

Mladá veda

Young Science



Mladá veda

Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 3, ročník 12., vydané v septembri 2024

ISSN 1339-3189, EV 167/23/EPP

Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk

Fotografia na obálke: Jesenný spln. © Branislav A. Švorc, foto.branisko.at

REDAKČNÁ RADA

prof. Ing. Peter Adamišín, PhD. (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Dr. Pavel Chromý, PhD. (Katedra sociálnej geografie a regionálneho rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)

prof. Dr. Paul Robert Magocsi (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)

Ing. Lucia Mikušová, PhD. (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)

PhDr. Veronika Kmetóny Gazdová, PhD. (Inštitút edukológie a sociálnej práce, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Ing. Peter Skok, CSc. (Ekomos s. r. o., Prešov)

Mgr. Monika Šavelová, PhD. (Katedra translitológie, Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra)

prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D. (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)

prof. PhDr. Peter Švorc, CSc., predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Ing. Petr Tománek, CSc. (Katedra verejnej ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

Mgr. Michal Garaj, PhD. (Katedra politických vied, Univerzita sv. Cyrila a Metoda, Trnava)

REDAKCIA

Mgr. Branislav A. Švorc, PhD., šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)

Mgr. Martin Hajduk, PhD. (Banícke múzeum, Rožňava)

PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD. (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)

RNDr. Richard Nikischer, Ph.D. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)

PhDr. Veronika Trstianska, PhD. (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSS UKF, Nitra)

Mgr. Veronika Zuskáčová (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

VYDAVATEĽ

Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.

www.universum-eu.sk

Javorinská 26, 080 01 Prešov

Slovenská republika

© Mladá veda / Young Science. Akékoľvek šírenie a rozmnožovanie textu, fotografií, údajov a iných informácií je možné len s písomným povolením redakcie.

VYUŽITIE KORELAČNEJ A ZHLUKOVEJ ANALÝZY PRI VÝSKUME POZÍTIVNYCH EXTERNALÍT Z CESTNEJ NÁKLADNEJ DOPRAVY

APPLICATION OF CORRELATION AND CLUSTER ANALYSIS FOR RESEARCH
OF POSITIVE EXTERNALITIES FROM ROAD FREIGHT TRANSPORT

Martin Zuzaniak¹

Martin Zuzaniak pôsobí ako interný doktorand na Katedre cestnej a mestskej dopravy na Fakulte prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov Žilinskej univerzity v Žiline. Vo svojej dizertačnej práci sa venuje výskumu externalít so zameraním na výskum pozitívnych externalít v cestnej nákladnej doprave a návrh metodiky pre ich identifikáciu a kalkuláciu.

Martin Zuzaniak works as an internal doctoral student at the Department of Road and Urban Transport at the Faculty of Operation and Economics of Transport and Communications of the University of Žilina. In his dissertation thesis, he is devoted to the research of externalities with a focus on the research of positive externalities in road freight transport and the proposal of a methodology for their identification and calculation.

Abstract

The research addresses the relationship between the road freight transport indicators and selected economic indicators. 11 parameters have been selected for the period from 2012 to 2022 in the EU, the Slovak Republic and its regions. By applying correlation analysis and significance test in SAS statistical software, the correlations between the indicators, their strength and statistical significance were investigated. Within the SR, there is a stronger association between economic indicators and the length of road infrastructure than with the performance of road freight transport. In the European Union, both the road freight performance and the length of superior road infrastructure were found to be strongly correlated with almost all indicators over the period under the study. The five statistically most significant indicators were used in a cluster analysis, which classified all regions into two clusters according to the values of the correlation coefficients achieved for the selected indicators.

Key words: positive externalities, road freight transport, cluster analysis, correlation

¹ Adresa pracoviska: Ing. Martin Zuzaniak, Katedra cestnej a mestskej dopravy, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
E-mail: martin.zuzaniak@stud.uniza.sk

Abstrakt

Výskum rieši spojitosť medzi ukazovateľmi cestnej nákladnej dopravy a vybranými ekonomickými ukazovateľmi. Bolo zvolených celkovo 11 ukazovateľov za obdobie od roku 2012 do roku 2022 v EÚ, SR a jeho krajoch. Aplikáciou korelačnej analýzy a testu významnosti v štatistickom softvéri SAS boli skúmané vzájomné vzťahy medzi ukazovateľmi, ich sila a štatistická významnosť. V rámci SR existuje výraznejšia spojitosť medzi ekonomickými ukazovateľmi a dĺžkou cestnej infraštruktúry ako s výkonom cestnej nákladnej dopravy. V Európskej únii bol ako pre výkon cestnej nákladnej dopravy, tak aj dĺžku nadradenej cestnej infraštruktúry zistený silný vzťah takmer so všetkými ukazovateľmi za skúmané obdobie. Podobný výsledok bol dosiahnutý aj v jednotlivých krajoch. Päť štatisticky najvhodnejších ukazovateľov bolo použitých v zhlukovej analýze, ktorou boli všetky kraje zatriedené do dvoch zhlukov podľa dosiahnutých hodnôt koeficientov korelácie pre vybrané ukazovatele.

Kľúčové slová: pozitívne externality, cestná nákladná doprava, zhluková analýza, korelácia

Úvod

Premiestňovanie je jednou zo základných potrieb spoločnosti, ktorá sa vyskytuje naprieč spoločenskými sektormi (Merchan a kol., 2019). Dostupnosť aktivít a produktov prispieva k rozvoju všetkých krajín, preto doprava zohráva kľúčovú úlohu v sociálno-ekonomickom raste regiónu. V prípade cestnej dopravy je táto pozícia ešte silnejšia, keďže cesty stále predstavujú najväčší podiel osobnej a nákladnej dopravy a zostávajú najrozšírenejšou formou pohybu (Bedecs, 2020). Preto sa zdá, že meranie efektívnosti dopravných operácií môže byť zaujímavé z pohľadu ekonomiky ako celku, aj jednotlivca spoločnosti pôsobiaceho v sektore dopravy. V súčasnosti sa veľká pozornosť venuje aj environmentálnym aspektom sektora dopravy, ktoré popisujú jeho udržateľnosť. Samotná doprava nie je cieľom, ale prostriedkom ekonomického rozvoja a predpokladom dosiahnutia sociálnej a regionálnej súdržnosti (Kitnerová, 2008). Fungovanie dopravného trhu je ovplyvnené národnou hospodárskou a sociálnou politikou. V tomto zmysle možno dopravné spoločnosti chápať tak, že tvoria nielen časť ekonomiky, ale aj časť infraštruktúry (Kráľ a Roháčová, 2013). Udržateľná dopravná politika zahŕňa mnoho súvisiacich, ale odlišných aspektov, ako je klíma, kvalita ovzdušia, dopravná bezpečnosť a zdravie (Eliasson a Proost, 2015). Preto je dôležité skúmať problematiku dopravy ako celku a prezentovať, ako efektívnosť dopravného sektora vytvorená spoločnosťami ovplyvňuje ekonomický rast regiónov alebo krajín a aký má vplyv na environmentálne aspekty. Externality možno definovať ako prenos vplyvu na subjekty, ktoré sa priamo nezapájajú do ekonomických činností v rámci trhových vzťahov, ale napriek tomu pociťujú ich účinky. Na základe týchto vplyvov môžu prinášať prospech alebo škodu (Varadzin, 2020).

Predchádzajúci výskum v danej oblasti

Napriek tomu, že diskusia o negatívnych externalitách v súvislosti s cestnou dopravou je jednoznačne dôležitá, relatívne málo sa hovorí o pozitívnych externalitách, ako prínose dopravy pre hospodársky rast a rozvoj ako aj plnenie požiadaviek obyvateľov, aj keď ide o vedľajší dôsledok dopravy. Hospodársky rast môže vytvárať pozitívne externality a

predchádzať tak negatívnym externalitám (Řiha a kol., 2022). Akékoľvek opatrenia na zníženie negatívnych externalít by nemali viesť k možnému zníženiu hospodárskeho rastu, ktorý sám o sebe môže byť zdrojom pozitívnych externalít a môže zabrániť vzniku tých negatívnych (Gnap a kol., 2020). Výskum vzťahu medzi výkonmi nákladnej dopravy a HDP v krajinách EÚ potvrdil pozitívny vzťah medzi skúmanými veličinami, avšak sila vzťahu medzi skúmanými ukazovateľmi je pre každú krajinu individuálna (Gnap a kol., 2018). Taktiež Yang (2021) spomína existenciu dlhodobého rovnovážneho vzťahu medzi premennými HDP a objemom dopravy. Podľa analýzy Wanga a kol. (2020) sa očakáva, že rast objemu nákladnej dopravy bude aj v budúcnosti poháňať ekonomický rast. Na základe poznatkov získaných počas štúdie Ševčenko-Kozlovskej a Čižiūnienė (2022) sa predpokladá, že zmena ukazovateľov dopravného sektora mala významný vplyv na hodnotu HDP a prispela na zabezpečenie rozvoja trvalo udržateľných ekonomických procesov v posudzovaných pobaltských štátoch. Hoci rôzne empirické metódy prinášajú protichodné výsledky ohľadom určenia príčiny a následku, dokazujú, že existuje vzájomná podpora rôznych druhov dopravy a ekonomického rozvoja (Maparu a Mazumder, 2017). Dopravná infraštruktúra je dôležitou hybnou silou integrácie regionálnych zdrojov a podpory hospodárskeho rozvoja a udržateľnosti (Tian, 2019). Stupeň rozvoja cestnej infraštruktúry vplyv na viaceré oblasti, ako je napríklad rozvoj cestovného ruchu, prílev zahraničných investícií či regionálny rozvoj. V konečnom dôsledku viaceré ukazovatele ako zamestnanosť, mzdy, investície alebo prínosy cestovného ruchu budú mať vplyv na objem HDP (Ivanová a Masarová, 2013). Kvalitné cesty a neustále rozširovanie dopravnej infraštruktúry zvyšujú komfort cestujúcich a umožňujú tiež zachrániť viac životov vozidlám záchranej služby (Lukešová, 2017). Investície do ciest by mali ďalej zlepšiť hustotu základnej cestnej siete, odstrániť úzke miesta, zvýšiť bezpečnosť dopravy a zlepšiť vnútroregionálnu a medziregionálnu dostupnosť (Filčák a kol., 2021). Beyzatlar a kol. (2014) dospeli k záveru, že medzi príjmami a dopravou existuje endogénny vzťah, no je to pozorovateľné až po tom, čo ekonomika dokončí svoj prechod z hľadiska ekonomického rozvoja. Ukázalo sa, že nárast obratu nákladnej dopravy a počtu spoločností vedie k rastu regionálneho ekonomického ukazovateľa HDP. Dopravné kritériá však výrazne zaostávajú za tempom rastu HDP. Oneskorenie bolo spôsobené predĺženým obdobím budovania logistickej infraštruktúry (Aislu a kol., 2020).

Kvalitná infraštruktúra prináša vyššiu atraktivitu pre globálne spoločnosti, ako aj domáci kapitál a motivuje ich k investíciám. Dialnice môžu byť kľúčovým argumentom pri rozhodovaní o veľkých investíciách medzi jednotlivými cieľovými krajinami alebo regiónmi s podobným podnikateľským prostredím. Nové spoločnosti a hospodárske odvetvia môžu následne priniesť nové pracovné pozície. Pre ďalšiu expanziu podnikov prináša dostupnosť dopravnej siete zníženie nákladov na dopravu, zlepšenie dostupnosti a rozšírenie trhového priestoru (Filčák a kol., 2021, Mackinnon a kol., 2009). Zvýšená hustota firiem by mala viesť k vyššej produktivite, pretože firmy a pracovníci môžu nájsť viac vhodných zdrojov, pokiaľ ide o ponuku ich zručností (Baláž a kol., 2018). Rozvinutá regionálna dopravná infraštruktúra prináša vyššie možnosti mobility a lepšiu distribúciu tovaru v rámci regiónu, čím sa zlepšuje aj dostupnosť tovarov a služieb. Efektívna distribúcia tovaru a služieb a dodávateľské siete by mali viesť k nižším cenám pre zákazníkov. Vyplýva to zo skutočnosti, že dopravné náklady predstavujú významnú časť konečných nákladov (Mackinnon a kol., 2009). V slovenskej

ekonomike vytvára cestovný ruch približne 3 % národného HDP a pomáha zmiernovať regionálne rozdiely (Michniak, 2015). Dopravná infraštruktúra podporuje potenciál cestovného ruchu sprevádzaný rastúcou kúpyschopnosťou. Hodnota nehnuteľností má vo všeobecnosti tendenciu rásť s modernizáciou dopravnej infraštruktúry (Cohen a Paul, 2007). Podľa mnohých štúdií sa vzdialenosť 20 km od najbližšej diaľnice počíta rovnako ako poloha priamo na diaľnici. Všeobecné národné štatistiky o dopravných nehodách v krajine vykazujú pozitívny trend poklesu počtu obetí alebo zranených pri dopravných nehodách (MV SR, 2020). Tieto trendy sú veľmi pozitívne vzhľadom na rastúcu všeobecnú mobilitu, mieru motorizácie a zvýšenú intenzitu dopravy (Filčák a kol., 2021).

Metodika a údaje

Cieľom výberu ukazovateľov je získanie politicky relevantných, komplexných, dostupných, informatívnych a spoľahlivých iniciatív ukazovateľov udržateľnej dopravy. Ukazovatele by navyše mali byť dostatočne citlivé, aby poukázali nielen na významné trendy, ale aj na mierne zmeny. Okrem toho by mali umožniť porovnanie medzi rôznymi oblasťami, pričom by mali ilustrovať zložité javy jednoduchým spôsobom zrozumiteľným pre odborníkov aj verejnosť. Tiež je potrebné poznamenať, že štruktúra ukazovateľov by mala uľahčiť stanovenie cieľov alebo prahov ako referenčných hodnôt (Sdoukopoulos a Pitsiava-Latinopoulou, 2017). Významné pozitívne a negatívne dopravné externality, ako aj veľký počet rôznych vzájomne prepojených systémov a inštitucionálnych úrovní, ktoré sú zapojené, vedú k veľkej komplexnosti dopravného systému, čo prispieva k variabilite ukazovateľov. Variabilita ukazovateľov sa vo veľkej miere pripisuje aj dostupnosti údajov. Kontrola dostupnosti potrebných údajov zvyčajne predstavuje posledný a najdôležitejší krok v procese výberu ukazovateľov a často do značnej miery určuje konečný výber ukazovateľov (Hamamcioglu a Oğuztimur, 2015; Prońko, 2016).

Na základe preskúmania odborných článkov, vrátane zdrojov spomínaných v prehľade literatúry, boli vybrané ukazovatele dopravnej a ekonomickej výkonnosti, ktoré spĺňajú najlepšie vyššie spomínané vlastnosti. Dáta pre jednotlivé ukazovatele boli získané za roky 2012-2022 z viacerých oficiálnych zdrojov, konkrétne databázy ŠÚ SR, Eurostatu, NBS, OECD a Ministerstva financií SR. Jedná sa o nasledujúce ukazovatele:

- Výkon cestnej nákladnej dopravy (tkm),
- Dĺžka nadradenej cestnej infraštruktúry (km),
- Hrubý domáci produkt (mld. €),
- Miera nezamestnanosti (%),
- Priemerná mesačná nominálna mzda (€),
- Priame zahraničné investície (mil. €),
- Daňové príjmy celkové (mil. €)
- Počet usmrtených osôb (osoby)
- Počet zahraničných návštevníkov (tis. osôb),
- Normálna produktivita na zamestnanca (tis.€/rok),
- Priemerná cena nehnuteľnosti na bývanie (€/m²)

Výkon v cestnej nákladnej doprave bol zvolený v jednotke tonokilometer, ktorá sa spomína v štúdiách ako najvhodnejšia. Dĺžka cestnej infraštruktúry bola zvolená pre nadradenú infraštruktúru, to znamená diaľnice a rýchlostné cesty v EÚ a pre SR ešte navyše cesty 1. triedy., kvôli ich väčšej podstatnosti pre vykonávanie preprav nákladu cestnou dopravou ako u zvyšku ciest. HDP, miera nezamestnanosti a priemerná mesačná nominálna mzda patria medzi základné prvky ekonomickej výkonnosti štátu. Dôležitým prvkom pre ekonomiku sú aj investície a pracovné príležitosti zo zahraničia, ktoré okrem iného prinášajú štátu zvýšené príjmy na daniach. Tie zas tvoria podstatnú časť štátnych príjmov. Pre kraje bol použitý celkový počet dopravných nehôd vzhľadom na nízke množstvo usmrtených osôb a tým možné skreslenie výsledkov analýzy. V zvyšných prípadoch bol použitý počet usmrtených osôb v cestnej premávke. Stav ekonomiky a dopravy sa môže prejaviť aj na dostupnosti a tým aj cene nehnuteľností či počte zahraničných návštevníkov. Normálna produktivita na zamestnanca zas hovorí o produkcii, pre ktorú je kľúčová spoľahlivá doprava.

Korelačná analýza a test významnosti

Ak skúmame hodnoty dvoch alebo viacerých číselných znakov, je možné predpokladať, že medzi konkrétnymi hodnotami v jednotlivých porovnaníach je vzájomná štatistická závislosť. Prejavom jednoduchej štatistickej priamej závislosti je jav, že vyšším hodnotám jednej premennej odpovedajú vyššie hodnoty druhej premennej a nižším hodnotám prvej premennej zodpovedajú nižšie hodnoty druhej premennej. Opačný prípad predstavuje nepriama lineárna štatistická závislosť. Okrem lineárnej štatistickej závislosti je možné merať a analyzovať aj ďalšie nelineárne formy závislosti (Konečný, 2018). Na skúmanie závislosti dvoch kvantitatívnych premenných sa používa korelácia. Tá rieši otázku vzájomnej závislosti medzi premennými a jej základnou úlohou je kvantifikácia intenzity (sily) tejto závislosti a prípadne aj určenie jej smeru (či je priama alebo nepriama). Pomocou korelačnej analýzy je však možné analyzovať len tzv. štatistickú závislosť, ktorú nemožno zamieňať za kauzálnu závislosť - vzťah príčiny a následku. Môže sa totiž stať, že túto zdanlivú závislosť spôsobuje iná tretia premenná, od ktorej sú obe sledované premenné závislé. Najčastejšie sa používa korelačný koeficient (alebo koeficient korelácie) vychádzajúci z tzv. kovariancie náhodných premenných (Chajdiak, 2003). V štatistike sa skutočná hodnota korelačného koeficientu odhaduje pomocou Pearsonovho korelačného koeficientu, ktorý slúži na posúdenie korelácie medzi dvoma premennými reprezentovanými usporiadanými párami $[X_i, Y_i]$. Korelačný koeficient r_{xy} meria štatistickú lineárnu závislosť medzi hodnotami premenných X a Y . Korelačný koeficient teda kvantifikuje intenzitu lineárnej závislosti premenných X a Y .

Okrem výpočtu hodnoty korelačného koeficientu by sa malo pred samotnou interpretáciou, prípadne ďalším použitím výsledku, overiť aj to, či takto kvantifikovaný vzťah je skutočne štatisticky významný a systematický. Hlavne v prípade, ak ide o slabý vzťah, malo by sa overiť, či v skutočnosti nie sú premenné lineárne nezávislé. Na druhej strane aj stredne silná alebo dokonca aj silný vzťah môže byť štatisticky nevýznamná. Preto je potrebné jej štatistickú významnosť overiť aj v týchto prípadoch. Na tento účel možno použiť napríklad test významnosti korelačného koeficientu na základe p -hodnoty. Tento spôsob sa používa pri realizácii testu pomocou Excelu alebo Štatistického softvéru, ako tomu bude v tomto prípade pomocou softvéru SAS. Testovacie kritérium tohto testu je:

$$T = r * \sqrt{((n-2)/(1-r^2))} \quad (1)$$

ktoré má za platnosti nulovej hypotézy H_0 Studentovo t-rozdelenie s $n - 2$ stupňami voľnosti. Na ľavej strane tejto nerovnosti je vypočítaná hodnota testovacieho kritéria, na pravej strane je kritická hodnota z tabuliek alebo funkcie v Exceli, či iného štatistického softvéru (Švábová a kol., 2022).

Ak p-hodnota testu je väčšia ako zvolená hladina významnosti α , tak nulovú hypotézu H_0 nezamietame, teda sledované premenné X a Y považujeme za lineárne nezávislé. Hladina významnosti sa obvykle volí, ak p-hodnota testu je menšia ako zvolená hladina významnosti α , tak nulovú hypotézu H_0 zamietame, teda prijímame alternatívnu hypotézu H_1 , premenné X a Y sú štatisticky významné a lineárne závislé na hladine α . Znamená to, že v tejto dvojici premenných existuje významná systematická závislosť, ktorej sila a smer je vyjadrená hodnotou a znamienkom korelačného koeficientu (Švábová a kol., 2022).

Zhluková analýza

Zhluková analýza patrí medzi štatistické metódy, ktoré sa zaoberajú podobnosťou viacrozmerných objektov a klasifikáciou objektov do zhlukov. Zhluk je skupina objektov, ktorých vzdialenosť je menšia ako vzdialenosť, ktorú majú objekty do zhluku nepatriace (Trebuňa a Halčinová, 2010). Podobnosť objektov môže byť meraná rôznymi spôsobmi a to pomocou miery asociácie, miery vzdialenosti (metriky) alebo miery korelácie, pričom koeficienty asociácie a korelácie predstavujú miery podobnosti objektov a metriky predstavujú miery nepodobnosti objektov. Pod pojmom zhluková analýza rozumieme skupinu metód, ktorých cieľom je buď zoskupiť dané objekty do zhlukov (hierarchické metódy) alebo vytvoriť hierarchiu zhlukov objektov (nehierarchické). Hierarchické metódy zahŕňajú meranie rôznych premenných na každom subjekte. Techniky delenia predpokladajú, že každá kategória je jedinečná od všetkých ostatných a používajú sa menej často (McIntosh a kol., 2010). Hierarchické aglomeratívne zhlukovanie funguje na princípe „zdola-hore“, kedy sa najprv vytvárajú malé zhluky, ktoré sa následne v postupnosti krokov zlučujú do väčších zhlukov, až je vytvorený jeden celkový zhluk obsahujúci všetky pozorovania. Pri zlučovaní menších zhlukov v jednotlivých krokoch sa využíva princíp vzájomnej podobnosti, definovaný na základe použitej vzdialenosti (Härdle a Simar, 2015). Výstup zhlukovacieho algoritmu je možné graficky vizualizovať, čo výrazne pomôže pri voľbe finálneho počtu zhlukov. Na druhu stranu, vizualizácia je prakticky neinformatívna, ak sa jedná o zhlukovanie väčšieho počtu pozorovaní. Kľúčovým problémom teda zostáva voľba finálneho počtu zhlukov (Trebuňa a Halčinová, 2010; Maciak, 2021).

Postup pri zhlukovej analýze:

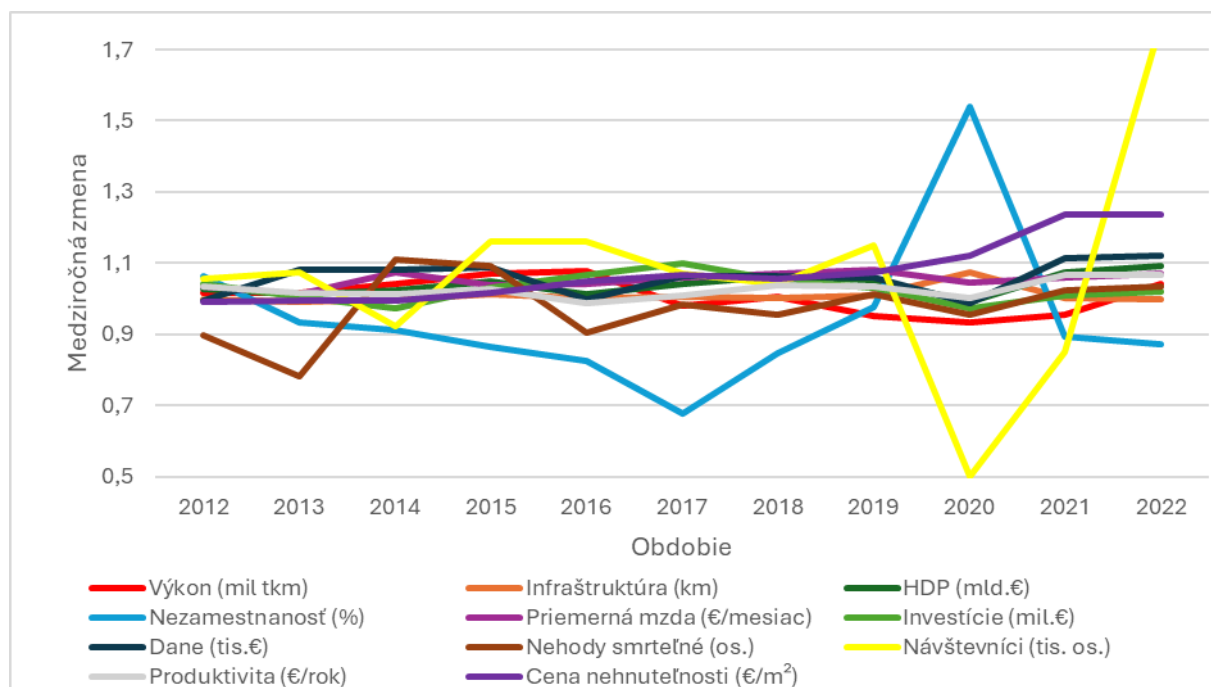
- Výber miery podobnosti prostredníctvom koeficientu korelácie
- Výber druhu zhlukovacieho postupu – aglomeratívny
- Výber zhlukovacej metódy – metóda priemernej vzdialenosti
- Určenie počtu významných zhlukov – pseudo T-squared štatistika
- Interpretácia zhlukov – dendogram (Stankovičová a Vojtková, 2007).

Pri priemernom väzbovom hierarchickom zhlukovaní je vzdialenosť medzi dvoma zhlukmi definovaná ako priemerná vzdialenosť medzi každým bodom v jednom zhluku a každým bodom v druhom zhluku. Napríklad vzdialenosť medzi zhlukmi "r" a "s" sa rovná priemernej dĺžke medzi spojením bodov jedného zhluku s druhým, vid' vzorec (2).

$$L(r,s) = \frac{1}{n_r n_s} \sum_{i=1}^{n_r} \sum_{j=1}^{n_s} D(x_{ri}, x_{sj}) \quad (2)$$

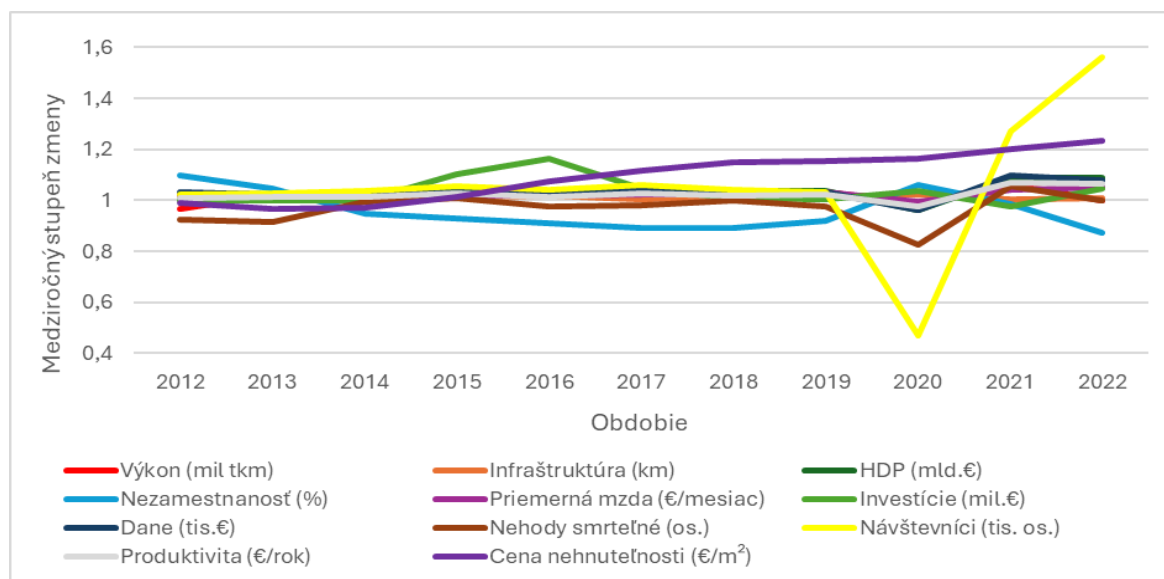
Metóda priemernej vzdialenosti je kompromisom medzi metódou jednoduchého a úplného spájania, ktorá sa vyhýba extrémom buď veľkých, alebo tesných kompaktných zhlukov (Yang, 2017).

Výsledky



Graf 1 – Vývoj ukazovateľov v rámci SR v období 2012-2022
Zdroj: autor

Vývoj jednotlivých ukazovateľov naprieč sledovaným obdobím v SR je vo viacerých prípadoch podobný, keď hodnoty buď mierne rastú, ako je tomu v prípade HDP, mzdy či produktivity alebo kolíšu medzi miernym nárastom a poklesom ako je to pri výkone a investíciách. Výrazný vplyv pandémie COVID-19 možno vidieť najmä pri nezamestnanosti v grafe 1, ktorá značne stúpila a počte návštevníkov, ktorý naopak výrazne klesol medzi rokmi 2019 a 2020, ako následok vtedy zavedených opatrení a situácie. Výraznejšie zmeny nastali aj pri smrteľných nehodách, kde sa však situácia už stabilizovala a cene nehnuteľností, ktoré v posledných rokoch začali výraznejšie stúpať.



Graf 2 – Vývoj ukazovateľov v EÚ v období 2012-2022

Zdroj: autor

V Európskej únii neboli pri všetkých ukazovateľoch kompletne údaje za všetky krajiny, avšak dostupné údaje boli postačujúce na vytvorenie približnej situácie pre jednotlivé faktory v grafe 2. Pri väčšine ukazovateľov je priebeh veľmi podobný situácií v SR, vrátane značného prepadu počtu turistov a rastu nezamestnanosti počas pandémie, ktorý bol však v prípade nezamestnanosti miernejší. To znamená, že podmienky a stav vybraných ukazovateľov na Slovensku viac menej kopírujú situáciu v EÚ.

Pre určenie vzájomných vzťahov medzi ukazovateľmi, ich sily a smerovania bol použitý Pearsonov korelačný koeficient a test významnosti na overenie štatistickej významnosti. Korelačná analýza aj test významnosti bol realizovaný prostredníctvom štatistického softvéru SAS, najskôr pre Slovenskú republiku a Európsku úniu, následne pre jednotlivé kraje v SR.

	Výkon	Infraštruktúra	HDP	Nezamestnanosť	Priemerná mzda	Investície	Vybrané dane	Smrteľné nehody	Počet návštevníkov	Produktivita	Cena nehnuteľnosti
Výkon	1.00000	-0.27214	0.02592	-0.56377	0.01132	0.00938	0.09381	-0.09797	0.73518	-0.00301	-0.23641
Výkon		0.4182	0.9397	0.0709	0.9736	0.9782	0.7838	0.7744	0.0099	0.9934	0.4840
Infraštruktúra	-0.27214	1.00000	0.86475	-0.52240	0.90502	0.83321	0.84271	-0.46264	-0.36077	0.86649	0.89830
Infraštruktúra	0.4182		0.0006	0.0992	0.0001	0.0014	0.0011	0.1519	0.2757	0.0012	0.0002
HDP	0.02592	0.86475	1.00000	-0.79202	0.98963	0.90672	0.99103	-0.52036	0.10125	0.97159	0.94042
HDP	0.9397	0.0006		0.0037	<.0001	0.0001	<.0001	0.1008	0.7671	<.0001	<.0001
Nezamestnanosť	-0.56377	-0.52240	-0.79202	1.00000	-0.79267	-0.79634	-0.81326	0.56193	-0.49829	-0.71110	-0.56125
Nezamestnanosť	0.0709	0.0992	0.0037		0.0036	0.0034	0.0023	0.0720	0.1188	0.0211	0.0724
Priemerná mzda	0.01132	0.90502	0.98963	-0.79267	1.00000	0.93968	0.98048	-0.55860	0.02866	0.96802	0.92158
Priemerná mzda	0.9736	0.0001	<.0001	0.0036		<.0001	<.0001	0.0741	0.9333	<.0001	<.0001
Investície	0.00938	0.83321	0.90672	-0.79634	0.93968	1.00000	0.87851	-0.67759	0.07158	0.89440	0.78377
Investície	0.9782	0.0014	0.0001	0.0034	<.0001		0.0004	0.0220	0.8343	0.0005	0.0043
Vybrané dane	0.09381	0.84271	0.99103	-0.81326	0.98048	0.87851	1.00000	-0.53129	0.11448	0.95975	0.92080
Vybrané dane	0.7838	0.0011	<.0001	0.0023	<.0001	0.0004		0.0926	0.7375	<.0001	<.0001
Smrteľné nehody	-0.09797	-0.46264	-0.52036	0.56193	-0.55860	-0.67759	-0.53129	1.00000	-0.06661	-0.55750	-0.42185
Smrteľné nehody	0.7744	0.1519	0.1008	0.0720	0.0741	0.0220	0.0926		0.8457	0.0941	0.1962
Počet návštevníkov	0.73518	-0.36077	0.10125	-0.49829	0.02866	0.07158	0.11448	-0.06661	1.00000	-0.14630	-0.12821
Počet návštevníkov	0.0099	0.2757	0.7671	0.1188	0.9333	0.8343	0.7375	0.8457		0.6867	0.7072
Produktivita	-0.00301	0.86649	0.97159	-0.71110	0.96802	0.89440	0.95975	-0.55750	-0.14630	1.00000	0.95669
Produktivita	0.9934	0.0012	<.0001	0.0211	<.0001	0.0005	<.0001	0.0941	0.6867		<.0001
Cena nehnuteľnosti	-0.23641	0.89830	0.94042	-0.56125	0.92158	0.78377	0.92080	-0.42185	-0.12821	0.95669	1.00000
Cena nehnuteľnosti	0.4840	0.0002	<.0001	0.0724	<.0001	0.0043	<.0001	0.1962	0.7072	<.0001	

Tabuľka 1 - Korelačná matica zobrazujúca vzťahy medzi dopravnými a ekonomickými ukazovateľmi v SR za obdobie 2012-2022 a hodnoty testu významnosti

Zdroj: autor

V tabuľke 1 sa nachádza korelačná matica, v ktorej sú pomocou hodnôt Pearsonovho korelačného koeficientu zachytené vzťahy a ich sila medzi jednotlivými ukazovateľmi. Pre každý ukazovateľ je v druhom riadku vždy uvedená hodnota testu významnosti. Pomerne prekvapivá je sila vzťahov medzi výkonom cestnej nákladnej dopravy a ostatných ukazovateľov, ktorá je vo väčšine prípadov slabá a výrazne sa odlišuje od predtým realizovaného výskumu (Zuzaniak a Konečný, 2023). Okrem počtu návštevníkov a nezamestnanosti nedosahujú vzťahy väčšiu silu a to ani tam, kde sa väzba predpokladá, prípadne bola potvrdená v iných existujúcich výskumoch. Úlohu mohla zohrať pandémia COVID-19, ktorá ovplyvnila všetky sektory ekonomiky, vrátane nákladnej dopravy. Ešte väčším faktorom sú však samotné hodnoty výkonu nákladnej dopravy a ich spôsob merania a získavania. Dáta sú totiž zbierané na základe vzorky spoločností a navyše sa do toho nepočítajú zahraničné spoločnosti, ktoré môžu realizovať značnú časť výkonov. Tieto faktory tak mohli skresliť celkové výsledky a sily korelácie, ktorá nebola potvrdená u väčšiny ukazovateľov.

Na druhej strane, dĺžka cestnej infraštruktúry dosiahla silný vzťah so 6 ukazovateľmi, konkrétne HDP, priemernou mzdou, zahraničnými investíciami, vybranými daňami, nominálnou produktivitou pracovníkov a cenou nehnuteľností, čo môže znamenať väčšiu väzbu a súvislosť ekonomických ukazovateľov s dĺžkou cestnej infraštruktúry ako s výkonom cestnej nákladnej dopravy. Ďalšie ukazovatele dosiahli strednú až slabú silu korelácie, avšak hodnoty testu významnosti boli vyššie ako 0,05 a preto je im prisúdená štatistická bezvýznamnosť. Vzhľadom na relatívne menší počet hodnôt je však náročné a taktiež nesprávne vylúčiť vzájomnú koreláciu. Nezamestnanosť aj smrteľné nehody dosiahli stredne silnú nepriamu koreláciu, čo by znamenalo ich pokles s nárastom dĺžky infraštruktúry a teda ďalší pozitívny vplyv.

	Výkon	Infraštruktúra	HDP	Nezamestnanosť	Priemerná mzda	Investície	Vybrané dane	Smrteľné nehody	Počet návštevníkov	Produktivita	Cena nehnuteľnosti
Výkon	1.00000	0.97218	0.96494	-0.95809	0.96950	0.86119	0.96971	-0.82136	-0.02492	0.95405	0.97837
Výkon		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0029	<.0001	0.0036	0.9420	<.0001	<.0001
Infraštruktúra	0.97218	1.00000	0.94154	-0.94762	0.96446	0.84231	0.94671	-0.91950	-0.14629	0.93095	0.95944
Infraštruktúra			<.0001	<.0001	<.0001	0.0044	<.0001	0.0002	0.6678	<.0001	<.0001
HDP	0.96494	0.94154	1.00000	-0.93385	0.99363	0.88321	0.99937	-0.77095	0.09796	0.99738	0.95461
HDP				<.0001	<.0001	0.0016	<.0001	0.0090	0.7745	<.0001	<.0001
Nezamestnanosť	-0.95809	-0.94762	-0.93385	1.00000	-0.93091	-0.91231	-0.93253	0.74111	-0.07597	-0.90794	-0.98308
Nezamestnanosť					<.0001	0.0006	<.0001	0.0142	0.8243	0.0001	<.0001
Priemerná mzda	0.96950	0.96446	0.99363	-0.93091	1.00000	0.84227	0.99447	-0.84739	0.00227	0.99090	0.95275
Priemerná mzda						0.0044	<.0001	0.0020	0.9947	<.0001	<.0001
Investície	0.86119	0.84231	0.88321	-0.91231	0.84227	1.00000	0.87233	-0.55933	-0.01935	0.87715	0.90715
Investície							0.0022	0.1174	0.9606	0.0019	0.0007
Vybrané dane	0.96971	0.94671	0.99937	-0.93253	0.99447	0.87233	1.00000	-0.78358	0.08322	0.99725	0.95476
Vybrané dane						0.0022		0.0073	0.8078	<.0001	<.0001
Smrteľné nehody	-0.82136	-0.91950	-0.77095	0.74111	-0.84739	-0.55933	-0.78358	1.00000	0.59847	-0.77962	-0.77289
Smrteľné nehody									0.0676	0.0078	0.0088
Počet návštevníkov	-0.02492	-0.14629	0.09796	-0.07597	0.00227	-0.01935	0.08322	0.59847	1.00000	0.09178	0.00691
Počet návštevníkov										0.7884	0.9839
Produktivita	0.95405	0.93095	0.99738	-0.90794	0.99090	0.87715	0.99725	-0.77962	0.09178	1.00000	0.93641
Produktivita						0.0019	<.0001	0.0078	0.7884		<.0001
Cena nehnuteľnosti	0.97837	0.95944	0.95461	-0.98308	0.95275	0.90715	0.95476	-0.77289	0.00691	0.93641	1.00000
Cena nehnuteľnosti						0.0007	<.0001	0.0088	0.9839	<.0001	

Tabuľka 2 - Korelačná matica zobrazujúca vzťahy medzi dopravnými a ekonomickými ukazovateľmi v EÚ za obdobie 2012-2022 a hodnoty testu významnosti
Zdroj: autor

V prípade EÚ boli hodnoty korelácie najmä pre výkon cestnej nákladnej dopravy značne odlišné oproti Slovensku. Ako pre výkon cestnej nákladnej dopravy, tak aj dĺžku nadradenej cestnej infraštruktúry boli pomocou Pearsonovho korelačného koeficientu zistené silné vzťahy nielen navzájom, ale najmä so všetkými ďalšími ukazovateľmi okrem počtu návštevníkov. Pri tomto faktore však treba poznamenať jeho značné ovplyvnenie pandemiou COVID-19, ako je vidieť v grafe 2 a pri testovaní korelácie za roky 2012-2019 dosahoval aj tu vzťah hodnoty blízke 1 (silná korelácia). Test významnosti rovnako potvrdil štatistickú významnosť, ako je vidieť na hodnotách pod silou vzťahov pre ukazovatele v tabuľke 2. Pre EÚ teda bol potvrdený silný pozitívny vzťah medzi výkonom cestnej nákladnej dopravy aj dĺžkou nadradenej cestnej infraštruktúry a dôležitými ekonomickými ukazovateľmi, čo môže poukazovať na významnosť cestnej dopravy pre ekonomický rozvoj a napredovanie štátu vo viacerých oblastiach. Pri nezamestnanosti a smrteľných nehodách je tento vzťah silný negatívny a teda s rastom výkonov aj dĺžky infraštruktúry klesá nezamestnanosť a počet smrteľných nehôd. Samozrejme, na všetky ukazovatele pôsobí mnoho iných faktorov, ktoré môžu mať omnoho väčší vplyv a spojitosť, ako práve skúmané dopravné ukazovatele.

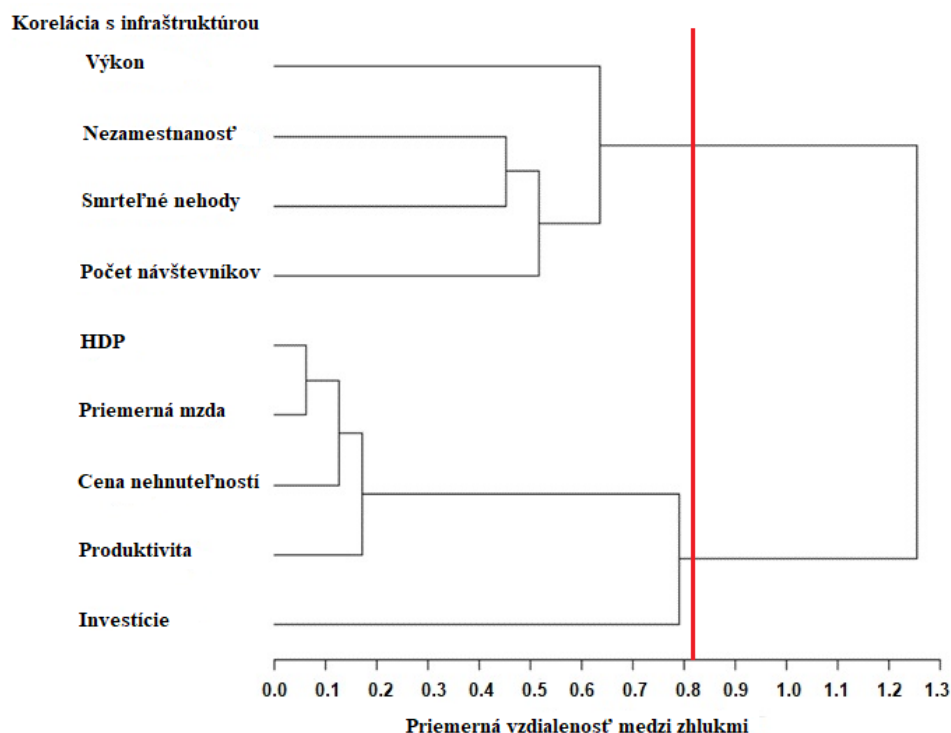
Korelácia s infraštruktúrou	Bratislava	Trnava	Trenčín	Nitra	Žilina	Banská Bystrica	Prešov	Košice
Výkon	-0.39096	-0.49048	-0.14448	0.29128	-0.42615	-0.52773	-0.02457	0.19810
Výkon (test)	0.2089	0.1055	0.6541	0.3583	0.1672	0.0778	0.9396	0.5371
HDP	0.61783	0.83776	0.80171	0.80746	0.77033	0.75336	0.82002	0.83439
HDP (test)	0.0323	0.0007	0.0017	0.0015	0.0034	0.0047	0.0011	0.0007
Nezamestnanosť	-0.05244	-0.41981	-0.38510	-0.38229	-0.84720	-0.41722	-0.54493	-0.62086
Nezamestnanosť (test)	0.8714	0.1743	0.2164	0.2201	0.0005	0.1772	0.0669	0.0312
Priemerná mzda	0.63143	0.87486	0.80294	0.81637	0.85326	0.82890	0.90605	0.88748
Priemerná mzda (test)	0.0277	0.0002	0.0017	0.0012	0.0004	0.0009	<.0001	0.0001
Investície	-0.67677	0.44608	-0.38745	-0.38348	0.86097	0.72769	0.87205	-0.12550
Investície (test)	0.0453	0.2288	0.3029	0.3083	0.0029	0.0263	0.0022	0.7477
Smrteľné nehody	-0.57602	0.19573	-0.87527	-0.90987	-0.40766	-0.39186	-0.08155	-0.72421
Smrteľné nehody (test)	0.0500	0.5421	0.0002	<.0001	0.1884	0.2077	0.8011	0.0077
Počet návštevníkov	-0.70655	-0.26277	-0.48728	-0.63681	0.30135	-0.22842	-0.13301	-0.05269
Počet návštevníkov (test)	0.0102	0.4093	0.1081	0.0260	0.3412	0.4752	0.6803	0.8708
Produktivita	0.41778	0.76792	0.81974	0.82837	0.81931	0.61711	0.73063	0.72086
Produktivita (test)	0.2010	0.0058	0.0020	0.0016	0.0020	0.0431	0.0107	0.0123
Cena nehnuteľnosti	0.85235	0.91808	0.87622	0.82837	0.64641	0.85041	0.88120	0.79170
Cena nehnuteľnosti (test)	0.0004	<.0001	0.0002	0.0016	0.0231	0.0005	0.0002	0.0022

Tabuľka 3 - Korelačná matica zobrazujúca vzťahy medzi dopravnými a ekonomickými ukazovateľmi v krajoch SR za obdobie 2012-2022 a hodnoty testu významnosti

Zdroj: autor

Keďže v rámci SR boli výsledky najmä pre dopravný výkon značne odlišné, bola realizovaná korelačná analýza aj pre jednotlivé kraje SR s výnimkou vybraných daní, kde nie sú dostupné

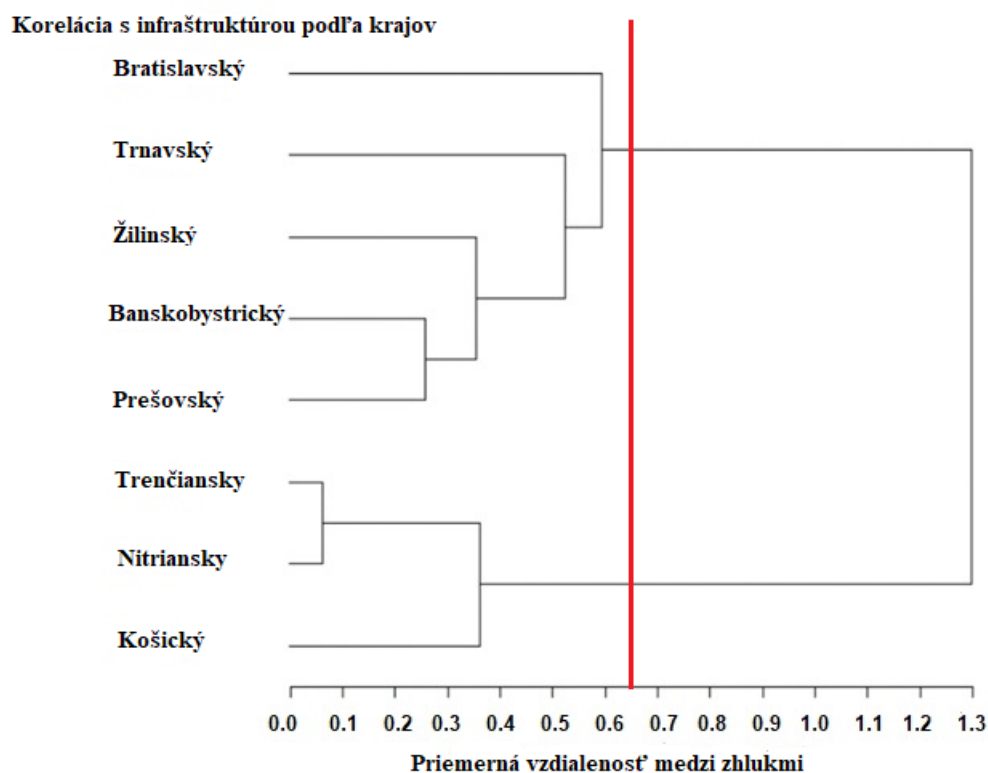
údaje za jednotlivé kraje a pri priamych zahraničných investíciách je delenie podľa krajov len do roku 2019. Pre vzťahy medzi výkonom cestnej nákladnej dopravy na úrovni krajov a ostatnými ukazovateľmi platí vo všeobecnosti to isté, ako tomu bolo na úrovni krajiny a teda až na výnimky len slabá korelácia. V Nitrianskom kraji je vzťah medzi výkonom a HDP, nezamestnanosťou a priemernou mzdou silný a štatisticky významný. Tak isto je to v Prešovskom kraji pre vzťah so zahraničnými investíciami či inde pre počet návštevníkov. Sú to však len občasné výnimky a celkovo neboli v krajoch dokázané silné a štatisticky významné vzťahy s cestnými výkonmi, možno aj kvôli prípadným nepresnostiam pri získaní výkonových dát. Pri vzťahoch ekonomických ukazovateľov s dĺžkou cestnej infraštruktúry v krajoch sú hodnoty opäť o niečo vyššie, ako ukazuje aj Tabuľka 3. Viditeľné je to najmä pri HDP, priemernej mzde, produktivite a cene nehnuteľností, v ktorých je intenzita takéhoto vzťahu vo väčšine krajov vysoká a teda existuje silná aj štatisticky významná korelácia. Silnejší, ale nepriamy vzťah bol dosiahnutý v niektorých krajoch, napr. v Košickom a Nitrianskom, so smrteľnými nehodami, nezamestnanosťou, ale prekvapivo aj počtom návštevníkov. Platia tu tak podobné vzťahy ako pri celej SR, ktoré sú oproti EÚ slabšie a to najmä pri výkone cestnej nákladnej dopravy. Keďže korelačná analýza preukázala existenciu vzťahov medzi dopravnými a ekonomickými ukazovateľmi, ďalším krokom bola realizácia zhlukovej analýzy na úrovni krajov pomocou metódy priemernej vzdialenosti využitím softvéru SAS. Ten rozdelí kraje a ukazovatele do zhlukov, podľa ich podobnosti, pričom samotný počet zhlukov určí na základe metódy CCC a výsledné rozdelenie je viditeľné aj v grafickej podobe ako dendrogram. V budúcich výskumoch je možné niečo podobné realizovať aj pre EÚ, kde je však väčší počet členov (krajín) a tým aj zložitejšie zatriedenie.



Graf 3 – Dendrogram pre zatriedenie ukazovateľov do zhlukov podľa Pearsonovho korelačného koeficientu s dĺžkou cestnej infraštruktúry

Zdroj: autor

Na základe realizácie zhlukovej analýzy je na grafe 3 viditeľný dendrogram, kde boli podľa stupňa korelácie s dĺžkou cestnej infraštruktúry ukazovatele zatriedené do zhlukov. Vzhľadom na predchádzajúce výsledky intenzity korelácie a daného dendogramu bolo zatriedenie krajov do zhlukov realizované podľa dolného zhluku ukazovateľov (HDP, mzda, cena nehnuteľnosti, produktivita a investície). Určenie správneho počtu zhlukov je dôležitým prvkom pri zhlukovej analýze a preto bola použitá pseudo T-squared štatistika v programe SAS. Optimálny počet zhlukov v tejto metóde bol identifikovaný ako 2.



Graf 4 – Dendrogram pre zatriedenie krajov do zhlukov podľa Pearsonovho korelačného koeficientu pre ukazovatele s dĺžkou cestnej infraštruktúry
Zdroj: autor

Graf 4 predstavuje výsledok zhlukovej analýzy v podobe dendogramu pre kraje SR na základe Pearsonovho korelačného koeficientu. Prvý zhluk je tvorený Bratislavským, Trnavským, Žilinským, Banskobystrickým a Prešovským krajom. Druhý zhluk sa skladá z Trenčianskeho, Nitrianskeho a Košického kraja. Dané rozdelenie neukazuje na rozdiely v rámci jednotlivých častí Slovenska, keďže v oboch zhlukoch sa nachádzajú kraje z opačných častí republiky. Kraje v druhom zhluku sú charakteristické silnými vzťahmi medzi dĺžkou cestnej infraštruktúry a všetkými ostatnými ukazovateľmi, pričom vždy dosahujú hodnoty od 0,7 do 0,9. Naopak, kraje v 1. zhluku sa prezentujú väčšou variabilitou hodnôt vzťahov, a to od dolnej hranice pre stredne silný vzťah až po silné hodnoty korelácie nad 0,9. Čo je však dôležitejšie, pre všetky kraje bola pri ukazovateľoch vybraných pre zhlukovú analýzu zistená silná spojitosť medzi nimi a dĺžkou nadradenej cestnej infraštruktúry (diaľnice, rýchlostné cesty a cesty 1. triedy).

Záver

Cestná nákladná doprava je v rámci Slovenska aj celej Európskej únie stále lídrom, čo sa týka podielu prepráv. Preto je dôležité poznať jej vplyv nielen na osoby priamo zapojené do dopravného sektora, ale aj ostatné osoby. Väčšina výskumníkov sa vzhľadom na stále väčšie environmentálne nároky zameriava skôr na negatívnu stránku dopravy a jej externality, avšak je nevyhnutné skúmať aj pozitívne externality pre vytvorenie spravodlivého obrazu. Viacero realizovaných prác a článkov preukázalo spojitosť medzi cestnou dopravou a ekonomickým/sociálnym rozvojom spoločnosti. Stále však chýba metodika na určenie a identifikáciu konkrétnych pozitívnych externalít, ako aj ich hodnoty.

V tejto práci bola preto skúmaná spojitosť medzi ukazovateľmi cestnej dopravy a vybranými ekonomickými ukazovateľmi, ktoré by na základe dosiaľ realizovaných štúdií mohli predstavovať pozitívnu externalitu z cestnej nákladnej dopravy. Skúmané boli údaje za obdobie rokov 2012-2022 pre Slovenskú republiku, jej kraje aj celú Európsku úniu. Údaje boli získané z viacerých hodnoverných zdrojov vrátane ŠÚ SR, Eurostatu, OECD, NBS aj Ministerstva financií SR. Ako ukazujú grafy 1 a 2, vývoj väčšiny ukazovateľov bol podobný v EÚ aj na Slovensku a predstavoval mierny nárast v sledovanom období. Do skúmaného obdobia spadá aj pandémia COVID-19, ktorá mala väčší vplyv najmä na 2 ukazovatele a to počet zahraničných návštevníkov, ktorý kvôli vtedajším opatreniam výrazne klesol a mieru nezamestnanosti, ktorá naopak vzrástla. Tieto ukazovatele sa však po skončení pandémie v roku 2022 vrátili na predošlé hodnoty.

Prostredníctvom Pearsonovho korelačného koeficientu a testu významnosti v štatistickom softvéri SAS boli overené vzájomné vzťahy medzi ukazovateľmi, ich sila, smer a štatistická významnosť. Pomerne veľký rozdiel vo výsledkoch nastal medzi SR a Európskou úniou. Na Slovensku bol pre dĺžku nadradenej cestnej infraštruktúry (diaľnice, rýchlostné cesty a cesty 1. triedy) zistený silný vzťah s viacerými ukazovateľmi, presnejšie s HDP, priemernou mzdou, zahraničnými investíciami, vybranými daňami, nominálnou produktivitou pracovníkov a cenou nehnuteľností. Naopak medzi výkonom cestnej nákladnej dopravy a väčšinou ostatných ukazovateľov, s výnimkou práve najviac zasiahnutého počtu návštevníkov a miery nezamestnanosti, bola zistená len slabá miera spojitosti. To môže znamenať väčšiu väzbu a súvislosť ekonomických ukazovateľov s dĺžkou cestnej infraštruktúry, ako s výkonom cestnej nákladnej dopravy. Avšak môže to byť spôsobené nepresnosťou a odhadom pri zbere údajov o realizovanom výkone, ktorý je len odhadnutý na základe poskytnutých údajov od dopravcov, do ktorého však nie sú započítavani zahraniční dopravcovia, ktorí môžu realizovať značnú časť prepráv. Preto by bolo odporúčaním prehodnotiť uvedený spôsob zberu údajov a zaviesť presnejší model. Mohol by sa dosiahnuť napríklad spolupracou s mýtnym systémom, kde sú údaje o nákladných prepravách cestnou dopravou, avšak zabezpečiť prepojitelnosť, korektnosť a presnosť dát je náročné a vyžaduje si navrhnutie komplexného systému.

V rámci EÚ bol pre výkon cestnej nákladnej dopravy aj dĺžku nadradenej cestnej infraštruktúry (diaľnice a rýchlostné cesty) zistený silný vzťah so všetkými ukazovateľmi za dané obdobie s výnimkou počtu zahraničných návštevníkov. Pre tento ukazovateľ však bol realizovaný aj výpočet len za predpandemické obdobie 2012-2019, v ktorom už tiež vyšli silné hodnoty korelácie. Tento výsledok tak ukazuje na významnú spojitosť medzi sektorom

cestnej dopravy a ostatnými oblasťami v rámci ekonomiky a rozvoja krajiny. Skúmaná bola aj situácia v jednotlivých krajoch SR, ktorá však viac menej len potvrdila výsledok dosiahnutý v rámci celoštátnej analýzy až na pár výnimiek, najmä v podobe Nitrianskeho kraja, ktorý dosiahol ako jediný silné hodnoty korelácie medzi výkonom cestnej nákladnej dopravy a viacerými ekonomickými faktormi.

Následne boli prostredníctvom pseudo T-squared štatistiky a zhlukovej analýzy rozdelené ukazovatele do 2 zhlukov, z ktorých ten, obsahujúci HDP, priemernú mzdu, cenu nehnuteľností, nominálnu produktivitu a celkové investície bol vyhodnotený ako vhodný, na použitie pre účely zhlukovej analýzy zameranej na kraje SR. Zhluková analýza aj so štatistikou boli vykonané opäť v softvéri SAS, ktorý rozdelil okresy na 2 zhluky podľa dosiahnutých koeficientov korelácie pre vybrané ukazovatele. Prvý zhluk je tvorený Bratislavským, Trnavským, Žilinským, Banskobystrickým a Prešovským krajom. Druhý zhluk sa skladá z Trenčianskeho, Nitrianskeho a Košického kraja. Kraje v druhom zhluku sú charakteristické silnými vzťahmi a ich menším rozsahom. Naopak, kraje v prvom zhluku sa prezentujú väčšou variabilitou hodnôt vzťahov, avšak všetky kraje mali pre použité ukazovateľoch silnú spojitosť medzi nimi a dĺžkou nadradenej cestnej infraštruktúry.

V budúcich výskumoch je možné realizovať podobný postup zhlukovou analýzou aj pre celú EÚ, kde je však väčší počet členov (krajín) a tým aj zložitejšie zatriedenie a celková náročnosť analýzy. Pre SR je naopak možnosťou odlišný postup pre zistenie výkonu cestnej nákladnej dopravy, čo by mohlo zmeniť výsledky korelácie a vzťahov, prípadne ich potvrdiť. Cieľom je taktiež vývoj metodiky na všeobecnú identifikáciu a posúdenie pozitívnych externalít z cestnej nákladnej dopravy v SR.

Tento článok odporúča na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:

doc. Ing. Vladimír Konečný, PhD

Použitá literatúra

1. AISLU, T., BAGDAT, T., LOPRENCIPE, G. a I. NAILYA, (2020). *Analysis of enterrelation between economic, road, transport and logistic indicators*. News Natl. Acad. Sci. Repub. Kazakhstan, Ser. Geol. Tech. Sci., 2, 162–169, DOI:10.32014/2020.2518-170X.44.
2. BALÁŽ, V., DOKUPILOVÁ, D. a E. NEŽINSKÝ (2018). *Do motorways induce wider economic benefits? Evidence from the Slovak Republic*. Ekonomický časopis, 66, 5, 431–464.
3. BEDECS, L. (2020). *Problematika externalít v logistice a preprave s vazbou na koncept cirkulárnej ekonomiky a zpetnou logistiku*. (Diplomová práca), Vysoká škola ekonomická v Praze, (online), Dostupné na internete: https://vskp.vse.cz/81623_problematika-externalit-v-logistice-a-preprave-s-vazbou-na-koncept-cirkularni-ekonomiky-a-zpetnou-logistiku
4. BEYZATLAR, M.A., KARACAL, M. a I.H. YETKINER (2014). *Granger-causality between transportation and GDP: A panel data approach*. Transp. Res. Part A Policy and Practice, 63, 43–55.
5. CHAJDIK, J. (2003). *Štatistika jednoducho*, STATIS, Bratislava. ISBN 80-85659-28-X
6. COHEN, J.P. a C.M. PAUL (2007). *The impacts of transportation infrastructure on property values: A higher-order spatial econometrics approach*. Journal of Regional Science, 47, 3, 457–478.

7. ELIASSON, J. a S. PROOST (2015). *Is Sustainable Transport Policy Sustainable?* Transport Policy 37, 92–100. doi:10.1016/j.tranpol.2014.09.010
8. FILČÁK, R., ROCHOVSKA, A. a M. HORNÁK (2021). *Evaluation of Slovakia's RI expressway enhancement impacts on local socio-economic development: expert panel approach.* Geografie. 126. 29-53. DOI:10.37040/geografie2021126010029.
9. GNAP, J., KONEČNÝ, V. a P. VARJAN (2018). *Research on relationship between freight transport performance and GDP in Slovakia and EU countries.* Naše More, 65, 32–39. DOI: 10.17818/NM/2018/1.5
10. GNAP, J., ŠARKAN, B., KONEČNÝ, V. a T. SKRÚCANÝ (2020). *The Impact of Road Transport on the Environment. Ecology in Transport: Problems and Solutions.* Lecture Notes in Networks and Systems, vol 124. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42323-0_5
11. HAMAMCIOGLU, C. a S. OĞUZTIMUR (2015). *The Comparison of Basic Transportation Indicators and Freight Villages' Locations Between Germany and Turkey.* ERSA conference papers ersa15p498, European Regional Science Association.
12. HÄRDLE, W.K. a L. SIMAR (2015). *Applied Multivariate Statistical Analysis.* Springer Berlin, Heidelberg, ISBN 978-3-662-45171-7. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-45171-7>
13. IVANOVÁ, E. a J. MASÁROVÁ (2013). *Importance of road infrastructure in the economic development and competitiveness.* Economics and Management, 18, 2, 263–274.
14. KITNEROVÁ, J. (2008). *Možnosť poistenia ako spôsob zníženia rizika cestnej nákladnej dopravy.* Doprava a spoje – elektronický časopis, 1, 19-30.
15. KONEČNÝ, V. (2018). *Ekonomická analýza v podniku cestnej dopravy a zasielateľstva – Návody na cvičenia.* Žilina: EDIS. ISBN 978-80-554-1470-6
16. KRÁL, P. a V. ROHÁČOVÁ (2013). *Meranie efektívnosti podnikov verejnej cestnej dopravy v SR pomocou DEA a SFA.* Statistica, 93(2), 76-85.
17. LUKEŠOVÁ, B. (2017). *Externality v doprave a možnosti jejich řešení.* (Bakalárska práca), Moravská Vysoká škola Olomouc, (online), Dostupné na internete: <https://theses.cz/id/n033au/22196383>
18. MACIAK, M. (2021). *Zhluková analýza.* Karlova univerzita. https://www.karlin.mff.cuni.cz/~maciak/NMST539/cvicenie2021_10.html
19. MACKINNON, D., PIRIE, G. a M. GATHER (2009). *Transport and economic development.* In: Knowles, R., Shaw, J., Docherty, I. (eds.): Transport Geographies: Mobilities, Flows and Spaces. Blackwell Publishing, Oxford, 10–28.
20. MAPARU, T.S. a T.N. MAZUMDER (2017). *Transport infrastructure, economic development and urbanization in India (1990-2011): Is there any causal relationship?* Transport Res. Part A Policy Practice. Elsevier, 100, 319-336.
21. MCINTOSH, A.M., SHARPE, M. a S.M. LAWRIE (2010). *9 - Research methods, statistics and evidence-based practice,* Companion to Psychiatric Studies (Eighth Edition), Churchill Livingstone, Pages 157-198, ISBN 9780702031373, <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-3137-3.00009-7>.
22. MERCHAN, A. L., LÉONARD, A., LIMBOURG, S. a M. MOSTERT (2019). *Life cycle externalities versus external costs: The case of inland freight transport in Belgium,* Transportation Research Part D: Transport and Environment, 67, 576-595, ISSN 1361-9209, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.01.017>.
23. MICHNIAK, D. (2015). *Main problems of transport infrastructure development in Slovakia and effects on regional development.* Geographia Polonica, 88, 1, 21–39.
24. Ministerstva financií Slovenskej republiky, Dostupné na internete: <https://www.mfsr.sk/sk/>
25. MV SR (2020). *Prehľad základných štatistických ukazovateľov dopravnej nehodovosti za roky 1966 až 2019.* Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky, <https://www.minv.sk/?statisticke-ukazovatele-sluzby-dopravnej-policie>
26. Národná banka Slovenska, Dostupné na internete: <https://nbs.sk>
27. Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj OECD, Dostupné na internete: <https://www.oecd.org>
28. PROŇKO, J. (2016). *Transport w Polsce na tle Unii Europejskiej.* Logistyka 1/2016, 363-375.
29. ŘIHA, Z., DOCKALIKOVA, I., TICHY, J. a D. KOŠTIAL (2022). *Solving transportation externalities, economic approaches, and their risks.* Open Engineering, vol. 12, no. 1, pp. 1-10. <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0001>

30. SDOUKOPOULOS, A. a M. PITSIAVA-LATINOPOULOU (2017). *Assessing urban mobility sustainability through a system of indicators: The case of Greek cities*. WIT Trans. Ecol. Environ. 226,617–631. <https://doi.org/10.2495/SDP170541>
31. STANKOVIČOVÁ a VOJTKOVÁ: *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*, Bratislava: Iura edition, 2007, ISBN 978-80-8078-152-1
32. ŠEVČENKO-KOZLOVSKA, G. a K. ČIŽIŮNIENĚ (2022). *The Impact of Economic Sustainability in the Transport Sector on GDP of Neighbouring Countries: Following the Example of the Baltic States*, Sustainability, 14(6), 3326. <https://doi.org/10.3390/su14063326>
33. Štatistický úrad Európskych spoločností Eurostat, Dostupné na internete: <https://ec.europa.eu/eurostat>
34. Štatistický úrad Slovenskej republiky, databáza DATAcube, Dostupné na internete: https://datacube.statistics.sk/#!/lang/sk/?utm_source=susr_portalHP&utm_medium=page_database&utm_campaign=DATAcube_portalHP
35. ŠVÁBOVÁ, L., ĎURANA, P. a M. ĎURICA (2022). *Deskriptívna a induktívna štatistika*. Žilinská univerzita v Žiline, EDIS – vydavateľstvo UNIZA. ISBN 978-80-554-1839-1
36. TIAN, J. (2019). *Výskum vplyvu dopravnej infraštruktúry na ekonomický rast*. Čína Bus. Rev., 7, 6–7.
37. TREBUŇA, P. a J. HALČINOVÁ (2010). *Princípy zhlukovej analýzy*. The 13th International Scientific Conference:Trends and Innovative Approaches in Business Processes “2010”. https://www.sjf.tuke.sk/umpadi/taipvpp/2010/index.files/clanky%20PDF/TREBUNA_HALCINOVA.pdf
38. VARADZIN, F. (2020). *Veřejná ekonomika: Distanční studijní text*, Karviná, Slezská univerzita v Opavě. (online). Dostupné na internete: https://is.slu.cz/el/opf/zima2021/EVSBPVEA/um/Verejna_ekonomika_skripta__15_.pdf
39. WANG, H., HAN, J., SU, M., WAN, S. a Z. ZHANG (2020). *The relationship between freight transport and economic development: A case study of China*. Research in Transportation Economics., 85, 100885.
40. YANG, Y., (2017), *Chapter 3 - Temporal Data Clustering, Temporal Data Mining Via Unsupervised Ensemble Learning*, Elsevier, Pages 19-34, ISBN 9780128116548, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811654-8.00003-8>.
41. YANG, R. (2021). *Research on the Correlation between Freight Transportation and National Economic Development*. E3S Web Conf. 253 01008. DOI: 10.1051/e3sconf/202125301008
42. ZUZANIAK, M. a V. KONEČNÝ (2023). *Research on selected positive externalities from road freight transport in Slovakia and EU*. Transportation Research Procedia 74(13):299-306. DOI: 10.1016/j.trpro.2023.11.148

Mladá veda

Young Science

ISSN 1339-3189