

Technologické spillover efekty medzi odvetviami

Mapovanie technologických tokov medzi odvetviami
prostredníctvom input-output analýzy

Október 2025



Technologické spillover efekty medzi odvetviami

Autorka:

Žaneta Turnerová¹

Za hodnotné návrhy a pripomienky ďakujem kolegom a kolegyniam na VAIA, predovšetkým Petrovi Adamovskému a Michalovi Habrmanovi. K výslednej kvalite výstupu prispeli svojimi cennými pripomienkami aj recenzenti Martin Lábaj (Ekonomická univerzita v Bratislave) a Vladimír Peciar (Protimonopolný úrad Slovenskej republiky).

Chyby a opomenutia zostávajú zodpovednosťou autorky.

Október 2025

¹ Výskumná a inovačná autorita, Úrad podpredsedu vlády Slovenskej republiky pre Plán obnovy a znalostnú ekonomiku, zaneta.turnerova@vlada.gov.sk

Obsah

Hlavné zistenia.....	4
1. Ako výskum a vývoj ovplyvňuje ekonomiku	5
2. Výskum a vývoj na Slovensku	7
2.1. Ktoré odvetvia najviac investujú do výskumu a vývoja?	7
2.2. Technologické toky medzi odvetviami	8
3. Odporúčania	12
Bibliografia.....	13
Prílohy	15

Hlavné zistenia

Inovácie sú jedným z kľúčových faktorov určujúcich konkurencieschopnosť a hospodársku výkonnosť krajín, pričom závisia nielen od výšky investícií do výskumu a vývoja (VaV), ale aj od ďalšieho šírenia inovácií v ekonomike prostredníctvom tzv. spillover efektov. Tento jav vzniká vďaka prepojeniam medzi firmami a ostatnými subjektami, resp. medzi odvetviami, ktoré spolu vytvárajú inovačný ekosystém. Spolupráca vytvára synergické efekty, kedy nová technológia v jednom odvetví môže podnietiť pomocou technologických tokov vznik ďalších inovácií v inom odvetví, čím prispeje k zrýchleniu hospodárskeho rastu.

Najvyššiu intenzitu priamych investícií do VaV má na Slovensku odvetvie vedeckého výskumu a vývoja. Sústredia sa v ňom výskumné ústavy Slovenskej akadémie vied (SAV) a firmy, pre ktoré je VaV hlavnou ekonomickou činnosťou. V roku 2020 vynaložilo odvetvie výskumu a vývoja na produkciu 1-tis. eur VaV výdavky v hodnote 281 eur. Ďalšími odvetviami s vysokým podielom VaV investícií sú vzdelávacie a kultúrne služby, z podnikateľského sektora najmä počítačové programovanie.

Odvetvie počítačového programovania realizuje najviac firemného VaV a je najväčší šíriteľ technologických tokov. Celkové investície odvetvia v roku 2020 dosiahli 116 mil. eur, z toho hodnota technologických tokov pre ostatné odvetvia predstavuje približne 33 mil. eur. V roku 2020 bolo súčasťou 7 z 10 najvýznamnejších väzieb, väčšinou ako šíriteľ technologických tokov.

Objemovo najvýznamnejšie prepojenie malo počítačové programovanie s verejnou správou a výrobou motorových vozidiel. Verejná správa vygenerovala priamo a nepriamo VaV výdavky v počítačovom programovaní vo výške 3,5 mil. eur a motorové vozidlá 2,3 mil. eur.

Odvetvie motorových vozidiel je významné ako prijímateľ technologických tokov. V roku 2020 bolo súčasťou štyroch najvýznamnejších prepojení (s počítačovým programovaním, inžinierskymi činnosťami, informačnými službami a gumami a plastami). Odvetvie investovalo do VaV pre vlastnú potrebu 57 mil. eur a tieto investície vyvolali potrebu dodatočných 14 mil. eur VaV investícií u dodávateľov v produkčnom reťazci. Výroba motorových vozidiel je v čase čoraz viac technologicky závislá hlavne na softvérových inováciách.

Najvýznamnejšie obojstranné spolupráce medzi odvetviami vyformovali tri samostatné klastre: klastre informačných a komunikačných technológií (IKT), priemyselno-výrobný klastre a automobilovo-strojársky klastre. Vývoj spoluprác v dlhšom časovom horizonte (2000 – 2020) naznačuje, že digitálna transformácia je kľúčovým trendom vo VaV a tradičné priemyselné odvetvia musia viac integrovať nové technológie na udržanie svojej konkurencieschopnosti.

Väčšia spolupráca subjektov v inovačnom ekosystéme posilňuje vďaka spillover efektom aj vplyv verejnej podpory VaV na ekonomiku. Preto odporúčame smerovanie významnej časti podpory do kľúčových oblastí rozvoja, ktoré majú najväčší spillover potenciál, teda najmä v oblasti počítačového programovania a IKT služieb. A taktiež do posilnenie spolupráce medzi verejným a súkromným sektorom. Najvyššie VaV výdavky v slovenskej ekonomike realizujú odvetvia vedeckého výskumu a vývoja, kultúrnych a vzdelávacích služieb a inovačnému ekosystému môže výrazne pomôcť ich vyššia spolupráca so zvyškom ekonomiky.

1. Ako výskum a vývoj ovplyvňuje ekonomiku

Konkurencieschopnosť krajín a ich postavenie v medzinárodnom hospodárskom prostredí závisí od viacerých faktorov, akými sú efektívne fungujúce inštitúcie, kvalitný ľudský kapitál, rozvinutá infraštruktúra a v neposlednom rade inovácie.² Európska únia (EÚ) kladie v posledných rokoch veľký dôraz na inovácie, vnímajúc ich za kľúčový nástroj na zabezpečenie dlhodobej prosperity, ekonomického rastu³ a prispôsobenie sa globálnym výzvam.

Integrálnou súčasťou tvorby inovácií, nových technológií a pokroku⁴ je výskum a vývoj (VaV). Investície do VaV sa z dlhodobého hľadiska prejavujú vo vyššej výkonnosti ekonomiky,⁵ v tvorbe nových pracovných miest a v lákaní kvalitného domáceho a zahraničného talentu. Takéto investície zároveň pomáhajú krajine znižovať závislosť na odvetviach s nízkou pridanou hodnotou, umožňujú diverzifikáciu odvetví a vytvárajú potenciál pre udržateľný rast.

Rovnako dôležité ako prvotné zavedenie inovácie je aj jej ďalšie šírenie, tzv. spillover efekty.⁶ Tie sa voľne interpretujú ako pozitívne externality vyplývajúce zo šírenia znalostí a technológií. Šírenie alebo prenos môže nastávať dvojako, buď bez známeho prijímateľa (v takom prípade sa označuje ako difúzia), alebo so známym prijímateľom (transfer technológií). Spolupráca medzi subjektami zabezpečuje, že inovácie nie sú izolované vo firme a v odvetví, kde vznikli.

Uplatniteľnosť inovácií na trhu má zásadný vplyv na hospodárstvo práve vďaka interakciám jednotlivých odvetví a aktérov. Šírenie znalostí a technológií medzi nimi prebieha cez tzv. technologické toky.⁷ Kľúčové sú pritom nielen odvetvia, ktoré inovácie v najväčšej miere šíria ďalej, ale aj tie, ktoré ich absorbujú. Vďaka tomu majú investície oveľa širší dopad než by sa na prvý pohľad mohlo zdať.

Prepojenia a vzťahy, ktoré umožňujú technologické toky v rámci ekonomiky, predstavujú inovačný ekosystém.⁸ Jeho základom je výmena znalostí a technológií medzi firmami ako aj inými inštitúciami,⁹ vďaka čomu dochádza k prepojeniu podnikateľského, akademického, verejného a neziskového sektora.¹⁰ Hoci sa spolupráca medzi aktérmi realizuje na úrovni individuálnych subjektov, dostupnosť údajov umožňuje mapovať inovačný ekosystém na úrovni odvetví. Vzájomné posilňovanie inovačných aktivít vytvára synergické efekty, vďaka čomu každá nová technológia v jednom odvetví podnecuje ďalšie inovácie v inom odvetví, čím prispieva k zrýchleniu hospodárskeho rastu.¹¹

² Ivanová, E., Čepel, M. (2018). The Impact of Innovation Performance on the Competitiveness of the Visegrad 4 Countries. Journal of Competitiveness, Vol. 10, Issue 1, pp. 54-72. [URL](#).

³ Európska komisia. (2025). Kompas EÚ na obnovenie konkurencieschopnosti a dosiahnutie udržateľnej prosperity. [URL](#).

⁴ Dietzenbacher, E., Los, B. (2000). Analysing R&D Multipliers. 13th International Conference on Input-Output Techniques. s. 2. [URL](#).

⁵ Ulku, H. (2004). R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis. [URL](#).

⁶ Jeck, T. (2010). Transfer a difúzia znalostí ako faktor modernizácie slovenskej ekonomiky. Ekonomický ústav SAV. s. 17. [URL](#).

⁷ Jaffe, A. (1986). Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value. The American Economic Review, Vol. 76, No. 5. s. 984. [URL](#).

⁸ During, A., Schnabl, H. (2000). National innovation systems analysed by the SMFA: A comparison between Germany, Japan and the USA for the decade 1980 / 1990. 12th International Conference on Input-Output Techniques. s.2. [URL](#).

⁹ Montresor, S., Vittucci Marzetti, G. (2007). Innovation Clusters in Technological Systems: A Network Analysis of 15 OECD Countries for the Middle '90s. DRUID Working Paper No. 07-15. [URL](#).

¹⁰ Lundvall, B.-Å. (2010). National systems of innovation. s. 13. [URL](#).

¹¹ During, A., Schnabl, H. (2000). National innovation systems analysed by the SMFA: A comparison between Germany, Japan and the USA for the decade 1980 / 1990. 12th International Conference on Input-Output Techniques. s.9. [URL](#).

Box 1 Ciele a metodológia

Cieľom analýzy je posúdenie štrukturálnych vzťahov VaV a technologických tokov v ekonomike Slovenska. Základom je identifikovanie vzájomných vzťahov odvetví pri zohľadnení ich VaV výdavkov. Sú identifikované odvetvia, ktoré v najväčšej miere šíria a absorbujú technologické toky, ako aj väzby medzi týmito odvetviami. Tie môžu byť obojsmerné (dochádza k vzájomnému prijímaniu, aj dodávaniu technológií) alebo jednosmerné (dochádza len k prijímaniu, alebo iba k dodávaniu technológií). Taktiež sú identifikované aj kľúčové odvetvia v inovačnom ekosystéme krajiny.

Zachytiť priame a nepriame prepojenia v ekonomike sa dá prostredníctvom input-output (I-O) analýzy.¹² Údaje v tomto dokumente sú spracované pomocou I-O analýzy a jej dvoch rozšírení (analýza technologických a analýza minimálnych tokov):

- **I-O analýza** vychádza z rozdelenia celého hospodárstva na jednotlivé odvetvia alebo produkty.¹³ Model je založený na lineárnej algebre, úpravou vstupných údajov sa môžeme prepracovať sa k Leontiefovmu modelu, s ktorým následne pokračujeme v rozšíreniach.
- **Analýza technologických tokov** kvantifikuje stelesnené¹⁴ technologické toky medzi odvetviami v rámci komodít tvoriacich súčasť medzispotreby.¹⁵ Odvetvia vystupujú buď na strane šíriteľov technologických tokov (forward linkages) alebo ich prijímateľov (backward linkages). Spracovanie je v dvoch podobách: jednej zameranej na technické procesy (intenzitu spolupráce bez ohľadu na celkový objem) a druhej zohľadňujúcej aj objem a štruktúru dopytu.
- **Analýza minimálnych tokov** nadväzuje na analýzu technologických tokov a identifikuje najdôležitejšie obojstranné vzťahy (bipóly) medzi odvetviami.¹⁶

Zdrojovými údajmi sú symetrické input-output (I-O) tabuľky a celkové výdavky na VaV. Štatistický úrad SR (ŠÚ SR) zverejňuje I-O tabuľky každých 5 rokov a VaV výdavky na ročnej báze. Model vychádza z tabuliek domácej produkcie za rok 2020 na úrovni štatistickej klasifikácie produktov CPA, ktoré zahŕňajú odvetvia ich výroby, bez prepojenia na globálny ekosystém. Použité údaje sú vyjadrené v bežných cenách.

Materiál nadväzuje na analýzy spracované Brzicom a kol. (2011) a [Adamovským \(2019\)](#), vďaka čomu je možné porovnanie v čase.

¹² Kubala, J., Lábaj M., Silanič P. (2015). Štrukturálne väzby v slovenskej ekonomike v roku 2010: identifikácia kľúčových odvetví. Ekonomický časopis, 63, 2015, č. 8, s. 797

¹³ Lábaj, M., Luptáčík, M., Rumpelová, D. (2008). Štrukturálne súvislosti slovenskej ekonomiky na báze input-output analýzy. Ekonomický časopis, 56, 2008, č. 5, s. 479

¹⁴ Stelesnený technologický tok prebieha prostredníctvom komodít, ktoré predstavujú vstupy pre ďalšiu výrobu, alebo prostredníctvom investičných statkov obsahujúcich novú technológiu. Viac v Lábaj, Luptáčík, Rumpelová, 2008. [URL](#)

¹⁵ Brzica, D. a kol. (2011). *Spolupráca aktérov v technologickom a inovačnom rozvoji*. VEDA, vydavateľstvo SAV, Bratislava, 2011. s. 102. ISBN 978-80-7144-189-2.

¹⁶ tamtiež

2. Výskum a vývoj na Slovensku

2.1. Ktoré odvetvia najviac investujú do výskumu a vývoja?

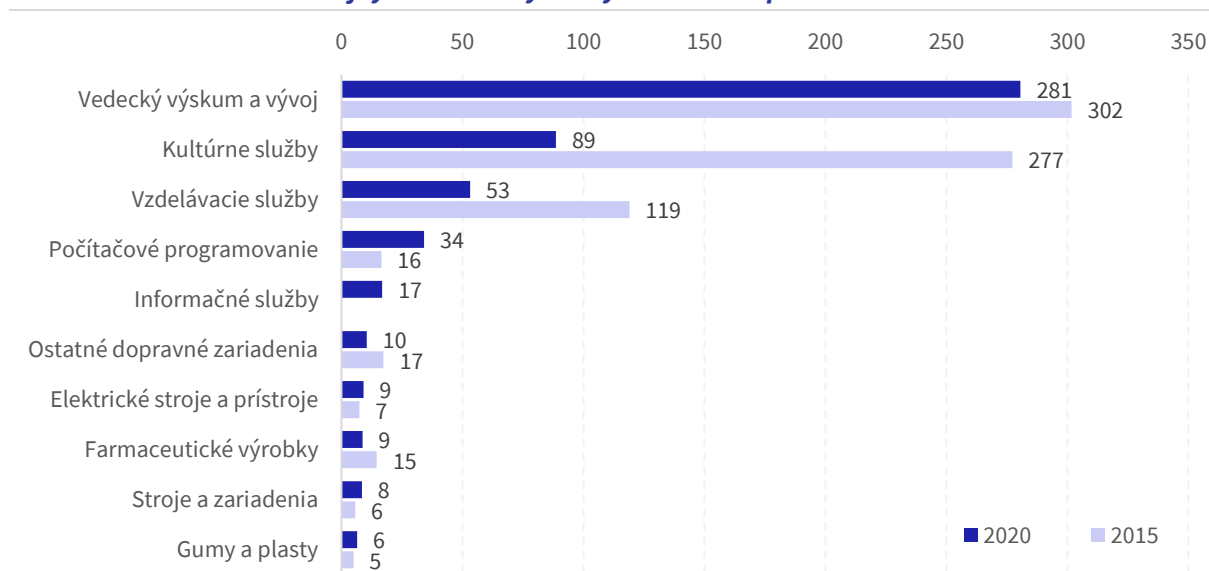
Priama odvetvová VaV intenzita predstavuje podiel VaV investícií na celkovej produkcii a meria množstvo finančných prostriedkov, ktoré priamo prispievajú k dosiahnutiu inovácií, nových produktov alebo technológií. Investície do VaV predstavujú jeden z efektívnych nástrojov na realizáciu inovácií vo firmách a zlepšovania produkčných parametrov.¹⁷

Najvyššie VaV investície na jednotku produkcie boli v roku 2020 vynaložené v odvetví vedeckého výskumu a vývoja (Graf 1), pre ktoré je VaV hlavnou ekonomickou činnosťou. Spadá sem napríklad aj Slovenská akadémia vied (SAV) a jej výskumné ústavy. Na produkciu v hodnote 1-tis. eur firmy v odvetví služieb súvisiacich s vedeckým VaV investovali 281 eur. Podobne aj v roku 2015 bolo toto odvetvie najsilnejšie, pri rovnakom objeme produkcie vynaložili dokonca až 302 eur VaV výdavkov. Podobne ako na Slovensku je VaV intenzita najvyššia v odvetví výskumu a vývoja aj v Českej republike, na produkciu v hodnote 1-tis. eur investovali 530 eur VaV výdavkov.¹⁸

Vysoká VaV intenzita (viac ako 1 %) je aj v odvetví kultúrnych a vzdelávacích služieb a informačných a komunikačných technológiách (IKT) (Graf 1). Na produkciu v hodnote 1-tis. eur kultúrnych služieb vynaložili 89 eur VaV výdavkov, pri vzdelávacích službách 53 eur. V oblasti IKT má najvyššiu VaV intenzitu počítačové programovanie (34 eur) a informačné služby (17 eur).

Pri odvetviach kultúrnych a vzdelávacích služieb je od roku 2015 najvýraznejší pokles VaV intenzity (Graf 1), čo môže byť spôsobené najmä dočerpávaním Európskych štrukturálnych a investičných fondov (EŠIF) z programového obdobia 2007 – 2013, ktoré v roku 2015 jednorazovo vytlačili verejné výdavky.

Graf 1 TOP 10 odvetví s najvyššími VaV výdavky na tisíc eur produkcie v roku 2020 a 2015¹⁹



Zdroj: ŠÚ SR, spracovanie VAIA

Pozn. rok 2015 na základe údajov z Adamovský (2019).

¹⁷ Chromjaková, F., Rajnoha, R. (2009). Ekonomika inovácie ako súčasť zvyšovania výkonnosti firmy. Journal of Competitiveness. s. 73. [URL](#).

¹⁸ Křístková, Z. (2012). Impact of R&D investment on economic growth of the Czech Republic – a recursively dynamic cge approach. s. 420. [URL](#).

¹⁹ Prehľad TOP 20 odvetví s celkovými najvyššími VaV výdavkami ako aj v prepočte na tisíc eur produkcie sú dostupné v prílohe.

2.2. Technologické toky medzi odvetviami

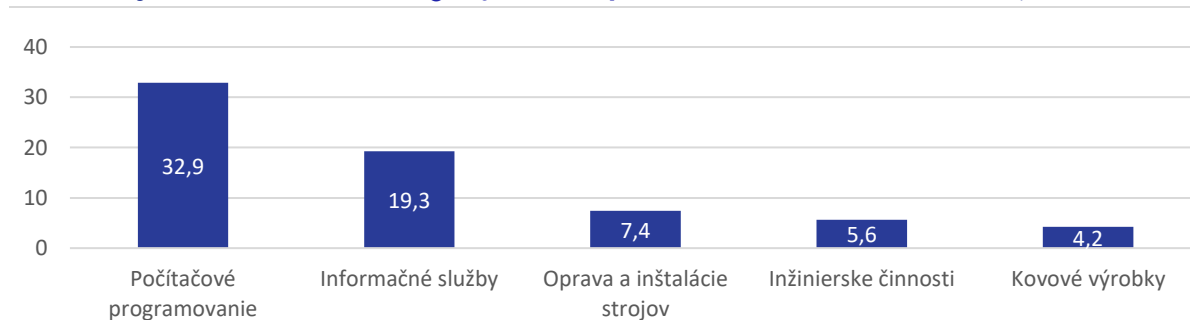
Odvetvia v rámci národného hospodárstva vystupujú buď ako šíritelia technologických tokov smerom nadol produkčným reťazcom (tzv. forward linkages), alebo ich prijímatelia v rámci závislosti na vstupoch od svojich dodávateľov (tzv. backward linkages). V oboch prípadoch sa zachytávajú ten istý proces, ale z inej strany produkčného reťazca.²⁰ Šírenie technologických tokov medzi odvetviami zachytáva, aký efekt mali VaV investície v odvetviach na začiatku hodnotového reťazca na odberateľské odvetvia (technologický tlak).²¹ V kontexte prijímania technologických tokov je opísaná technologická závislosť odvetvia od jeho dodávateľov, pri ktorom odvetvie stimuluje dodávateľov k inováciám svojich produktov (technologický ťah).

Tri najdôležitejšie odvetvia z pohľadu priamej VaV intenzity (odvetvie výskumu a vývoja, kultúrne služby a vzdelávacie služby) generujú limitované medziodvetvové technologické toky, ktoré I-O analýza zachytáva. Je to hlavne z dôvodu, že v nich prevláda verejný sektor, ktorý sa sústreďuje na základný výskum a vzdelávanie. Tieto odvetvia síce významne ovplyvňujú inovačný ekosystém, no ich vplyv prostredníctvom dodávateľsko-odberateľských vzťahov nie je zachytený v peňažnej forme, keďže medzi nimi a ostatnými odvetviami neprebíha výrazná výmena tovarov a služieb. Analýza sa preto sústreďuje najmä na podnikateľský sektor, kde sú efekty lepšie viditeľné.

Odvetvie počítačového programovania je najväčším šíriteľom technologických tokov (Graf 2). Celkové investície odvetvia v roku 2020 dosiahli 116 mil. eur,²² z toho hodnota technologických tokov pre ostatné odvetvia predstavuje približne 33 mil. eur. Druhým najvýznamnejším odvetvím sú informačné služby, ktoré generujú toky pre ostatné odvetvia v hodnote 19 mil. eur. Digitálne technológie a softvérové inovácie sú tak najväčšou hnacou silou rozvoja inovácií iných odvetví.²³

V iných krajinách sú významnými šíriteľmi technologických tokov počítačové služby, chemický priemysel, informačné a komunikačné technológie (IKT) či strojárstvo. V USA sú dôležitými šíriteľmi technologických tokov chemický a gumárenský priemysel, výroba strojov a zariadení.²⁴ Významné postavenie má podobne chemický priemysel aj v Japonsku.²⁵ Ďalšími významnými odvetviami sú aj IKT a strojárstvo vo Švédsku,²⁶ či letectvo a kozmonautika vo Veľkej Británii.²⁷

Graf 2 Najväčší šíritelia technologických tokov pre ostatné odvetvia v roku 2020, v mil. eur



Zdroj: ŠÚ SR, spracovanie VAIA

²⁰ Dietzenbacher, E., Los, B. (2000). Analysing R&D Multipliers. 13th International Conference on Input-Output Techniques . s. 3. [URL](#).

²¹ Kubala, J. (2014). Technologické toky v ekonomike Slovenska. EAPG Working Paper Series. WP No. 9. s. 15. [URL](#).

²² Odvetvie počítačového programovania medziročne prudko zvyšuje investície do výskumu a vývoja. Kým v roku 2010 investovalo okolo 4 mil. eur, v roku 2023 (posledný dostupný údaj) to už bolo 168 mil. eur.

²³ Li, Y., Dai, J., Cui, L. (2020). The impact of digital technologies on economic and environmental performance in the context of Industry 4.0: A moderated mediation model. International Journal of Production Economics. [URL](#).

²⁴ Harada, T. (2016). Estimating innovation input-output matrix and innovation linkages in the East Asian region and the USA. Journal of Economic Structures. [URL](#).

²⁵ Mohnen, P. (1997). Introduction: Input-Output Analysis of Interindustry R&D Spillovers. Economic Systems Research. s. 6. [URL](#).

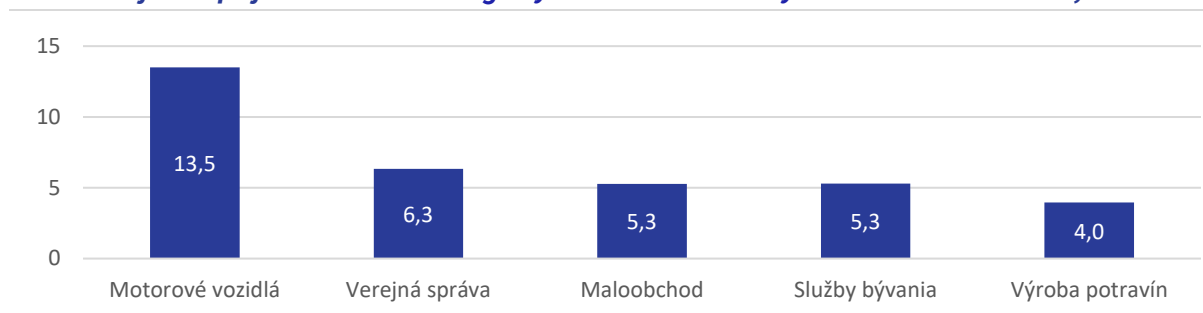
²⁶ Taalbi, J. (2018). Evolution and structure of technological systems – An innovation output network. s. 8 – 9. [URL](#).

²⁷ Aerospace technology institute. (2019) Spillovers: revealing the broader economic benefits of aerospace R&D. s. 9. [URL](#).

Automobilový priemysel je najväčším prijímateľom technologických tokov (Graf 3). Odvetvie investovalo v roku 2020 do VaV pre vlastnú potrebu 57 mil. eur, navyše vyvolalo potrebu dodatočných 14 mil. eur VaV investícií u dodávateľov v produkčnom reťazci. Druhým najvýraznejším odvetvím vyvolávajúcim výdavky na VaV u dodávateľov je verejná správa (absorbovala technologické toky v hodnote 6,3 mil. eur).

Odvetvia dopravných zariadení, strojárstva, či stavebníctva sú významný prijímatelia technologických tokov v zahraničí. Dopravné zariadenia prevládajú v USA, keďže vyžadujú rôzne technologické komponenty na výrobu produktov.²⁸ Vo Švédsku sa jedná o stavebníctvo a dopravné služby,²⁹ v Taliansku prevláda ako prijímateľ technológií strojárstvo.³⁰

Graf 3 Najväčší prijímatelia technologických tokov od ostatných odvetví v roku 2020, v mil. eur



Zdroj: ŠÚ SR, spracovanie VAIA

Najvýznamnejšie väzby v ekonomike z hľadiska technologických tokov vytvárajú odvetvia počítačového programovania a motorových vozidiel (Schéma 1). Počítačové programovanie bolo súčasťou 7 z 10 najdôležitejších prepojení v slovenskej ekonomike väčšinou ako šíriteľ technologických tokov iným odvetviam. Motorové vozidlá boli súčasťou štyroch najvýznamnejších prepojení a technologické toky od svojich dodávateľov výhradne prijímajú.

Odvetvie počítačového programovania realizuje najviac firemného VaV a generuje aj najvýznamnejšie technologické toky (Schéma 1). Z celkového množstva generovaných technológií smerovalo 28 % do iných odvetví, najmä do verejnej správy, výroby motorových vozidiel, obchodu, telekomunikácií a informačných služieb. Nové technológie sa ľahšie šíria medzi odvetviami s väčšími možnosťami pre technologický rozvoj a medzi firmami predávajúcimi podobné produkty, či služby.³¹ V roku 2015 mali najvýraznejšie postavenie vzdelávacie služby, ktoré boli súčasťou troch najvýznamnejších prepojení, počítačové programovanie bolo druhé taktiež s troma prepojeniami, ale v nižšej hodnote technologických tokov.³²

V roku 2020 bola výroba motorových vozidiel druhým najdôležitejším odvetvím z hľadiska prepojení (Schéma 1). Prijaté technologické toky plynuli z odvetví počítačového programovania, informačných služieb, inžinierskych činností a gumy a plastov. Výroba motorových vozidiel je čoraz viac technologicky závislá hlavne na softvérových inováciách, ktoré aktuálne poháňajú 80 – 90 % ich inovácií.³³ V porovnaní s rokom 2015 stúpila hodnota dodávaných technologických tokov z odvetvia počítačového programovania a výrazne poklesla z odvetvia hotových kovových výrobkov.

²⁸ Harada, T. (2016). Estimating innovation input–output matrix and innovation linkages in the East Asian region and the USA. *Journal of Economic Structures*. [URL](#).

²⁹ Taalbi, J. (2018). Evolution and structure of technological systems – An innovation output network. s. 8 – 9. [URL](#).

³⁰ Cerulli, G., Bianca, P. (2008). Measuring Intersectoral Knowledge Spillovers: an Application of Sensitivity Analysis to Italy. *Economic Systems Research*. [URL](#).

³¹ De Bondt, R., (1997). Spillovers and Innovative Activities. *International Journal of Industrial Organization*. s. 9. [URL](#).

³² Adamovský, P. (2019). Štrukturálne závislosti výskumu a vývoja v inovačnom systéme SR. SIEA, Bratislava, s. 11. [URL](#).

³³ Ågren, S.M., Knauss, E., Heldal, R. (2019). The impact of requirements on systems development speed: a multiple-case study in automotive. *Requirements Eng* 24. s. 316. [URL](#).

Schéma 1 Najvýznamnejšie väzby medzi odvetvami slovenskej ekonomiky v roku 2020



Zdroj: ŠÚ SR, spracovanie VAIA pomocou Graph Commons

V roku 2020 dosiahlo najvyššiu hodnotu technologických tokov prepojenie medzi počítačovým programovaním a verejnou správou (Graf 4). Výdavky verejnej správy vygenerovali priamo a nepriamo VaV investície v počítačovom programovaní vo výške 3,5 mil. eur. Ukazuje to, akú dôležitú úlohu zohrávajú technologické inovácie v zefektívňovaní verejnej správy, ktorá tak môže využívať nové nástroje na zlepšenie služieb občanom, správu údajov, komunikáciu a transparentnosť.³⁴

Graf 4 Najvýznamnejšie väzby medzi odvetvami v slovenskej ekonomike v roku 2020, v mil. eur



Zdroj: ŠÚ SR, spracovanie VAIA pomocou Datawrapper

Technologické toky vyvolané dodávateľsko-odberateľskými väzbami vysvetľujú 30 % rozdielov v tom, ako často odvetvia inovujú.³⁵ Podľa štúdie zo Švédska vysvetľujú poznatky šíriace sa cez obchodné vzťahy a väzby významnú časť inovačnej aktivity. To naznačuje, že inovačný potenciál firiem závisí nielen od ich interných schopností, ale aj od kvality a intenzity prepojení v rámci dodávateľsko-odberateľských sietí.

³⁴ Adhal Nguar, K. D. (2022). A systematic review of technological innovation and e-government on public management reforms in developing countries. [URL](#).

³⁵ Taalbi, J. (2018). Evolution and structure of technological systems – An innovation output network. s. 8 – 9. [URL](#).

Box 2 Obojstranné prepojenia medzi odvetvami

Najvýznamnejšie obojstranné spolupráce (bipóly) v oblasti VaV tvorili na Slovensku zoskupenia troch samostatných klastrov (Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.). Významné technologické toky, ktoré ekonomike prinášajú synergie, plynú medzi odvetvami obojstranne v týchto klastroch:

- 1. Klastor informačných technológií** – dominuje mu odvetvie počítačového programovania, tvoriace prepojenie s inžinierskymi činnosťami, vzdelávacími a informačnými službami, službami súvisiacimi s vedeckým výskumom a vývojom a s poradenstvom. Digitalizácia a softvérové riešenia zohrávajú dôležitú úlohu vo vývoji služieb a práve odvetvie počítačového programovania je hnacím motorom inovácií.
- 2. Priemyselno-výrobný klastor** – združuje odvetvie kovovýroby, veľkoobchodu a gumy a plasty. Výskum a vývoj prebieha v rámci dodávateľsko-odberateľských vzťahov so zameraním na zlepšovanie materiálov, výrobných procesov a efektívnosti výroby.
- 3. Automobilový a strojársky klastor** – obsahuje obojstranný vzťah medzi motorovými vozidlami a strojmi a zariadeniami. Tieto odvetvia majú dlhodobu silnú väzbu, keďže vývoj nových technológií v automobilovom priemysle často vyžaduje spoluprácu s výrobnými strojmi a špecializovaných zariadení.

V porovnaní s rokom 2015 sledujeme zlepšenie postavenia odvetvia počítačového programovania. Uvedené pravdepodobne súvisí s dlhodobým trendom nárastu VaV investícií v tomto odvetví. Navyše sa jedná o špecifický rok 2020, v ktorom vypukla pandémia ochorenia Covid-19 a je možné, že tieto zmeny boli posilnené aj protipandemickými opatreniami.

Na začiatku 21. storočia zaostávalo Slovensko za vyspelými krajinami kvôli zameraniu inovačného ekosystému na automobilový priemysel, stroje a základné kovy.³⁶ V tomto období bol inovačný ekosystém považovaný za neefektívny z dôvodu nedostatočnej politiky v oblasti inovácií a nízkej inovačnej aktivity súkromného sektora.³⁷ Odlišoval sa od vyspelých ekonomík v Japonsku, Nemecku, či Veľkej Británii, ktoré sa sústredili na odvetvia priemyselných chemikálií a farmaceutík, či oblasti IKT.³⁸

V priebehu času sa na Slovensku v rámci inovačného ekosystému dostali do popredia počítačové programovanie, či služby spojené s IKT (Tabuľka 1). Aktuálne majú najdôležitejšie postavenie spolu s motorovými vozidlami, informačnými službami, či vedením firiem. Slovensko však aj napriek posunu patrí do skupiny najmenej inovačne výkonných krajín, tzv. nastupujúcich inovátorov,³⁹ spolu s Poľskom, Maďarskom, Lotyšskom, Rumunskom a Bulharskom.

Tabuľka 1 Vývoj TOP 3 odvetví s najväčším počtom bipólov

2000	2005	2015	2020
Gumy a plasty	Gumy a plasty	Vzdelávacie služby	Počítačové programovanie
Základné kovy	Základné kovy	Počítačové programovanie	Vedenie firiem
Chemický priemysel	Chemický priemysel	Inžinierske činnosti	Informačné služby

Zdroj: ŠÚ SR, spracovanie VAIA

Pozn.: rok 2000 a 2005 na základe údajov z Brzica a kol. (2011), rok 2015 z Adamovský (2019)

³⁶ Brzica, D. a kol. (2011). *Spolupráca aktérov v technologickom a inovačnom rozvoji*. VEDA, vydavateľstvo SAV, Bratislava, 2011. s. 113. ISBN 978-80-7144-189-2

³⁷ Lábaj, M. (2013). Analýza spillover efektov z priamych zahraničných investícií v SR. [URL](#).

³⁸ Drejer, I. (2000). Comparing patterns of industrial interdependence in national systems of innovation – A study of Germany, the United Kingdom, Japan and the United States. *Economic system research*, 12, č.3, s.377-399.

³⁹ Umiestnenie podľa Európskeho inovačného skóre (EIS) každoročne vydávaného Európskou komisiou. EIS 2025 dostupný na [URL](#).

3. Odporúčania

Budovanie inovačného ekosystému závisí od smerovania VaV výdavkov do odvetví s najväčším potenciálom šírenia inovácií a od efektívnej spolupráce aktérov z rôznych sektorov a odvetví.

Prosperujúci ekosystém nielen priťahuje a udržuje investície s vyššou pridanou hodnotou a vysokokvalifikovaný talent, ale prostredníctvom spillover efektov špirálovito zvyšuje vplyv verejnej podpory na ekonomiku. V rámci ďalšieho smerovania politik v oblasti budovania inovačného ekosystému preto odporúčame sústrediť sa na nasledujúce oblasti:

- 1. Smerovanie významnej časti podpory do kľúčových oblastí rozvoja, najmä v súvislosti s rozvojom oblastí počítačového programovania a IKT služieb.** Krajina by mala cielene podporovať odvetvia, ktoré analýza identifikovala ako najdôležitejšie z hľadiska technologických tokov, pretože práve tieto šíria znalosti a inovácie naprieč ekonomikou. Počítačové programovanie a IKT služby majú významné postavenie aj v inovačne rozvinutejších krajinách, preto má ich rozvoj veľký potenciál posunúť Slovensko k vyššej inovačnej výkonnosti a zvýšiť celkový prínos VaV pre ekonomiku.
- 2. Posilnenie spolupráce medzi verejným a súkromným sektorom pre lepšie šírenie inovácií.** Najvyššie VaV výdavky v slovenskej ekonomike realizujú odvetvia vedeckého výskumu a vývoja, vzdelávacích a kultúrnych služieb. Pri týchto odvetviach však nie je možné zachytiť technologické toky a prepojenia na iné odvetvia, keďže väčšina aktivít je realizovaná v rámci verejného sektora. Zvýšená interakcia medzi verejným a súkromným sektorom by preto umožnila zachytiť prenosy znalostí a prepojenia. Obzvlášť dôležité je zvýrazniť spoluprácu SAV so súkromnými partnermi, pretože ide o kľúčového hráča vo verejnom VaV, ktorého vplyv sa v aktuálnych dátach odráža nedostatočne.

Bibliografia

- Ågren, S.M., Knauss, E., Heldal, R. (2019). *The impact of requirements on systems development speed: a multiple-case study in automotive*. Dostupné na Internet: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00766-019-00319-8>
- Adamovský, P. (2019). Štrukturálne závislosti výskumu a vývoja v inovačnom systéme SR. Bratislava: SIEA. Dostupné na Internet: <https://www.inovujme.sk/files/dokumenty-np-zivse/%C5%A0struktur%C3%A1lne%20z%C3%A1vislosti%20VaV.pdf>
- Adhal Nguar, K. D. (2022). *A systematic review of technological innovation and e-government on public management reforms in developing countries*. Dostupné na Internet: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJEG.2022.125883?>
- Aerospace technology institute. (2019). *Spillovers: revealing the broader economic benefits of aerospace R&D*. Dostupné na Internet: https://www.ati.org.uk/wp-content/uploads/2021/08/ati-insight_13-spillovers.pdf
- Brzica, D. a kol. (2011). *Spolupráca aktérov v technologickom a inovačnom rozvoji*. Bratislava: VEDA, vydavateľstvo SAV. ISBN 978-80-7144-189-2.
- Cerulli, G., Bianca, P. (2008). Measuring Intersectoral Knowledge Spillovers: an Application of Sensitivity Analysis to Italy. *Economic Systems Research*. Dostupné na Internet: https://www.researchgate.net/publication/4720909_Measuring_Intersectoral_Knowledge_Spillovers_an_Application_of_Sensitivity_Analysis_to_Italy
- De Bondt, R. (1997). Spillovers and Innovative Activities. *International Journal of Industrial Organization*. Dostupné na Internet: https://www.researchgate.net/publication/222507358_Spillovers_and_innovative_activities
- Dietzenbacher E., Los B. (2000). Analysing R&D Multipliers. *13th International Conference on Input-Output Techniques*. Dostupné na Internet: <https://www.iioa.org/conferences/13th/files/Dietzenbacher&LosR&DMults.pdf>
- Drejer, I. (2000). Comparing patterns of industrial interdependence in national systems of innovation – A study of Germany, the United Kingdom, Japan and the United States. *Economic system research*, 12, č.3, s.377-399.
- During A., Schnabl H. (2000). National innovation systems analysed by the SMFA: A comparison between Germany, Japan and the USA for the decade 1980 / 1990. *12th International Conference on Input-Output Techniques*. Dostupné na Internet: <https://www.iioa.org/conferences/12th/pdf/during.pdf>
- European commission. (2025). *European innovation scoreboard*. Dostupné na Internet: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_en
- Európska komisia. (2025). *Kompas EÚ na obnovenie konkurencieschopnosti a dosiahnutie udržateľnej prosperity*. Dostupné na Internet: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sk/ip_25_339
- Harada, T. (2016). Estimating innovation input–output matrix and innovation linkages in the East Asian region and the USA. *Journal of Economic Structures*. Dostupné na Internet: <https://journaleconomicstructures.springeropen.com/articles/10.1186/s40008-016-0041-z?>
- Chromjaková, F., Rajnoha, R. (2009). *Ekonomika inovácie ako súčasť zvyšovania výkonnosti firmy*. *Journal of Competitiveness*. Dostupné na Internet: <https://www.cjournal.cz/files/7.pdf>
- Ivanová, E., Čepel, M. (2018). *The Impact of Innovation Performance on the Competitiveness of the Visegrad 4 Countries*. Dostupné na Internet: <https://www.cjournal.cz/files/275.pdf>
- Jaffe A. (1986). *Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value*. Dostupné na Internet: https://www.researchgate.net/publication/4728893_Technological_Opportunity_and_Spillovers_of_RD_Evidence_from_Firms%27_Patents_Profits_and_Market_Value
- Jeck, T. (2010). Transfer a difúzia znalostí ako faktor modernizácie slovenskej ekonomiky. *Ekonomický ústav SAV*. Dostupné na Internet: <https://ekonom.sav.sk/uploads/prace/JeckD.pdf>
- Křístková, Z. (2012). *Impact of R&D investment on economic growth of the czech republic – a recursively dynamic cge approach*. Dostupné na Internet: <https://pep.vse.cz/pdfs/pep/2012/04/02.pdf>
- Kubala, J. (2014). Technologické toky v ekonomike Slovenska. *EAPG Working Paper Series. WP No. 9.*, s. 15. Dostupné na Internet: https://nhf.euba.sk/www_write/files/katedry/khp/eapg/wp009.pdf

- Kubala, J., Lábaj M., Silanič P. (2015). Štrukturálne väzby v slovenskej ekonomike v roku 2010: identifikácia kľúčových odvetví. *Ekonomický časopis*, 63, č. 8, s. 795 – 816.
- Lábaj, M. (2013). *Analýza spillover efektov z priamych zahraničných investícií v SR*. Dostupné na Internet: https://www.derivat.sk/files/2013%20casopis/2013_Jun_SpilloverEfekt_Labaj.pdf
- Lábaj, M., Luptáčík, M., Rumpelová, D. (2008). Štrukturálne súvislosti slovenskej ekonomiky na báze input-output analýzy. *Ekonomický časopis*, 56, 2008, č. 5., s.477 – 494.
- Li, Y., Dai, J., Cui, L. (2020). *The impact of digital technologies on economic and environmental performance in the context of industry 4.0: A moderated mediation model*. *International Journal of Production Economics*. Dostupné na Internet: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527320301560>
- Lundvall B.-Å. (2010). *National systems of innovation*. Dostupné na Internet: https://books.google.sk/books?id=iDXGwacw-4oC&printsec=frontcover&hl=sk&source=gbp_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Luptáčík, M., Koller, W.; Mahlberg, B.; Schnieder, H. (2008). *Growth and Employment Potentials of Chosen Technology Fields*. Dostupné na Internet: https://www.researchgate.net/publication/5021816_Growth_and_Employment_Potentials_of_Chosen_Technology_Fields
- Miller, R.E., Blair, P.D. (2009). *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. Cambridge University Press, Cambridge. ISBN 978-0-511-65103-8.
- Mohnen, P. (1997). *Introduction: Input-Output Analysis of Interindustry R&D Spillovers*. Dostupné na Internet: https://www.researchgate.net/publication/24079095_Introduction_Input-Output_Analysis_of_Interindustry_RD_Spillovers
- Montresor, S., Vittucci Marzetti, G. (2007). *Innovation Clusters in Technological Systems: A Network Analysis of 15 OECD Countries for the Middle '90s*. Dostupné na Internet: <https://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/serien/lm/DRUIDwp/07-15.pdf>
- Štatistický úrad SR. (2024). *Symetrická Input-Output tabuľka pre rok 2020*. Dostupné na Internet: https://slovak.statistics.sk/wps/portal/ext/themes/macroeconomic/accounts/indicators!/ut/p/z1/LZJNT4NAFEV_Sxdsmtt8lMHdgCmMxdqCWJyNoQ0CSSkNxfL3bRs1KSrWt5vknLm5L49lkhC5TQ9lnrZlvU03x_ezHL8sLMEch3lw0wLELIqBpwjRVCPLM-B63DesAGCBZ0JwPw7tha6D60Re4-0X4bJO_wJwP3Uhd
- Štatistický úrad SR. (2024). *Výdavky na výskum a vývoj podľa NACE Rev. 2 pre rok 2020*. Dostupné na Internet: https://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD_SLOVSTAT/vt2013rs/v_vt2013rs_00_00_00_sk
- Taalbi, J. (2018). *Evolution and structure of technological systems – An innovation output network*. Dostupné na Internet: <https://arxiv.org/pdf/1811.06772>
- Titze, M., Brachert, M., Kubis, A. (2008). The Identification of Regional Industrial Clusters Using Qualitative Input-Output Analysis. *IWH Discussion Papers*, No. 13. Dostupné na Internet: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/29999/1/597999821.pdf>
- Ulku, H. (2004). *R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis*. Dostupné na Internet: <https://www.elibrary.imf.org/view/journals/001/2004/185/article-A001-en.xml?>
- VAIA. (2023). *Národná stratégia výskumu, vývoja a inovácií 2030*. Dostupné na Internet: https://vaia.gov.sk/wp-content/uploads/2023/05/01_Narodna-strategia-vyskumu-vyvoja-a-inovacii_vlastny-material_V2.pdf
- VAIA. (2024). *Stagnácia Slovenska zrkadlí politiky pred prijatím Národnej stratégie VwI*. Dostupné na Internet: <https://vaia.gov.sk/wp-content/uploads/2024/10/Komentar-k-hodnoteniu-Slovenska-v-Europskom-inovacnom-rebricku.pdf>
- Varga, A., Szabó, N., Sebestyén, T. (2020). *Economic impact modelling of smart specialization policy: Which industries should prioritization target?* Dostupné na Internet: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/pirs.12529>

Prílohy

Príloha 1 Odvodenie empirického modelu⁴⁰

A) Analýza technologických tokov

Jedným z rozšírení I-O analýzy je analýza technologických tokov, do ktorej vstupujú aj výdavkov na výskum a vývoj (VaV výdavky). Touto analýzou sa skúma, aký vplyv majú VaV výdavky na ostatné časti hospodárstva, príp. na celú ekonomiku. Prínos je možné identifikovať I-O analýzou, keďže sleduje priame efekty, ktorými sú výdavky výskumno-vývojového sektora, ako aj nepriame efekty stimulujúce výdavky aj v ostatných odvetviach ekonomiky. Priame a nepriame toky výdavkov medzi odvetviami označujeme ako technologické toky.⁴¹

Medzikrokom pre získanie matice technologických tokov je výpočet priamych koeficientov výskumu a vývoja (v). Koeficienty získame vynásobením VaV výdavkov (r) a invertovanej celkovej produkcie (x).⁴²

$$\hat{v} = \hat{r} \cdot \hat{x}^{-1}$$

Matica technologických tokov (Z) zaznamenáva stelesnené toky technológií v medzis potrebe. Matica Z vznikne pre násobením priamych koeficientov Leontiefovou inverznou maticou. Keďže sa v tomto bode ešte nezohľadňuje skutočný dopyt, označuje sa ako matica technologických tokov v štandardnej štruktúre (Z^s) a jedná sa o čisto technické vzťahy medzi odvetviami. Pokiaľ dôjde aj k jej pre násobeniu konečným dopytom, dostávame maticu technologických tokov v aktuálnej štruktúre (Z^a), ktorá zachytáva skutočnú hodnotu technologických tokov.

$$Z^s = \hat{v} \cdot (I - A)^{-1}$$

$$Z^a = \hat{v} \cdot (I - A)^{-1} \hat{y}$$

V oboch verziách sa jedná o zachytenie technologických tokov, pričom vďaka I-O analýze je možné identifikovať odvetvia, ktoré sú dodávateľom, alebo prijímateľom technológií.⁴³ Dodávky technológií sú viditeľné v sume pre dané odvetvia podľa riadkov (i) a prijímatelia podľa stĺpcov (j). Podľa toho, či v danom odvetví prevažuje hodnota v riadku, alebo stĺpci sa identifikujú dodávateľia, alebo prijímatelia. Technologické toky pre iné odvetvia môžeme pozorovať v hodnotách jednotlivých odvetví mimo hlavnej diagonály, keďže tieto prvky predstavujú situáciu, kedy sa výdavky v jednom odvetví potrebujú na uspokojenie dopytu po iných tovaroch a službách.

$$z_i > z_j - \text{dodávateľ technológií} \qquad z_i < z_j - \text{prijímateľ technológií}$$

B) Analýza minimálnych tokov

Ďalším rozšírením I-O analýzy, ktorá nadväzuje na matice technologických tokov v oboch verziách je analýza minimálnych tokov. Je založená na princípe vrstiev (Z_n), ktoré na základe zvoleného filtra identifikujú, do akej hĺbky prenikajú toky v určitých odvetviach. Jednotlivé vrstvy vznikajú pre násobením matice technických koeficientov (A), diagonalizovanými vektormi priamych

⁴⁰ Maticová analýza vychádza zo všeobecného Leontiefovho modelu. Odvodenie častí modelu Analýzy technologických a minimálnych tokov je prevzaté z Brzica (2011) a Miller & Blair (2009).

⁴¹ Brzica, D. a kol. (2011). *Spolupráca aktérov v technologickom a inovačnom rozvoji*. VEDA, vydavateľstvo SAV, Bratislava, 2011. s. 105. ISBN 978-80-7144-189-2

⁴² Všetky premenné sú v tomto výpočte diagonalizované.

⁴³ Podľa Dietzenbacher a Los (2000) vyjadruje táto matica, príp. jej pre násobenie zložkou konečného dopytu informácie o dodávateľských a odberateľských väzbách, ktoré hovoria o šírení inovácií a závislosti na technologických vstupoch.

koeficientov výskumu a vývoja (v) a konečného dopytu (y). Jednotlivé vrstvy sa od seba líšia množstvom matíc technických koeficientov, ktoré vstupujú do rovnice.

$$Z_n = \hat{r} \cdot \hat{x}^{-1} A^n \hat{y}$$

Dôležitou súčasťou je stanovenie optimálnej hodnoty filtra F^{44} , ktorá je kľúčová v následnom iteračnom procese.⁴⁵ Každá vrstva (Z_n) sa porovná so zvolenou hodnotou filtra a vypočíta sa pre ňu binárna matica (W_n), pričom platí, že jednotlivé prvky väčšie ako hodnota filtra sa prepíšu ako 1 a menšie ako 0. Počet jednotlivých vrstiev je závislý od hodnoty filtra, poslednú vrstvu predstavuje matica s aspoň jedným prvkom dosahujúcim jej hranicu.

Po binarizácii všetkých vrstiev potrebujeme zistiť prepojenia medzi jednotlivými vrstvami až k matici závislosti (D). Jednotlivé vyrátané vrstvy (W_n) potrebujeme medzi sebou boolovsky prenásobiť⁴⁶, vďaka čomu budeme vedieť, medzi ktorými vrstvami dochádza k významným tokom. Pokiaľ všetky matice znázorňujúce susedné vzťahy (W_n) následne boolovsky spočítame⁴⁷, dostaneme maticu závislosti D. Matica závislosti obsahuje buď hodnotu 1 (medzi odvetvami existuje technologický tok), alebo 0 (tok absentuje).

$$W^n = W_n * W^{n-1}$$

$$D = (W^1 + W^2 + W^3 + \dots)$$

Spočítaním matice závislosti (D) s jej transponovaným protipólom (D') získame maticu vzájomných vzťahov (H), ktorá hovorí o stupni previazanosti odvetví. Táto matica nadobúda hodnoty 0 – 2, medzi odvetvami tak môžeme sledovať izolovanosť (0), jednosmerný tok (1), alebo bilaterálnu väzbu (2).⁴⁸ Špecifické sú práve bilaterálne vzťahy medzi odvetvami, nakoľko v nich dochádza k vzájomnému umocneniu impulzov a označujú sa ako bipóly.

$$H = D + D'$$

Odvetvia vykazujúce vzájomnú previazanosť (bipóly) v štandardnej ako aj aktuálnej verzii tvoria jadro národného inovačného ekosystému.⁴⁹ Jadro inovačného ekosystému tak predstavujú odvetvia, ktoré majú významné väzby technologických procesov a súčasne sú aj významné vzhľadom na objem a štruktúru dopytu.

⁴⁴ Podľa Luptáčíka a kol. (2008) je optimálna hodnota filtra F špecifická pre každý podkladový materiál a jej hodnota sa získa testovaním, aby výsledkom analýzy minimálnych tokov bolo práve 10 bipólov medzi odlišnými odvetvami. V prípade tejto štúdie boli testovaním zistené optimálne hodnoty filtrov v prípade štandardnej štruktúry $f=0,0000105$ a v prípade aktuálnej štruktúry $f=9$.

⁴⁵ Titze, M., Brachert, M., Kubis, A. (2008). The Identification of Regional Industrial Clusters Using Qualitative Input-Output Analysis. IWH Discussion Papers, No. 13/2008. s. 8. [URL](#).

⁴⁶ Boolovské prenásobenie matíc je založené na logickej funkcii AND, čiže len v prípade, že rovnaká bunka má v oboch susedných maticiach 1, sa do výslednej matice prepíše ako 1, zvyšné prvky sú 0.

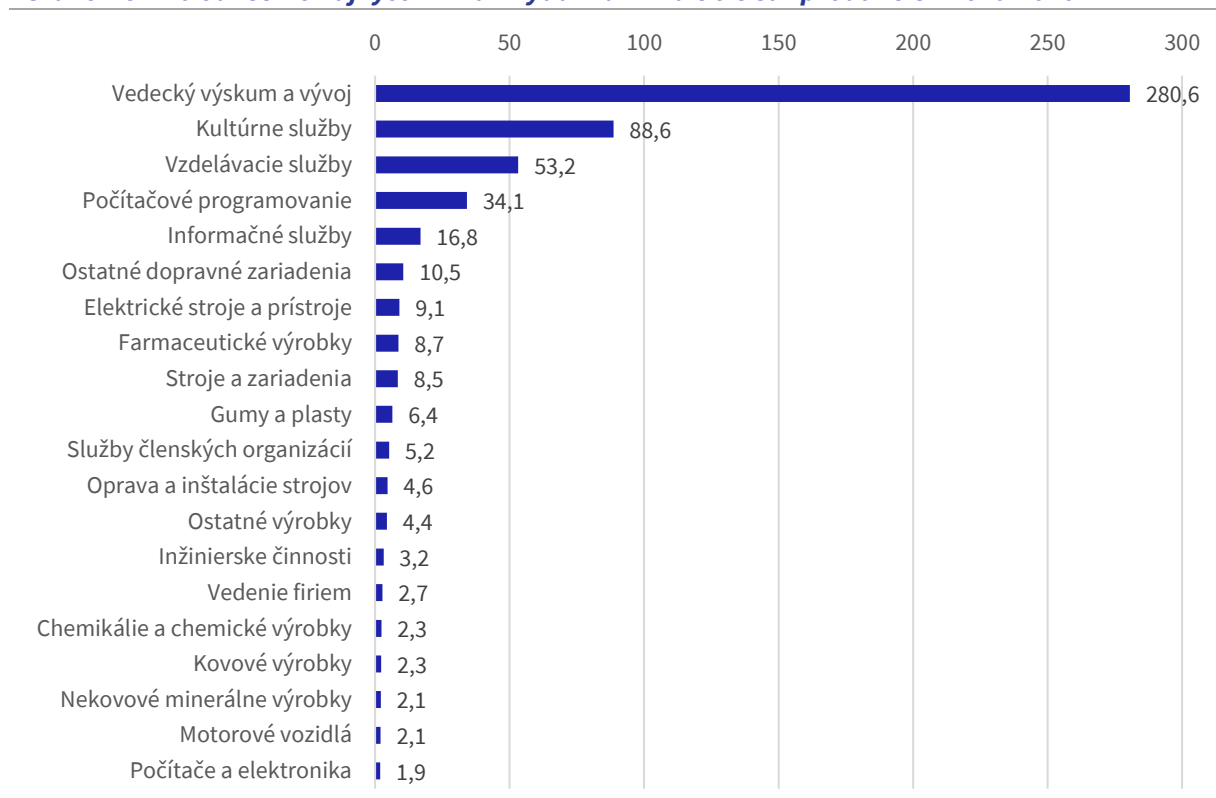
⁴⁷ Boolovské spočítanie matíc je založené na logickej funkcii OR, čiže v prípade, že rovnaká bunka má aspoň v jednej zo všetkých zráťavaných maticiach 1, do výslednej bunky matice sa napíše 1, zvyšné prvky sú 0.

⁴⁸ During, A., Schnabl, H. (2000). National innovation systems analysed by the SMFA: A comparison between Germany, Japan and the USA for the decade 1980 / 1990. 12th International Conference on Input-Output Techniques. s.17. [URL](#).

⁴⁹ Luptáčík, M., Koller, W.; Mahlberg, B.; Schnieder, H. (2008). Growth and employment potentials of chosen technology fields. AUCCO Czech Economic Review, vol. 2, no. 1. [URL](#).

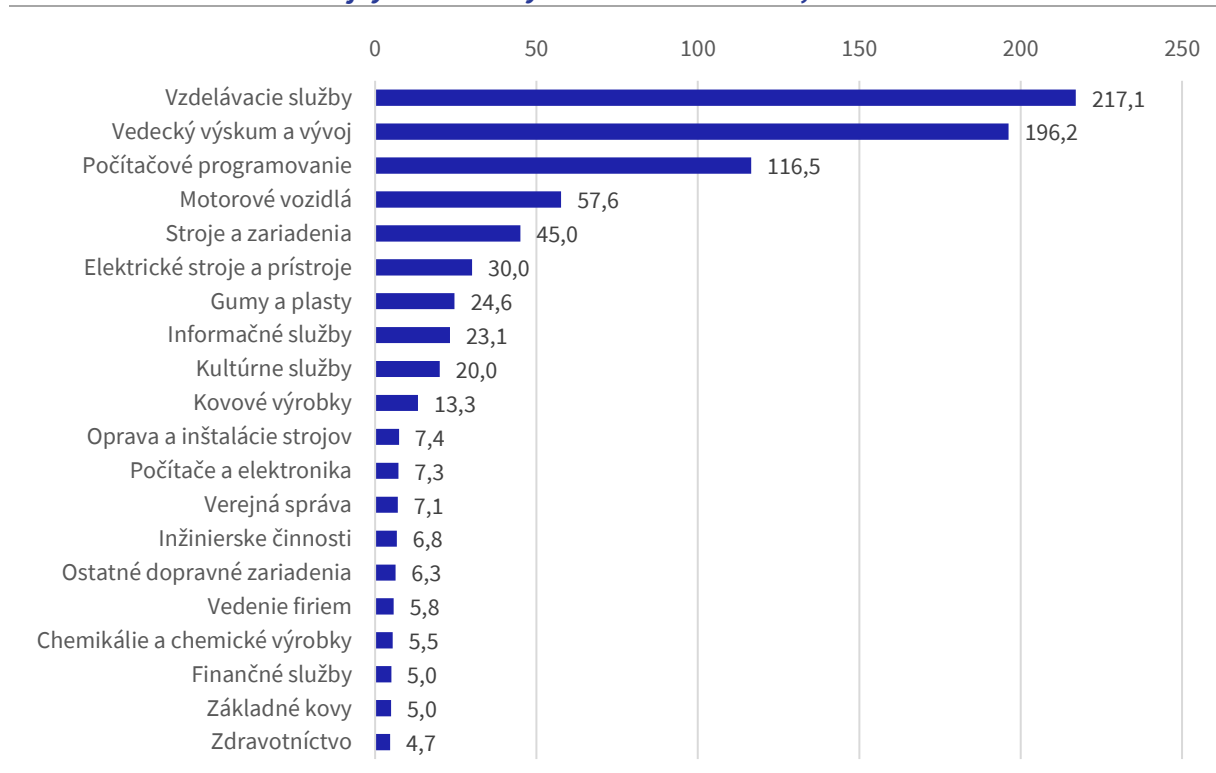
Príloha 2 Grafy najvyšších celkových výdavkov na VaV a v prepočte na produkciu

Graf 5 TOP 20 odvetví s najvyššími VaV výdavkami na tisíc eur produkcie v roku 2020



Zdroj: ŠÚ SR, spracovanie VAIA

Graf 6 TOP 20 odvetví s najvyššími VaV výdavkami v roku 2020, v mil. eur



Zdroj: ŠÚ SR, spracovanie VAIA