

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
PODNIKOVĚHOSPODÁŘSKÁ FAKULTA
SO SÍDLOM V KOŠICIACH**

Evidenčné číslo: 107004/D/2022/36069191761406980

**DIVERZITA DETERMINANTOV
OVPLYVNĚJÚCICH INOVAČNÚ
VÝKONNOSŤ KRAJÍN**

Dizertačná práca

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
PODNIKOVĽHOSPODÁRSKA FAKULTA
SO SÍDLOM V KOŠICIACH**

**DIVERZITA DETERMINANTOV
OVPLYVNÚJÚCICH INOVAČNÚ
VÝKONNOSŤ KRAJÍN**

Dizertačná práca

Študijný program:	ekonomika a manažment podniku
Študijný odbor:	ekonómia a manažment
Školiace pracovisko:	Katedra ekonómie
Vedúci záverečnej práce:	doc. Ing. Emília Duľová Spišáková, PhD.

Košice 2022

Ing. Juliana Bérešová

Zadanie záverečnej práce (vo vytlačenej verzii nahradit' stranou z AIS-u).

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že záverečnú prácu som vypracovala samostatne a že som uviedla všetku použitú literatúru.

Dátum: 22.07.2022

.....

Ing. Juliana Bérešová

Podakovanie

Touto cestou by som sa chcela úprimne poďakovať vedúcej mojej dizertačnej práce, pani prodekanke doc. Ing. Emílii Duľovej Spišákovej, PhD. za cenné rady, usmernenia, pripomienky, odborné vedenie a ústretovosť počas celého môjho doktorandského štúdia.

Obrovská vďaka patrí mojim rodičom a najbližším za ich trpezlivosť, neustálu podporu a povzbudenie, vďaka čomu mohla vzniknúť táto práca v podobe, v akej sa aktuálne nachádza.

ABSTRAKT

BÉREŠOVÁ, Juliana: Diverzita determinantov ovplyvňujúcich inovačnú výkonnosť krajín – Ekonomická univerzita v Bratislave. Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach; Katedra ekonómie. – Vedúci záverečnej práce: doc. Ing. Emília Duřová Spiřáková, PhD.. – Kořice: PHF EU, 2022, počet strán 136.

Cieľom záverečnej práce je na základe výsledkov analýzy zhodnotiť vplyv rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť vybraných krajín a navrhnúť vlastný kompozitný indikátor inovačnej výkonnosti. Práca je rozdelená do 5 kapitol. Obsahuje 24 obrázkov a 24 tabuliek. Prvá kapitola je venovaná súčasnemu stavu riešenej problematiky, teoretickým východiskám so zameraním na inovačnú výkonnosť, jej meranie a determinanty. V ďalšej kapitole je charakterizovaný hlavný cieľ práce, ako aj čiastkové ciele stanovené za účelom naplnenia primárneho cieľa. Následne práca opisuje skúmaný objekt, postup pri riešení dizertačnej práce, ako aj použité metódy skúmania. Kapitola výsledkov práce sa zaoberá analýzou vplyvu rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť vybraných krajín a návrhom vlastného kompozitného indikátora inovačnej výkonnosti. Vzhľadom na dosiahnuté výsledky práca v záverečnej kapitole prezentuje získané výstupy, sumarizuje vedecké a praktické prínosy, a tiež pojednáva o možnostiach ďalšieho výskumu v predmetnej oblasti.

Kľúčové slová:

determinanty, inovačná výkonnosť, výskum, vývoj, inovačná aktivita

ABSTRACT

BÉREŠOVÁ, Juliana: Diversity of determinants affecting countries' innovation performance – University of Economics in Bratislava. Faculty of Business Economy in Košice; Department of Economics. – Supervisor: doc. Ing. Emília Duřová Spiřáková, PhD.. – Košice: PHF EU, 2022, number of pages 136.

The aim of the final thesis is to analyze and evaluate the impact of various determinants on the innovation performance of selected countries and propose an own composite indicator of innovation performance. Thesis is divided into 5 chapters. It contains 24 illustrations and 24 tables. The first chapter is devoted to the current state, the theoretical basis of innovation research focusing on innovation performance, its measurement, and its determinants. The next chapter describes the main goal of the thesis, as well as partial goals set in order to achieve the primary goal. Subsequently, the thesis describes the researched object, the applied procedure by the dissertation research, as well as the used research methods. The chapter on results deals with an analysis of the influence of various determinants on the innovation performance of selected countries and the design of an own proposed composite indicator of innovation performance. Based on the achieved results, the thesis in the final chapter presents obtained outputs, summarizes the scientific and practical contributions, and also discusses the possibilities of further research in this area.

Keywords:

determinants, innovation performance, research, development, innovation activity

OBSAH

Úvod	12
1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....	13
1.1 Vymedzenie pojmu inovácia	19
1.1.1 Definícia inovácie v podmienkach SR.....	22
1.1.2 Typológia inovácií	23
1.2 Inovačný systém.....	27
1.3 Inovačná výkonnosť.....	29
1.3.1 Determinanty inovačnej výkonnosti na úrovni podniku	32
1.3.2 Determinanty inovačnej výkonnosti na úrovni regiónu	33
1.3.3 Determinanty inovačnej výkonnosti na úrovni odvetvia.....	34
1.4 Meranie inovačnej výkonnosti	36
1.4.1 Inovačné prieskumy	40
1.4.2 Kompozitné indikátory	42
2 Cieľ práce	45
3 Metodika práce a metódy skúmania	46
3.1 Skúmaný objekt a postup pri riešení dizertačnej práce	46
3.2 Odporúčaný postup tvorby kompozitných indikátorov	51
3.3 Štatistické metódy	57
3.3.1 Analýza spoľahlivosti	57
3.3.2 Modelovanie štrukturálnych rovníc	58
3.3.3 Analýza hlavných komponentov.....	61
3.3.4 Zhluková analýza	63
4 Výsledky práce	65
4.1 Globálny inovačný index	65
4.2 Opis premenných.....	70
4.3 Výsledky analýzy spoľahlivosti	73
4.4 Výsledky konfirmačnej faktorovej analýzy.....	79
4.5 Výsledky SEM.....	81
4.6 Aplikácia výsledkov analýzy	86
4.7 Návrh vlastného kompozitného indikátora	91
4.7.1 Definícia teoretického rámca	92
4.7.2 Výber premenných.....	93
4.7.3 Doplnenie chýbajúcich hodnôt.....	99
4.7.4 Viacrozmerná štatistická analýza	100

4.7.5	Normalizácia, váženie a agregáčny proces	105
4.7.6	Výsledky vlastného kompozitného indikátora	105
5	Diskusia.....	107
5.1	<i>Prínosy dizertačnej práce.....</i>	<i>114</i>
5.2	<i>Možnosti ďalšieho výskumu.....</i>	<i>115</i>
	Záver	117
	Zoznam použitej literatúry	118

Zoznam ilustrácií a zoznam tabuliek

Obr. 1 Vývoj literatúry o inováciách	14
Obr. 2 Typy inovácií z vecného hľadiska	23
Obr. 3 Typy inovácií z hľadiska prístupu k inovačným aktivitám	25
Obr. 4 Stupne inovácií podľa Valentu	26
Obr. 5 Národný inovačný systém	28
Obr. 6 Determinanty inovačnej výkonnosti	30
Obr. 7 Počet publikácií venovaných meraniu inovácií	37
Obr. 8 Počet publikácií venovaných meraniu inovačnej výkonnosti.....	38
Obr. 9 Počet publikácií venovaných meraniu inovácií kompozitným indikátorom	39
Obr. 10 Vývoj európskeho systému inovačných indikátorov	41
Obr. 11 Štruktúra EIS	41
Obr. 12 Všeobecný rámec GII	44
Obr. 13 Zoznam vybraných krajín podliehajúcich analýze a návrhu vlastného kompozitného indikátora	49
Obr. 14 Vzorový príklad SEM.....	60
Obr. 15 Štruktúra GII.....	67
Obr. 16 Premenné vytvorenej databázy v SPSS	73
Obr. 17 Model inovačnej výkonnosti	82
Obr. 18 Porovnanie GII a IIV za všetky roky sledovaného obdobia spolu	88
Obr. 19 Porovnanie GII a rGII podľa rokov	89
Obr. 20 Histogram	90
Obr. 21 Graf normálnej pravdepodobnosti regresných štandardizovaných reziduí	91
Obr. 22 Rebríček EÚ27 podľa výsledkov vlastného kompozitného indikátora	106
Obr. 23 Porovnanie vstupného a výstupného podindexu – 120 krajín, rok 2021.....	110
Obr. 24 Štruktúra IIV	111

Tab. 1 Zoznam a význam premenných SEM.....	59
Tab. 2 Prehľad hodnotených krajín a ukazovateľov GII	70
Tab. 3 Zhrnutie spracovaných prípadov pri analýze spoľahlivosti podľa rokov	74
Tab. 4 Cronbachove alfa koeficienty pre 21 podpilierov podľa rokov.....	75
Tab. 5 Cronbachove alfa koeficienty po vylúčení príslušného podpiliera podľa rokov	76
Tab. 6 Cronbachov alfa koeficient pre 21 podpilierov za sledované obdobie spolu	77
Tab. 7 Cronbachove alfa koeficienty po vylúčení príslušného podpiliera za sledované obdobie spolu	77
Tab. 8 Cronbachov alfa koeficient pre 7 pilierov	78
Tab. 9 Faktorové zaťaženia exploračnej faktorovej analýzy	79
Tab. 10 Faktorové zaťaženia konfirmačnej faktorovej analýzy podľa rokov.....	80
Tab. 11 Faktorové zaťaženia konfirmačnej faktorovej analýzy za sledované obdobie spolu	81
Tab. 12 Regresné váhy medzi latentnými premennými	83
Tab. 13 Regresné váhy medzi latentnými premennými – upravený model.....	84
Tab. 14 Celkové, priame a nepriame vplyvy vstupných a výstupných pilierov	85
Tab. 15 Váhy podpilierov vlastného indikátora.....	86
Tab. 16 Váhy pilierov vlastného indikátora.....	87
Tab. 17 Test normality	90
Tab. 18 Zoznam vybraných premenných	94
Tab. 19 Opisná štatistika individuálnych premenných	98
Tab. 20 Výsledky PCA – vstupný pilier	101
Tab. 21 Výsledky PCA – vstupný pilier, vybrané premenné	102
Tab. 22 Výsledky PCA – výstupný pilier	103
Tab. 23 Výsledky PCA – výstupný pilier, vybrané premenné	104
Tab. 24 Porovnanie inovačnej výkonnosti EÚ27 podľa SII, GII a IIV	112

Zoznam skratiek a značiek

CLU	Zhluková analýza
EIS	Európsky prehľad výsledkov inovácií
EUIPO	Úrad Európskej únie pre duševné vlastníctvo
EÚ	Európska únia
FTE	Ekvivalent plného úväzku
GEM	Globálny monitor podnikania
GII	Globálny inovačný index
IIV	Index inovačnej výkonnosti
ILO	Medzinárodná organizácia práce
JRC	Spoločné výskumné centrum Európskej komisie
NIS	Národný inovačný systém
OECD	Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj
PCA	Analýza hlavných komponentov
RAND	Research and Development Corporation
rGII	Revidovaný Globálny inovačný index
RIS	Regionálny inovačný systém
SEM	Modelovanie štrukturálnych rovníc
SII	Sumárny inovačný index
SPRU	Science Policy Research Unit
WIPO	Svetová organizácia duševného vlastníctva

Úvod

Globalizácia ako jedna z najdiskutovanejších tém súčasnosti, vytvára priestor pre rozvíjanie ekonomických aktivít, zintenzívňuje medzinárodnú konkurenciu a zásadne mení parametre konkurencieschopnosti. OECD charakterizuje globalizáciu ako proces, v dôsledku ktorého sa trhy a výroba v rozličných krajinách stávajú od seba čoraz závislejšie, a to vďaka dynamike obchodu s tovarom, službami a mobilitou kapitálu a technológií. Globalizáciu možno chápať aj ako proces integrácie rôznych aktivít do širšieho, vnútorne prepojeného celku, čo podnecuje vznik kreatívnych myšlienok, tzv. invencií a ich uvedenie na trh, resp. zavedenie do praxe – inovácie.

Práve inovácie sú dnes považované za hybnú silu rozvoja podnikov, regiónov či národných ekonomík. Vytvárajú predpoklady budúcej konkurencieschopnosti vo forme nových poznatkov, výrobkov a zvyšujú celkovú efektívnosť ekonomiky. Vzhľadom na interdisciplinárny charakter inovácií nemožno jednoznačne určiť konkrétne determinanty ovplyvňujúce inovačnú výkonnosť, ba dokonca neexistuje ani jednotný, záväzne platný postup posudzovania a merania inovačnej výkonnosti.

Dizertačná práca má za cieľ na základe výsledkov analýzy zhodnotiť vplyv rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť vybraných krajín a navrhnúť vlastný kompozitný indikátor inovačnej výkonnosti.

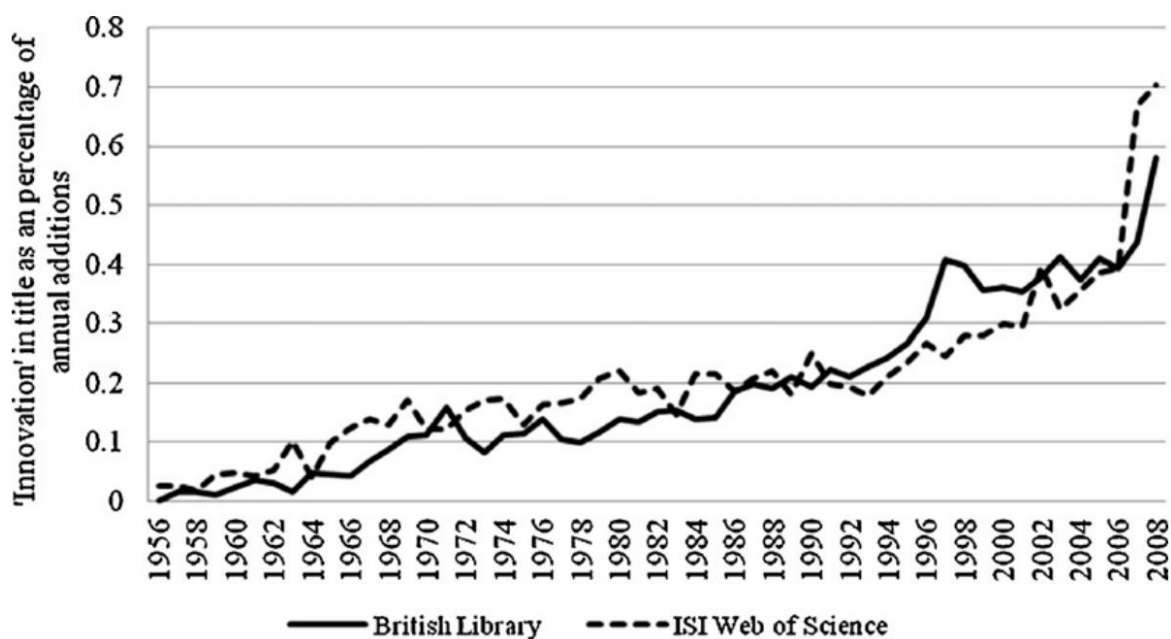
Predkladaná práca je rozdelená do 5 kapitol, obsahuje 24 obrázkov a 24 tabuliek. Prvá kapitola je venovaná vymedzeniu teoretických východísk potrebných k uvedeniu do danej problematiky, sumarizuje existujúce poznatky domácej a zahraničnej literatúry a ponúka ucelený pohľad na inovačnú výkonnosť, jej determinanty a spôsoby jej merania. V nasledujúcej kapitole je uvedený hlavný cieľ dizertačnej práce spolu s 5 čiastkovými cieľmi, stanovenými za účelom naplnenia primárneho cieľa. Kapitola Metodika práce a metódy skúmania popisuje skúmaný objekt a postup pri riešení dizertačnej práce, ako aj použité metódy v analytickej časti. Na vzorke vybraných krajín následne analyzujeme vplyv rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť a na základe výsledkov analýzy navrhujeme vlastný kompozitný indikátor inovačnej výkonnosti. Vzhľadom na výsledky nami navrhovaného kompozitného indikátora formulujeme závery, prezentuje vedecké a praktické prínosy dosiahnutých výsledkov a navrhuje možnosti ďalšieho výskumu v predmetnej oblasti.

1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

Inovácie zohrávajú kľúčovú úlohu pri rozvoji moderného trhového hospodárstva (Florida – Kenney, 1993; May – Schedelik, 2019; Potts, 2019). Prinášajú nové myšlienky a riešenia, navrhujú opatrenia na preklenutie aktuálnych i budúcich problémov a napokon vedú k zlepšeniu životných podmienok (CESIUK, 2021). Z ekonomického hľadiska patria medzi najdôležitejšie faktory, ktoré poháňajú ekonomický rast cez vytváranie pracovných príležitostí, nových výrobkov a služieb, motiváciu miest, regiónov a krajín k vytvoreniu podmienok pre zlepšenie ich konkurencieschopnosti (Sattigeri et. al, 2016). Inovačné procesy nielenže prebiehajú na všetkých spomenutých úrovniach, ale stali sa tiež predmetom intenzívnej pozornosti a reflexie akademických a inovačných aktérov v každodennom živote.

O význame znalostí a realizácii inovácií začal intenzívne pojednávať rakúsko-americký ekonóm Joseph Alois Schumpeter začiatkom 20. storočia (Braun-Thürmann, 2005). Jeho poznatky z ekonómie, sociológie a histórie spájal do veľmi originálneho prístupu k štúdiu dlhodobých ekonomických a sociálnych zmien, pričom sa zameriaval najmä na rozhodujúcu úlohu inovácií a faktorov, ktoré ich ovplyvňujú (Fagerberg – Martin – Andersen, 2013). Teóriu inovácií prvýkrát predstavil vo svojom ranom klasickom diele *The Theory of Economic Development*, ktoré vyšlo v nemeckom origináli v roku 1911 a v anglickom preklade v roku 1934. Zdôrazňoval v ňom najmä význam interakcie medzi inovatívnymi jednotlivcami, ktorých nazval podnikateľmi, a ich interným sociálnym prostredím (Schumpeter, 2003), a tiež význame podnikateľa ako osoby, ktorá zavádza nové kombinácie vo forme nových produktov, alebo metód organizácie (Samuelson – Nordhaus, 2000). Schumpeterovo celoživotné ponímanie inovácií ako hybnej sily ekonomických a sociálnych zmien sa v čase po jeho smrti v roku 1950 zdalo takmer stratené. V období tzv. neokeynesovskej makroekonómie, označovanej aj ako veľká neoklasická syntéza (30. – 70. roky 20. storočia), dominovala teória celkovej rovnováhy, matematické a statické prístupy k analýze krátkodobých ekonomických procesov (Sojka, 2010), ktoré Schumpeter na jednej strane obdivoval, avšak apeloval i na štúdium zdrojov dlhodobých technologických, ekonomických a sociálnych zmien. V oblasti vedeckého bádania bolo čoskoro zrejmé, že vysvetľovacia sila dovtedy statického prístupu k ekonómii je do značnej miery obmedzená, čo viedlo k hľadaniu nových poznatkov, prístupov, a nakoniec aj k renesancii schumpeterovských myšlienok (Mytelka – Smith, 2002). Vedecký záujem o inovácie sa od

roku 1960 ustavične zvyšoval, s obzvlášť rýchlym rastom od začiatku 90. rokov 20. storočia (Obr. 1).



Obr. 1 Vývoj literatúry o inováciách

Zdroj: Fagerberg – Fosaas – Sapprasert, 2012

Toto „oživenie“ začalo v USA, kde si vtedajšia vláda už v prvých rokoch studenej vojny uvedomovala, že globálna dominancia krajiny spočíva v technologickej nadvláde. Za účelom udržania si tejto výhody bolo prijatých niekoľko iniciatív, medzi nimi aj založenie *Research and Development Corporation* (RAND) americkými vzdušnými silami (Hounshell, 2011). Napriek tomu, že prevažná časť výskumu v RAND mala technologické zameranie, jej vedenie tiež kládlo dôraz na potrebu porozumenia faktorov ovplyvňujúcich úspech či neúspech vo výskume, vývoji a inováciách. Mnoho popredných vedcov v oblasti inovačného výskumu bolo spätých práve s existenciou RAND a za jeho podpory tam vznikli niektoré z najznámejších publikácií raného obdobia výskumu, vývoja a inovácií (napr. Nelson, 1959; Arrow, 1962).

Dôležitou témou vtedajšieho výskumu v oblasti inovácií bolo tiež štúdium faktorov ovplyvňujúcich šírenie inovácií, najmä vo veľkom a ekonomicky dôležitom poľnohospodárskom sektore (Rogers, 1995), ale i ostatných častiach ekonomiky (Coleman – Katz – Menzel, 1957). Za významný míľnik toho času možno považovať vydanie zborníka *The Rate and Direction of Inventive Activity* (Nelson, 1962), ku ktorému prispeli najvýznamnejší ekonómovia študujúci inovácie. Samotný zborník bol zameraný na

množstvo tém, pričom niektoré z nich sú doteraz stredobodom inovačného výskumu, ako napríklad zdroje invencie (Schmookler, 1962), úloha vedy pre výskum a vývoj v priemysle (Nelson, 1962) či alokácia zdrojov na získavanie nových vedomostí a poznatkov (Arrow, 1962). Súčasťou zborníka boli tiež práce v tom čase mladých vedcov, napr. Zvi Griliches, Edwin Mansfield, ktorí v nasledujúcich desaťročiach významnou mierou prispeli k rozšíreniu ekonomického chápania výskumu, vývoja a inovácií (Godin, 2010).

Hoci sa inovačnému výskumu spočiatku venovali prevažne americkí vedci, postupne sa veľká časť štúdií inovácií presunula aj do iných oblastí sveta (Fagerberg – Martin – Andersen, 2013). Dôležitou udalosťou v tomto kontexte bolo založenie *Science Policy Research Unit* (SPRU) na University of Sussex v roku 1965. Od svojho založenia disponovalo toto centrum interdisciplinárnym vedeckým personálom, pozostávajúcim z výskumných pracovníkov rôznorodých oblastí, ako ekonómia, sociológia, psychológia a inžinierstvo. SPRU tiež vyvinul vlastné medziodborové magisterské a doktorandské programy, uskutočnil externe financovaný inovačný výskum a v mnohých ohľadoch poslužil ako vzor pre ďalšie (inovačné) centrá a inštitúty v Európe, ktoré vznikli neskôr, väčšinou od polovice 80. rokov 20. storočia (Larédo – Mustar, 2001).

Výskum iniciovaný na SPRU viedol tiež k veľkému množstvu projektov, konferencií a publikácií v oblasti inovácií. Za kľúčové možno považovať dielo *The economics of industrial innovation*, vydané v roku 1974 britským ekonómom, zakladateľom a prvým riaditeľom SPRU Christopherom Freemanom. Ako jeden z popredných vedcov v oblasti inovačných štúdií sa svojou knihou zaslúžil o poskytnutie súhrnného prehľadu vtedajších poznatkov o inováciách (Martin, 2012). O osem rokov neskôr, v roku 1982 vyšla jeho ďalšia kniha *Unemployment and Technical Innovation*, ktorá ako jedna z prvých uplatňovala systémový prístup k úlohe inovácií v dlhodobých ekonomických a sociálnych zmenách (Freeman et al., 1982). Záujem o štúdium inovácií a samotný rast vedeckej komunity inicioval i založenie niekoľkých nových akademických časopisov a odborných združení. Spomedzi prvých a najcentrálnejších časopisov možno uviesť *Research Policy*, založený v roku 1972 práve Christopherom Freemanom, medzi novšie prírastky v publikáciách patria napr. *Economics of Innovation and New Technology* (založený v roku 1990), *Journal of Evolutionary Economics* (založený v roku 1991) či *Industrial and Corporate Change* (založený v roku 1992).

Koncom 20. storočia bola inováciám pozornosť venovaná hlavne v súvislosti so štúdiom konkurencieschopnosti a konkurenčnej výhody (Siudek – Zawojka, 2014). Základom konkurencieschopnosti tak podnikov, ako aj regiónov boli podľa vtedajšej ekonomickej teórie vedomosti, schopnosť učiť sa a vytvárať vhodné prostredie pre uplatňovanie inovácií. Kľúčovú úlohu zohrávali znalosti, považované za najstrategickejšiu surovinu, a učenie, považované za rozhodujúci proces nevyhnutný k trvalému udržaniu konkurenčnej schopnosti (Spišáková, 2010). Do popredia sa ako jeden z hlavných determinantov úspešného a efektívneho presadenia inovačných opatrení v praxi dostáva tiež téma správneho právneho ukotvenia inovácií na národnej i európskej úrovni (Edler – Fagerberg, 2017).

Inovácie a inovačný proces ako taký sa dostali do centra pozornosti Európskej únie (EÚ) predovšetkým v roku 1997 podpisom Amsterdamskej zmluvy. Amsterdamská zmluva, tvoriaca jednu zo zakladajúcich zmlúv EÚ, definovala vykonávanie európskej výskumnej politiky a realizáciu európskych výskumných programov ako právnu i politickú povinnosť členských krajín EÚ, a zároveň zdôrazňovala význam výskumu a vývoja ako základných prvkov fungovania priemyselne vyspelých krajín (Zaušková – Madleňák, 2012). Dominantnou témou ekonomických diskusií v Európe sa inovácie stali v čase, kedy sa členské štáty EÚ dohodli na spoločnom ambicióznom celi: *„urobiť z Európskej únie do roku 2010 najkonkurencieschopnejšiu a najdynamickejšiu poznatkovo orientovanú ekonomiku sveta schopnú trvalo udržateľného rastu, s väčším množstvom pracovných miest a väčšou sociálnou súdržnosťou“* (ÚVSR, 2011). Tento zámer sformulovala Európska rada v marci 2000 na svojom zasadnutí v Lisabone, podľa čoho dostal názov Lisabonská stratégia.

V rovnakom roku bola tiež predstavená a následne Radou EÚ oficiálne prijatá iniciatíva jednotného európskeho výskumného priestoru (European Research Area, ERA), ktorej hlavným motívom bolo zvýšenie európskej konkurencieschopnosti, zlepšenie koordinácie výskumných aktivít na národnej i európskej úrovni, rozvoj ľudských zdrojov či zvýšenie atraktívnosti európskeho výskumu pre najlepších vedcov z celého sveta (European Commission, 2021b). Za účelom úspešnej implementácie ERA do praxe, ako aj komplexnejšej podpory výskumných aktivít v EÚ bolo následne prijatých niekoľko

rámcových programov a stratégií pre výskum a inovácie (napr. 6. rámcový program pre výskum a technický rozvoj¹, 7. rámcový program pre výskum a technický rozvoj²).

V roku 2010 schválila a prijala Európska rada stratégiu Európa 2020, program reforiem EÚ pre rast a zamestnanosť. Cieľom tejto globálnej politickej stratégie bolo pomôcť Európe zotaviť sa z krízy a transformovať ju na inteligentnú, udržateľnú a inkluzívnu ekonomiku s vysokou mierou zamestnanosti, produktivity, sociálnej súdržnosti, a tým opätovne posilniť EÚ ako aktéra v globálnom riadení (EHSV, 2021). V rámci stratégie Európa 2020 bola v roku 2010 prijatá iniciatíva Inovácia v Únii, ktorá si kládla za cieľ zlepšiť podmienky a prístup k financiám pre výskum a inovácie v EÚ a v konečnom dôsledku vytvoriť jednotný európsky trh pre inovácie, ktorý by prilákal inovatívne podniky. V súvislosti s touto iniciatívou bolo zavedených tiež niekoľko nástrojov na meranie a monitorovanie inováčnej výkonnosti i dosiahnutého pokroku EÚ, medzi nimi napr. Európsky prehľad výsledkov inovácie (z angl. European Innovation Scoreboard), Regionálny prehľad výsledkov inovácie (z angl. Regional Innovation Scoreboard) či Innobarometer (European Commission, 2013). Rovnako ako v spojitosti s implementáciou ERA, aj v súvislosti s naplnením cieľov stratégie Európa 2020 bolo prijatých niekoľko rámcových programov, a to konkrétne Horizont 2020³ či aktuálny 9. rámcový program pre výskum a inovácie s názvom Horizont Európa, navrhnutý na obdobie rokov 2021 – 2027. Od posledného, doteraz najambicióznejšieho výskumno-inovačného programu sa očakáva posilnenie vedy a techniky v EÚ s cieľom riešenia hlavných globálnych výziev v kľúčových oblastiach ako sú zdravie, starnutie, bezpečnosť, znečistenie a zmena klímy (CVTI SR, 2020).

Osobitne potrebné je v kontexte predmetnej problematiky zohľadniť aj činnosť Organizácie pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD) i jej členských krajín, ktorá

¹ 6. rámcový program na obdobie rokov 2002 – 2006 bol navrhnutý Európskou komisiou a prijatý Radou ministrov a Európskym parlamentom s cieľom rozvoja skutočnej európskej vedeckej komunity s najlepším know-how a s cieľom podpory aktivít najvyššej vedeckej a technickej kvality prostredníctvom medzinárodných projektov (STUBA, 2021).

² 7. rámcový program, týkajúci sa obdobia rokov 2007 – 2013, zastrešoval všetky výskumné iniciatívy EÚ s cieľom dosiahnutia rastu, súťaživosti a zamestnanosti (Európska komisia, 2007). Vytýčením štyroch hlavných osobitných programov bol zameraný na podporu spolupráce, výskumu, vzdelávania a mobility výskumného personálu, ako aj zlepšenie výskumnej infraštruktúry a zvýšenie konkurencieschopnosti európskeho výskumu (EUR-Lex, 2010).

³ Svojho času najväčší výskumný a inovačný program EÚ, Horizont 2020, na obdobie rokov 2014 – 2020, zdôrazňoval potrebu excelentnosti vo vede, potrebu konkurencieschopného priemyslu a poukazoval tiež na dôležitosť riešenia spoločenských problémov. Cieľom bolo zaistiť, aby Európa produkovala špičkovú svetovú vedu a technológie, ktoré sú hybnou silou hospodárskeho rastu (Európska únia, 2014).

vyústila do koncepcie prijímania tzv. Oslo manuálov, predstavujúcich kľúčový inovačný model OECD, snažiaci sa komplexne spracovať inovačný proces a jeho ekonomické dopady. Okrem vytvárania charakteristík inovačných spoločností, identifikácie vnútorných i systémových faktorov ovplyvňujúcich inovačný proces, zavádza Oslo manuál tiež jednotnú definíciu inovácií na úrovni krajín EÚ a OECD (Zaušková – Madleňák, 2012).

Záverom tejto kapitoly možno konštatovať, že problematike inovácií bola v rámci historického vývoja venovaná rozdielna pozornosť. Ako uvádza Godin (2008), do 19. storočia neboli inovácie spájané s tvorivosťou či originalitou. Inovácia predstavovala zavedenie zmeny do už existujúceho poriadku a čelila výslovnému odporu vo všetkých sférach života – v ekonomike, politike, vede, vzdelávaní i náboženstve. Posun k pozitívnejšiemu vnímaniu inovácii nastal v druhej polovici 19. a začiatkom 20. storočia, kedy sa teórie inovácii začali rozvíjať v mnohých oblastiach vedeckého bádania a vysvetľovanie revolučných zmien bolo spájané práve s inováciami. Hoci prvé inovačné teórie možno datovať do 20. rokov 20. storočia, rozkvet štúdia inovácií nastal medzi 60. a 90. rokmi 20. storočia. Okrem hlbšieho štúdia už existujúcich teórií ako napr. inovačné správanie podnikov, difúzia a imitácia inovácií, bolo v tomto období vydaných niekoľko prelomových prác, medzi nimi prvý metodický manuál pre zber štatistík o výskume a vývoji, tzv. Frascati manual (OECD, 1963), empirické štúdie inovačných procesov (Myers – Marquis, 1969; Rubenstein et al., 1976; Cooper, 1980), publikovaný koncept národného inovačného systému (Lundvall, 1985; Freeman, 1991), a tiež vydaný prvý metodický manuál pre meranie inovácií, tzv. Oslo manuál (OECD, 1992).

Inovácie neprestali priťahovať pozornosť vedcov, akademikov či politických predstaviteľov ani v posledných desaťročiach. Práve naopak, v dôsledku globalizačných tendencií, zmenou ekonomického prostredia transformujúcich sa krajín, neustále rastúcim vplyvom vedy, podporou rozvoja nových technológií, výskumných a inovačných aktivít došlo k posunu v názoroch na inovácie, a zároveň ďalšiemu rozšíreniu literatúry o inováciách v rôznych kontextoch (Prno, 2008). Hoci štúdium základných inovačných teórií, ako napr. model národného inovačného systému naďalej pokračuje a ďalej sa vyvíja, do popredia sa dostávajú tzv. komplementárne koncepcie, medzi ktoré možno zaradiť napr. koncept finančných inovácií (Friedman, 2000; Woodford, 2000), koncept eko-inovácií (Smith, 2001; Pujari, 2006) či koncept sociálnych inovácií (Mumford, 2002; Phillips – Deiglmeier – Miller, 2008; Nambisan, 2009).

1.1 Vymedzenie pojmu inovácia

Pojem *inovácia* pochádza z latinského slova *innovatio*, čo v preklade znamená obnova, novosť (Disselkamp, 2017). Hoci na základe vedeckej a odbornej literatúry v kontexte ekonomickej teórie a praxe možno konštatovať rastúci konsenzus, že inovácie predstavujú hybnú silu ekonomického rastu, životnej úrovne, medzinárodnej konkurencieschopnosti i regionálneho rozvoja (Acs – Varga, 2002), ich chápanie je stále pomerne široké a nejednotné (Rajčáková – Švecová, 2010). Zároveň, vzhľadom na široké spektrum aspektov inovácií, rozmanitosť inovačných charakteristík, ako aj interdisciplinárny charakter inovácií neexistuje v súčasnosti jednotná, záväzná definícia inovácií v akejkoľvek sfére vedeckého bádania.

Schumpeter, považovaný za zakladateľa teórie inovácií, vo svojej práci z roku 1911 sformuloval tzv. kombinácie vývojových zmien, chápané ako pokračovanie obnovovania systémov a procesov v uzavretom kruhu. Vymedzil a pomenoval päť typických zmien:

- používanie novej techniky, výrobných procesov a marketingového zabezpečenia výroby,
- zavádzanie nových výrobkov, resp. pôvodných výrobkov s novými vlastnosťami,
- používanie nových surovín a materiálov,
- zmeny v organizácii výroby, distribúcie a predaja,
- otváranie nových trhov, zmeny štruktúry trhu (Stankovičová, 2011).

V roku 1934 zaviedol pre túto oblasť nový pojem – inovácia, ktorú definoval ako zmenu s cieľom využívať nové druhy spotrebného tovaru, nových výrobných a dopravných prostriedkov, nových trhov i foriem organizácie výroby a služieb (Schumpeter, 1934).

Pôvodnú Schumpeterovu teóriu inovácií ďalej rozpracovalo niekoľko autorov, pričom veľká časť koncepčných definícií inovácií bola vyvinutá koncom 60. rokov 20. storočia. Robertson (1967) definuje inováciu ako „*proces, pri ktorom vzniká nová myšlienka, správanie, alebo dielo, ktoré sa kvalitatívne líši od existujúcich foriem, je implementované a aplikované v praxi*“. Podľa Mohra (1969) môže byť inovácia zdrojom pre vytvorenie unikátneho produktu, alebo procesu, ktorý je nový pre jeho nasledovníkov. Ďalšie inovačné štúdie z konca 60. rokov charakterizujú inovácie ako zdroj novinky a súhrnne možno uviesť, že kľúčovým aspektom pri definovaní inovácií bola toho času prítomnosť prvku novosti

a inovácie boli interpretované hlavne s odkazom na tzv. koncepčné aspekty, predovšetkým posudzované vo vzťahu k podnikom, nie k trhom či krajinám (Carroll, 1967).

V 80. a 90. rokoch 20. storočia bolo navrhnutých niekoľko ďalších definícií spresňujúcich interpretáciu pojmu inovácia a poukazujúcich na rastúci prienik inovácií do manažérskych a výrobných teórií i praxe. Drucker (1993) definuje inovácie ako „*proces zabezpečovania sa novými, lepšími schopnosťami, alebo zvýšenou užitočnosťou*“. Inovácie podľa neho nie sú vedou alebo technológiou, sú hodnotou, ktorá môže byť meraná dopadom na okolie. Podľa Freemana (1982) „*inovácia zahŕňa technické, návrhárske, výrobné, riadiace a obchodné činnosti, ktoré súvisia s uvedením nového (alebo zdokonaleného) produktu na trh, alebo prvým komerčným použitím nového (alebo zdokonaleného) procesu či riadenia*“. Podľa dokumentu *Green Paper on Innovation* vydaného Európskou komisiou v roku 1995 je pojem inovácia chápaný ako „*synonymum úspešnej produkcie, asimilácie a používania novosti v ekonomickej a sociálnej sfére. Inovácie ponúkajú nové riešenia problémov a tým umožňujú uspokojiť potreby jednotlivca i spoločnosti*“. (European Commission, 1996). Toho času platný prvý Oslo manuál definoval inováciu ako „*všetky vedecké, technické, obchodné a finančné kroky potrebné pre úspešný rozvoj a marketing nových alebo vylepšených produktov, komerčné využitie nových alebo vylepšených procesov či vybavenie alebo zavedenie nového prístupu k sociálnej službe*“ (OECD, 1992). Posledná verzia Oslo manuálu definuje inováciu ako „*nový alebo vylepšený produkt alebo proces (alebo ich kombináciu), ktorý sa výrazne líši od predchádzajúcich produktov alebo procesov a bol sprístupnený potenciálnym používateľom (inovácia produktu) alebo uvedený do používania (inovácia procesu)*“ (OECD, 2018). Z porovnania posledných dvoch definícií OECD je zrejмый vývoj a posun v oblasti chápania inovácií. Zatiaľ čo v 90. rokoch sa pozornosť sústredila na tzv. inovačné kroky k uvedeniu a uplatneniu inovácie, postupne došlo k presunu pozornosti na samotnú implementáciu inovácie vo forme produktovej, procesnej inovácie alebo ich kombinácie.

Rasul (2003) definuje inováciu ako „*proces, pri ktorom sú nápady na nové (alebo vylepšené) produkty, procesy alebo služby vyvinuté a uvedené na trh*“. Podľa Walkera (2006) je inovácia „*procesom, prostredníctvom ktorého sa vytvárajú, rozvíjajú alebo znovuobjavujú nové a unikátne nápady, objekty i postupy*“. Nad rámec procesnej dimenzie chápu Wang a Kafouros (2009) inováciu ako hnacu silu (z angl. value driver) internacionalizácie podnikania, inovácia vo forme nových produktov a služieb podľa nich poskytuje impulz rozvíjajúcim sa ekonomikám a otvára príležitosti medzinárodného obchodu. Inovácie sú

v kontexte konceptu hnacej sily definované ako zdroj konkurenčnej výhody a sú považované za rozhodujúci faktor ekonomického rastu a základnú podmienku rozvoja spoločnosti v konkurenčnom prostredí (Johannessen, 2009).

Pojem inovácia sa veľmi často zamieňa s pojmom invencia. Zaltman, Duncan a Holbek (1973) dokonca definovali inováciu ako invenciu: „*Inovácia je tvorivý proces, pri ktorom sa kombinujú dva alebo viacero existujúcich konceptov alebo entít novým spôsobom tak, aby sa vytvorila doposiaľ nepoznaná konfigurácia pre zúčastnenú osobu.*“ Vo vedeckých a odborných prácach sa však stretávame s pomerne striktným vymedzením invencie a inovácie. Zatiaľ čo invencia predstavuje schopnosť nachádzať nové poznatky, vidieť možnosti užitočných zmien, je len prvým krokom v dlhodobom procese, v rámci ktorého sa dobrý nápad prevádza do podoby široko použiteľného a efektívneho produktu či služby. Nie všetky nové poznatky však prerastú do fázy realizácie, a teda, nie všetky invencie sa stanú inováciami (Stankovičová, 2011). Rozdielom medzi invenciou a inováciou sa venovalo niekoľko autorov, medzi nimi napr. Heunks (1998), ktorý definuje inováciu ako „*úspešnú technickú a ekonomickú implementáciu myšlienky*“, teda invencie či napr. O'Sullivan a Dooley (2009), ktorí považujú za invenciu vytvorenie niečoho nového, zatiaľ čo inovácia prináša okrem prvku novosti i výhody zvyšujúce hodnotu produktu či služby pre spotrebiteľa.

Všeobecne sa v literatúre môžeme stretnúť s množstvom definícií pojmu inovácia, ktoré sa podľa Völckera a Friesenhahna (2018), zhodujú v tom, že inovácie predstavujú kvantitatívne nové produkty, služby, postupy alebo procesy, ktoré sa výrazným spôsobom líšia od pôvodného stavu. Rozlišovať možno medzi širokým a úzkym chápaním inovácií. V užšom chápaní sa pojem inovácia obmedzuje na fázu produkcie nového, vylepšeného produktu alebo služby. V širšom chápaní označuje aj invenciu vo forme vynálezu, resp. objavu, ako aj difúziu, čiže zavedenie na trh (Burr, 2017). Súčasná definícia zdôrazňuje globálne pojmá pojmu inovácia ako filozofie činností, zasahujúcej do všetkých zložiek reprodukčného procesu (marketing, vývoj výrobkov a technológií, plánovanie, výroba, predaj, riadenie), vrátane zohľadňovania sociálnych a environmentálnych faktorov. Inovácie tak ponúkajú nové riešenia problémov vyvolaných zmenami v podnikateľskom prostredí, v požiadavkách zákazníkov, v technologickom rozvoji, v globalizácii i ďalších aktivitách súčasnej doby (Kováč a kol., 2011).

1.1.1 Definícia inovácie v podmienkach SR

V Slovenskej republike sa inováciou v zmysle zákona č. 172/2005 Z. z. o organizácii štátnej podpory výskumu a vývoja a o doplnení zákona č. 575/2001 Z. z. o organizácii činnosti vlády a organizácii ústrednej štátnej správy v znení neskorších predpisov rozumie

- nový alebo zdokonalený výrobok alebo nová alebo zdokonalená služba, ktoré sú uplatniteľné na trhu a založené na výsledkoch výskumu a vývoja alebo podnikateľskej činnosti,
- nový alebo zdokonalený výrobný postup alebo distribučná metóda vrátane podstatných zmien techniky, zariadenia alebo softvéru,
- nový spôsob organizácie v podnikateľskej praxi podniku, organizácie pracoviska alebo vonkajších vzťahov,
- prenos poznatkov vedy a techniky do praxe,
- nákup súhrnu výrobnotechnických a obchodných skúseností (know-how), získavanie a prenájom práv z licenčných zmlúv,
- zavedenie moderných metód v predvýrobných etapách a v organizácii práce,
- zlepšenie kontrolných a skúšobných metód v procese výroby a v službách,
- zvýšenie kvality práce a bezpečnosti práce,
- zníženie negatívneho vplyvu na životné prostredie,
- účinnejšie využívanie prírodných zdrojov a energie.

Štatistický úrad Slovenskej republiky pod pojmom inovácia rozumie „*nový alebo výrazne zdokonalený produkt (výrobok, služba) zavedený na trh alebo nový alebo výrazne zdokonalený proces zavedený v rámci podniku alebo zavedenie novej organizačnej, resp. marketingovej metódy*“. Inováciu produktu definuje ako „*uvedenie na trh nového výrobku alebo služby, prípadne výrobku alebo služby s výrazne zdokonalenými vlastnosťami, ako sú užívateľská prijateľnosť, komponenty alebo podsystémy výrobkov alebo služieb. Inovácia produktu zahŕňa výrobky alebo služby s výrazne líšiacimi sa vlastnosťami od predchádzajúcich výrobkov alebo služieb uvedenými na trh.*“ Inováciou procesu sa rozumie „*zavedenie nového alebo významne zdokonaleného výrobného procesu, distribučnej metódy alebo podpornej činnosti týkajúcej sa nových výrobkov alebo služieb. Inovácia procesu*

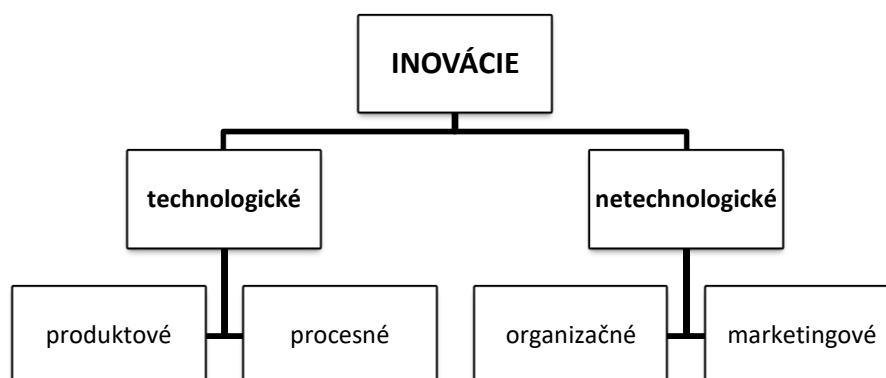
predstavuje podnikateľský proces podniku, ktorý sa výrazne odlišuje od podnikateľského procesu zavedeného v podniku v minulosti.“ (ŠÚSR, 2021)

Okrem toho definuje inovácie aj niekoľko slovenských autorov, medzi nimi napr. Čimo a Mariaš (1994), ktorí chápu inováciu ako „*cieľavedomý, dynamický, rozvojový proces, ktorého výsledkom je pozitívna zmena, zameraná na zdokonaľovanie reprodukčného procesu a plnšie uspokojovanie spoločenských potrieb*“. Dupal, Baránek a Füzyová (1997) používajú pojem inovácia na označenie „*súhrnu aktivít od nových myšlienok, respektíve ideí, až po ich zavedenie do praxe*“.

1.1.2 Typológia inovácií

Definície inovácií podľa vyššie uvedených domácich i zahraničných zdrojov ponúkajú pohľad na inovácie z niekoľkých hľadísk (inovácia ako zdokonalený produkt, proces, súbor činností; radikálna či inkrementálna inovácia; uzavreté a otvorené inovácie, a pod.), podľa ktorých ich možno kategorizovať do rôznorodých skupín. Klasifikácia inovácií nie len konkretizuje štruktúru inovácií, ale identifikuje tiež ich vzájomné súvislosti a rozdielne ekonomické i organizačné dopady. Vedecké práce a štúdie dokazujú, že jednotlivé typy inovácií majú rôzny vplyv na prijatie a šírenie inovácií (Rogers, 1995), organizačnú a inovačnú výkonnosť (Cooper – Kleinschmidt, 1993; Danneels – Kleinschmidt, 2001) i inovačný proces ako taký (King, 1992; Fernández, 2001).

V súčasnom štatistickom výkazníctve sa inovácie členia podľa vecného hľadiska na produktové, procesné, organizačné a marketingové inovácie. Toto delenie je zároveň v súlade s predchádzajúcou, treťou verziou Oslo manuálu, ktorá okrem uvedených typov inovácie identifikuje aj samostatnú kapitolu inštitucionálnych inovácií (OECD, 2005).



Obr. 2 Typy inovácií z vecného hľadiska

Zdroj: Spišáková, 2010

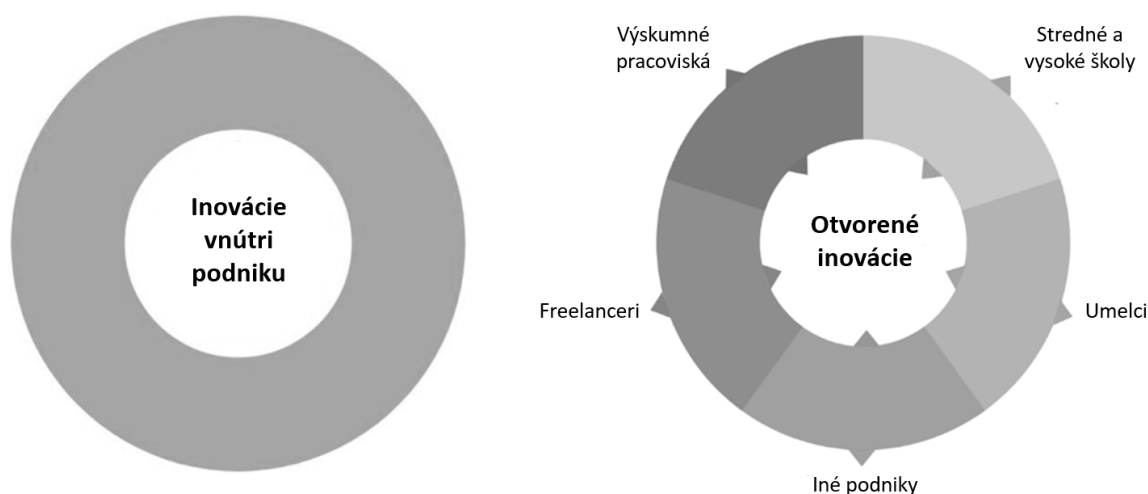
Produktové inovácie predstavujú uvedenie nového alebo výrazne vylepšeného produktu, resp. služby s ohľadom na jeho podstatné charakteristiky, technické špecifikácie, použité materiály, softvér, komponenty, prístupnosť pre užívateľov či ostatné funkčné charakteristiky. Procesná inovácia je najčastejšie zameraná na produktivitu a kvalitu, zníženie materiálovej spotreby, mzdových nákladov, energetickej spotreby či nepodarkovosti, zlepšenie pracovných podmienok či pracovného prostredia. Spočíva v zavedení novej alebo výrazne vylepšenej produkčnej, resp. distribučnej metódy. Organizačné inovácie predstavujú implementáciu nových organizačných metód v už zavedených praktikách firmy, na pracovných pozíciách alebo v rámci externých vzťahov, pričom sú výsledkom strategického rozhodnutia manažmentu podniku. Marketingovou inováciou je zavedenie nového alebo výrazne zdokonaleného vzhľadu produktu alebo jeho balenia, jeho umiestnenie, podpora produktu či ocenenie, s cieľom zvýšiť atraktivitu výrobkov a služieb alebo vstúpiť na nové trhy (Spišáková, 2010).

Súčasná verzia Oslo manuálu rozlišuje medzi dvoma typmi inovácií: inováciou produktu a inováciou podnikových procesov. Inováciou produktu sa rozumie *„nový alebo vylepšený tovar alebo služba, ktorá sa výrazne líši od predchádzajúcich výrobkov alebo služieb firmy, ktoré boli zavedené na trhu“*, zatiaľ čo inovácia podnikových procesov predstavuje *„nový alebo vylepšený obchodný proces pre jednu alebo viac obchodných funkcií, ktorý sa výrazne líši od predchádzajúcich obchodných činností spoločnosti a procesov, ktoré firma používa“* (OECD, 2018).

Inovácie ďalej možno členiť z hľadiska stupňa originality na originálne a napodobňujúce inovácie (Franková, 2011). Zatiaľ čo originálne inovácie disponujú najvyšším stupňom novosti, prinášajú nové, revolučné technológie a princípy, napodobňujúce inovácie uplatňujú už vymyslené či prakticky odskúšané zmeny a novinky. Corsten et al. (2016) dopĺňa toto delenie o tzv. inovácie zlepšovania, ktoré podliehajú ďalšiemu vývoju už existujúcich riešení, pričom ich základné funkcie a vlastnosti zostávajú nedotknuté.

Podľa veľkosti zmeny môžeme hovoriť o inkrementálnych inováciách, ktoré spočívajú v malých prírastkových zlepšeniach, zdokonalení starých produktov či pridaní dodatočných úžitkových hodnôt. Na druhej strane, inovácie prinášajúce zásadné zmeny, ktoré často vedú k uspokojeniu potrieb na vyššej úrovni, majú výrazný vplyv na štrukturálne zmeny v jednotlivých odvetviach a segmentoch trhu, označujeme ako radikálne inovácie (Zaušková – Madleňák, 2012).

V kontexte tejto práce je osobitne dôležité spomenúť aj členenie inovácií s ohľadom na priestor, v ktorom dochádza k ich realizácii. Podľa toho možno hovoriť o uzavretých a otvorených inováciách.



Obr. 3 Typy inovácií z hľadiska prístupu k inovačným aktivitám

Zdroj: SBA, 2020

Uzavreté inovácie sú realizované predovšetkým vo vnútri podnikov. Sú založené hlavne na využívaní podnikového potenciálu vlastníkov, manažérov či samotných zamestnancov a vo všeobecnosti ich možno úspešne aplikovať v stredných a veľkých podnikoch. Na druhej strane, otvorené inovácie sú determinované medzipodnikovou spolupracou, často sú realizované v rôznych sieťach či systémoch, čo prispieva k zrýchleniu inovačných aktivít. Zapojením odborníkov z viacerých oblastí (napr. ďalšie podniky, akademická obec, výskumné a vývojové pracoviská, umelci, a pod.) sú otvorené inovácie spojené s nižšími fixnými nákladmi i značnou flexibilitou v meniacich sa požiadavkách zákazníkov i zmenách socioekonomického prostredia (SBA, 2020).

Dôležitý význam pre rozvoj súčasných inovačných teórií i členenie inovácií podľa vývojového procesu, resp. inovačných stupňov patrí aj prácam českého ekonóma Františka Valentu, ktorý sa venuje interdisciplinárnej problematike inovácií v mikroekonomickom a makroekonomickom kontexte (Stankovičová, 2011). Valenta (2001) klasifikuje (najmä výrobné) inovácie podľa rozsahu a charakteru zmien, ktoré vyvolávajú a definuje 8 stupňov inovácií, ktoré chápe ako kategóriu rozmeru vývojového procesu. Valentovo inovačné spektrum zobrazuje Obr. 4.

Rád inovácie	Názov zmeny		Stručná charakteristika inovácie
Nultý	Regeneračná	Kvantitatívne zmeny	Následky degeneračných procesov sa odstraňujú regeneračnými procesmi. Procesy jednoduchšej reprodukcie v najčistejšej podobe.
Prvý	Kvantitatívna		Rastúce požiadavky výrobného systému sa riešia rozširovaním zdrojov. Kvalita prvkov sa nemení, len sa zväčšuje ich objem rozširovaním výrobných kapacít.
Druhý	Organizačná (štruktúra)		Rastúce požiadavky výrobného systému sa riešia preskupovaním zdrojov, novou kombináciou, upevňovaním zmien interakcií medzi kvalitatívne nemennými prvkami (proces vnútornej štruktúry).
Tretí	Adaptácie kvalít	Kvalitatívne zmeny	Rastúce požiadavky výrobného systému sa riešia jednoduchou racionalizáciou výrobkov a výrobného procesu. Najjednoduchšie kvalitatívne zmeny výrobných prvkov bez zmeny koncepcie spôsobu výroby.
Štvrtý	Nový variant		Modernizáciou výrobku sa dosiahne zmena jednej alebo niekoľkých funkcií, napr. zmena rýchlosti na obrábacom stroji, zmena presnosti.
Piaty	Nová generácia		Úplnou inováciou výrobku sa dosiahne zmena všetkých jeho významných funkcií, ale konštrukčná koncepcia sa zachová. Komplexná zmena všetkých podstatných vlastností výrobku.
Šiesty	Nový druh		Novým projektom výrobku sa zmení konštrukčná koncepcia, ale uplatňuje sa pôvodný princíp.
Siedmy	Nový rad		Nové vedecko-technické riešenie umožní uplatniť úplne nový princíp, principiálne prevratnú zmenu, nový výrobok podľa nového, doteraz neznámeho princípu.

Obr. 4 Stupne inovácií podľa Valentu

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Valenta, 2001

Záverom tejto kapitoly môžeme súhrnne konštatovať, že napriek množstvu definícií a prístupov k inováciám neexistuje jednotný konsenzus vo vymedzení tohto pojmu. V nadväznosti na štúdium vyššie uvedených domácich i zahraničných zdrojov a s ohľadom na problematiku riešenú v predkladanej dizertačnej práci budeme ďalej vychádzať

z definície OECD (2018) a pod pojmom inovácia chápať „*nový alebo vylepšený produkt alebo proces (alebo ich kombináciu), ktorý sa výrazne líši od predchádzajúcich produktov alebo procesov a bol sprístupnený potenciálnym používateľom (inovácia produktu) alebo uvedený do používania (inovácia procesu)*“. Hoci uvedená definícia jednoznačne nešpecifikuje aktérov zodpovedných za inovácie, vychádzame z predpokladu, že kľúčovú rolu v kontexte generovania a šírenia inovácií zohrávajú okrem individuálnych podnikov aj ďalšie subjekty, ako napr. vlády či verejné inštitúcie. Ich úlohou, ako aj ich dopadmi na celkovú inovačnú výkonnosť krajín sa zaoberá teória národného inovačného systému, ktorej východiskám sa venujeme v nasledujúcej kapitole.

1.2 Inovačný systém

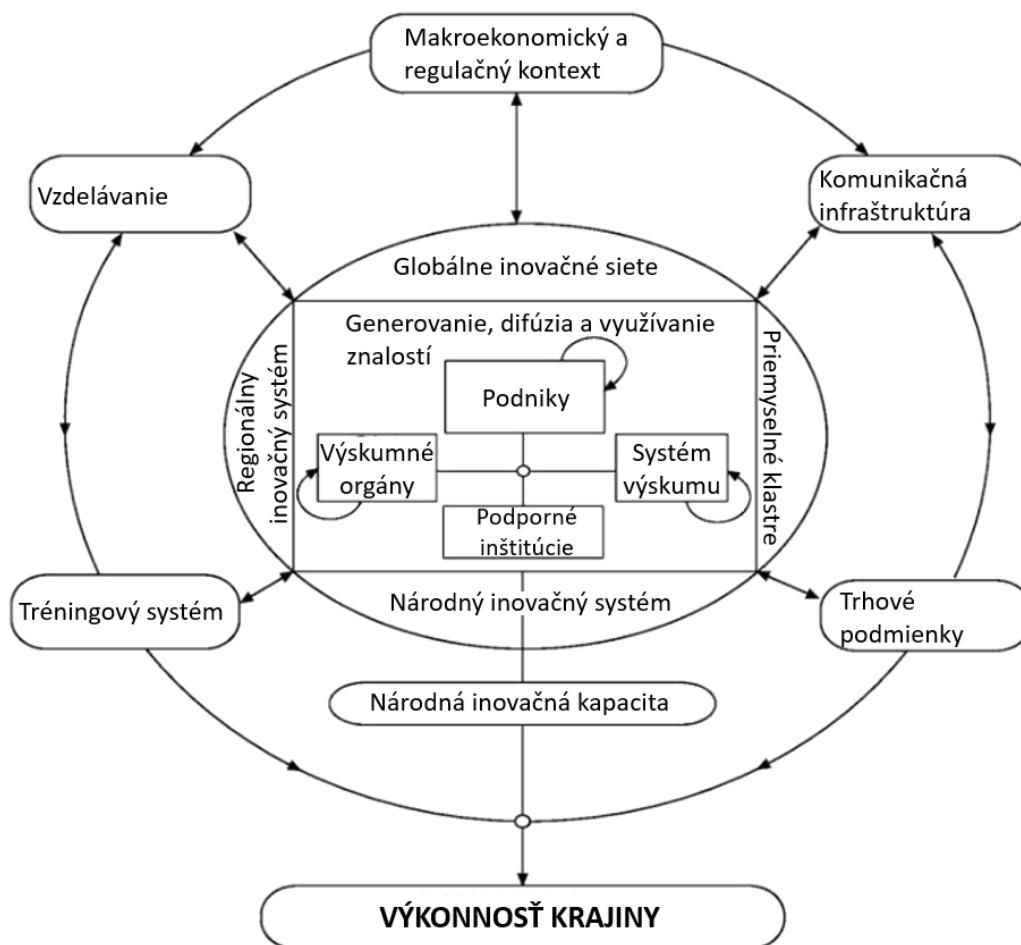
Počiatky vedeckého bádania v oblasti inovačných systémov úzko súvisia s vývojom inovačných konceptov a chápania inovácií. Od lineárnych modelov⁴ z obdobia po skončení druhej svetovej vojny sa pozornosť postupne presunula k systémovému prístupu k inováciám, ktorý predpokladal, že inovačné procesy nemožno rozložiť do niekoľkých izolovaných fáz, ktoré by prebiehali v prísne definovanej postupnosti. Práve naopak, inovačný proces podľa tohto prístupu zahŕňa interaktívne vzťahy medzi rôznymi aktérmi, nasleduje nelineárnu cestu a je charakteristický komplikovaným mechanizmom spätnej väzby (Kline – Rosenberg, 1986). Interakcie a väzby v súvislosti s inováciami prebiehajú uprostred inovačných systémov, ktoré tvoria jednotliví nositelia inovačných aktivít v krajine.

Christopher Freeman ako jeden z hlavných predstaviteľov tejto koncepcie zdefinoval inovačný systém ako sieť inštitúcií vo verejnom a súkromnom sektore, ktorých činnosť a interakcie sú zamerané na podporu, import a rozptýlenie nových technológií (Freeman, 1987). Túto definíciu doplnil Lundvall, ktorý pôvodné Freemanove chápanie doplnil o prvok vedomostí a zdôraznil národný aspekt inovačného systému. Podľa neho „*inovačný systém pozostáva z prvkov a vzťahov medzi nimi, ktoré sa vzájomne ovplyvňujú pri výrobe, distribúcii a využívaní ekonomicky užitočných znalostí. Tieto prvky sú usporiadané alebo zakotvené v rámci štátnych hraníc.*“ (Lundvall, 2016). Možno teda

⁴ Lineárny model inovačného procesu predpokladá, že inovácia je výsledkom procesu postupných, hierarchických krokov (výskum a vývoj, výroba, využitie) vykonaných v jednosmernom poradí. Podľa Vlčeka (2011) na výskumnú a vývojovú časť nadväzuje výroba, ktorá využíva získané poznatky a tie transformuje a umiestňuje na trh, kde sa inovácia zhodnotí.

konštatovať, že rýchlosť vzniku inovácií, ich objem, zloženie, generovanie a následné uvedenie do praxe je závislé od národných inštitúcií a štruktúry stimulov v krajine (Patel – Pavitt, 1994). Postupný zber a akumulácia poznatkov v oblasti zámerného využívania vnútorného a vonkajšieho prúdu vedomostí za účelom zrýchlenia inovácií sa stala nie len predpokladom vzniku teórie otvorených inovácií (Huizingh, 2011), ale predstavuje tiež základ pre prístup národného inovačného systému (z angl. National Innovation System – NIS), ako najčastejšie používaného prístupu k pochopeniu zložitých vzťahov tvoriacich inovačný proces v posledných desaťročiach (Carlsson et al., 2002).

Metcalfe (1995) NIS označil ako „súbor inštitúcií, ktoré spoločne i jednotlivito prispievajú k rozvoju a šíreniu nových technológií a ktoré stanovujú rámec, v ktorom vlády vytvárajú a realizujú politiky ovplyvňujúce inovačný proces“. Podľa Patela a Pavitta (1994) ide o „národné štruktúry, ich motivačné štruktúry a kompetencie, ktoré určujú mieru a smer technologického učenia (alebo objem a skladbu činností, ktoré generujú zmeny) v krajine“.



Obr. 5 Národný inovačný systém

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa OECD, 1999

Hlavným prvkom NIS, súvislostiam medzi nimi, ako aj faktorom, ktoré NIS ovplyvňujú sa venuje i OECD (1999). Na základe ich poňatia, zobrazeného na Obr. 5, možno NIS považovať za determinant ekonomickej a inovačnej výkonnosti krajiny, ktorá nie je závislá len od izolovaného fungovania jednotlivých inštitúcií, ale aj ich vzájomnej interakcie v rámci kolektívneho systému vytvárania a využívania vedomostí. Inými slovami, inovačný proces je výsledkom komplexného súboru vzťahov medzi aktérmi, ktorí produkujú, distribuujú a uplatňujú rôzne druhy hmotných i nehmotných vedomostí (Kramer et al., 2011), pričom pochopenie väzieb medzi aktérmi zapojenými do inovačného procesu je kľúčom k zvýšeniu inovačnej výkonnosti krajiny (Lundvall, 2016).

Hoci koncepcia NIS všeobecne predpokladá homogenitu v rámci krajiny, v skutočnosti sa situácia s ohľadom na rôzne ukazovatele, ako napr. ekonomická výkonnosť či investície do výskumu a vývoja, môže v krajine výrazne líšiť. Na základe toho bol vyvinutý tzv. regionálny prístup k inovačnému systému, ktorý predpokladá, že inovačné procesy sú do veľkej miery regionálne koncentrované a stávajú sa hnacou silou ekonomického rozvoja krajín. Regionálny inovačný systém (z angl. Regional Innovation System – RIS) tak možno definovať ako „*súbor ekonomických, politických a inštitucionálnych vzťahov, ktoré sa vyskytujú v danej geografickej oblasti – regióne*“ (Wolfe, 2001). Kačírková (2009) okrem územného vymedzenia poukazuje aj na pravidelné a silné vonkajšie interakcie, ktoré v konečnom dôsledku podporujú inovatívnosť regionálnych aktérov i národných ekonomík. Najpodstatnejšou súčasťou RIS sú podľa nej regionálne inovačné siete, ktoré sa skladajú zo zoskupenia väčšieho počtu rôznorodých aktérov, s čím súvisí kvalita vzájomných vzťahov vo vnútri sietí, atmosféra dôvery či spoločenská súdržnosť, ktorá sa potom premieňa do pozitívnych externalít.

Obe zo spomenutých úrovni inovačného systému v konečnom dôsledku slúžia ako zdroj a nástroj rozvoja konkurencieschopnosti podnikov či regiónov, a tým prispievajú k zvýšeniu výkonnosti krajiny ako celku. Uvedenej problematike venuje zvýšenú pozornosť i Európska komisia, ktorá pravidelne hodnotí výkonnosť národných inovačných systémov (t. j. inovačnú výkonnosť) členských krajín EÚ. Spôsobom jej posudzovania, merania, ako aj samotnými determinantmi inovačnej výkonnosti sa zaoberá nasledujúca kapitola.

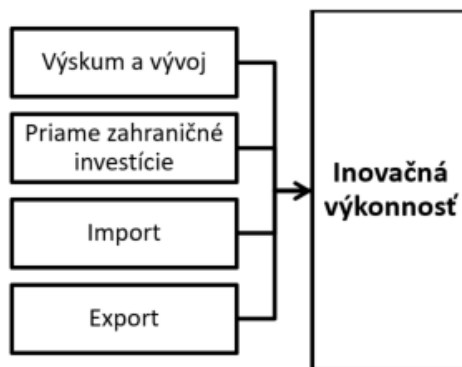
1.3 Inovačná výkonnosť

K inováciám môže podľa Laforeta (2011) dôjsť iba v prípade ak podnik, región či krajina disponuje inovačnou kapacitou, ktorú Furman, Porter a Stern (2002) definujú ako

„schopnosť krajiny – ako politického a ekonomického subjektu – dlhodobo produkovať a komercializovať tok nových technológií a znalostí“. Literatúra pritom rozlišuje medzi explicitnými – kodifikovanými, formalizovanými znalosťami, ktoré možno spísať, predať a pochopiť, a implicitnými (tichými) znalosťami, zakotvenými v mysliach jednotlivcov na základe vlastných skúseností, ktoré je obtiažne, príp. nemožné preniesť na iných (Polanyi, 2009). Riadením a využívaním kombinácie týchto znalostí tak možno dosiahnuť konkurenčnú výhodu, ktorá v konečnom dôsledku vedie k zvýšeniu výkonnosti i dlhodobej konkurenčnej schopnosti podnikov, regiónov i národných ekonomík (Romer, 1994).

Skúmanie inovačnej výkonnosti presahuje meranie všetkých stupňov inovácie, od výskumu a vývoja, patentovania, až po zavedenie invencií na trh. Umožňuje hodnotiť a porovnávať jednotlivé podniky, regióny či ekonomiky, a zároveň, vzhľadom na široké spektrum faktorov ovplyvňujúcich inovačnú výkonnosť, identifikovať ich silné a slabé stránky či vysvetliť ich vzájomné podobnosti, resp. odlišnosti (Mahroum – Al-Saleh, 2013).

V rámci vedeckej literatúry sa najčastejšie stretávame so štyrmi hnacími silami inovačnej výkonnosti (Obr. 6). Je potrebné uviesť, že rôzni autori či organizácie (OECD, Európska komisia, a pod.) vzhľadom na rozdielny predmet výskumu pri posudzovaní inovačnej výkonnosti skúmajú zväčša väčší, diverznejší súbor determinantov. Tejto problematike sa bližšie venujeme v kapitole 1.4 Meranie inovačnej výkonnosti.



Obr. 6 Determinanty inovačnej výkonnosti

Zdroj: Vlastné spracovanie

Jedným z najdôležitejších a najčastejšie posudzovaných determinantov inovačnej výkonnosti je výskum a vývoj, resp. výška investícií do výskumu a vývoja. Všeobecne platí, že tieto investície umožňujú vytvárať tzv. interné zásoby vedeckých poznatkov (Feinberg – Majumdar, 2001), ktoré môžu ďalej viesť k rozšíreniu globálnych znalostí (Buckley – Ghauri, 2004). Pomáhajú pri vývoji a zavádzaní nových produktov či služieb na trh, znižujú

náklady na produkciu a v konečnom dôsledku zvyšujú príjmy a výkonnosť podnikov i krajiny ako celku (Kafouros, 2008).

Dôležitou hnacou silou inovačnej výkonnosti sú i priame zahraničné investície, ktoré teoretická i empirická literatúra považuje za hlavný kanál šírenia technologického pokroku (De Bondt, 1996). Predchádzajúce výskumy naznačujú, že nadnárodné podniky sa stali dôležitými aktérmi v rámci medzinárodného prenosu technológií (Siler – Wang – Liu, 2003), čo umožňuje zvýšenie výkonnosti podnikov pôsobiacich v hostiteľských krajinách vzhľadom na pohyb kvalifikovaného personálu, získavanie zručností či spätných väzieb (Blomström – Kokko, 1998). Podľa týchto autorov interakcie medzi miestnymi a zahraničnými podnikmi vo forme dodávok komponentov, subdodávateľských zmlúv, licencií alebo technickej spolupráce môžu tiež viesť k podpore inovačných aktivít. Okrem toho, Feinberg a Majumdar (2001) zdôrazňujú, že priame zahraničné investície sú spúšťačom tzv. spillover efektov⁵, pochádzajúcich z popredných technológií a technického know-how, ktoré so sebou prinášajú zahraniční investori.

Významnú úlohu v kontexte inovačnej výkonnosti možno pripísať i medzinárodnému obchodu. Podľa autorov Coe, Helpman a Hoffmaister (1997), ako aj ďalších predstaviteľov rastových teórií, medzinárodný obchod môže uľahčiť vytváranie a šírenie technológií. Z hľadiska importu Kumara a Aggarwala (2005) navrhujú rozvíjať inovačné schopnosti analýzou a absorpciou vedeckého pokroku obsiahnutého v dovážaných tovaroch, službách či technológiách. V podobnom duchu, prítomnosť na exportných trhoch umožňuje objavovať nové technológie a spôsoby ich zdokonaľovania analyzovaním inovácií zahraničných konkurentov (MacGarvie, 2006), poskytuje prístup k rozmanitým znalostiam, nápadom a informáciám o konkurenčných produktoch, ako aj preferenciám zákazníkov (Salomon – Shaver, 2005). Intenzívnejšie vystavovanie sa konkurencii môže tiež motivovať k zlepšeniu inovačnej výkonnosti (Kokko, 1996).

Vyššie spomenuté hnacie sily inovačnej výkonnosti možno označiť za vstupy do inovačného procesu, ktorého výsledkom je výstup vo forme realizovanej invencie

⁵ Spillover efekt predstavuje situáciu v ekonomike, kedy je skutočný úžitok vyšší ako priame efekty vyjadrené v trhových transakciách. Vďaka spillover efektu sa predpokladá, že prínos priamych zahraničných investícií bude v konečnom dôsledku vyšší, ako rozsah podpory zahraničnej investície zo strany vlád jednotlivých krajín. Okrem iného bude prínos investície vyšší ako prínosy, ktoré by dosiahli domáci investori s pomocou vládnej podpory dosahujúcej rozsah investičného stimulu pre zahraničného investora (Ferenčíková – Fífešová, 2008).

s dopadom na inovačnú výkonnosť podniku, regiónu či národnej ekonomiky. Práve vstupy do inovačného procesu považujeme v tejto práci za determinanty inovácií.

Podľa neo-Schumpeterovskej literatúry, možno vplyv efektov inovačných determinantov na samotnú inováciu a inovačnú výkonnosť zapísať nasledovne:

$$INOVÁCIA = f(PODNIK, REGIÓN, PRIEMYSEL) \quad (1)$$

pričom *INOVÁCIA* predstavuje určité meradlo inovačnej výkonnosti v priebehu času a je funkciou determinantov, ktoré možno rozdeliť do 3 kategórií: determinanty inovačnej výkonnosti na úrovni podniku (*PODNIK*), determinanty inovačnej výkonnosti na úrovni regiónu (*REGIÓN*) a determinanty inovačnej výkonnosti na úrovni odvetvia (*PRIEMYSEL*).

1.3.1 *Determinanty inovačnej výkonnosti na úrovni podniku*

Podniky disponujú heterogénnymi internými zdrojmi, najmä pokiaľ ide o tie, ktoré sú determinantmi inovácií (Klette – Kortum, 2004). Veľkosť podniku (spolu so štruktúrou trhu) je považovaná za jeden z najstarších determinantov inovácie, skúmaný už od čias Schumpetera. Ten svoje prvotné tvrdenie, že motorom rastu a inovácií sú podnikatelia a malé podniky, neskôr doplnil o predpoklad, že veľké podniky pôsobiace na koncentrovaných trhoch možno považovať za základ technologického pokroku. Tieto Schumpeterove vyhlásenia viedli k sérii štúdií zameraných na skúmanie vzťahu medzi veľkosťou podniku, koncentráciou trhu a inovačným úsilím (Cohen, 2010), pričom potvrdili pozitívny vzťah medzi uvedenými faktormi. Závety vykonaných štúdií vedú k tomu, že väčšie podniky majú väčší prístup k financiám a úsporám z rozsahu, čo následne vedie k

- zníženiu priemerných nákladov na výskum a vývoj (Scherer, 1965),
- výhodám rozloženia nákladov, čo umožňuje väčším podnikom uskutočňovať ziskové projekty s maržou, ktorá by bola pre menšie podniky nerentabilná (Cohen – Klepper, 1996),
- zvýšeniu reklamnej sily (vedúcej k diferenciácii produktov) (Comanor, 1967).

Hoci niektorí autori, medzi nimi napr. Scherer a Ross (1990) tvrdia, že efektivita výskumu a vývoja by mala byť vo veľkých, byrokratických podnikoch nižšia, všeobecne existuje vedecký konsenzus o argumentoch v prospech pozitívneho vzťahu medzi veľkosťou podniku a investíciami do výskumu a vývoja (Cohen, 2010).

V nadväznosti na uvedené, možno za ďalší determinant inovačnej výkonnosti považovať investície do výskumu a vývoja. Na agregovanej úrovni krajín je známou skutočnosťou, že moderné priemyselné krajiny sú častokrát ochotné obetovať značnú časť svojich príjmov a pracovnej sily v prospech investícií do výskumných a vývojových aktivít, a to s cieľom posilniť základný i aplikovaný výskum, ktorý následne vedie ku kvalitnejším inovačným výstupom podniku (Dosi, 1988).

Neoddeliteľnou súčasťou vstupov do inovačného procesu je tiež faktor ľudského kapitálu. Práve ten môže uľahčiť schopnosť absorbovať, asimilovať a rozvíjať vedomosti a inovatívne nápady, a tým zvyšovať inovačnú výkonnosť podniku (Cohen – Levinthal, 1990). Ľudský kapitál ako determinant inovácií popisuje aj makroekonomický model teórie endogénneho rastu, ktorý ho považuje za motor rastu a technologickej zmeny (Lucas, 1988). Výsledky empirických štúdií na úrovni podnikov dokazujú, že existuje vzájomná, pozitívna závislosť medzi faktorom ľudského kapitálu, inovácií a inovačnej výkonnosti (Andersson – Lööf, 2011).

V neposlednom rade môže výsledky inovačného procesu ovplyvňovať i samotná vlastnícka štruktúra podniku. Vedecká diskusia sa v tomto kontexte zväčša zameriava na fenomén toku vedomostí v rámci viacerých národných a multinárodných podnikov, pričom hlavná myšlienka spočíva v predpoklade, že podnik ako súčasť väčšej skupiny disponuje prístupom k širšiemu spektru zdrojov, čo má v konečnom dôsledku pozitívny vplyv na jeho inovačné správanie a výkonnosť (Roper et al., 2008).

1.3.2 Determinanty inovačnej výkonnosti na úrovni regiónu

Dôležitosť skúmania regionálnych faktorov inovačnej výkonnosti vychádza z predpokladu, že práve prostredie, v ktorom dochádza k inováciám determinuje ich úspešnosť. Základ pre pochopenie mechanizmov aglomerácie inovačných aktivít do špecifických regiónov uviedol Marshall (2013), pričom dôležitosť regiónov ako zdroja vytvárania znalostí bola potvrdená až prácami z obdobia novej ekonomickej geografie či neskoršej evolučnej ekonomickej geografie. Výskumy tohto obdobia dospeli k záveru, že inovačné aktivity majú tendenciu geografického zoskupovania sa v priestore, a to dokonca viac ako výrobné aktivity (Audretsch – Feldman, 2004). Tieto zistenia vyústili v sformovanie novej oblasti ekonomickej geografie, tzv. geografie inovácií a vyvinul sa tiež ďalší prúd literatúry, zameraný na regionálny inovačný systém, ktorý kládol osobitný dôraz na úlohu inštitúcií, kultúry, infraštruktúry, aktérov inovačného procesu i podporných

organizácií v regiónoch s ohľadom na zvýšenie inovačnej výkonnosti. Hlavným dôvodom geografického koncentrovania inovačných aktivít je podľa Polanyia (2009) skutočnosť, že inovácie sú komplexným procesom, ktorý zahŕňa aj skúmanie tichých znalostí. Tie sú spravidla získavané a odovzdávané na základe skúseností a v rámci interakcie medzi jednotlivými aktérmi (faktor ľudského kapitálu), ktorí majú tendenciu koncentrovať sa v mestských oblastiach vzhľadom na vhodnejšie podmienky interakcie s ďalšími aktérmi inovačného procesu (Karlsson et al., 2012).

Pokiaľ ide o intenzitu znalostí v regióne, možno ju vyjadriť výškou podnikovej a univerzitnej výskumno-vývojovej intenzity (Sternberg – Arndt, 2001). Práve regionálny podnikový a univerzitný výskum a vývoj je považovaný za kľúčový faktor inovačnej výkonnosti regiónu. Okrem toho je potrebné tiež uviesť, že regionálne znalosti sa môžu zvýšiť nie len pomocou interných zdrojov poznatkov, ale môžu byť integrované do regiónu aj zvonku, prostredníctvom medziregionálnych, medzinárodných či iných obchodných sietí (Keller, 2004).

Okrem vyššie spomenutých determinantov poukazuje vedecká literatúra i na faktor prelievania znalostí⁶ (z angl. knowledge spillover) v rámci regiónu s cieľom napomôcť realizácii inovácií. Na uľahčenie prelievania znalostí, zvýšenie vzdelávacích možností a v konečnom dôsledku na úspešnú realizáciu inovácií je podľa Nootebooma (2000) potrebná existencia kognitívnej blízkosti či komplementárnosti medzi podnikmi. Navyše, šírenie vedomostí i samotné inovácie môže ovplyvniť tiež hustota osídlenia regiónov, o ktorej sa preukázalo, že má pozitívny vplyv na produktivitu (Ciccone – Hall, 1996) i šírenie inovácií (Feldman, 1994).

1.3.3 Determinanty inovačnej výkonnosti na úrovni odvetvia

Podobne ako príslušnosť k regiónu, aj priemyselné odvetvie vplýva na realizáciu a úspešnosť inovácie. Súbor determinantov inovačnej výkonnosti na úrovni odvetvia má za cieľ vysvetliť rozdielnu mieru zapájania sa odvetví do inovačných aktivít a ozrejmiť tiež dôvody rôznorodého inovačného správania sa podnikov v rámci diferencovaných priemyselných odvetví (Cohen, 2010).

⁶ Frischmann a Lemley (2007) chápu tento pojem ako benefity, ktoré z aktivity jedného človeka získavajú bezplatne ostatní.

Uvedenej problematike sa začala venovať literatúra tzv. technologického režimu a systém sektorových inovácií, ktoré vychádzajú z tzv. Pavittovej odvetvovej klasifikácie, označovanej aj ako Pavittova taxonómia. Pavitt (1984) ako jeden z prvých klasifikoval odvetvia (sektory) na základe zdroja inovačných aktivít v súvislosti s vývojom nových technológií, pričom identifikoval 4 typy priemyselných odvetví:

- odvetvia, v ktorých sú zdrojom inovácií dodávatelia (z angl. supplier dominated sectors) – výsledky inovačných aktivít preberá podnik výhradne pasívne (napr. ubytovacie, stravovacie služby, textilný priemysel),
- škálovo náročné sektory (z angl. scale-intensive sectors) – dominantným typom inovácie je procesná inovácia vychádzajúca z interných aj externých zdrojov (napr. automobilový priemysel, hutnícky priemysel),
- sektory špecializovaných dodávateľov (z angl. specialized suppliers sectors) – zdrojom inovácie sú interné a tiché znalosti v kombinácii s interakciami externých používateľov a výrobcov (napr. strojársky priemysel, high-tech),
- vedecky založené odvetvia (z ang. science based sectors) – zdrojom inovácie sú podnikové a univerzitné investície do výskumu a vývoja (napr. farmaceutický priemysel, elektronický priemysel).

Relevantné empirické štúdie posudzujú zväčša tri premenné ako determinanty inovácií na úrovni odvetvia – trhovú dopyt, technologické príležitosti a tzv. podmienky vhodnosti (štruktúra priemyselného trhu, inštitucionálny rámec vrátane patentových práv, a pod.) (Pakes – Schankerman, 1980). Odvetvia charakteristické vyšším dopytom na trhu, väčšími technologickými príležitosťami a vhodnejšími podmienkami z hľadiska štruktúry i samotného fungovania pozitívne vplyvajú na inovačné správanie a výkonnosť podnikov v nich pôsobiacich (Cohen, 2010). Častým problémom je však v tomto kontexte dostupnosť dát ako aj nejednotná metodika posudzovania uvedených determinantov. Novšie štúdie navyše naznačujú, že priemyselné odvetvia nezodpovedajú za veľkú časť odchýlok v inovačnej stratégii a inovačnom správaní podnikov a možno pozorovať značnú inovačnú heterogenitu v rámci jedného priemyslu (Srholec – Verspagen, 2012). Jedným z možných východísk by tak mohlo byť skúmanie odvetvovo špecifických determinantov, a to v každej etape životného cyklu odvetvia.

1.4 Meranie inovačnej výkonnosti

Proces tvorby inovácií je dnes považovaný za významný faktor ovplyvňujúci ekonomický rast, rozvoj a konkurencieschopnosť podniku, regiónu či krajiny (Dugas - Ferencz, 2015). Za účelom hodnotenia efektívnosti intervencií inovačnej politiky i vzájomného porovnávania inovačnej výkonnosti jednotlivých subjektov bolo vyvinutých niekoľko inovačných indexov a prieskumov, ktoré okrem vyššie uvedeného možno využiť i na identifikáciu inovačných determinantov a určenie vzájomných vzťahov medzi nimi.

Vo všeobecnosti existujú dva základné prístupy k meraniu inovácií a inovačnej výkonnosti:

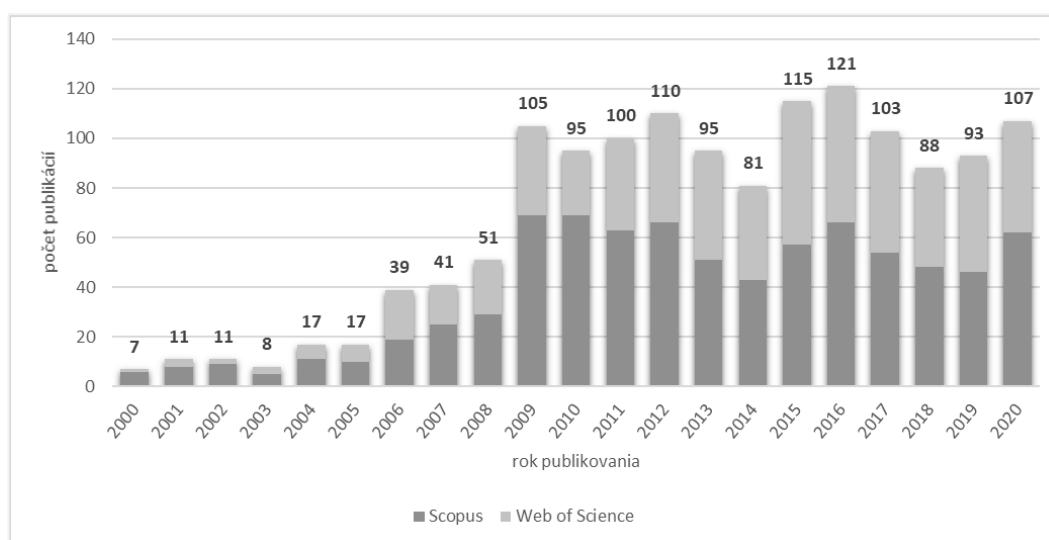
- prístup založený na ukazovateľoch (z angl. indicators approach),
- modelovací alebo ekonometrický prístup (z angl. modelling/econometric approach) (Grupp – Maital, 2001).

Prístup založený na meraní individuálnych ukazovateľov spravidla predpokladá, že inovácia pozostáva zo série činností, ktoré môžu viesť k základnému i aplikovanému výskumu, zvýšeniu produktivity či ekonomického rastu a štatistiky individuálnych ukazovateľov majú svoju vypovedaciu schopnosť v rámci jednotlivých fáz inovačného procesu. Príkladom týchto ukazovateľov môže byť napr. výška investícií do výskumu a vývoja, počet zamestnancov pracujúcich v oddeleniach výskumu a vývoja či počet patentových prihlášok (Tidd – Bessant, 2013). Hoci postupne, v nadväznosti na štúdium národných inovačných systémov dochádza k stieraniu rozdielov medzi uvedenými prístupmi (Porter – Stern, 1999), v ekonomických štúdiách stále dominujú modelovacie a ekonometrické prístupy, založené na skúmaní súboru niekoľkých ukazovateľov. Ide často o používanie tzv. inovačných prieskumov či kompozitných indikátorov porovnávajúcich výkonnosť jednotlivých krajín a regiónov, ktoré poskytujú ucelený pohľad na zložité problémy v širokom spektre oblastí, ako napr. hospodárstvo, spoločnosť a technologický rozvoj.

Záujem o štúdium problematiky merania inovácií a inovačnej výkonnosti potvrdzuje i narastajúci počet vedeckých a odborných publikácií. Za účelom poskytnutia uceleného prehľadu súčasných vedeckých príspevkov sme sa rozhodli vyhľadať a zanalyzovať výstupy evidované vo vedeckých databázach Web of Science Core Collection a Scopus v období rokov 2000 – 2020. Vyhľadávanie sme realizovali postupne pomocou rôznych volieb kľúčových slov, od najvšeobecnejšieho prehľadu príspevkov merania inovácií až k

príspevkom merania inováčnej výkonnosti pomocou kompozitných indikátorov podľa zamerania tejto dizertačnej práce.

Prvotné, najširšie vyhľadávanie bolo realizované na základe voľby kľúčových slov *innovation* a *measure** s využitím operátorov Booleovej algebry, kde konečný hľadaný výraz bol v tvare: ("*innovation*" AND "*measure**"). Meraniu inovácií podľa tohto kritéria bolo v období rokov 2000 – 2020 v oboch databázach evidovaných dokopy 4365 publikácií (z toho 599 publikácií vo Web of Science a 3766 publikácií v Scopus). Vyhľadávanie sme následne obmedzili na pre nás relevantné kategórie (t.j. business, management, accounting, economics, econometrics, finance), čoho výsledkom bolo 1415 publikácií. Zatiaľ čo z celkového počtu príspevkov v databáze Scopus, bola len približne štvrtina publikácií evidovaná v pre nás relevantných kategóriách, v databáze Web of Science mali tieto príspevky až 76.8 % zastúpenie spomedzi celkového počtu evidovaných publikácií. Počet publikácií venovaných meraniu inovácií v spomenutých vedeckých databázach v pre nás relevantných kategóriách podľa rokov zobrazuje Obr. 7.

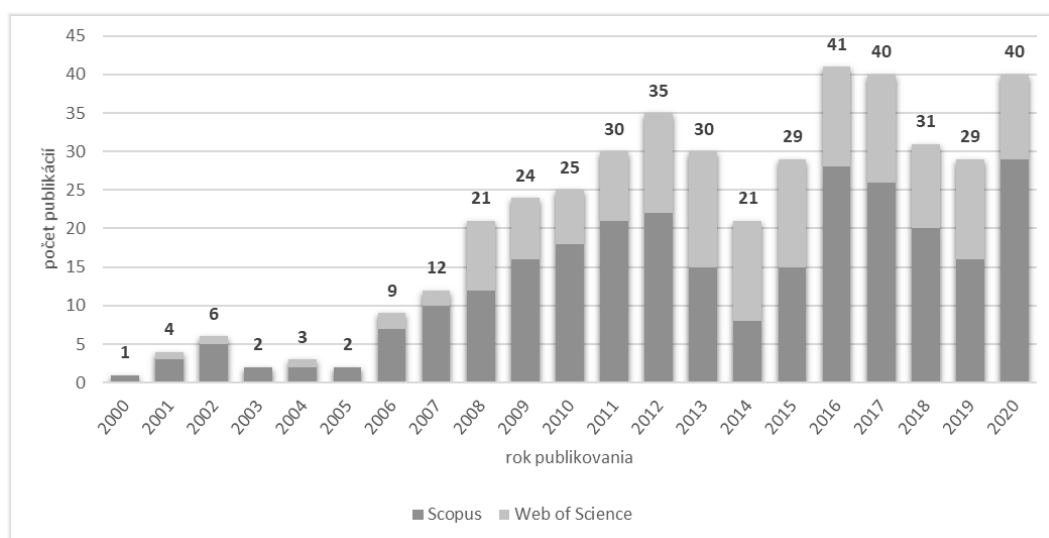


Obr. 7 Počet publikácií venovaných meraniu inovácií

Zdroj: Vlastné spracovanie

Meranie inovácií sme ďalej špecifikovali na meranie inováčnej výkonnosti. Hľadaný výraz ("*innov**" AND "*performance*" AND "*measure**") obsahovalo v sledovanom období v relevantných kategóriách spolu 435 publikácií (z toho 157 publikácií vo Web of Science a 278 publikácií v Scopus). Z uvedeného je zrejmé, že približne tretina príspevkov merania inovácií súvisela aj s meraním inováčnej výkonnosti. Počet príspevkov rozdelený podľa jednotlivých rokov publikovania uvádza Obr. 8.

Z výsledkov oboch hľadání možno konštatovať kolísavý trend publikovania príspevkov o meraní inovácií i meraní inováčnej výkonnosti. Výraznejší nárast príspevkov v oboch prípadoch nastal v období rokov 2006 – 2009, čo vystriedal výraznejší pokles počtu publikácií v roku 2013 a 2014. Daný pokles možno na základe analýzy ostatných kľúčových slov príspevkov vysvetliť presunom pozornosti zo samotného merania inovácií k štúdiu konceptu otvorených inovácií⁷. Prudký nárast (predovšetkým príspevkov zameraných na meranie inovácií) v roku 2015 podľa nášho názoru možno spojiť s iniciatívou EÚ, ktorá v tomto roku predstavila hlavné politické ciele pre výskum a inovácie súvisiace s úspešnou implementáciou Únie inovácií. V spojitosti s monitorovaním a vyhodnocovaním stanovených cieľov predpokladáme návrat záujmu k meraniu inovácií a inováčnej výkonnosti, ústiaci do zvýšeného počtu vedeckých publikácií. Hoci sme sa v literatúre nestretli s vysvetlením alebo ozrejením faktorov, ktoré by mali vplyv na výkyvy v počte vedeckých publikácií v posledných troch rokoch, domnievame sa, že nárast v roku 2020 bol spojený s meraním a vyhodnocovaním cieľov stratégie Európa 2020 a programu Horizont 2020.



Obr. 8 Počet publikácií venovaných meraniu inováčnej výkonnosti

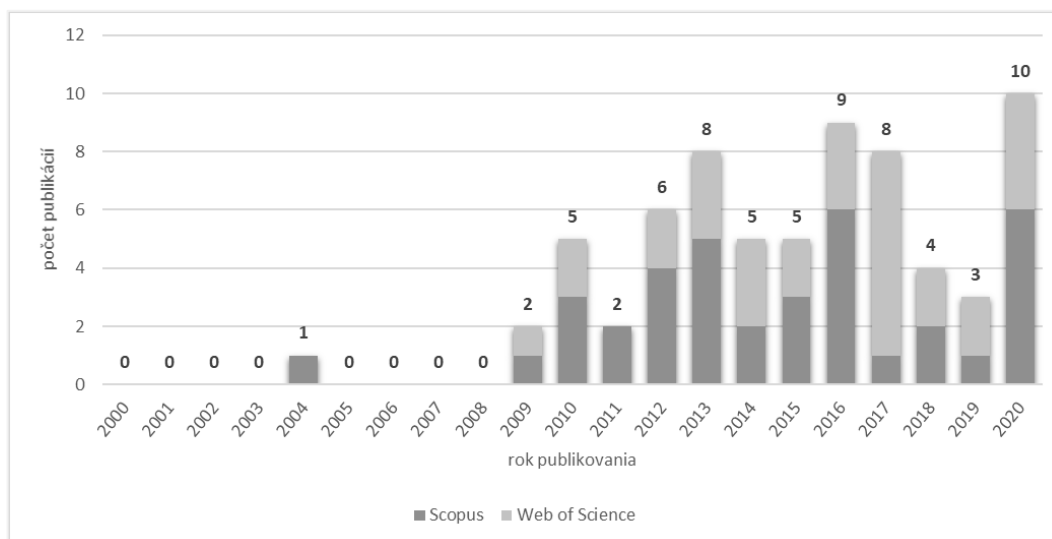
Zdroj: Vlastné spracovanie

Okrem samotného počtu sme sledovali tiež štruktúru príspevkov z hľadiska krajiny ich pôvodu. Ako sme uviedli v úvode prvej kapitoly, prvotné inováčné štúdie zo začiatkov

⁷ Počet príspevkov obsahujúcich kľúčové slovo ("open innovation"), evidovaných v databázach Web of Science a Scopus vo vyššie uvedených relevantných kategóriách zaznamenal v rokoch 2013 a 2014 priemerný medziročný nárast na úrovni 9,6%.

20. storočia boli realizované predovšetkým v USA, postupne, od 60. rokov 20. storočia sa presunuli aj do európskeho priestoru. V prípade najnovších vedeckých príspevkov venovaných meraniu inovácií, evidovaných vo Web of Science a Scopus, možno prvenstvo pripísať Číne, odkiaľ pochádzalo v priemere až 19.9 % príspevkov. Značný počet publikácií pochádzal i z USA (15.8 %) a Nemecka (8.5 %). Pri príspevkoch merania inovačnej výkonnosti dominovali z hľadiska krajiny pôvodu v oboch databázach práce publikované v USA (16.6 %) a európskych krajinách ako Nemecko (10.8 %), Veľká Británia a Fínsko (obe na úrovni 8.7 %). V Slovenskej republike bolo v relevantných kategóriách v sledovanom období publikovaných spolu iba 19 príspevkov (z toho 11 publikácií vo Web of Science a 8 publikácií v Scopus), čo zodpovedá priemerne 1.41 % podielu na všetkých príspevkoch v oboch vedeckých databázach.

Vzhľadom na zameranie a cieľ dizertačnej práce sme tiež venovali pozornosť vyhľadávaniu príspevkov s nasledujúcim výrazom v rámci kľúčových slov: *(("innov*" AND "composit*") AND ("index" OR "indic*" OR "measur*"))*. Vyhľadávaniu zameranému na inovácie a ich meranie pomocou kompozitného indikátora zodpovedal výraznejšie nižší počet publikácií, celkovo bolo v sledovanom období v relevantných kategóriách nájdených 68 príspevkov (z toho 31 publikácií vo Web of Science a 37 publikácií v Scopus).



Obr. 9 Počet publikácií venovaných meraniu inovácií kompozitným indikátorom

Zdroj: Vlastné spracovanie

Na rozdiel od predchádzajúcich hľadání i po odstránení časového ohraničenia bol v tomto prípade evidovaný rovnaký počet publikácií. Z toho vyplýva, že vedecké práce zaoberajúce sa danou problematikou absentovali až do roku 2004, kedy Grupp a Mogee (2004) skúmali robustnosť kompozitných indikátorov národnej politiky vedy a techniky,

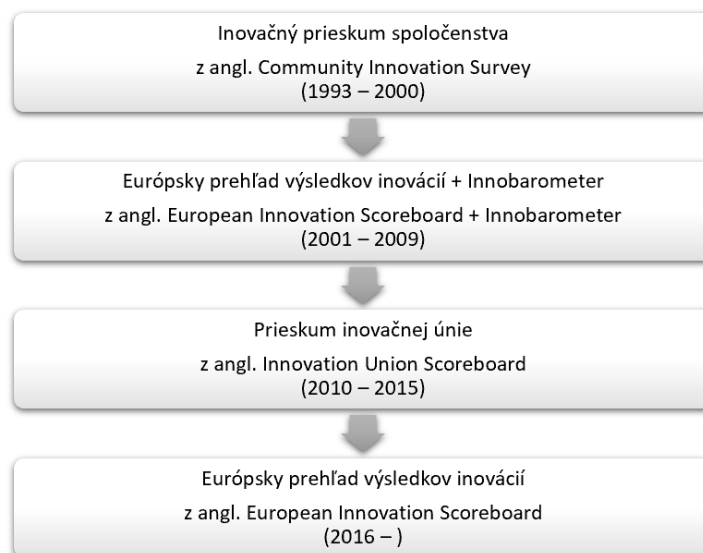
a zároveň adresovali súbor problémov súvisiacich s konštrukciou i používaním kompozitných indikátorov ako nástrojov merania národnej inovačnej výkonnosti. Ďalšie vedecké práce z tejto oblasti boli publikované od roku 2009, z hľadiska krajiny pôvodu prevažne vo Veľkej Británii (14.6 %), Taliansku (11.6 %), Rusku (8.6 %) a Nemecku (7.3 %). V Slovenskej republike nebol doteraz publikovaný príspevok ani v jednej zo sledovaných vedeckých databáz, čo podľa nášho názoru otvára priestor pre štúdium determinantov inovačnej výkonnosti Slovenskej republiky a ich následné zoskupenie do samostatného kompozitného indikátora.

Prehľad existujúcich inovačných prieskumov a kompozitných indikátorov merania inovačnej výkonnosti, používaných predovšetkým v krajinách EÚ poskytujú nasledujúce podkapitoly. Okrem identifikácie jednotlivých determinantov a kľúčových stavebných prvkov týchto prieskumov a indexov je našim cieľom ozrejmiť tiež metódy ich výpočtu, a zároveň poukázať na ich možné nedostatky.

1.4.1 Inovačné prieskumy

Kľúčovým cieľom inovačných prieskumov a hlavným dôvodom ich pravidelného uskutočňovania je snaha o monitorovanie a porovnávanie inovačnej výkonnosti krajín, regiónov či odvetví. Inovačné prieskumy prispievajú k lepšiemu pochopeniu inovačného procesu ako celku, a tým nepriamo a postupne k politickým odporúčaniam či tvorbe (inovačných) politík založených na dôkazoch (Hollanders – Janz, 2013). Z hľadiska štatistiky sú zohľadňované pri porovnávaní a monitorovaní inovačnej výkonnosti, z hľadiska ekonómie a ekonometrie pri skúmaní a analýze determinantov a účinkov inovácií.

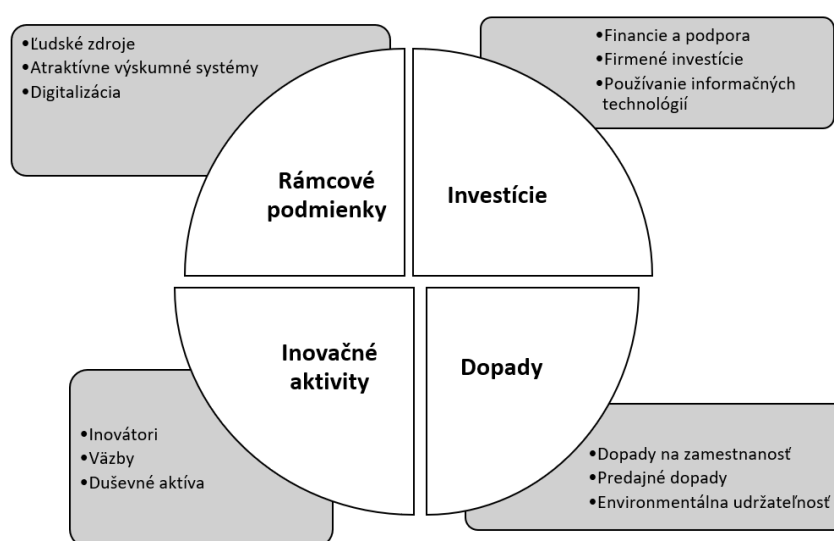
Prvé inovačné prieskumy boli uskutočnené v 50. rokoch 20. storočia vo Veľkej Británii, v rézii *British Association for the Advancement of Science*, ďalej v 70. a začiatkom 80. rokov 20. storočia v SPRU a neskôr i v rézii niekoľkých ďalších medzinárodných inštitúcií ako napr. Svetové ekonomické fórum, Svetová banka, OECD či Bloomberg. V súčasnosti okrem individuálnych inovačných prieskumov jednotlivých krajín sveta existuje i jednotný európsky prieskum inovácií – Európsky prehľad výsledkov inovácií (z angl. European Innovation Scoreboard – EIS), vyvinutý na základe iniciatívy Európskej komisie za účelom monitorovania úrovne inovačnej výkonnosti ekonomík členských krajín EÚ i monitorovania ich cieľov v danej oblasti. Vzniku EIS predchádzalo niekoľko inovačných prieskumov (Obr. 10), ktoré podľa Miciuła (2017) tvoria tzv. Európsky systém inovačných indikátorov.



Obr. 10 Vývoj európskeho systému inovačných indikátorov

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Miciuła, 2017

Hlavnou úlohou EIS je podľa Stankovičovej (2011) komparatívne hodnotiť inovačnú výkonnosť členských krajín EÚ i vybraných tretích krajín a poskytnúť tak určitý benchmarkový pohľad na jednotlivé aspekty inovačnej výkonnosti krajín ako celkov. EIS pritom rozlišuje 4 hlavné skupiny indikátorov a 12 inovačných dimenzií. Celkovo pozostáva rebríček EIS z 32 ukazovateľov, ktorých dáta sú získavané z rôznych zdrojov, medzi nimi napr. Eurostat, vedecká databáza Scopus, OECD, Globálny monitor podnikania (GEM), Invest Europe, Úrad Európskej únie pre duševné vlastníctvo (EUIPO), Svetová organizácia duševného vlastníctva (WIPO) a ďalšie.



Obr. 11 Štruktúra EIS

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa European Commission, 2021a

Inovačné prieskumy patria medzi populárne nástroje monitorovania a porovnávania národných výskumných a inovačných politík a vypovedajú o intenzite i dôvodoch zavádzania inovácií, ich prekážkach a zdrojoch informácií či spolupráci v oblasti inovácií. Meranie inovačnej výkonnosti inovačnými prieskumami vo forme individuálnych ukazovateľov, krížových tabuliek či deskriptívnych štatistík je často východiskom pri návrhu a konštrukcii kompozitných indikátorov, ktoré sú čoraz populárnejším nástrojom monitorovania inovačnej výkonnosti, a ktorým venujeme pozornosť práve v nasledujúcej podkapitole.

1.4.2 Kompozitné indikátory

Cieľom mnohých výskumov v sociálnej, ekonomickej i politickej oblasti je charakterizovať rôzne aspekty zložitého javu pomocou vhodnej syntézy elementárnych indikátorov. Rastúci záujem vedeckej komunity o túto oblasť zdôrazňujú aj práce medzinárodných organizácií, ako napr. OECD, Európska komisia, Medzinárodný menový fond a iné, ktoré vyvinuli niekoľko kompozitných indikátorov, s cieľom zoradiť krajiny do rebríčka a porovnať rozdiely medzi nimi v priebehu času.

Podľa Saisana a Tarantola (2002) je kompozitný indikátor definovaný ako „*matematická kombinácia samostatných indikátorov, reprezentujúcich rôzne dimenzie sledovaného konceptu, ktorého opis je cieľom analýzy*“. Inými slovami, kompozitný indikátor vzniká zlúčením niekoľkých jednoduchých ukazovateľov na základe overenej teórie, empirických poznatkov či väzieb medzi týmito ukazovateľmi (ak väzby nie sú známe, zlúčenie je vykonané na báze matematického algoritmu) (Hák et al., 2015).

V kontexte merania inovačnej výkonnosti na úrovni národných ekonomík sa kompozitné indikátory dostali do centra pozornosti začiatkom 21. storočia. K presadzovaniu využívania kompozitných indikátorov viedla primárne Európska komisia, podľa ktorej „*agregáciou rôznych typov ukazovateľov do súhrnného indexu možno zosumarizovať komplexné viacrozmerné javy*“ (European Commission, 2003). Kompozitné indikátory boli pritom využité už v prípade prvej European Innovation Scoreboard v roku 2000 a v revidovanej forme predstavujú dôležitú súčasť inovačných prieskumov dodnes.

Kompozitný indikátor Sumárny inovačný index (z angl. Summary Innovation Index – SII) je možné vyčíslieť z ukazovateľov vyššie spomínaného európskeho prieskumu inovácií EIS. SII popisuje a hodnotí inovačnú výkonnosť agregáciou ukazovateľov inovačných systémov jednotlivých členských krajín EÚ a vybraných tretích krajín, do individuálneho

indexu, a okrem toho, že slúži na hodnotenie celkovej národnej inovačnej výkonnosti, ponúka tiež pohľad na relatívnu inovačnú výkonnosť každej z analyzovaných krajín. Celkovo zachytáva SII 32 individuálnych ukazovateľov inovačnej výkonnosti a skóre krajiny určuje ako nevážený priemer normalizovaného skóre týchto ukazovateľov. Hoci vychádzajúc z EIS sú individuálne ukazovatele štruktúrované do skupín a inovačných dimenzií, toto delenie pri výpočte kompozitného indikátora nezohráva žiadnu rolu.

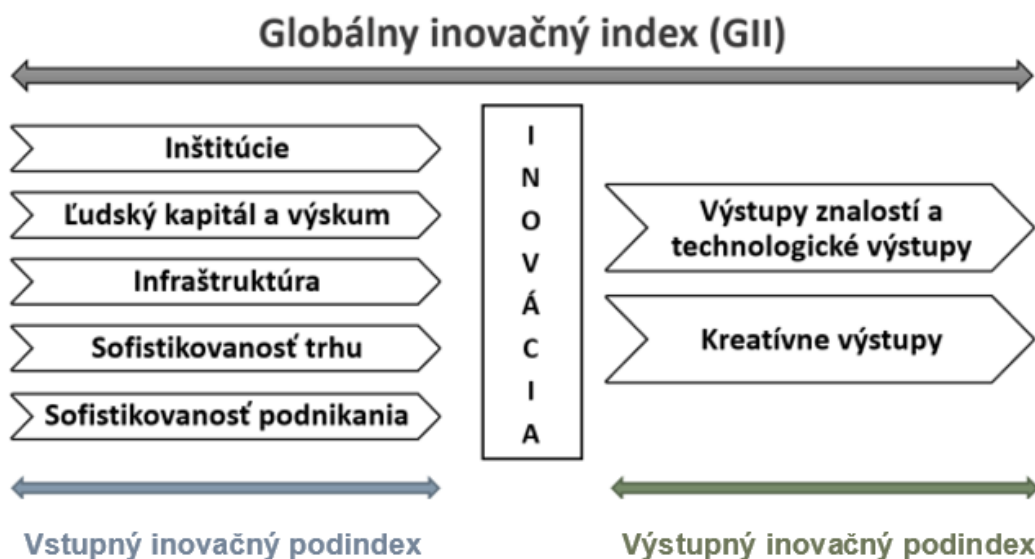
Na celosvetovej úrovni možno za nepochybné najznámejší a najpoužívanější kompozitný indikátor hodnotenia inovačnej výkonnosti krajín označiť Globálny inovačný index (z angl. Global Innovation Index - GII), vyvinutý v roku 2007 *Cornell University*, *INSEAD Business School* a *WIPO*. GII je považovaný na nástroj rozvíjania prognostických procesov, ktoré pomáhajú vidieť minulosť, prítomnosť a budúcnosť s cieľom merať národnú inovačnú výkonnosť a poskytnúť ucelený obraz o inovačných ekosystémoch na celom svete (Wonglimpiyarat, 2010). Bol založený s cieľom nájsť prístupy a metriky na lepšie zachytenie počtu a úspešnosti inovácií v spoločnosti nad rámec tradičných meradiel inovácií, za aké sa považujú napr. počet vedeckých publikácií, počet patentov, výdavky na výskum a vývoj, a pod.. GII pomáha vytvárať prostredie, v ktorom sa inovačné faktory neustále monitorujú a hodnotia. Je dôležité uvedomiť si, že tento kompozitný indikátor nepredstavuje hlavné a konečné hodnotenie inovačnej výkonnosti, ale skôr nástroj, ktorý možno využiť na pomoc krajinám pri tvorbe národných (inovačných) politík.

GII je založený na 2 podindexoch – vstupný inovačný podindex (z angl. Innovation Input Sub-Index) a výstupný inovačný podindex (z angl. Innovation Output Sub-Index), ktoré sú rovnako dôležité pri hodnotení celkovej inovačnej výkonnosti. Výsledný kompozitný indikátor pozostáva z výpočtu:

- vstupného inovačného podindexu – tvoreného 5 vstupnými piliermi zachytávajúcimi prvky národného hospodárstva, ktoré umožňujú a uľahčujú inovačné aktivity,
- výstupného inovačného podindexu – tvoreného 2 piliermi, ktoré sú výsledkom inovačných aktivít v rámci národnej ekonomiky,
- celkového GII skóre – stanoveného ako priemer vstupného a výstupného inovačného podindexu.

Každý z 5 vstupných a 2 výstupných pilierov je rozdelený na 3 podpiliere, z ktorých každý pozostáva z individuálnych ukazovateľov (v roku 2021 celkom 81 individuálnych

ukazovateľov). Jednotlivé podpiliere sa vypočítajú ako vážený priemer individuálnych ukazovateľov, skóre piliera sa vypočíta ako vážený priemer skóre jeho príslušných podpilierov (WIPO, 2021). Všeobecný rámec GII zachytáva Obr. 12.



Obr. 12 Všeobecný rámec GII

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa WIPO, 2021

Nakoľko dizertačná práca pri identifikácii determinantov s rozhodujúcim vplyvom na inovačnú výkonnosť a analýze vzťahov medzi nimi vychádza práve z dát GII, podrobnejšie sa jednotlivým pilierom a podindexom venujeme v podkapitole 3.1.1.

Záverom teoretickej časti tejto práce možno súhrnne konštatovať, že inovácie predstavujú jadro znalostne orientovaných ekonomík a zohrávajú kľúčovú úlohu v ich ekonomickom rozvoji. Sú realizované v rámci inovačného systému, ktorý možno chápať ako sieť vzájomne prepojených inštitúcií, prispievajúcich k rozvoju a šíreniu inovácií, ktorý determinuje ich úspešnosť meranú vo forme inovačnej výkonnosti. Vzhľadom na široké spektrum determinantov ovplyvňujúcich inovačnú výkonnosť existuje niekoľko nástrojov (inovačných prieskumov či kompozitných indikátorov), ktorými možno merať a porovnávať inovačnú výkonnosť krajín. Všeobecne však neexistuje jednotný prístup k definovaniu, posudzovaniu a meraniu inovačnej výkonnosti a to na úrovni podnikov, regiónov ani na úrovni národných ekonomík.

2 Cieľ práce

Hlavným cieľom predkladanej dizertačnej práce je na základe výsledkov analýzy zhodnotiť vplyv rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť vybraných krajín a navrhnúť vlastný kompozitný indikátor inovačnej výkonnosti.

Za účelom naplnenia hlavného cieľa boli vymedzené nasledovné čiastkové ciele dizertačnej práce:

1. Vymedziť teoretické východiská riešenej problematiky so zameraním na inovačnú výkonnosť, jej meranie a determinanty.
2. Identifikovať determinanty s rozhodujúcim vplyvom na inovačnú výkonnosť a overiť vzťahy medzi nimi.
3. Navrhnúť vlastný kompozitný indikátor inovačnej výkonnosti.
4. Na základe výsledkov vlastného kompozitného indikátora vytvoriť zoskupenia členských krajín EÚ.
5. Prezentovať vedecké a praktické prínosy dosiahnutých výsledkov a navrhnúť možnosti ďalšieho výskumu v predmetnej oblasti.

Naplnenie jednotlivých čiastkových cieľov a tým aj naplnenie hlavného cieľa dizertačnej práce môže viesť k vedeckým i praktickým prínosom merania a posudzovania inovačnej výkonnosti na základe diverzných inovačných determinantov. Návrh vlastného kompozitného indikátora môže tiež prispieť k podrobnejšej analýze stavu inovačnej výkonnosti vybraných krajín s dôrazom na efektívnu premenu vstupov na inovačné výstupy.

Jednotlivé čiastkové ciele boli v práci postupne naplňované. Teoretické východiská riešenej problematiky mapuje kapitola Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí. Identifikácia determinantov s rozhodujúcim vplyvom na inovačnú výkonnosť, vzťahy medzi nimi, ako aj návrh vlastného kompozitného indikátora inovačnej výkonnosti prezentuje kapitola Výsledky práce. Naplneniu 4. a 5. čiastkového cieľa sa venujeme v kapitole Diskusia.

3 Metodika práce a metody skúmania

Táto časť dizertačnej práce je venovaná charakteristike objektu skúmania, pracovným postupom a použitým metódam, ktoré majú slúžiť k naplneniu uvedených čiastkových cieľov, a tým aj k naplneniu hlavného cieľa záverečnej práce.

3.1 Skúmaný objekt a postup pri riešení dizertačnej práce

Skúmaným objektom predkladanej práce je inovačná výkonnosť krajín a jej determinanty. Pri riešení danej problematiky sme aplikovali nasledovný postup:

1. Skúmanie teoretických východísk a súčasného stavu riešenej problematiky

Analýze inovačnej výkonnosti krajín a jej determinantov predchádzalo dôkladné štúdium domácej a najmä zahraničnej literatúry zameranej na inovácie – predovšetkým vedecké a odborné monografie, časopisecká literatúra, odborné príručky a štúdie, ktoré sme čerpali najmä z databáz Web of Science a Scopus. Prístupy k inovačnej výkonnosti, jej meraniu a determinantom poskytuje spracovaná rešerš relevantných literárnych zdrojov, pri ktorej bolo využitých niekoľko teoretických vedeckých metód poznania, medzi nimi predovšetkým:

- *analýza a syntéza* – skúmanú problematiku sme rozčlenili na niekoľko menších častí a prvkov s cieľom odhaliť ich podstatu; využitím syntézy sme zistili súvislosti medzi jednotlivými prvkami a následne reprodukovali skúmaný jav s jeho podstatnými znakmi a vzťahmi,
- *abstrakcia a simplifikácia* – vzhľadom na interdisciplinaritu inovácií a inovačnej výkonnosti bola nevyhnutá určitá miera zovšeobecnenia; abstrahovali sme od znakov, vlastností a súvislostí, ktoré neboli vzhľadom na stanovené ciele kľúčové,
- *metóda komparácie* – identifikovali sme zhodné a rozdielne stránky skúmaných javov, porovnali sme rôzne prístupy k riešenej problematike,
- *indukcia a dedukcia* – zistené konkrétne skutočnosti sme v rámci literárnej rešerše zovšeobecňovali, využitím metódy dedukcie sme naopak na základe všeobecných tvrdení vysvetľovali konkrétne javy.

Základné pojmy a teoretické východiská potrebné k uvedeniu do danej problematiky sme definovali a interpretovali využitím metódy popisu.

Skúmanie teoretických východísk a následná literárna rešerš súčasného stavu riešenej problematiky viedla k spracovaniu kapitoly Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.

2. Formulácia problému

Výskumný problém je v tejto dizertačnej práci definovaný vzťahom medzi jednotlivými determinantmi inovačnej výkonnosti, a zároveň ich vplyvom na celkovú inovačnú výkonnosť krajín. Výskumný problém vychádza z hlavného cieľa práce, ktorým je na základe výsledkov analýzy zhodnotiť vplyv rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť vybraných krajín a navrhnúť vlastný kompozitný indikátor inovačnej výkonnosti.

Analýza determinantov inovačnej výkonnosti a vzťahov medzi nimi je založená na dátach kompozitného indikátora GII. Spomedzi ostatných inovačných prieskumov a indikátorov GII zachytáva najširšie spektrum inovačných determinantov, hodnotí národné ekonomiky bez ohľadu na geografickú príslušnosť či príjmovú skupinu, disponuje historickými dátami, a v neposlednom rade je celosvetovo uznávaným meradlom inovačnej sily národných ekonomík medzi tvorcami inovačných politík i v rámci odbornej verejnosti.

Návrh vlastného kompozitného indikátora inovačnej výkonnosti sa opiera o premenné existujúcich kompozitných indikátorov – GII a SII, pričom má za cieľ stanoviť mieru inovačnej výkonnosti v podmienkach členských krajín EÚ. Vychádza z predpokladu, že miera inovačnej výkonnosti je založená na vzťahu produktivity, ktorý predstavuje pomer agregovaných inovačných výstupov k agregovaným inovačným vstupom.

3. Získavanie údajov a ich zdroje

Všetky údaje využité pri analýze hodnotenia inovačnej výkonnosti i návrhu vlastného kompozitného indikátora pochádzajú z verejne dostupných zdrojov.

Zber dát potrebných na analýzu sme realizovali prostredníctvom oficiálnej internetovej stránky WIPO, ktorá obsahuje ročné výkazy GII. Vzhľadom na jednotnú štruktúru a dostupnosť údajov sú v práci použité dáta ročných výkazov GII z rokov 2012 – 2021.

WIPO zverejňuje výkazy GII vo forme komplexných reportov, obsahujúcich informácie o najinovatívnejších krajinách sveta, výsledkoch hodnotenia ostatných svetových ekonomík kompozitným indikátorom vo forme tzv. ekonomických profilov,

použitú metodiku, ako aj štatistický audit GII vykonaný Spoločným výskumným centrom Európskej komisie (z angl. Joint Research Centre, JRC).

Práve ekonomické profily individuálnych svetových ekonomík a v nich uvedené dáta slúžili na ďalšiu analýzu. Nakoľko boli uvedené dáta v sledovanom období rokov 2012 – 2021 dostupné výhradne ako súčasť ročných výkazov GII vo formáte .pdf, bolo potrebné tieto dáta konvertovať do formátu vhodného na ďalšie spracovanie v štatistickom softvéri. Po preskúmaní niekoľkých možností, medzi nimi transformácia .pdf dokumentov do formátu HTML, extrakcia webových dát pomocou Octoparse software, konvertovanie .pdf dokumentov do formátu .xls využitím knižnice Tabula v programovacom jazyku Python, sme však narazili na problémy v štruktúre jednotlivých výkazov GII – štruktúra súborov nebola v obvykle známom tabuľkovom formáte, prípadne sa vyskytli Unicode problémy. Na základe uvedeného sme sa rozhodli pre využitie nástrojov Adobe Acrobat a PDF Annotator, vďaka ktorým sme extrahovali hodnoty individuálnych ukazovateľov i jednotlivých častí kompozitného indikátora. Dáta sme štruktúrovali podľa príslušného roku a krajiny do súboru Excel.

Nakoľko GII každoročne hodnotí rozdielny počet krajín, nami vytvorenú prvotnú databázu sme revidovali a obmedzili sa na výber krajín, ktoré podliehajú hodnoteniu vo všetkých rokoch sledovaného obdobia. Revidovaná databáza tak obsahuje 120 krajín a bola následne použitá pri analýze vzťahov medzi inovačnými determinantmi a ich vplyvom na celkovú inovačnú výkonnosť vo vybranom štatistickom softvéri. Obr. 13 uvádza zoznam vybraných krajín podliehajúcich analýze vplyvu rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť.

Pre zber dát potrebných pri návrhu vlastného kompozitného indikátora inovačnej výkonnosti sme využili databázy UNESCO Institute for Statistics, International Monetary Fund, Eurostat, ILOSTAT⁸ a databázu EIS 2021. Návrh vlastného kompozitného indikátora inovačnej výkonnosti bol realizovaný na vzorke vybraných krajín – členské krajiny EÚ. Dáta pre EÚ27 za rovnaké obdobie ako v prípade GII, t.j. 2012 – 2021 sme z uvedených databáz exportovali do súboru Excel, po vytvorení kompletnej databázy údajov boli tieto hodnoty konvertované do vybraného štatistického softvéru za účelom ich ďalšieho štatistického spracovania.

⁸ z angl. International Labour Organization, Medzinárodná organizácia práce

Obr. 13 okrem vybraných krajín podliehajúcich analýze vplyvu rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť uvádza tiež zoznam krajín EÚ27, ktoré boli zohľadnené pri návrhu vlastného kompozitného indikátora (podčiarknuté hodnoty uvedené kurzívou).

Albania	Ecuador	<u>Luxembourg</u>	Republic of Moldova
Algeria	Egypt	Madagascar	<u>Romania</u>
Argentina	El Salvador	Malawi	Russian Federation
Armenia	<u>Estonia</u>	Malaysia	Rwanda
Australia	<u>Finland</u>	Mali	Saudi Arabia
<u>Austria</u>	<u>France</u>	<u>Malta</u>	Senegal
Azerbaijan	Georgia	Mauritius	Serbia
Bahrain	<u>Germany</u>	Mexico	Singapore
Bangladesh	<u>Greece</u>	Mongolia	<u>Slovakia</u>
Belarus	Guatemala	Montenegro	<u>Slovenia</u>
<u>Belgium</u>	Honduras	Morocco	South Africa
Bolivia	Hong Kong	Mozambique	<u>Spain</u>
Bosnia and Herzegovina	<u>Hungary</u>	Namibia	Sri Lanka
Botswana	Iceland	Nepal	<u>Sweden</u>
Brazil	India	<u>Netherlands</u>	Switzerland
<u>Bulgaria</u>	Indonesia	New Zealand	Tajikistan
Burkina Faso	Iran	Niger	Thailand
Cambodia	<u>Ireland</u>	Nigeria	Togo
Cameroon	Israel	North Macedonia	Tunisia
Canada	<u>Italy</u>	Norway	Turkey
Chile	Jamaica	Oman	Uganda
China	Japan	Pakistan	Ukraine
Colombia	Jordan	Panama	United Arab Emirates
Costa Rica	Kazakhstan	Paraguay	United Kingdom
Cote d'Ivoire	Kenya	Peru	Republic of Tanzania
<u>Croatia</u>	Kuwait	Philippines	United States of America
<u>Cyprus</u>	Kyrgyzstan	<u>Poland</u>	Uruguay
<u>Czech Republic</u>	<u>Latvia</u>	<u>Portugal</u>	Viet Nam
<u>Denmark</u>	Lebanon	Qatar	Yemen
Dominican Republic	<u>Lithuania</u>	Republic of Korea	Zambia

Obr. 13 Zoznam vybraných krajín podliehajúcich analýze a návrhu vlastného kompozitného indikátora

Zdroj: Vlastné spracovanie

4. Výber vhodnej metódy a realizácia samotného výskumu

Výberu samotných metód analýzy dát predchádzalo štúdium už publikovaných vedeckých príspevkov, zameraných na špecifikáciu determinantov a ich vzťahov v rámci nástrojov a opatrení národného inovačného systému, a to najmä štúdie autorov Cetinguc et al. (2019), Franco a de Oliveira (2017), Sohn et al. (2015). Pri analýze vplyvu rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť sme v práci postupne využili analýzu spoľahlivosti, exploračnú faktorovú analýzu, konfirmačnú faktorovú analýzu a metódu modelovania štruktúrnych rovníc (z angl. Structural Equation Modelling, SEM). Faktorová analýza umožnila overiť štruktúru existujúceho kompozitného indikátora inovačnej výkonnosti a identifikovať determinanty s rozhodujúcim vplyvom na inovačnú výkonnosť. Výsledky faktorovej analýzy a oficiálna štruktúra GII tvorili základ pre konštrukciu formálneho modelu štruktúrnych rovníc. Aplikácia SEM okrem určenia kauzálnych súvislostí medzi jednotlivými faktormi (pilieri GII) poskytla východiská pre návrh vlastného kompozitného indikátora inovačnej výkonnosti.

Nový kompozitný indikátor sme konštruovali v súlade metodickou príručkou OECD, *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*, ktorej cieľom je poskytnúť návod na konštrukciu a používanie zložených indexov pre tvorcov politik, akademikov, médiá i iné zainteresované strany. Z metodického hľadiska sme na vytvorenie prehľadu o získaných dátach využili opisnú (deskriptívnu) štatistiku, za účelom overenia vnútornej konzistencie údajov bola použitá analýza hlavných komponentov ako metóda viacrozmernej štatistickej analýzy a výsledný kompozitný indikátor bol skonštruovaný ako geometrický priemer agregovaných individuálnych ukazovateľov s rovnakými váhami.

Pri empirickej analýze v rámci tejto práce sme používali štatistický softvér IBM SPSS, konkrétne IBM SPSS Statistics Grad Pack 28.0 a IBM SPSS Amos 26.0. Kapitola Výsledky práce ponúka prehľad najdôležitejších výstupov jednotlivých analýz, a na základe toho navrhuje vlastný kompozitný indikátor inovačnej výkonnosti.

5. Zhodnotenie výsledkov a diskusia

Podľa výsledkov výskumu sme formulovali kapitoly Diskusia a Záver. Súčasťou tejto časti práce je porovnanie vlastného kompozitného indikátora s hodnotením existujúcich kompozitných indikátorov, vytvorenie zoskupení členských krajín EÚ podľa výsledkov vlastného kompozitného indikátora, návrh možných akčných krokov pre jednotlivé skupiny

v oblasti zvyšovania inovačnej výkonnosti, ako aj prezentácia vedeckých a praktických prínosov dosiahnutých výsledkov a návrhu možností ďalšieho výskumu v predmetnej oblasti.

3.2 Odporúčaný postup tvorby kompozitných indikátorov

V súlade s definíciou OECD (2008) sa v tejto práci pod pojmom kompozitný indikátor rozumieme súbor dimenzií a individuálnych ukazovateľov (vstupné údaje), ktorému je v rámci agregáčného procesu priradená reprezentatívna výstupná hodnota vo forme súhrnného zloženého indexu. Kompozitný indikátor možno všeobecne vyjadriť prostredníctvom vzťahu

$$CI_c^t = \sum_{i=1}^m x_{i,c}^t w_i \quad (2)$$

kde CI_c^t predstavuje kompozitný indikátor krajiny c v čase t ,

$x_{i,c}^t$ normalizované skóre i -tého individuálneho ukazovateľa krajiny c v čase t ,

w_i váhu individuálneho ukazovateľa $X_{i,c}^t$, pričom platí, že $\sum_{i=1}^m w_i = 1 \wedge 0 < w_i \leq 1$.

V dôsledku rastúceho záujmu o meranie viacrozmerných javov práve kompozitnými indikátormi vydalo OECD v spolupráci s JRC v roku 2008 metodickú príručku tvorby kompozitných indikátorov, *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*, ktorej cieľom je poskytnúť návod na konštrukciu a používanie zložených indexov pre tvorcov politik, akademikov, médiá i iné zainteresované strany. Cieľom tejto príručky je tiež prispieť k lepšiemu pochopeniu komplexnosti kompozitných indikátorov a k zlepšeniu techník, ktoré sa v súčasnosti používajú na ich vytváranie.

Príručka uvádza odporúčaný postup tvorby kompozitných indikátorov, ktorý formuluje do 10 na seba nadväzujúcich krokov. Nižšie uvádzame zoznam a opis krokov ktorými je odporúčané riadiť sa, podrobnejšie sa venujeme krokom 1 – 6, ktoré sú kľúčové pre zostrojenie nového kompozitného indikátora.

1. Definícia teoretického rámca

Východiskovým bodom pri zostavovaní zložených ukazovateľov je definícia teoretického rámca, ktorá by mala jasne špecifikovať jav, ktorý sa má kompozitným indikátorom merať. Teoretický rámec by mal tiež poskytnúť obraz o čiastkových zložkách

meraného javu a kritériách výberu individuálnych ukazovateľov vstupujúcich do hodnotenia.

Vzhľadom na skutočnosť, že kompozitné indikátory majú za cieľ merať viacrozmerné, častokrát veľmi komplexné javy, odporúča sa do procesu definovania teoretických východísk a súčastí indexu prizvať diverzné skupiny expertov v danej problematike, príp. i ďalšie záujmové skupiny, ktoré sa podieľajú na návrhu nového indikátora. V optimálnom prípade by mal byť meraný jav definovaný podľa toho, čo je žiadúce merať, nie na tom, aké individuálne premenné či dáta sú k dispozícii. Výstupom často predchádza dôkladná štrukturálna analýza a séria konštruktívnych diskusií zainteresovaných osôb, pričom záverom tohto kroku tvorby nového kompozitného indikátora by malo dôjsť k pochopeniu a jasnej definícii viacrozmerného javu, ktorý sa má merať, určeníu jeho súčastí, ako aj stanoveniu výberových kritérií individuálnych premenných vstupujúcich do hodnotenia.

2. Výber premenných

Silné a slabé stránky kompozitných indikátorov sa vo veľkej miere odvíjajú od kvality vstupných individuálnych premenných. Ich výber je vhodné realizovať na základe stanovenia kritérií, predovšetkým s ohľadom na ich relevantnosť, analytickú spoľahlivosť, aktuálnosť a dostupnosť dát. Zatiaľ čo by sa výber ukazovateľov mal riadiť teoretickým rámcom kompozitného indikátora, proces výberu jednotlivých premenných, ktorými tieto ukazovatele možno merať, môže byť do istej miery subjektívny (nemusi existovať jednotný, kompletný súbor týchto premenných).

Podľa stanovenia výberových kritérií v predošlom kroku by malo dôjsť k zostrojeniu súboru dostupných premenných a ich dát, ako aj vytvoreniu súhrnnej tabuľky o charakteristikách týchto premenných (napr. dostupnosť v čase, zdroj dát, typ premennej). V rámci tohto kroku možno tiež zhrnúť silné a slabé stránky jednotlivých premenných, a to ako z pohľadu rôznych expertných skupín, tak aj z hľadiska štatistickej analýzy dát.

3. Doplnenie chýbajúcich hodnôt

Chýbajúce hodnoty premenných často bránia vývoju robustných zložených ukazovateľov. Podľa autorov Little a Rubin (2002) je možné metódy práce s chýbajúcimi hodnotami všeobecne rozdeliť do 4 skupín:

- metódy založené na kompletne pozorovaných prípadoch,

- metódy založené na vážení,
- metódy založené na nahrádzaní chýbajúcich hodnôt,
- metódy založené na modeli.

Touto klasifikáciou možno demonštrovať, že existuje množstvo prístupov k riešeniu problému chýbajúcich hodnôt, pričom pre výber vhodnej metódy je potrebné zohľadniť typ dát i samotné percento chýbajúcich hodnôt.

Odporúča sa tiež venovať pozornosť preskúmaniu extrémnych hodnôt, ktoré sa môžu neúmyselne stať referenčnými hodnotami (benchmarkom) a viesť k skresleniu ďalších krokov vykonanej analýzy.

Záverom tohto kroku tvorby kompozitného indikátora by malo dôjsť predovšetkým k zostrojeniu kompletného súboru údajov individuálnych premenných bez chýbajúcich hodnôt.

4. Viacrozmerná štatistická analýza

Pred vytvorením zloženého ukazovateľa je potrebné dôkladne analyzovať povahu dostupných údajov. Tento krok je užitočný pri posudzovaní vhodnosti využitia určitého súboru údajov a môže poskytnúť pochopenie dôsledkov metodologických volieb, napr. v kontexte váženia a agregáčného procesu v ďalších fázach konštrukcie kompozitného indikátora.

Na preskúmanie overenia vnútornej konzistencie údajov možno použiť niekoľko analytických metód ako napr. faktorovú analýzu či analýzu hlavných komponentov. Metodická príručka tvorby kompozitných indikátorov uvádza 4 najčastejšie používané metódy viacrozmernej štatistickej analýzy, ktoré možno aplikovať:

- analýza hlavných komponentov (z angl. Principal Component Analysis, PCA),
- faktorová analýza,
- Cronbachov alfa koeficient,
- zhluková analýza (z angl. Cluster Analysis, CLU).

Využitím vhodnej metódy viacrozmernej štatistickej analýzy možno skontrolovať základnú štruktúru údajov, identifikovať skupiny ukazovateľov, ktoré sú štatisticky „podobné“, a tiež porovnať štruktúru údajov s definovaným teoretickým rámcom.

5. Normalizácia

Pred akoukoľvek agregáciou údajov je potrebná normalizácia, ktorá má za cieľ zabezpečiť vzájomnú porovnateľnosť jednotlivých premenných. Existuje množstvo normalizačných metód, napr. ranking, z-score, min-max, ktoré možno uplatniť.

Ranking predstavuje najjednoduchšiu normalizačnú techniku, ktorá nie je ovplyvnená extrémnymi hodnotami a umožňuje sledovať výkonnosť v čase z hľadiska relatívnych pozícií (poradí). Výkon však v tomto prípade nemožno hodnotiť v absolútnom vyjadrení, pretože informácie o celkovej úrovni nie sú k dispozícii. Metóda z-score prevádza ukazovatele na rovnakú škálu s priemerom rovným 0 a štandardnou odchýlkou 1. Ukazovatele s extrémnymi hodnotami majú v prípade použitia tejto metódy normalizácie väčší vplyv na výsledný zložený ukazovateľ, čo nemusí byť žiadúce ak je zámerom vyzdvihnúť „výnimočné“ výsledky, t.j. ak sa extrémne dobrý výsledok v rámci niekoľkých ukazovateľov považuje za lepší ako väčší počet priemerných výsledkov. Metóda min-max normalizuje premenné tak, aby mali identický rozsah $[0, 1]$ odpočítaním minimálnej hodnoty a delením rozsahu hodnôt premennej. V porovnaní s metódou z-score môže metóda min-max rozšíriť rozsah indikátorov v rámci menšieho intervalu, čím sa zvýši celkový účinok na kompozitný indikátor.

Výsledkom tohto kroku tvorby kompozitného indikátora by mal byť výber a aplikácia vhodnej normalizačnej metódy, ktorá rešpektuje ako teoretický rámec, tak aj vlastnosti vstupných premenných kompozitného indikátora.

6. Váženie a agregčný proces

Pri určovaní váh individuálnych premenných vstupujúcich do kompozitného indikátora možno využiť spektrum metód, ktoré sa medzi sebou líšia predovšetkým v závislosti od ich zložitosti a náročnosti na typ informácií, ktoré je potrebné mať pre tento účel k dispozícii. Stankovičová a Vojtková (2007) rozlišujú medzi 2 hlavnými prístupmi k určovaniu váh premenných.

Prvý prístup určovania váh premenných je založený na individuálnych či skupinových expertných odhadoch pri rôznej zložitosti výpočtových algoritmov. Môže ísť napr. o bodovú metódu, metódu párového porovnania, metódu najmenších štvorcov, metódu stromu kritérií či ďalšie metódy, pričom vychádzame zo situácie, kedy nie sme schopní určiť priamo číselné hodnoty váh ukazovateľov, ale vieme určiť poradie dôležitosti ukazovateľov, prípadne preferencie a intenzitu preferencií jednotlivých ukazovateľov.

Druhý prístup určovania váh premenných sa opiera výlučne o informácie získané analýzou štatistických údajov (variabilita ukazovateľov, štruktúra korelačnej matice, výsledky analýzy hlavných komponentov, a pod.). Najjednoduchším typom váh (využívaný aktuálne napr. aj v SII) je systém rovnakých váh (3).

$$w_i = \frac{1}{m} \text{ pre } i = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

Z rozdielnych váh premenných sú najjednoduchším typom váhy založené na predpoklade, že najinformatívnejšia je tá premenná, ktorá má najväčšiu variabilitu (4).

$$w_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^m V_i} \text{ pre } i = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

kde V_i predstavuje variačný koeficient i -tej premennej.

V kontexte návrhu nových, resp. upravených kompozitných indikátorov inováčnej výkonnosti sa vo vedeckých prácach možno pomerne často stretnúť s metódou určovania váh premenných na základe výsledkov analýzy hlavných komponentov, kedy je systém váh závislý od prvkov hlavného komponentu a definuje sa vzťahom

$$w_i = \frac{|w_{1i}|}{\sum_{i=1}^m |w_{1i}|} \text{ pre } i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

kde w_{1i} predstavuje párový koeficient korelácie i -tej premennej a 1. hlavného komponentu. Váhy ukazovateľov sú tým objektívnejšie, čím väčšia časť celkovej variability je vysvetlená prvým hlavným komponentom.

Z hľadiska agregáčného procesu rozlišuje OECD (2008) medzi lineárnou a geometrickou agregáčnou metódou.

Za najrozšírenejšiu lineárnu agregáciu možno považovať súčet vážených a normalizovaných individuálnych ukazovateľov (6)

$$CI_c^t = \sum_{i=1}^m x_{i,c}^t w_i \text{ kde } \sum_{i=1}^m w_i = 1 \wedge 0 < w_i \leq 1 \\ \text{pre všetky } i = 1, \dots, m \text{ a } c = 1, \dots, M \quad (6)$$

kde CI_c^t predstavuje kompozitný indikátor krajiny c v čase t ,

$x_{i,c}^t$ normalizované skóre i -tého individuálneho ukazovateľa krajiny c v čase t ,

w_i váhu individuálneho ukazovateľa $X_{i,c}^t$, pričom platí, že $\sum_{i=1}^m w_i = 1 \wedge 0 < w_i \leq 1$.

Podľa OECD (2008) alternatívu k uvedenému váženému aritmetickému priemeru v rámci agregáčného procesu predstavuje možnosť využiť vážený geometrický priemer (normalizovaných) ukazovateľov (7).

$$\prod_{i=1}^m x_{i,c}^{w_i}, w_i \geq 0, \sum_{i=1}^m w_i = 1 \quad (7)$$

Geometrickú agregáciu sa odporúča použiť v prípade nesubsituovateľných vstupných ukazovateľov, t.j. deficit jednej premennej nemožno kompenzovať prebytkom inej premennej, či v prípade, ak sú individuálne ukazovatele x_i pre $i=1, \dots, m$ merané v rámci pomerovej škály a sú striktne kladné.

7. Analýza robustnosti a citlivosti

Za účelom posúdenia spoľahlivosti zloženého ukazovateľa pokiaľ ide napr. o mechanizmus zahrnutia, resp. vylúčenia jednotlivých individuálnych ukazovateľov, výber normalizačnej metódy, metódy doplnenia chýbajúcich hodnôt, výber metódy váženía či agregáčnej metódy odporúča OECD (2008) vykonať analýzu robustnosti a analýzu citlivosti.

8. Reprodukovateľnosť

Nový kompozitný indikátor by mal byť reprodukovateľný, transparentne popisovať jednotlivé kroky jeho tvorby a na základe toho by malo byť možné rozložiť ho späť na jednotlivé základné ukazovatele/premenné.

9. Prepojenosť s existujúcimi indikátormi

Výsledky, väzby a vzťahy nového kompozitného indikátora by mali byť porovnané s existujúcimi indikátormi posudzujúcimi sledovaný jav.

10. Vizualizácia a prezentácia výsledkov

Vhodná vizualizácia môže ovplyvniť (alebo pomôcť zlepšiť) interpretovateľnosť dosiahnutých výsledkov. Je tiež dôležité uviesť si, že kompozitné indikátory by mali zrozumiteľne a presne poukazovať na výsledky sledovaného javu a interpretovať ich koncovým používateľom (s rozhodovacou právomocou).

3.3 Štatistické metódy

V dizertačnej práci sme postupne využívali niekoľko štatistických metód – analýza spoľahlivosti, metódy viacrozmernej štatistickej analýzy – metóda modelovania štrukturálnych rovníc, analýza hlavných komponentov a zhluková analýza, ktorých popis uvádzame v nasledujúcich podkapitolách.

3.3.1 Analýza spoľahlivosti

Spoľahlivosť (reliabilita) predstavuje štatistickú veličinu udávajúcu mieru zhody, ktorú je možné dosiahnuť pri opakovanom meraní za rovnakých podmienok. Spoľahlivosť je možné zistiť aplikáciou rôznych metód, ktoré všeobecne vychádzajú z predpokladu, že nameraná hodnota sa skladá zo skutočnej hodnoty a z chyby. Rastúci podiel chyby znižuje spoľahlivosť merania (Cronbach, 1951)

Kritérium pre meranie spoľahlivosti má v zásade 2 aspekty:

- testovanie je spojené s očakávaním stability, čo znamená, že jednotlivé výsledky meraní stálych vlastností sa nebudú meniť v čase ich merania (opakované meranie vlastnosti za porovnateľných podmienok by mali viesť k rovnakým výsledkom),
- konzistencia (vnútorný súlad) – aj jednotlivé zložky testu sú spojené s očakávaním ich presnosti.

Najčastejšie používaným ukazovateľom vnútornej konzistencie testu je meranie pomocou tzv. Cronbachovho alfa koeficientu. Princíp výpočtu Cronbachovej alfy je založený na štatistickom vzťahu ktorý hovorí, že rozptyl súčtu nezávislých náhodných veličín je rovný súčtu rozptylov týchto veličín. Zároveň platí, že hodnota Cronbachovej alfy narastá s rastúcou koreláciou jednotlivých položiek/premenných.

Cronbachov alfa koeficient nadobúda hodnoty $[0, 1]$. Hodnoty blízke 0 znamenajú, že v meraní testu prevažuje chybová zložka rozptylu a medzi jednotlivými položkami je veľmi nízka zhoda. Hodnoty blízke 1 naopak znamenajú, že chybová zložka rozptylu meraní je relatívne nízka a položky testu sú vnútorne maximálne konzistentné. Hraničné hodnoty pre prijateľnú vnútornú konzistenciu testu sú v literatúre stanovené nasledovne. Hodnoty Cronbachovej alfy ≥ 0.8 poukazujú na vysokú vnútornú konzistenciu, hodnoty $0.7 > \alpha \geq 0.6$ možno považovať za diskutabilné a hodnoty $0.6 > \alpha \geq 0.5$ za slabé (George – Mallery, 2013).

3.3.2 Modelovanie štruktúrálnych rovníc

SEM patrí do skupiny metód viacrozmernej (multivariačnej) štatistickej analýzy a používa sa pri modelovaní komplexných vzťahov medzi premennými. Je vhodnou metódou na analýzu komplexných fenoménov charakterizovaných väčším množstvom pozorovaných i latentných (hypotetických) premenných (Bollen, 1989).

Cieľom SEM je preskúmať súbor vzťahov medzi jednou alebo viacerými nezávislými premennými a jednou alebo viacerými závislými premennými (Rimarčík, 2007). Ako uvádza Weiber a Mühlhaus (2014) SEM je metódou, ktorá na základe empiricky meraných rozptylov a kovariancií indikátorových premenných prostredníctvom odhadu parametrov umožňuje vyvodiť závery o vzťahoch závislostí medzi základnými latentnými premennými. V domácej literatúre sa možno stretnúť aj s niekoľkými alternatívnymi názvami, resp. prekladmi pre SEM, a to napr. príčinné modelovanie, simultánne modelovanie rovníc či analýza štruktúr kovariancie.

SEM kombinuje prvky faktorovej analýzy, regresnej analýzy a sieťovej analýzy, pričom uvedené analýzy sú vykonané súčasne. Faktorová analýza umožňuje merať a integrovať do modelu premenné, ktoré nie sú priamo pozorovateľné; pomocou regresnej analýzy možno poukázať na kauzálne vzťahy medzi jednotlivými premennými a pomocou sieťovej analýzy možno zohľadniť kauzálne vzťahy medzi niekoľkými premennými (Rimarčík, 2007).

Vo všeobecnosti je SEM kombináciou čiastkových modelov – tzv. štruktúrneho modelu a meracieho modelu. Jedná sa o kombináciu hypotéz merania (merací model) a overovanie hypotéz (štruktúrny model). Pred uvedením podrobnejšieho popisu uvedených čiastkových modelov je potrebné poznamenať, že použitý zápis vychádza z LISREL prístupu (z angl. Linear Structural Relationship) podľa autorov Jöreskog a Sörbom (1989) a je zosumarizovaný v Tab. 1.

Štruktúrny model zobrazuje kauzálne vzťahy medzi hypotetickými konštruktmi na základe teoretických a faktických úvah vo forme sieťového grafu. Latentné premenné, ktoré v štruktúrnom modeli vysvetľujú iné premenné sa označujú ako exogénne (ξ) a tie, ktoré sú vysvetlené exogénnymi latentnými premennými sú označované ako endogénne (η). Merací model slúži na odhad štruktúrnych vzťahov latentných premenných. Keďže latentné premenné nemožno pozorovať priamo, je potrebné priradiť im vhodné empirické indikátory, ktoré čo najpresnejšie popisujú latentné premenné. Indikátory (označované aj

ako pozorované premenné) je potrebné v tejto súvislosti chápať ako priamo merateľné skutočnosti, ktoré umožňujú vyvodit' podložené závery o existencii javov popísaných latentnou premennou, ktoré nemožno priamo zistiť. Modely merania tak umožňujú aby sa nepozorovateľné premenné stali merateľnými. Analogicky k štruktúrnemu modelu sú aj v modeli merania reziduálne premenné (δ resp. ε), čo zohľadňuje skutočnosť, že merané premenné sú zvyčajne vystavené chybám.

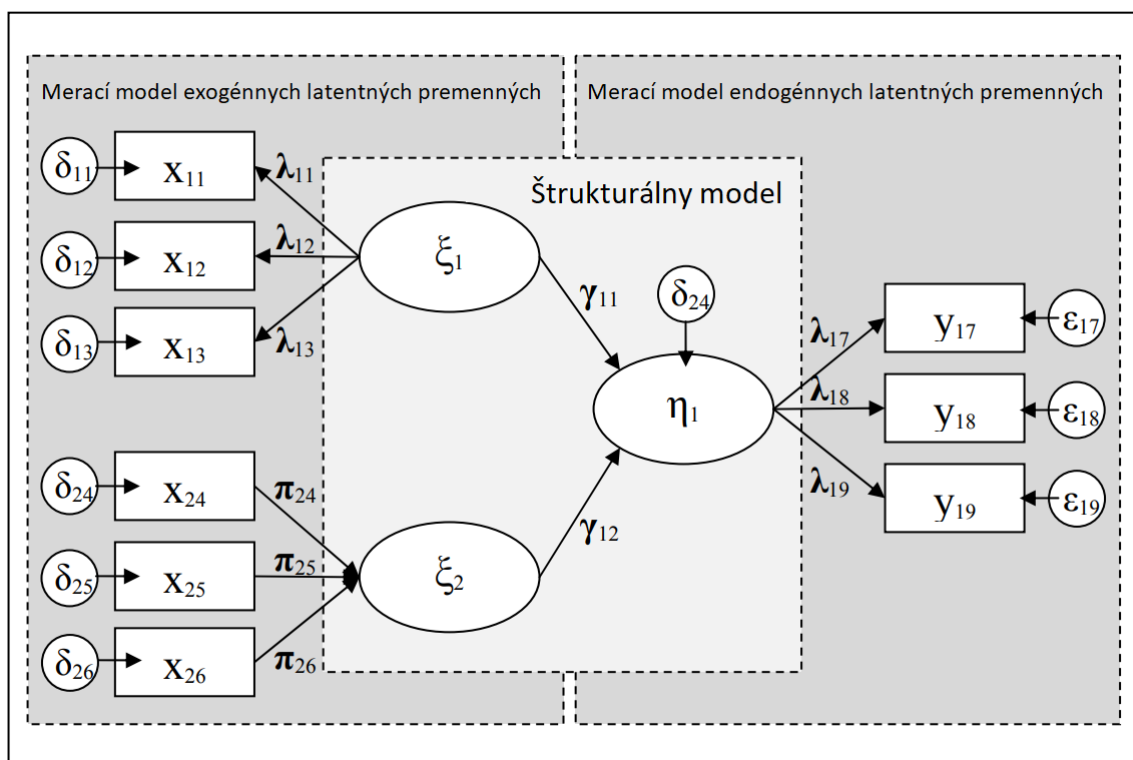
Tab. 1 Zoznam a význam premenných SEM

Premenná	Význam premennej
η	Latentná endogénna premenná vysvetlená v modeli
ξ	Latentná exogénna premenná, ktorá nie je vysvetlená v modeli
x	Indikátor pre latentnú exogénnu premennú
y	Indikátor pre latentnú endogénnu premennú
δ	Chyba merania, reziduálna premenná pre indikátor x
ε	Chyba merania, reziduálna premenná pre indikátor y
ζ	Chyba merania, reziduálna premenná pre latentné exogénne premenné

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Jöreskog – Sörbom, 1989

Obr. 14 zobrazuje vzorový príklad úplného kauzálneho modelu. Pozostáva celkovo z 2 exogénnych premenných ξ_1 a ξ_2 a endogénnej premennej η_1 . Vo všeobecnosti sú pozorované premenné v diagrame znázornené obdĺžnikmi, latentné premenné kruhmi, resp. oválmi. Predpokladané vzťahy medzi latentnými premennými sú v diagrame znázornené šípkami a sú označované aj ako dráhové koeficienty (γ).

V oblasti ekonómie a sociológie sa SEM používa ako nezávislá metóda založená na regresnej analýze na kontrolu kauzálnych závislostí medzi premennými (Riekeberg, 2002). Na rozdiel od regresie sa neodhadujú parametre v jednej, ale vo viacerých rovniciach, pričom jedna premenná sa v rovniciach môže vyskytovať viac krát a na rôznych stranách. Preto sa premenné v SEM už nerozdeľujú na závislé (ľavá strana rovnice v regresii) a nezávislé (pravá strana) ale na exogénne (šípky smerujú iba do nich, sú teda iba príčinou) a endogénne (aspoň jedna šípka smeruje na nich, teda ich ovplyvňuje iná premenná). Smer šípok predstavuje aj smer účinku kauzálneho vzťahu, koeficient dráhy je indikátorom sily daného kauzálneho vzťahu.



Obr. 14 Vzorový príklad SEM

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Backhaus et al., 2016

Podľa Backhaus et al. (2016) je nevyhnutným predpokladom aplikácie SEM existencia teoretických, logických úvah o kauzálnych vzťahoch medzi relevantnými premennými. Tieto úvahy je zároveň možné graficky znázorniť pomocou sieťového grafu. Po špecifikácii a formulácii štruktúry modelu je potrebné zozbierať vhodné empirické údaje, na základe ktorých je možné následne vykonať SEM.

Samotné parametre možno odhadnúť rôznymi spôsobmi. Jednou z možností je odhadnúť SEM postupne v 2 krokoch, pričom sa najprv pomocou dvoch faktorových analýz odhadnú faktorové zaťaženia exogénneho a endogénneho modelu merania a v každom prípade sa vypočítajú hodnoty faktorov. Hodnoty faktorov tvoria namerané hodnoty a poskytujú tzv. odhadované hodnoty pozorovania pre všetky latentné premenné. V druhom kroku možno pomocou hodnôt faktorov vykonať regresnú analýzu s endogénnymi latentnými premennými ako závislými premennými a exogénnymi latentnými premennými ako nezávislými premennými. Regresný odhad poskytuje odhad vzťahov v štruktúrnom modeli prostredníctvom regresných koeficientov.

Na rozdiel od uvedeného prístupu softvér AMOS, ktorý ponúka SPSS, vykonáva simultánny odhad všetkých parametrov modelu a riadi sa faktorovo-analytickým prístupom.

Po odhade parametrov je vhodné skontrolovať, ako dobre sa štruktúra modelu prispôsobuje empirickým údajom. Na vyhodnotenie výsledkov odhadu sú k dispozícii rôzne ukazovatele miery zhody, medzi nimi napr. RMSEA (z angl. Root-mean-square error of approximation), GFI (z angl. Googness-of-fit), NFI (z angl. Normed fit index).

Všeobecne možno konštatovať, že modelovanie štruktúrálnych rovníc umožňuje zostrojiť veľké množstvo modelov s rôznymi vlastnosťami. Cieľom je dosiahnuť čo najvyššiu mieru zhody modelu s popisovanými dátami, vysvetliť čo najviac variancie vo vzorke, a súčasne si vystačiť s čo najmenším počtom premenných (Bollen, 1989).

3.3.3 *Analýza hlavných komponentov*

PCA ako jedna z najstarších metód viacrozmernej štatistiky (jej uvedenie Karlom Pearsonom sa datuje do roku 1901) umožňuje efektívnu transformáciu množstva eventuálne korelovaných premenných na menší počet premenných, nazývaných hlavné komponenty. PCA možno považovať za projekčnú metódu, ktorá premieta pozorovania z p -rozmerného priestoru s p premennými do k -rozmerného priestoru, kde $k < p$, tak, aby bolo zachované maximálne množstvo informácií (variability) z pôvodných dimenzií (Paul – Suman – Sultan, 2013). PCA spočíva v zjednodušení popisu skupiny vzájomne lineárne závislých (korelovaných) premenných a redukcii počtu týchto premenných. Umožňuje určiť skryté (umelé, latentné, nemerateľné) veličiny, tzv. hlavné komponenty, ktoré sú lineárnymi kombináciami pôvodných premenných a požaduje sa od nich, aby čo najlepšie reprezentovali pôvodné premenné, t.j. aby čo najlepšie vysvetľovali variabilitu pôvodných premenných.

Nech sú na vstupe dané údaje n (štandardizovaných) premenných, označených $x_1, x_2, \dots, x_n$. Je daný vektor $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ a jeho kovariančná matica $cov(X)$. Za účelom naplnenia cieľa PCA budeme konštruovať nové premenné, pričom sa obmedzíme len na lineárne kombinácie pôvodných premenných.

V rámci prvého kroku vypočítame strednú hodnotu (priemer), každej premennej v dátovej matici. Odpočítaním priemeru z každej vzorky dostaneme maticu D a tzv. mean-centring data pričom platí, že

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\} = \{x_1 - \mu, x_2 - \mu, \dots, x_n - \mu\} \quad (8)$$

kde μ predstavuje priemer premennej x .

Následne zostrojíme kovariančnú maticu $\sum_{ij}$, ktorú možno definovať nasledovne:

$$\sum_{ij} = E\{x_i x_j\} - E\{x_i\}E\{x_j\} = E[(x_i - \mu_i)(x_j - \mu_j)] \quad (9)$$

pričom μ predstavuje priemer premennej x a $E(x)$ očakávanú hodnotu premennej x . Zo základných vlastností kovariancie vieme, že platí

$$cov(x_i, x_i) = var(x_i) \quad (10)$$

na základe čoho možno maticu prepísať do tvaru

$$\sum_{ij} = \begin{bmatrix} var(x_1) & cov(x_1, x_2) & \dots & cov(x_1, x_m) \\ cov(x_2, x_1) & var(x_2) & \dots & cov(x_2, x_m) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ cov(x_m, x_1) & cov(x_m, x_2) & \dots & var(x_m) \end{bmatrix} \quad (11)$$

Kovariančná matica je symetrická a pozitívne semidefinitná⁹, všetky jej vlastné čísla sú nezáporné. Následne vypočítame vlastné čísla (z angl. eigenvalues) kovariančnej matice, označíme ako $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$ a vlastné vektory (z ang. eigenvectors) kovariančnej matice, označíme ako $v_1, v_2, \dots, v_m$, prislúchajúce vlastným číslam λ podľa vzťahu

$$Dv = \lambda v \quad (12)$$

Vlastné čísla sú skalárne veličiny, zatiaľ čo vlastné vektory sú nenulové vektory predstavujúce hlavné komponenty, t.j. každý vlastný vektor reprezentuje jeden hlavný komponent. Vlastné vektory predstavujú smer PCA priestoru a zodpovedajúce vlastné čísla reprezentujú dĺžku, veľkosť a robustnosť vlastných vektorov. Vlastný vektor s najvyšším vlastným číslom reprezentuje prvý hlavný komponent a má najvyššiu mieru variability. Hodnoty vlastných čísel môžu byť rovnaké pokiaľ majú hlavné komponenty rovnakú variabilitu, a preto sú všetky vlastné vektory rovnaké a nemožno rozhodnúť, ktoré vlastné vektory majú byť použité na konštrukciu PCA priestoru.

V neposlednom rade je potrebné identifikovať počet hlavných komponentov k , ktorými bude nahradených pôvodných n premenných. Všeobecne platí, že všetky komponenty spolu vysvetľujú 100% variability pôvodných premenných. Pri voľbe počtu komponentov je uspokojivý taký počet, ktorý spolu vysvetľuje aspoň 70% pôvodnej

⁹ Matica X sa nazýva pozitívne definitnou (pozitívne semidefinitnou) maticou, ak je reálna, štvorcová, symetrická a platí, že $(\forall r) r^T X r \geq 0$ (Zlatoš, 2011).

variability. Pri voľbe počtu komponentov tiež možno použiť grafické znázornenie (tzv. screeplot) postupne usporiadaných vlastných čísel odpovedajúcich všetkým komponentom. Nakoľko vlastné čísla v podstate nesú informáciu o význame komponentov, screeplot umožňuje oddeliť vysoké hodnoty od nižších (nepodstatných) – rozhodujúcim je bod zlomu klesajúcej krivky screeplotu. Pri voľbe počtu hlavných komponentov môžeme uplatniť aj tzv. Kaiserovo kritérium, podľa ktorého je vhodné uvažovať taký počet hlavných komponentov, ktorých vlastné čísla sú väčšie ako 1 (Pecáková, 2011). Metóda PCA na výstupe ponúka určité množstvo komponentov, ktoré môžu byť následne použité pri ďalších viacrozmerných metódach, napr. pri zhlukovej analýze.

3.3.4 Zhluková analýza

CLU patrí medzi metódy zaoberajúce sa podobnosťou viacrozmerných objektov a následnou klasifikáciou objektov do zhlukov. Je to exploračný analytický nástroj, ktorého cieľom je roztriediť odlišné objekty do skupín s maximálnym stupňom asociácie medzi objektmi v tej istej skupine a minimálnym stupňom asociácie medzi objektmi v rôznych skupinách (Kráľ a kol., 2009).

Prvotnú úlohu zhlukovej analýzy možno všeobecne matematicky sformulovať tak, že ide o zoskupenie objektov $X_i (i = 1, 2, \dots, n)$ do zhlukov $C_1, C_2, \dots, C_q (2 \leq q \leq n)$ spôsobom, aby si objekty patriace do toho istého zhluku boli blízke, podobné a objekty patriace do rôznych zhlukov boli vzdialené, odlišné (Stankovičová – Mojsejová, 2020). Za účelom vyjadrenia podobnosti, a tým stanovania kritérií na posúdenie vhodnosti pripojenia ďalšieho objektu do zhluku, sa používajú rôzne miery podobnosti, rozdelené spravidla do štyroch skupín:

- miery vzdialenosti,
- asociačné koeficienty,
- korelačné koeficienty,
- pravdepodobnostné miery podobnosti (Kráľ a kol., 2009).

Najčastejšie využívané a tiež často zahrnuté v štatistických programoch sú práve miery vzdialenosti, označované aj ako miery nepodobnosti, nakoľko je ich interpretácia presne opačná ako pri ostatných troch skupinách, t.j. čím vyššie hodnoty mier vzdialeností, tým väčšia odlišnosť objektov.

Medzi najčastejšie používané miery podobnosti možno zahrnúť Euklidovskú vzdialenosť, definovanú vzťahom

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^K (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (13)$$

kde x_{ik} je hodnota k -tej premnnej pre i -ty objekt a x_{jk} je hodnota k -tej premennej pre j -ty objekt. Ďalšou spomedzi najpoužívanějších mier podobnosti je Hammingova vzdialenosť, známa aj pod názvom Manhattan distance, ktorá určuje vzdialenosť medzi objektmi súčtom veľkosti navzájom kolmých úsečiek vychádzajúcich z bodov reprezentujúcich objekty a je daná vzťahom

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^K |x_{ik} - x_{jk}| \quad (14)$$

Zovšeobecnením predchádzajúcich dvoch metrík dostaneme Minkovského metriku danú vzťahom

$$d(x_k; x_g) = \sqrt[z]{\sum_{j=1}^m (x_{jk} - x_{jg})^z} \quad (15)$$

ktorá s rastúcim z zdôrazňuje rozdiely medzi vzdialenými objektmi.

Problém použitia mier vzdialeností vzniká pri použití neštandardizovaných dát, ktoré môžu spôsobiť rozdiely medzi zhlukmi, a to odlišnosťou jednotiek merania. Zhluky rôznych vzdialenostných mier sa budú líšiť, poradie podobností sa významne zmení so zmenou merítka alebo zmenou jednotiek jedného zo znakov. Na konečné riešenie má tak veľký dopad škálovanie znakov a štandardizácia dát by sa mala využiť vždy pokiaľ je to možné.

4 Výsledky práce

V tejto časti práce sme sa postupne snažili napĺňať čiastkové ciele a tým aj hlavný cieľ dizertačnej práce pomocou využitia metód definovaných v predchádzajúcej kapitole. Analytická časť tvorí prehľad výsledkov analýzy zhodnotenia vplyvu rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť krajín a tiež navrhuje vlastný kompozitný indikátor inovačnej výkonnosti.

4.1 Globálny inovačný index

Na analýzu zhodnotenia vplyvu rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť krajín sme využili GII, ktorý je považovaný za jeden z najvhodnejších indikátorov posudzovania úrovne inovačných síl na úrovni národných ekonomík. V priebehu posledných 10 rokov si GII zachováva podobnú štruktúru a metodiku tvorby, pričom štruktúru najaktuálnejšej verzie GII z roku 2021 zobrazuje Obr. 15 na str. 677.

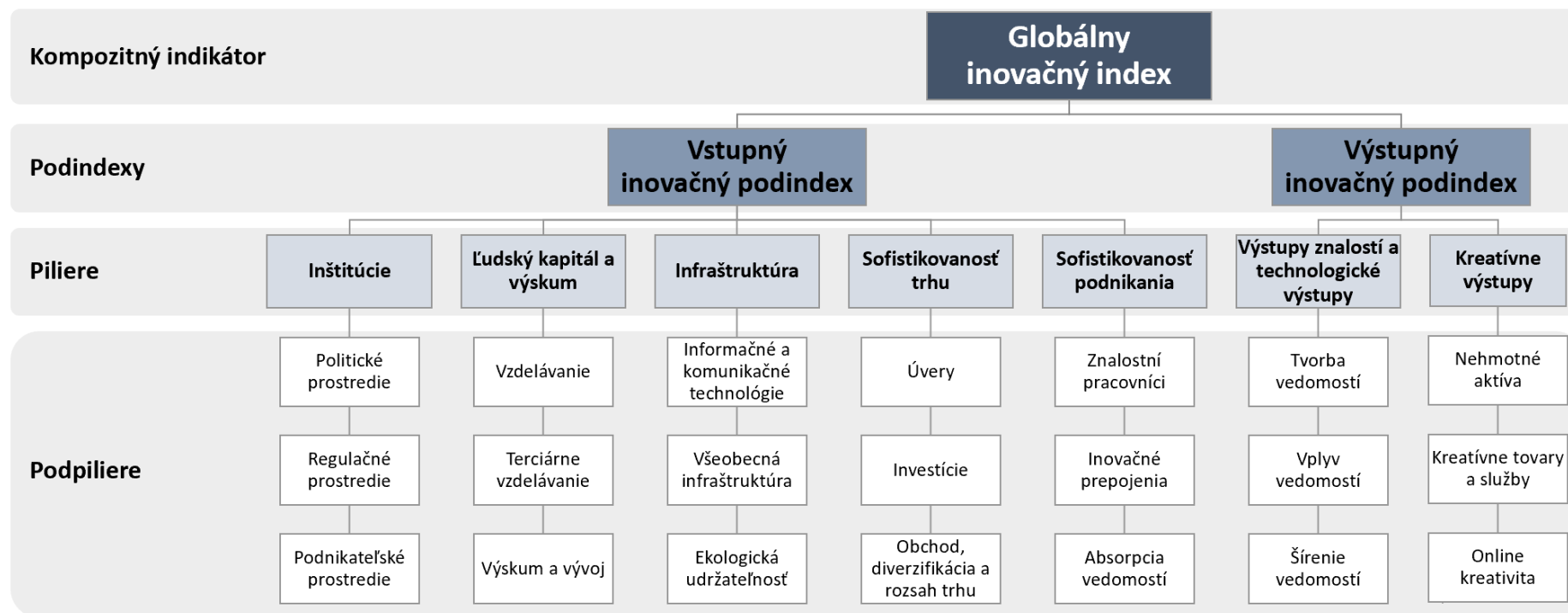
Národná inovačná výkonnosť je týmto indikátorom posudzovaná na základe 2 podindexov – vstupný inovačný podindex a výstupný inovačný podindex. Vstupný inovačný podindex tvorí 5 pilierov – Inštitúcie, Ľudský kapitál a výskum, Infraštruktúra, Sofistikovanosť trhu a Sofistikovanosť podnikania, ktoré definujú aspekty prostredia napomáhajúce realizácii inovácií v národnom hospodárstve. Inovačné výstupy predstavujú výsledky inovačných aktivít a v štruktúre GII sú zachytené v 2 pilieroch – Výstupy znalostí a technologické výstupy, Kreatívne výstupy. Každý z uvedených pilierov je tvorený 3 podpiliermi, z ktorých je každý konštruovaný na základe individuálnych premenných. Bližšiu špecifikáciu jednotlivých pilierov najaktuálnejšej verzie GII 2021 uvádzame nižšie.

Pilier Inštitúcie zachytáva inštitucionálny rámec krajiny spojený s poskytovaním dobrej správy vecí verejných, správnej úrovne ochrany a inovačných stimulov za účelom priťahovania podnikov a podpory hospodárskeho rastu. Podpilier politického prostredia odráža vnímanie pravdepodobnosti destabilizácie riadenia krajiny a kvalitu verejných a štátnych služieb. Regulačné prostredie zachytáva vnímanie schopnosti vlád formulovať a implementovať kohézne politiky, podporujúce rozvoj súkromného sektora, ako aj vyhodnotenie rozsahu, v akom aktéri dôverujú vláde zákona (v aspektoch ako vymáhanie zmlúv, vlastnícke práva, súdnictvo, a pod.). Podpilier podnikateľského prostredia rozlišuje medzi aspektmi, ktoré priamo ovplyvňujú súkromné podnikateľské snahy, a to pomocou 2

indexov Svetovej banky týkajúcich sa jednoduchosti začatia podnikania (Ease of starting business) a jednoduchosti riešenia platobnej neschopnosti (Ease of resolving insolvency).

Pilier Ľudský kapitál a výskum odráža úroveň a mieru výskumnej činnosti krajín. Prvý z podpilierov – Vzdelávanie – obsahuje kombináciu ukazovateľov zameraných na zachytávanie výsledkov primárneho a sekundárneho vzdelávania, konkrétne výdavky na vzdelávanie, priemerný počet rokov, ktoré osoba strávi v rámci primárneho až terciárneho stupňa vzdelávania, verejné výdavky na žiaka. Úroveň vzdelávania sa posudzuje prostredníctvom výsledkov programu pre medzinárodné hodnotenie študentov (PISA) i pomeru žiakov a učiteľov. Podpilier terciárneho vzdelávania zachytáva záujem o tento typ vzdelávania (počet zápisov), prioritne v sektoroch tradične spájaných s inováciami (percento absolventov terciárneho vzdelávania v oblasti vedy a inžinierstva, výroby a stavebníctva). Zachytáva tiež aspekt mobility vysokoškolských študentov, ktorý zohráva kľúčovú úlohu pri výmene nápadov a zručností potrebných pre inovácie. Posledný podpilier týkajúci sa výskumu a vývoja meria úroveň a kvalitu výskumno – vývojových aktivít pomocou ukazovateľov počtu výskumných pracovníkov, výdavkov na výskum a vývoj i vnímania kvality vedeckých a výskumných inštitúcií (otázka prieskumu).

Pilier Infraštruktúra zahŕňa podpilieri Informačné a komunikačné technológie, Všeobecná infraštruktúra a Ekologická udržateľnosť. Dobrá a ekologicky šetrná komunikačná, dopravná a energetická infraštruktúra uľahčuje produkciu a výmenu nápadov, tovarov, služieb i vstupov do inovačného systému prostredníctvom zvýšenia produktivity a efektívnosti, nižších transakčných nákladov, lepšieho prístupu na trhy i udržateľného rastu. Podpilier informačných a komunikačných technológií zahŕňa indexy o prístupe k týmto technológiám, ich používaní, online službám vlád i občanov. Všeobecná infraštruktúra je posudzovaná ukazovateľmi súvisiacimi s dodávkou elektriny (priemer výkonu a spotreby elektriny), kvality infraštruktúry súvisiacej s obchodom a dopravou i ukazovateľom tvorby hrubého kapitálu, ktorá pozostáva z výdavkov na prírastok fixných aktív a čistých zásob hospodárstva vrátane pozemkových úprav (ploty, priekopy, kanalizácie), nákupy zariadení, strojov, výstavba ciest, železníc, škôl, nemocníc, úradov, súkromných obytných budov, i obchodných a priemyselných budov. Podpilier ekologickej udržateľnosti je posudzovaný na základe miery efektívnosti využívania energie, indexu environmentálnej výkonnosti a počtu vydaných certifikátov zhody s normou ISO 14001 o systémoch environmentálneho manažérstva.



Obr. 15 Štruktúra GII

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa WIPO, 2021

Dôležitosť dostupnosti úverov, investícií a prístup na medzinárodné trhy ako dôležitý faktor prosperity podnikov i národných ekonomík zachytáva pilier Sofistikovanosti trhu. Úverový podpilier zahŕňa opatrenia týkajúce sa jednoduchosti získania úveru, ktorého cieľom je zmerať mieru, do akej zákony uľahčujú poskytovanie pôžičiek (v zmysle kolaterálu, ochrany práv dlžníkov a veriteľov, rozsahu a dostupnosti úverových informácií). Investičný podpilier zahŕňa index hodnotenia ochrany investorov, trhovú kapitalizáciu vyjadrenú ako súčin cien akcií a ich počtu v obehu i uzatvorených obchodov investorov rizikového kapitálu. Posledný podpilier sa zaoberá obchodom a hospodárskou súťažou. Trhové podmienky sú pritom dané ukazovateľom colnej sadzby, diverzifikáciou domáceho priemyslu a rozsahom domáceho trhu.

Posledný zo vstupných pilierov zachytáva úroveň sofistikovanosti podnikania za účelom posudzovania prínosu firiem k inovačným činnostiam. Pilier Ľudský kapitál a výskum vychádza z predpokladu, že akumulácia ľudského kapitálu prostredníctvom vzdelávania, najmä vysokoškolského, spolu s uprednostňovaním výskumných a vývojových činností je nevyhnutnou podmienkou pre uskutočňovanie inovácií. Tento predpoklad je ďalej posunutý týmto pilierom o tvrdenie, že podniky podporujú svoju produktivitu, konkurencieschopnosť a inovačný potenciál zamestnávaním vysokokvalifikovaných špecialistov a odborníkov. Prvý podpilier zachytáva kvantitatívne ukazovatele znalostných pracovníkov: zamestnanosť v znalostne náročných službách, dostupnosť formálneho vzdelávania na úrovni podnikov, percentuálny podiel celkových hrubých výdavkov na výskum a vývoj. Pre tvorbu a šírenie inovácií sú nevyhnutné inovačné prepojenia a verejné, súkromné, i akademické partnerstvá. Podpilier Inovačné prepojenia čerpá z kvalitatívnych a kvantitatívnych údajov týkajúcich sa spolupráce medzi podnikmi a univerzitami v oblasti výskumu a vývoja, prevahy dobre rozvinutých zoskupení (klastrov), úrovne hrubých výdavkov na výskum a vývoj financovaných zo zahraničia. Absorpcia vedomostí je výsledkom individuálnych ukazovateľov, z ktorých všetky sú spojené so sektormi s obsahom špičkových technológií a ktoré sú nevyhnutné pre inovácie. Individuálne ukazovatele zahŕňajú poplatky za používanie duševného vlastníctva, dovoz špičkových technológií (high-tech), import telekomunikácií, počítačov a informačných služieb, čistý prílev priamych zahraničných investícií a výskumný personál v podnikaní.

Pilier Výstupy znalostí a technologické výstupy pokrýva premenné, ktoré sa tradične považujú za výsledky invencií a/alebo inovácií. Prvý z podpilierov sa týka vytvárania vedomostí a zahŕňa ukazovatele výsledkov inovačných aktivít – patentové prihlášky podané

obyvateľmi tak na národnom patentovom úrade, ako aj na medzinárodnej úrovni prostredníctvom PCT, prihlášky úžitkových vzorov a publikované vedecko-technické články v recenzovaných časopisoch. Ďalší podpilier, týkajúci sa vplyvu znalostí, zahŕňa štatistiky predstavujúce vplyv inovačných aktivít na mikro- a makroekonomickej úrovni – rast produktivity práce, hustota novoregistrovaných podnikov, výdavky na počítačový softvér, počet vydaných certifikátov zhody s normou ISO 9001 Systém manažérstva kvality, high-tech a medium-high-tech produkcia. Šírenie vedomostí je zrkadlovým obrazom podpiliera Absorpcia vedomostí a vychádza z ukazovateľov príjmov z duševného vlastníctva, exportu high-tech a exportu informačno-komunikačných technológií.

Posledný z pilierov zachytáva podpilier nehmotných aktív, ktorý zahŕňa aspekty registrácií ochranných známok a priemyselných vzorov, i aspekty informačno-komunikačných technológií a ich vplyv na tvorbu nových organizačných modelov. Podpilieri Kreatívne tovary a služby i Online kreativita sumarizujú ukazovatele dosiahnutia kreativity a kreatívnych výstupov v ekonomike, medzi nimi napr. export kultúrnych a kreatívnych služieb, počet produkovaných národných hraných filmov, vývoz kreatívneho tovaru, tvorba, resp. počet globálnych sťahovaní mobilných aplikácií, a pod..

Výsledný kompozitný indikátor GII sa vypočíta ako aritmetický priemer vstupného a výstupného inovačného podindexu, pričom tieto podindexy predstavujú vážený priemer spomínaných pilierov. Pilieri sú konštruované ako vážený priemer príslušných podpilierov, podpilieri tvorí vážený priemer individuálnych ukazovateľov.

Hoci metodika GII uvádza názvy a definície individuálnych ukazovateľov, ich zdrojové dáta nie sú obsiahnuté v ročných výkazoch GII. Verejne dostupné dáta týchto ukazovateľov predstavujú normalizované hodnoty, pričom ako uvádza oficiálna metodická príručka, normalizácia je vykonaná metódou min-max; chýbajúce hodnoty individuálnych ukazovateľov nie sú odhadované, ale sú označené ako „n/a“ a nezohľadňujú sa pri výpočte skóre príslušného podpiliera. Okrem toho metodika GII neuvádza zdôvodnenie použitia aritmetického a geometrického priemeru v procese agregácie, a tiež nešpecifikuje spôsob generovania jednotlivých váh podpilierov a pilierov kompozitného indikátora, čím znemožňuje replikovať výpočet výsledného skóre.

Okrem toho je dôležité upozorniť na skutočnosť, že počet individuálnych ukazovateľov i počet hodnotených krajín sa každoročne líši. Tab. 2 zachytáva túto skutočnosť v priebehu rokov sledovaného obdobia. Dôvodom zmien je prehodnocovanie

výpočtu inovačnej výkonnosti za účelom zlepšenia spôsobov merania inovácií, aktualizácia údajov, spracovávanie odľahých hodnôt, či chýbajúcich údajov.

Tab. 2 Prehľad hodnotených krajín a ukazovateľov GII

Rok	Počet hodnotených krajín	Počet vstupných pilierov	Počet výstupných pilierov	Počet individuálnych ukazovateľov
2012	141	5	2	84
2013	142	5	2	84
2014	143	5	2	81
2015	141	5	2	79
2016	128	5	2	82
2017	127	5	2	81
2018	126	5	2	80
2019	129	5	2	80
2020	131	5	2	80
2021	132	5	2	81

Zdroj: Vlastné spracovanie

Uvedené skutočnosti tak majú za následok, že skóre a poradie krajín v rebríčku GII nie sú z roka na rok priamo porovnateľné. Možno tak konštatovať, že ročné hodnotenie odráža relatívne umiestnenie konkrétnej krajiny založené na koncepčnom rámci, pokrytí údajov a vzorke ekonomík zahrnutých do hodnotenia príslušného ročného výkazu GII.

V rámci analýzy bolo našim cieľom spomedzi podpilierov a pilierov GII identifikovať kľúčové determinanty inovačnej výkonnosti krajín, čomu predchádzala bližšia analýza tohto kompozitného indikátora. Na základe výsledkov analýzy sme ďalej pristúpili k návrhu vlastného kompozitného indikátora inovačnej výkonnosti. Najdôležitejšie poznatky chronologicky dokumentujú nasledujúce podkapitoly.

4.2 Opis premenných

Základnú údajovú databázu pre potreby analýzy vplyvu rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť predstavujú hodnoty jednotlivých podpilierov a pilierov kompozitného indikátora GII od roku 2012 do roku 2021 prezentované v oficiálnych ročných výkazoch GII.

Analýzu sme obmedzili na 120 krajín sveta z dôvodu dostupnosti dát v priebehu celého sledovaného obdobia. Týmto spôsobom vznikla databáza, ktorá obsahovala celkovo 33 600 záznamov – 120 krajín, 10 rokov, 7 pilierov a 21 podpilierov GII. Na štatistické vyhodnocovanie sme používali štatistický softvér SPSS a SPSS AMOS.

Ako je znázornené na Obr. 16, vstupné premenné tvorili:

- Year – predstavuje rok, na ktorý sa vzťahujú dané dáta,
- Country – predstavuje premennú príslušnosť ku krajine, zoznam vybraných krajín uvádza Obr. 13 na str. 499,
- Inst – predstavuje hodnotu piliera Inštitúcie, určenú ako vážený priemer hodnôt podpilierov
 - Polit – Politické prostredie,
 - Regul – Regulačné prostredie,
 - Busenv – Podnikateľské prostredie,
- Human – predstavuje hodnotu piliera Ľudský kapitál a výskum, určenú ako vážený priemer hodnôt podpilierov
 - Edu – Vzdelávanie,
 - TerEdu – Terciárne vzdelávanie,
 - Res – Výskum a vývoj,
- Infra – predstavuje hodnotu piliera Infraštruktúra, určenú ako vážený priemer hodnôt podpilierov
 - ICT – Informačné a komunikačné technológie,
 - GInfra – Všeobecná infraštruktúra,
 - Eco – Ekologická udržateľnosť,
- Market – predstavuje hodnotu piliera Sofistikovanosť trhu, určenú ako vážený priemer hodnôt podpilierov
 - Credit – Úvery,
 - Invest – Investície,
 - Trade – Obchod, diverzifikácia a rozsah trhu,

- Business – predstavuje hodnotu piliera Sofistikovanosť podnikania, určenú ako vážený priemer hodnôt podpilierov
 - KWork – Znalostní pracovníci,
 - Innov – Inovačné prepojenia,
 - KAbsorp – Absorpcia vedomostí,
- KOutput – predstavuje hodnotu piliera Výstupy znalostí a technologické výstupy, určenú ako vážený priemer hodnôt podpilierov
 - KCreat – Tvorba vedomostí,
 - KImpact – Vplyv vedomostí,
 - KDiff – Šírenie vedomostí,
- COutputs – predstavuje hodnotu piliera Kreatívne výstupy, určenú ako vážený priemer hodnôt podpilierov
 - CIntang – Nehmotné aktíva,
 - CGS – Kreatívne tovary a služby,
 - Online – Online kreativita.

*Complete_Data.sav [DataSet1] - IBM SPSS Statistics Data Editor

	Name	Type	Label	Align	Measure	Role
1	Year	Numeric		Right	Scale	Input
2	Country	String		Left	Nominal	Input
3	Inst	Numeric	Institutions	Right	Scale	Input
4	Polit	Numeric	Political environment	Right	Scale	Input
5	Regul	Numeric	Regulatory environment	Right	Scale	Input
6	Busenv	Numeric	Business environment	Right	Scale	Input
7	Human	Numeric	Human capital and research	Right	Scale	Input
8	Edu	Numeric	Education	Right	Scale	Input
9	TerEdu	Numeric	Tertiary education	Right	Scale	Input
10	Res	Numeric	Research & development (R&D)	Right	Scale	Input
11	Infra	Numeric	Infrastructure	Right	Scale	Input
12	ICT	Numeric	Information & communication technologies (ICTs)	Right	Scale	Input
13	GInfra	Numeric	General infrastructure	Right	Scale	Input
14	Eco	Numeric	Ecological sustainability	Right	Scale	Input
15	Market	Numeric	Market sophistication	Right	Scale	Input
16	Credit	Numeric	Credit	Right	Scale	Input
17	Invest	Numeric	Investments	Right	Scale	Input
18	Trade	Numeric	Trade & competition	Right	Scale	Input
19	Business	Numeric	Business sophistication	Right	Scale	Input
20	KWork	Numeric	Knowledge workers	Right	Scale	Input
21	Innov	Numeric	Innovation linkages	Right	Scale	Input
22	KAbsorp	Numeric	Knowledge absorption	Right	Scale	Input
23	KOutput	Numeric	Knowledge and technology outputs	Right	Scale	Input
24	KCreat	Numeric	Knowledge creation	Right	Scale	Input
25	KImpact	Numeric	Knowledge impact	Right	Scale	Input
26	KDiff	Numeric	Knowledge diffusion	Right	Scale	Input
27	COutputs	Numeric	Creative outputs	Right	Scale	Input
28	Clntang	Numeric	Intangible assets	Right	Scale	Input
29	CGS	Numeric	Creative goods and services	Right	Scale	Input
30	Online	Numeric	Online creativity	Right	Scale	Input

Obr. 16 Premenné vytvorenej databázy v SPSS

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Uvedené premenné – piliere a podpiliere GII – chápeme ako determinanty inovačnej výkonnosti. Ďalej v práci rozlišujeme medzi jednotlivými úrovňami determinantov – analýza vplyvu jednotlivých podpilierov GII na inovačnú výkonnosť, analýza vplyvu jednotlivých pilierov GII na inovačnú výkonnosť.

4.3 Výsledky analýzy spoľahlivosti

Ako prvé sme v našom skúmanom súbore skontrolovali mieru spoľahlivosti, resp. vnútornú konzistenciu údajov. V našom prípade sme spoľahlivosť určili ako mieru závislosti medzi jednotlivými podpiliermi GII využitím Cronbachovho alfa koeficientu. Tab. 3 uvádza

počet prípadov (krajín) analyzovaných v priebehu jednotlivých rokov (N=120). Jednotlivé prípady sú označené ako valid, excluded by predstavovali tie prípady, ktoré by v súbore nemali uvedené dáta (nami vytvorená databáza takého prípady neobsahuje).

Tab. 3 Zhrnutie spracovaných prípadov pri analýze spoľahlivosti podľa rokov

Year			N	%
2012	Cases	Valid	120	100.0
		Excluded ^a	0	.0
		Total	120	100.0
2013	Cases	Valid	120	100.0
		Excluded ^a	0	.0
		Total	120	100.0
2014	Cases	Valid	120	100.0
		Excluded ^a	0	.0
		Total	120	100.0
2015	Cases	Valid	120	100.0
		Excluded ^a	0	.0
		Total	120	100.0
2016	Cases	Valid	120	100.0
		Excluded ^a	0	.0
		Total	120	100.0
2017	Cases	Valid	120	100.0
		Excluded ^a	0	.0
		Total	120	100.0
2018	Cases	Valid	120	100.0
		Excluded ^a	0	.0
		Total	120	100.0
2019	Cases	Valid	120	100.0
		Excluded ^a	0	.0
		Total	120	100.0
2020	Cases	Valid	120	100.0
		Excluded ^a	0	.0
		Total	120	100.0
2021	Cases	Valid	120	100.0
		Excluded ^a	0	.0
		Total	120	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Ako vyplýva z Tab. 3, spoľahlivosť údajov sme najskôr skúmali pre všetkých 21 podnikov GII jednotlivo podľa príslušného roku. Tab. 4 zobrazuje spoľahlivosť všetkých 21 podnikov GII podľa príslušného roku.

Z uvedených hodnôt Tab. 4 možno konštatovať, že Cronbachov alfa koeficient sa pohybuje v rozmedzí 0.953 (rok 2014, 2015) – 0.963 (rok 2020), čo indikuje, že všetkých 21 podnikov GII je vnútorne konzistentných a spoľahlivých.

Tab. 4 Cronbachove alfa koeficienty pre 21 podnikov podľa rokov

Reliability Statistics		
Year	N of Items	Cronbach's Alpha
2012	21	.954
2013	21	.954
2014	21	.953
2015	21	.953
2016	21	.955
2017	21	.957
2018	21	.957
2019	21	.958
2020	21	.963
2021	21	.960

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Aby sme skontrolovali nadbytočnosť ktoréhokoľvek podniku GII, uvádzame tiež hodnoty vplyvu jednotlivých podnikov na celkový výsledok ak bol daný podnik vylúčený. V prípade, ak sa hodnoty Cronbachovho alfa koeficientu po vylúčení podniku zvýšia, znamená to, že konkrétny podnik môže byť nadbytočný.

Z výsledkov uvedených v Tab. 5 vyplýva, že vylúčenie podniku Investície v rokoch 2013, 2014, 2015, 2019, 2020, 2021 viedlo k miernemu nárastu koeficientu alfa. K miernemu zvýšeniu hodnoty koeficientu došlo aj v rokoch 2012 – 2014 vylúčením podnikov Nehmotné aktíva, v roku 2012 vylúčením podniku Inovačné prepojenia, a v roku 2013 vylúčením podniku Obchod, diverzifikácia a rozsah trhu. Napriek uvedeným zmenám sú jednotlivé podniky stále vnútorne konzistentné a spoľahlivé.

Tab. 5 Cronbachove alfa koeficienty po vylúčení príslušného podpiliara podľa rokov

	Cronbach's Alpha if Item Deleted									
	Year									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Political environment	.949	.950	.948	.948	.950	.953	.952	.954	.959	.956
Regulatory environment	.950	.951	.949	.950	.952	.954	.953	.955	.961	.958
Business environment	.952	.951	.949	.950	.952	.955	.955	.956	.961	.959
Education	.952	.952	.951	.952	.954	.956	.956	.957	.962	.959
Tertiary education	.952	.952	.951	.951	.953	.955	.956	.957	.962	.959
Research & development (R&D)	.950	.950	.948	.948	.950	.953	.953	.955	.960	.957
Knowledge creation	.951	.951	.950	.950	.951	.954	.953	.955	.960	.957
Knowledge impact	.952	.953	.952	.952	.954	.956	.955	.957	.961	.958
Knowledge diffusion	.953	.954	.952	.951	.954	.955	.955	.956	.961	.959
Intangible assets	.956	.956	.954	.952	.953	.955	.955	.957	.961	.959
Creative goods and services	.952	.952	.950	.950	.952	.954	.954	.957	.961	.958
Online creativity	.949	.949	.947	.948	.950	.952	.953	.955	.959	.957
Information & communication technologies (ICTs)	.948	.949	.948	.949	.951	.953	.953	.955	.959	.957
General infrastructure	.952	.953	.952	.952	.953	.957	.956	.958	.963	.960
Ecological sustainability	.953	.953	.950	.951	.953	.956	.956	.957	.962	.959
Credit	.951	.951	.950	.951	.953	.956	.956	.957	.962	.960
Investments	.953	.955	.954	.954	.954	.957	.957	.961	.965	.961
Trade & competition	.953	.955	.953	.952	.953	.956	.955	.957	.962	.960
Knowledge workers	.949	.950	.948	.949	.951	.954	.953	.954	.959	.956
Innovation linkages	.955	.954	.953	.953	.955	.957	.956	.957	.960	.957
Knowledge absorption	.953	.954	.952	.953	.953	.955	.955	.956	.961	.958

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Výrazné zmeny Cronbachovho alfa koeficientu nezaznamenávame ani pri analýze spoľahlivosti za celé sledované obdobie (N=1200). Hodnota koeficientu je na úrovni 0.951 a podobne ako v prípade analýzy podľa jednotlivých rokov vypovedá o vysokej vnútornej konzistencii.

Tab. 6 Cronbachov alfa koeficient pre 21 podpilierov za sledované obdobie spolu

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.951	21

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Tab. 7 uvádza vplyvy jednotlivých podpilierov na celkový výsledok ak by bol príslušný podpilier vynechaný. Je tu uvedený priemer, rozptyl, upravená medzipoložková korelácia a Cronbachova alfa pre celý súbor, ak by sme konkrétny podpilier vynechali. Vylúčenie žiadneho z podpilierov nevedie k zvýšeniu koeficientu alfa. Tento výsledok je dôkazom toho, že všetky podpilieri GII tvoria konzistentný celok a nie je potrebné niektorý z nich vylúčiť, pretože je prebytočný, resp. duplicitný.

Tab. 7 Cronbachove alfa koeficienty po vylúčení príslušného podpiliera za sledované obdobie spolu

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Political environment	785.0669	55544.320	.857	.945
Regulatory environment	775.7713	57350.236	.768	.947
Business environment	774.7039	59032.528	.673	.948
Education	795.0433	59710.356	.621	.949
Tertiary education	809.1844	58812.568	.663	.948
Research & development (R&D)	820.1107	54296.261	.853	.945
Knowledge creation	820.5385	56522.587	.779	.947
Knowledge impact	808.0142	59984.876	.619	.949
Knowledge diffusion	814.1896	59341.582	.623	.949
Intangible assets	801.2192	60349.284	.543	.950
Creative goods and services	819.5480	58924.132	.692	.948
Online creativity	817.9636	55457.271	.824	.946
Information & communication technologies (ICTs)	788.5336	55722.681	.754	.947

General infrastructure	807.1704	60575.051	.584	.949
Ecological sustainability	804.1443	60059.270	.608	.949
Credit	802.4180	58514.176	.645	.949
Investments	803.4771	60597.032	.441	.951
Trade & competition	775.5456	60645.794	.531	.950
Knowledge workers	801.7361	56753.872	.828	.946
Innovation linkages	811.0031	60120.528	.585	.949
Knowledge absorption	809.9642	60271.348	.637	.949

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Pri konštrukcii GII sa jednotlivé piliere tvoria ako vážený priemer príslušných 3 podpilierov. Vyčíslili sme preto hodnoty Cronbachovho alfa koeficientu pre jednotlivé piliere podľa rokov i súhrne za celé sledované obdobie a výsledky zosumarizovali do nižšie uvedenej Tab. 8.

Tab. 8 Cronbachov alfa koeficient pre 7 pilierov

Year	Institutions	Human capital	Infrastructure	Market sophistication	Business sophistication	Knowledge outputs	Creative outputs
2012	.863	.793	.718	.706	.633	.722	.631
2013	.892	.781	.717	.515	.655	.761	.718
2014	.884	.770	.728	.626	.636	.661	.739
2015	.875	.727	.751	.633	.609	.701	.768
2016	.865	.712	.728	.667	.711	.652	.812
2017	.870	.735	.702	.635	.718	.744	.848
2018	.870	.736	.681	.603	.734	.771	.798
2019	.881	.751	.689	.540	.800	.815	.791
2020	.874	.761	.731	.626	.860	.840	.816
2021	.876	.765	.728	.514	.868	.826	.755
All Years	.862	.749	.665	.566	.739	.747	.758

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Cronbachov alfa koeficient pre pilier Sofistikovanosť trhu vykazuje v priebehu jednotlivých rokov i za celé obdobie spolu v porovnaní s ostatnými piliermi najnižšie hodnoty. Z výsledkov tiež možno konštatovať, že okrem piliera Inštitúcie nedokazuje žiaden z ostatných pilierov v priebehu rokov sledovaného obdobia spolu spoľahlivosť na úrovni $\alpha \geq 0.8$. Podľa George a Mallery (2013) by sme hodnotu Cronbachovej alfy pre pilier Infraštruktúra mohli považovať za diskutabilnú ($0.7 > \alpha \geq 0.6$), hodnotu alfy pre pilier Sofistikovanosť trhu za slabú ($0.6 > \alpha \geq 0.5$). Súhrne možno teda povedať, že výsledky neindikujú dostatočnú vnútornú konzistenciu 7 pilierov GII. Z tohto dôvodu budeme v ďalších častiach práce venovať pozornosť spôsobom, akým sú tieto piliere konštruované.

4.4 Výsledky konfirmačnej faktorovej analýzy

V nadväznosti na skúmanie konštrukcie jednotlivých pilierov GII sme sa rozhodli skontrolovať a zoskupiť existujúce premenné do nových pilierov a podpilierov pomocou výsledkov exploračnej faktorovej analýzy. Tab. 9 zobrazuje faktorové zaťaženia získané pre údaje za všetky roky sledovaného obdobia spolu.

Tab. 9 Faktorové zaťaženia exploračnej faktorovej analýzy

Pattern Matrix ^a							
	Component						
	1	2	3	4	5	6	7
Political environment	.335	-.303	.260		.264	.167	
Regulatory environment	.363	-.299	.381		.232		
Business environment	.149	-.601	-.175		.253	.188	.149
Education	.825					.132	
Tertiary education	.388				.338	.373	.126
Research & development (R&D)	.318	-.204	.121	.405	-.134	.223	.206
Information & communication technologies (ICTs)	.247	-.404	-.105		.274	.314	.182
General infrastructure			.293	.116		.709	
Ecological sustainability				.170	.829		
Credit	.278	-.681	.143			-.191	.221
Investments	-.266	-.865		.177			-.124
Trade & competition							.951
Knowledge workers	.494			.401			.147
Innovation linkages			.762	.197		.162	-.112
Knowledge absorption				.710	.139	.118	
Knowledge creation	.480	-.159		.422	-.235		.140
Knowledge impact		.117		.398	.366		.324
Knowledge diffusion				.807			
Intangible assets			.687	-.117	.168		.370
Creative goods and services	.367		.272	.240	.261	-.297	.106
Online creativity	.508	-.146	.258	.183	.164		

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Oblimin with Kaiser Normalization.^a

a. Rotation converged in 20 iterations.

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Pri faktorovej analýze sme použili neortogónnu rotáciu, konkrétne metódu Direct Oblimin, aby sme umožnili korelácie medzi faktormi. Z faktorových zaťažení však nemožno odvodiť jasnú štruktúru či nové piliere. Navyše, v prípade vykonania analýzy oddelene pre jednotlivé roky sledovaného obdobia samostatne sa algoritmu často nepodarilo konvergovať tak, aby dosiahol zmysluplnú rotáciu.

Na základe uvedeného sme sa preto rozhodli obmedziť na definované piliere a podpiliere. Existujúcu štruktúru a príslušnosť jednotlivých podpilierov k pilierom GII sme overili pomocou konfirmačnej faktorovej analýzy.

Tab. 10 Faktorové zaťaženia konfirmačnej faktorovej analýzy podľa rokov

Factor	Measurement variable	2012			2013			2014			2015			2016		
		Loading	t-value	P	Loading	t-value	P	Loading	t-value	P	Loading	t-value	P	Loading	t-value	P
Institutions	Political environment	0.926	13.114	***	0.915	12.876	***	0.908	12.725	***	0.923	13.098	***	0.934	13.325	***
	Regulatory environment	0.836	11.107	***	0.836	11.117	***	0.833	11.058	***	0.830	11.026	***	0.815	10.684	***
	Business environment	0.753	9.516	***	0.850	11.425	***	0.828	10.952	***	0.829	10.998	***	0.800	10.399	***
Human capital and research	Education	0.707	8.836	***	0.671	8.394	***	0.680	8.469	***	0.603	7.352	***	0.519	6.192	***
	Tertiary education	0.690	8.575	***	0.645	8.013	***	0.659	8.157	***	0.631	7.745	***	0.632	7.732	***
	Research & development (R&D)	0.843	11.233	***	0.882	12.150	***	0.898	12.505	***	0.875	11.913	***	0.897	12.378	***
Infrastructure	Information & communication technologies (ICTs)	0.917	12.832	***	0.891	12.281	***	0.901	12.493	***	0.903	12.455	***	0.873	11.793	***
	General infrastructure	0.743	9.398	***	0.713	8.946	***	0.550	6.467	***	0.615	7.309	***	0.664	8.108	***
	Ecological sustainability	0.552	6.452	***	0.611	7.402	***	0.756	9.633	***	0.742	9.330	***	0.660	8.052	***
Market sophistication	Credit	0.787	9.744	***	0.773	9.219	***	0.789	9.252	***	0.743	8.795	***	0.581	6.738	***
	Investments	0.667	7.875	***	0.518	5.899	***	0.560	6.198	***	0.439	4.823	***	0.537	6.178	***
	Trade & competition	0.615	7.130	***	0.447	5.060	***	0.511	5.581	***	0.657	7.607	***	0.734	8.813	***
Business sophistication	Knowledge workers	0.908	12.394	***	0.838	10.900	***	0.876	11.347	***	0.783	9.665	***	0.832	10.775	***
	Innovation linkages	0.336	3.765	***	0.567	6.763	***	0.457	5.162	***	0.502	5.905	***	0.528	6.095	***
	Knowledge absorption	0.640	7.714	***	0.507	6.008	***	0.547	6.320	***	0.473	5.573	***	0.700	8.562	***
Knowledge outputs	Knowledge creation	0.771	9.713	***	0.902	12.119	***	0.848	10.908	***	0.832	10.710	***	0.846	11.093	***
	Knowledge impact	0.697	8.548	***	0.617	7.225	***	0.506	5.823	***	0.536	6.238	***	0.529	6.294	***
	Knowledge diffusion	0.594	7.061	***	0.650	7.718	***	0.568	6.627	***	0.618	7.343	***	0.552	6.582	***
Creative outputs	Intangible assets	0.267	2.888	***	0.384	4.253	***	0.418	4.694	***	0.565	6.566	***	0.711	8.815	***
	Creative goods and services	0.739	9.244	***	0.742	9.342	***	0.792	10.299	***	0.799	10.375	***	0.769	9.812	***
	Online creativity	0.930	12.909	***	0.961	13.783	***	0.968	14.178	***	0.939	13.364	***	0.893	12.282	***

*** $p < 0.001$

Factor	Measurement variable	2017			2018			2019			2020			2021		
		Loading	t-value	P	Loading	t-value	P	Loading	t-value	P	Loading	t-value	P	Loading	t-value	P
Institutions	Political environment	0.927	13.130	***	0.947	13.699	***	0.975	14.499	***	0.978	14.564	***	0.974	14.434	***
	Regulatory environment	0.839	11.148	***	0.839	11.219	***	0.836	11.198	***	0.815	10.765	***	0.819	10.820	***
	Business environment	0.787	10.117	***	0.771	9.866	***	0.769	9.892	***	0.762	9.749	***	0.770	9.894	***
Human capital and research	Education	0.558	6.649	***	0.548	6.474	***	0.607	7.313	***	0.611	7.392	***	0.614	7.465	***
	Tertiary education	0.642	7.838	***	0.613	7.379	***	0.592	7.105	***	0.639	7.797	***	0.650	7.990	***
	Research & development (R&D)	0.897	12.356	***	0.917	12.797	***	0.922	12.971	***	0.914	12.811	***	0.910	12.732	***
Infrastructure	Information & communication technologies (ICTs)	0.903	12.478	***	0.854	11.328	***	0.865	11.526	***	0.890	12.091	***	0.887	12.043	***
	General infrastructure	0.556	6.541	***	0.587	7.015	***	0.575	6.807	***	0.602	7.123	***	0.594	7.012	***
	Ecological sustainability	0.699	8.654	***	0.631	7.636	***	0.648	7.856	***	0.696	8.552	***	0.703	8.667	***
Market sophistication	Credit	0.545	6.248	***	0.521	5.906	***	0.600	6.768	***	0.644	7.385	***	0.435	4.865	***
	Investments	0.476	5.442	***	0.417	4.712	***	0.232	2.599	***	0.370	4.021	***	0.380	4.373	***
	Trade & competition	0.716	8.408	***	0.727	8.409	***	0.719	8.227	***	0.738	8.639	***	0.572	6.116	***
Business sophistication	Knowledge workers	0.827	10.782	***	0.825	10.849	***	0.855	11.576	***	0.890	12.371	***	0.872	11.956	***
	Innovation linkages	0.540	6.331	***	0.616	7.514	***	0.734	9.343	***	0.835	11.181	***	0.858	11.658	***
	Knowledge absorption	0.737	9.225	***	0.666	8.231	***	0.726	9.216	***	0.750	9.579	***	0.763	9.811	***
Knowledge outputs	Knowledge creation	0.870	11.735	***	0.888	12.178	***	0.922	13.054	***	0.925	13.121	***	0.924	13.045	***
	Knowledge impact	0.583	6.966	***	0.632	7.670	***	0.617	7.438	***	0.740	9.347	***	0.727	9.100	***
	Knowledge diffusion	0.679	8.360	***	0.674	8.313	***	0.764	9.824	***	0.737	9.304	***	0.718	8.953	***
Creative outputs	Intangible assets	0.752	9.542	***	0.678	8.336	***	0.711	8.878	***	0.725	9.158	***	0.639	7.860	***
	Creative goods and services	0.804	10.504	***	0.761	9.712	***	0.705	8.791	***	0.764	9.830	***	0.695	8.685	***
	Online creativity	0.906	12.672	***	0.846	11.297	***	0.854	11.468	***	0.867	11.805	***	0.816	10.706	***

*** $p < 0.001$

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Tab. 10 uvádza sumár faktorových zaťažení a t-hodnôt pre všetky roky sledovaného obdobia samostatne. Všetky t-hodnoty sú štatisticky významné, čo potvrdzuje, že pre každý rok jednotlivé podpiliere významne sýtia piliere GII ako to popisuje metodika konštrukcie

tohto indikátora. Výsledky konfirmačnej faktorovej analýzy tak odôvodňujú konštrukciu jednotlivých pilierov GII prostredníctvom definovaných podpilierov.

Tab. 11 zobrazuje faktorové zaťaženia získané z analýzy všetkých rokov sledovaného obdobia spolu a rovnako potvrdzuje, že všetky faktorové zaťaženie do jednotlivých pilierov GII sú významné (všetky p-hodnoty < 0.001).

Tab. 11 Faktorové zaťaženia konfirmačnej faktorovej analýzy za sledované obdobie spolu

Factor	Measurement variable	Loading	t-value	p
Institutions	Political environment	0.937	42.405	***
	Regulatory environment	0.820	34.229	***
	Business environment	0.734	29.138	***
Human capital and research	Education	0.519	23.724	***
	Tertiary education	0.637	24.586	***
	Research & development (R&D)	0.882	38.097	***
Infrastructure	Information & communication technologies (ICTs)	0.810	32.542	***
	General infrastructure	0.606	22.688	***
	Ecological sustainability	0.576	21.384	***
Market sophistication	Credit	0.698	24.700	***
	Investments	0.469	16.157	***
	Trade & competition	0.531	18.459	***
Business sophistication	Knowledge workers	0.866	36.499	***
	Innovation linkages	0.603	22.669	***
	Knowledge absorption	0.642	24.466	***
Knowledge outputs	Knowledge creation	0.858	35.976	***
	Knowledge impact	0.609	22.931	***
	Knowledge diffusion	0.653	24.947	***
Creative outputs	Intangible assets	0.556	20.254	***
	Creative goods and services	0.745	29.457	***
	Online creativity	0.890	37.986	***

*** p < 0.001

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu AMOS

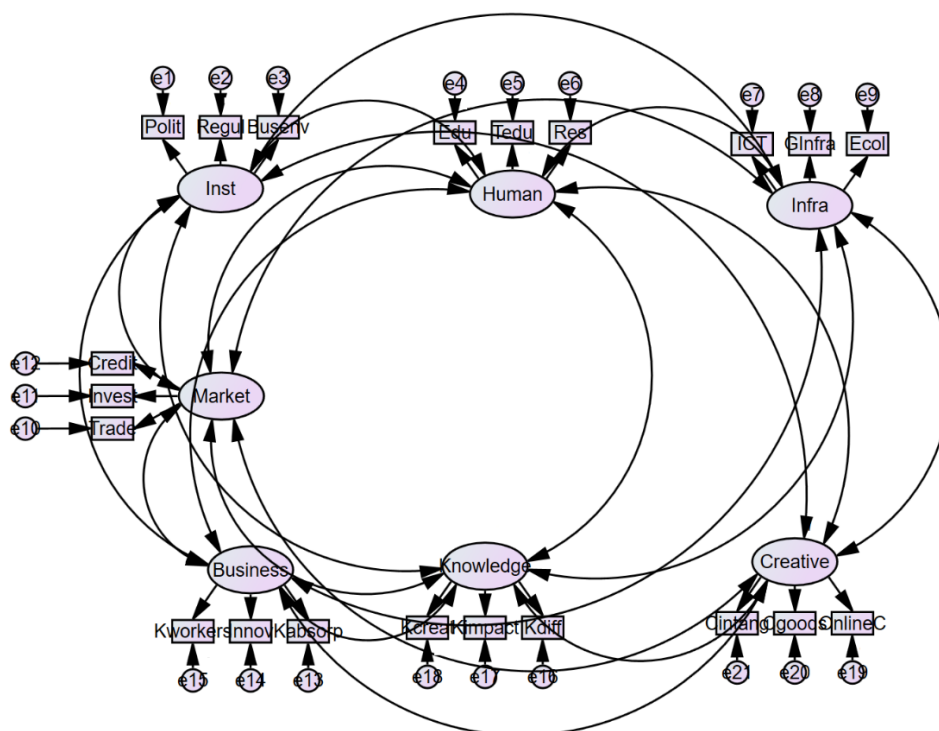
Nakoľko sú faktorové zaťaženia významné a jednotlivé podpiliere spadajú do štruktúry ako to popisuje metodika GII, v nasledujúcej časti analýzy sme sa zamerali na skúmanie vzťahov medzi piliermi GII pomocou SEM.

4.5 Výsledky SEM

Ako sme uviedli v predchádzajúcej podkapitole, faktorový model je platný pre jednotlivé roky samostatne i pre všetky roky sledovaného obdobia spolu. SEM zostavíme na základe údajov za všetky roky sledovaného obdobia spolu, za účelom vytvorenia jednotného

modelu, zároveň tak eliminujeme problém malej veľkosti vzorky v priebehu jednotlivých rokov samostatne, ktorá by mohla viesť k chybe modelovania (overfitting).

Na modelovanie štrukturálnych rovníc bolo vybraných 28 premenných (všetky piliere a podpiliere GII) s ordinálnym a kontinuálnym charakterom. Závislé a nezávislé premenné tvorili jednotlivé piliere GII, pričom každú latentnú premennú v modeli kódujú 3 pozorované premenné, vychádzajúc zo štruktúry GII (pozri kap. 4.1). Obr. 17 znázorňuje model inovačnej výkonnosti, definovaný na základe štruktúry GII, ako výstup programu AMOS.



Obr. 17 Model inovačnej výkonnosti

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu AMOS

Časť modelu, ktorá špecifikuje ako pozorované premenné závisia od latentných premenných zachytáva tzv. merací model. V našom prípade sa merací model skladá zo 7 častí: Inst (Inštitúcie), Human (Ľudský kapitál a výskum), Infra (Infraštruktúra), Market (Sofistikovanosť trhu), Business (Sofistikovanosť podnikania), KOutput (Výstupy znalostí a technologické výstupy), COutputs (Kreatívne výstupy). Každá časť je reprezentovaná príslušnou latentnou premennou a pozorovanými premennými, ktoré k nej prislúchajú. Pozorované premenné sú v modeli znázornené obdĺžnikmi, latentné premenné oválmi. Latentné premenné (faktory) nepozorujeme priamo, ale prostredníctvom kombinácie účinku

pozorovaných premenných a nevysvetlenej variancie (chyby), ktorá sa k týmto premenným viaže. Tzv. štruktúrálnej komponent modelu je znázornený šípkami. Šípky s dvoma hrotmi reprezentujú korelácie medzi latentnými premennými; šípky s jedným hrotom znázorňujú kauzálnu súvislosť, t.j. vplyv, ktorý má jedna premenná na druhú premennú. Tento vplyv sa v modeli vyjadruje regresnými váhami (štandardizovanými i neštandardizovanými), na pochopenie významu kauzálnych súvislostí sa používajú predovšetkým štandardizované regresné váhy. Spojením všetkých pozorovaných rokov do jedného dátového súboru sme získali celkom 1200 pozorovaní, ktoré umožnili spustiť SEM v programe AMOS a generovať výsledky. Na odhad SEM sme použili metódu čiastočných najmenších štvorcov (z angl. Partial Least Squares, PLS), ktorá sa bežne používa na overenie vzťahov medzi faktormi (Horbach, 2008).

Tab. 12 Regresné váhy medzi latentnými premennými

			Estimate	S.E.	C.R.	P
Insti	<---	Infra	.950	.024	39.068	***
Human	<---	Infra	.458	.019	23.958	***
Market	<---	Inst	.353	.019	19.006	***
Business	<---	Inst	.397	.064	6.214	***
Business	<---	Infra	1.440	.384	3.748	***
Business	<---	Human	3.101	.829	3.741	***
COutputs	<---	Human	.099	.215	.459	.646
COutputs	<---	Market	1.151	.187	6.142	***
COutputs	<---	Business	1.469	.198	7.413	***
KOutput	<---	Human	.308	.142	2.163	.031
KOutput	<---	Market	.662	.125	5.303	***
KOutput	<---	Business	1.454	.147	9.912	***
KOutput	<---	COutputs	.008	.059	.141	.888

*** $p < 0.001$

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu AMOS

Z výsledkov uvedených v Tab. 12 konštatujeme, že vzťahy medzi premennými Ľudský kapitál a výskum a Kreatívne výstupy ($p = .646$), Kreatívne výstupy a Výstupy znalostí a technologické výstupy ($p = .888$) nie sú štatisticky významné. Preto sme tieto cesty vylúčili z ďalšej analýzy a v Tab. 13 uvádzame koeficienty upraveného modelu.

Tab. 13 Regresné váhy medzi latentnými premennými – upravený model

			Estimate	S.E.	C.R.	P
Insti	<---	Infra	.951	.024	39.023	***
Human	<---	Infra	.458	.019	23.923	***
Market	<---	Insti	.352	.019	18.997	***
Business	<---	Insti	.391	.062	6.280	***
Business	<---	Infra	1.499	.415	3.615	***
Business	<---	Human	3.241	.900	3.601	***
KOutput	<---	Human	.306	.127	2.409	.016
COutputs	<---	Market	1.132	.142	7.950	***
KOutput	<---	Market	.663	.122	5.457	***
KOutput	<---	Business	1.439	.125	11.511	***
COutputs	<---	Business	1.372	.115	11.915	***

*** $p < 0.001$

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu AMOS

V upravenom modeli sú na základe p-hodnôt všetky cesty štatisticky významné. Vďaka týmto výsledkom môžeme identifikovať štrukturálne vzťahy medzi latentnými premennými, teda jednotlivými piliermi GII.

Pilier Inštitúcie má pozitívny vplyv na piliere Sofistikovanosť podnikania a Sofistikovanosť trhu. Hodnoty Estimate predstavujú regresné váhy a vypovedajú o tom, ako sa zmení hodnota príslušného piliera (v tomto prípade Sofistikovanosť podnikania, Sofistikovanosť trhu) ak sa hodnota piliera Inštitúcie zvýši o 1. Štandardná chyba odhadu regresnej váhy je uvedená v stĺpci S.E, C.R. predstavuje podiel odhadu regresnej váhy a štandardnej chyby. Pilier Inštitúcie zachytáva prvky politického, regulačného a podnikateľského prostredia. Pozitívny vplyv na vyššie uvedené piliere naznačuje, že sofistikovanosť trhu a podnikania je ovplyvnená inštitúciami, a že inštitucionálna kapacita spolu s dobrou správou vecí verejných je nevyhnutná pre tvorbu a šírenie inovácií. Z výsledkov sme tiež zistili, že pilier Infraštruktúra má pozitívny vplyv na piliere Inštitúcie, Ľudský kapitál a výskum a Sofistikovanosť podnikania. Ak sa teda zlepši infraštruktúra, zlepšia sa predovšetkým podmienky podnikateľskej sofistikovanosti, inštitucionálneho prostredia, a tiež podmienky vzdelávania a výskumných aktivít.

Piliere Ľudský kapitál a výskum a Sofistikovanosť trhu majú pozitívny vplyv na Výstupy znalostí a technologické výstupy. Tento výsledok naznačuje, že investície do ľudského kapitálu a výskumu prostredníctvom vzdelávania vytvárajú vysokú úroveň inovačnej výkonnosti. Vysokoškolské vzdelávanie a výskumná činnosť sú kľúčové pre zlepšenie národného hospodárstva, pokiaľ ide o inovácie a kvalifikovanú pracovnú silu. Tieto faktory môžu zvýšiť úroveň inovácií prostredníctvom poznatkov a technologických výstupov. Zároveň je dôležité spomenúť, že vytváranie inovácií, znalostných

a technologických výstupov si vyžaduje oveľa väčšie investície do vzdelávania a odbornej prípravy. Našou analýzou sa tiež potvrdil vplyv piliera Ľudský kapitál a výskum na pilier Výstupy znalostí a technologické výstupy, a tiež pilier Sofistikovanosť podnikania. Vplyv na pilier Kreatívne výstupy nebol štatisticky významný. Rovnako bol potvrdený pozitívny vplyv piliera Sofistikovanosť trhu na Kreatívne výstupy.

Pilier Sofistikovanosti podnikania má pozitívny vplyv na pilier Výstupy znalostí a technologické výstupy i pilier Kreatívne výstupy. Tento výsledok naznačuje, že pre sofistikovanosť podnikania potrebujú znalostní pracovníci poskytovať služby náročné na znalosti, a zároveň, že partnerstvá medzi verejnými, súkromnými a akademickými inštitúciami sú kľúčové pre tvorbu inovácií. Dostupnosť vzdelávacích možností, výskum a vývoj na úrovni podnikov tak pozitívne vplyva na generovanie inovačných výstupov vo forme kreatívnych tovarov a služieb, znalostných i technologických výstupov.

Okrem vyššie uvedených vzťahov medzi faktormi (piliermi GII) sme identifikovali celkové, priame a nepriame vplyvy vstupných pilierov na výstupné piliere. Priamy efekt možno chápať ako koeficient medzi vstupnými a výstupnými premennými, zatiaľ čo nepriamy efekt predstavuje asociáciu medzi latentnými premennými, sprostredkovanú inou premennou.

Tab. 14 Celkové, priame a nepriame vplyvy vstupných a výstupných pilierov

Input / Output	Total Effect		Direct Effect		Indirect Effect	
	COutputs	KOutput	COutputs	KOutput	COutputs	KOutput
Infra	.864	.809	0	0	.864	.809
Human	2.088	4.392	0	.271	2.088	4.121
Insti	.927	.613	0	0	.927	.613
Business	.579	1.142	.579	1.142	0	0
Market	.389	.429	.389	.429	0	0

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu AMOS

Výsledky vplyvov jednotlivých vstupných a výstupných pilierov sme zhrnuli do Tab. 14. Najväčší priamy vplyv na inovačné výstupy má pilier Sofistikovanosť podnikania, zatiaľ čo Ľudský kapitál a výskum má najväčší nepriamy vplyv na kreatívne i znalostné a technologické výstupy. To naznačuje, že index sofistikovanosti podnikania je veľmi dôležitý vzhľadom na výsledky inovačných aktivít v rámci ekonomiky, zatiaľ čo index ľudského kapitálu a výskumu je rozhodujúcim pre dlhodobé účinky inovačných činností. Z Tab. 14 tiež vyplýva, že najväčší celkový vplyv na kreatívne výstupy i výstupy znalostí

a technologické výstupy má práve ľudský kapitál a výskum. Nezanedbateľnú úlohu zohrávajú tiež inštitúcie, ktorým možno pripísať dlhodobý potenciál vplyvu predovšetkým na kreatívny inovačný výstup.

4.6 Aplikácia výsledkov analýzy

Výstupy vyššie uvedených analýz prispeli k ozrejmieniu vzťahov medzi jednotlivými inovačnými determinantmi, ako aj ich vplyvu na celkovú národnú inovačnú výkonnosť. Navyše, v súvislosti s výsledkami SEM sa domnievame, že váhy faktorového skóre jednotlivých premenných modelu by bolo možné využiť pri výpočte hodnôt pilierov a podpilierov GII, a tým doplniť, resp. bližšie špecifikovať metodiku tvorby tohto kompozitného indikátora.

Tab. 15 Váhy podpilierov vlastného indikátora

Factor	Measurement variable	Factor score weight	Normalized weight
Insti	Polit	.349	.574
	Regul	.150	.247
	Busenv	.109	.179
Human	Edu	.020	.238
	TerEdu	.019	.226
	Res	.045	.535
Infra	ICT	.182	.479
	GInfra	.102	.268
	Eco	.096	.253
Market	Credit	.014	.452
	Invest	.007	.226
	Trade	.010	.323
Business	KWork	.051	.548
	Innov	.018	.194
	KAbsorp	.024	.258
KOutput	KCreat	.038	.521
	KImpact	.017	.233
	KDiff	.018	.247
COutputs	CIntang	.083	.153
	CGS	.159	.294
	Online	.299	.553

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu AMOS

Vychádzajúc z uvedeného predpokladu sme vypočítali váhy jednotlivých podpilierov s cieľom konštruovať 7 pilierov GII. Všetky hodnoty váh faktorového skóre boli normalizované tak, aby súčet váh pre príslušný pilier bol rovný 1 (Tab. 15).

Normalizované váhy podpilierov možno využiť pri konštrukcii jednotlivých pilierov GII, pričom hodnota piliera sa určí ako vážený priemer príslušných podpilierov, konkrétne

$$Insti = 0.574 Polit + 0.247 Regul + 0.179 Busenv \quad (16)$$

$$Human = 0.238 Edu + 0.226 TerEdu + 0.535 Res \quad (17)$$

$$Infra = 0.479 ICT + 0.268 GInfra + 0.253 Eco \quad (18)$$

$$Market = 0.452 Credit + 0.226 Invest + 0.323 Trade \quad (19)$$

$$Business = 0.548 KWork + 0.194 Innov + 0.258 KAbsorp \quad (20)$$

$$KOutput = 0.521 KCreat + 0.233 KImpact + 0.247 KDiff \quad (21)$$

$$COutputs = 0.153 CIntang + 0.294 CGS + 0.553 Online \quad (22)$$

Za účelom objasnenia dôležitosti jednotlivých pilierov v kontexte výpočtu GII sme opätovne aplikovali SEM, získané hodnoty uvedené v Tab. 16 v stĺpci Factor score weight sme rovnako ako v predošlom prípade normalizovali tak, aby bol súčet všetkých váh rovný 1, normalizované váhy uvádza stĺpec Normalized weight.

Tab. 16 Váhy pilierov vlastného indikátora

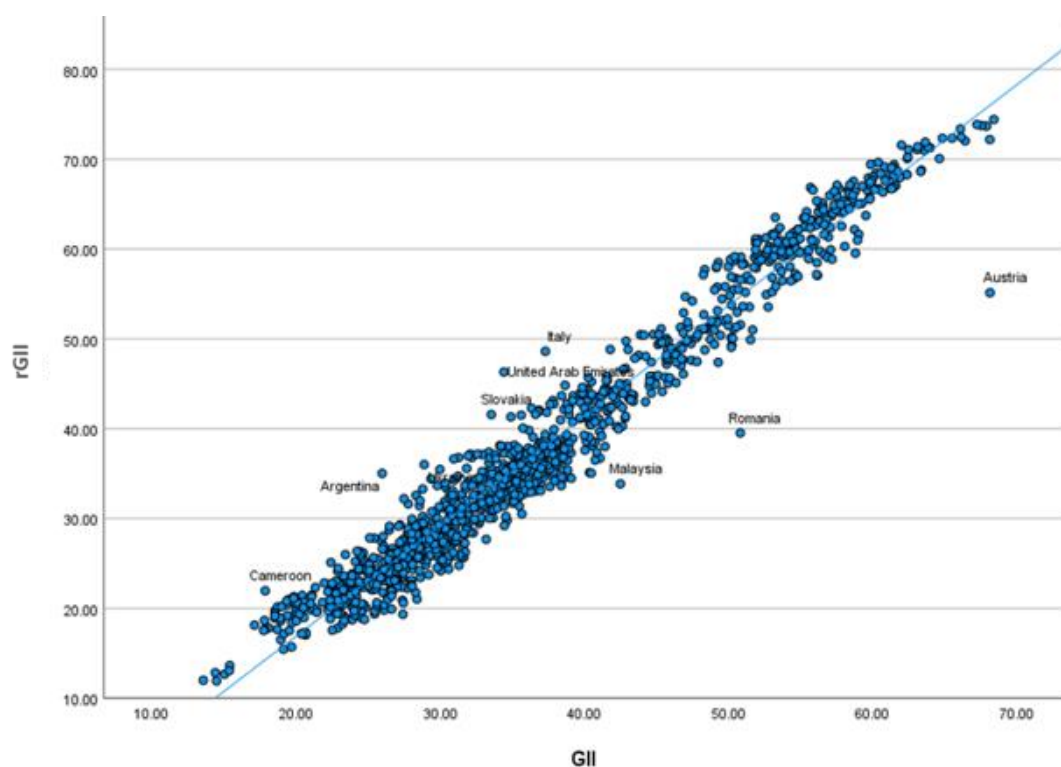
Measurement variable	Factor score weight	Normalized weight
Insti	.114	.107
Human	.272	.256
Infra	.107	.101
Market	.085	.080
Business	.206	.194
KOutput	.153	.144
COutputs	.124	.117

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu AMOS

Hodnota revidovaného kompozitného indikátora GII ($rGII$) sa následne určí ako vážený priemer všetkých pilierov, konkrétne

$$rGII = 0.107 Insti + 0.256 HumanC + 0.101 InfraS + 0.080 MarketS + 0.194 BusinessS + 0.144 Knowledge + 0.117 Creative \quad (23)$$

Analýza dát GII a rGII na vzorke 120 krajín v priebehu celého sledovaného obdobia naznačuje, že existuje silná pozitívna závislosť týchto 2 indikátorov inovačnej výkonnosti, hodnota korelačného koeficientu je na úrovni 0.983. Obr. 18 zobrazuje vzťah medzi uvedenými indikátormi, kde os x uvádza skóre oficiálne publikovaného kompozitného indikátora GII a os y skóre revidovaného GII (rGII) podľa nami vypočítaných váh.



Obr. 18 Porovnanie GII a rGII za všetky roky sledovaného obdobia spolu

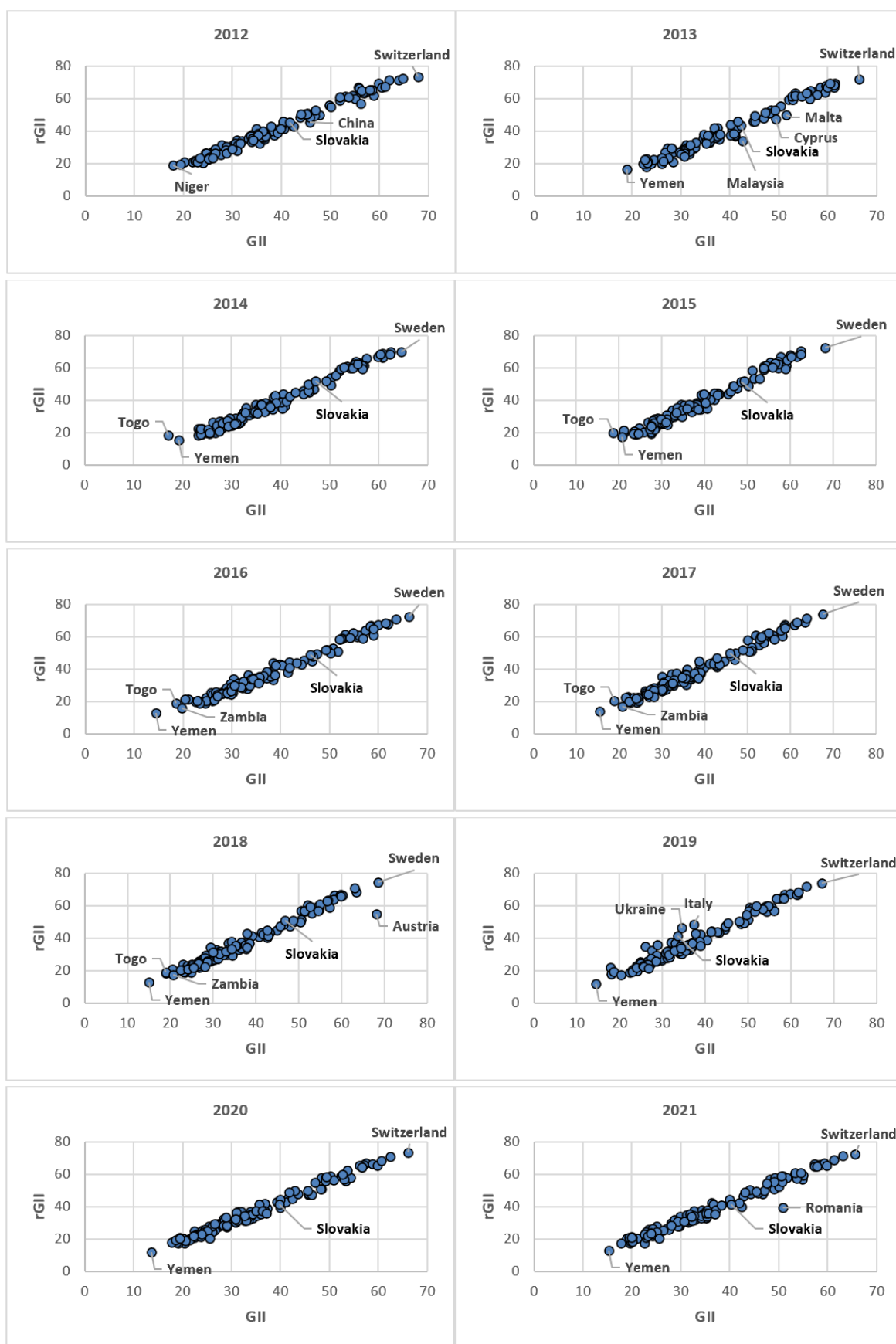
Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Rovnica regresnej priamky je v tvare

$$GII = 7.294 + 0.787 \, rGII \quad (24)$$

koeficient determinácie $R^2 = 0.966$.

Okrem súhrnného porovnania uvádzame tiež porovnanie výsledkov GII a rGII podľa jednotlivých rokov sledovaného obdobia. Obr. 19 uvádza názvy krajín, ktorých hodnoty GII a rGII sa výraznejšie líšia, ako aj postavenie Slovenskej republiky v hodnotení jednotlivých rokov.



Obr. 19 Porovnanie GII a rGII podľa rokov

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

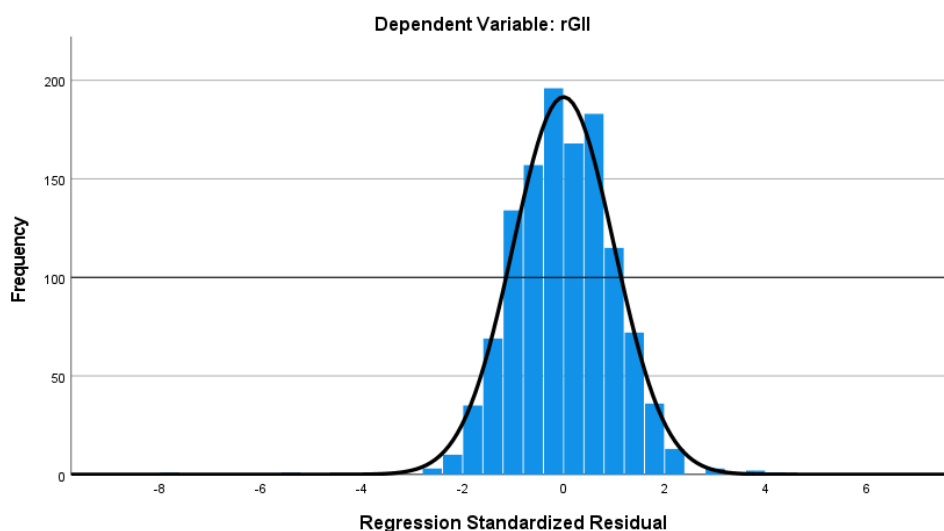
Tab. 17 Test normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
rGII	.124	1200	.200	.928	1200	.837

a. Lilliefors Significance Correction

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

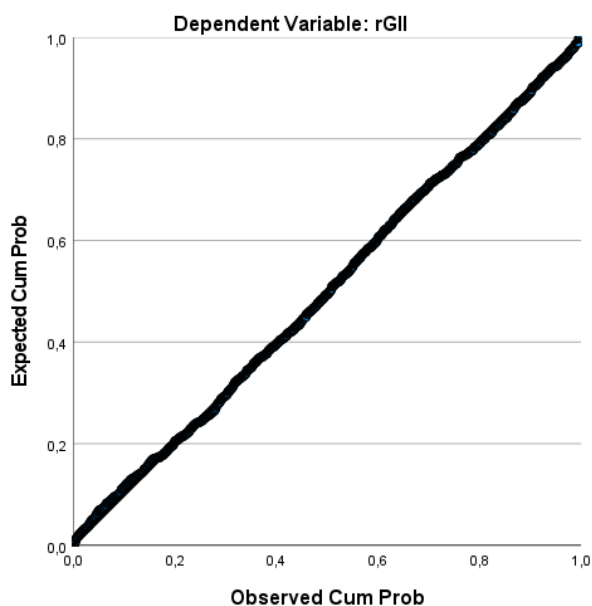
Vyššie uvedená Tab. 17 uvádza výsledky dvoch známych testov normality – Kolmogorov-Smirnovov test a Shapiro-Wilkov test. Hoci je Shapiro-Wilkov test vhodnejší pre malé veľkosti vzoriek ($n < 50$), dokáže zvládnuť aj vzorky do $n = 2000$ (Field, 2013). Keďže nami analyzovaný súbor obsahuje 1200 údajov, pre porovnanie sme použili oba zo spomenutých testov. Oba testy vykazujú vysokú významnosť ($\text{Sig.} > 0.05$), a preto možno konštatovať, že rozdelenie vzorky rGII je normálne.



Obr. 20 Histogram

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Histogramom znázorňujúci rozloženie početností na Obr. 20 pripomína Gaussovu krivku a vykazuje takmer symetrický vzor zvonového tvaru, čo taktiež indikuje, že súbor podlieha normálnemu rozdeleniu.



Obr. 21 Graf normálnej pravdepodobnosti regresných štandardizovaných reziduí

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Graf normálnej pravdepodobnosti regresných štandardizovaných reziduí slúži na overenie predpokladu, či sú reziduá normálne rozdelené. Ako zobrazuje Obr. 21, normalita rozdelenia reziduí bola v údajoch potvrdená, nakoľko sú hodnoty blízko úplnému normálnemu rozdeleniu reprezentovanému priamkou pod uhlom 45°.

4.7 Návrh vlastného kompozitného indikátora

Návrh vlastného kompozitného indikátora inovačnej výkonnosti je založený na sledovaní vynaložených vstupov do inovačného procesu a efektívnosti ich premeny na inovačné výstupy. Sme názoru, že pri hodnotení inovačnej výkonnosti by mala byť miera výkonnosti založená na vzťahu produktivity, ktorý možno definovať ako pomer agregovaných inovačných výstupov k agregovaným inovačným vstupom. Tento prístup tiež zdieľa niekoľko zahraničných autorov, napr. Carayannis a Grigoroudis (2014) a Liu, Lu a Ho (2014), ktorí sa domnievajú, že meranie výkonnosti inovačného systému by sa malo vykonávať prostredníctvom lineárneho procesne orientovaného prístupu, pričom národný inovačný systém je proces, v ktorom sa určité výstupné faktory považujú za produkty vyrobené zo súboru vstupných zdrojov. To znamená, že za účelom merania a porovnávania inovačných systémov z hľadiska ich produktivity alebo efektívnosti je potrebné sledovať prepojenosť výstupov s vynaloženými zdrojmi.

Návrh vlastného kompozitného indikátora inováčnej výkonnosti sa opiera o metodickú príručku tvorby kompozitných indikátorov OECD a nasleduje vymedzené kroky, ktorých popis sme tiež uviedli v kapitole 3.2.

4.7.1 *Definícia teoretického rámca*

Vlastný kompozitný indikátor má za cieľ stanoviť mieru inováčnej výkonnosti v podmienkach členských krajín EÚ. Vychádza z predpokladu, že miera inováčnej výkonnosti je založená na vzťahu produktivity, ktorý predstavuje pomer agregovaných inováčných výstupov k agregovaným inováčným vstupom.

Agregované inováčné výstupy sú výsledkom matematickej kombinácie individuálnych výstupných inováčných ukazovateľov, ktoré podľa Oslo manuálu možno definovať nasledovne:

- Výstupné inováčné ukazovatele sa týkajú nových produktov a procesov, nových dizajnov a ochranných známk, marketingových a organizačných inovácií, ktoré sú spojené s trhom a ktoré môžu byť nové pre svet, nové pre priemysel a/alebo podnik (OECD, 2018).

Agregované inováčné vstupy sú podobne výsledkom matematickej kombinácie individuálnych vstupných inováčných ukazovateľov a podľa Oslo manuálu ich možno definovať nasledovne:

- Vstupné inováčné ukazovatele sa vzťahujú na zdroje – ľudské, materiálne, finančné; súkromné aj vládne – použité nie len na vytváranie inovácií, ale aj ich uvádzanie na trh (OECD, 2018).

Identifikácia komplexného súboru výstupných a vstupných inováčných ukazovateľov si vzhľadom na široké spektrum inováčných determinantov vyžaduje hĺbkovú analýzu, expertný pohľad na danú problematiku a presahuje rámec tejto práce. Vzhľadom na to sme sa pri návrhu vlastného kompozitného indikátora obmedzili na premenné 2 existujúcich a v tomto kontexte najrelevantnejších kompozitných indikátorov inováčnej výkonnosti – GII a SII. Zatiaľ čo GII zachytáva najširšie spektrum inováčných determinantov na celosvetovej úrovni, SII je meradlom inováčnej schopnosti primárne európskych krajín. Kombináciou premenných práve týchto kompozitných indikátorov možno dospieť k súboru individuálnych premenných, ktoré je vhodné ďalej zvážiť pri návrhu vlastného kompozitného indikátora inováčnej výkonnosti.

Pre rozhodnutie, či má byť daná individuálna premenná GII, resp. SII zahrnutá do nového kompozitného indikátora alebo nie sme stanovili nasledovné výberové kritériá:

- vhodnosť, resp. relevantnosť – individuálne premenné predstavujú jednoznačne vstupný, resp. výstupný inovačný ukazovateľ podľa vyššie uvedenej definície Oslo manuálu,
- dostupnosť – vybrané individuálne premenné sú sledované na národnej úrovni, dostupné pre sledovanú vzorku krajín EÚ27 a prístupné v medzinárodných databázach (napr. Eurostat, Svetová banka, a pod.),
- presnosť – dáta pre sledované premenné spĺňajú stanovené štatistické štandardy a sú vydávané oficiálnymi zdrojmi (napr. národné štatistické úrady, Eurostat, a pod.),
- dostatočná reprezentatívnosť vzorky – dĺžka časového radu vybranej premennej by mala predstavovať minimálne 10 rokov (2012 – 2021).

Výberové kritériá sme sa rozhodli uplatňovať v uvedenom poradí a zároveň platí, že premenné zahrnuté do nového kompozitného indikátora musia spĺňať všetky z vyššie uvedených kritérií.

4.7.2 Výber premenných

S ohľadom na kritérium vhodnosti, resp. relevantnosti sme z celkom 81 premenných GII a 32 premenných SII identifikovali 30 ukazovateľov, z toho 17 vstupných inovačných ukazovateľov a 13 výstupných inovačných ukazovateľov, pri ktorých sme pristúpili k zberu dát a následnej aplikácii ostatných výberových kritérií. V dôsledku kompletne chýbajúcich dát, príp. veľkého objemu chýbajúcich dát v rámci dĺžky časového radu sme vylúčili 9 premenných (z toho 4 vstupné a 5 výstupných inovačných ukazovateľov), čím sme dospeli k výslednému súboru 21 premenných – 13 vstupných a 8 výstupných inovačných ukazovateľov, ktoré spĺňajú všetky výberové kritériá. Zároveň sme ďalšiu analýzu obmedzili na časové obdobie rokov 2012 – 2019, nakoľko pre značnú časť premenných dáta za rok 2020 a 2021 ešte neboli verejne dostupné; tento krok viedol k výraznému zníženiu percenta chýbajúcich hodnôt premenných predovšetkým v posledných rokoch. V Tab. 18 uvádzame popis vybraných ukazovateľov, ktoré sme ďalej zohľadnili pri tvorbe vlastného kompozitného indikátora. Pôvodné označenie *GII x.x.x*, resp. *SII x.x.x* reprezentuje zaradenie premennej v štruktúre GII, resp. SII.

Nové označenie nadobúda hodnoty

- *I.1.x* – vstupný inovačný ukazovateľ (I – z angl. input) z GII (1),
- *I.2.x* – vstupný inovačný ukazovateľ (I – z angl. input) zo SII (2),
- *O.1.x* – výstupný inovačný ukazovateľ (z angl. output) z GII (1),
- *O.2.x* – výstupný inovačný ukazovateľ (z angl. output) zo SII (2).

Tab. 18 Zoznam vybraných premenných

Pôvodné označenie	Názov ukazovateľa, popis a zdroj	Nové označenie
GII 2.1.1	Vládne výdavky na vzdelávanie (% HDP) Celkové všeobecné (miestne, regionálne a centrálné) vládne výdavky na vzdelávanie (bežné, kapitálové, transfery) vyjadrené v percentách HDP. Zahŕňa výdavky financované transfermi z medzinárodných zdrojov vláde. Zdroj: UNESCO Institute for Statistics	I.1.1
GII 2.2.2	Absolventi vedy, techniky, inžinierstva a matematických programov (% z celkového počtu absolventov s terciárnym vzdelaním) Podiel všetkých absolventov vysokoškolského štúdia prírodných vied, matematiky, štatistiky, informačných technológií, výroby, strojárstva a stavebníctva na všetkých absolventoch vysokoškolského štúdia. Zdroj: Eurostat	I.1.2
GII 2.3.1	Výskumníci, FTE¹⁰ (na milión obyvateľov) Výskumníci v oblasti výskumu a vývoja sú profesionáli zaoberajúci sa koncepciou alebo tvorbou nových poznatkov. Vykonávajú výskum, zlepšujú alebo rozvíjajú koncepty, teórie, modely, techniky, prístrojové vybavenie, softvér alebo prevádzkové metódy. Zdroj: UNESCO Institute for Statistics	I.1.3
GII 2.3.2	Hrubé výdavky na výskum a vývoj (% HDP) Celkové domáce výdavky na výskum a vývoj ako percento HDP. Výdavky na výskum a vývoj sú všetky výdavky na výskum a vývoj vynaložené v rámci štatistickej jednotky alebo	I.1.4

¹⁰ z angl. full-time equivalent, ekvivalent plného úväzku

sektora hospodárstva počas určitého obdobia bez ohľadu na zdroj financovania.

Zdroj: UNESCO Institute for Statistics

GII 4.1.2	Domáce úvery súkromnému sektoru (% HDP)	I.1.5
	Domáce úvery súkromnému sektoru sú finančné zdroje poskytnuté súkromnému sektoru finančnými korporáciami, napr. prostredníctvom pôžičiek, nákupov nemajetkových cenných papierov a obchodných úverov a iných pohľadávok, ktoré zakladajú nárok na splatenie. Finančné korporácie zahŕňajú menové orgány a depozitné peňažné banky, ako aj iné finančné korporácie, napr. finančné a lízingové spoločnosti, poisťovacie korporácie či penzijné fondy.	
	Zdroj: International Monetary Fund	
GII 5.1.4	Hrubé výdavky na výskum a vývoj financované podnikmi (% celkových hrubých výdavkov)	I.1.6
	Hrubé výdavky na výskum a vývoj financované podnikateľskými subjektmi ako percento celkových hrubých výdavkov na výskum a vývoj.	
	Zdroj: Eurostat	
GII 5.2.3	Hrubé výdavky na výskum a vývoj financované zo zahraničia (% HDP)	I.1.7
	Hrubé výdavky na výskum a vývoj financované zahraničím ako percento celkového HDP.	
	Zdroj: Eurostat	
GII 5.3.4	Priame zahraničné investície, čistý prílev (% HDP, trojročný priemer)	I.1.8
	Priame zahraničné investície sú priemerom čistých prílevov investícií za posledné tri roky na získanie trvalého manažérskeho podielu (10 % alebo viac akcií s hlasovacím právom) v podniku pôsobiacom v inej ekonomike ako je ekonomika investora. Je súčtom vlastného kapitálu, reinvestície zisku, ostatného dlhodobého kapitálu a krátkodobého kapitálu, ako je uvedené v platobnej bilancii. Tento rad údajov ukazuje čisté prílevy (prílev nových investícií mínus deinvestície) vo vykazujúcej ekonomike od zahraničných investorov a je vydelený HDP.	
	Zdroj: International Monetary Fund	
GII 5.3.5	Výskumní pracovníci v podnikoch (%)	I.1.9
	Výskumní pracovníci v podnikateľskom sektore (merané vo FTE) predstavujú výskumných pracovníkov ako odborníkov zaoberajúcich sa koncepciou alebo tvorbou nových poznatkov, produktov, procesov, metód a systémov, ako aj riadením týchto	

projektov, v členení podľa sektorov, v ktorých sú zamestnaní (podnikateľský sektor, štátna správa, vysoké školstvo a súkromné neziskové organizácie). V kontexte štatistiky výskumu a vývoja, podnikateľský sektor zahŕňa všetky podniky organizácie a inštitúcie, ktorých primárnou činnosťou je trhovú výrobu tovarov a služieb na predaj širokej verejnosti za ekonomicky významnú cenu, súkromné neziskové organizácie; jadro tohto sektora tvoria súkromné podniky.

Zdroj: Eurostat

GII 6.2.1	Tempo rastu HDP na zamestnanú osobu (% , trojročný priemer)	O.1.1
	Tempo rastu reálneho HDP na zamestnanú osobu, priemer troch posledných dostupných rokov (2018, 2019, 2020). Rast HDP na zamestnanú osobu poskytuje mieru produktivity práce (definovanú ako výstup na jednotku pracovného vstupu). HDP na zamestnanú osobu je HDP vydelený celkovou zamestnanosťou v hospodárstve.	
	Zdroj: ILOSTAT ¹¹ database	
SII 2.1.1	Výdavky na výskum a vývoj vo verejnom sektore (% HDP)	I.2.1
	Všetky výdavky na výskum a vývoj vo vládnom sektore a sektore vysokoškolského vzdelávania ako percento HDP.	
	Zdroj: EIS 2021 database	
SII 2.1.2	Rizikový kapitál (% HDP)	I.2.2
	Výdavky rizikového kapitálu definované ako súkromný kapitál, ktorý sa získava na investície do podnikov ako percento HDP.	
	Zdroj: EIS 2021 database	
SII 2.2.1	Výdavky na výskum a vývoj v podnikateľskom sektore (% HDP)	I.2.3
	Všetky výdavky na výskum a vývoj v podnikateľskom sektore ako percento HDP.	
	Zdroj: EIS 2021 database	
SII 2.2.2	Výdavky na inovácie nesúvisiace s výskumom a vývojom (percento z obratu)	I.2.4
	Súčet celkových inovačných výdavkov podnikov vo všetkých veľkostných skupinách, bez vnútropodnikových a externých výdavkov na výskum a vývoj v pomere k celkovému obratu všetkých podnikov.	

¹¹ z angl. International Labour Organization, Medzinárodná organizácia práce

SII 3.1.1	MSP¹² zavádzajúce produktové inovácie (% MPS) Podiel počtu MSP, ktorí zaviedli aspoň jednu produktovú inováciu a celkového počtu MSP. Produktovou inováciou sa chápe uvedenie nového alebo výrazne vylepšeného tovaru alebo služby na trh s ohľadom na schopnosti, komponenty alebo podsystemy. Zdroj: EIS 2021 database	O.2.1
SII 3.1.2	MSP zavádzajúce inovácie obchodných procesov (% MSP) Podiel počtu MSP, ktorí predstavili aspoň jednu inováciu obchodného procesu (buď nového pre podnik alebo jeho trh) a celkového počtu MSP. Zdroj: EIS 2021 database	O.2.2
SII 3.2.1	Inovatívne MSP spolupracujúce s ostatnými (% MSP) Podiel počtu MSP s inováciami kooperačných aktivít, t.j. podniky ktoré mali v priebehu troch rokov trvania prieskumu dohodu o spolupráci na inovačných aktivitách s inými podnikmi alebo inštitúciami, a celkového počtu MSP. Zdroj: EIS 2021 database	O.2.3
SII 3.2.2	Verejno-súkromné publikácie v spoluautorstve (na milión obyvateľov) Počet verejno-súkromných výskumných publikácií v spoluautorstve na milión obyvateľov. Definícia súkromného sektora vylučuje súkromný medicínsky a zdravotnícky sektor. Zdroj: EIS 2021 database	O.2.4
SII 3.3.1	PCT patentové prihlášky na miliardu HDP (v PKS¹³) Počet patentových prihlášok podaných pod PCT v medzinárodnej fáze s označením Európskeho patentového úradu v pomere k HDP v PKS. Počty patentov sú založené na dátume a krajine bydliska vynálezu. Zdroj: EIS 2021 database	O.2.5
SII 3.3.2	Prihlášky ochranných známk na miliardu HDP (v PKS) Počet ochranných známk, o ktoré bolo požiadané na EUIPO ¹⁴ v pomere k HDP v PKS.	O.2.6

¹² malé a stredné podniky

¹³ parita kúpnej sily

¹⁴ z angl. European Union Intellectual Property Office, Úrad Európskej únie pre duševné vlastníctvo

SII 3.3.3 **Prihlášky dizajnov na miliardu HDP (v PKS)**

O.2.7

Počet individuálnych dizajnov prihlásených na EUIPO v pomere k HDP v PKS.

Zdroj: EIS 2021 database

Zdroj: Vlastné spracovanie

Tab. 19 poskytuje súhrnné štatistické informácie pre uvedených 21 premenných. Informácie zahŕňajú strednú hodnotu, výšku štandardnej odchýlky a hodnoty minima (min) a maxima (max) za celé sledované obdobie a všetky analyzované krajiny.

Tab. 19 Opisná štatistika individuálnych premenných

Statistic			Statistic		
I.1.1	Mean	4.983	I.2.3	Mean	.991
	Std. Deviation	1.196		Std. Deviation	.678
	Minimum	2.964		Minimum	.070
	Maximum	8.494		Maximum	2.430
I.1.2	Mean	17.220	I.2.4	Mean	.713
	Std. Deviation	5.490		Std. Deviation	.436
	Minimum	3.400		Minimum	.104
	Maximum	36.900		Maximum	2.360
I.1.3	Mean	3692.330	O.1.1	Mean	91809.338
	Std. Deviation	1765.940		Std. Deviation	38971.585
	Minimum	876.228		Minimum	46610.991
	Maximum	7846.658		Maximum	251478.845
I.1.4	Mean	1.603	O.2.1	Mean	23.510
	Std. Deviation	.880		Std. Deviation	10.086
	Minimum	.382		Minimum	2.837
	Maximum	3.398		Maximum	48.875
I.1.5	Mean	83.999	O.2.2	Mean	34.925
	Std. Deviation	42.610		Std. Deviation	11.818
	Minimum	24.735		Minimum	7.572
	Maximum	255.310		Maximum	65.617
I.1.6	Mean	.827	O.2.3	Mean	11.716
	Std. Deviation	.605		Std. Deviation	6.898
	Minimum	.010		Minimum	1.200
	Maximum	2.140		Maximum	43.128
I.1.7	Mean	15.784	O.2.4	Mean	196.284
	Std. Deviation	10.182		Std. Deviation	140.740

	Minimum	2.200			Minimum	23.612
	Maximum	51.600			Maximum	600.061
I.1.8	Mean	9.897		O.2.5	Mean	2.482
	Std. Deviation	31.604			Std. Deviation	2.502
	Minimum	-40.081			Minimum	.187
	Maximum	280.132			Maximum	9.882
I.1.9	Mean	.625		O.2.6	Mean	7.792
	Std. Deviation	.405			Std. Deviation	7.413
	Minimum	.056			Minimum	1.216
	Maximum	1.365			Maximum	44.419
I.2.1	Mean	.189		O.2.7	Mean	4.115
	Std. Deviation	.095			Std. Deviation	3.351
	Minimum	.010			Minimum	.264
	Maximum	.430			Maximum	21.126
I.2.2	Mean	.088				
	Std. Deviation	.077				
	Minimum	.003				
	Maximum	.397				

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Navyše sme sledovali hodnoty šikmosti a špicatosti, pričom vysoké hodnoty boli spozorované pri premenných I.1.8 (šikmosť: 5.525, špicatosť: 37.556), O.1.1 (šikmosť: 2.276, špicatosť: 6.455), O.2.6 (šikmosť: 2.858, špicatosť: 8.322), O.2.7 (šikmosť: 2.204, špicatosť: 7.047). Pre premenné O.1.1, O.2.6 a O.2.7 sme za účelom eliminácie extrémnych hodnôt údaje winsorizovali, t.j. extrémne hodnoty sme nahradili určeným percentilom údajov (Fawcett et al., 2011). Konkrétne, všetky hodnoty premenných väčšie ako 95. percentil boli nahradené hodnotou 95. percentilu a všetky hodnoty premenných menšie ako 5. percentil boli nahradené hodnotou 5. percentilu. V prípade premennej I.1.8 jej distribučné rozdelenie nebolo možné ošetriť vhodnou metódou bez výraznej straty informácií. Vzhľadom na uvedené sme sa preto rozhodli túto premennú nezahrnúť do ďalšej analýzy a výpočtu kompozitného indikátora, čím sa pôvodná skupina ukazovateľov znížila na 20 premenných (12 vstupných a 8 výstupných premenných).

4.7.3 Doplnenie chýbajúcich hodnôt

Chýbajúce údaje pre krajiny EÚ27 tvorili v priemere 8.194 % pri zohľadnení 20 ukazovateľov v rokoch 2012 – 2019. Premenné I.1.3, I.1.4, I.1.5, I.1.9, I.2.1, I.2.3, O.1.1 a O.2.7 nevykazovali v sledovanom období žiadne chýbajúce hodnoty, naopak doplneniu

chýbajúcich hodnôt podliehali predovšetkým premenné I.1.1, I.1.2, O.2.5 ktorých priemerná úroveň nedostupných dát dosahovala 21.605 %. Pre premenné I.2.2, I.2.4, O.2.1, O.2.2, O.2.3, O.2.4, O.2.6 neboli k dispozícii dáta za posledný rok, t.j. 2019.

V rámci sledovaného časového radu a skupiny krajín nastali v spojitosti s nedostupnosťou dát v zásade 3 scenáre, ktoré sme po vzore metodiky SII riešili nasledovným spôsobom:

- v prípade ak dáta neboli k dispozícii za posledný rok – chýbajúce dáta sme nahradili dostupnými hodnotami predchádzajúceho roka,
- v prípade ak dáta neboli dostupné medzi rokmi sledovaného časového radu – chýbajúce dáta sme nahradili dostupnými hodnotami predchádzajúceho roka,
- v prípade ak dáta neboli dostupné pre prvý rok sledovaného časového radu – chýbajúce dáta sme nahradili dostupnými hodnotami nasledujúceho roka.

Pre doplnenie chýbajúcich hodnôt uvedenou metodikou sme sa rozhodli z dôvodu, že v EIS 2021 database, z ktorej sme čerpali časť dát, už niektoré hodnoty premenných boli doplnené týmto spôsobom a uplatnenie ďalšieho, iného spôsobu doplnenia chýbajúcich hodnôt by viedlo k rozdielom uplatňovanej metodiky medzi jednotlivými ukazovateľmi.

4.7.4 Viacrozmerná štatistická analýza

Viacrozmerná štatistická analýza bola vykonaná za účelom overenia vnútornej konzistencie údajov v rámci štruktúry koncepčného rámca, konkrétne agregovaných inovačných vstupov a výstupov (ďalej označované ako piliere nového kompozitného indikátora). V najoptimálnejšom prípade by mal byť kompozitný indikátor konštruovaný tak, aby každý pilier obsahoval jeden latentný komponent.

Na analýzu sme použili súbor spomínaných 20 premenných. Na overenie vyššie uvedených skutočností a prípadné zníženie počtu dimenzií dát sme aplikovali PCA. Na základe jej výsledkov je možné akceptovať príslušné dimenzie, pokiaľ spĺňajú nasledovné kritéria:

- a) vlastné číslo (eigenvalue) je vyššie ako 1 (tzv. Kaiserovo kritérium),
- b) predstavujú aspoň 10 % celkového rozptylu,
- c) kumulatívne prispievajú k viac ako 60 % celkového rozptylu (OECD, 2008).

Tab. 20 Výsledky PCA – vstupný pilier

Total Variance Explained							
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		Rotation Sums of Squared Loadings ^a	
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	5.507	45.893	45.893	5.507	45.893	45.893	5.485
2	1.721	14.344	60.238	1.721	14.344	60.238	1.683
3	1.259	10.492	70.729	1.259	10.492	70.729	1.489
4	.944	7.866	78.596				
5	.842	7.018	85.613				
6	.828	6.897	92.510				
7	.438	3.647	96.157				
8	.232	1.933	98.091				
9	.127	1.060	99.150				
10	.075	.629	99.779				
11	.020	.168	99.947				
12	.006	.053	100.000				

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. When components are correlated, sums of squared loadings cannot be added to obtain a total variance.

	Component		
	1	2	3
I.1.1	.685	-.346	.430
I.1.2	.324	.431	.380
I.1.3	.918	-.013	-.024
I.1.4	.970	.166	.029
I.1.5	.342	-.726	.246
I.1.6	.961	.162	.053
I.1.7	-.491	.152	.164
I.1.9	.919	-.008	-.244
I.2.1	.181	.632	-.490
I.2.2	.144	-.397	-.622
I.2.3	.964	.169	.004
I.2.4	-.204	.474	.389

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 3 components extracted.

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

PCA sme vykonali v štatistickom softvéri SPSS s rôznymi špecifikáciami, samostatne pre premenné vstupov a výstupov. Ako ukazujú výsledky PCA v Tab. 20, vstupný pilier sa v skutočnosti skladá z najmenej 3 latentných komponentov (s hodnotami eigenvalues ≥ 1). Prvý komponent vykazuje silnú pozitívnu závislosť s ukazovateľmi I.1.3, I.1.4, I.1.6, I.1.9 a I.2.3. Negatívne korelácie boli pozorované v prípade ukazovateľov I.1.7 a I.2.4.

Tab. 21 Výsledky PCA – vstupný pilier, vybrané premenné

Total Variance Explained						
Component	Total	Initial Eigenvalues		Extraction Sums of Squared Loadings		
		% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5.330	66.628	66.628	5.330	66.628	66.628
2	.960	12.001	78.630			
3	.863	10.790	89.420			
4	.479	5.992	95.411			
5	.244	3.048	98.459			
6	.093	1.157	99.616			
7	.021	.267	99.884			
8	.009	.116	100.000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component Matrix^a

Component	
1	
I.1.1	.678
I.1.2	.359
I.1.3	.918
I.1.4	.977
I.1.6	.970
I.1.7	-.477
I.1.9	.911
I.2.3	.973

Extraction Method: Principal
Component Analysis.

a. 1 components extracted.

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

V snahe upraviť vstupný pilier tak, aby obsahoval 1 latentný komponent s hodnotou eigenvalue ≥ 1 a kumulatívne prispieval k viac než 60 % celkového rozptylu sme zistili, že vstupný pilier možno skonštruovať z premenných I.1.1, I.1.2, I.1.3, I.1.4, I.1.6,

I.1.7, I.1.9, I.2.3 a táto špecifikácia vysvetľuje celkom 66.628 % variability. Z Tab. 21 tiež možno vidieť významné faktorové zaťaženia premenných I.1.4, I.2.3, I.1.3 a I.1.9.

Podobne sme postupovali aj pri analýze výstupného piliera, ktorý sa podľa výsledkov PCA pri zohľadnení všetkých premenných skladá z najmenej 2 latentných komponentov (s hodnotami eigenvalues ≥ 1).

Tab. 22 Výsledky PCA – výstupný pilier

Total Variance Explained							Rotation
Component	Total	Initial Eigenvalues		Extraction Sums of Squared Loadings			Sums of Squared Loadings ^a
		% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	4.070	50.873	50.873	4.070	50.873	50.873	3.892
2	1.633	20.418	71.291	1.633	20.418	71.291	2.227
3	.980	12.253	83.544				
4	.536	6.696	90.240				
5	.330	4.127	94.368				
6	.231	2.893	97.260				
7	.123	1.541	98.801				
8	.096	1.199	100.000				

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. When components are correlated, sums of squared loadings cannot be added to obtain a total variance.

Component Matrix^a

	Component	
	1	2
O.1.1	.751	.208
O.2.1	.864	-.282
O.2.2	.811	-.291
O.2.3	.704	-.532
O.2.4	.861	.028
O.2.5	.706	.039
O.2.6	.409	.731
O.2.7	.446	.778

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Pri špecifikácii výstupného piliera tak, aby obsahoval 1 latentný komponent sme vylúčili premenné O.2.6, O.2.7 a O.2.5. 5 zostávajúcich ukazovateľov (O.1.1, O.2.1, O.2.2, O.2.3, O.2.4) tvoriacich 1 hlavný komponent vystihuje maximálny objem informácií pôvodných premenných, resp. maximálny podiel rozptylu na úrovni 68.350 %.

Tab. 23 Výsledky PCA – výstupný pilier, vybrané premenné

Total Variance Explained						
Component	Total	Initial Eigenvalues		Extraction Sums of Squared Loadings		
		% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.418	68.350	68.350	3.418	68.350	68.350
2	.798	15.954	84.304			
3	.439	8.782	93.086			
4	.237	4.746	97.832			
5	.108	2.168	100.000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component Matrix^a

Component	
1	
O.1.1	.710
O.2.1	.911
O.2.2	.890
O.2.3	.812
O.2.4	.794

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 1 components extracted.

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výstupov z programu SPSS

Záverom tohto kroku tvorby kompozitného indikátora možno konštatovať, že z výsledkov PCA vykonanej na súbore vstupných a výstupných inovačných premenných krajín EÚ27 za sledované obdobie 8 rokov odvodit' nasledovné:

- vstupný inovačný pilier je konzistentný a koherentný ak sa zúži na 8 ukazovateľov, konkrétne I.1.1, I.1.2, I.1.3, I.1.4, I.1.6, I.1.7, I.1.9, I.2.3;
- výstupný inovačný pilier je konzistentný a koherentný ak sa zúži na 5 ukazovateľov, konkrétne O.1.1, O.2.1, O.2.2, O.2.3, O.2.4.

4.7.5 Normalizácia, váženie a agregačný proces

Z dôvodu vzájomnej porovnateľnosti jednotlivých premenných a za účelom ich ďalšej agregácie bolo nevyhnutné dáta normalizovať. Vybranou metódou bola min-max normalizácia, ktorá sa odporúča v prípade, kedy premenné majú rôzny rozsah, a ktorá normalizuje premenné tak, aby mali identický rozsah $[0, 1]$ odpočítaním minimálnej hodnoty a vydelením rozsahu hodnôt premennej.

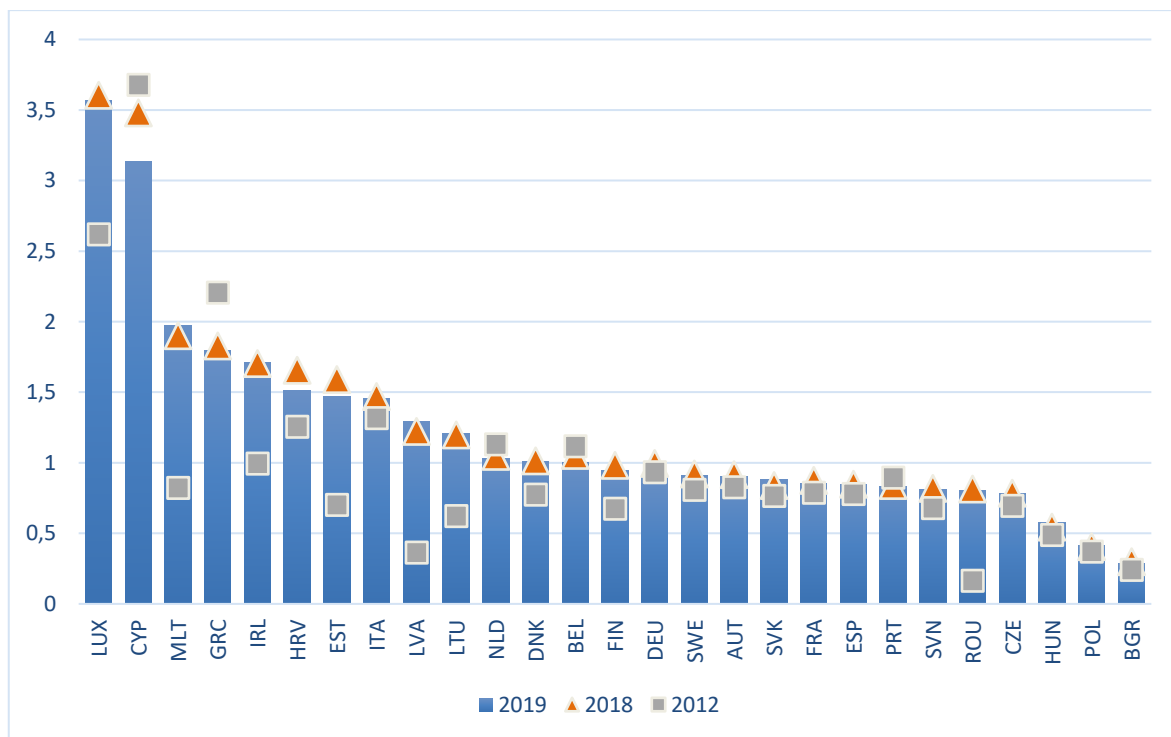
Z hľadiska metód určovania váh individuálnych premenných existuje široká škála prístupov, ktoré pozitívne či kriticky hodnotia priradovanie rozdielnych, resp. rovnakých váh premenným v procese tvorby kompozitných indikátorov. V našej práci sme sa obmedzili na systém rovnakých váh kompozitného indikátora, ktorý predpokladá, že každá zo sledovaných individuálnych premenných v rovnakej miere vplýva na výslednú hodnotu vstupného, resp. výstupného inovačného piliera.

Čo sa týka agregačného procesu, rozhodli sme sa uplatniť geometrickú agregáciu, konkrétne geometrický priemer, ktorý je vhodný v prípade, že je želané určiť mieru nekompenzovateľnosti medzi jednotlivými ukazovateľmi alebo dimenziami (Dutta – Lanvin, 2013).

Geometrický priemer sme vypočítali samostatne pre 8 vstupných premenných, čím sme kvantifikovali hodnotu vstupného inovačného piliera a 5 výstupných premenných, čím sme kvantifikovali hodnotu výstupného inovačného piliera pre krajiny EÚ27 v priebehu sledovaného obdobia. Výslednú hodnotu vlastného kompozitného indikátora sme potom stanovili ako pomer výstupného inovačného piliera k vstupnému inovačnému pilieru, čím sme stanovili mieru inovačnej výkonnosti podľa nami definovaného teoretického rámca.

4.7.6 Výsledky vlastného kompozitného indikátora

Vlastný kompozitný indikátor inovačnej výkonnosti stanovuje mieru inovačnej výkonnosti v podmienkach členských krajín EÚ. Vychádza z predpokladu, že miera inovačnej výkonnosti je založená na vzťahu produktivity, ktorý predstavuje pomer agregovaných inovačných výstupov k agregovaným inovačným vstupom. Obr. 22 znázorňuje výsledné poradie krajín podľa miery inovačnej výkonnosti meranej navrhnutým vlastným kompozitným indikátorom za rok 2019, 2018 a 2012.



Obr. 22 Rebríček EÚ27 podľa výsledkov vlastného kompozitného indikátora

Zdroj: Vlastné spracovanie

Ako je možné vidieť, na popredných miestach sa v posledných rokoch umiestnilo Luxembursko (LUX) a Cyprus (CYP), v porovnaní s rokom 2012 možno konštatovať výrazné zlepšenie miery inováčnej výkonnosti pri krajinách Malta (MLT), Luxembursko (LUX), Lotyšsko (LVA), Estónsko (EST), Írsko (IRL) a Rumunsko (ROU). V prípade Cypru (CYP), Grécka (GRC), Belgicka (BEL) a Holandska (NLD) došlo naopak k výraznejšiemu poklesu miery inováčnej výkonnosti v porovnaní s rokom 2012.

Možným príčinám uvedeného poradia krajín, ako aj identifikácii skupín krajín podľa miery inováčnej výkonnosti meranej novým kompozitným indikátorom sa venujeme v nasledujúcej kapitole tejto práce.

5 Diskusia

Dizertačná práca sa venuje skúmaniu národnej inovačnej výkonnosti a jej determinantov. Z predchádzajúcich kapitol, uvedených existujúcich štúdií a výskumov vyplýva, že sa jedná o aktuálnu problematiku, diskutovanú medzi ekonómami, vedúcimi predstaviteľmi vlád i medzi širokou verejnosťou. Interdisciplinárny charakter inovácií má však za následok, že niektoré oblasti zostávajú nepreskúmané, resp. v niektorých oblastiach neexistuje vedecký konsenzus, príkladom čoho je diverzita determinantov ovplyvňujúcich inovačnú výkonnosť krajín. V tejto súvislosti predkladaná práca skúma vplyv rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť vybraných krajín a na základe výsledkov analýzy navrhuje vlastný kompozitný indikátor inovačnej výkonnosti.

Štúdium dostupných zdrojov i spracovaná rešerš relevantnej domácej, a predovšetkým zahraničnej literatúry preukázala existenciu rozdielnych prístupov k meraniu a posudzovaniu inovačnej výkonnosti (inovačné prieskumy, kompozitné indikátory) prostredníctvom súboru rôznych individuálnych premenných – determinantov. Z dôvodu chýbajúcej zhody na jednotnom zozname inovačných determinantov medzi odborníkmi v danej problematike sme sa pri analýze vplyvu rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť vybraných krajín obmedzili na determinanty existujúceho kompozitného indikátora GII, ktorý predstavuje celosvetovo uznávané meradlo inovačnej sily národných ekonomík a spomedzi ostatných inovačných prieskumov či kompozitných indikátorov zachytáva najširšie spektrum inovačných determinantov. Sme názoru, že analýza determinantov práve tohto indikátora môže prispieť k pochopeniu fungovania komplexného národného inovačného systému, nie len niektorých jeho častí.

V počiatočnej fáze výskumu sme vychádzali z predpokladu, že bližšou analýzou vplyvu determinantov na inovačnú výkonnosť a ich vzájomných vzťahov, založenou na dátach GII, možno dospieť k revidovanému súboru determinantov, kľúčových pri posudzovaní inovačnej výkonnosti (t.j. domnievali sme sa, že analýza odhalí prebytočné, bezpredmetné indikátory, ktoré by bolo možné z hodnotenia vynechať). Vykonané analýzy – analýza spoľahlivosti a konfirmačná faktorová analýza však overili štruktúru existujúceho kompozitného indikátora a preukázali odôvodnenosť konštrukcie jednotlivých jeho častí, konkrétne pilierov prostredníctvom príslušných podpilierov ako to špecifikuje metodika tvorby GII.

Následná aplikácia SEM na dátach GII pre 120 vybraných krajín v priebehu sledovaného obdobia 10 rokov prispela k objasneniu vzájomných súvislostí medzi jednotlivými determinantmi inovačnej výkonnosti, ako aj k identifikácii determinantov s rozhodujúcim vplyvom na celkovú národnú inovačnú výkonnosť. Najdôležitejšie výsledky možno interpretovať v rámci nasledovných bodov:

- Najväčší priamy vplyv na inovačné výstupy majú prvky sofistikovanosti podnikania, zatiaľ čo ľudský kapitál a výskum má najväčší nepriamy vplyv na inovačné výstupy.
- Integrovaná infraštruktúra v oblasti dopravy, informatizácie a podpory ekologickej udržateľnosti má pozitívny vplyv na prvky inštitucionálneho prostredia, ľudského kapitálu a výskumu, ako aj sofistikovanosti podnikania.
- Sofistikovanosť podnikania je ovplyvnená inštitucionálnym prostredím, a tiež dostupnosťou a kvalitou ľudského kapitálu a výskumu.
- Úroveň sofistikovanosti podnikania determinuje najmä úroveň zamestnanosti v znalostne náročných službách, dostupnosť formálneho vzdelávania na úrovni podnikov, a tiež percentuálny podiel celkových hrubých výdavkov na výskum a vývoj financovaný podnikmi.
- Úroveň ľudského kapitálu a výskumu je determinovaná predovšetkým počtom výskumných pracovníkov, hrubými výdavkami na výskum a vývoj, kvalitou univerzitných inštitúcií určenou ako priemerné skóre rankingu 3 najlepších národných univerzít podľa hodnotenia QS World University ranking.

Zistené skutočnosti o dôležitosti prvkov sofistikovanosti podnikania, ľudského kapitálu a výskumu, inštitucionálneho prostredia a infraštruktúry v kontexte národnej inovačnej výkonnosti potvrdzuje rad domácich i zahraničných štúdií. Najmä v oblasti vzťahov medzi inštitúciami a inováciami došlo v posledných rokoch k výraznému nárastu akademického výskumu (He – Tian, 2020). Hoci možno pozorovať rastúci záujem o tzv. mäkké alebo neformálne inštitúcie zahŕňajúce sociálne zvyklosti (Donges et al., 2021) či firemnú kultúru (Sunder et al., 2017), prevažná väčšina štúdií sa naďalej zameriava na tradičné formálne ekonomické a politické inštitúcie a zdôrazňuje význam rozvoja finančných a produktových trhov (Moshirian et al., 2021), pozitívne efekty dotácií do oblasti ľudských zdrojov (Anelli et al., 2020), dôležitosť vládnych politík a politík hospodárskej súťaže (Anderson et al., 2019) a účinky fiškálnych stimulov (Mukherjee et al., 2017) na rast

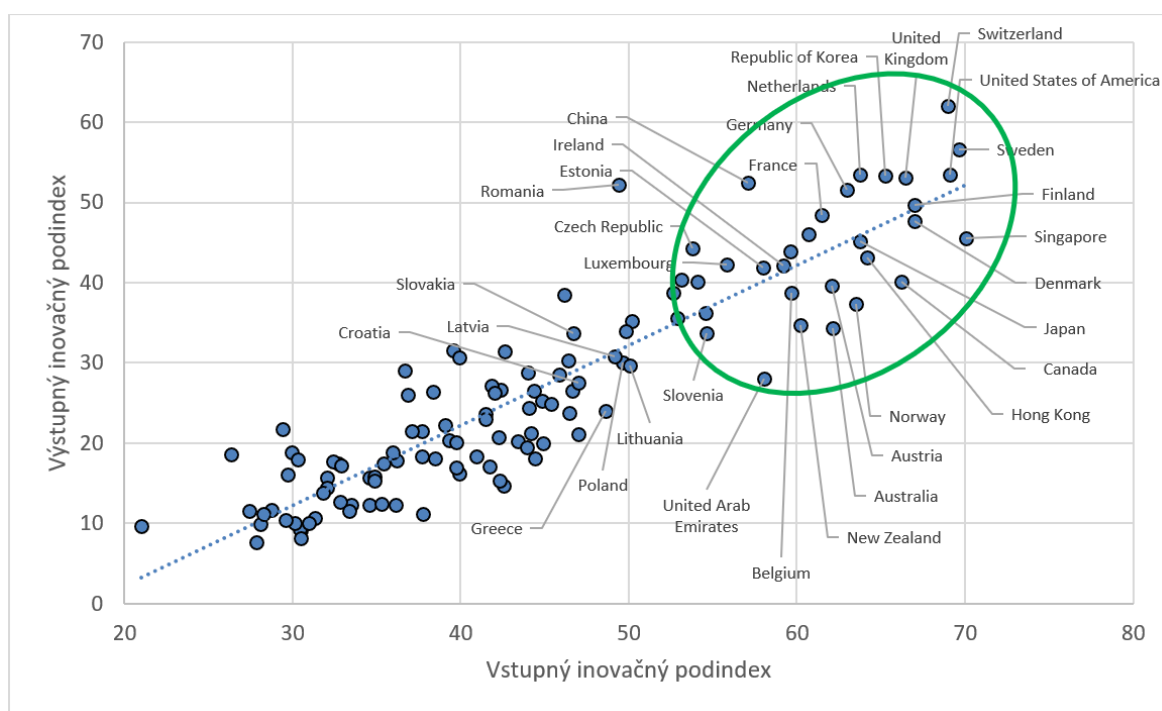
inovačnej schopnosti krajiny. Ako uvádza Lundvall (2016), inovačný systém je nevyhnutne tvorený inštitúciami, zapojenými do podpory a usmerňovania dynamiky hospodárskej činnosti, pričom jednotlivé prvky a vzťahy medzi týmito inštitúciami zohrávajú kľúčovú rolu pri produkcii, šírení a využívaní inovácií. Priaznivé a vhodné infraštruktúrne podmienky podľa autorov Medeiros, Godoi a Teixeira (2019) spolu s konzistentnými sociálnymi a politickými štruktúrami možno označiť ako determinanty ekonomického systému krajiny s priaznivým vplyvom na inovačnú výkonnosť i celkovú konkurencieschopnosť ekonomiky.

Zistené výsledky možno chápať a vysvetliť aj v kontexte tzv. triple helix modelu. Koncept triple helix predstavuje inovačnú špirálu, ktorá vytvára multiplikačné a recipročné vzťahy medzi verejnými, súkromnými a akademickými inštitúciami na rôznych stupňoch zhodnotenia poznatkov. Vyzdvihuje dôležitosť interakcií medzi univerzitnými inštitúciami, priemyslom/podnikmi a vládou pre zlepšenie prostredia pre inovácie v znalostnej ekonomike (Etzkowitz – Leydensdorff, 2000). Východiskovou myšlienkou je prenos výsledkov akademického bádania do praxe, ktorý je možný výhradne v prípade spolupráce firiem a inštitúcií, pri ktorej dôjde k efektívnej výmene informácií. Čím sú väzby medzi jednotlivými aktérmi silnejšie, tým je inovačná výkonnosť a konkurencieschopnosť vyššia. Základom je teda prepojenie subjektov produkujúcich znalosti v podobe výskumných inštitúcií a univerzít so subjektmi, ktoré budú tieto znalosti aplikovať v praxi. Pre podporu tejto spolupráce a neustáleho vzájomného učenia by mala krajina disponovať podpornou infraštruktúrou (vrátane inštitucionálnej základne v podobe napr. vedeckotechnických parkov, podnikateľských inkubátorov, inovačných centier), a samozrejme i aktívna podpora vlády, napr. v podobe prijatých stratégií a politík, zohráva kľúčovú rolu (Bianchi, 2001). Sieť navzájom prepojených častí triple helix modelu zaisťuje vzájomné väzby a následnú tvorbu, prenos a využívanie nových znalostí na národnej úrovni. Inovácie sú potom výsledkom neustálej interakcie medzi uvedenými aktérmi. Významnú úlohu v inovačnom procese zohrávajú nie len univerzity a výskumné organizácie, ale tiež podniky, ich dodávatelia, odberatelia a v neposlednom rade kvalita inštitúcií a prostredie, v ktorom je inovačný proces uskutočňovaný (Chen - Ye, 2008; Klusaček – Kučera – Pazour, 2008).

Vyššie uvedené výsledky analýzy poskytli zaujímavé zistenia podložené aj výsledkami realizovaných výskumov v zahraničí a prispeli k ozrejmieniu vzťahov medzi inovačnými determinantmi i ich vplyvu na celkovú národnú inovačnú výkonnosť. Hoci na základe výsledkov analýzy nedošlo k vynechaniu niektorých súčastí GII ako sme spočiatku

predpokladali, výstupy SEM možno aplikovať v kontexte váh jednotlivých pilierov a podpilierov GII, ktoré oficiálna metodika GII neuvádza. V skutočnosti možno uvažovať o tom, že vyčíslením váh pomocou SEM sme sa výrazne priblížili k váham, ktoré stanovuje GII pri výpočte celkového skóre krajín. Výsledky našej analýzy tak neprispeli len k objasneniu vzťahov medzi inovačnými determinantmi a ich vplyvu na celkovú inovačnú výkonnosť, ale tiež k revízii a doplneniu existujúceho kompozitného indikátora inovačnej výkonnosti GII.

Využitím výsledkov analýzy možno kvantifikovať i hodnoty vstupného a výstupného inovačného podindexu, ktoré je podľa Edquist et al. (2018) potrebné za účelom sledovania inovačnej výkonnosti dať do pomeru a sledovať tým efektívnosť premeny vynaložených inovačných vstupov na inovačné výstupy.



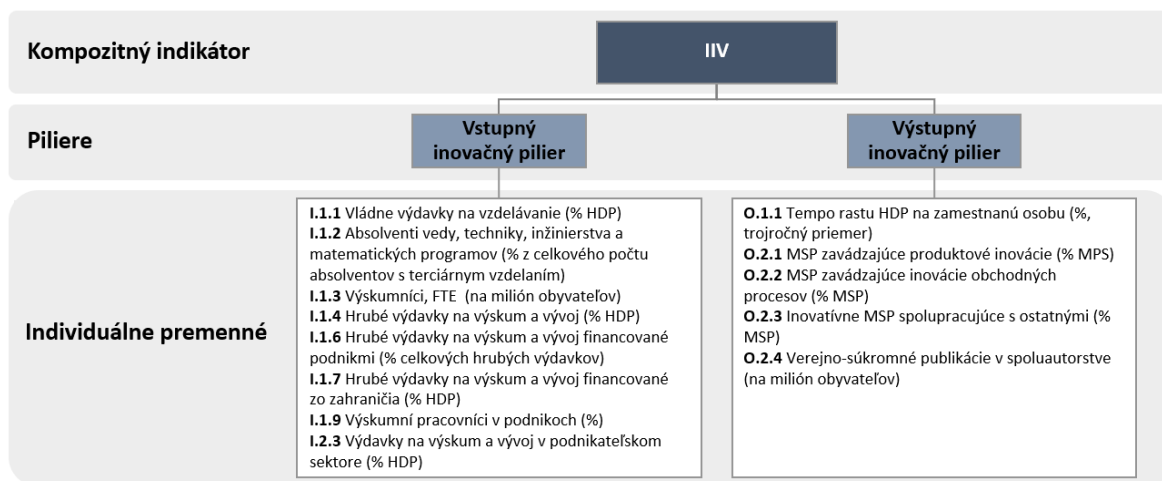
Obr. 23 Porovnanie vstupného a výstupného podindexu – 120 krajín, rok 2021

Zdroj: Vlastné spracovanie

Výstupy uvedeného Obr. 23 prezentujú zaujímavé skutočnosti – krajiny hodnotené na popredných priečkach GII (v grafe je táto skupina ohraničená zelenou) ako napr. Fínsko, Singapur, Dánsko, Nórsko, Rakúsko, Belgicko vykazujú nízku úroveň efektívnej premeny vstupov na inovačné výstupy. Porovnaním krajín EÚ možno konštatovať, že Francúzsko vynakladá podobnú úroveň vstupov do inovačného procesu ako Rakúsko, pričom generuje výrazne väčší objem výstupov. Podobne na príklade Rumunska možno ilustrovať, že

v porovnaní s Nemecko a Holandskom dosahuje podobnú úroveň inovačných výstupov pri oveľa nižšej úrovni investovaných inovačných vstupov.

Uvedené skutočnosti spolu s prístupom, podľa ktorého je hodnotenie inovačnej výkonnosti založené na vzťahu produktivity, ktorý možno definovať ako pomer agregovaných inovačných výstupov k agregovaným inovačným vstupom, tvorili základe pri návrhu vlastného kompozitného indikátora. Navrhovaný IIV je zameraný na hodnotenie miery inovačnej výkonnosti v podmienkach členských krajín EÚ a bol konštruovaný vychádzajúc z existujúcich kompozitných indikátorov – GII a SII. Dôvodom rozhodnutia zahrnúť do hodnotenia premenné 2 existujúcich indikátorov bola skutočnosť, že identifikácia nového súboru vstupných a výstupných inovačných ukazovateľov by si vzhľadom na široké spektrum inovačných determinantov vyžadovala okrem hĺbkovej analýzy tiež expertný pohľad na danú problematiku a vo všeobecnosti presahuje rámec tejto práce. Obmedzením sa na vstupné a výstupné inovačné ukazovatele podľa definície OECD (2018) sme dospeli k súboru 30 premenných, ktoré sme vzhľadom na dostupnosť dát a výsledky jednotlivých krokov tvorby kompozitného indikátora zúžili na 13 premenných, z nich 8 na vstupe a 5 na výstupe. Obr. 24 zobrazuje štruktúru nami navrhovaného kompozitného indikátora inovačnej výkonnosti.



Obr. 24 Štruktúra IIV

Zdroj: Vlastné spracovanie

Podielom agregovaných inovačných výstupov (hodnota výstupného inovačného piliera) k agregovaným inovačným vstupom (hodnota vstupného inovačného piliera) možno vyčíslieť hodnotu IIV ako mieru inovačnej výkonnosti členských krajín EÚ.

Pre porovnanie dosiahnutých výsledkov s existujúcimi kompozitnými indikátormi GII a SII sme v neposlednom rade vykonali zhľukovú analýzu, ktorá umožnila klasifikovať EÚ27 do 4 skupín podľa dosiahnutej inovačnej výkonnosti meranej 3 rozdielnymi indexmi, porovnanie výsledkov uvádza Tab. 24. Do porovnania sme zahrnuli dáta za najaktuálnejšie obdobie.

Tab. 24 Porovnanie inovačnej výkonnosti EÚ27 podľa SII, GII a IIV

Skupina	GI	SII	IIV
Inovační lídri	Švédsko, Fínsko, Dánsko, Nemecko, Francúzsko	Švédsko, Fínsko, Dánsko, Belgicko	Luxembursko, Cyprus
Silní inovátori	Rakúsko, Írsko, Estónsko, Belgicko, Luxembursko, Česko	Holandsko, Nemecko, Luxembursko, Rakúsko, Estónsko, Francúzsko, Írsko	Malta, Grécko, Írsko, Chorvátsko, Estónsko, Taliansko
Mierni inovátori	Holandsko, Malta, Cyprus, Taliansko, Španielsko, Portugalsko, Slovinsko, Maďarsko, Bulharsko	Taliansko, Cyprus, Malta, Slovinsko, Španielsko, Česko, Litva, Portugalsko, Grécko	Lotyšsko, Litva, Holandsko, Dánsko, Belgicko, Fínsko, Nemecko, Švédsko, Rakúsko, Slovensko, Francúzsko, Španielsko, Portugalsko, Slovinsko, Rumunsko, Česko
Skromní inovátori	Slovensko, Lotyšsko, Litva, Poľsko, Chorvátsko, Grécko, Rumunsko	Chorvátsko, Maďarsko, Slovensko, Poľsko, Lotyšsko, Bulharsko, Rumunsko	Maďarsko, Poľsko, Bulharsko

Zdroj: Vlastné spracovanie

Výsledky porovnania EÚ27 z pohľadu inovačnej výkonnosti prinášajú zaujímavé zistenia týkajúce sa predovšetkým skupiny inovačných lídrov. Ani jedna z vedúcich krajín GII a SII podľa výsledkov nami navrhovaného kompozitného indikátora nedosahuje efektívnu úroveň premeny inovačných vstupov na výstupy, miera inovačnej výkonnosti je podobná krajinám označovaným ako skromní/rozvíjajúci sa inovátori (Lotyšsko, Slovensko, Rumunsko). Podobne Chorvátsko a Grécko (skromní, resp. mierni inovátori podľa GII a SII) podľa IIV dosahujú po Luxembursku, Cypre, Malte a Írsku najvyššiu mieru inovačnej výkonnosti.

Súhrnne možno konštatovať, že hodnotenie IIV nie je totožné s existujúcimi prístupmi a zdá sa byť kontraintuitívne, keďže mnohé z krajín s najvyšším hodnotením sú menej rozvinuté ekonomiky s menej komplexnými inovačnými systémami. Na druhej strane, krajiny, ktoré tradične v inovačných rebríčkoch (GII, SII) vedú, majú nižšie postavenie pokiaľ ide o mieru inovačnej výkonnosti hodnotenú IIV. Na úplné a podrobné vysvetlenie dôvodov týchto výsledkov by bolo vhodné ďalej uplatniť sofistikované metódy, ktoré umožňujú kontrolovať jednotlivé kľúčové aspekty hodnotenia.

Čiastočným vysvetlením dosiahnutých, zdanlivo protichodných výsledkov je, že investície do inovačných vstupov môžu dosahovať klesajúce výnosy z rozsahu, takže krajiny napriek vysokým investíciám do inovačných vstupov nedosahujú želanú úroveň inovačných výstupov. Naopak, menej rozvinuté krajiny EÚ vynakladajúce obmedzené zdroje na vstupe do inovačného procesu dokážu využívať svoje (obmedzenejšie) zdroje efektívnejším spôsobom.

Ďalším možným vysvetlením môže byť skutočnosť, že krajiny s komplexnými inovačnými systémami sú zvyčajne orientované na radikálne inovácie a rozvoj nových priemyselných odvetví, najmä v sektoroch náročných na znalosti a high-tech. Tieto inovačné snahy sú však charakteristické neistotou, vysokým rizikom zlyhania a veľkými časovými oneskoreniami v kontexte merania inovačnej výkonnosti. Naproti tomu, krajiny s nižšími inovačnými vstupnými zdrojmi majú tendenciu absorbovať a prijímať úspešné a overené inovácie z iných krajín, čo zahŕňa nižšie náklady na inovačné vstupy, no zároveň môže byť efektívnejšie, nakoľko týmto možno predísť rizikám spojeným s ich vývojom, a čo umožňuje ich rýchlejšie a lacnejšie zavedenie do praxe v porovnaní s krajinou, v ktorej boli vyvinuté. Z dlhodobejšieho hľadiska môže byť ich umiestnenie na popredných priečkach diskutabilné, pretože nevytvárajú predpoklad vlastného budúceho inovačného potenciálu.

Prikláňame sa tiež k názoru autorov Edquist et al. (2018), podľa ktorých je efektívne šírenie inovácií pre rozvoj a rast národných ekonomík oveľa dôležitejšie ako samotné postavenie krajiny v pozícii inovačného lídra. Ekonomiky, ktoré sú tradične považované za inovačných lídrov môžu byť charakteristické vytváraním nových alebo vylepšených produktov alebo procesov (alebo ich kombinácie) pre svet, zatiaľ čo pre krajiny, ktoré ich nasledujú je typická absorpcia a neskoršie šírenie týchto inovácií. Táto skutočnosť môže tiež poskytnúť podnetný impulz z hľadiska nastavenia inovačnej politiky, ktorej čiastkovým cieľom môže byť práve dobiehanie popredných krajín absorpciou inovácií zo zahraničia.

5.1 Prínosy dizertačnej práce

Spracovanie dizertačnej práce a v nej obsiahnuté výsledky možno považovať za prínosné z niekoľkých hľadísk.

Z teoretického hľadiska práca sumarizuje kľúčové poznatky problematiky inovácií, s osobitným dôrazom na inovačnú výkonnosť, jej meranie a determinanty. Osobitne boli rozpracované pohľady a prístupy k determinantom inovačnej výkonnosti na rôznych úrovniach – podnik, región, odvetvie. Práca tiež pojednáva o spôsoboch merania inovačnej výkonnosti prostredníctvom inovačných prieskumov a kompozitných indikátorov. Sme názoru, že teoretická časť práce detailne mapuje existujúci stav riešenej problematiky doma i v zahraničí a môže byť prínosná pre rôznorodú skupinu čitateľov zaujímajúcich sa o danú problematiku.

Práca priniesla zaujímavé zistenia aj v empirickej rovine. Významný pozitívny vplyv prvkov sofistikovanosti podnikania, ľudského kapitálu a výskumu, inštitucionálneho prostredia a infraštruktúry v kontexte národnej inovačnej výkonnosti, na ktorý poukazuje množstvo domácich i zahraničných štúdií sa preukázal aj v rámci analýzy vplyvu determinantov GII na inovačnú výkonnosť. Návrh vlastného kompozitného indikátora ponúkol nový pohľad na posudzovanie miery inovačnej výkonnosti založený na vzťahu produktivity, definovanom ako pomer agregovaných inovačných výstupov k agregovaným inovačným vstupom. Zistené skutočnosti môžu predstavovať inšpiráciu a podnet na realizáciu podrobnejšieho výskumu i návrh robustnejšieho kompozitného indikátora v rámci ďalších vedeckých prác.

Významné prínosy vnímame tiež v aplikačnej rovine, predovšetkým z hľadiska nastavenia priorít politiky podpory inovácií. Prácu možno považovať za jedinečnú z hľadiska komplexnosti spracovania a návrhu vlastného kompozitného indikátora, poznatky obsiahnuté v dizertačnej práci možno doplniť o výsledky ďalších, podrobnejších analýz a využiť ich pri tvorbe národných či regionálnych inovačných politík, čo celkovo prispieva k rozširovaniu poznatkovej bázy problematiky inovácií.

Samotná práca môže byť prínosná aj z pedagogického hľadiska, najmä z pohľadu rozvoja študijných programov Podnikovohospodárskej fakulty Ekonomickej univerzity v Bratislave so sídlom v Košiciach. Poznatky obsiahnuté v dizertačnej práci sú priamo aplikovateľné v rámci predmetov Manažment inovácií, Hospodárska politika a Riadenie

a financovanie inovácií na 3. stupni. Okrem toho môžu byť zistené skutočnosti tiež zaujímavým impulzom pre predmet Regionálny rozvoj.

V neposlednom rade máme za to, že interdisciplinárny charakter inovácií a zameranie tejto dizertačnej práce presahuje rámec ekonomických vied a môže byť prínosom i pre rozvoj verejnoprávnych vedných disciplín.

5.2 Možnosti ďalšieho výskumu

Výsledky vykonaného výskumu v tejto dizertačnej práci vzhľadom na interdisciplinárny charakter inovácií, diverzitu determinantov i samotných spôsobov merania a posudzovania inovačnej výkonnosti nemožno považovať za všeobecne platné a konečné.

Vplyv rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť a vzťahy medzi nimi sme skúmali na základe dát existujúceho kompozitného indikátora GII na vzorke 120 vybraných krajín. Komplexná analýza si vyžaduje sledovanie oveľa širšieho spektra determinantov (dostupných napr. v rámci Science, Technology and Innovation Scoreboard) v dlhšom časovom období, ich prípadnú klasifikáciu i sledovanie ich účinkov v krajinách podľa stupňa ich ekonomického rozvoja. Alternatívu k tomuto prístupu by mohlo predstavovať tiež sledovanie determinantov jednotlivých národných inovačných systémov, čomu však nevyhnutne predchádza vytvorenie holistického prístupu k inovačným systémom, ktorý by zahŕňal poznatky o všetkých determinantoch rozvoja a šírenia inovácií (i tu však ostáva naďalej diskutabilné, či naozaj možno špecifikovať všetky determinanty rozvoja a šírenia inovácií).

V kontexte návrhu nového kompozitného indikátora existuje rad možností ďalšieho štúdia, nami navrhnutý IIV považujeme za východisko námetu pre ďalšie skúmanie inovačnej výkonnosti ako miery efektivity premeny inovačných vstupov na inovačné výstupy. Vykonané rozhodnutia o výbere individuálnych premenných, metóde doplnenia chýbajúcich hodnôt, normalizácie dát, váženía i použitia agregáčnej metódy je potrebné podrobiť bližšiemu skúmaniu a IIV revidovať v závislosti od jeho ďalšieho použitia. Je tiež vhodné zvážiť uplatnenie moderných analytických metód (nad rámec Metodickéj príručky tvorby kompozitných indikátorov) podľa najnovších vedeckých publikácií zaoberajúcich sa kvantitatívnym skúmaním inovačnej výkonnosti kompozitnými indikátormi. Podľa Liu et al. (2017) za najpopulárnejšie aktuálne možno považovať analýzu dátových obalov (z angl. Data Envelopment Analysis - DEA), stochastickú hraničnú analýzu (z angl. Stochastic

Frontier Analysis - SFA) či kvantitatívnu komparatívnu analýzu a jej rozšírenie do teórie fuzzy množín (z angl. Fuzzy-set Quantitative Comparative Analysis - fsQCA). Do popredia sa tiež dostávajú metódy viackriteriálneho (multikriteriálneho) hodnotenia (Corrente et al., 2021) a techniky strojového učenia (Forner – Ozcan – Bacon, 2019).

Okrem toho je na úplné a podrobné vysvetlenie dôvodov výsledkov hodnotenia IIV tiež vhodné ďalej uplatniť sofistikované metódy, ktoré by umožnili kontrolovať jednotlivé kľúčové aspekty hodnotenia. Ostáva tiež na zváženie, či výsledný kompozitný indikátor pomeru inovačných výstupov k inovačným vstupom možno porovnať s existujúcimi kompozitnými (syntetickými) indikátormi, ktorých hodnota sa mení s výškou vynaložených vstupov do inovačného procesu bez ohľadu na to, ako sa zdroje využívajú a aký inovačný výstup generujú.

Vyššie uvedené skutočnosti predstavujú možnosti ďalšieho skúmania a možno ich využiť ako inšpiráciu pri ďalšom výskume v predmetnej oblasti.

Záver

Inovácie predstavujú rozhodujúci nástroj ekonomického rozvoja podnikov i hospodárskeho rastu krajín a regiónov. Vzhľadom na ich interdisciplinárny charakter nemožno jednoznačne hovoriť o skupine determinantov s kľúčovým vplyvom na inovačnú výkonnosť, napriek tomu však bolo v posledných rokoch vytvorených niekoľko metód a nástrojov komplexného posudzovania inovačnej výkonnosti – medzi nimi najmä inovačné prieskumy a kompozitné indikátory inovačnej výkonnosti.

Hlavným cieľom tejto dizertačnej práce bolo na základe výsledkov analýzy zhodnotiť vplyv rozličných determinantov na inovačnú výkonnosť vybraných krajín a navrhnúť vlastný kompozitný indikátor inovačnej výkonnosti. Analytická časť práce vychádza z dát existujúceho kompozitného indikátora GII, ktorý predstavuje celosvetovo uznávané meradlo inovačnej schopnosti národných ekonomík. Napriek jeho popularite existuje niekoľko nejasností, či pochybností v súvislosti s jeho konštrukciou, konkrétne napr. vážením jednotlivých podpilierov a pilierov, čo znemožňuje jeho replikovateľnosť a obmedzuje jeho vypovedaciu schopnosť v oblasti stanovenia kľúčových determinantov inovačnej výkonnosti. Vychádzajúc z definovaných pilierov a podpilierov GII sme v tejto dizertačnej práci zhodnotili vplyv rozličných determinantov na národnú inovačnú výkonnosť a na základe výsledkov analýzy doplnili GII o váhy potrebné k výpočtu GII. Následne sme navrhli vlastný kompozitný indikátor, ktorého jedinečnosť spočíva v určovaní miery inovačnej výkonnosti založenej na vzťahu produktivity, ktorý možno definovať ako pomer agregovaných inovačných výstupov k agregovaným inovačným vstupom.

Tvrdiť, že navrhovaný vlastný kompozitný indikátor inovačnej výkonnosti je optimálny a najlepší by bolo veľkou chybou. Radi by sme na tomto mieste zdôraznili, že sa s takýmto tvrdením nestotožňujeme a uvedomujeme si potrebu ďalšieho výskumu v tejto oblasti, ako to popisuje aj príslušná kapitola tejto práce. Je tiež dôležité poukázať na skutočnosť, že nami navrhovaný indikátor popisuje inovačnú výkonnosť na základe dát a premenných z minulosti, ktoré nemusia popisovať aj budúci stav, obzvlášť v dnešnom rýchle sa meniacom prostredí.

Zoznam použitej literatúry

1. ACS, Z. J. – VARGA, A. Geography, Endogenous Growth, and Innovation. In: *International Regional Science Review* [online]. 2002, roč. 25, č. 1, s. 132-148 [cit. 2021-02-24]. Dostupné na: doi:10.1177/016001702762039484.
2. ANDERSON, R. D. et al. *Competition Policy and Intellectual Property in Today's Global Economy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2019. 920 s. ISBN 978-1316645680.
3. ANDERSSON, M. – LÖÖF, H. Small business innovation: firm level evidence from Sweden. In: *Journal of Technology Transfer* [online]. 2011, roč. 37, č. 5, s. 732-754 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: doi: 10.1007/s10961-011-9216-9.
4. ANELLI, M. et al. Does Emigration Drain Entrepreneurs? In: *CESifo Working Paper No. 8388* [online]. 2020 [cit. 2022-05-19]. Dostupné na: doi: 10.2139/ssrn.3642386.
5. ARROW, K. J. Economic welfare and the allocation of resources for innovation. In: *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* [online]. 1962, s. 609-625 [cit. 2021-01-09]. Dostupné na: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-349-15486-9_13.
6. AUDRETSCH, D. – FELDMAN, M. Knowledge Spillovers and the Geography of Innovation. In: HENDERSON, J.V - THISSE, J. *Handbook of Urban and Regional Economics: Cities and Geography*. Amsterdam: North Holland Publishing, 2004, s. 2713-2739. ISBN 978-0444509673.
7. BACKHAUS, K. et al. *Multivariate Analysemethoden*. Berlin: Springer-Verlag, 2016. 647 s. ISBN 978-3-662-46075-7.
8. BIANCHI, A. J. Management Indicators Model to Evaluate Performance of IT Organizations. In: *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology. Proceedings Vol.1: Book of Summaries* [online]. 2001, s. 217-229 [cit. 2022-05-16]. Dostupné na: doi: 10.1109/PICMET.2001.952021.
9. BLOMSTRÖM, M. – KOKKO, A. Multinational corporations and spillovers. In: *Journal of Economic Surveys* [online]. 1998, roč. 12, č. 3, s. 247-277 [cit. 2021-03-08]. Dostupné na: doi: 10.1111/1467-6419.00056.
10. BOLLEN, K. A. *Structural Equations with Latent Variables*. Canada: John Wiley & Sons, Inc., 1989. 514 s. ISBN 978-0471011712.
11. BRAUN-THÜRMANN, H. *Innovation*. Bielefeld: digitron GmbH, 2005. 113 s. ISBN 3-89942-291-0.

12. BUCKLEY, P. J. – GHOURI, P. N. Globalisation, economic geography and the strategy of multinational enterprises. In: *Journal of International Business Studies* [online]. 2004, roč. 35, č. 3, s. 81-98 [cit. 2021-03-08]. Dostupné na: doi: 10.1057/palgrave.jibs.8400076.
13. BURR, W. *Innovationen in Organisationen*. Stuttgart: Kohlhammer, 2017. 236 s. ISBN 978-3-17-031180-0.
14. CARAYANNIS, E. – GRIGOROUDIS, E. Linking Innovation, Productivity, and Competitiveness: Implications for Policy and Practice. In: *Journal of Technology Transfer* [online]. 2014, roč. 39, s. 199-218 [cit. 2022-07-13]. Dostupné na: doi: 10.1007/s10961-012-9295-2.
15. CARLSSON, B. et al. Innovation systems: analytical and methodological issues. In: *Research Policy* [online]. 2002, roč. 31, č. 2, s. 233-245 [cit. 2021-03-04]. Dostupné na: doi: 10.1016/S0048-7333(01)00138-X.
16. CARROLL, J. A. Note on Departmental Autonomy and Innovation in Medical Schools. In: *The Journal of Business* [online]. 1967, roč. 40, č. 4, s. 531-534 [cit. 2021-02-25]. Dostupné na: https://www.jstor.org/stable/2351634?seq=4#metadata_info_tab_contents.
17. CESIUK. *Centrum excelentnosti pre spoločenské inovácie Univerzity Komenského* [online]. 2021 [cit. 2021-01-09]. Dostupné na: <https://fphil.uniba.sk/veda/vedecky-profil-fakulty/centra-excelentnosti-a-akademicke-siete/centrum-excelentnosti-pre-spolocenske-inovacie-univerzity-komenskeho/>.
18. CETINGUC, B. et al. The Moderating Effect of Indulgence on the Relationships Among Global Innovation Index Indicators. In: *Industrial Engineering in the Big Data Era* [online]. 2019, s. 417-425 [cit. 2022-05-16]. Dostupné na: doi: 10.1007/978-3-030-03317-0_34.
19. CHEN, J. – YE, W. The modes of university-industry collaborative innovation in service: A case study from China. In: *2008 4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology* [online]. 2008 [cit. 2022-05-20]. Dostupné na: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4654589>.
20. CICCONE, A. – HALL, R. E. Productivity and the Density of Economic Activity. In: *American Economic Review* [online]. 1996, roč. 86, č. 1, s. 54-70 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: <http://www.jstor.org/stable/2118255>.

21. COE, D. T. – HELPMAN, E. – HOFFMAISTER, A. W. North-south R&D spillovers. In: *Economic Journal* [online]. 1997, roč. 107, č. 440, s. 134-149 [cit. 2021-03-08]. Dostupné na: <http://www.jstor.org/stable/2235275>.
22. COHEN, W. M. Fifty Years of Empirical Studies of Innovative Activity and Performance. In: *Handbook of the Economics of Innovation* [online]. 2010, s. 129-214 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: doi: 10.1016/s0169-7218(10)01004-x.
23. COHEN, W. M. – KLEPPER, S. Firm Size and the Nature of Innovation within Industries: The Case of Process and Product R&D. In: *The Review of Economics and Statistics* [online]. 1996, roč. 78, č. 2, s. 232-243 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: doi: 10.2307/2109925.
24. COHEN, W. – LEVINTHAL, D. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. In: *Administrative science quarterly* [online]. 1990, roč. 35, č. 1, s. 128-152 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: doi: 10.2307/2393553.
25. COLEMAN, J. – KATZ, E. – MENZEL, H. The Diffusion of an Innovation Among Physicians. In: *Sociometry* [online]. 1957, roč. 20, č. 4, s. 253-270 [cit. 2021-01-09]. Dostupné na: doi: 10.2307/2785979.
26. COMANOR, W. S. Market Structure, Product Differentiation and Industrial Research. In: *Quarterly Journal of Economics* [online]. 1967, roč. 81, č. 4, s. 639-657 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: <http://www.jstor.org/stable/1885583>.
27. COOPER, R. G. Project NewProd: Factors in New Product Success. In: *European Journal of Marketing* [online]. 1980, roč. 14, s. 277-292 [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: doi: 10.1108/eum0000000004906.
28. COOPER, R.G. – KLEINSCHMIDT, E.J. Major new products: what distinguishes the winners in the chemical industry? In: *Journal of Product Innovation Management* [online]. 1993, roč. 10, č. 2, s. 90-111 [cit. 2021-03-03]. Dostupné na: doi: 10.1016/0737-6782(93)90002-8.
29. CORRENTE, S. et al. Robust measurement of innovation performances in Europe with a hierarchy of interacting composite indicators. In: *Economics of Innovation and New Technology* [online]. 2021 [cit. 2021-05-14]. Dostupné na: doi: 10.1080/10438599.2021.1910815.
30. CORSTEN, H. et al. *Grundlagen des Technologie- und Innovationsmanagements*. München: Franz Vahlen, 2016. 470 s. ISBN 978-3800651320.
31. CVTI SR. *Horizon Europe: Rámcový program pre výskum, vývoj a inovácie 2021 – 2027* [elektronický zdroj]. Bratislava: Centrum vedecko-technických informácií SR, 2020, 16

- s. [cit. 2021-02-08]. ISBN: 978-80-89965-40-3. Dostupné na: https://eraportal.sk/wp-content/uploads/2020/07/horizon-europe_brozura_final-2.pdf.
32. CRONBACH, L. J. Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests. In: *Psychometrika* [online]. 1951, roč. 16, č. 3, s. 297-334 [cit. 2022-05-16]. Dostupné na: http://cda.psych.uiuc.edu/psychometrika_highly_cited_articles/cronbach_1951.pdf.
 33. ČIMO, J. – MARIAŠ, M. *Inovácie a stratégia firmy*. Bratislava: Ekonomická univerzita v Bratislave, 1994. 127 s. ISBN 80-225-0595-1.
 34. DANNEELS, E. – KLEINSCHMIDT, E.J. Product innovativeness from the firm's perspective: Its dimensions and their relation with project selection and performance. In: *Journal of Product Innovation Management* [online]. 2001, roč. 18, č. 6, s. 357-373 [cit. 2021-03-03]. Dostupné na: doi:10.1016/s0737-6782(01)00109-6.
 35. DE BONDT, R. Spillovers and innovative activities. In: *International Journal of Industrial Organization* [online]. 1996, roč. 15, č. 1, s. 1-28 [cit. 2021-03-08]. Dostupné na: doi: 10.1016/S0167-7187(96)01023-5.
 36. DISSELKAMP, M. *Innovationen und Veränderungen*. Stuttgart: Kohlhammer, 2017. 219 s. ISBN 978-3-17-031560-0.
 37. DONGES, A. et al. The Impact of Institutions on Innovation. In: *Management Science* [online]. 2022, s. 1-24 [cit. 2022-05-19]. Dostupné na: doi: 10.1287/mnsc.2022.4403.
 38. DOSI, G. Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. In: *Journal of Economic Literature* [online]. 1988, roč. 26, č. 3, s. 1120-1171 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: <http://www.jstor.org/stable/2726526>.
 39. DRUCKER, P. F. *Inovace a podnikavost: Praxe a principy*. Praha: Management Press, 1993. 674 s. ISBN 9788085603293.
 40. DUGAS, J. – FERENCZ, V. *Manažérstvo inovácií*. Bratislava: Ekonóm, 2015. 250 s. ISBN 978-80-225-4178-7.
 41. DUPAL, A. – BARÁNEK, I. – FÜZYOVÁ, Ľ. *Manažment inovácií podniku*. Bratislava: Ekonóm, 1997. 262 s. ISBN 80-225-0841-1.
 42. DUTTA, S. – LANVIN, B. *The Global Innovation Index 2013: The Local Dynamics of Innovation* [online]. 2013 [cit. 2022-05-16]. Dostupné na: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/economics/gii/gii_2013.pdf.
 43. EDLER, J. – FAGERBERG, J. Innovation policy: what, why, and how. In: *Oxford Review of Economic Policy* [online]. 2017, roč. 33, č. 1, s. 2-23 [cit. 2021-02-07]. Dostupné na: doi: 10.1093/oxrep/grx001.

44. EDQUIST, C. et al. On the meaning of innovation performance: Is the synthetic indicator of the Innovation Union Scoreboard flawed? In: *Research Evaluation* [online]. 2018, roč. 27, č. 3, s. 196-211 [cit. 2021-05-02]. Dostupné na: doi: 10.1093/reseval/rvy011.
45. EHSV. *Stratégia Európa 2020* [online]. 2021 [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: <https://www.eesc.europa.eu/sk/sections-other-bodies/other/europe-2020-steering-committee>.
46. ETZKOWITZ, H. – LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. In: *Research Policy* [online]. 2000, roč. 29, č. 2, s. 109-123 [cit. 2022-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1016/S0048-7333(99)00055-4.
47. EUR-LEX. *Siedmy rámcový program (2007 – 2013)* [online]. 2010 [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:i23022>.
48. EUROPEAN COMMISSION. *European Innovation Scoreboard 2021* [elektronický zdroj]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021a. 95 s. [cit. 2022-03-11]. ISBN 978-92-76-38409-0. Dostupné na: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/46013/attachments/1/translations/en/renditions/native>.
49. EUROPEAN COMMISSION. *European research area (ERA)* [online]. 2021b [cit. 2021-02-07]. Dostupné na: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/era_en#revitalising-era-timeline.
50. EUROPEAN COMMISSION. *Innovation Union – A pocket guide on a Europe 2020 initiative* [elektronický zdroj]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. 16 s. [cit. 2021-02-08]. ISBN 978-92-79-28654-4. Dostupné na: https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/innovation-pocket-book_en.pdf.
51. EUROPEAN COMMISSION. *Third European Report on Science & Technology Indicators* [elektronický zdroj]. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. 10 s. [cit. 2021-05-02]. ISBN 92-894-1795-1. Dostupné na: <https://op.europa.eu/cs/publication-detail/-/publication/e5751cf2-96d1-432e-a9cb-4fb23b987789>.
52. EURÓPSKA KOMISIA. *Siedmy rámcový program (7. RP)* [online]. 2007 [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: https://ec.europa.eu/research/fp7/pdf/fp7-brochure_sk.pdf.
53. EURÓPSKA ÚNIA. *Horizon 2020: Stručný opis programu* [elektronický zdroj]. Luxemburg: Úrad pre vydávanie publikácií Európskej únie, 2014. 40 s. [cit. 2021-02-

- 08]. ISBN 978-92-79-38930-6. Dostupné na: https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020_SK_KIO213413SKN.pdf.
54. EUROSTAT. *The 2021 Ageing Report: Underlying Assumptions and Projection Methodologies* [elektronický zdroj]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. 238 s. [cit. 2022-05-23]. ISBN 978-92-76-16331-2. Dostupné na: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/economy-finance/ip142_en.pdf.
55. FAGERBERG, J. – FOSAAS, M. – SAPPRASERT, K. Innovation: Exploring the knowledge base. In: *Research Policy* [online]. 2012, roč. 41, č. 7, s. 1132-1153 [cit. 2021-01-09]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.respol.2012.03.008.
56. FAGERBERG, J. – MARTIN, B. R. – ANDERSEN, E.S. *Innovation Studies: Evolution & Future Challenges*. Oxford: Oxford University Press, 2013. 238 s. ISBN 978-0199686353.
57. FAWCETT, L. et al. *Extreme values: statistical analysis using R*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. 384 s. ISBN 978-0470746455.
58. FEINBERG, E. S. – MAJUMDAR, K. S. Technology spillovers from foreign direct investment in the Indian pharmaceutical industry. In: *Journal of International Business Studies* [online]. 2001, roč. 32, č. 3, s. 421-437 [cit. 2021-03-08]. Dostupné na: <http://www.jstor.org/stable/3069489>.
59. FELDMAN, M. P. *The geography of innovation*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994, 156 s. ISBN 978-0-7923-2698-4.
60. FERENČÍKOVÁ, S. – FIFEKOVÁ, M. Efekty spillovers z pôsobenia zahraničných firiem na Slovensku. In: *Ekonomický časopis* [online]. 2008, roč. 56, č. 9, s. 855-872 [cit. 2021-03-11]. Dostupné na: <https://www.sav.sk/journals/uploads/0920142209%2008%20Ferencikova-Fifekova.pdf>.
61. FERNÁNDEZ, A.M. Innovation processes in an accident and emergency department. In: *European Journal of Innovation Management* [online]. 2001, roč. 4, č. 4, s. 168-178 [cit. 2021-03-03]. Dostupné na: doi: 10.1108/14601060110408071.
62. FIELD, A. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. London: Sage Publications Ltd, 2013, 952 s. ISBN 978-1-4462-4917-8.
63. FLORIDA, R. – KENNEY, M. The new age of capitalism: Innovation-mediated production. In: *Futures* [online]. 1993, roč. 25, č. 6, s. 637-651 [cit. 2020-12-29]. Dostupné na: doi: 10.1016/0016-3287(93)90105-3.

64. FORNER, D. – OZCAN, S. – BACON, D. Machine Learning Approach for National Innovation Performance Data Analysis. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Data Science, Technology and Applications (DATA 2019)* [online]. 2019, s. 325-331 [cit. 2021-05-14]. Dostupné na: doi: 10.5220/0007953603250331.
65. FRANCO, C. – DE OLIVEIRA, R. H. Inputs and Outputs of Innovation: Analysis of the BRICS: Theme 6–Innovation Technology and Competitiveness. In: *RAI Revista de Administração e Inovação* [online]. 2017, roč. 14, č. 1, s. 79-89 [cit. 2022-05-16]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.rai.2016.10.001.
66. FRANKOVÁ, E. *Kreativita a inovace v organizaci*. Praha: Grada Publishing, 2011. 254 s. ISBN 9788024733173.
67. FREEMAN, C. Networks of innovators: A synthesis of research issues. In: *Research Policy* [online]. 1991, roč. 20, č. 5, s. 499-514 [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: doi: 10.1016/0048-7333(91)90072-x.
68. FREEMAN, C. Technology policy and economic performance: Lessons from Japan. In: *Research Policy* [online]. 1987, roč. 17, č. 5, s. 309-310 [cit. 2021-03-04]. Dostupné na: doi: 10.1016/0048-7333(88)90011-x.
69. FREEMAN, C. *The economic of industrial Innovation*. London: Pinter, 1982. 250 s. ISBN 9780262060837.
70. FREEMAN, C. et al. *Unemployment and Technical Innovation: A Study of Long Waves and Economic Development*. California: Praeger, 1982. 214 s. ISBN 978-0313236013.
71. FRIEDMAN, B. M. Decoupling at the Margin: The Threat to Monetary Policy from the Electronic Revolution in Banking. In: *International Finance* [online]. 2000, roč. 3, č. 2, s. 261-272 [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: https://scholar.harvard.edu/files/bfriedman/files/decoupling_at_the_margin_the_threat_to_monetary_policy_from_the_electronic_revolution_in_banking.pdf.
72. FRISCHMANN, B. M. – LEMLEY, M. A. Spillovers. In: *Columbia Law Review* [online]. 2007, roč. 107, č. 257, s. 257-302 [cit. 2021-03-11]. Dostupné na: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=898881.
73. FURMAN, J. L. – PORTER, M. E. – STERN, S. The determinants of national innovative capacity. In: *Research Policy* [online]. 2002, roč. 31, č. 6, s. 899-933 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: doi: 10.1016/S0048-7333(01)00152-4.
74. GEORGE, D. – MALLERY, M. *IBM SPSS Statistics 21 Step by Step: A Simple Guide and Reference*. Hoboken: Pearson Higher Education, 2013, 416 s. ISBN 978-0205985517.

75. GODIN, B. *Innovation Studies: The Invention of a Specialty (Part I)* [elektronický zdroj]. 2010. 48 s. [cit. 2021-01-15]. Dostupné na: <http://www.csiic.ca/PDF/IntellectualNo7.pdf>.
76. GODIN, B. *Innovation: the History of a Category* [elektronický zdroj]. 2008. 67 s. [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: <http://www.csiic.ca/PDF/IntellectualNo1.pdf>.
77. GRUPP, H. – MAITAL, S. *Managing New Product Development – A Microeconomic Toolbox*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2001, 384 s. ISBN 978-1840645712.
78. GRUPP, H. – MOGEE, M. E. Indicators for national science and technology policy: how robust are composite indicators? In: *Research Policy* [online]. 2004, roč. 33, č. 9, s. 1373-1384 [cit. 2021-04-08]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.respol.2004.09.007.
79. HÁK, T. et al. *Metabolizmus spoločnosti: materiály, energie a ekosystémy*. Praha: Karolinum, 2015. 290 s. ISBN 978-80-246-2799-1.
80. HE, J. J. – TIAN, X. Institutions and Innvoation. In: *Annual Review of Financial Economics* [online]. 2020, roč. 12, s. 377-398 [cit. 2022-05-19]. Dostupné na: doi: 10.1146/annurev-financial-032820-083433.
81. HEUNKS, F. J. Innovation, Creativity, and Success. In: *Small Business Economics* [online]. 1998, roč. 10, č. 3, s. 263-272 [cit. 2021-02-25]. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1007968217565>.
82. HOLLANDERS, H. – JANZ, N. Scoreboards and indicator reports. In: Gault, F. *Handbook of Innovation Indicators and Measurement*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2013, s. 279-298. Dostupné na: <https://www.elgaronline.com/view/edcoll/9780857933645/9780857933645.00021.xml>.
83. HORBACH, J. Determinants of Environmental Innovation—New Evidence from German Panel Data Sources. In: *Research Policy* [online]. 2008, roč. 37, č. 1, s. 163-173 [cit. 2022-05-16]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.respol.2007.08.006.
84. HOUNSHELL, D.A. The medium is the message, or how context matters: The RAND Corporation builds an economics of innovation, 1946-1962. In: *Systems, Experts, and Computers: The Systems Approach in Management and Engineering, World War II and After* [online]. 2011, s. 255-277 [cit. 2021-01-09]. Dostupné na: https://books.google.sk/books?id=GK6zZqd-GzoC&printsec=frontcover&hl=sk&source=gbs_ge_summary_r&cad=0.
85. HUIZINGH, E. Open innovation: state of the art and future perspectives. In: *Technovation* [online]. 2011, roč. 31, č. 1, s. 2-9 [cit. 2021-03-04]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.technovation.2010.10.002.

86. JOHANNESSEN, J. A. A Systemic Approach to Innovation: The Interactive Innovation Model. In: *Kybernetes* [online]. 2009, roč. 38, č. 1/2, s. 158-176 [cit. 2021-02-25]. Dostupné na: doi: 10.1108/03684920910930330.
87. JÖRESKOG, K. G. – SÖRBOM, D. *Lisrel 7: A Guide to the Program & Applications*. SPSS, 1989. 368 s. ISBN 9780918469946.
88. KAČÍRKOVÁ, M. *Formovanie spolupracujúceho regionálneho inovačného prostredia* [online]. 2009 [cit. 2021-03-04]. Dostupné na: <http://www.ekonom.sav.sk/uploads/journals/WP18.pdf>.
89. KAFOUROS, M. I. *Industrial Innovation and Firm Performance: The Impact of Scientific Knowledge on Multinational Corporations*. Cheltenham: Edward Elgar Pub, 2008. 236 s. ISBN 978-1847202208.
90. KARLSSON, C. et al. *The Regional Economics of Knowledge and Talent*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2012. 400 s. ISBN 9781848443280.
91. KELLER, W. International technology diffusion. In: *Journal of Economic Literature* [online]. 2004, roč. 42, č. 3, s. 752-782 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: <http://www.jstor.org/stable/3217250>.
92. KING, N. Modelling the innovation process: an empirical comparison of approaches. In: *Journal of Occupational and Organizational Psychology* [online]. 1992, roč. 65, č. 2, s. 89-100 [cit. 2021-03-04]. Dostupné na: doi: 10.1111/j.2044-8325.1992.tb00487.x.
93. KLETTE, T. J. – KORTUM, S. Innovating firms and aggregate innovation. In: *Journal of Political Economy* [online]. 2004, roč. 112, č. 5, s. 988-1018 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: 10.1086/422563.
94. KLINE, S. – ROSENBERG, N. *An overview of innovation* [elektronický zdroj]. 1986. [cit. 2021-03-04]. Dostupné na: [http://dec.ec.unipg.it/~fabrizio.pompei/KlineRosenberg\(1986\).pdf](http://dec.ec.unipg.it/~fabrizio.pompei/KlineRosenberg(1986).pdf).
95. KLUSAČEK, K. – KUČERA, Z. – PAZOUR, M. *Bíla kniha výskumu, vývoje a inovací v ČR*. Praha: Technologické centrum Akademie věd ČR, 2008. 96 s. ISBN 80-864-2999-7.
96. KRAMER, J.P. et al. Intangible assets as drivers of innovation: empirical evidence on multinational enterprises in German and UK regional systems of innovation. In: *Technovation* [online]. 2011, roč. 31, č. 9, s. 447-458 [cit. 2021-03-04]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.technovation.2011.06.005.
97. KOKKO, A. Productivity spillovers from competition between local firms and foreign affiliates. In: *Journal of International Development* [online]. 1996, roč. 8, s. 517-530

- [cit. 2021-03-08]. Dostupné na: doi: 10.1002/(sici)1099-1328(199607)8:4<517::aid-jid298>3.0.co;2-p.
98. KOVÁČ, M. a kol. *Tvorba a riadenie inovácií*. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Univerzitná knižnica, 2011. 254 s. ISBN 978-80-553-0824-1.
99. KRÁL, P. a kol. *Viacrozmerné štatistické metódy so zameraním na riešenie problémov ekonomickej praxe* [elektronický zdroj]. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, Ekonomická fakulta v Banskej Bystrici. 2009. 175 s. ISBN 978-80-8083-840-9. [cit. 2021-05-14].
100. KUMAR, N. – AGGARWAL, A. Liberalization, outward orientation and in-house R&D activity of multinational and local firms: A quantitative exploration for Indian manufacturing. In: *Research Policy* [online]. 2005, roč. 34, č. 4, s. 441-460 [cit. 2021-03-08]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.respol.2005.01.010.
101. LAFORET, S. A framework of organizational innovation and outcomes in SMEs. In: *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research* [online]. 2011, roč. 17, č. 4, s. 380-408 [cit. 2021-03-08]. Dostupné na: doi: 10.1108/13552551111139638.
102. LARÉDO, P. – MUSTAR, P. *Research and Innovation Policies in the New Global Economy: An International Comparative Analysis*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2001. 524 s. ISBN 9781782543008.
103. LITTLE, R. J. A. – RUBIN, D. B. *Statistical Analysis with Missing Data*. New Jersey: Wiley-Interscience, 2002. 408 s. ISBN 978-0471183860.
104. LIU, Z. et al. Industrial development environment and innovation efficiency of high-tech industry: analysis based on the framework of innovation systems. In: *Technology Analysis & Strategic Management* [online]. 2017, roč. 30, č. 4, s. 434-446 [cit. 2021-05-14]. Dostupné na: doi: 10.1080/09537325.2017.1337092.
105. LIU, J. S. – LU, W. M. – HO, M. H. C. National Characteristics: Innovation Systems from the Process Efficiency Perspective. In: *R&D Management* [online]. 2014, roč. 45, č. 4, s. 317-38 [cit. 2022-07-13]. Dostupné na: doi: 10.1111/radm.12067.
106. LUCAS, R. E. On the mechanics of economic growth. In: *Journal of Monetary Economics* [online]. 1988, roč. 22, č. 1, s. 3-42 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: doi: 10.1016/0304-3932(88)90168-7.
107. LUNDVALL, B. *The Learning Economy and the Economics of Hope* [elektronický zdroj]. London: Anthem Press, 2016. 406 s. ISBN 978-1-78308-596-5. [cit. 2021-03-04]. Dostupné na: <https://library.oapen.org/bitstream/id/0acd2718-684c-4a76-8087-2aecf5235612/626406.pdf>.

108. LUNDVALL, B. *Product Innovation and User-Producer Interaction* [elektronický zdroj]. 1985. 39 s. ISBN 87-7307-304-0. [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/251542478_Product_Innovation_and_User-Producer_Interaction.
109. MACGARVIE, M. Do firms learn from international trade? In: *Review of Economics and Statistics* [online]. 2006, č. 88, s. 46-60 [cit. 2021-03-08]. Dostupné na: doi: 10.1162/rest.2006.88.1.46.
110. MAHROUM, S. – AL-SALEH, Y. Towards a functional framework for measuring national innovation efficacy. In: *Technovation* [online]. 2013, roč. 33, č. 10-11, s. 320-332 [cit. 2021-03-08]. Dostupné na: doi:10.1016/j.technovation.2013.03.013.
111. MARSHALL, A. *Principles of Economics* [elektronický zdroj]. London: Palgrave Macmillan, 2013, 731 s. ISBN 978-1-137-37526-1. [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1057%2F9781137375261.pdf>.
112. MARTIN, B. R. The evolution of science policy and innovation studies. In: *Research Policy* [online]. 2012, roč. 41, č. 7, s. 1219-1239 [cit. 2021-02-07]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.respol.2012.03.012.
113. MAY, C. – SCHEDELIK, M. Comparative capitalism and innovation policy: complementarities and comparative institutional advantage. In: *Journal of Economic Policy Reform* [online]. Routledge, 2019, s. 1-15 [cit. 2020-12-29]. ISSN 1748-7889. Dostupné na: doi: 10.1080/17487870.2019.1637589.
114. MEDEIROS, V. – GOFOI, L. G. – TEIXEIRA, E. C. Competitiveness and its determinants: a systematic analysis for developing countries. In: *CEPAL Review No.129* [online]. 2019 [cit. 2022-05-19]. Dostupné na: <http://hdl.handle.net/11362/45407>.
115. METCALFE, S. The economic foundations of technology policy: equilibrium and evolutionary perspectives. In: STONEMAN, P. *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. London: Blackwell, 1995, s. 409-512. ISBN 978-0-631-19774-4.
116. MICIUŁA, I. *Methods of Creating Innovation Indices Versus Determinants of Their Values* [elektronický zdroj]. 2017. [cit. 2021-04-08]. Dostupné na: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-67916-7_23.
117. MIRRI SR. *Návrh stratégie výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu Slovenskej republiky 2021-2027* [elektronický zdroj]. 2021. 117 s. [cit. 2022-05-20]. Dostupné na: <https://www.mirri.gov.sk/wp-content/uploads/2018/10/Navrh-Strategie-vyskumu-a-inovacii-pre-inteligentnu-specializaciju-Slovenskej-republiky.pdf>.

118. MOHR, L.B. Determinants of Innovation in Organizations. In: *American Political Science Review* [online]. 1969, roč. 63, č. 1, s. 111-126 [cit. 2021-02-25]. Dostupné na: https://www.jstor.org/stable/1954288?seq=1#metadata_info_tab_contents.
119. MOSHIRIAN, F. et al. Stock market liberalization and innovation. In: *Journal of Financial Economics* [online]. 2021, roč. 139, č. 3, s. 985-1014 [cit. 2022-05-19]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.jfineco.2020.08.018.
120. MUKHERJEE, A. et al. Do corporate taxes hinder innovation? In: *Journal of Financial Economics* [online]. 2017, roč. 124, č. 1, s. 195-221 [cit. 2022-05-19]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.jfineco.2017.01.004.
121. MUMFORD, M. D. Social Innovation: Ten Cases From Benjamin Franklin. In: *Creativity Research Journal* [online]. 2002, roč. 14, č. 2, s. 253-266 [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: doi: 10.1207/s15326934crj1402_11.
122. MYERS, S. – MARQUIS, D. G. *Successful Industrial Innovations: A Study of Factors Underlying Innovation in Selected Firms* [elektronický zdroj]. Washington: National Science Foundation, 1969. 117 s. [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: https://books.google.sk/books?id=Irufr5TwJdoC&printsec=frontcover&hl=sk&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
123. MYTELKA, L. K. – SMITH, K. Policy learning and innovation theory: an interactive and coevolving process. In: *Research policy* [online]. 2002, roč. 31, č. 8, s. 1467-1479 [cit. 2021-01-09]. Dostupné na: doi: 10.1016/S0048-7333(02)00076-8.
124. NAMBISAN, S. *Platforms for Collaboration* [elektronický zdroj]. Stanford: Stanford Social Innovation Review, 2009. 7 s. [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: <http://leadershiplearning.org/system/files/Platforms+for+Collaboration.pdf>.
125. NELSON, R.R. The simple economics of basic scientific research. In: *Journal of political economy* [online]. 1959, roč. 67, č. 3, s. 297-306 [cit. 2021-01-09]. Dostupné na: https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdfplus/10.1086/258177?casa_token=sko29GXwJE8AAAAA:Bj9__nLcztSWC-ppmHRpxKlc0fHY_trrzIkuwxoU1-AIXo3Re0X-bhmGm-8zB_vdXWid8P4Ka0.
126. NELSON, R.R. The link between science and invention: the case of the transistor. In: *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* [online]. 1962, s. 549-583 [cit. 2021-01-09]. Dostupné na: <https://www.nber.org/chapters/c2141.pdf>.

127. NOOTEBOOM, B. *Learning and innovation in organizations and economies*. Oxford: Oxford University Press, 2000, 360 s. ISBN 978-0199240999.
128. OECD. *Handbook on Constructing Composite Indivators: Methodology and User Guide* [elektronický zdroj]. 2008. 162 s. [cit. 2021-05-14]. Dostupné na: <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf>.
129. OECD. *Managing National Innovation Systems* [elektronický zdroj]. 1999. 112 s. [cit. 2021-03-04]. Dostupné na: https://read.oecd-ilibrary.org/industry-and-services/managing-national-innovation-systems_9789264189416-en#page4.
130. OECD. *Proposed guidelines for collection and interpreting technological innovation data – Oslo Manual* [elektronický zdroj]. 1992. 62 s. [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD\(92\)26&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD(92)26&docLanguage=En).
131. OECD. *Proposed standard practice for surveys of research and development* [elektronický zdroj]. 1963. 60 s. [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: <https://www.oecd.org/sti/inno/Frascati-1963.pdf>.
132. OECD. *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data* [elektronický zdroj]. 3. vyd. Paris: OECD Publishing, 2005. 163 s. ISBN 92-64-01308-3. [cit. 2021-03-03]. Dostupné na: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5889925/OSLO-EN.PDF.pdf/60a5a2f5-577a-4091-9e09-9fa9e741dcf1?t=1414781154000>.
133. OECD. *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation* [elektronický zdroj]. 4. vyd. Paris: OECD Publishing, 2018. 256 s. ISBN 9789264304604. [cit. 2021-02-24]. Dostupné na: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264304604-en.pdf?expires=1609245828&id=id&accname=guest&checksum=B68A2C9C30800235482EFDA4AF491897>.
134. O'SULLIVAN, D. – DOOLEY, L. *Applying Innovation*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc., 2009. 424 s. ISBN 9781412954549.
135. PAKES, A. – SCHANKERMAN, M. (1984). An Exploration into the Determinants of Research Intensity. In: GRILICHES, Z. *R&D, Patents and Productivity*. Chicago: University of Chicago Press, 1984, s. 209-232. ISBN 0-226-30884-7.
136. PATEL, P. – PAVITT, K. *The Nature and Economic Importance*. Paris: OECD, 1994. ISSN 1010-5247.

137. PAUL, L. CH. – SUMAN, A. A. – SULTAN, N. Methodological Analysis of Principal Component Analysis: (PCA) Method. In: *IJCEM International Journal of Computational Engineering & Management* [online]. 2013, roč. 16, č. 2, s. 32-38 [cit. 2021-05-14]. Dostupné na: https://www.ijcem.org/papers032013/ijcem_032013_06.pdf.
138. PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. In: *Research Policy* [online]. 1984, roč. 13, č. 6, s. 343-373 [cit. 2021-03-11]. Dostupné na: doi: 10.1016/0048-7333(84)90018-0.
139. PECÁKOVÁ, I. *Statistika v terénnych pruzkumoch*. Praha: Professional Publishing, 2011. 236 s. ISBN 978-80-743-1039-3.
140. PHILLS, J. A. – DEIGLMEIER, K. – MILLER, D. T. Rediscovering Social Innovation. In: *Stanford Social Innovation Review* [online]. 2008, roč. 6, č. 4 [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: https://ssir.org/articles/entry/rediscovering_social_innovation.
141. POLANYI, M. *The Tacit Dimension*. Chicago: University of Chicago Press, 2009, 128 s. ISBN 978-0226672984.
142. PORTER, M. E. – STERN, S. *The New Challenge to America's Prosperity: Findings from the Innovation Index* [elektronický zdroj]. Washington: Council on Competitiveness, 1999. 94 s. [cit. 2021-03-11]. ISBN 1-889866-21-0. Dostupné na: https://www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/Downloads_Porter_index1_el_be68d54c-4990-45da-88c0-ee754c99ffdb.pdf.
143. POTTS, J. *Innovation Commons: The Origin of Economic Growth*. New York: Oxford University Press, 2019. 280 s. ISBN 978-0190937508.
144. PRNO, I. *Inovačná a investičná politika*. Bratislava: Merkury, 2008. 216 s. ISBN 978-80- 89143-85-6.
145. PUJARI, D. Eco-innovation and new product development: understanding the influences on market performance. In: *Technovation* [online]. 2006, roč. 26, č. 1, s. 76-85 [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.technovation.2004.07.006.
146. RAJČÁKOVÁ, E. – ŠVECOVÁ, A. Inovácie – nový fenomén rozvoja regiónov. In: *Geographia Cassoviensis* [online]. 2010, roč. 4, č. 2, s. 173-179 [cit. 2021-02-24]. Dostupné na: https://geografia.science.upjs.sk/images/geographia_cassoviensis/articles/GC-2010-4-2/29Rajc_Svecova.pdf.
147. RASUL, F. *The Practice of Innovation: Seven Canadian Firms in Profile* [elektronický zdroj]. 2003, 78 s. ISBN 0-662-67253-4. [cit. 2021-02-25]. Dostupné na: http://publications.gc.ca/collections/collection_2016/isde-ised/Iu4-38-1-2003-eng.pdf.

148. RIEKEBERG, M. Einführung in die Kausalanalyse, Teil I. In: *Das Wirtschaftsstudium: wisu; Zeitschrift für Ausbildung, Prüfung, Berufseinstieg und Fortbildung* [online]. 2002, roč. 32, č. 6, s. 802-809 [cit. 2022-05-19]. Dostupné na: <https://www.econbiz.de/Record/einf%C3%BChrung-in-die-kausalanalyse-teil-i-riekeberg-marcus/10001674075>.
149. RIMARČÍK, M. *Štatistika pre prax*. Rimarčík, 2007, 200 s. ISBN 8096981311.
150. ROBERTSON, T. S. The Process of Innovation and Diffusion of Innovation. In: *Journal of Marketing* [online]. 1967, roč. 31, č. 1, s. 14-19 [cit. 2021-02-25]. Dostupné na: https://www.jstor.org/stable/1249295?seq=2#metadata_info_tab_contents.
151. ROGERS, E.M. *Diffusion of Innovations*. 4. vyd. New York: Free Press, 1995. 518 s. ISBN 978-0029266717.
152. ROMER, P. The Origins of Endogenous Growth. In: *The Journal of Economic Perspectives* [online]. 1994, roč. 8, č. 1, s. 3-22 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: doi: 10.1257/jep.8.1.3.
153. ROPER, S. et al. Modelling the innovation value chain. In: *Research Policy* [online]. 2008, roč. 37, č. 6-7, s. 961–977 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.respol.2008.04.005.
154. RUBENSTEIN, A. H. et al. Factors Influencing Innovation Success at the Project Level. In: *Research Management* [online]. 1976, roč. 19, č. 3, s. 15-20 [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: doi: 10.1080/00345334.1976.11756350.
155. SAISANA, M. – TARANTOLA, S. *State-of-the-Art Report on Current Methodologies and Practices for Composite Indicator Development* [elektronický zdroj]. Ispra: Institute for the Protection and the Security of the Citizen Technological and Economic Risk Management Unit, 2002. 80 s. [cit. 2021-05-02]. Dostupné na: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9253d939-b47b-4428-b792-619e6b6c8645>.
156. SALOMON, R. M. – SHAVER, M. J. Learning by exporting: New insights from examining firm innovation. In: *Journal of Economics & Management Strategy* [online]. 2005, roč. 14, č. 2, s. 431- 460 [cit. 2021-03-08]. Dostupné na: doi: 10.1111/j.1530-9134.2005.00047.x.
157. SAMUELSON, P. – NORDHAUS, W. *Ekonomía*. 16. vyd. Bratislava: Elita, 2000. 844 s. ISBN 808044059X.

158. SATTIGERI, P. et al. *Understanding Innovation to Drive Sustainable Development* [online]. ArXiv, 2016 [cit. 2020-12-29]. Dostupné na: <https://arxiv.org/pdf/1606.06177.pdf>.
159. SBA. *Inovačný potenciál MSP na Slovensku* [elektronický zdroj]. Bratislava: Slovak Business Agency, 2020, 93 s. [cit. 2021-03-03]. Dostupné na: <http://monitoringmsp.sk/wp-content/uploads/2020/08/Inova%C4%8Dn%C3%BD-potenci%C3%A1l-MSP-na-Slovensku-1.pdf>.
160. SCHERER, F. M. Size of Firm, Oligopoly and Research: A Comment. In: *Canadian Journal of Economics and Political Science* [online]. 1965, roč. 31, č. 2, s. 256-266 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: doi: 10.2307/140068.
161. SCHERER, F. M. – ROSS, D. *Industrial Market Structure and Economic Performance*. Boston, MA: Houghton Mifflin, 1990, 713 s. ISBN 978-0395357149.
162. SCHUMPETER, J. *The Theory of Economic Development: An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interests and The Business Cycle*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1934. 255 s. ISBN 9780674879904.
163. SCHUMPETER, J. *The theory of economic development* [online]. 2003 [cit. 2021-01-09]. Dostupné na: https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/0-306-48082-4_3.pdf.
164. SCHMOOKLER, J. Changes in industry and in the state of knowledge as determinants of industrial invention. In: *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* [online]. 1962, s. 195-232 [cit. 2021-01-09]. Dostupné na: <https://www.nber.org/chapters/c2118.pdf>.
165. SILER, P. – WANG, C. – LIU, X. Technology Transfer Within Multinational Firms and Its Impact on the Productivity of Scottish Subsidiaries. In: *Regional Studies* [online]. 2003, roč. 37, č. 1, s. 15-25 [cit. 2021-03-08]. Dostupné na: doi: 10.1080/0034340022000033376.
166. SIUDEK, T. – ZAWOJSKA, A. Competitiveness in the economic concepts, theories and empirical research. In: *Acta Scientiarum Polonorum, Oeconomia* [online]. 2014, roč. 13, č. 1, s. 91-108 [cit. 2021-02-07]. Dostupné na: http://www.oeconomia.actapol.net/pub/13_1_91.pdf.
167. SMITH, M. T. Eco-innovation and market transformation. In: *The Journal of Sustainable Product Design* [online]. 2001, roč. 1, č. 1, s. 19-26 [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: doi: 10.1023/a:1014426028474.

168. SOHN, S.Y. et al. Re-evaluation of global innovation index based on structural equation model. In: *Technology Analysis & Strategic Management* [online]. 2015, s. 1465-3990 [cit. 2022-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1080/09537325.2015.1104412.
169. SOJKA, M. *Dějiny ekonomických teorií*. Praha: Havlíček Brain Team, 2010. 700 s. ISBN 9788087109212.
170. SPIŠÁKOVÁ, E. *Inovačné aktivity podnikov, možnosti financovania inovácií a ich reálne využitie*. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2010. 241 s. ISBN 978-80-553-0587-5.
171. SRHOLEC, M. – VERSPAGEN, B. The Voyage of the Beagle into innovation: explorations on heterogeneity, selection, and sectors. In: *Industrial and Corporate Change* [online]. 2012, roč. 21, č. 5, s. 1221-1253 [cit. 2021-03-11]. Dostupné na: doi: 10.1093/icc/dts026.
172. STANKOVIČOVÁ, I. *Viacrozmerná analýza inovačných procesov*. Bratislava: Statis, 2011. 99 s. ISBN 978-80-85659-72-6.
173. STANKOVIČOVÁ, I. – MOJSEJOVÁ, A. Index ľudského rozvoja: Hodnotenie a klasifikácia európskych krajín pomocou viacrozmerných metód. In: *Slovenská štatistika a demografia* [online]. 2020, roč. 30, č. 3, s. 9-39 [cit. 2021-05-14]. Dostupné na: https://slovak.statistics.sk/wps/wcm/connect/a8fbf858-ca81-478f-b420-f572f1448a5c/Slovenska_statistika_a_demografia_3_2020.pdf?MOD=AJPERES&CVI D=nez99tv.
174. STANKOVIČOVÁ, I. – VOJTKOVÁ, M. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava: Iura Edition, 2007. 261 s. ISBN 978-80-8078-152-1.
175. STERNBERG, R. – ARNDT, O. The firm or the region: what determines the innovation behavior of European firms? In: *Economic Geography* [online]. 2001, roč. 77, č. 4, s. 364-382 [cit. 2021-03-09]. Dostupné na: doi: 10.2307/3594106.
176. STUBA. 6. *rámcový program* [online]. 2021 [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: https://www.stuba.sk/sk/vyskume/6.-ramcovy-program.html?page_id=200.
177. SUNDER, J. et al. Pilot CEOs and corporate innovation. In: *Journal of Financial Economics* [online]. 2017, roč. 123, č. 1, s. 209-224 [cit. 2022-05-19]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.jfineco.2016.11.002.
178. ŠÚSR. *Veda, technika a inovácie* [online]. 2021 [cit. 2021-02-25]. Dostupné na: <https://slovak.statistics.sk/ExportPdf2/PdfExportSrvlt?Document=6bb6ab94-0f82-427c-9945-1fcfc22a32aa>.

179. TIDD, J. – BESSANT, J. R. *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*. Hoboken: Wiley, 2013. 680 s. ISBN 978-1118360637.
180. ÚVSR. *Lisabonská stratégia* [online]. 2011 [cit. 2021-02-07]. Dostupné na: <https://www.eu2020.gov.sk/lisabonska-strategia/>.
181. VALENTA, F. *Inovace v manažérske praxi*. Praha: Velryba, 2001. 153 s. ISBN 80-85860-11-2.
182. VLČEK, R. *Strategie hodnotových inovací*. Průhonice: Professional Publishing, 2011. 196 s. ISBN 9788074310485.
183. VÖLKER, R. – FRIESENHAHN, A. *Innovationsmanagement 4.0: Grundlagen - Einsatzfelder - Entwicklungstrends*. Stuttgart: Kohlhammer, 2018. 214 s. ISBN 978-3-17-031828-1.
184. WALKER, R. Innovation Type and Diffusion: an Empirical analysis of Local Government. In: *Public Administration* [online]. 2006, roč. 84, č. 2, s. 311-335 [cit. 2021-02-25]. Dostupné na: doi: 10.1111/j.1467-9299.2006.00004.x.
185. WANG, C. – KAFOUROS, M. What Factors Determine Innovation Performance in Emerging Economies? Evidence from China. In: *International Business Review* [online]. 2009, roč. 6, č. 6, s. 606-616 [cit. 2021-02-25]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.ibusrev.2009.07.009.
186. WEIBER, R. – MÜHLHAUS, D. *Strukturgleichungsmodellierung*. Berlin: Springer-Verlag, 2014. 387 s. ISBN 978-3-642-35011-5.
187. WIPO. *Global Innovation Index 2021: Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis* [elektronický zdroj]. Geneva: WIPO, 2021. 205 s. ISBN 978-92-805-3307-1. [cit. 2022-04-19]. Dostupné na: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf.
188. WOLFE, D. A. *Globalization, Information and Communication Technologies and Local and Regional Systems of Innovation* [online]. 2001 [cit. 2021-03-04]. Dostupné na: <https://redox-college.s3.ap-south-1.amazonaws.com/kmc/2020/Mar/25/jEZpm5COV9bdq3nT RFAn.pdf>.
189. WONGLIMPIYARAT, J. Innovation Index and the Innovative Capacity of Nations. In: *Futures* [online]. 2010, roč. 42, č. 3, s. 247-253 [cit. 2022-05-19]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.futures.2009.11.010.

190. WOODFORD, M. Monetary Policy in a World Without Money. In: *International Finance* [online]. 2000, roč. 3, č. 2, s. 229-260 [cit. 2021-02-08]. Dostupné na: doi: 10.1111/1468-2362.00050.
191. ZALTMAN, G. – DUNCAN, R. – HOLBEK, J. *Innovations and Organizations*. Hoboken, New Jersey: Wiley, 1973. 212 s. ISBN 978-0471981299.
192. ZAUŠKOVÁ, A. – MADLEŇÁK, A. *Otvorené inovácie: teória a prax*. Lódž: Księży młyn Dom Wydawniczy Michał Koliński, 2012. 143 s. ISBN 978-83-7729-188-7.
193. Zákon č. 172/2005 Z. z. o organizácii štátnej podpory výskumu a vývoja a o doplnení zákona č. 575/2001 Z. z. o organizácii činnosti vlády a organizácii ústrednej štátnej správy v znení neskorších predpisov.
194. ZLATOŠ, P. *Lineárna algebra a geometria*. Bratislava: Marenčin PT, 2011. 744 s. ISBN 9788081141119.