

Vedecký príspevok / Scientific article

Recenzované / Review: 25. 11. 2023

<https://doi.org/10.24040/eas.2023.24.2.137-156>



Bibliometrická analýza koncepčného prístupu k intelektuálnemu kapitálu

Bibliometric study of the conceptual approach of intellectual capital

Natália Slyvkanyč^a, Jozef Glova^{b*}

^a Ekonomická fakulta, Technická univerzita v Košiciach, ORCID: 0000-0003-2441-6759

^b Ekonomická fakulta, Technická univerzita v Košiciach, ORCID: 0000-0001-5972-7771

Abstract:

This paper aims to map the conceptual approach of intellectual capital for the period 1982 – 2022 by using a bibliometric study. For this study, we used the Web of Science as a main database for data collection. Collected data were analysed with descriptive statistics, co-occurrence, citation and co-citation analyses. Visualization of these analyses was proceeded by VOSviewer. Separately we analysed the case of the Slovak Republic. Our results show that Slovakia has a huge time gap with other countries but the positive is that Slovak researchers are in step with worldwide popular areas of intellectual capital. This study offers a wide range of the current state of researching intellectual capital worldwide and separately for the Slovak Republic.

Key words: Intellectual capital. Bibliometric analysis. Slovakia.

JEL Classification: O34.

Úvod

"Informácie a vedomosti sú termonukleárnymi konkurenčnými zbraňami našej doby. Vedomosti sú cennejšie a mocnejšie ako prírodné zdroje, veľké továrne alebo tučné banky. V jednom odvetví za druhým dosahujú úspech spoločnosti, ktoré majú najlepšie informácie alebo ich využívajú najefektívnejšie - nie nevyhnutne spoločnosti s najväčšou silou".

Thomas A. Stewart (1997)

* Korešpondujúci autor: Jozef Glova

Ekonomická fakulta, Technická Univerzita v Košiciach, Némcevej 32, 040 01 Košice

e-mail: jozef.glova@tuke.sk

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

V súčasnosti sú vzdelanie a vedomosti základnými podmienkami konkurencieschopnosti ako jednotlivca, tak aj spoločnosti na trhu (Giraldo et al., 2022). Podľa OECD (2013), vedomosti sú základným faktorom, ktorý poháňa produktivitu a ekonomický rast. Napriek tomu, že pojem „znalostná ekonomika“ má svoje korene v 90. rokoch minulého storočia, jej význam sa čoraz zvyšuje.

Nedávna pandémia COVID-19 poukázala na slabé miesta krajín a organizácií, ktoré nevenovali dostatočnú pozornosť nehmotným aktívam ako celku a poškodila sociálno-ekonomický rozvoj krajín. Dramatický prepád svetového hospodárstva sa prejavil v roku 2020 v podobe zvýšenej nezamestnanosti a chudoby na celom svete, avšak hospodárske škody sa výrazne líšili v závislosti od krajín. Krajiny, ktoré boli viac zamerané na hmotné aktíva a klasický model ekonomiky boli silne postihnuté, zatiaľ čo inovatívne krajiny, ktoré dbali aj na nehmotné aktíva vo svojom imaní a boli orientované na moderný model vedomostne založenej ekonomiky prekonali túto krízu podstatne lepšie (Ben Hassen, 2022).

Znalostná ekonomika sa zameriava na zásadný význam nehmotných aktív vo vlastníctve organizácií a krajín v svetovej ekonomike 21. storočia. Rýchly rozvoj vedomostí a rastúca závislosť od informatizácie, analýzy veľkých objemov dát a celková automatizácia menia ekonomiku vyspelého sveta závislej od výrobného procesu na ekonomiku, ktorá je závislá od intelektuálneho kapitálu a zručnosti. Fenomén intelektuálneho kapitálu sa stal teda kľúčovou témou vedomostnej ekonomiky (Aldulaimi et al., 2020; Ben Hassen, 2022; Giraldo et al., 2022; Obeidat et al., 2016). Intelektuálny kapitál môžeme definovať ako nehmotné aktívum, ktoré akumuluje vedomosti, znalosti a schopnosti jednotlivcov (tzv. ľudský kapitál), ktorí svojim spôsobom zlepšujú konkurenčné postavenie organizácie, v ktorej pracujú a tá následne má vplyv na národnú úroveň (Cabrita et al., 2007; Labra & Paloma Sánchez, 2013a; Papageorgiadis et al., 2020).

Táto štúdia systematicky skúma konceptuálny prístup k intelektuálnemu kapitálu v období rokov 1982 až 2022. Dané obdobie je zvolené na preskúmanie prístupov k intelektuálnemu kapitálu pred a po tom, ako ho začali vnímať ako súčasť znalostnej ekonomiky. Bibliografická analýza je perfektným nástrojom na literárny prehľad v zvolenej oblasti (ako napríklad hlavné zamerania výskumov a špičkoví autori/krajiny počas jednotlivých období) a zároveň na zistenie výskumných medzier, ktoré môžu poslúžiť zainteresovaným stranám ako inšpirácia pre ďalší výskum. Keďže sa zameriavame na výskum intelektuálneho kapitálu, našou motiváciou bolo poskytnúť systematický prehľad čitateľovi a taktiež zistiť aký je stav skúmanej problematiky v súčasnosti, zistiť v akom smere výskumu existujú medzery, ktoré by sme čiastočne vedeli naplniť aj bibliografickým prehľadom aj ďalšími svojimi výskumami.

1 Teoretické východiská

Výskum intelektuálneho kapitálu má svoje korene v témach nehmotného majetku. Ako popisujú Pedro et al. (2018), priekopníku prácu v oblasti intelektuálneho kapitálu spravil John Kenneth Galbraith v roku 1969. Dôležitú úlohu intelektuálneho kapitálu a nehmotného majetku opísali v prácach o inováciách teoretickí bádatelia, ako napríklad Schumpeter (2008) a Drucker (1954, 1985). Veľká pozornosť sa intelektuálnemu kapitálu venovala v 90. rokoch 20. storočia, keď sa intelektuálny kapitál začal chápať ako súčasť znalostnej ekonomiky (Manzari et al., 2012).

Štúdie v oblasti výskumu intelektuálneho kapitálu identifikovali taxonómiu štyroch etáp výskumu, ktoré sú opísané v Tabuľke 1 (Dumay a Garanina, 2013; Guthrie et al., 2012; Labra a Paloma Sánchez, 2013; Roos a O'Connor, 2015). Prvá etapa výskumu sa zameriava na organizačný intelektuálny kapitál a vymedzuje jeho základné definície a charakteristiky. Druhá etapa sa zameriava na prístupy merania a riadenia organizačného intelektuálneho kapitálu, ktoré sú podporené empirickými dôkazmi. Tretia etapa sa zaoberá intelektuálnym kapitálom na organizačnej úrovni (OIC), zatiaľ čo štvrtá etapa uvažuje o intelektuálnom kapitále na národnej a regionálnej úrovni (NIC a RIC) (Pedro et al., 2018b).

Tabuľka 1 Taxonómia štyroch etáp intelektuálneho kapitálu

Etapa	Časové obdobie
Vývoj teoretického rámca	Koniec 1980 - 1990
Vývoj podporovaný empirickými dôkazmi	2000 - 2003
Vývoj skúmania dôsledkov vyplývajúcich z používania intelektuálneho kapitálu	2004 - súčasnosť
Vývoj regionálneho a národného intelektuálneho kapitálu	2004 - súčasnosť

Zdroj: upravené podľa Pedro et al., 2018

V literatúre sa intelektuálny kapitál definoval z rôznych hľadísk: podľa úrovne analýz (individuálna alebo organizačná), podľa časovej hodnoty (súčasná alebo budúca hodnota) a podľa objektivity (vstup alebo výstup) (Manzari et al., 2012). Ťažkosti s prijatím spoločného termínu pre intelektuálny kapitál sa zvyčajne vysvetľujú jeho viacrozmernou povahou. Na druhej strane však táto viacrozmernosť objavuje niektoré škály perspektív, ako sú ekonomická, manažérska a účtovná (Karchegani et al., 2013).

Stewart a Losee (1994) definovali intelektuálny kapitál ako akumuláciu častí vedomostí a zručností jednotlivca a odborných znalostí a zručností stelesnených v ľudskom mozgu. Rastogi (2003) definoval intelektuálny kapitál ako fenomén, ktorý predstavuje holistickú a metaúrovňovú schopnosť organizácie koordinovať, organizovať a využívať svoje znalosti na

vytváranie nových hodnôt a v dôsledku toho dotvárať svoju víziu. William J. Martin (Martin, 2000) charakterizuje intelektuálny kapitál ako intelektuálny materiál, ktorý je formalizovaný a využívaný na vytváranie vyšších hodnôt. Mahdi Manzari et al. (2012) definovali intelektuálny kapitál ako vlastníctvo znalostí, aplikovaných zručností, organizačných technológií, vzťahov so zákazníkmi a odborných zručností, ktoré poskytujú organizácii konkurenčnú výhodu. Beattie a Thomson (2007) definovali intelektuálny kapitál ako pojem, ktorým sa označujú nehmotné aktíva, ktoré vytvárajú hodnotu pre organizáciu. Per Bukh et al. (Bukh et al., 2001) charakterizovali intelektuálny kapitál ako kombináciu ľudského kapitálu, štrukturálneho kapitálu a vzťahového kapitálu, inými slovami ide o kombináciu kompetencií a pasív. Ilanit Gavious a Meir Russ (Gavious & Russ, 2009) definovali intelektuálny kapitál ako kombináciu nehmotných aktív, ktoré umožňujú fungovanie organizácie. Tieto vybrané definície potvrdzujú viacdimenzionálnu podstatu intelektuálneho kapitálu.

Ako sme naznačili pri popise etáp, intelektuálny kapitál je možné rozdeliť na tri úrovne výskumu, ktoré sú navzájom prepojené. Organizačný intelektuálny kapitál predstavuje kombináciu nehmotných aktív organizácie (sú reprezentované najmä ľudským kapitálom), ktoré tvoria zdroj udržateľnej konkurenčnej výhody (Bontis, 2002; Brooking, 1997; Edvinsson & Malone, 1997; Lev, 2018; Roos & Roos, 1997; Youndt et al., 2004). Regionálny intelektuálny kapitál predstavuje akumulovanú kombináciu nehmotných aktív organizácií v konkrétnom regióne, ktoré prispievajú k hospodárskemu rastu daného regiónu (Bradley, 1997; Edvinsson a Stenfelt, 1999; Ren, 2008; Schiuma a Lerro, 2008). Národný intelektuálny kapitál predstavuje kombináciu nehmotného majetku krajiny, ktoré pochádzajú od jednotlivcov, organizácií a regiónov a sú zdrojmi pre vytváranie bohatstva a prispievajú k hospodárskemu rastu krajiny, ľudskému rozvoju, udržateľnosti a kvalite života (Bontis, 2002; Corrado et al., 2005; Marinelli et al., 2022). Keďže fundamentálnou zložkou intelektuálneho kapitálu sú organizácie, takmer všetci súčasní výskumníci v danej oblasti sú zameraní práve na meranie intelektuálneho kapitálu spoločnosti a na jeho vplyv na jej produktivitu.

2 Materiál a metódy skúmania

Hlavnou databázou použitou v tejto štúdii je Web of Science (WoS) od spoločnosti Clarivate. WoS je populárna databáza, ktorú výskumníci používajú pre jej rozsiahle pokrytie vedeckou literatúrou v rôznych oblastiach. Pomocou WoS sme filtrovali príspevky tak, aby sme zabezpečili relevantnú a reprezentatívnu vzorku. Použitie WoS a filtrov zabezpečilo spoľahlivé a relevantné zdroje pre našu analýzu. Použité dáta boli zozbierané 5. Apríla 2023. V Tabuľke 2 sme zobrazili proces zbierania dát podľa jednotlivých kritérií. Je dôležité podotknúť, že

anglický jazyk je svetovým jazykom a všeobecne sa uznáva, že je hlavným jazykom pre publikovanie príspevkov. Angličtina je prevládajúcim jazykom používaným v primárnej časti záznamov, pričom v tomto jazyku bolo zaznamenaných celkovo 23 251 záznamov z 24 510. V dôsledku tohto značného a dominantného množstva sa angličtina stala hlavným jazykom používaným v procese filtrácie, pričom všetky ostatné jazyky sa stali nepoužiteľnými.

Tabuľka 2 Postupnosť zozbierania dát

Vybrané kľúčové slova	Intellectual (All Fields) AND Capital (All Fields) OR Intangible (All Fields) OR Assets (All Fields) OR Human capital (All Fields) OR Structural capital (All Fields) OR Relational capital (All Fields) OR Intangible assets (All Fields) OR Knowledge assets (All Fields) OR Intellectual assets (All Fields) OR Intellectual capital (All Fields). Celový počet dokumentov: 255 764
1. kritérium:	Kategórie Web of Science: "Economics", "Business", "Management", "Business Finance", "Operations Research Management Science", "Social Science Interdisciplinary", "Multidisciplinary Sciences", "Social Sciences Mathematical Methods", "Mathematics Interdisciplinary Applications" AND exclude all others Celový počet dokumentov: 82 841
2. kritérium:	Roky: 1982 – 2022 Celový počet dokumentov: 80 860
3. kritérium:	Typ dokumentu: "Article", "Open access" Celový počet dokumentov: 24 510
4. kritérium:	Jazyk: „English“ Celový počet dokumentov: 23 251
5. kritérium:	Oblasť citácií: "Economics", "Management" Celový počet dokumentov: 15 340
Finálna vzorka	15 340 záznamov

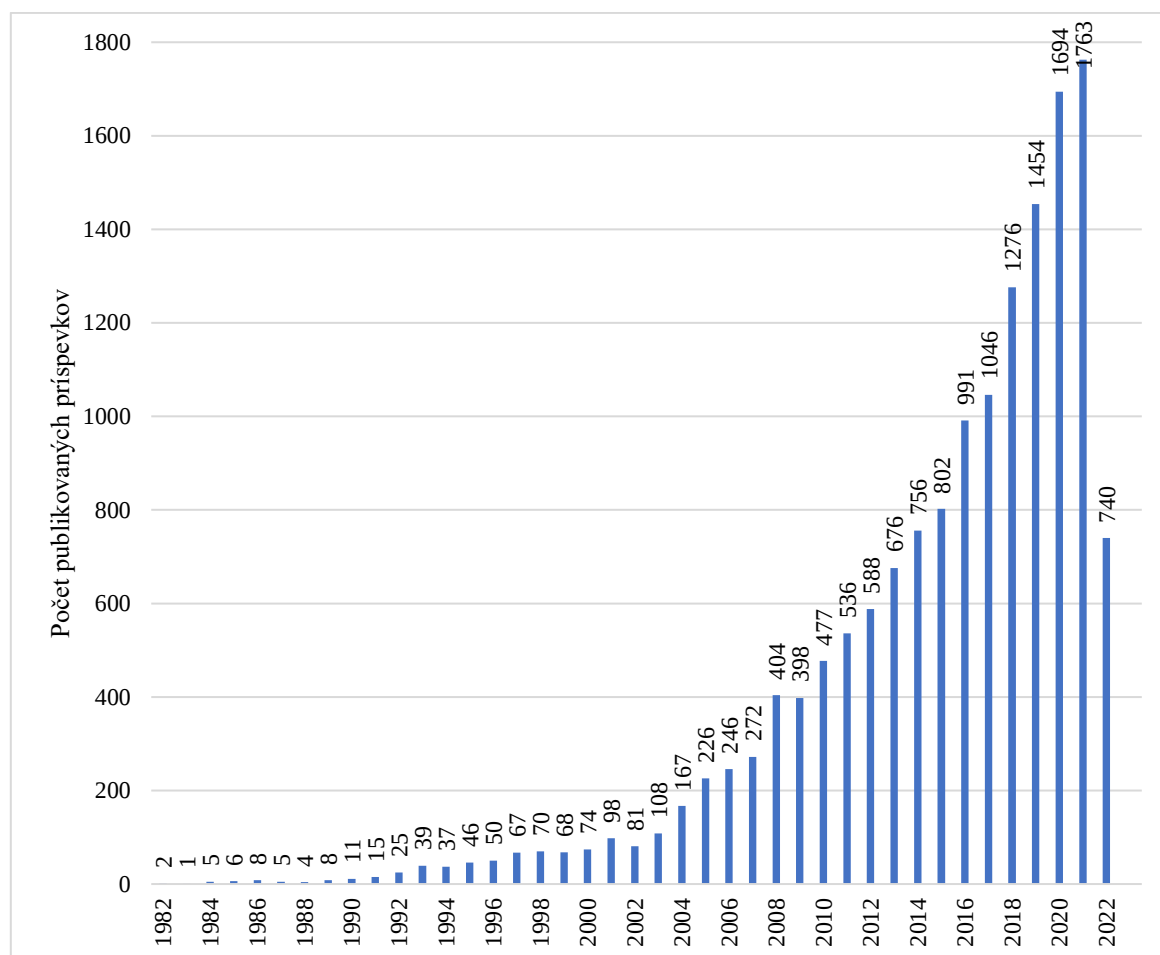
Poznámka: pri zbere dát pre Slovensko ku existujúcej finálnej vzorke sme pridali 6. kritérium (Štát: „Slovakia“), čím sme získali 136 záznamov.

Zdroj: vlastné spracovanie

Pre vykonanie bibliografických analýz bol použitý softvér VOSviewer. VOSviewer je bezplatný softvér na konštrukciu a vizualizáciu bibliometrických sietí z časopisov alebo jednotlivých publikácií. Dáta je možné konštruovať na základe citačných vzťahov, bibliografických väzieb, spolucitácií alebo spoluautorstva. Softvér ponúka funkciu text mining, ktorú možno použiť na vizualizáciu sietí spoluvýskytu dôležitých informácií z vedeckej literatúry. Tento softvér spája kľúčové slová pomocou sily asociácie (v predvolenom nastavení). Sila asociácie sa používa na normalizáciu sily prepojení medzi položkami (DeGroote, 2023).

3 Výsledky a diskusia

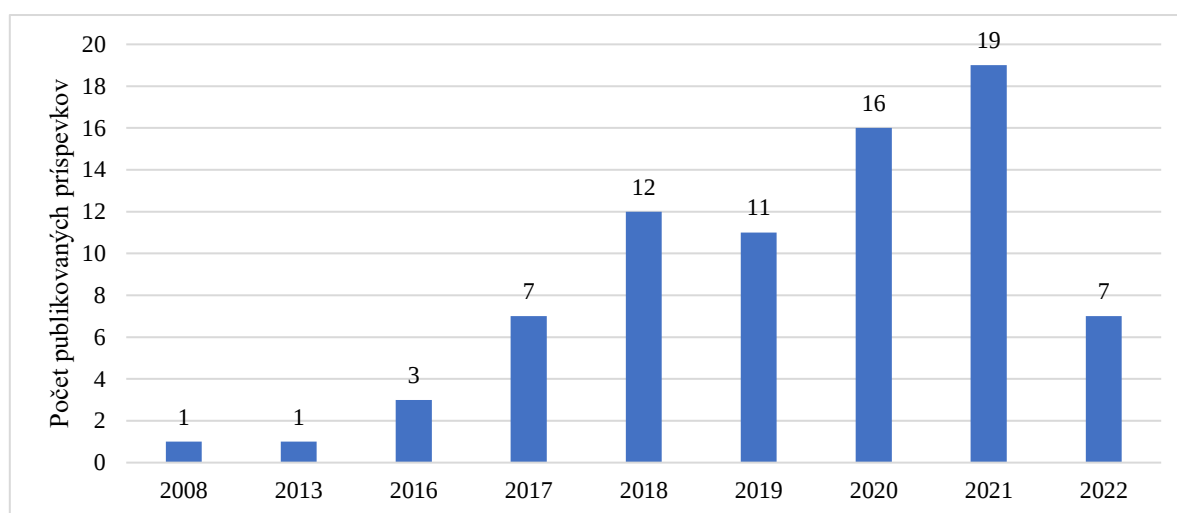
Ako sme už uviedli v úvode, uznanie intelektuálneho kapitálu ako súčasti znalostne orientovanej ekonomiky sa objavilo v 90. rokoch 20. storočia. Týmto vysvetľujeme dôvody, na základe ktorých sme vybrali vzorku v období od roku 1982 do roku 2022. Graf 1 znázorňuje trend publikovania článkov o intelektuálnom kapitáli v danom období.



Graf 1 Trend vo výskume intelektuálneho kapitálu vo svete

Zdroj: vlastné spracovanie na základe výsledkov WoS

Výskum intelektuálneho kapitálu na Slovensku sa začal v roku 2008. Tu môžeme vidieť veľké oneskorenie s finálnou vzorkou (napr. v USA majú prvú publikáciu v roku 1970). Podobne ako vo finálnej vzorke pozorujeme aj pozitívny trend. Graf 2 znázorňuje frekvencie publikovania v Slovenskej republike.



Graf 2 Trend vo výskume intelektuálneho kapitálu na Slovensku

Zdroj: vlastné spracovanie na základe výsledkov WoS

3.1 Analýza kľúčových slov

Ako sme už uviedli, Slovenská republika sa stretla s výraznou disparitou v skúmaní predmetu intelektuálneho kapitálu. Zdôvodnenie výberu východiskového bodu súčasnej vzorky z roku 2008 vychádza z potreby stanoviť súčasný referenčný bod. Tým sa odlišuje od celosvetovej vzorky, ktorá vznikla (v tomto výskume) v roku 1982. Konkrétne bola pre interval rokov 1982 až 2022 (svetová vzorka) stanovená prahová hodnota na úroveň 50. Túto hranicu dosiahlo 381 z 30 859 kľúčových slov. Vzorka Slovenskej republiky je oveľa menšia, preto bol prah stanovený na úroveň 2. Z celkového počtu 478 kľúčových slov tento prah spĺňa 76. V tabuľke 3 je uvedených 50 najčastejšie sa vyskytujúcich kľúčových slov pre každú vzorku.

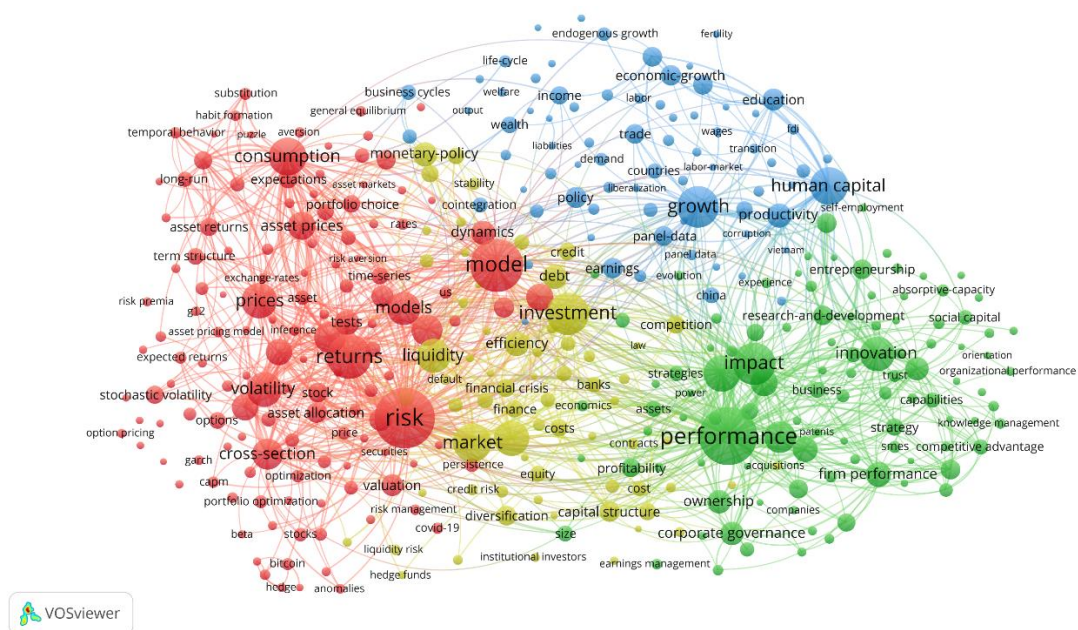
Tabuľka 3 Top 50 najfrekvencovanejších kľúčových slov

Kľúčové slova (Svet)	Početnosť	Kľúčové slova (Slovensko)	Početnosť
Risk	1 638	Human capital	9
Performance	1 570	Performance	9
Model	1 339	Economic growth	8
Returns	1 009	Impact	7
Investment	922	Risk	7
Impact	908	Determinants	6
Growth	899	Competitiveness	4
Market	783	Management	4
Consumption	763	Growth	4
Human capital	760	Industry	4
Determinants	723	Capital structure	4
Information	693	Consumption	4
Prices	680	Human resources	4
Volatility	669	Intangible assets	4
Innovation	662	Foreign direct investment	4
Liquidity	630	Small and medium-sized enterprises	3

Kľúčové slova (Svet)	Početnosť	Kľúčové slova (Slovensko)	Početnosť
Equilibrium	577	Innovation	3
Management	571	Bankruptcy	3
Cross-selection	544	Intangibles	3
Asset prices	472	Education	3
Behaviour	436	Efficiency	3
Firms	433	Corporate taxation	3
Stock returns	426	Leverage	3
Efficiency	392	Model	3
Firm performance	387	Debt	3
Tests	380	Market	3
Productivity	372	Investment	3
Dynamics	368	Intellectual capital	3
Debt	361	Globalization	2
Monetary policy	359	Perception	2
Corporate governance	355	FDI	2
Ownership	354	Crisis	2
Knowledge	338	Capital	2
Selection	328	Conventional banks	2
Valuation	315	Entrepreneurs	2
Uncertainty	309	Finance	2
Education	309	Satisfaction	2
Capital structure	284	Credit risk	2
Earnings	284	Financial performance	2
Economic growth	282	Equity premium	2
Asset allocation	275	Creativity	2
Research and development	267	Economy	2
Inequality	265	Equilibrium	2
Trade	263	Gold	2
Intellectual capital	261	Hedge	2
Entrepreneurship	259	Monetary policy	2
Technology	258	Networks	2
Diversification	258	Portfolio	2
Panel data	252	Safe haven	2
Profitability	250	Tax competitiveness	2

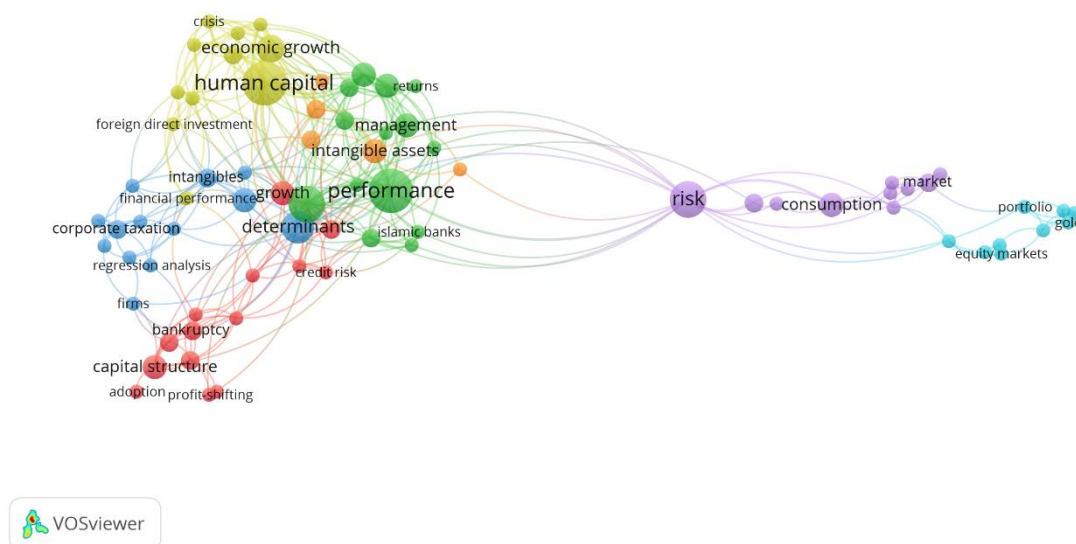
Zdroj: vlastné spracovanie na základe výsledkov WoS

Svetová vzorka: podľa výsledkov analýzy spoločného výskytu boli kľúčové slová rozdelené do štyroch rôznych zhlukov, ktoré predstavovali 31 623 prepojení a celkovú silu prepojenia 150 327. Tieto zhluky sú znázornené na Obrázku 1.



Obrázok 1 Analýza výskytu kľúčových slov (svetová vzorka 1982 - 2022)
Zdroj: vlastné spracovanie na základe výsledkov WoS pomocou softvéru VOSviewer

Vzorka Slovenskej republiky: na základe výsledkov analýzy spoločného výskytu boli kľúčové slová zaradené do siedmich samostatných zhlukov, ktoré tvoria 326 spojení a vykazujú celkovú silu spojenia 382. Zobrazené klastre sú znázornené na Obrázku 2.



Obrázok 2 Analýza výskytu kľúčových slov (vzorka Slovenskej republiky 2008 - 2022)
Zdroj: vlastné spracovanie na základe výsledkov WoS pomocou softvéru VOSviewer

3.2 Citačná analýza

Na analýzu citačných vzorcov časopisov bola použitá citačná analýza na svetovej vzorke. Predpísaná hranica pre minimálne množstvo zdrojových dokumentov bola stanovená na 5,

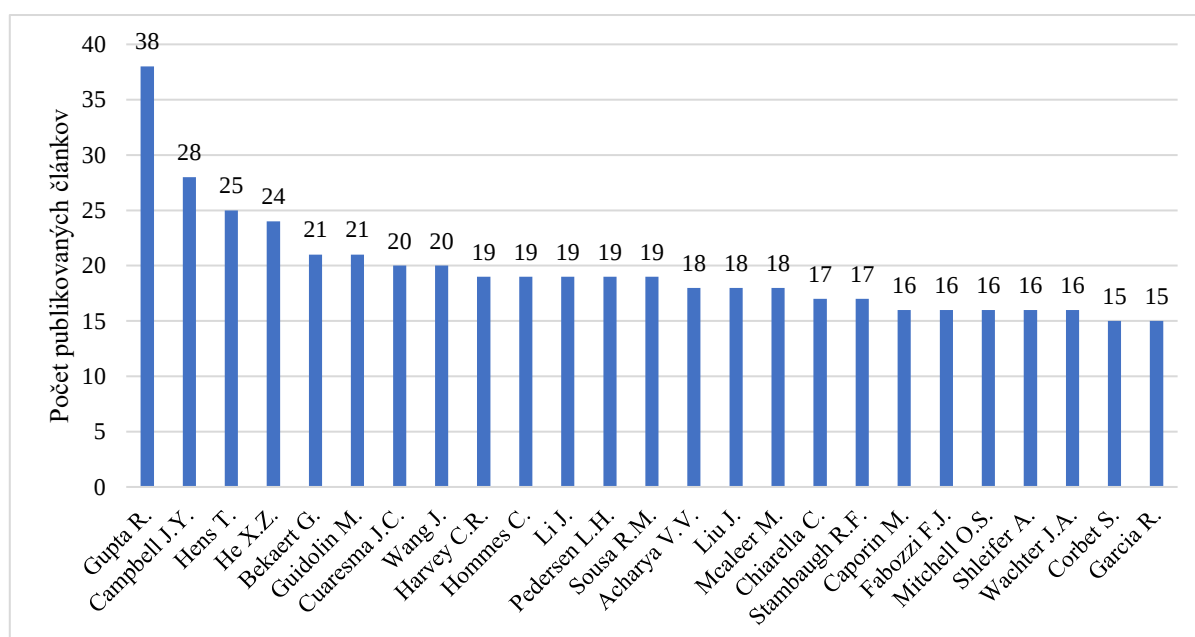
zatiaľ čo hranica pre minimálny počet citácií zdroja bola stanovená na 100. Z kumulatívneho počtu 1 030 zdrojov sa zistilo, že 298 z nich spĺňa vyznačenú prahovú hodnotu. Vzorka Slovenskej republiky bola podrobená analýze spolucitácií. Dôvodom použitia analýzy spolucitácií namiesto citačnej analýzy je obmedzený počet zdrojov, ktoré v druhom prístupe vytvárali jednotlivé zhľuky. Bol stanovený citačný prah minimálne 5 citácií a z celkového počtu 1 623 zdrojov bolo zistené, že toto kritérium spĺňa 86 zdrojov. Tabuľka 4 znázorňuje prvých 10 najcitovanejších časopisov pre obe vzorky s ich impakt faktormi a kvartilmi. Impakt faktor, kvartil a vydavateľ boli pridané podľa Journal Citation Record (produkt WoS). Použili sme najnovšie dostupné údaje za rok 2021.

Tabuľka 4 Top10 najcitovanejších časopisov podľa počtu citácií

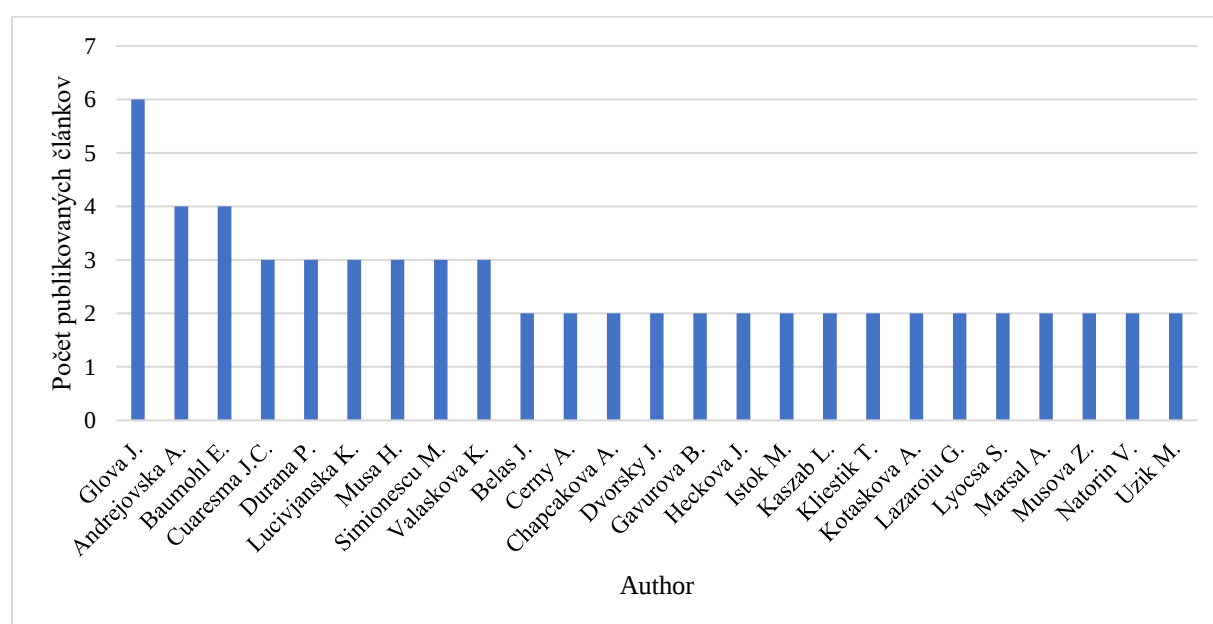
Časopis (Svetová vzorka)	Impact factor/ Quartile	Počet citácií	Časopis (Slovenská vzorka)	Impact factor/ Quartile	Počet citácií
Journal of Financial Economics	8,238/Q1	49 312	Journal of Financial Economics	8,238/Q1	57
Journal of Finance	7,870/Q1	46 132	Journal of Finance	7,870/Q1	54
Review of Financial Studies	8,414/Q1	32 147	Journal of Banking & Finance	3,539/Q2	44
Journal of Political Economy	9,637/Q1	19 520	American Economic Review	11,490/Q1	39
Quarterly Journal of Economics	19,013/Q1	18 979	Journal of Competitiveness	3,850/Q3	27
American Economic Review	11,490/Q1	13 746	Journal of Political Economy	9,637/Q1	24
Journal of Banking & Finance	3,539/Q2	13 374	Review of Financial Study	8,414/Q1	23
Journal of International Economics	3,712/Q2	11 087	Sustainability	3,889/Q2	20
Strategic Management Journal	7,815/Q1	9 852	Journal of Monetary Economics	4,630/Q1	19
Review of Economic Studies	7,833/Q1	8 572	Ekonomický časopis	0,544/Q4	19

Zdroj: vlastné spracovanie na základe výsledkov WoS pomocou softvéru VOSviewer

Pri analýze vysoko citovaných autorov v svetovej vzorke aj vo vzorke zo Slovenskej republiky bola použitá citačná analýza. Graf 3 a Graf 4 znázorňujú 25 najcitovanejších autorov podľa počtu publikovaných článkov.



Graf 3 25 najcitovanejších autorov podľa počtu publikovaných článkov (svetová vzorka)
Zdroj: vlastné spracovanie na základe výsledkov WoS



Graf 4 25 najcitovanejších autorov podľa počtu publikovaných článkov (vzorka zo Slovenskej republiky)
Zdroj: vlastné spracovanie na základe výsledkov WoS

Prahové hodnoty pre analýzu citácií autorov svetovej vzorky boli stanovené tak, že minimálny počet dokumentov, ktorých autorom je konkrétny výskumník bol stanovený na 5, zatiaľ čo minimálny počet citácií bol stanovený na 200. Z celkového počtu 24 486 autorov bolo túto prahovú hodnotu schopných splniť iba 347 osôb. Pokiaľ ide o vzorku zozbieranú zo Slovenskej republiky, tu bolo stanovené, že medzi minimálne kritériá na zaradenie patrí minimálny počet autorov 1 a minimálny počet citácií 5. Z celkového súboru 186 autorov sme

zistili, že 89 jednotlivcov dosiahlo uvedenú hranicu. Tabuľka 5 znázorňuje najcitovanejších autorov s počtom ich dokumentov.

Pri slovenskej vzorke sa objavujú autori, ktorí zrejme spolupracovali pri niektorých výskumoch so Slováckmi, avšak vedecky pôsobia v iných štátoch. Napríklad, L. Pastor je Slovákom, ktorý pôsobí v USA (Wharton, University of Chicago) a často je spoluautorom s dvoma americkými výskumníkmi Stambaugh R. F. a Taylor L. A. a má afiliáciu aj s Národnou bankou Slovenska. Ďalším príkladom sú Dobes K. (Čech), Balcerzak A. P. (Poliak) a Simionescu M. (Rumunka), ktorí sú spoluautormi so slovenskými autormi. Malé množstvo slovenských autorov, resp. výskyt zahraničných, ešte raz potvrdzuje, že Slovensko má oneskorenie výskumu v oblasti intelektuálneho kapitálu. Z iného hľadiska, medzinárodná spolupráca môže mať pozitívny vplyv na vývoj výskumu nehmotných aktív a intelektuálneho kapitálu na slovenskej vedeckej pôde.

Tabuľka 5 Zoznam najcitovanejších autorov

Autor (Svetová vzorka)	Počet citácií	Počet publikácií	Autor (Slovenská vzorka)	Počet citácií	Počet publikácií
Scheifer A.	6 525	17	Pastor L.	130	2
Harvey C.	5 845	14	Baumohl E.	125	4
Jagannathan R.	5 756	9	Simionescu M.	108	3
Pedersen L. H.	5 213	18	Balcerzak A. P.	92	1
Diebold F. X.	5 144	8	Dobes K.	92	1
Bakaert G.	5 122	20	Lazanyi K.	92	1
Campbell J.	4 859	14	Sopkova G.	92	1
Stambaugh R.	3 833	10	Gavurova B.	62	2
Lee J.	3 744	16	Belas J.	61	2
Stein J.	3 565	7	Dvorsky J.	59	2
Stulz R.	3 477	6	Smrcka L.	55	1
Yu J.	3 001	23	Lyocsa S.	39	2
Hong H.	2 804	11	Vyrost T.	39	2
Brunnermeir M. K.	2 736	6	Durana P.	37	3
Galor O.	2 729	7	Glova J.	35	6
Longstaff F.	2 557	5	Musa H.	27	3
Pastor L.	2 547	6	Musova Z.	27	2
Bansal R.	2 352	15	Andrejovska A.	27	4
Yaron A.	2 342	13			
Lettau M.	2 263	9			

Zdroj: vlastné spracovanie na základe výsledkov WoS pomocou softvéru VOSviewer

3.3 Diskusia

Bibliografická analýza sa stala trendovou metódou pri skúmaní jednotlivých problematík počas posledných pár rokov. Quintero-Quintero et al. (2021) vo svojej štúdií použili databázu Scopus pre zber dát a analyzovali 389 príspevkov, ktoré obsahovali kľúčové slova „capital“, „intellectual research“ a „institution“. Rovnako ako aj my, autori potvrdili relevantnosť skúmanej problematiky a zároveň lídersku pozíciu USA, Anglicka a Číny vo výskume intelektuálneho kapitálu. Vzhľadom na malú vzorku, autori nemajú detailne analyzované prístupy, ktoré sa líšia, tak ako sme to preukázali my (menovaní autori majú klastre kľúčových slov, ktoré sa zamerajú takmer na jedinú oblasť výskumu, my sme však zohľadňovali viacdimenzionálnu podstatu intelektuálneho kapitálu). Dabić et al. (2020) a Bamel et al. (2022) analyzovali príspevky, ktoré boli zverejnené v časopise „Journal of Intellectual Capital“, ktorý je jedným z najlepších akademických časopisov v zvolenej oblasti. Autori použili záznamy z databázy Scopus, ktoré následne doplnili dátami z databázy Web of Science. Citačnou analýzou autori vyseletovali najaktívnejších autorov (podľa počtu citácií), ktorými sa stali napríklad Guthrie, Beattie, Thomson, Bontis, Lev a iní, ktorí boli jednými z prvých výskumníkov, ktorí sa venovali vývoju a definovaniu pojmu „intelektuálny kapitál“ a spôsobom jeho merania. Na rozdiel od autorov spomenutého príspevku sme vymedzili aktuálnych špičkových výskumníkov v oblasti intelektuálneho kapitálu, a to nie len v rámci jedného časopisu.

Záver

Táto štúdia poskytuje prehľad publikovaných prác o intelektuálnom kapitáli v období rokov 1982 - 2022. Použili sme jednoduchú deskriptívnu štatistiku a analýzy citácií (časopisov a autorov). Analyzovali sme svetovú vzorku, ktorá obsahovala 15 340 záznamov. Zdôraznili sme, že počet prác sa z roka na rok zvyšuje a že výskumníci sa čoraz viac zaujímajú o oblasť intelektuálneho kapitálu, čo potvrdzuje jeho podstatnú rolu v ekonomike založenej na vedomostiach. Taktiež sme analyzovali vzorku Slovenskej republiky, kde sme pozorovali podobnú tendenciu skúmania.

Analýzu výskytu kľúčových slov sme vykonali pre našu svetovú vzorku (1982 - 2022) a osobitne pre Slovenskú republiku (2008 - 2022). Z výsledkov vyplýva, že najfrekvencovanejšími kľúčovými slovami pre svetovú vzorku sú "ľudský kapitál", "rast", "výkon", "inovácie", "riziko", "trh", "vplyv" atď. V prípade Slovenskej republiky sa najčastejšie vyskytujú kľúčové slová "ľudský kapitál", "riziko", "portfólio", "zdaňovanie podnikov", "determinanty", "kapitálová štruktúra" atď. Tieto výsledky ukazujú, že výskumníci sa počas

posledných 40 rokov zameriavajú na oblasti, ktoré sú v kontakte so štruktúrou a hlavnými determinantmi intelektuálneho kapitálu, vďaka čomu sa táto téma stala v súčasnosti oveľa aktuálnejšou.

Ďalšia časť tejto štúdie sa týka vysoko citovaných publikácií a autorov. Spomedzi vysoko citovaných časopisov vo svetovej vzorke sú niektoré z najvýznamnejších časopisov vysoko hodnotené aj z hľadiska ich impakt faktora aj kvartilu (ako napríklad *Journal of Financial Economics*, *Journal of Finance* a *Review of Financial Studies*). Realizovali sme taktiež citačnú analýzu autorov, ktorí získali najvyšší počet citácií, a tých, ktorí publikovali najviac prác. Medzi autormi, ktorí publikovali väčší počet prác, sme identifikovali Gupta R., Campbell J.Y. a Hens T. Autormi, ktorí boli podľa našej analýzy najčastejšie citovaní sú Scheifer A., Harvey C. a Jagannathan R.

V rámci slovenskej vzorky, podobne ako v prípade svetovej vzorky, vykazujú časopisy, ktoré sú najčastejšie citované, vysoké umiestnenie v impakt faktore aj v kvartile, čo sa týka napríklad *Journal of Financial Economics*, *American Economic Review* a *Journal of Monetary Economy*. Pokiaľ však ide o uvedenú vzorku, možno pozorovať niektoré časopisy s nižším poradím, vrátane *Ekonomického časopisu* a *Journal of Competitiveness*. Taktiež sme identifikovali niekoľko autorov s plodnou publikačnou činnosťou, vrátane Glovej J., Andrejovskej A. a Baumohla E. Podľa našej analýzy autormi, ktorí získali najvyšší počet citácií sú Pastor L., Baumohl E. a Stambaugh R.F.

Táto štúdia má aj svoje obmedzenia. Databáza Web of Science je komplexná databáza, ale nepokrýva všetky existujúce práce o intelektuálnom kapitáli. Naše výsledky sú teda správne pre dokumenty Web of Science, ale môžu sa líšiť pre iné databázy. Taktiež musíme upozorniť, že čitatelia by mali byť opatrní pri zovšeobecňovaní našich výsledkov, pretože bibliometrická analýza analyzuje názvy, kľúčové slová a abstrakty publikovaných štúdií, táto metóda neanalyzuje celé dokumenty.

Napriek limitáciám, bibliometrická analýza ponúka čitateľom komplexný prehľad o oblasti, ktorá ich zaujíma (v našom prípade je to oblasť intelektuálneho kapitálu). Štúdia poukazuje na aktuálne trendy vo výskume, ktoré môžu slúžiť ako inšpirácia pre ďalších výskumníkov. Na základe bibliografickej analýzy sme identifikovali medzery, ktoré sa budeme snažiť naplniť v budúcich výskumoch. Tie plánujeme zamerať na ekonometrické opodstatnenie problematiky.

Grantová podpora: Tento výskum bol podporený projektom VEGA č. 1/0638/22 Intelektuálny kapitál a produktivita regiónov

Zoznam použitej literatúry

- [1] Aldegheishem, A., Yasmeen, H., Maryam, H., Shah, M. A., Mehmood, A., Alrajeh, N., & Song, H. (2018). Smart Road Traffic Accidents Reduction Strategy Based on Intelligent Transportation Systems (TARS). *Sensors*, 18(7):1983. <https://doi.org/10.3390/s18071983>
- [2] Aldulaimi, S., Kharabsheh, R., Al Shishany, A., & Alazzawi, A. (2020). Investment in Human Capital to Promote Knowledge-Based Economy: Data Analysis in the GCC. *2020 International Conference on Data Analytics for Business and Industry: Way Towards a Sustainable Economy (ICDABI)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICDABI51230.2020.9325675>
- [3] Al-Turjman, F., & Malekloo, A. (2019). Smart Parking in IoT-enabled Cities: A Survey. *Sustainable Cities and Society*, 49. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101608>
- [4] Anwar, A., Ijaz-ul-Haq, Saeed, N., & Saadati, P. (2021). Smart Parking: Novel Framework of Secure Smart Parking Solution using 5G Technology. *IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ISC253183.2021.9562776>
- [5] Atta, A., Abbas, A., Khan, MA., Ahmed, G., & Farooq, U. (2020). An adaptive approach: Smart traffic congestion control system. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 32(9), 1012-1019. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2018.10.011>
- [6] Bamel, U., Pereira, V., Del Giudice, M., & Temouri, Y. (2022). The extent and impact of intellectual capital research: A two decade analysis. *Journal of Intellectual Capital*, 23(2), 375–400. <https://doi.org/10.1108/JIC-05-2020-0142>
- [7] Beattie, V., & Thomson, S. J. (2007). Lifting the lid on the use of content analysis to investigate intellectual capital disclosures. *Accounting Forum*, 31(2), 129–163. <https://doi.org/10.1016/j.accfor.2007.02.001>
- [8] Ben Hassen, T. (2022). The GCC Economies in the Wake of COVID-19: Toward Post-Oil Sustainable Knowledge-Based Economies? *Sustainability*, 14(18), 11251. <https://doi.org/10.3390/su141811251>
- [9] Bontis, N. (2002). Managing Organizational Knowledge by Diagnosing Intellectual Capital: Framing and Advancing the State of the Field. V *World Congress on Intellectual Capital Readings* (s. 13–56). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-7475-1.50006-3>
- [10] Bradley, K. (1997). Intellectual Capital and the New Wealth of Nations II. *Business Strategy Review*, 8(4), 33–44. <https://doi.org/10.1111/1467-8616.00046>
- [11] Brooking, A. (1997). Intellectual Capital: Core asset for the third millennium (s. 224). Cengage Learning.

- [12] Buch, N., Velastin, A., & Orwell, J. A. (2011). Review of Computer Vision Techniques for the Analysis of Urban Traffic. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 12(3), 920-939. <https://doi.org/10.1109/TITS.2011.2119372>
- [13] Bukh, P., Larsen, H. T., & Mouritsen, J. (2001). Constructing intellectual capital statements. *Scandinavian Journal of Management*, 17, 87–108. [https://doi.org/10.1016/S0956-5221\(00\)00034-8](https://doi.org/10.1016/S0956-5221(00)00034-8)
- [14] Cabrita, M. do R., Vaz, J. L. D., & Bontis, N. (2007). Modelling the creation of value from intellectual capital: A Portuguese banking perspective. *International Journal of Knowledge and Learning*, 3(2/3), Article 2/3. <https://doi.org/10.1504/IJKL.2007.015555>
- [15] Corrado, C., Haltiwanger, J., & Sichel, D. (2005). *Measuring Capital in the New Economy*. University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226116174.001.0001>
- [16] Dabić, M., Vlačić, B., Scuotto, V., & Warkentin, M. (2020). Two decades of the Journal of Intellectual Capital: A bibliometric overview and an agenda for future research. *Journal of Intellectual Capital*, 22(3), 458–477. <https://doi.org/10.1108/JIC-02-2020-0052>
- [17] Damadam, S., Zourbakhsh, M., Javidan, R., & Faroughi, A. (2022) An Intelligent IoT Based Traffic Light Management System: Deep Reinforcement Learning. *Smart Cities*, 5, 1293-1311. <https://doi.org/10.3390/smartcities5040066>
- [18] DeGroote, S. (2023). Subject and Course Guides: Bibliometric Analysis and Visualization: Bibliometrics with VOSViewer. <https://researchguides.uic.edu/c.php?g=1233392&p=9025986>
- [19] Drucker, P. F. (1954). *The Practice of Management* (1st vyd., s. 416). Harper & Roe.
- [20] Drucker, P. F. (1985). *Innovation and Entre-preneurship* (1st vyd., s. 293). Harper & Row.
- [21] Dubey, A., Lakhani, M., Dave, S., & Patoliya, J. (2017). Internet of Things based adaptive traffic management system as a part of Intelligent Transportation System (ITS). *2017 International Conference on Soft Computing and its Engineering Applications (icSoftComp)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICSOFTCOMP.2017.8280081>
- [22] Dumay, J., & Garanina, T. (2013). Intellectual capital research: A critical examination of the third stage. *Journal of Intellectual Capital*, 14(1), 10–25. <https://doi.org/10.1108/14691931311288995>
- [23] Edvinsson, L., & Malone, M. S. (1997). *Intellectual Capital: Realizing Your Company's True Value by Finding Its Hidden Brainpower* (s. 240). Harper Business.
- [24] Edvinsson, L., & Stenfelt, C. (1999). Intellectual Capital of Nations—For Future Wealth Creation. *Journal of Human Resource Costing & Accounting*, 4(1), 21–33. <https://doi.org/10.1108/eb029051>

- [25] Gavius, I., & Russ, M. (2009). The valuation implications of human capital in transactions on and outside the exchange. *Advances in Accounting*, 25(2), 165–173. <https://doi.org/10.1016/j.adiac.2009.09.004>
- [26] Geng, Y., & Cassandras, C. G. (2012). A new “Smart Parking” System Infrastructure and Implementation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 54, 1278-1287. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.842>
- [27] Giraldo, M. C. B., Toro, O. N. P., Arias, A. V., Arias, M. L. B., & Piedrahita, L. B. (2022). Research trends of the knowledge-based economy: A bibliometric study. *Intangible Capital*, 18(2), Article 2. <https://doi.org/10.3926/ic.2048>
- [28] Guthrie, J., Ricceri, F., & Dumay, J. (2012). Reflections and projections: A decade of Intellectual Capital Accounting Research. *The British Accounting Review*, 44, 68–82. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2012.03.004>
- [29] Haghani, A., & Hamed, M. (2013). Application of Bluetooth Technology in Traffic Detection, Surveillance, and Traffic Management. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 17(2), 107-109. <https://doi.org/10.1080/15472450.2013.786960>
- [30] Hassoune, K., Dachry, W., Moutaouakkil, F., & Medromi, H. (2016). Smart parking systems: A survey. *11th International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/SITA.2016.7772297>
- [31] Horng, G. J. & Cheng, S. T. (2016). Using Intelligent Vehicle Infrastructure Integration for Reducing Congestion in Smart City. *Wireless PersCommun* 91, 861–883. <https://doi.org/10.1007/s11277-016-3501-8>
- [32] Islam, M. R., Shahid, N. I., Karim, D. T., Mamun, A. A., & Rhaman, M. K. (2016) An efficient algorithm for detecting traffic congestion and a framework for smart traffic control system. *18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, PyeongChang, 802-807. <https://doi.org/10.1109/ICACT.2016.7423566>
- [33] Kanathantip, P., Kumwilaisak, W., & Chinrungrueng, J. (2010). Robust vehicle detection algorithm with magnetic sensor. *ECTI-CON2010: The 2010 ECTI International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology*, 1060-1064.
- [34] Karchegani, M. R., Sofian, S., & Amin, S. M. (2013). The relationship between intellectual capital and innovation: A Review. *International Journal of Business and Management Studies*, 2 (1), 561–581.

- [35] Khedkar, S., Canessane, A., & Najafi, M. (2021). Prediction of Traffic Generated by IoT Devices Using Statistical Learning Time Series Algorithms. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2021/5366222>
- [36] Labra, R., & Paloma Sánchez, M. (2013a). National intellectual capital assessment models: A literature review. *Journal of Intellectual Capital*, 14(4), Article 4. <https://doi.org/10.1108/JIC-11-2012-0100>
- [37] Labra, R., & Paloma Sánchez, M. (2013b). National intellectual capital assessment models: A literature review. *Journal of Intellectual Capital*, 14(4), 582–607. <https://doi.org/10.1108/JIC-11-2012-0100>
- [38] Lenin, J., Jyothi, M., Najiba, A., & Sheik, A. (2021). IoT based Emergency Handling Communication System for Medical and Traffic Rescue Teams. *Journal of Physics: Conference Series*, 1964. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1964/4/042053>
- [39] Lev, B. (2018). The deteriorating usefulness of financial report information and how to reverse it. *Accounting and Business Research*, 48, 465–493. <https://doi.org/10.1080/00014788.2018.1470138>
- [40] Manzari, M., Kazemi, M., Nazemi, S., & Pooya, A. (2012). Intellectual capital: Concepts, components and indicators: A literature review. *Management Science Letters*, 2(7), 2255–2270. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2012.07.018>
- [41] Marinelli, L., Bartoloni, S., Pascucci, F., Gregori, G. L., & Farina Briamonte, M. (2022). Genesis of an innovation-based entrepreneurial ecosystem: Exploring the role of intellectual capital. *Journal of Intellectual Capital*. <https://doi.org/10.1108/JIC-09-2021-0264>
- [42] Martin, W. J. (2000). Approaches to the measurement of the impact of knowledge management programmes. *Journal of Information Science*, 26(1), 21–27. <https://doi.org/10.1177/016555150002600102>
- [43] Obeidat, B. Y., Abdallah, A. B., Aqqad, N. O., Akhoershiedah, A. H. O. M., & Maqableh, M. (2016). The Effect of Intellectual Capital on Organizational Performance: The Mediating Role of Knowledge Sharing. *Communications and Network*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.4236/cn.2017.91001>
- [44] Odat, E., Shamma, S., & Claudel, C. (2018). Vehicle Classification and Speed Estimation Using Combined Passive Infrared/Ultrasonic Sensors. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 19(5), 1593-1606. <https://doi.org/10.1109/TITS.2017.2727224>
- [45] OECD. (2013). The General Distribution. V J. Priestley (Ed.), *The Rudiments of English Grammar: Adapted to the Use of Schools; with Notes and Observations, for the Use of*

- Those Who Have Made Some Proficiency in the Language* (s. 1–3). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107326088.002>
- [46] Papageorgiadis, N., McDonald, F., Wang, C., & Konara, P. (2020). The characteristics of intellectual property rights regimes: How formal and informal institutions affect outward FDI location. *International Business Review*, 29(1), Article 1. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2019.101620>
- [47] Pedro, E., Leitão, J., & Alves, H. (2018a). Back to the future of intellectual capital research: A systematic literature review. *Management Decision*, 56(11), 2502–2583. <https://doi.org/10.1108/MD-08-2017-0807>
- [48] Pedro, E., Leitão, J., & Alves, H. (2018b). Back to the future of intellectual capital research: A systematic literature review. *Management Decision*, 56(11), Article 11. <https://doi.org/10.1108/MD-08-2017-0807>
- [49] Prinsloo, J., & Malekian, R. (2016). Accurate Vehicle Location System Using RFID, an Internet of Things Approach. *Sensors*, 16(6):825. <https://doi.org/10.3390/s16060825>
- [50] Quintero-Quintero, W., Blanco-Ariza, A. B., & Garzón-Castrillón, M. A. (2021). Intellectual Capital: A Review and Bibliometric Analysis. *Publications*, 9(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/publications9040046>
- [51] Rastogi, P. N. (2003). The nature and role of IC: Rethinking the process of value creation and sustained enterprise growth. *Journal of Intellectual Capital*, 4(2), 227–248. <https://doi.org/10.1108/14691930310472848>
- [52] Ren, J. (2008). Measure Research in Regional Intellectual Capital on the Basis of Multifactor Level Fuzzy Evaluation Method. *2008 Fifth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, 589–593. <https://doi.org/10.1109/FSKD.2008.591>
- [53] Roos, G., & O'Connor, A. (2015). Government policy implications of intellectual capital: An Australian manufacturing case study. *Journal of Intellectual Capital*, 16(2), 364–389. <https://doi.org/10.1108/JIC-02-2015-0016>
- [54] Roos, G., & Roos, J. (1997). Measuring your company's intellectual performance. *Long Range Planning*, 30(3), 413–426. [https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(97\)90260-0](https://doi.org/10.1016/S0024-6301(97)90260-0)
- [55] Sarab, M., Pulparambil, S., & Awadalla, M. (2020). Development of an IoT based real-time traffic monitoring system for city governance. *Global Transitions*, 2, 230–245. <https://doi.org/10.1016/j.glt.2020.09.004>
- [56] Schiuma, G., & Lerro, A. (2008). Knowledge-based capital in building regional innovation capacity. *Journal of Knowledge Management*, 12(5), 121–136. <http://doi.org/10.1108/13673270810902984>

- [57] Schumpeter, J.A. (2008). *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle*, translated from the German by Redvers Opie, New Brunswick (U.S.A) and London (U.K.): Transaction Publishers.
- [58] Sodagaran, A., Zarei, N., & Azimifar, Z. (2016). Intelligent Traffic Information System a Real-Time Traffic Information System on the Shiraz Bypass. *MATEC Web Conf.* 81, 04003. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20168104003>
- [59] Stewart, T. A. (1997). Intellectual Capital. V *Intellectual Capital* (1st vyd., s. 304). Doubleday Business.
- [60] Stewart, T. A., & Losee, S. (1994). Your Company's Most Valuable Asset: Intellectual Capital. 130, 68–74.
- [61] Sumi, L., & Ranga, V. (2018). Intelligent Traffic Management System for Prioritizing Emergency Vehicles in a Smart City. *International Journal of Engineering*, 31(2), 278-283. <https://doi.org/10.5829/ije.2018.31.02b.11>
- [62] Sumi, L., & Ranga, V. An IoT-VANET-Based Traffic Management System for Emergency Vehicles in a Smart City. *Recent Findings in Intelligent Computing Techniques*, 23–31. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8636-6_3
- [63] Talukder, M. Z., Towqir, S. S., Remon, A. R., & Zaman, H. U. (2017). An IoT based automated traffic control system with real-time update capability. *8th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2017.8204095>
- [64] Thakur, A., Malekian, R., & Bogatinoska, D. C. (2017). Internet of Things Based Solutions for Road Safety and Traffic Management in Intelligent Transportation Systems. *Communications in Computer and Information Science*, 47–56. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67597-8_5
- [65] Youndt, M. A., Subramaniam, M., & Snell, S. A. (2004). Intellectual Capital Profiles: An Examination of Investments and Returns*: Intellectual Capital Profiles. *Journal of Management Studies*, 41(2), 335–361. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2004.00435.x>
- [66] Yusuf, A., Arifin, A. S., & Zulkifli, F. Y. (2021). Recent development of smart traffic lights. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 10(1), 224-233. <https://doi.org/10.11591/ijai.v10.i1.pp224-233>
- [67] Zhu, H., Yuen, V., Mihaylova, L., & Leung, H. (2017). Overview of Environment Perception for Intelligent Vehicles. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 18(10), 2584-2601. <https://doi.org/10.1109/TITS.2017.2658662>