

Inováciami k ekologickejšiemu Slovensku



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond regionálneho rozvoja
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



MINISTERSTVO
DOPRAVY A VÝSTAVBY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



MINISTERSTVO
HOSPODÁRSTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



SIEA

SLOVENSKÁ
INOVÁCNA
A ENERGETICKÁ
AGENTÚRA

Autorský kolektív (v abecednom poradí):

Peter Adamovský, Artur Bobovnický, Renáta Géseová, Simona Huizing Hains, František Kozmon, Michal Mühl

ISBN:

978-80-88823-99-5

Bratislava, júl 2021, SIEA

Analytický dokument vznikol v rámci realizácie analytickej podaktivity národného projektu Zvýšenie inovačnej výkonnosti slovenskej ekonomiky.

Obsah

Manažérske zhrnutie

- Aktuálne svetové a domáce trendy
- Relatívna efektívnosť eko-inovácie RIS3 sektorov SR
- Odporúčania pre budúcnosť eko-inovácie na Slovensku

Uplatňovanie eko-inovácie v slovenskej ekonomike

- Úvod
- Čo je to eko-inovácia?
- Aktuálne domáce i svetové trendy
- Trendy vzhľadom na domény stratégie RIS3
- Efektívnosť eko-inovácie sektorov slovenskej ekonomiky s ohľadom na RIS3
- Stav Slovenska ako celku
- Eko-inovačný hodnotiaci nástroj
- Indikátory cirkulárnej ekonomiky
- Sekundárne analýzy
- Závery a odporúčania**
- Referencie

Metodika

- Úvod
- Predchádzajúci výskum eko-inovácie
- Empirický model
- Metodika analýzy a dáta
- Referencie

5

5

6

7

8

8

9

10

11

13

22

23

24

25

26

28

31

31

31

32

33

35

Manažérske zhrnutie

Klimatická zmena spôsobená ľudskou činnosťou sa za posledné desaťročia stala vedecky potvrdeným faktom a problémom, ktorý musí spoločnosť nevyhnutne riešiť. Balík rôznorodých riešení tohto problému zahŕňa aj koncept eko-inovácie, t.j. inovácie, ktorej dôsledkom je nielen ekonomický rast, ale aj prispievanie k znižovaniu jeho negatívnych vplyvov na životné prostredie.

Úroveň uplatňovania eko-inovácie na Slovensku hodnotí analytický dokument Inováciami k ekologickejšiemu Slovensku. Orientuje sa na aktuálne trendy a smerovanie Slovenska a Európy k ekologickejšie orientovaným inovatívnym ekonomikám, na empirické hodnotenie eko-inovačnej efektívnosti vo vybraných sektoroch slovenskej ekonomiky definovaných stratégiou inteligentnej špecializácie a výkonnosti krajiny ako celku v porovnaní s inými krajinami EÚ.

Aktuálne svetové a domáce trendy

Z hľadiska celosvetových trendov, v ostatných rokoch zaznamenali eko-inovácie vo firmách a spoločnosti výrazné akceleračné tendencie, ktoré podnecujú tri odlišné vplyvy:

- 💡 Tlak zhora – svetová, európska a národná politika kladie čoraz vyššie nároky na znižovanie emisií a energetickej náročnosti
- 💡 Tlak zdola – zákazníci majú čoraz vyššie očakávania voči značkám ohľadom spoločenskej a environmentálnej zodpovednosti
- 💡 Zmeny trhu vyvolané pandémiou ochorenia COVID-19 – sociálna izolácia ovplyvnila každodenný život ľudí, vo zvýšenej miere sa pracuje z domu, využívajú sa prostriedky zdieľanej ekonomiky a e-commerce

Na Slovensku odzrkadľujú eko-inovačné trendy Stratégiu výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu (RIS3) a jej domény. Medzi najvýznamnejšie trendy v tejto oblasti patria:

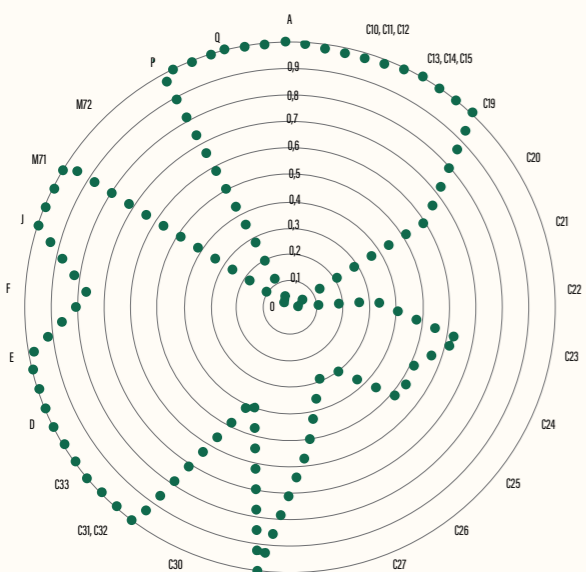
- 💡 Dopravné prostriedky pre 21. storočie – elektrická a vodíková doprava, výroba súvisiacich vozidiel a čerpace/nabíjacie stanice
- 💡 Priemysel pre 21. storočie – Internet vecí, analytika veľkých dát, umelá inteligencia, vyššia efektívnosť; energetika – alternatívne zdroje energie, fotovoltaika, vodík
- 💡 Digitálne Slovensko a kreatívny priemysel – online práca počas pandémie COVID-19, viac zdieľanej ekonomiky a e-commerce, online kultúra a umenie
- 💡 Zdravie obyvateľstva a zdravotnícke technológie – prirodzenosť zdravotníctva s nízkym negatívnym dopadom, digitalizácia a umelá inteligencia
- 💡 Zdravé potraviny a životné prostredie – vertikálne záhrady, udržateľnosť, fair-trade potraviny, zdroje geologicky blízke potr. výrobe, redukovanie odpadu, vegánstvo, laboratórne vypestované mäso

Relatívna efektívnosť eko-inovácie RIS3 sektorov SR

Sektory ekonomiky podľa RIS3 dosahujú rôznorodú eko-inovačnú efektívnosť meranú ako účinnosť vedecko-výskumno-inovačných aktivít firiem na znížovanie ich emisnej a energetickej náročnosti ovplyvnený počtom eko-patentov a ISO štandardov. Efektívnymi sektormi (označenými kódom SK NACE Rev. 2) sú tie, ktorých príslušný bod na grafoch leží na vonkajšom kruhu (dosahujú normalizované skóre 1). Sektory s bodom bližšie k stredu sú neefektívne (dosahujú normalizované skóre v rozmedzí 0-1). Orientácia na vstupy predstavuje minimalizáciu vstupov pri zachovaní výstupov. Orientácia na výstupy predstavuje maximalizáciu vstupov pri zachovaní výstupov. Skóre je počítané pri premenlivých výnosoch z rozsahu.

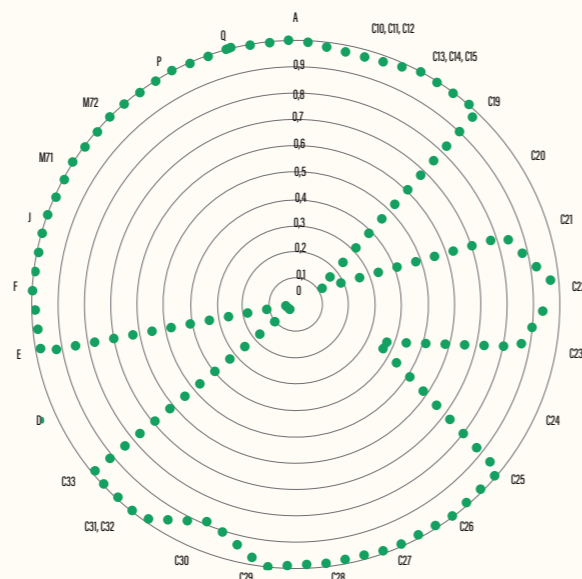
Orientácia na vstupy:

- poľnohospodárske aktivity (A) sú rovnako efektívne ako zdravotnícke (Q), ale o 40 % efektívnejšie ako chemická (C20) a o 46 % efektívnejšie ako strojárská výroba (C28)
- automobilová výroba (C29) je o 63 % efektívnejšia ako výroba ostatných dopravných prostriedkov (C30)
- nevýrobné sektory (napr. E, P a i.) – lepšie výsledky dopadu VaVal aktivít na emisnú a energetickú náročnosť ako ťažký priemysel (napr. C22, C24 a i.)



Orientácia na výstupy:

- niektoré sektory dôležité z hľadiska pandémie COVID-19 sú menej eko-inovačne efektívne (farmaceutická výroba C21 na 83 %, nekovové minerálne výrobky C23 na 76 %)
- najmenej relatívne efektívne – dodávka elektriny, plynu, pary a studeného vzduchu (D)
- potravinárska (C10, C11, C12) a poľnohospodárska výroba (A) – veľmi nízke environmentálne dopady v prípade oboch orientácií



Odporúčania pre budúcnosť eko-inovácie na Slovensku

Význam eko-inovácií je pre Slovensko, Európu a celý svet mimoriadne veľký, keďže nie je pre dosiahnutie klimatického cieľa a udržanie oteplenia atmosféry pod 1,5 °C možné očakávať úplne pozastavenie hospodárskeho rastu. Oblasť ekonomiky zahŕňajúca ekologické riešenia predstavuje novú príležitosť pre podnikateľov na celom svete. Teraz je čas pripraviť sa na ňu, rozbehnúť podporu VaVal a reagovať tak na rastúce potreby trhu.

Preto je nevyhnutné, aby SR pri podpore všetkých aktivít zameraných na VaVal zvažovala vyššie požiadavky na výstupy smerujúce k ekologizácii ekonomiky. Počiatočné smerovanie je možné hľadať v strategických aktivitách a dokumentoch ako sú Plán obnovy a Just Transition Fund – plán pre hornú Nitru.

Okrem už predstavených plánov môžeme na základe výsledkov našej analýzy zhrnúť niekoľko odporúčaní pre budúcnosť eko-inovácie na Slovensku:

- inšpirovať najmä veľkých podnikateľov (predovšetkým v ťažkom priemysle – chemická výroba, spracovanie ropy a minerálov, strojárstvo, automobilový priemysel a i.) k zníženiu negatívnych environmentálnych dopadov ich hospodárskej činnosti cez konkrétne podporné nástroje, školenia a komunikačné aktivity

• významnejšie podporovať environmentálne orientované VaVal aktivity s cieľom vyššej patentovej aktivity a tvorby inovácií v energetike, ochrany ovzdušia a životného prostredia a nových technológií pre oddeľovanie negatívnych dopadov a ekonomického rastu; napr. smerovať verejné výdavky s ohľadom na strategické smerovanie EÚ, napr. už v podobe už spomínaného Plánu obnovy

• podnecovať zmeny v spotrebiteľskom správaní – zvýhodňovanie využívania zdieľanej ekonomiky, alternatívnych možností dopravy, kladenie dôrazu na uprednostnenie vyššej trvanlivosti výrobkov aj v prípade vyššej ceny, využívanie nákupov z druhej ruky ako refurbished elektronika, uprednostnenie výrobkov a obalov z recyklovaných alebo recyklovateľných materiálov, podieľanie sa na separovaní odpadu a i., zvýšiť mediálnu podporu a zlepšiť komunikáciu témy voči spoločnosti

• stimulovať ekonomiku po kríze spôsobenej pandemiou ochorenia COVID-19 s ohľadom na životné prostredie a udržanie pozitívnych návykov nadobudnutých počas uzavretej ekonomiky

Uplatňovanie eko-inovácie v slovenskej ekonomike

Úvod

Klimatická zmena spôsobená ľudskou činnosťou sa za posledné desaťročia stala vedecky potvrdeným faktom. Podľa NASA je trend otepľovania a zmeny klímy s viac ako 95-percentnou pravdepodobnosťou dôsledok ľudskej činnosti (emisie skleníkových plynov, neprimerané zásahy do životného prostredia, využívanie fosílnych palív ako zdrojov energie, atď.), predovšetkým za posledné storočie (1). Vzrastá globálna teplota, otepľujú sa oceány (roztápajú sa ľadovce a narastá hladina morí), dominujú extrémne zmeny počasia a klimatické udalosti (sucho v čoraz severnejších oblastiach, hurikány a tornáda, iné teplotné anomálie), pôda, flóra a fauna sa viditeľne menia, či rastie kyslosť globálnych vodných plôch. Január 2021 sa dokonca považuje za 45. január a 433. mesiac v poradí s nominálnou globálnou teplotou povrchu zeme a oceánov vyššou ako bol priemer v 20. storočí (2).

Európska únia (EÚ) má záujem o riešenie týchto klimatických zmien, environmentálnej záťaže, ako aj prílišného vyčerpávania neobnoviteľných zdrojov. Potvrďuje to okrem iného úspešná predbežná politická dohoda vyjednávateľov Rady a Európskeho parlamentu z apríla 2021 o začlenení cieľov dosiahnuť do roku 2050 klimaticky neutrálnu EÚ a znížiť čisté emisie skleníkových plynov do roku 2030 aspoň o 55% oproti roku 1990 (3).

Na úrovni firiem si EÚ už na začiatku minulého desaťročia stanovila potrebu cielenia tzv. eko-inovácie (4), t.j. inovácie, ktorej dôsledkom je nielen ekonomický rast, ale aj prispievanie k zníženiu negatívnych vplyvov na životné prostredie. Slovenská republika (SR) preberá tieto strategické

koncepty EÚ a snaží sa ich uplatňovať aj na svojom území. Otázkou je, kam sa dostala eko-inovácia za viac ako dvadsať rokov existencie v SR a aká je jej budúcnosť.

Inováciami k ekologickejšiemu Slovensku predstavuje analytický dokument o uplatňovaní konceptu eko-inovácie na Slovensku. Orientuje sa na aktuálne trendy a smerovanie Slovenska a Európy k ekologickejšie orientovaným inovatívnym ekonomikám, na empirické hodnotenie eko-inovačnej efektívnosti vo vybraných sektoroch slovenskej ekonomiky definovaných stratégiou inteligentnej špecializácie a výkonnosti krajiny ako celku v porovnaní s inými krajinami EÚ. Cieľom dokumentu je predovšetkým zhodnotenie vnorenia pojmu do zmysľovania ľudí žijúcich a podnikajúcich v tejto krajine za ostatné roky a aktuálneho vplyvu správania sa firiem v strategických sektoroch slovenskej ekonomiky na životné prostredie.

Predkladaným dokumentom napĺňa Slovenská inovačná a energetická agentúra (SIEA) ako verejná autorita v oblasti energetického a inovačného poradenstva, podpory a vyhodnocovania energetických a inovačných politík potrebu analýzy pro-ekologického smerovania slovenského podnikateľského prostredia, ktoré má veľký potenciál stať sa globálnym vzorom pri prepájaní inovácií a otázok životného prostredia a klimatických zmien. Dokument zároveň nadväzuje na strategické aktivity SR v oblasti životného prostredia v nasledujúcom desaťročí špecifikované v Pláne obnovy (5) či aktivite Just Transition Fund – plán pre hornú Nitru (6).

Čo je to eko-inovácia?

Eko-inovácia predstavuje produkciu, prispôbenie a využitie produktu, produkčného procesu, služby alebo manažérskej/obchodnej metódy, ktoré sú pre organizáciu nové (vyvíja ich alebo ich prijíma) a ktorých výsledkom je počas celého ich životného cyklu zníženie environmentálnych rizík, znečistenia a iných negatívnych vplyvov využívania zdrojov (vrátane využívania energie) v porovnaní s relevantnými alternatívami (4). EÚ považuje eko-inovačné aktivity ako vývoj nových alebo zlepšených ekologicky orientovaných produktov a služieb, zmenu obchodných modelov a zavedenie ekologického riadenia do firiem alebo organizácií (7). Od štandardnej inovácie sa eko-inovácia odlišuje najmä v tom, že zahŕňa žiaduce aj nežiaduce environmentálne inovácie, znižuje negatívne dopady na životné prostredie, kde je možné takéto dopady očakávať, alebo nepriame dôsledky inovačného úsilia (ide o vedľajší produkt ďalších cieľov inovácie, ako je napr. úspora nákladov). Zároveň sa neobmedzuje iba na ekologické produkty, procesy, marketingové techniky a organizačné metódy, ale zahŕňa aj špecifické sociálne inovácie (8).

Pojem sa začal globálne používať v 90. rokoch 20. storočia v reakcii na rozvíjajúcu sa vlnu udržateľného rozvoja po konferencii Rio Earth Summit v roku 1992 (9). Európske strategické politiky uvažujú o eko-inovácii ako faktore udržateľného rastu od Rámcového programu pre konkurencieschopnosť a inovácie pre roky 2007-2013, a následne od zavedenia Centra sledovania ekologických inovácií (Eco-Innovation Observatory, EIO) v roku 2010 a Eko-inovačného akčného plánu (Eco-Innovation Action Plan, Eco-AP) v roku 2011 (10). EIO je platformou pre zhromažďovanie a analýzu informácií o eko-inováciách v krajinách EÚ (11), ktorá od roku 2010 na ročnej báze vydáva Eko-inovačné hodnotenie (Eco-Innovation Scoreboard, Eco-IS). Eco-AP je strategickým plánom Európskej komisie pre uplatňovanie eko-inovácie v krajinách EÚ (7).

Z hľadiska typológie, eko-inovácie zahŕňajú najmä inovácie s prospešným vplyvom na životné prostredie. Medzi ne patria Environmentálne aktivity (čistenie vôd a životného prostredia; menej znečisťujúce alebo zdrojovo-efektívnejšie výrobné postupy, odpadové hospodárstvo, monitoring životného prostredia, zelené energetické technológie, dodávka vody, kontrola hluku a vibrácií), Organizačné inovácie pre životné prostredie (prevencia znečisťovania, environmentálne riadenie a audit, riadenie dodávateľského reťazca nepoškodzujúce životné prostredie), Výroba a inovácie ponúkajúce environmentálne výhody (environmentálne vylepšené produkty, ekologické budovy, zelené finančné produkty, odpadové a vodné hospodárstvo, environmentálne poradenstvo, testovanie a inžinierstvo) a Zelené systémové inovácie (systémy výroby a spotreby šetrnejšie k životnému prostrediu, napr. bio-poľnohospodárstvo a energetické systémy založené na obnoviteľných zdrojoch) (4).

Okrem toho je eko-inovácia predovšetkým vzťahom medzi dvoma sektormi ekonomiky – štátom a súkromnými firmami (10). Firmy sa členia na strategických eko-inovátorov (vyvíjajú eko-inovácie na predaj iným firmám), strategických eko-prijímateľov (cielenne implementujú eko-inovácie, vyvinuté interne alebo externe), pasívnych eko-inovátorov (realizujú produktové, procesné aj organizačné inovácie bez konkrétnej stratégie pre eko-inováciu) a ne-eko-inovátorov (žiadne aktivity zamerané na úmyselné alebo neúmyselné inovácie s environmentálnymi výhodami) (12).

Aktuálne domáce i svetové trendy

Našu analýzu uplatňovania konceptu eko-inovácie začíname zhodnotením aktuálnych domácich i svetových trendov v tejto oblasti. Z tohto hľadiska je možné zovšeobecniť, že v ostatných rokoch zaznamenali eko-inovácie vo firmách a spoločnosti výrazné akceleračné tendencie, ktoré podnecujú tri odlišné vplyvy:

- 💡 Tlak zhora – svetová, európska a národná politika kladie čoraz vyššie nároky na znižovanie emisií a energetickej náročnosti
- 💡 Tlak zdola – zákazníci majú čoraz vyššie očakávania voči značkám ohľadom spoločenskej a environmentálnej zodpovednosti
- 💡 Zmeny trhu vyvolané pandemiou ochorenia COVID-19 – sociálna izolácia ovplyvnila každodenný život ľudí, vo zvýšenej miere sa pracuje z domu, využívajú sa prostriedky zdieľanej ekonomiky a elektronického obchodovania (e-commerce)

Medzi aktuálne pozitívne správy v oblasti emisií môžeme zaradiť presiahnutie minimálnej ceny 50 eur za tonu pri emisných povolenkách v EÚ v máji 2021. Výsledkom sprísnených politík ochrany klímy a obmedzovania skleníkových plynov je výrazné zdražovanie vypúšťania škodlivín do ovzdušia. Cena za emisné povolenky nebola ešte nikdy v EÚ taká vysoká a bude naďalej rásť, čo výrazne podporuje tvorbu a investície do eko-inovácií (13).

Z hľadiska energetických otázok, mnoho svetových autorít aktuálne hlása trúfalé ciele do roku 2050 znížiť energetickú náročnosť, dostať sektorové emisie oxidu uhličitého na nulu, a tak limitovať nárast globálnej teploty na max 1,5 °C do roku 2100. Vo svojej aktuálnej správe (14), Medzinárodná energetická agentúra porovnáva dva scenáre vývoja energetických a emisných ukazovateľov s ohľadom na splnenie týchto vyhlásení. Podľa sce-

náru STEPS (Stated Policies Scenario), ktorý zohľadňuje iba konkrétne zavedené alebo vládami ohlásené politiky, sa zvýšia ročné svetové emisie CO₂ z 34 gigaton (Gt) v roku 2020 na 36 Gt v roku 2030 aj v roku 2050 a energetická náročnosť bude každoročne klesať tempom 2,2 %. Tieto kroky povedú aj tak s 50 % pravdepodobnosťou k nárastu teploty o 2,7 °C. Podľa scenáru APC (Announced Pledges Scenario), ktorý ráta aj s ostrejšími, ešte nezavedenými vyhláseniami, by emisie CO₂ mohli poklesnúť na 22 Gt v roku 2050 a energetická náročnosť by ročne klesala o 2,6 %. Nárast teploty by v takom prípade bol 2,1 °C.

Vzhľadom k uvedenému je potrebné dodať, že Ministerstvo hospodárstva SR (MH SR) pracuje na dohodách o znižovaní priemyselnej spotreby elektrickej energie. V máji 2021 podpísalo s 21 významnými spotrebiteľmi elektrickej energie dobrovoľnú dohodu. Podľa slov štátneho tajomníka MH SR je v porovnaní s krajinami V4 energetická náročnosť aj vďaka takýmto dohodám najnižšia. V podpore energetickej efektívnosti bude Slovensko pokračovať a výrazne ju podporovať aj v novom programovom období 2021-2027 (15).

Ďalším predpokladom znižovania ekologickej záťaže je efektívne odpadové hospodárstvo. Z pohľadu recyklácie odpadu malo Slovensko v roku 2019 mieru recyklácie na úrovni 38,5 %. Hoci je to najvyššia úroveň z krajín V4, stúpa len pomaly a v porovnaní s krajinami ako Rakúsko, Holandsko či Nemecko je výrazne nižšia. V roku 2022 by malo Slovensko spustiť zálohovanie PET fliaš a plechoviek, čo však paradoxne môže znížiť percento recyklácie odpadov, keďže práve tieto tovary tvoria najväčší podiel zisku firiem triediacich odpad. Dotriedenie problematických obalov by sa v budúcnosti týmto firmám nemuselo ekonomicky oplatiť. Pomôcť by mali eko-inovácie v obalovom hospodárstve podporené národnými politikami a

tlak na efektívnejšiu separáciu a recykláciu materiálov. Inštitút environmentálnej politiky predpokladá výrazný nárast množstva odpadu v mestách, ktoré dnes spalujú viac ako 60 % odpadu (16). Pomer recyklácie a spalovania by sa mal v budúcnosti meniť v prospech recyklácie a druhotného zhodnotenia materiálov.

Eko-inovácia sa dotýka aj výroby a predaja spotrebných tovarov a služieb. V posledných rokoch sa dá pozorovať nárast zodpovednosti firiem a značiek za životné prostredie vo svete i na Slovensku. Tlak na takéto správanie je opätovne zo strany zákazníkov. Ako príklady z roku 2020 môžeme uviesť turistický rezort Squaw Valley v USA, ktorý plánuje využívať len energiu z obnoviteľných zdrojov (17), alebo e-commerce platformy a kamenné obchody, ktoré označujú produkty nezatažujúce životné prostredie.

V rámci tejto témy rok 2020 mnohé procesy urýchlil a výrazne prispel k exponenciálnemu rastu. Sociálna izolácia a dlhodobá karanténa počas pandémie

ochorenia COVID-19 ovplyvnila náš každodenný život a tiež ďalší spoločenský vývoj. Podnietila zvýšené environmentálne povedomie, udržateľnú spotrebu a spoločenskú zodpovednosť (18).

V zozname najvýznamnejších eko-inovácií pre rok 2021 podľa spoločnosti Trendhunter nájdeme množstvo trvalo udržateľných produktov a služieb, ktoré výrazne akcentujú na spoločenský tlak zlepšovania životného prostredia od úrovne individuálnej, kolektívnej či korporátnej zodpovednosti (19). Tento trend sa prejavuje aj na úrovni politických rozhodnutí EÚ a jej členských štátov, USA, ale tiež cieľov municipalít a regionálnych samospráv. Ako príklad môžeme uviesť iniciatívu hlavného mesta Dánska, Kodane, ktoré si kladie za cieľ dosiahnuť uhlíkovú neutralitu už v roku 2025. Projekty, ktoré mesto v tomto smere podporuje a iniciuje, sú výrazne zamerané na eko-inovácie, a pri ich tvorbe spolupracujú prestížne technologické firmy a svetovo uznávaní dizajnéri. Tento trend prioritizácie podpory eko-inovácií postupne nasledujú aj ďalšie svetové metropoly (20).

Trendy vzhľadom na domény stratégie RIS3

Uplatňovanie inovácií, vrátane eko-inovácií, je potrebné hodnotiť s ohľadom na strategické zameranie krajiny realizácie. Pri analýze eko-inovácie na Slovensku vychádzame okrem iného z dokumentu Poznatkami k prosperite – Stratégia výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu Slovenskej republiky (RIS3) a jeho piatich domén – Dopravné prostriedky pre 21. storočie, Priemysel pre 21. storočie, Digitálne Slovensko a kreatívny priemysel, Zdravie obyvateľstva a zdravotnícke technológie, a Zdravé potraviny a životné prostredie (21). Uvedené poznatky reflektujú informácie z (19), (22) a iných zdrojov.

Dopravné prostriedky pre 21. storočie: je jednou z kľúčových domén s ohľadom na slovenskú ekonomiku a eko-inovácie. Vzhľadom na priamy dopad na životné prostredie sú zmeny v nej mimoriadne

žiadané a ľahko pozorovateľné. Jeden z eko-inovčných trendov spočíva v zvýšenej podpore elektromobility a investície do rozvoja elektromobilov a nabíjajúcich staníc. Zaujímavú rolu v tomto sektore môže v najbližších rokoch zohrať aj vodík, ktorý spomíname v samostatnej stati venovanej energetickým otázkam nižšie.

Priemysel pre 21. storočie: je doménou aktuálne poháňanou smerom k aplikácii inteligentných, vzájomne prepojených zariadení. Riešenia Internetu vecí (angl. Internet of Things, IoT) smerujú k integrácii strojov, služieb a produktov využívajúcich analytiku veľkých dát a umelú inteligenciu na získanie užitočných údajov prostredníctvom inteligentných sietí. Takéto zmeny ponúkajú výhody ako vyššia produktivita a efektivita výroby, znížené náklady a tým pádom nižší dopad na životné prostredie.

V energetike sú trendom alternatívne zdroje energie, vrátane fotovoltaiiky. Celosvetový dopyt po energiách by sa mal do roku 2050 zdvojnásobiť, pričom podiel elektrickej energie by mal do roku 2050 narásť zo súčasných 19 % na 30 %. V roku 2035 by malo byť až 50 % svetovej energie z obnoviteľných zdrojov. Predpokladá sa, že od roku 2035 bude výraznú časť energetickej produkcie pokrývať solárna energia. V aktuálnych analytických dokumentoch zameraných na energetiku sa čoraz častejšie objavuje aj nová kapitola – vodík. Odhady pre využívanie vodíka ako zásadnej komodity z pohľadu využitia v priemysle a doprave hovoria o rokoch 2030 až 2050. Vodík vyrobený elektrolýzou by v tomto období mohol poskytnúť 40 % požadovanej energie v priemysle a doprave. S budovaním infraštruktúry a technológií na výrobu, transport a efektívne využívanie vodíka, ako aj batériových technológií, prichádzajú eko-inovácie na všetkých úrovniach ekonomiky (23).

Podnikateľský sektor na Slovensku nezaostáva v oblasti eko-inovácie. Napríklad firma Slovnaft, podľa slov jej výkonného riaditeľa, v uplynulých mesiacoch prehodnocovala stratégiu na obdobie 2030+ vzhľadom k akcelerácii procesov, technologickému pokroku a tlaku na znižovanie environmentálnych dopadov. V budúcnosti má firma snahu angažovať sa v odpadovom hospodárstve, cirkulárnej ekonomike, výrobe obnoviteľných zdrojov, v recyklácii plastov, výrobe biozložiek a syntetických palív (24). Za zmienku tiež stojí tiež úspech Slovenských elektrární, ktoré sa ako jediná spoločnosť zo Slovenska ocitli v aktuálnom rebríčku klimatických lídrov v Európe zostavenom publikáciou Financial Times (25). Z hľadiska nových firiem a startupov môžu byť príkladom výskumné tímy a spin-offy Technickej univerzity v Košiciach, ktorá sa už dlhodobo venuje aktívnemu výskumu vodíka s nezanedbateľnými úspechmi. Na univer-

zite by malo v dohľadnej dobe vzniknúť Centrum výskumu vodíkových technológií (26).

Digitálne Slovensko a kreatívny priemysel: je doménou najviac ovplyvnenou pandémiou ochorenia COVID-19. Z izolácie sa život presunul do online sveta, kde v súčasnosti prebieha čoraz viac pracovných stretnutí alebo obchodných transakcií. V tomto období sa aj tradičné kamenné predajne a stravovacie zariadenia museli spolaľnúť výhradne na obraty z e-commerce, pričom mnohí zákazníci si medzitým zvykli na pohodlnosť internetových nákupov. Rovnako sa na online priestor upriamila konzumácia umenia, kultúry a médií.

Zdravie obyvateľstva a zdravotnícke technológie: je ďalšou významne ovplyvnenou strategickou doménou. V zdravotnej starostlivosti je v roku 2021 stúpajúcim trendom naďalej prirodzenosť, tiež v doméne rastie digitalizácia a potenciál využitia umelej inteligencie (či už v starostlivosti, alebo vo výskume). Ochrana životného prostredia avšak kladie vyššie nároky: trendom nie je znižovať súčasný dopad na životné prostredie, ale odstraňovať už vzniknuté následky (čistenie oceánov od plastov, upcycling, nové využitie pre odpad a i.).

Zdravé potraviny a životné prostredie: z eko-inovačných trendov zahŕňa táto doména najmä vertikálne záhrady a udržateľnosť (zdroj vody a zavlažovanie, úprava pôdy, pestovanie a prípravky nepoškodzujúce prírodu). V potravinárstve je trendom fair-trade, získavanie zdrojov geologicky blízkych potravinárskej výrobe pre znižovanie uhlíkovej stopy a redukovanie odpadu (bezobalové potraviny, obaly z recyklovateľných a ľahko rozložiteľných materiálov). V stravovacích návykoch ľudí stojí za zmienku stúpajúca inklinácia k vegánstvu, prípade prelomové inovácie v podobe mäsa a mäsových výrobkov vytvorených v laboratóriu.

Efektívnosť eko-inovácie sektorov slovenskej ekonomiky s ohľadom na RIS3

Aktuálny stav a vývoj uplatňovania inovácií v oblasti životného prostredia je možné sledovať viacerými kvantitatívnymi spôsobmi. Okrem už dlhšie existujúcich európskych indexov eko-inovácie a cirkulárnej ekonomiky (špecifikujeme v ďalšej kapitole) je dôležité realizovať aj analýzu strategických sektorov ekonomiky podľa domén RIS3. Aké výsledky teda dosahujú sektory SR z hľadiska eko-inovácie, t.j. schopnosti cieľiť vedecko-výskumno-inovačné (VaVal) aktivity na znižovanie environmentálne negatívnych dopadov hospodárskej činnosti?

Empirická časť dokumentu sa snaží zodpovedať túto otázku pomocou analýzy relatívnej efektívnosti uplatňovania eko-inovácie vo vybraných sektoroch slovenského hospodárstva reflektujúc RIS3. Aplikovanou výskumnou metódou je Analýza obálky dát (DEA), t.j. neparametrická metóda porovnávania efektívnosti rozhodovacích jednotiek (DMU; v našom prípade ide o sektory ekonomiky) (27), ktorá „obaľuje“ dáta hranicou produkčných možností (PPF). Podľa jej výpočtov sa efektívne DMU nachádzajú na PPF krivke a neefektívne pod ňou. Metóda pracuje s dvoma orientáciami vzťahu – minimalizácia vstupov pri zachovaných výstupoch (orientácia na vstupy) alebo maximalizácia

výstupov pri zachovaných vstupoch (orientácia na výstupy). Okrem toho rozlišuje viacero foriem výnosov z rozsahu (mier, ktorými rastie výstup v závislosti od rastu vstupov), vie identifikovať rezervy (množstvá vstupov a výstupov, ktoré treba zlepšiť pre zvýšenie efektívnosti), ako aj rovesníkov (DMU, ktoré by mali neefektívne DMU nasledovať pre zlepšenie efektívnosti).

Konkrétne aplikovaným modelom je upravený dynamický sieťový DEA model s „rozpočtovými“ obmedzeniami podľa (28), ktorý umožňuje pracovať s medzivýstupmi ako čiastočnými nosičmi informácie na tvorbu výstupov zo vstupov. Metodika modelovania je vysvetlená v sprievodnom dokumente – Inováciami k ekologickejšiemu Slovensku – metodika.

Z časového hľadiska model pokrýva vzorku dát za časové obdobie 2015-2018, čím je vyriešený aj efekt medzičasovej zmeny. Výber 25 sektorov slovenskej ekonomiky sledovaných v uvedenom období je založený na potrebách stratégie RIS3, na dostupnosti dát v lokálnych podmienkach, ako aj na splnení niekoľkých základných pravidiel DEA modelu špecifikovaných v priloženej metodike. Sledované DMU sú špecifikované v Tabuľke 1.



Tabuľka 1 DMU aplikované do modelu efektívnosti eko-inovácie vo vybraných sektoroch slovenskej ekonomiky podľa RIS3. Kapitálkami sú určené celé sekcie, niektoré DMU obsahujú viac sektorových divízií.

Zdroj: vlastné spracovanie

A	POLNOHOSPODÁRSTVO, LESNÍCTVO A RYBOLOV
C10, C11, C12	Výroba potravín, Výroba nápojov, Výroba tabakových výrobkov
C13, C14, C15	Výroba textilu, Výroba odevov, Výroba kože a kožených výrobkov
C19	Výroba koksu a rafinovaných ropných produktov
C20	Výroba chemikálií a chemických produktov
C21	Výroba základných farmaceutických výrobkov a farmaceutických prípravkov
C22	Výroba výrobkov z gumy a plastu
C23	Výroba ostatných nekovových minerálnych výrobkov
C24	Výroba a spracovanie kovov
C25	Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení
C26	Výroba počítačových elektronických a optických výrobkov
C27	Výroba elektrických zariadení
C28	Výroba strojov a zariadení
C29	Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov
C30	Výroba ostatných dopravných prostriedkov
C31, C32	Výroba nábytku, Iná výroba
C33	Oprava a inštalácia strojov a prístrojov
D	DODÁVKA ELEKTRINY, PLYNU, PARY A STUDENÉHO VZDUCHU
E	DODÁVKA VODY, ČISTENIE A ODVOD ODPADOVÝCH VÔD, ODPADY A SLUŽBY ODSTRANOVANIA ODPADOV
F	STAVEBNÍCTVO
J	INFORMÁCIE A KOMUNIKÁCIA
M71	Architektonické a inžinierske činnosti, technické testovanie a analýzy
M72	Vedecký výskum a vývoj
P	VZDELÁVANIE
Q	ZDRAVOTNÍCTVO A SOCIÁLNA POMOC

Pri vymedzení indikátorov zapojených do modelu sa inšpirujeme článkom (29) a eko-inováciu meriame ako účinok VaVal aktivít na znižovanie emisnej a energetickej náročnosti vo vybraných sektoroch, ovplyvnený eko-patentmi a príslušnými ISO štandardmi. Konkrétne do modelu zahŕňame tieto indikátory:

Vstupy:

- 💡 Výdavky na VaVal ako podiel hrubej pridanej hodnoty (HPH, v bežných cenách) v sektore (% HPH) – zdroj: Eurostat
- 💡 Počet zamestnancov (ekvivalent plného úväzku) pracujúcich vo VaVal na 1000 zamestnancov (ekvivalent plného úväzku) v sektore (abs. počet) – zdroj: Eurostat

Medzivýstupy:

- 💡 Celkový počet slovenských eko-patentov v sektore (abs. počet) – zdroj: Svetová organizácia duševného vlastníctva (WIPO) + vlastná viacnásobná identifikácia ekologickej a sektorového zaradenia patentov
- 💡 Celkový počet štandardov ISO 14001:2015 (Systémy manažmentu životného prostredia) a ISO 50001:2018 (Systémy energetickej manažmentu) v sektore – zdroj: Medzinárodná organizácia pre štandardizáciu (ISO)

Výstupy:

- 💡 Emisná náročnosť v sektore (abs. počet t emisií/mil. € HPH v bežných cenách; prevrátené normalizované hodnoty kvôli negativite vzťahu) – zdroj: Eurostat
- 💡 Hrubá energetická náročnosť v sektore (abs. počet TJ/mil. € HPH v bežných cenách; prevrátené normalizované hodnoty kvôli negativite vzťahu) – zdroj: Eurostat

Výsledky modelu

Výsledky modelovania relatívnej eko-inovačnej efektívnosti v RIS3 sektoroch poukazujú na dominanciu niektorých z nich z hľadiska orientácie na vstupy aj výstupy. Pri interpretácii sa zameriame iba na premenlivé výnosy z rozsahu, keďže inovačné procesy majú zväčša nelineárny charakter. Skóre efektívnosti sme pre lepšiu grafickú interpretáciu normalizovali. V nasledujúcej časti predstavujeme grafické znázornenie a interpretáciu normalizovaných hodnôt skóre efektívnosti, priemerné rezervy a nasledovníkov.

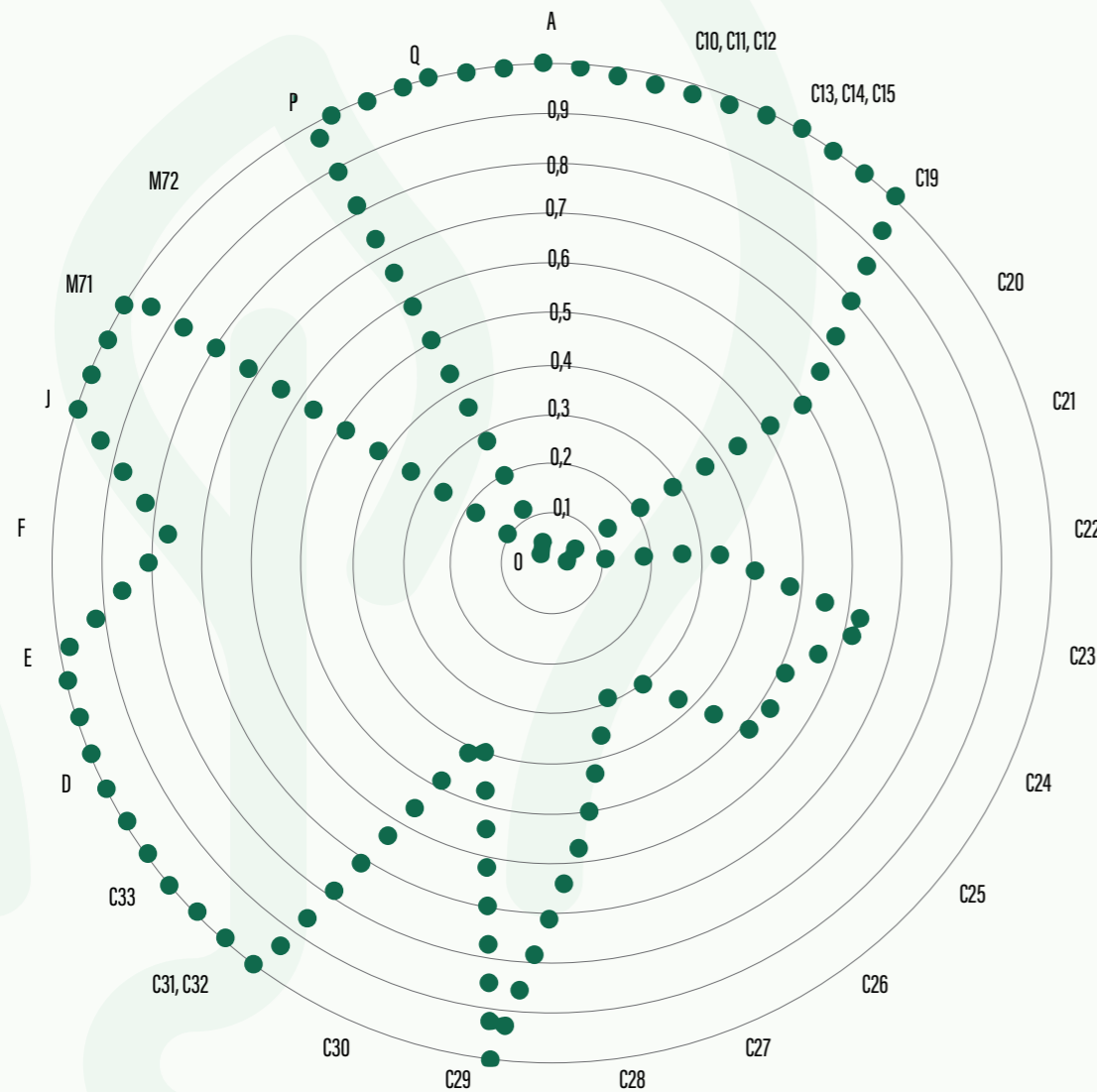
V prvom kroku sa pozrieme na orientáciu na vstupy, t.j. efektívnosť využívania vstupov pri zachovaných výstupoch, pri premenlivých výnosoch z rozsahu (viď Graf 1 – normalizované skóre naberá hodnoty 0-1, kde 1 je efektívne, a ostatné hodnoty neefektívne). Relatívne eko-inovačne efektívnymi sektormi sú POLNOHOSPODÁRSTVO, LESNÍCTVO A RYBOLOV (A); Výroba textilu, Výroba odevov, Výroba kože a kožených výrobkov (C13, C14, C15); Výroba koksu a rafinovaných ropných produktov (C19); Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov (C29); Výroba nábytku, Iná výroba (C31, C32); Oprava a inštalácia strojov a prístrojov (C33); DODÁVKA ELEKTRINY, PLYNU, PARY A STUDENÉHO VZDUCHU (D); DODÁVKA VODY, ČISTENIE A ODVOD ODPADOVÝCH VÔD, ODPADY A SLUŽBY ODSTRANOVANIA ODPADOV (E); INFORMÁCIE A KOMUNIKÁCIA (J); Architektonické a inžinierske činnosti, technické testovanie a analýzy (M71); VZDELÁVANIE (P) a ZDRAVOTNÍCTVO A SOCIÁLNA POMOC (Q). Tieto sektory sa stali relatívne efektívnymi kvôli menšiemu množstvu výdavkov na VaVal alebo množstvu zamestnancov vo VaVal potrebnému pre dosiahnutie rovnakej úrovne emisnej a energetickej náročnosti ako v prípade iných sledovaných sektorov.

Vzhľadom k strategickým doménam môžeme povedať, že napr. poľnohospodárske, lesnícke a rybolovné aktivity (doména Zdravé potraviny a životné prostredie) sú rovnako efektívne ako zdravotnícke aktivity (doména Zdravie obyvateľstva a zdravotnícke technológie), ale naopak sú o 40 % efektívnejšie ako Výroba chemikálií a chemických

produktov (C20) alebo o 46 % efektívnejšie ako Výroba strojov a zariadení (C28) (oba sektory z domény Priemysel pre 21. storočie). Porovnaním sektorov v rámci jednej domény môžeme dostať taktiež rozdielne výsledky. Napríklad automobilová výroba je o 63 % efektívnejšia ako Výroba ostat-

ných dopravných prostriedkov (C30) (oba sektory z domény Dopravné prostriedky pre 21. storočie), ale rovnako plne efektívna ako výroba koksu a ropných výrobkov, čo je jedným z ich subdodávateľských sektorov, priraditeľným do domény Priemysel pre 21. storočie.

Graf 1 Porovnanie relatívnej eko-inovačnej efektívnosti vybraných sektorov slovenskej ekonomiky podľa RIS3 pri orientácii na vstupy a premenlivých výnosoch z rozsahu. Efektívnymi sektormi sú tie, ktorých príslušný bod na grafoch leží na vonkajšom kruhu. Zdroj: vlastné spracovanie.



Na hodnotenie možností zlepšenia eko-inovačnej efektívnosti nám slúžia dva dodatočne vypočítané ukazovatele – rezervy a nasledovníci. Pomocou priemerných rezerv vieme určiť, o koľko % je potrebné zmeniť jednotlivé indikátory pre zvýšenie efektívnosti konkrétnych neefektívnych sektorov. V prípade orientácie na vstupy hovoríme o potrebe zníženia množstva vstupov, zníženia množstva

medzivýstupov a taktiež zníženia množstva výstupov (pracujeme s prevrátenými ukazovateľmi, štandardne DEA pracuje so zvýšením množstva výstupov) pre dosiahnutie väčšej efektívnosti. Výsledky rezerv neefektívnych sektorov pre orientáciu na vstupy a premenlivé výnosy z rozsahu je možné sledovať v Tabuľke 2.

Tabuľka 2 Rezervy neefektívnych sektorov pre orientáciu na vstupy a premenlivé výnosy z rozsahu. Zdroj: vlastné spracovanie

INPUT ORIENTÁCIA (premenlivé výnosy z rozsahu)						
Sektor	VSTUPY		MEDZIVÝSTUPY		VÝSTUPY	
	Výdavky na R&D	Zamestnanci v R&D	Eko-patenty	ISO certifikácie	Emisná náročnosť	Energetická náročnosť
C10, C11, C12	1%	0%	12%	0%	10%	0%
C13, C14, C15	0%	0%	5%	1%	1%	0%
C20	2%	4%	18%	0%	19%	3%
C22	3%	2%	0%	0%	4%	0%
C23	1%	2%	1%	7%	26%	1%
C24	0%	0%	0%	16%	81%	9%
C25	2%	1%	9%	7%	11%	0%
C26	2%	2%	18%	0%	0%	0%
C27	6%	3%	1%	0%	0%	0%
C28	9%	5%	41%	0%	1%	0%
C29	3%	0%	6%	0%	0%	0%
C30	27%	4%	0%	0%	1%	0%
D	0%	0%	43%	4%	37%	18%
E	0%	0%	75%	14%	34%	1%
F	0%	0%	0%	49%	3%	0%
J	0%	0%	0%	0%	0%	0%
M71	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Q	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Napríklad už spomínaná neefektívna Výroba chemikálií a chemických produktov (C20) potrebuje pre lepšie efektívne skóre pri nezmenených ostatných indikátoroch znížiť výdavky na VaVal v priemere o 2 %, množstvo zapojených zamestnancov vo VaVal v priemere o 4 % alebo množstvo eko-patentov v priemere o 18 %. Skóre si však môže zlepšiť aj pri nezmenených ostatných indikátoroch, ak zníži svoju emisnú náročnosť v priemere o 19 % alebo energetickú náročnosť v priemere o 3 %. Preto môžeme hovoriť v tomto prípade o sektore náročnom najmä na medzivýstupy a výstupy. Podobne Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov (C29) potrebuje pre lepšie skóre buď nižšie výdavky na VaVal v priemere o 3 % alebo nižšie množstvo eko-patentov v priemere o 6 % a Výroba ostatných dopravných prostriedkov (C30) nižšie výdavky na VaVal v priemere o 27 %, množstvo zamestnancov vo VaVal v priemere o 4 % alebo nižšiu emisnú náročnosť v priemere o 1 %.

Zaujímavý je sektor Výroba a spracovanie kovov (C24), ktorý pre dosiahnutie efektívnosti potrebuje menšie množstvo ISO certifikácií v priemere o 16 %, čo je veľmi nepravdepodobné z dôvodu doby platnosti certifikácií, alebo znížiť svoju emisnú náročnosť v priemere o 81 % alebo energetickú náročnosť v priemere o 9 %. Z uvedeného vyplýva aktuálna vysoká náročnosť tohto sektora na výstupy (najmä emisie) relatívne oproti ostatným.

Druhým dopočítaným ukazovateľom sú váhy, t.j. vplyvy vstupov a výstupov na skóre eko-inovačnej efektívnosti, ktoré okrem iného slúžia na identifikáciu nasledovníkov, t.j. vzorové sektory, ktoré by mali sledované sektory nasledovať pre zlepšenie skóre. Sieťový model určuje nasledovníkov pre jednotlivé roky samostatne, v našom prípade v období 2015-2018. Sumár nasledovníkov pre neefektívne sektory pri orientácii na vstupy a premenlivých výnosoch z rozsahu zoradených podľa dôležitosti je uvedený Tabuľke 3.

Tabuľka 3 Nasledovníci pre neefektívne sektory pri orientácii na vstupy a premenlivých výnosoch z rozsahu. Zdroj: vlastné spracovanie

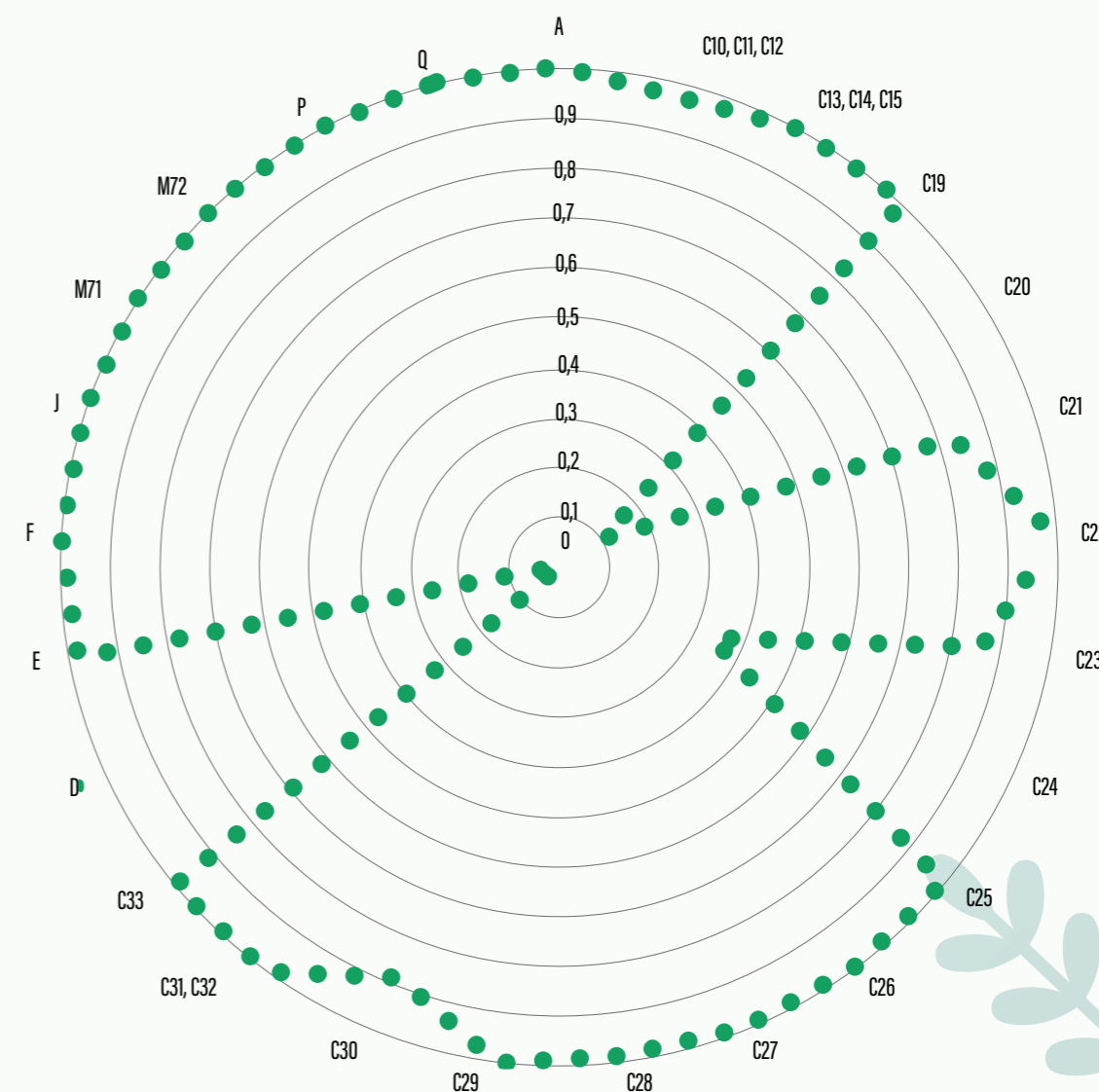
INPUT ORIENTÁCIA (premenlivé výnosy z rozsahu)				
Sektor	2015	2016	2017	2018
C10, C11, C12	Q	Q	Q; C31, C32; A; C19	Q
C13, C14, C15	P	Q	P	P
C20	Q	Q	Q; C19; C31, C32; C33	A; C19; C33
C22	P	Q	C31, C32; Q; A; C19	Q; C31, C32; A; C33
C23	Q	Q	A; Q; C31, C32; C19	A; C33; C19
C24	P	Q	P	Q; C19; A
C25	Q; P	Q	Q; C31, C32; A	Q; C31, C32; A
C26	P	P; Q	P; Q; C33	Q; P; C33
C27	P; Q	Q	Q; C33; C31, C32; C29	Q; C33; C32, C31
C28	Q	Q	C31, C32; Q; A	Q; C31, C32; A
C29	-	-	-	C33
C30	P; Q	Q	C33; C31, C32; Q; C19	C33; C31, C32; A; C19
C31, C32	A	-	-	-
D	P	Q	P; C19	P
E	P	Q	P	P
F	P	P; Q	P; Q; A	P
M71	-	J; P	-	-

Z hľadiska špecifikovaných sektorov z predchádzajúcich častí analýzy je možné potvrdiť najviac nasledovníkov pre sektor Výroba chemikálií a chemických produktov (C20) v roku 2017. Ide o sektory v nasledujúcom poradí: ZDRAVOTNÍCTVO A SOCIÁLNA POMOC (Q); Výroba kovu a rafinovaných ropných produktov (C19); Výroba nábytku, Iná výroba (C31, C32) a Oprava a inštalácia strojov a prístrojov (C33). Pre lepšie celkové efektívne skóre by Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov (C29) mala nasledovať len sektor Oprava a inštalácia strojov a prístrojov (C33) v roku 2018. Naopak, Výroba ostatných dopravných prostriedkov (C30) má viacero identifikovaných nasledovníkov, ako sú napr. v roku 2015

sektory VZDELÁVANIE (P) a ZDRAVOTNÍCTVO A SOCIÁLNA POMOC (Q). Sektor Výroba a spracovanie kovov (C24) by mal okrem iného nasledovať v roku 2018 sektory ZDRAVOTNÍCTVO A SOCIÁLNA POMOC (Q); Výroba kovu a rafinovaných ropných produktov (C19) a POĽNOHOSPODÁRSTVO, LESNÍCTVO A RYBOLOV (A).

Hodnotenie eko-inovačnej efektívnosti by sa nemala zaoberať bez sledovania orientácie na výstupy, t.j. efektívnosti tvorby výstupov zo zachovaných vstupov, pri premenlivých výnosoch z rozsahu (viď Graf 2 – normalizované prevrátené skóre naberá hodnoty 0-1, kde 1 je efektívne, a ostatné hodnoty neefektívne).

Graf 2 Porovnanie relatívnej eko-inovačnej efektívnosti vybraných sektorov slovenskej ekonomiky podľa RIS3 pri orientácii na výstupy a premenlivých výnosoch z rozsahu. Efektívnymi sektormi sú tie, ktorých príslušný bod na grafoch leží na vonkajšom kruhu. Zdroj: vlastné spracovanie.



V tomto prípade sú relatívne efektívnymi sektormi POĽNOHOSPODÁRSTVO, LESNÍCTVO A RYBOLOV (A); Výroba koksu a rafinovaných ropných produktov (C19); Výroba nábytku, Iná výroba (C31, C32); Oprava a inštalácia strojov a prístrojov (C33); INFORMÁCIE A KOMUNIKÁCIA (J); Architektonické a inžinierske činnosti, technické testovanie a analýzy (M71); VZDELÁVANIE (P) a ZDRAVOTNÍCTVO A SOCIÁLNA POMOC (Q). Veľmi blízko k efektívnosti majú aj ďalšie sektory ekonomiky, ako Výroba textilu, Výroba odevov, Výroba kože a kožených výrobkov (C13, C14, C15); Výroba výrobkov z gumy a plastu (C22); Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení (C25); Výroba počítačových elektronických a optických výrobkov (C26); Výroba elektrických zariadení (C27); Výroba strojov a zariadení (C28); Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov (C29); DODÁVKA VODY, ČISTENIE A ODVOD ODPADOVÝCH VÔD, ODPADY A SLUŽBY ODSTRANOVANIA ODPADOV (E); STAVEBNÍCTVO (F) a Vedecký výskum a vývoj (M72).

Porovnaním neefektívnych sektorov s efektívnymi z hľadiska aktuálnych potrieb a RIS3 dostávame napr. o 17 % nižšiu eko-inovačnú efektívnosť dôležitého sektora z hľadiska pandémie ochorenia COVID-19 – Výroba základných farmaceutických výrobkov a farmaceutických prípravkov (C21) (doména Zdravie obyvateľstva a zdravotnícke technológie) alebo o 24 % nižšiu efektívnosť sektora potrebného v IT priemysle – Výroba ostatných nekovových minerálnych výrobkov (C23) (domény Priemysel pre 21. storočie a Digitálne Slovensko a kreatívny priemysel). To znamená, že tieto dva sektory sú v sledovaných rokoch neefektívne z hľadiska znižovania ich emisnej a energetickej náročnosti pomocou inovácií.

Rezervy pri orientácii na výstupy majú opačné smerovanie ako pri orientácii na vstupy, čiže vy-

jadrujú potrebu zvýšenia množstva vstupov, zvýšenia množstva medzivýstupov alebo zvýšenia množstva výstupov (pracujeme s prevrátenými ukazovateľmi, štandardne DEA pracuje so znížením množstva výstupov) pre zlepšenie efektívnosti. Sumarizáciu rezerv neefektívnych sektorov pri orientácii na výstupy a premenlivých výnosoch z rozsahu je možné vidieť v Tabuľke 4.

Podľa výsledkov vybraných sektorov pre analýzu je možné povedať, že sektor Výroba základných farmaceutických výrobkov a farmaceutických prípravkov (C21) je náročný najviac na vstupy – potrebuje zvýšiť výdavky na VaVal v priemere o 31 %, počet zamestnancov vo VaVal v priemere o 16 % alebo počet eko-patentov v priemere o 10 %. Sektoru by mohlo pomôcť k lepšiemu skóre aj zvýšenie emisnej náročnosti v priemere o 1 % alebo zvýšenie energetickej náročnosti v priemere o 2 %. Naopak, skóre sektora Výroba ostatných nekovových minerálnych výrobkov (C23) je viac náročné na medzivýstupy na výstupy – k zlepšeniu by mu dopomohlo zvýšenie emisnej náročnosti v priemere o 29 %, množstva eko-patentov v priemere o 14 % a počtu ISO certifikácií v priemere o 10 %. Zmena výdavkov na VaVal (1 %) a množstva zamestnancov vo VaVal (2 %) by mali zásadne menší efekt.

Aj pri nasledovníkoch (viď Tabuľka 5) si špecifikujeme dva hlavné vybrané sektory slovenskej ekonomiky. Sektor Výroba základných farmaceutických výrobkov a farmaceutických prípravkov (C21) by mal predovšetkým nasledovať sektory Výroba nábytku, Iná výroba (C31, C32) a Oprava a inštalácia strojov a prístrojov (C33) v roku 2016, ako aj VZDELÁVANIE (P) v ostatných rokoch. Sektor Výroba ostatných nekovových minerálnych výrobkov (C23) môže hľadať zlepšenie vo výsledkoch tých istých sektorov, okrem sektora Oprava a inštalácia strojov a prístrojov (C33).

Tabuľka 4 Rezervy neefektívnych sektorov pre orientáciu na výstupy a premenlivé výnosy z rozsahu. Zdroj: vlastné spracovanie

OUTPUT ORIENTÁCIA (premenlivé výnosy z rozsahu)						
Sektor	VSTUPY		MEDZIVÝSTUPY		VÝSTUPY	
	Výdavky na R&D	Zamestnanci v R&D	Eko-patenty	ISO certifikácie	Emisná náročnosť	Energetická náročnosť
C10, C11, C12	0%	0%	8%	0%	10%	0%
C13, C14, C15	0%	0%	5%	1%	0%	0%
C20	4%	7%	11%	4%	9%	0%
C21	31%	16%	10%	0%	1%	2%
C22	10%	6%	14%	14%	4%	0%
C23	1%	2%	14%	10%	29%	0%
C24	1%	1%	0%	35%	83%	0%
C25	2%	1%	12%	36%	10%	0%
C26	5%	2%	29%	20%	0%	0%
C27	22%	13%	15%	22%	0%	0%
C28	19%	11%	74%	19%	2%	0%
C29	3%	0%	6%	0%	0%	0%
C30	80%	22%	5%	4%	1%	1%
D	0%	0%	43%	4%	23%	0%
E	0%	0%	75%	14%	34%	0%
F	0%	0%	8%	73%	3%	0%
J	0%	0%	0%	0%	0%	0%
M72	44%	44%	0%	0%	0%	0%

Tabuľka 5 Nasledovníci pre neefektívne sektory pri orientácii na výstupy a premenlivých výnosoch z rozsahu. Zdroj: vlastné spracovanie

OUTPUT ORIENTÁCIA (premenlivé výnosy z rozsahu)				
Sektor	2015	2016	2017	2018
C10, C11, C12	P; C31, C32; C33	P; C31, C32	P; Q; C31, C32	P; C31, C32
C13, C14, C15	P	P	P	P
C20	P	C31, C32; P	C31, C32	C31, C32
C21	C33; P	C33; C31, C32	C33; P	C33; P
C22	P	P	C31, C32	C31, C32
C23	P	P	C31, C32; P	C31, C32; P
C24	P	P	P	C31, C32; P
C25	P	C31, C32; P	C31, C32	C31, C32
C26	P	J; P; C31, C32	P; J; C31, C32	P; M71; J
C27	P	P	J; C31, C32	P; C31, C32
C28	P	C31, C32; P	C31, C32	C31, C32
C29	-	-	C33	C33
C30	P	P; C33	P; C33	P; M71
D	P	P	P; C19	P
E	P	P	P	P
F	P	P	P; C31, C32	P
J	-	P	-	-
M72	-	-	M71	M71

Stav Slovenska ako celku

Hoci podobnú sektorovú analýzu, ako je vyššie špecifikovaný model efektívnosti eko-inovácie, sme pri prieskume referencií nenašli, existuje niekoľko sekundárnych porovnávacích nástrojov na úrovni národných alebo regionálnych ekonomík,

ako aj analýz konkrétne realizovaných na Slovensku. V nasledujúcej časti špecifikujeme aktuálne výsledky SR v niekoľkých porovnávacích nástrojoch aj sekundárnych analýzach.

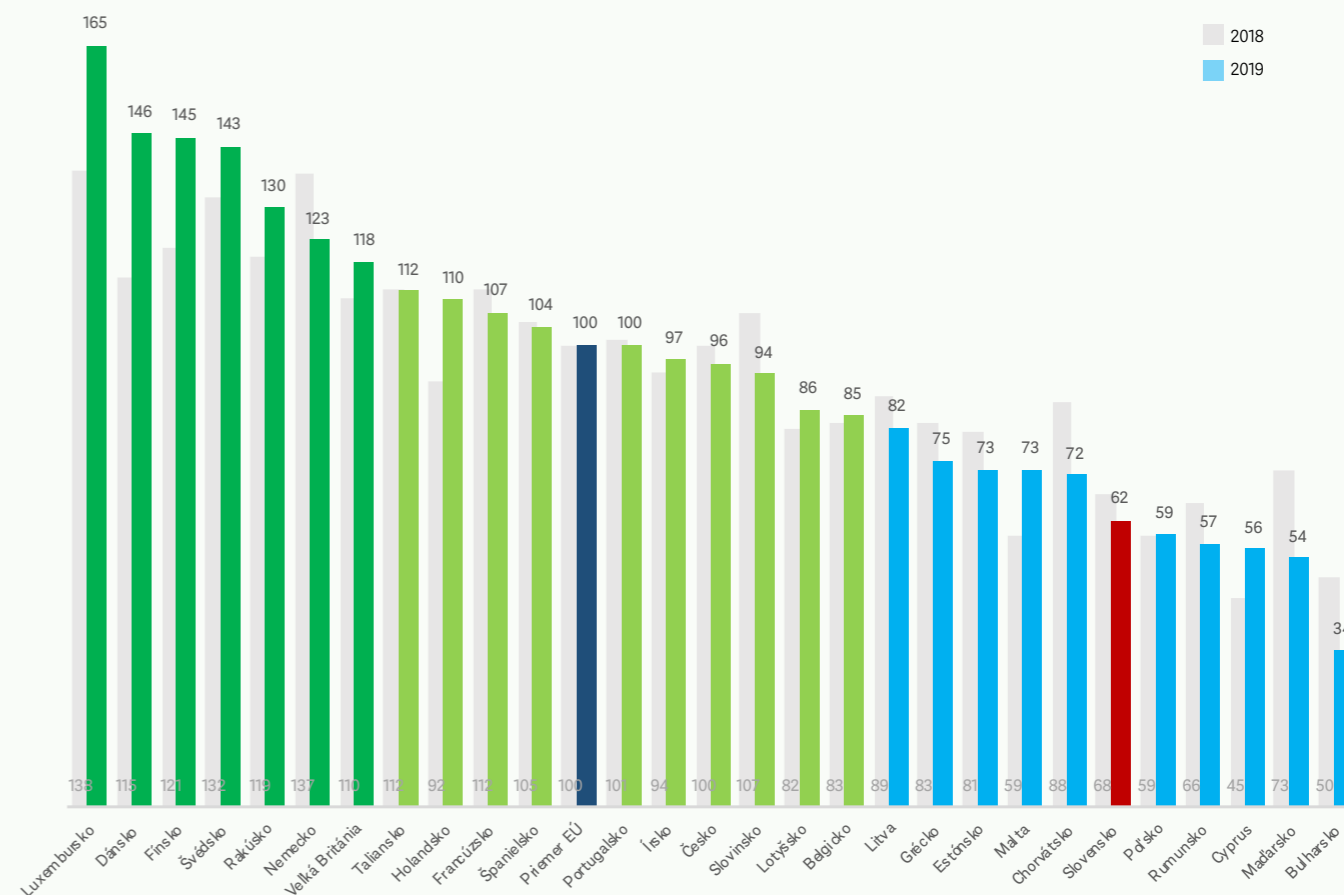
Eko-inovačný hodnotiaci nástroj

Najvýznamnejším ukazovateľom uplatňovania eko-inovácie v prostredí EÚ je Eko-inovačný hodnotiaci nástroj (Eco-innovation Scoreboard, Eco-IS). Prostredníctvom 16 indikátorov zaradených do piatich dimenzií Eco-IS vysvetľuje aktuálne rozdiely medzi jednotlivými členskými štátmi. Výsledky čiastkových indikátorov sú aplikované do komplexného Eko-inovačného indexu normalizovaného podľa priemeru EÚ (priemer EÚ = 100), ktorý začleňuje krajiny EÚ do troch výkonnostných skupín – eko-inovační lídri, eko-inovační vykonávatelia a dobiehajúce krajiny. Nástroj bol prvýkrát vypracovaný za rok 2010 a v priebehu desaťročia jeho fungovania prešiel viacerými zmenami (30).

Podľa najaktuálnejších výsledkov Eco-IS za rok 2019 (7) (viď Graf 3) patrí Slovensko do skupiny

dobiehajúcich krajín, keďže sa s hodnotou skóre 62 v celkovom hodnotení umiestnilo na 23. priečke zo všetkých vtedajších 28 krajín EÚ. V porovnaní s predchádzajúcim obdobím ide o pokles skóre o 6 bodov (z hodnoty skóre 68), hoci si krajina udržala rovnakú priečku v poradí krajín. Horšie výsledky v roku 2019 dosiahli iba Poľsko (59), Rumunsko (57), Cyprus (56), Maďarsko (54) a Bulharsko (34). Čo sa týka najvýkonnejších krajín, eko-inovačnými lídrami sú predovšetkým Luxembursko (165), škandinávskej krajiny Dánsko (146), Fínsko (145) a Švédsko (143), ale aj náš západný sused Rakúsko (130) a najväčší exportný partner Nemecko (123). Okrem toho medzi lídrov patrila aj Veľká Británia (118), ktorá v roku 2020 vystúpila z EÚ.

Graf 3 Poradie krajín EÚ podľa Eko-inovačného indexu v rokoch 2019 (farebne) a 2018 (sivo). Tmavá zelená označuje eko-inovačných lídrov, bledá zelená eko-inovačných vykonávateľov, bledá modrá dobiehajúce krajiny, tmavá modrá priemer EÚ a červená Slovensko. Zdroj: vlastné spracovanie podľa EC (2021)



Hlbším rozobratím eko-inovačných profilov krajín dochádzame k záveru, že Slovensko významne zaostáva v dimenziách Eko-inovačných vstupov (čiastkové skóre 26) a Eko-inovačných výstupov (37). Ide najmä o problémy pri indikátoroch Celková hodnota zelených investícií v počiatočnom štádiu (1), Patenty súvisiace s eko-inováciami (22), Vládne prostriedky na výskum a vývoj v oblasti životného prostredia a energetiky (25) a Mediálne pokrytie eko-inovácií (25). Z uvedených výsledkov je možné potvrdiť slabší záujem zo strany firiem o ekologické inovovanie, ale aj zaostávanie verejnej podpory a mediálneho obrazu. Slabý dopyt po ekologickom duševnom vlastníctve v SR sme identifikovali aj pri zbere dát pre analýzu efektívnosti eko-inovácie v sektoroch podľa RIS3. Naopak, najlepšie výsledky dosiahla krajina v dimenziách Eko-inovačné aktivity (95) a Výsledky efektívnosti zdrojov (84) – najmä pri indikátoroch Produktivita vody (360) a Počet certifikátov ISO 14001 (245).

Indikátory cirkulárnej ekonomiky

Okrem vyššie uvedeného hodnotenia EK realizuje aj súbor indikátorov cirkulárnej ekonomiky v oblastiach ako Udržateľné riadenie zdrojov, Spoločenské správanie a Obchodné operácie (7).

Udržateľné riadenie zdrojov má za cieľ znižovať nároky na suroviny vo výrobe, tým predĺžiť životnosť zdrojov a zároveň redukovať dopad na životné prostredie. Základnými ukazovateľmi v tejto sú Domáca spotreba materiálu (t/obyvateľa), Produktivita zdrojov, Trendy v sektore opravy, Rozšírená zodpovednosť výrobcov, Trendy v recyklácii, Recyklácia obalov, Recyklácia biomasy, Recyklácia konštrukčných materiálov a Recyklácia komunálneho odpadu.

V ukazovateli Domáca spotreba materiálu sa Slovensko nachádza na 21. mieste tesne pod priemerom (13,2 t/obyvateľa) s hodnotou 12,7 t/obyvateľa. Najviac však zaostávame v indikátoroch súvisiacich s recykláciou, kde sa často ocitáme na chvoste rebríčka 28 krajín. Jedno z výrazne najhorších

Ak porovnáme výsledky napríklad s krajinami V4, iba Česká republika je na tom z hľadiska eko-inovácie výrazne lepšie ako Slovensko – na 14. priečke. V celkovom skóre dosiahla táto krajina v roku 2019 skóre 96, avšak oproti predchádzajúcemu roku si pohoršila (v roku 2018 dosiahla priemer EÚ 100). Najviac do pozitívnych čísel ťahajú Česko, podobne ako Slovensko, indikátory v dimenzii Eko-inovačné aktivity (156), naopak najhoršie výsledky česi dosiahli v dimenzii Eko-inovačné výstupy. Poľsko tesne zaostáva za Slovenskom (24. priečka, skóre 59), ťahané pozitívne dimenziou Sociálno-ekonomické výsledky (94) a negatívne dimenziou Výsledky efektívnosti zdrojov. Najhoršie z porovnávaných krajín je na tom Maďarsko (27. priečka, skóre 34) s pozitívne ladenou dimenziou Eko-inovačné aktivity (82) a negatívne ladenou dimenziou Eko-inovačné výstupy (9).

umiestnení získalo Slovensko v kategórii Recyklácia komunálneho odpadu. Tu sa radí medzi tri posledné krajiny (predbehlo len Maltu a Rumunsko) s hodnotami 49 kg/obyvateľa, naproti priemeru 215 kg/obyvateľa. Podiel recyklovaných konštrukčných materiálov (%) vyslúžil s 51 % Slovensku dokonca predposledné miesto, pričom krajiny V4 dosiahli 84 % (Poľsko), 92 % (Česko) a 99 % (Maďarsko).

Spoločenské správanie predstavuje súbor indikátorov zastrešujúcich spotrebiteľské správanie obyvateľov šetrné voči životnému prostrediu (zdieľaná ekonomika, opätovné použitie tovarov, ochota platiť viac za trvanlivosť, separovanie odpadov a i.).

Kľúčovým ukazovateľom zo súboru je podiel Občanov, ktorý by si zvolil inú alternatívu pred kúpou nového produktu, pričom možnými alternatívami sú: kúpa použitého/rekonštruovaného tovaru, prenájom produktu a využitie služieb zdieľanej ekonomiky ako bike-sharing. Vo všetkých spomínaných možnostiach sa pohybujeme tesne pod

priemerom, pričom 45 % Slovákov by uprednostnilo kúpu nového produktu (EÚ priemer je 47 %, lídrom je Fínsko s 26 %). V rámci indikátora Prezentácia témy cirkulárnej ekonomiky v médiách (počet zverejnených článkov/rok) obsadilo Slovensko piatu priečku od konca s 87 článkami (z krajín V4 dopadlo horšie len Maďarsko s 86 článkami). Pre porovnanie je v tejto téme lídrom Španielsko s 8765 článkami a vo svetovom merítku vedie Čína s 239561 článkami. Ďalšie indikátory sa zameriavajú na opravu počítačov a techniky, pričom poukazujú na Zisky z opravy počítačov alebo Počet zamestnancov a firiem podnikajúcich v tejto sfére. Slovensko sa nachádza opäť medzi poslednými – na 3. mieste odzadu pred Estónskom a Slovinskom.

Obchodné operácie predstavujú súbor ukazovateľov, ktoré mapujú aktivity ekologických inovácií smerujúcich k zmene a prispôbeniu obchodných modelov v súlade s princípmi obehového hospodárstva. Zahŕňa indikátory: Ťažkosti s implementáciou cirkulárnej ekonomiky, Finančné zdroje na zavádzanie cirkulárnej ekonomiky, Dostupnosť informácií o možnej podpore na činnosti týkajúce sa cirkulárnej ekonomiky, Podiel podnikov zabezpečujúcich recykláciu produktov, Podiel firiem, ktoré investujú do predĺženej životnosti produktov, Podiel podnikov, ktoré recyklujú vodu, odpad a materiály na vlastné použitie alebo ďalší predaj a Počet produktov a služieb radiaciach sa k eko-inováci.

Sekundárne analýzy

Zo sekundárnych analýz realizovaných na Slovensku je možné primárne vyzdvihnúť kľúčové aspekty postavenia eko-inovácií v rámci ekonomického a hospodársko-politického systému SR (31). Autor rozoberá energetickú a materiálovú náročnosť ekonomiky, odpadové hospodárstvo, daňové a výdavkové nástroje fiškálnej politiky. Napríklad v oblasti environmentálnych daní je v SR priestor na ich sprísnenie, keďže v roku 2016 dosiahli 89 % priemeru EÚ. V oblasti emisií vidí autor pozitíva, keďže ekvivalent CO₂ na 1 obyvateľa na Slovensku v roku 2015 dosiahol podiel vo výške 87 % prie-

Jedným z indikátorom súboru sú Ťažkosti s implementáciou cirkulárnej ekonomiky, s ktorými sa spoločnosti stretli. Slovenské firmy označili za najväčšie prekážky administratívnu náročnosť (až 45 %), prístup k financovaniu (33 %) a náklady na splnenie predpisov a noriem (31 %). V indikátore Finančné zdroje na zavádzanie cirkulárnej ekonomiky je Slovensko blízko k štandardu – vo väčšine prípadov firmy využívajú vlastné zdroje (priemerná hodnota krajín 70 %, Slovensko 71 %). Podobne je to s Dostupnosťou informácií o možnej podpore na činnosti týkajúce sa cirkulárnej ekonomiky, keďže značná časť firiem tieto informácie nevyhľadáva (EÚ priemer 48 %, Slovensko 53 %). Podobne ako v prípade ostatných indikátorov, aj v prípade Podielu podnikov, ktoré recyklujú vodu, odpad a materiály na vlastné použitie alebo ďalší predaj sa Slovensko pohybuje okolo priemeru (18,2 % vo výrobe a 13,5 % v službách, pričom EÚ priemer je 20,1 % a 13,4%). Medzi najslabšie krajiny sa Slovensko radí v indikátore Počet produktov a služieb radiaciach sa k eko-inováci, kde bolo zaznamenaných menej ako 100 takýchto produktov (v porovnaní s lídrom Španielskom, kde to bolo 27018, z krajín V4 si zasa najlepšie počína Poľsko s 2727 produktami).

meru EÚ. Naopak, expozícia prachovými časticami PM_{2,5} bola v tom roku na úrovni skoro 1,6-násobku priemeru EÚ. Zaujímavým ukazovateľom je nízky podiel výdavkov na VaVal vynakladaných na životné prostredie (5,4 mil. eur) a energie (2,1 mil. eur) v roku 2016. Autor poukázal na za kľúčové faktory týchto nízkych čísel, nízku mieru financovania VaVal vo všeobecnosti, ako aj na slabý podiel podnikových výdavkov. Iným príspevkom hodnotiacim stav eko-inovácie na Slovensku podľa európskych ukazovateľov je článok (32).

Potenciál eko-inovácií v krajine hodnotia aj samotní zamestnávateľi pôsobiaci na Slovensku v komplexnej správe (33). Okrem zhrnutia aktuálnych eko-inovačných podmienok v rôznych krajinách, globálnych integračných zoskupeniach a na Slovensku autori špecifikujú aktuálne legislatívne a strategické vymedzenie témy a podporu rozvoja. Napríklad za základné rámcové dokumenty pre politiku eko-inovácií na Slovensku určili Zelenšie Slovensko – Stratégia environmentálnej politiky Slovenskej republiky do roku 2030, Program odpadového hospodárstva SR na roky 2016-2020, Návrh orientácie, zásad a priorít vodohospodárskej politiky SR do roku 2027, Návrh stratégie energetickej bezpečnosti SR do roku 2030, Konceptcia energetickej efektívnosti a Akčný plán energetickej efektívnosti, Návrh energetickej politiky SR a RIS3. Dostupnými zdrojmi pre podporu oblasti sú napr. Európske štrukturálne a investičné fondy, programy rozvoja vidieka, programy cezhraničnej spolupráce, nadnárodné a komunitárne programy

EÚ, Horizont 2020 (dnes Horizon Europe), programy COSME a LIFE, finančné mechanizmy Európskeho hospodárskeho priestoru, Nórske fondy, či slovenské vedecké grantové agentúry.

Empirický výskum na vzorke 214 dopytovaných slovenských firiem prezentovaný v článku (34) identifikoval vzťahy medzi typmi slovenskej firmy a uplatňovania eko-inovácie v nej. Výsledky poukazujú na väčší záujem o eko-inovačné aktivity najmä vo väčších firmách so zahraničným vlastníctvom a vlastnými R&D kapacitami. Staršou analýzou uplatňovania eko-inovácie na Slovensku je aj Postoj malých a stredných podnikov v SR k eko-inováciám (35) vtedajšej Národnej agentúry pre rozvoj malého a stredného podnikania (dnes Slovak Business Agency). Ide o súhrn poznatkov o eko-inovačnom správaní sa podnikateľov na Slovensku spracovaný na základe výsledkov celoeurópskeho prieskumu Eurobarometer 315.

Záver a odporúčania

Záverom možno konštatovať, že SR v oblasti eko-inovácií naďalej nepatrí do skupiny svetových ani európskych lídrov. Hoci priemyselné podniky na Slovensku nie sú zdrojovo najnáročnejšie a nepatria ani medzi najväčších znečisťovateľov, významne sa prejavuje ich slabší záujem o ekologické inovovanie a zelené investície. Zaostáva aj verejná podpora VaVal ekologického zamerania, registrácia eko-patentov a povedomie v spoločnosti o tejto téme. Samotní slovenskí podnikatelia vidia časté prekážky v uplatňovaní eko-inovácie ako administratívna záťaž, náročnosť legislatívnych predpisov a noriem a tiež prístup k financovaniu VaVal. Je však potrebné vyzdvihnúť, že aj napriek tomu na Slovensku vznikajú najmä medzi startupmi eko-inovácie oceňované na svetovej úrovni, postupne aj u nás dochádza k preberaniu zahraničných trendov a rastie záujem obyvateľstva o ochranu životného prostredia sprevádzaný zmenami správania (napr. rast zdieľanej ekonomiky a e-commerce), čím sa zvyšuje tlak na výrobcov tovarov či poskytovateľov služieb.

Sektorová analýza uplatňovania eko-inovácie nadviazaná na stratégiu RIS3 poukázala na existujúce rozdiely v eko-inovačnej efektívnosti na Slovensku. Na základe výsledkov je možné konštatovať, že nevýrobné sektory ako zdravotníctvo či vzdelávanie vykazujú lepšie výsledky pri dopade výskumno-vývojových aktivít na emisnú a energetickú náročnosť ako ťažký priemysel. Napríklad slovenská kovovýroba prejavuje vysokú emisnú náročnosť, ktorú nedokážu inovačné aktivity riešiť dostatočne efektívne. Zaujímavým výsledkom vstupne-orientovanej eko-inovačnej efektívnosti je aj vyššia efektívnosť výroby automobilov v porovnaní s výrobou ostatných dopravných prostriedkov, čo evokuje lepšie nastavené výrobné procesy tohto sektora vedúce k znižovaniu energetickej a emisnej náročnosti. Jedným zo slabších sektorov v rámci výstupne orientovanej efektívnosti je farmaceutická výroba. V tomto prípade je pravdepodobné, že inovačné aktivity cieľia skôr konkrétnu výrobu farmaceutických výrobkov a neovplyvňujú veľmi

dopady sektora na životné prostredie. Naopak, pri slovenskom potravinárstve a poľnohospodárstve analýza efektívnosti oboch smerov priamo potvrdila nízke negatívne environmentálne dopady.

Medzi najdôležitejšie eko-inovačné trendy podľa domén RIS3 patria elektromobilita a vodíkové technológie v doprave, inteligentné vzájomne prepojené zariadenia a umelá inteligencia v priemysle, alternatívne zdroje energie a prehodnocovanie energetického mixu v energetike, e-commerce a komunikácia, mediálny a kultúrny obsah v digitálnom priestore, prirodzenosť, digitalizácia a využitie umelej inteligencie v zdravotníctve v nadväznosti na pandémiu ochorenia COVID-19, ako aj udržateľnosť v poľnohospodárstve. Z hľadiska aktuálnej situácie je možné potvrdiť, že na firmy je vyvíjaný tlak z oboch strán – zo strany legislatívy, ako aj zo strany spotrebiteľov na zavádzanie eko-inovácií, znižovanie emisií a energetickej náročnosti. Pozitívne zmeny na trhu boli vyvolané aj vývojom správania sa počas pandémie ochorenia COVID-19 – vo zvýšenej miere sa pracuje z domu, využívajú sa prostriedky zdieľanej ekonomiky a e-commerce. Otázne zostáva, či tieto zmeny nie sú len dočasné.

Záverom, význam eko-inovácií je pre Slovensko, Európu a celý svet mimoriadne veľký, keďže nie je pre dosiahnutie klimatického cieľa a udržanie oteplenia atmosféry pod 1,5 °C možné očakávať úplne pozastavenie hospodárskeho rastu. Oblasť ekonomiky zahŕňajúca ekologické riešenia predstavuje novú príležitosť pre podnikateľov na celom svete. Teraz je čas pripraviť sa na ňu, rozbehnúť podporu VaVal a reagovať tak na rastúce potreby trhu. Preto je nevyhnutné, aby SR pri podpore všetkých aktivít zameraných na VaVal zvažovala vyššie požiadavky na výstupy smerujúce k ekologizácii ekonomiky. Počiatočné smerovanie je možné hľadať v strategických aktivitách a dokumentoch ako sú Plán obnovy (5) a Just Transition Fund –

plán pre hornú Nitru (6). Okrem už predstavených plánov môžeme na základe výsledkov našej analýzy zhrnúť niekoľko odporúčaní pre budúcnosť eko-inovácie na Slovensku:

- 💡 inšpirovať najmä veľkých podnikateľov (predovšetkým v ťažkom priemysle – chemická výroba, spracovanie ropy a minerálov, strojárstvo, automobilový priemysel a i.) k znižovaniu negatívnych environmentálnych dopadov ich hospodárskej činnosti cez konkrétne podporné nástroje, školenia a komunikačné aktivity,
- 💡 významnejšie podporovať environmentálne orientované VaVal aktivity s cieľom vyššej patentovej aktivity a tvorby inovácií v energetike, ochrany ovzdušia a životného prostredia a nových technológií pre oddeľovanie negatívnych dopadov a ekonomického rastu; napr. smerovať verejné výdavky s ohľadom na strategické smerovanie EÚ, napr. už v podobe už spomínaného Plánu obnovy,
- 💡 podnecovať zmeny v spotrebiteľskom správaní – zvyhodňovanie využívania zdieľanej ekonomiky, alternatívnych možností dopravy, kladenie dôrazu na uprednostnenie vyššej trvanlivosti výrobkov aj v prípade vyššej ceny, využívanie nákupov z druhej ruky ako refurbished elektronika, uprednostnenie výrobkov a obalov z recyklovaných alebo recyklovateľných materiálov, podieľanie sa na separovaní odpadu a i.,
- 💡 zvýšiť mediálnu podporu a zlepšiť komunikáciu témy voči spoločnosti,
- 💡 stimulovať ekonomiku po kríze spôsobenej pandémiou ochorenia COVID-19 s ohľadom na životné prostredie a udržanie pozitívnych návykov nadobudnutých počas uzavretej ekonomiky.

Referencie

1. NASA (2021). Climate Change: How Do We Know? Dostupné na: <https://climate.nasa.gov/evidence/>
2. NOAA (2021). Global Climate Report – January 2021. Dostupné na: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/202101>
3. Rada EÚ (2021). Európsky právny predpis v oblasti klímy: Rada a Parlament dosiahli predbežnú dohodu. Tlačová správa z 21. apríla 2021. Dostupné na: <https://www.consilium.europa.eu/sk/press/press-releases/2021/04/21/european-climate-law-council-and-parliament-reach-provisional-agreement/>
4. Kemp, R. (2008). Measuring Eco-Innovation. Research Brief. United Nations University. Maastricht.
5. Ministerstvo financií SR (2021). Plán obnovy – cestovná mapa k lepšiemu Slovensku. Dostupné na: https://www.planobnovy.sk/files/dokumenty/kompletny-plan_obnovy.pdf
6. European Commission (2021). Just Transition funding sources. Dostupné na: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/finance-and-green-deal/just-transition-mechanism/just-transition-funding-sources_en
7. European Commission (2021). Eco-Innovation Action Plan. Dostupné na: https://ec.europa.eu/environment/ecoap/frontpage_en
8. Machiba, T. (2011). Eco-Innovation for Enabling Resource Efficiency and Green Growth: Development of an Analytical Framework and Preliminary Analysis of Industry and Policy Practices. In: Bleischwitz R., Welfens P., Zhang Z. (eds) International Economics of Resource Efficiency. Physica-Verlag HD. Dostupné na: https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2601-2_19
9. Kemp, R., Arundel, A., Rammer, Ch., Miedzinski, M., Tapia, C., Barbieri, N., Türkeli, S., Bassi, A. M., Mazzanti, M., Chapman, D., Diáz Lopéz, F. J., McDowall, W. (2019). Maastricht Manual on Measuring Eco-innovation for a Green Economy. Dostupné na: <https://www.inno4sd.net/uploads/originals/1/inno4sd-pub-mgd-02-2019-fnl-maastrich-manual-ecoinnovation.pdf>
10. Colombo, L. A., Pansera, M., Owen, R. (2019). The discourse of eco-innovation in the European Union: An analysis of the Eco-Innovation Action Plan and Horizon 2020. *Journal of Cleaner Production*, 214(2019):653-665.
11. Eco-innovation Observatory (2021). Inovujte ekologicky! Príručka o ekologických inováciách pre malé a stredné podniky a obchodných poradcov. Dostupné na: <https://www.sazp.sk/app/cmsFile.php?disposition=i&ID=561>
12. Kemp, R., Pearson, P. (2008). Final report MEI project about measuring eco-innovation. Dostupné na: <https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/43960830.pdf>
13. Reuters (2021). EU carbon price hits record 50 euros per tonne on route to climate target. Dostupné na: <https://www.reuters.com/business/energy/eu-carbon-price-tops-50-euros-first-time-2021-05-04/>
14. IEA (2021). Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector. Dostupné na: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ad0d4830-bd7e-47b6-838c-40d115733c13/NetZeroby2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector.pdf>

15. Denník N (2021). Ministerstvo hospodárstva podpísalo so Slovnaftom, Mondi, OFZ a ďalšími firmami dobrovoľné dohody o znižovaní spotreby elektrickej energie. Dostupné na: <https://e.dennikn.sk/minuta/2388581>
16. Denník N (2021). Kedy budeme recyklovať ako na Západe a čo sa stane, keď začneme zálohovať PET fľaše a plechovky? Dostupné na: <https://e.dennikn.sk/2409553/kedy-budeme-recyklovat-ako-na-zapade-a-co-sa-stane-ked-zacneme-zalohovat-pet-flase-a-plechovky/>
17. TrendHunter (2021). Environmentally Focused Ski Resorts. Dostupné na: <https://www.trendhunter.com/trends/squaw-valley>
18. BBC News (2021). Has coronavirus made us more ethical consumers? Dostupné na: <https://www.bbc.com/news/business-55630144>
19. TrendHunter (2021). Top 100 Eco Innovations for 2021. Dostupné na: <https://www.trendhunter.com/slideshow/2021-eco-innovations>
20. TrendHunter (2021). Waste-to-Energy Plant Parks. Dostupné na: <https://www.trendhunter.com/trends/copenhill>
21. Rada vlády SR pre vedu, techniku a inovácie (2017). Implementačný plán Stratégie výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu Slovenskej republiky. Dostupné na: <https://www.siea.sk/inovacie/siea-technologicka-agentura/domeny-inteligentnej-specializacie/>
22. TrendHunter (2021). 2021 Trend Report. Dostupné na stiahnutie: <https://www.trendhunter.com/pro>
23. McKinsey (2021). Global Energy Perspective 2021. Dostupné na: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Oil%20and%20Gas/Our%20Insights/Global%20Energy%20Perspective%202021/Global-Energy-Perspective-2021-final.pdf>
24. Denník N (2021). Výkonný riaditeľ Slovnaftu: Svet, v ktorom klesá spotreba palív z ropy, prichádza rýchlejšie, než sme mysleli. Dostupné na: <https://e.dennikn.sk/2405047/vykonnny-riaditel-slovnaftu-svet-v-ktorom-klesa-spotreba-paliv-z-ropy-prichadza-rychlejsie-nez-sme-mysleli/?ref=list>
25. Financial Times (2021). Europe's Climate Leaders 2021: interactive listing. Dostupné na: <https://www.ft.com/climate-leaders-europe-2021?fbclid=IwAR00ZfxaKoA4HLLqzh9fXY6m-nTY5bXhbH69EnarpcKB3i0FoiSS370JPVY>
26. SAV (2021). A Hydrogen Technology Research Centre will be established in Košice. Dostupné na: https://www.sav.sk/index.php?lang=en&doc=services-news&source_no=20&news_no=9037
27. Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E. (1978). Measuring Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6):429-444. Dostupné na: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
28. Lim, D.-J., Kim, M.-S., Lee, K.-W. (2020). A revised dynamic data envelopment analysis model with budget constraints. *International Transactions in Operational Research*, 0(2020):1-13. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/itor.12810>
29. Mavi, R. K., Mavi, N. K. (2021). National eco-innovation analysis with big data: A common-weights model for dynamic DEA. *Technological Forecasting & Social Change*, 162(2021). Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120369>
30. Eco-innovation Observatory (2020). EU Eco-Innovation Index: 2019 version. Technical note. Dostupné na: https://ec.europa.eu/environment/ecoap/sites/default/files/eco-innovation_index_eu_2019_technical_note_0.pdf

31. Jeck, T. (2018). Ekologické inovácie na Slovensku: stav, vývoj a politiky. *Životné prostredie*, 52(3):131-139.
32. Loučanová, E., Parobek, J., Kalamárová, M., Paluš, H., Šupín, M. (2015). Hodnotenie eko-inovácií na Slovensku. *Trendy a inovatívne prístupy v podnikových procesoch "2015"*, 18(2015).
33. Republiková únia zamestnávateľov (2020). Analýza potenciálu eko-inovácií v SR z hľadiska podnikateľov a podpory EÚ.
34. Hroncová Vicianová, J., Jaďud'ová, J., Hronec, M., Rolíková, S. (2017). Developing eco-innovation in business practice in Slovakia. *Journal of Business Economics and Management*, 18(5):1042-1061.
35. Národná agentúra pre rozvoj malého a stredného podnikania (2011). Postoj malých a stredných podnikov v SR k eko-inováciám. Bratislava: NARMSP. Dostupné na: http://www.sbagency.sk/sites/default/files/postoj_msp_k_eko-inovaciám.pdf

Metodika

Úvod

Dokument *Inováciami k ekologickejšiemu Slovensku* – metodika predstavuje sprievodný materiál k dokumentu *Inováciami k ekologickejšiemu Slovensku* – Uplatňovanie eko-inovácie v slovenskej ekonomike. Slúži na podrobnejšie vysvetlenie použitej metodiky pri empirickom modelovaní relatívnej

efektívnosti uplatňovania eko-inovácie vo vybraných sektoroch slovenského hospodárstva reflektujúci strategický dokument *Poznatkami k prosperite – Stratégia výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu Slovenskej republiky (RIS3) (1)*.

Predchádzajúci výskum eko-inovácie

Uplatňovanie eko-inovácie v hospodárskej praxi je pri dostupnosti súčasných výskumných metód dôležité sledovať predovšetkým empiricky, t.j. s využitím metód kvantitatívnej (parametrickej aj neparametrickej) aj kvalitatívnej analýzy. Z kvantitatívneho hľadiska je možné spomenúť niekoľko existujúcich výsledkov. Autori článku (2) identifikovali existujúce prepojenia medzi eko-inovačnou stratégiou, vládnymi environmentálnymi predpismi a udržateľným rastom firiem v tuniskom poľnohospodárstve pomocou modelu čiastkových najmenších štvorcov. V (3) autori testovali dve vlastnosti inovácie – vytrvalosť v čase a vzájomnú prepojenosť, ako aj vzťah medzi štandardnou inováciou a eko-inováciou. Výsledky poukázali na vzájomnú aj sekvenčnú prepojenosť, ako aj ich komplementárny charakter, ktorý uľahčuje rozvoj budúcich eko-inovácií. Pomocou analýzy dát pochádzajúcich z Community Innovation Survey (CIS) a následnej kvantitatívnej analýzy autori článku (4) potvrdili význam regulačných nástrojov pri stimulácii eko-inovácií a úspore zdrojov a energie vo francúzskych a nemeckých priemyselných podnikoch. Pozitívny vplyv eko-inovácie na firemnú efektívnosť odhalili autori v (5), najmä pri organizačnej, ale aj procesnej inovácii. Avšak, podľa nich, sa do eko-inovovania zapájajú skôr inovatívnejšie spoločnosti, keďže dokážu mať väčší prospech v oblasti nákladovej efektívnosti. Vzájomné vzťahy medzi tromi typmi eko-inovácie a ich vplyv na výkonnosť podnikov v textilnom priemysle skú-

mali autori článku (6). Podľa nich eko-inovácie pozitívne ovplyvňujú podnikateľskú výkonnosť, pričom boli zaznamenané priame účinky organizačných a produktových eko-inovácií, ako aj nepriame účinky procesných eko-inovácií. Špecifický spôsob neparametrickeho merania efektívnosti krajín EÚ pri realizácii eko-inovácie predstavili autori článku (7). V rámci tohto modelu porovnávajú efektívnosť rozhodovacích jednotiek – členských štátov EÚ – pomocou upravených modelov metódy Analýzy obálky dát (angl. Data Envelopment Analysis, DEA) so všeobecným súborom váh pre jednotlivé jednotky. Model aplikovali na dáta z rokov 2011-2013, vďaka čomu zabezpečili dynamizáciu svojich výsledkov.

Na Slovensku empiricky skúmali eko-inováciu v najviac energeticky-náročných sektoroch hospodárstva autori článku (8). Cieľom tohto parametrickeho výskumu na 214 dopytovaných slovenských firmách bolo identifikovať vzťahy medzi typom firmy (energeticky-náročná, ale s potenciálom na zlepšenie) a uplatňovaním eko-inovácie v nich. Okrem toho v roku 2011 Národná agentúra pre rozvoj malého a stredného podnikania (NADSME; dnes Slovak Business Agency) analyzovala postoj malých a stredných podnikov (MSP) k eko-inováciám na základe výsledkov prieskumu Eurobarometer 315 (9). Stav, vývoj a hospodársko-politické súvislosti v oblasti eko-inovácií na Slovensko zhodnotil T. Jeck z Ekonomického ústavu Slovenskej akadémie vied (10; 11).

Empirický model

Všetky formy inovácie (vrátane eko-inovácií) je potrebné z makroekonomického hľadiska sledovať s ohľadom na strategické zameranie krajiny realizácie. Na Slovensku je zameranie, a naň nadväzujúca podpora, určené pomocou dokumentu RIS3. Stratégia, ako aj Implementačný plán RIS3, pracujú s piatimi základnými doménami, t.j. oblasťami smerovania – Dopravné prostriedky pre 21. storočie, Priemysel pre 21. storočie, Digitálne Slovensko a kreatívny priemysel, Zdravie obyvateľstva a zdravotnícke technológie, a Zdravé potraviny a životné prostredie (1). Každá z domén zahŕňa konkrétne hospodárske sektory, na ktoré by sa Slovensko malo v sledovanom období zamerať a kde má konkurenčné výhody pre dosiahnutie lepšej ekonomickej pozície.

Doménové sektory určené v RIS3 môžu dosahovať rôznorodú inovačnú výkonnosť, čo je predmetom iných analýz Slovenskej inovačnej a energetickej agentúry. Aké výsledky však tieto sektory dosahujú z hľadiska eko-inovácie, t.j. schopnosti cieľiť výskumno-vývojovo-inovačné (VaVal) aktivity na znižovanie environmentálnych dopadov hospodárskej činnosti?

Empirická časť dokumentu Inováciami k ekologickejšiemu Slovensku – Uplatňovanie eko-inovácie v slovenskej ekonomike sa snaží zodpovedať túto otázku pomocou analýzy relatívnej efektívnosti uplatňovania eko-inovácie vo vybraných sektoroch slovenského hospodárstva reflektujúc RIS3. Základnou výskumnou metódou je Analýza obálky dát (angl. Data Envelopment Analysis, DEA), t.j. neparаметrická metóda merania a porovnávania efektívnosti rozhodovacích jednotiek (12), ktorá „obaluje“ dáta hranicou produkčných možností (angl. production possibility frontier, PPF). Podľa tejto metódy sa efektívne rozhodovacie jednotky (z angl. decision-making units, DMU, v našom prípade ide o sektory ekonomiky) nachádzajú na PPF krivke (získavajú skóre 1) a neefektívne pod ňou (získavajú skóre medzi 0 a 1, resp. 1 a viac). Metóda pracuje s dvoma orientáciami vzťahu

medzi vstupmi a výstupmi – minimalizácia vstupov pri zachovaných výstupoch (input orientácia) alebo maximalizácia výstupov pri zachovaných vstupoch (output orientácia). Okrem toho metóda rozlišuje viacero foriem výnosov z rozsahu, t.j. mier, ktorými rastie výstup v závislosti od rastu vstupov, vie identifikovať tzv. rezervy (angl. slacks), t.j. množstvá vstupov a výstupov, ktoré treba zlepšiť pre zvýšenie efektívnosti, ako aj tzv. váhy (angl. weights), t.j. vplyvy vstupov a výstupov na skóre efektívnosti. Novšie modely DEA pracujú so sieťovaním v rámci systému, keďže upravujú skóre efektívnosti na základe vnútorných procesov (13; 14). V rámci systémových modelov nie je vhodné merať zmeny skóre v čase pomocou Malmquistovho indexu. Preto sa tvorcovia zamerali aj na dynamizáciu sieťových modelov a vznikol dynamický sieťový DEA model (angl. Dynamic Network DEA). V rôznych formách a výskumoch v oblasti inovácií ho aplikovali napr. (15) alebo (7).

Aplikovaným modelom pre analýzu relatívnej efektívnosti eko-inovácie vo vybraných sektoroch podľa RIS3 je upravený dynamický sieťový DEA model s „rozpočtovými“ obmedzeniami podľa autorov (16). Tento model umožňuje pracovať s medzivýstupmi (angl. carryovers) ako čiastočnými nosičmi informácie na tvorbu výstupov zo vstupov, pričom prenos informácie realizuje ako odrátavanie z kumulovaného medzivýstupu. Na Schéme 1 je možné vidieť grafické znázornenie procesu modelovania – Z^0 predstavuje maticu kumulovaného medzivýstupu pred začiatkom procesu a Z^T na konci procesu, x^t je pole vstupov zahŕňajúce matice vstupov v jednotlivých rokoch, y^t je pole výstupov zahŕňajúce matice výstupov v jednotlivých rokoch a z^t je pole medzivýstupov zahŕňajúce matice medzivýstupov v jednotlivých rokoch. Horný index 1 predstavuje 1. sledovaný rok, t priebežné sledované roky a T posledný sledovaný rok. Matematickú špecifikáciu modelu je možné vidieť v článku autorov modelu.

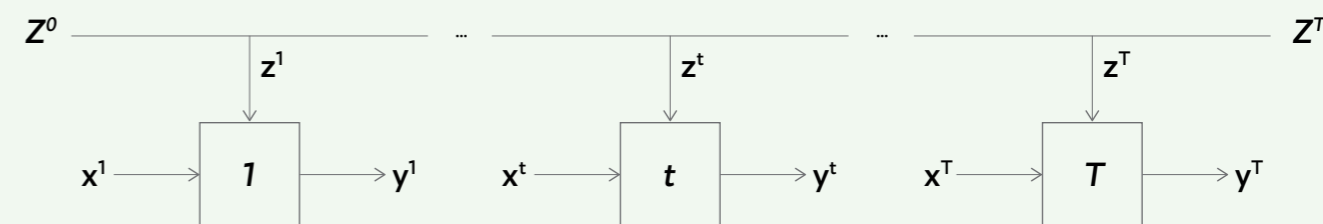


Schéma 1 Grafické znázornenie funkčného vzťahu dynamického sieťového DEA modelu podľa (16). Zdroj: Lim et al. (2020)

Aplikáciou reálnych dát do modelu a jeho výpočtom dostávame skóre efektívnosti, rezervy a váhy pre celý systém ovplyvnený posunmi v čase, ako aj pre jednotlivé časové obdobia.

Metodika analýzy a dáta

Uvedený model slúži na identifikáciu a komparáciu relatívnej eko-inovačnej efektívnosti vo vybraných sektoroch slovenskej ekonomiky podľa RIS3. Ako sa však dá merať eko-inovácia?

Pri vymedzení eko-inovácie sa inšpirujeme článkom (7), kde autori potvrdzujú časté zahrňanie indikátorov ako VaVal výdavky a zamestnanci, patenty a výskumné články s pozitívnym environmentálnym dopadom, ako aj zlepšenie energetickej a environmentálnej produktivity. Pri porovnávaní efektívnosti eko-inovácie krajín EÚ si preto autori za vstupy vybrali počet výskumníkov a výdavky vo VaVal, za medzivýstup počet eko-patentov a za výstupy vývoz špičkových technológií, energetickú produktivitu a zdrojovú produktivitu. V našom prípade meriame eko-inováciu ako účinok VaVal aktivít na znižovanie emisnej a energetickej náročnosti vo vybraných sektoroch, ovplyvnený eko-patentmi a príslušnými ISO štandardmi. Kvôli nedostupnosti komplexných dát nebolo možné do analýzy zahrnúť indikátory odpadového hospodárstva.

Na základe uvedených predpokladov definujeme efektívnosť eko-inovácie ako produkčný proces zahŕňajúci tieto premenné:

Vstupy:

- 💡 Výdavky na VaVal ako podiel hrubej pridanej hodnoty (HPH, v bežných cenách) v sektore (% HPH) – zdroj: Eurostat
- 💡 Počet zamestnancov (ekvivalent plného úväzku) pracujúcich vo VaVal na 1000 zamestnancov (ekvivalent plného úväzku) v sektore (abs. počet) – zdroj: Eurostat

Medzivýstupy:

- 💡 Celkový počet slovenských eko-patentov v sektore (abs. počet) – zdroj: Svetová organizácia duševného vlastníctva (WIPO) + vlastná viacnásobná identifikácia ekologickej a sektorového zaradenia patentov
- 💡 Celkový počet štandardov ISO 14001:2015 (Systémy manažmentu životného prostredia) a ISO 50001:2018 (Systémy energetickej manažmentu) v sektore – zdroj: Medzinárodná organizácia pre štandardizáciu (ISO)

Výstupy:

- 💡 Emisná náročnosť v sektore (abs. počet t emisií/mil. € HPH v bežných cenách; prevrátené normalizované hodnoty kvôli negativite vzťahu) – zdroj: Eurostat
- 💡 Hrubá energetická náročnosť v sektore (abs. počet TJ/mil. € HPH v bežných cenách; prevrátené normalizované hodnoty kvôli negativite vzťahu) – zdroj: Eurostat

Výber sektorov ekonomiky, ktoré v modeli vystupujú ako DMU, je založený na potrebách stratégie RIS3, na dostupnosti dát, ako aj na splnení niekoľkých základných pravidiel DEA modelu. Prieskum dostupnosti dát poukázal na plnú kompatibilitu indikátorov pre súbor DMU v prípade 25 sektorov/skupín sektorov slovenskej ekonomiky členených podľa prvej alebo druhej úrovne (sekcí a divízií) Štatistickej klasifikácie ekonomických činností SK NACE Rev. 2. Sledované DMU sú špecifikované v Tabuľke 1.

Okrem toho aplikovaný dynamický sieťový DEA model pracuje s medzivýstupmi ako odčítanými ročnými podielmi z kumulovaného medzivýstupu, preto sme dáta pre tieto indikátory aplikovali do modelu v podobe polí ročných hodnôt aj matice kumulovaných hodnôt. Modelové situácie realizujeme pre input aj output orientáciu pri konštantných a premenlivých výnosoch z rozsahu, keďže inovačný proces nemáva konštantný charakter. Model sme vypracovali v štatisticko-ekonometrickom jazyku R pomocou funkcie `dm.dynamic.bc` balíčka DJL (16).

Referencie

1. Rada vlády SR pre vedu, techniku a inovácie (2017). Implementačný plán Stratégie výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu Slovenskej republiky. Dostupné na: <https://www.siea.sk/inovacie/siea-technologicka-agentura/domeny-inteligentnej-specializacie/>
2. Amara, D.B., Chen, H. (2020). A mediation-moderation model of environmental and eco-innovation orientation for sustainable business growth. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(2020):16916-16928. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08206-4>
3. Arranz, N., Arroyabe, M., Li, J., Fernandez de Arroyabe, J. C. (2020). Innovation as a driver of eco-innovation in the firm: An approach from the dynamic capabilities theory. *Business Strategy and the Environment*, 29(2020):1494-1503. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/bse.2448>
4. Belin, J., Horbach, J., Oltra, V. (2011). Determinants and Specificities of Eco-innovations – An Econometric Analysis for the French and German Industry based on the Community Innovation Survey. In: *Cahiers du GREThA*, n2011-17. Dostupné na: <http://ideas.repec.org/p/grt/wpegrt/2011-17.html>
5. Hojnik, J., Ruzzier, M., Manolova, T. (2017). Eco-Innovation and Firm Efficiency: Empirical Evidence from Slovenia. *Foresight and STI Governance*, 11(3):103-111. Dostupné na: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2017.3.103.111>
6. de Oliveira Brasil, M. V., Sá de Abreu, M. C., da Silva Filho, J. C. L., Leocádio, A. L. (2016). Relationship between eco-innovations and the impact on business performance: an empirical survey research on the Brazilian textile industry. *Revista de Administração*, 51(2016):276-287. Dostupné na: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rausp.2016.06.003>
7. Mavi, R. K., Mavi, N. K. (2021). National eco-innovation analysis with big data: A common-weights model for dynamic DEA. *Technological Forecasting & Social Change*, 162(2021). Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120369>
8. Hroncová Vicianová, J., Jaďudňová, J., Hronec, M., Rolíková, S. (2017). Developing Eco-Innovation in Business Practice in Slovakia. *Journal of Business Economics and Management*, 18(5):1042-1061. Dostupné na: <https://doi.org/10.3846/16111699.2017.1381146>
9. Národná agentúra pre rozvoj malého a stredného podnikania (2011). Postoj malých a stredných podnikov v SR k eko-inováciám. Bratislava: NADSME. Dostupné na: http://www.sbagency.sk/sites/default/files/postoj_msp_k_eko-inovaciám.pdf
10. Jeck, T. (2012). Ekologické inovácie: teoretické a hospodársko-politické súvislosti. Bratislava: Ekonomický ústav SAV. ISSN 1337-5598. Dostupné na: http://ekonom.sav.sk/uploads/journals/216_wp42_tomas_jeck_2012.pdf
11. Jeck, T. (2018). Ekologické inovácie na Slovensku: stav, vývoj a politiky. *Životné prostredie*, 52(3):131-139. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/328496233_Ekologicke_inovacie_na_Slovensku_stav_vyvoj_a_politiky
12. Charnes, A., Cooper. W. W., Rhodes, E. (1978). Measuring Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6):429-444. Dostupné na: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

13. Färe R., Grosskopf, S., Whittaker, G. (2007). Network DEA. In Zhu, J. and Cook, W.D. (Eds), Modeling Data Structures Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis. Chapter 12. Springer: New York, s. 209-240.
14. Tone, K., Tsutsui, M. (2009). Network DEA: A slacks-based measure approach. *European Journal of Operational Research*, 197(2009):243-252. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.05.027>
15. Liu, Z., Lyu, J. (2019). Measuring the innovation efficiency of the Chinese pharmaceutical industry based on a dynamic network DEA model. *Applied Economics Letters*, 27(1):35-40. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/13504851.2019.1606402>
16. Lim, D.-J., Kim, M.-S., Lee, K.-W. (2020). A revised dynamic data envelopment analysis model with budget constraints. *International Transactions in Operational Research*, 0(2020):1-13. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/itor.12810>
17. Bowlin, W. F. (1998). Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA). *Journal of Cost Analysis*, 7:3-27. Dostupné na: https://www.researchgate.net/profile/William_Bowlin/publication/254336688_Measuring_Performance_An_Introduction_to_Data_Envelopment_Analysis_DEA/links/544000a10cf2fd72f99dcc0e/Measuring-Performance-An-Introduction-to-Data-Envelopment-Analysis-DEA.pdf
18. Sarkis (2007). Preparing your data for DEA. In Zhu, J. and Cook, W.D. (Eds), Modeling Data Structures Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis. Chapter 17. Springer: New York, s. 305-320.