, preto aj množstvo participujúcich sa študentov je malý.

Druhý zhluk je najpočetnejší, nachádza sa v ňom 40 okresov z rôznych oblastí Slovenskej republiky. Zhluk číslo dva má v priemere najmenej gymnázií na desaťtisíc obyvateľov, čo predstavuje len hodnotu 0,37. V priemere je aj druhý zhluk v poradí najhorší v úspešnosti maturitnej skúšky z matematiky.

Tretí zhluk má osem okresov. Tento zhluk obsahuje veľa prvenstiev. Zo všetkých dopadol v priemere najlepšie, čo sa týka počtu škôl participujúcich sa na maturite z anglického jazyka = 15,38, matematiky = 13,88, slovenského jazyka = 24,13 a počtov žiakov gymnázií = 2986,5. Pre tento zhluk platí, že väčšina okresov v ňom, má veľa obyvateľov, ale výsledky z maturít nemá najlepšie, pretože priemerná úspešnosť z maturitnej skúšky z matematiky je najhoršia za všetky zhluky = 38,99 %.

Štvrtý zhluk obsahuje šesť okresov. Tento zhluk, naopak ako štvrtý, dosiahol najhoršie hodnoty, čo sa týka počtu škôl participujúcich sa na maturite z matematiky = 2,83, slovenského jazyka = 4,33 a počtov žiakov gymnázií = 473,5.

V piatom zhluku sa nachádzajú len dva okresy, Banská Štiavnica a Bratislava I. Tento zhluk dopadol v priemere najlepšie v úspešnosti maturity z anglického jazyka, kde žiaci týchto okresov dosiahli 76,59 %-nú úspešnosť. Taktiež má tento zhluk v priemere najviac gymnázií na desaťtisíc obyvateľov, čo predstavuje hodnotu 1,51.

3.2 Zhluková analýza vybraných ukazovateľov vzdelania pre rok 2017 podľa okresov

Rovnakým postupom ako v roku 2015 sme analyzovali získané údaje aj v roku 2017 za účelom ich porovnania.

Na hladine významnosti 0,05 sme zistili, že koeficienty korelácie v Pearsonovej korelačnej matici sú vo väčšine prípadov štatisticky významné, čo je nežiaducim javom, preto

bola využitá transformácia na hlavné nezávislé komponenty. Transformované premenné majú byť navzájom nezávislé a preto sme nevhodné premenné z analýzy vylúčili. Nasledujúce tabuľky obsahujú výsledky analýz, ktorých postupy boli totožné ako v roku 2015. Upravili sme vstupné premenné aj v roku 2017 tak, aby vyhovovali podmienkam zhukovej analýzy.

Tab. 7: Miera KMO

| Kaiser's Measure of Sampling Adequacy: Overall MSA = 0.66314213 | | | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|----------------|-------------|--------------|------------|------------|----------------|------------|
| Uspes_MAT | N_GYMnaObyv | Uspes_ANJB2 | Uspes_SL OVMAT | N_SOSnaObyv | N_Skol_I ANJ | N_ZSnaObyv | N_Ziak_Gym | N_Skol_SlovMAT | N_Skol_MAT |
| 0.84 | 0.54 | 0.71 | 0.63 | 0.38 | 0.82 | 0.59 | 0.84 | 0.63 | 0.71 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

Tab. 8: Miera KMO

| Kaiser's Measure of Sampling Adequacy: Overall MSA = 0.81212288 | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|------------|------------|------------|----------------|------------|
| Uspes_MAT | N_GYMnaObyv | Uspes_ANJB2 | N_Skol_ANJ | N_ZSnaObyv | N_Ziak_Gym | N_Skol_SlovMAT | N_Skol_MAT |
| 0.62 | 0.82 | 0.84 | 0.91 | 0.74 | 0.81 | 0.81 | 0.81 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

Tab. 9: Vlastné čísla

| Eigenvalues of the Correlation Matrix: Total= 8 Average = 1 | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|
| | Eigenvalue | Difference | Proportion | Cumulative |
| 1 | 3.84 | 2.69 | 0.48 | 0.48 |
| 2 | 1.16 | 0.27 | 0.14 | 0.63 |
| 3 | 0.89 | 0.11 | 0.11 | 0.74 |
| 4 | 0.78 | 0.14 | 0.10 | 0.83 |
| 5 | 0.65 | 0.17 | 0.08 | 0.92 |
| 6 | 0.48 | 0.38 | 0.06 | 0.98 |
| 7 | 0.10 | 0.01 | 0.01 | 0.99 |
| 8 | 0.09 | | 0.01 | 1.00 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

Pomocou tabuľky vlastných čísel sme aj v roku 2017 rozhodli o počte štatisticky významných komponentov resp. faktorov. Vybrali sme si *päť hlavných komponentov*. Tie vysvetľujú 91,56 % variability pôvodných premenných.

Tab. 10: Matica faktorov po rotácii orthogonal varimax

| Rotated Factor Pattern | | | | | |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Factor1 | Factor2 | Factor3 | Factor4 | Factor5 |
| N_Skol_MAT | 0.87657 | 0.2947 | -0.18361 | -0.10242 | 0.09325 |
| N_Skol_SlovMAT | 0.85233 | 0.21229 | -0.28837 | -0.18151 | 0.09114 |
| N_Ziak_Gym | 0.81535 | 0.38418 | -0.16376 | -0.24778 | 0.02135 |
| N_Skol_ANJ | 0.80184 | -0.09741 | 0.24258 | -0.0797 | 0.24591 |
| N_GYMnaObyv | 0.25631 | 0.93037 | 0.03126 | -0.02918 | 0.08759 |
| Uspes_MAT | -0.13229 | 0.02119 | 0.94931 | -0.07249 | -0.04689 |
| N_ZSnaObyv | -0.2331 | -0.03832 | -0.07955 | 0.95688 | -0.11202 |
| Uspes_ANJB2 | 0.17215 | 0.08804 | -0.05257 | -0.10653 | 0.96568 |

Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

Maticu faktorových váh sme rotovali pomocou ortodonálnej rotácie varimax, nakoľko nebola vhodná na interpretáciu. Do zhlukovej analýzy vstupovalo päť faktorov, ktoré sú navzájom lineárne nezávislé.

Prvý faktor je silne korelovaný s rovnakými premennými N_Skol_Mat, N_Skol_SlovMAT, N_Ziak_Gym. Tieto premenné združené v prvom faktore súvisia s počtami škôl a žiakov, preto tento faktor nazveme **“Počty škôl a žiakov”**.

Druhý faktor má silne významné faktorové váhy a súvisí s počtom gymnázií na desaťtisíc obyvateľov a je triviálnym faktorom – **“Počet Gymnázií na desaťtisíc obyvateľov”**.

Tretí faktor je silne pozitívne korelovaný s priemernou úspešnosťou maturít v matematike a má s ňou silne významné faktorové váhy a je triviálnym faktorom – **“Úspešnosť Matematika”**.

Štvrtý faktor má silne významné faktorové váhy a súvisí s počtom základných škôl a je triviálnym faktorom – **“Počet základných škôl na desaťtisíc obyvateľov”**.

Piaty faktor je silne pozitívne korelovaný s priemernou úspešnosťou maturít v anglickom jazyku, resp. má silno významné váhy, nazveme ho – **“Úspešnosť Anglický jazyk”**.

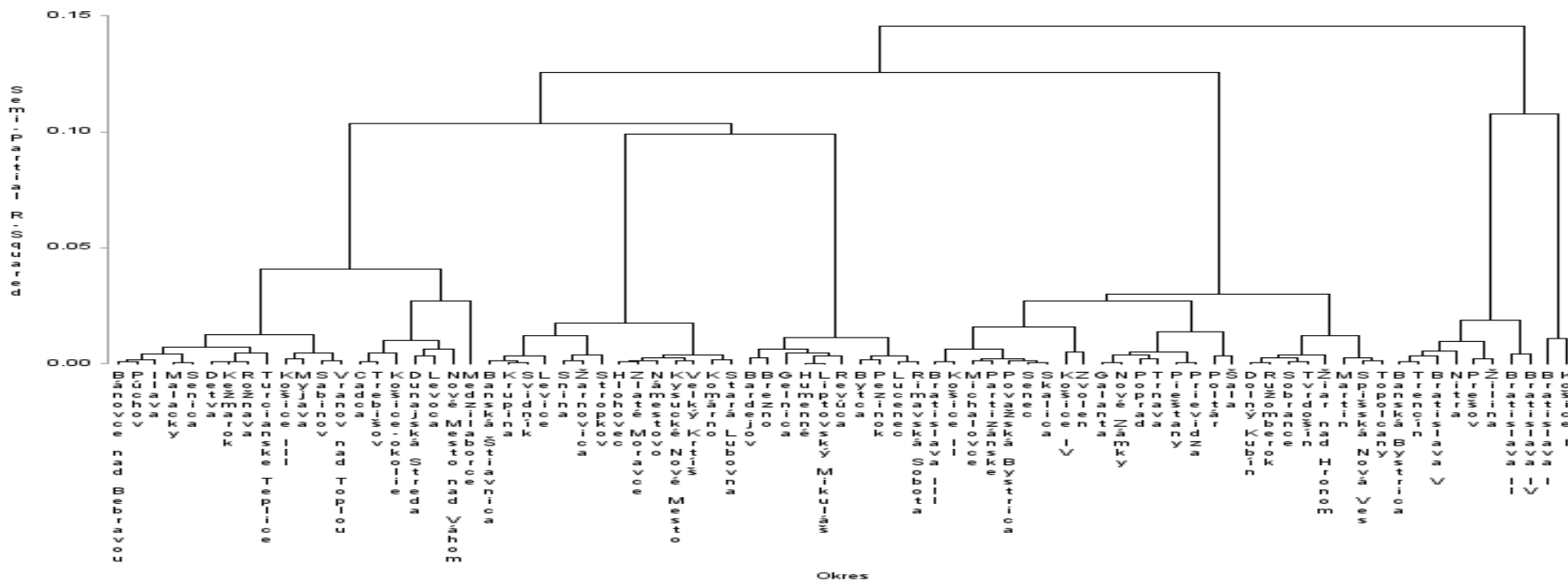
Tab. 11: *Finálne komunalita*

| Final Communalita Estimates: Total = 7.324953 | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|----------------|
| Uspes_M AT | N_GYMna Obyv | Uspes_AN JB2 | N_Skol_ ANJ | N_ZSnaO byv | N_Ziak_ Gym | N_Skol_Slov MAT | N_Skol_ MAT |
| 0.93 | 0.94 | 0.98 | 0.78 | 0.99 | 0.90 | 0.90 | 0.91 |

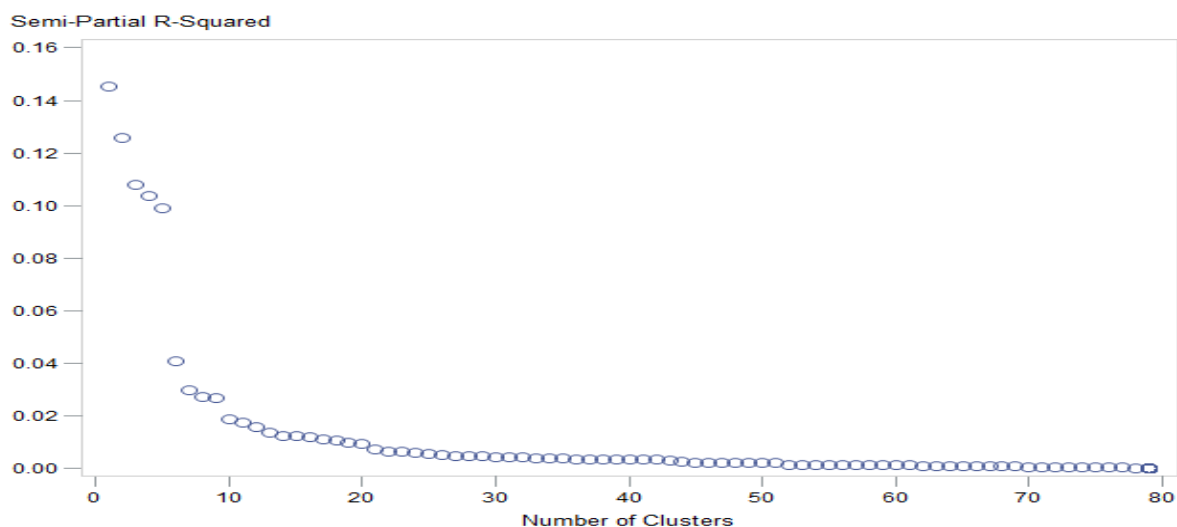
Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

Získaný model vysvetľuje $7,324953 / 8 = 91,56\%$ pôvodných premenných. Vybraným päť faktorovým modelom môžeme vysvetliť 93 %, variability premennej Uspes_Mat. Najviac náš model vysvetľuje premennú N_ZsnaObyv, a to na 99 %. Úplne identicky sme postupovali aj v prípade zhlukovej analýzy.

Obr. 3: Hierarchický strom zhlukovania pre rok 2017



Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

Obr. 4: Vývoj semiparciálneho koeficienta determinácie a v závislosti od počtu zhhlukov

Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

Tab. 12: Rozdelenie okresov do zhhlukov podľa Wardovej zhlukovacej metódy

| CLUSTER | N Obs | Variable | Mean | Okresy v zhluke |
|---------|-------|----------------|--------|---|
| 1 | 24 | Uspes_MAT | 43.05 | Humenné, Liptovský Mikuláš, Krupina, Svidník, Hlohovec, Zlaté Moravce, Lučenec, Rimavská Sobota, Námestovo, Banská Štiavnica, Kysucké Nové Mesto, Veľký Krtíš, Snina, Žarnovica, Komárno, Stará Ľubovňa, Bytča, Pezinok, Bardejov, Brezno, Levice, Revúca, Stropkov, Gelnica |
| | | N_Skol_SlovMAT | 5.71 | |
| | | N_Skol_MAT | 2.96 | |
| | | Uspes_ANJB2 | 62.54 | |
| | | N_Skol_ANJ | 2.46 | |
| | | N_GYMnaObyv | 0.41 | |
| | | N_ZSnaObyv | 3.28 | |
| | | N_Ziak_Gym | 557.71 | |
| 2 | 25 | Uspes_MAT | 37.40 | Piešťany, Prievidza, Senec, Skalica, Dolný Kubín, Ružomberok, Galanta, Nové Zámky, Sobrance, Tvrdošín, Bratislava III, Košice II, Spišská Nová Ves, Topoľčany, Považská Bystrica, Michalovce, Partizánske, Poprad, Trnava, Martin, Poltár, Šaľa, Žiar nad Hronom, Košice IV, Zvolen |
| | | N_Skol_SlovMAT | 8.84 | |
| | | N_Skol_MAT | 4.00 | |
| | | Uspes_ANJB2 | 72.90 | |
| | | N_Skol_ANJ | 4.64 | |
| | | N_GYMnaObyv | 0.39 | |
| | | N_ZSnaObyv | 2.67 | |
| | | N_Ziak_Gym | 868.96 | |
| 3 | 20 | Uspes_MAT | 55.44 | Malacky, Senica, Detva, Kežmarok, Cadca, Trebišov, Rožňava, Bánovce nad Bebravou, Púchov, Sabinov, Vranov nad Topľou, Ilava, Košice III, Myjava, Dunajská Streda, Levoča, Turčianske Teplice, Košice-okolie, Nové Mesto nad Váhom, Medzilaborce |
| | | N_Skol_SlovMAT | 4.50 | |
| | | N_Skol_MAT | 2.45 | |
| | | Uspes_ANJB2 | 67.71 | |
| | | N_Skol_ANJ | 5.35 | |
| | | N_GYMnaObyv | 0.37 | |
| | | N_ZSnaObyv | 2.60 | |
| | | N_Ziak_Gym | 517.25 | |

| | | | | |
|---|---|----------------|---------|---|
| 4 | 8 | Uspes_MAT | 42.10 | Banská Bystrica, Trenčín, Prešov, Žilina, Bratislava V, Bratislava II, Bratislava IV, Nitra |
| | | N_Skol_SlovMAT | 23.13 | |
| | | N_Skol_MAT | 11.88 | |
| | | Uspes_ANJB2 | 69.47 | |
| | | N_Skol_ANJ | 12.00 | |
| | | N_GYMnaObyv | 0.61 | |
| | | N_ZSnaObyv | 2.26 | |
| | | N_Ziak_Gym | 2894.88 | |
| 5 | 2 | Uspes_MAT | 41.86 | Košice I, Bratislava I |
| | | N_Skol_SlovMAT | 15.00 | |
| | | N_Skol_MAT | 11.00 | |
| | | Uspes_ANJB2 | 78.20 | |
| | | N_Skol_ANJ | 4.50 | |
| | | N_GYMnaObyv | 1.53 | |
| | | N_ZSnaObyv | 2.44 | |
| | | N_Ziak_Gym | 2880.00 | |

Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

V prvom zhluku sa nachádza 24 okresov. Tento zhluk sa ocitol na poslednom, najhoršom mieste v dvoch parametroch. V priemernej úspešnosti z anglického jazyka, s hodnotou 62,54 %, a taktiež počtom škôl, ktoré sa participovali na maturite z anglického jazyka sa rovná 2,46 školy v priemere za zhluk.

Druhý zhluk obsahuje 25 okresov. Zhluk č. 2 má najhoršiu priemernú úspešnosť v maturite z matematiky s hodnotou 37,4 %, ale na druhej strane je v priemere druhý najlepší v úspešnosti z maturity z anglického jazyka s hodnotou 72,9 %.

Tretí zhluk má 20 okresov a má niekoľko najhorších pozícií. Najmenej škôl v priemere za zhluk sa zúčastnilo maturity zo slovenského jazyka a matematiky a taktiež má najnižšie hodnoty počtu gymnázií na desaťtisíc obyvateľov s hodnotou 0,39 gymnázia na desaťtisíc obyvateľov.

Zhluk č. 4 zahŕňa 8 okresov a v priemere dosiahol tento zhluk najlepšie hodnoty pre viaceré premenné, ktorými sú skôr početnostné ukazovatele: priemerný počet škôl participujúcich sa na maturite zo slovenského jazyka = 23,13, anglického jazyka = 5,35 a matematiky = 12. Taktiež má najväčší priemerný počet žiakov gymnázií na desaťtisíc obyvateľov s hodnotou 2894,88 avšak najhorší počet základných škôl na desaťtisíc obyvateľov s hodnotou 2,26.

Posledným zhlukom je piaty zhluk. Obsahuje 2 okresy: Košice I a Bratislava I. Tieto dva okresy spolu dosiahli najlepšiu priemernú úspešnosť z anglickej maturity a tiež dosiahli prvenstvo v priemernom počte gymnázií na desaťtisíc obyvateľov.

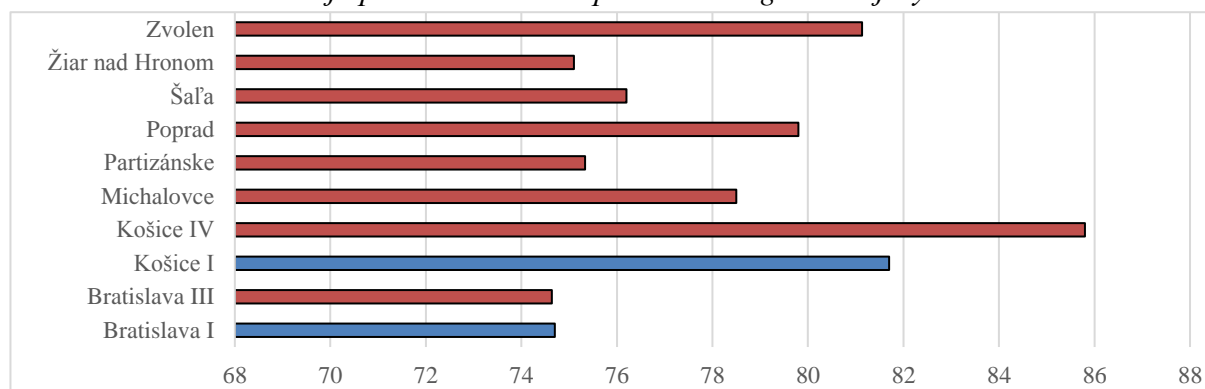
3.3 Porovnanie výsledkov zhlukovej analýzy za roky 2015 a 2017

Ak porovnáваме oba roky, tak obsah zhlukov sa diametrálne zmenil okrem piateho zhluku, kde zostala Bratislava I a zmenila sa len Banská Štiavnica z roku 2015 na Košice I v roku 2017. Banská Štiavnica sa presunula do zhluku č. 1, a to z dôvodu, že priemerné úspešnosti maturit pre tento okres klesli. Matematika klesla o takmer 5,1 %, a anglický jazyk o 13,8 %. Bratislava I si zachovala svoj štandard a úroveň, vychýľuje sa len o minimálne percentá. Môžeme si všimnúť, že dve najväčšie slovenské mestá a ich okresné časti, Bratislava a Košice, zostali spolu v rovnakých zoskupeniach.

V roku 2015 sa v treťom zhluku nachádzala Banská Bystrica, Bratislava V, Nitra, Žilina, Bratislava II, Košice I, Prešov a Bratislava IV. V roku 2017 sa všetky tieto okresy presunuli do štvrtého zhluku, okrem Košíc I, ktoré sa dostali do piateho zhluku. Štvrtému zhluku v 2017 zostali rovnaké prvenstvá v premenných ako v roku 2015: počet škôl participujúcich sa v maturite z anglického jazyka, matematiky a slovenského jazyka. Zostal mu však aj najhorší počet základných škôl na desaťtisíc obyvateľov. Zmena nastala v zhoršení priemernej úspešnosti anglickej maturity, kde sa umiestnenie zmenilo z roku 2015 z 2. na 3. miesto v 2017. Najväčšia pozitívna zmena nastala v zlepšení úspešnosti v matematike (38,99 %) z piateho najhoršieho miesta v roku 2015 sa posunula na tretie miesto v roku 2017 zo všetkých zhlukov (42,7 %). Ostatné rankingy sa v týchto zhlukoch nezmenili.

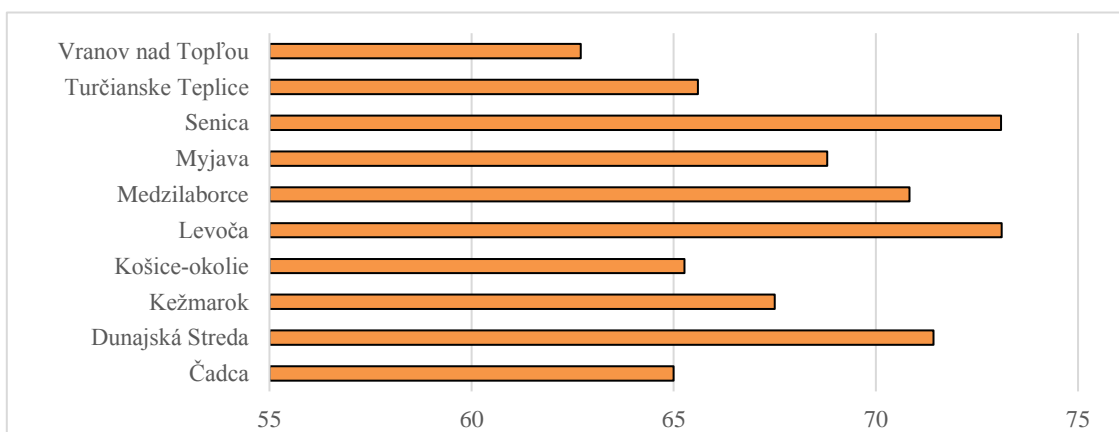
Pre zaujímavosť sme si vytvorili obr. 5 – desať najlepších okresov v úspešnosti z anglickej maturity v roku 2017. Druhý zhluk sa umiestnil na druhom najlepšom mieste, zatiaľ čo piaty, modrý na prvom mieste. Na obrázku je možné vidieť, že 8 z 10 najlepších okresov patrí pod zhluk dva. Desať najlepších okresov v úspešnosti z matematiky patrí zhluku č. 3, ako môžeme vidieť na obr. 6, kde sa v priemere dosiahol za celý zhluk 55,3 %.

Obr. 5: Desať najlepších okresov v úspešnosti z anglického jazyka za rok 2017



Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

Obr. 6: Desať najlepších okresov v úspešnosti z matematiky za rok 2017



Zdroj: Vlastné spracovanie v programe SAS Enterprise Guide

4 Záver

Zistili sme príslušnosť okresov k jednotlivým zhlukom. Porovnali sme roky 2015 a 2017. Zistili sme celkom výrazné rozdiely okrem piateho zhluku, kde stále dominuje okres Bratislava I a zmena nastala len vo výmene Banskej Štiavnice za Košice I v roku 2017. Priemerné úspešnosti v Banskej Štiavnici výrazne klesli – Matematika o 5,1 % a anglický jazyk

o 13,8 %. Dominanciu tohoto zhľuku by sme mohli pripísať aj výraznému sústredeniu obyvateľov, ktorí migrujú za intelektuálnejšou prácou do týchto miest a pravdepodobnou žiadostivosťou voči vyššiemu vzdelaniu ich potomkov. Slovenské najväčšie mestá Bratislava a Košice zostali v rovnakých zoskupeniach okresov do zhľukov. V roku 2015 sa v treťom zhľuku náchádzala Banská Bystrica, Bratislava V, Nitra, Žilina, Bratislava II, Košice I, Prešov a Bratislava IV. Všetky tieto okresy sa presunuli do štvrtého zhľuku okrem Košíc I, ktoré ako bolo už spomenuté skončili v zhľuku s Bratislavou I. Štvrtému zhľuku v 2017 zostali rovnaké prvenstvá v premenných ako v roku 2015: počet škôl participujúcich sa v maturite z anglického jazyka, matematiky a slovenského jazyka. Zostal mu avšak aj najhorší počet základných škôl na desaťtisíc obyvateľov. Zmena nastala v zhoršení priemernej úspešnosti anglickej maturity, kde sa umiestnenie zmenilo z roku 2015 z 2. na 3. miesto v 2017. Najväčšia pozitívna zmena nastala v zlepšení úspešnosti v matematike (38,99 %) z 5. najhoršieho miesta v roku 2015 na 3. miesto v roku 2017 zo všetkých zhľukov (42,7 %).

Dôvodom zhoršení môže byť niekoľko faktorov, ktoré vplývajú na úroveň vzdelania na Slovensku. Podľa štatistík OECD (Organizácia pre ekonomickú spoluprácu a rozvoj) má Slovenská republika na prvý pohľad celkom úspešné výsledky meraní. 91 % Slovákov má ukončené stredoškolské vzdelanie, čo je nad priemerom Európskej únie a okolo 7 % žiakov predčasne ukončí štúdium, pričom v EÚ je to až 11 %. Slovenská mládež si uvedomuje dôležitosť vzdelania, čo sa odzrkadľuje aj v školskej dochádzke ako aj množstvom študentov, ktorí majú záujem o vysokoškolské štúdium. Avšak úrovňou vzdelania je Slovenská republika pod priemerom EÚ. Z výsledkov mojej práce je možné vidieť podpriemerné výsledky v predmetoch ako anglický jazyk a matematika. Túto nedostačujúcu úroveň môžeme pripísať výrazným nedostatkom v manažmente školského systému, a taktiež aj nedostatkom financovania školstva. Slovenská vláda investuje do školstva výrazne menej než zvyšné štáty EÚ.

Návrhom na riešenie tohto problému by mohla byť výrazná reštruktulizácia školského systému v Slovenskej republike, kde by vláda mala prehodnotiť systém učenia sa žiakov, ktorý je zameraný viac na mechanické učenie a testovanie pomocou maturitných skúšok a rôznych iných testov, ako na rozvoj skúseností v jednotlivých predmetoch a učenie sa ako také. Ďalším opatrením by malo byť zvýšenie plátov učiteľov, ktorí formujú mladé mysle budúcich ministrov, analytikov, umelcov a iných a správne ich motivovať a ohodnocovať, ako aj ich neustále vzdelávanie a vylepšovanie v obore. Prehodnotiť by sa mal aj prístup k žiakom od rodičov, kedy by mal mať pravdu učiteľ a nie žiak, čo sa týka správania v rámci školy.

Literatúra

- [1] HEBÁK, P. a kolektív. *Vicerozměrné statistické metody [3]*. Praha: Informatorium, 2005. 255 s. ISBN 80-7333-0369-3.
- [2] LUBYOVÁ, SODOMOVÁ. 2017. *Sociálna štatistika*. Bratislava: Vydavateľstvo Ekonóm. ISBN 978-80-2254-354-5.
- [3] NÚCEM. 2008. „Maturita.“ V elektronickej forme [online]. Dostupné na internete: <https://www.nucem.sk/sk/merania/narodne-merania/maturita>.
- [4] ŘEZÁNKOVÁ, H. – HÚSEK, D. – SNÁŠEL, V. *Shluková analýza dat*. 2. rozšíř. vyd. Praha: Professional Publishing, 2009. 218 s. ISBN 978-80-86946-81-8.
- [5] STANKOVIČOVÁ I. – VOJTKOVÁ M. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava: Iura Edition, 2007. 261 s. ISBN 978-80-8078-152-1.
- [6] ŠOLTÉS E. *Regresná a korelačná analýza s aplikáciami*. Bratislava: Iura Edition, 2008. 285 s. ISBN 978-80-8078-163-7.
- [7] Zákon 245/2008 Z. z. – Zákon o výchove a vzdelávaní (Školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov.