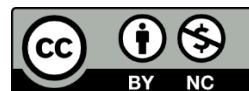


Vedecký článok/ Scientific article

Recenzované/ Review: 16. 04. 2025

Akceptované/ Accepted: 30. 05. 2025

<https://doi.org/10.24040/eas.2025.26.1.124-141>



Determinanty produkcie znalostí na európskych univerzitách

Determinants of Knowledge Production in European Universities

Juraj Šimčíško^{a*}

^a Národohospodárska fakulta, Ekonomická univerzita v Bratislave

Abstract: This paper investigates the knowledge production function (KPF) of European universities, examining the relationship between human resources, financial inputs, and scientific output as measured by academic publications. Using a panel dataset of universities from 36 European countries between 2011 and 2020, the study finds that academic personnel is the primary driver of publication output, exhibiting decreasing returns to scale. In contrast, R&D expenditures show a weak relationship with publication output, suggesting that financial investments alone are insufficient to enhance research performance. The findings highlight the importance of human capital and broader institutional support for maximizing scientific productivity in European universities.

Key words: Knowledge production function. European universities. academic publications.

JEL Classification: I23. O31

Úvod

Značná časť ekonomickej literatúry zdôrazňuje pozitívny vzťah medzi tvorbou poznatkov a dlhodobým hospodárskym rastom. Napríklad Mankiw, Romer a Weil (1992) rozšírili tradičný Solowov model rastu o zahrnutie ľudského kapitálu ako ďalšieho výrobného faktora. Romer (1986, 1990) a Lucas (1988) následne vyvinuli endogénne modely rastu, v ktorých ľudský kapitál zohráva kľúčovú úlohu pri podpore dlhodobého hospodárskeho rastu. V týchto

* Korešpondujúci autor: Juraj Šimčíško

Národohospodárska fakulta, Ekonomická univerzita v Bratislave, Dolnozemska cesta 3736/1C, 851 04 Petržalka
e-mail: juraj.simcisko@euba.sk

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

teoretických rámcoch ľudský kapitál prispieva k inováciám, prenosu a akumulácii poznatkov, čím endogénne stimuluje proces technologického pokroku. V tomto kontexte zohrávajú univerzity nezastupiteľnú úlohu ako inštitúcie podporujúce inovácie a produkujúce poznatky, pričom často pôsobia ako primárne hybné sily hospodárskeho pokroku (Rooij, 2014; Duarte, 2020; Daradkeh, 2023; Etzkowitz, 2000).

Historicky sa základné úlohy univerzít sústreďovali na vzdelávanie a základný výskum, s nepriamym príspevkom k hospodárskemu rozvoju prostredníctvom formovania ľudského kapitálu a generovania fundamentálneho vedeckého poznania (Rosenberg, 1994; Agrawal, 2002). Avšak v posledných desaťročiach univerzity čoraz viac preberajú aktívnejšiu a priamejšiu úlohu v podpore hospodárskeho rozvoja. Táto transformácia sa často označuje ako "tretie poslanie" univerzít (Etzkowitz, 2000; Fisch, 2014) a je charakterizovaná zvýšeným dôrazom na transfer technológií, komercializáciu univerzitného výskumu a intenzívnejšiu spoluprácu medzi priemyslom a akademickou sférou (Fisch, 2014; Siegel, 2003). "Tretie poslanie" tak zdôrazňuje nielen tvorbu poznatkov, ale aj ich praktickú aplikáciu, čím sa stierajú hranice medzi akademickým výskumom a reálnymi hospodárskymi výsledkami. V kontexte "vedomostnej ekonomiky" sa tretie poslanie univerzít čoraz viac integruje s dlhodobým hospodárskym rastom. Zatiaľ čo tradičné úlohy univerzít sú zamerané na zvyšovanie úrovne ľudského kapitálu prostredníctvom vzdelávania (Jedwab, 2023), ich nová misia sa orientuje na generovanie a šírenie nových poznatkov do ekonomiky, čím podporuje technologické inovácie a hospodársku konkurencieschopnosť (Etzkowitz, 2003; Lee, 2018). Táto transformácia podčiarkuje rastúci význam univerzít ako kľúčových producentov poznatkov v modernom hospodárskom prostredí.

Zároveň, keďže znalosti majú charakter verejných statkov a prinášajú pozitívne externality, súkromné subjekty majú tendenciu investovať do nich nedostatočne (Nelson, 1959; Arrow, 1962). Tento fakt vytvára silnú argumentáciu pre verejné financovanie univerzitného výskumu. Vzhľadom na svoju inštitucionálnu štruktúru sú univerzity často efektívnejšie v generovaní znalostí v porovnaní s individuálnymi snahami v rámci súkromných trhových štruktúr.

V súlade s priekopníckou prácou Grilichesa (1979) môžeme inováciu modelovať prostredníctvom funkcie produkcie znalostí (KPF)[†]. V prípade univerzít sú výstupmi tejto funkcie rôzne produkty výskumu, predovšetkým patenty a publikácie (Tweheyo, 2022; Caro, 2003). Značná časť existujúceho výskumu sa zameriavala na vzťah medzi priemyselnými výstupmi a produkciou poznatkov (Abis, 2023). Napriek kľúčovej úlohe univerzít v tomto

[†] Z ang. „Knowledge Production Function“

proces sa relatívne málo pozornosti venovalo samotnej produkcii poznatkov na univerzitách (Gurmu, 2010). Navyše, väčšina existujúcej literatúry sa zameriava na univerzity v USA, čím vzniká významná medzera vo výskume týkajúcom sa európskych univerzít (Fisch, 2014).

V záujme preklenutia tejto medzery sa náš výskum zameriava na odhad KPF pre publikovanie na európskych univerzitách v období rokov 2011 až 2020. Jednotkou analýzy je publikovaný článok priradený ku každej univerzite v danom roku. Naším cieľom je odhadnúť vzťah medzi univerzitnými výstupmi (meranými počtom publikácií) a kľúčovými vstupmi do KPF, konkrétne výdavkami na vedu a výskum (R&D), celkovými výdavkami univerzity, počtom akademických pracovníkov v prepočte na plný úväzok (FTE) a celkovým počtom zamestnancov univerzity. Výskumnými otázkami sú:

1. Aké sú hlavné determinanty publikačnej produktivity univerzít?
2. Vykazujú univerzity klesajúce výnosy z rozsahu pri produkcii publikácií?

Otázkami sa snažíme preklenúť existujúcu medzeru v literatúre, ktorá sa doposiaľ sústredila prevažne na americké univerzity alebo na patentové výstupy. Publikačná činnosť svedčí o miere participácie univerzít na globálnom vedeckom dialógu a potvrdzuje ich význam pre rozvoj výskumu v rôznych odboroch (Tweheyo, 2022). S ohľadom na akcelerujúci význam univerzít v generovaní poznatkov je analýza KPF pre európske univerzity fundamentálna pre komplexnejšie pochopenie ich postavenia v poznatkovej ekonomike. Na základe našich zistení existuje významná absencia štúdií, ktoré by analyzovali túto problematiku v kontexte európskych univerzít, pričom dominantná časť relevantného výskumu sa koncentruje predovšetkým na analýzu severoamerických inštitúcií. Práca týmto rozširuje existujúce aplikácie Grilichesovho rámca z firemného a patentového prostredia na akademické inštitúcie, kde výstup nemá komerčnú povahu, ale verejný charakter.

1 Teoretické východiská

Univerzity predstavujú kľúčových aktérov v moderných poznatkových ekonomikách, pričom neplnia len funkciu vzdelávacích inštitúcií, ale slúžia aj ako hnacie motory inovácií a vedeckého pokroku. Ich vyvíjajúca sa rola – od tradičných centier výučby k spolupráci so súkromným sektorom – ich etablovala ako významných prispievateľov k dlhodobému hospodárskemu rastu. V rámci národných a regionálnych inovačných systémov univerzity produkujú a šíria nové poznatky prostredníctvom základného aj aplikovaného výskumu. Táto literárna rešerš analyzuje mnohostrannú úlohu univerzít v kontexte KPF.

1.1 Úloha univerzít

Univerzity zohrávajú kľúčovú úlohu pri zavádzaní inovácií, čím prispievajú k dlhodobému hospodárskemu rastu (Reddy, 2011). Táto funkcia je v súlade s modelom Triple Helix, ktorý popularizovali Etzkowitz a Leydesdorff (1997). Model Triple Helix zdôrazňuje interakciu medzi verejným sektorom (vláda), súkromným sektorom (firmy) a akademickou sférou (univerzity a výskumné inštitúcie). V rámci toho univerzity plnia „tretie poslanie“ popri svojich tradičných úlohách výučby a výskumu. Takto aktívne prispievajú k hospodárskemu rozvoju prostredníctvom produkcie vedeckých a technologických poznatkov. Cieľom tohto modelu je posilniť interakcie medzi inštitucionálnymi aktérmi v rámci inovačných systémov priemyselne vyspelých ekonomík s osobitným dôrazom na univerzity ako hnaciu silu spolupráce medzi akademickým, verejným a súkromným sektorom (Duarte, 2020).

Moderné univerzity sa vyvinuli zo svojich stredovekých predchodkýň, ktoré pôvodne fungovali ako inštitúcie šíriace poznatky medzi malými skupinami študentov. Koncom 18. storočia sa ich úloha rozšírila o vzdelávanie štátnych úradníkov pre vznikajúce národné štáty a od polovice 19. storočia sa vedecký výskum inštitucionalizoval v reakcii na potreby industrializácie. Tento posun zaviedol nové organizačné formy, ako napríklad výskumné laboratória. V posledných desaťročiach sa univerzity opäť transformovali, tentoraz na podnikateľské subjekty. Dnes sa angažujú v priemyselnej spolupráci prostredníctvom udeľovania licencií, zmluvného výskumu a zakladania dcérskych spoločností, čo vedie k vytváraniu štruktúr, ako sú centrá prenosu technológií (TTO)[‡] a univerzitné inkubátory (Etzkowitz & Leydesdorff, 1998; Smith, 1998).

Vzdelávanie predstavuje najstarší akademický príspevok k hospodárskemu rastu. Súvisí s tvorbou ľudského kapitálu, teda s rozvojom špecifických vedomostí a zručností jednotlivcov. Vyššia úroveň ľudského kapitálu umožňuje efektívnejšie vykonávanie komplexných činností, čo vedie k zvýšeniu produktivity práce a kapitálu (Pyatt, 1964; Barro, 1991; Lucas, 1988). Študenti zároveň slúžia ako dôležitý kanál prenosu poznatkov do priemyslu. Napríklad viaceré štúdie ukazujú, že absolventi zohrávajú kľúčovú úlohu pri prenose nových technológií a know-how z akademických laboratórií do podnikateľského sektora, najmä v chemickom, ťažobnom a farmaceutickom priemysle (Nelson a Wright, 1992). V tomto smere Sterlacchini (2008) empiricky dokázal, že podiel obyvateľstva s terciárnym vzdelaním bol najúčinnejším faktorom zvyšovania rastu HDP na obyvateľa v regiónoch dvanástich krajín EÚ v období rokov 1995 – 2002.

[‡] Z ang. „technology transfer offices“

Výstupy univerzít možno vo všeobecnosti rozdeliť na základný a aplikovaný výskum. Základný výskum sa zameriava na rozširovanie vedeckých poznatkov, zatiaľ čo aplikovaný výskum sa zameriava na špecifické potreby jednotlivcov, skupín alebo spoločnosti (Stokes, 1997). Základný výskum vedie najmä k vedeckým publikáciám, ktoré slúžia ako základ pre aplikovaný vývoj. Vlády často podporujú aplikovaný výskum prostredníctvom technologických parkov, podnikateľských inkubátorov alebo legislatívnych nástrojov na posilnenie spolupráce medzi univerzitami a firmami. Obe formy výskumu sú však rovnako dôležité: základný výskum zvyšuje efektívnosť aplikovaného vývoja a je nevyhnutný pre prelomové objavy v komplexných technologických oblastiach, ako je napríklad biotechnológia – a to aj bez okamžitej návratnosti investícií (Rosenberg, 1990).

V tomto kontexte národný inovačný systém (NIS) predstavuje súbor organizácií a inštitúcií, ktoré spoločne vytvárajú prostredie priaznivé pre inovácie na sektorovej, regionálnej alebo národnej úrovni. Podľa Nelsona (1993) je NIS inštitucionálne usporiadanie, ktoré vytvára sieť vzťahov medzi aktérmi na podporu technologického pokroku. Tento systém spája vzdelávacie a výskumné inštitúcie, priemyselné podniky a finančné subjekty, čím vytvára základ pre vznik a šírenie inovácií.

S postupnou transformáciou univerzít z tradičných vzdelávacích inštitúcií na aktérov v rámci inovačných systémov sa zvýšila dôležitosť merateľných výskumných výstupov. Jedným z najdôležitejších výstupov sú recenzované vedecké publikácie, ktoré zohrávajú zásadnú úlohu pri produkcii, akumulácii a šírení nových vedeckých poznatkov (Stephan, 1996; Nelson, 2004). Tieto poznatky následne slúžia ako vstup pre aplikovaný vývoj a inovačné procesy v podnikoch, čo umožňuje univerzitnému výskumu prispievať k technologickému pokroku a dlhodobému hospodárskemu rastu (Romer, 1990; Carree et al., 2011).

Počas 20. storočia došlo k výraznému nárastu objemu aj tempa akademického publikovania (Fire, 2019; Ware, 2015). Počet publikovaných článkov vzrástol z menej ako 1 milióna v roku 1980 na viac ako 7 miliónov v roku 2014 (Herrmannova, 2016). Okrem toho, publikácie sú kľúčovým ukazovateľom akademickej výkonnosti a výskumnej produktivity inštitúcií (Moed, 2005). Výskumná literatúra opakovane potvrdzuje, že regionálne rozdiely v publikačnej činnosti univerzít odrážajú nielen kapacitu výskumného systému, ale aj mieru jeho integrácie s ostatnými aktérmi v národnom inovačnom systéme (Acs et al., 2002; Ponds et al., 2007). Vysoká publikačná aktivita zároveň zvyšuje pravdepodobnosť komercializácie výsledkov výskumu, vrátane zakladania dcérskych spoločností a prenosu technológií (Van Looy et al., 2004).

Z tohto dôvodu sa táto štúdia zameriava na vedecké publikácie ako hlavnú formu produkcie poznatkov na univerzitách. Vďaka ich kvantitatívnej povahe umožňujú publikácie identifikovať vzťah medzi vstupmi univerzít a publikačnou činnosťou.

1.2 Funkcia produkcie znalostí (KPF)

Hoci sa mnohé štúdie založené na Grilichesovom teoretickom rámci zameriavali na vzťah medzi vstupmi univerzít a patentovými výstupmi, relatívne málo z nich venovalo rovnakú pozornosť vedeckým publikáciám ako výstupom produkcie znalostí. Počiatočné empirické prístupy, ako napríklad Pakes a Griliches (1980, 1984), analyzovali úlohu výdavkov na výskum a vývoj (R&D) pri produkcii patentov. Ich štúdia pokrývajúca 121 amerických firiem v rokoch 1963 až 1975 identifikovala dlhodobý vzťah medzi výdavkami na R&D a patentovými výstupmi. Ich zistenia však neboli úplne jednoznačné z dôvodu viacerých obmedzení, ako napríklad vysoká variabilita pomeru R&D/patent medzi firmami, cenzurovanie dát, nesprávna špecifikácia modelu a všeobecné obmedzenia dostupných dát.

Neskoršie štúdie sa zamerali na funkciu produkcie znalostí (KPF) v priemysle a na vzťahy medzi univerzitami a priemyslom. Menej pozornosti sa však venovalo samotným univerzitám ako kľúčovým producentom znalostí. Gurmu (2010) odhadol KPF pre univerzity, pričom ako výstup použil univerzitné patenty a ako nezávislé premenné výdavky na R&D, výskumné oblasti, prítomnosť centra prenosu technológií (TTO) a počet výskumných pracovníkov (najmä profesorov, postdoktorandov a doktorandov). Výsledky preukázali silný vzťah medzi akademickým personálom a produkciou patentov, s osobitným dôrazom na štátnu príslušnosť a vízový status výskumných pracovníkov.

Lee a Graff (2018) rozšírili rámec KPF o viaceré výstupy univerzít vrátane patentov, publikácií a spolupráce v danom odbore. Ich analýza zahrnula vstupy ako financovanie výskumu a akademickí pracovníci, a demonštrovala, ako univerzity šíria poznatky prostredníctvom rôznych kanálov a prispievajú k širšiemu hospodárskemu rozvoju.

Podobne Coupé (2003) skúmal vzťah medzi akademickými výdavkami na R&D a patentovou aktivitou na amerických univerzitách. Jeho zistenia potvrdili významný vplyv výdavkov na výskum na patentové výstupy a ukázali, že rozdiely v patentových výstupoch univerzít boli do značnej miery ovplyvnené intenzitou výskumu, špecializáciou a inštitucionálnou efektívnosťou. Došiel tiež k záveru, že efektívnosť, s akou univerzity transformujú výskumné vstupy na patenty, sa výrazne líši, čo naznačuje kľúčový význam inštitucionálnych faktorov.

Hoci tieto štúdie poskytli cenné poznatky o produkcii znalostí na univerzitách, ich zameranie na patenty ako hlavný výstup má obmedzenia. Recenzované vedecké publikácie sú základným a najbežnejším výstupom akademického výskumu a sú nevyhnutné pre šírenie teoretických poznatkov naprieč disciplínami (Moed, 2005; Stephan, 1996). Na rozdiel od patentov publikácie nevyžadujú špecifickú infraštruktúru ako TTO a produkujú sa vo všetkých vedeckých oblastiach vrátane humanitných a sociálnych vied, ktoré sú v analýzach založených na patentoch často prehliadané (Geuna, 2006).

Dostupnosť dát z databáz ako Scopus umožňuje systematickú kvantifikáciu publikačnej činnosti. Z tohto dôvodu sa táto štúdia zameriava na publikácie ako primárny indikátor produkcie znalostí na univerzitách.

Odhadujeme KPF univerzít, kde závislou premennou sú recenzované vedecké publikácie. Tento prístup nadväzuje na prácu Adamsa a Griliches (1998) a Payna a Siowa (2003), ktorí preukázali silný vzťah medzi výskumnými vstupmi – ako sú financovanie a množstvo akademického personálu – a publikačnými výstupmi. Táto línia výskumu bola rozšírená Aghionom a kol. (2010) a Bonaccorsim a kol. (2017), ktorí zdôrazňujú dôležitosť inštitucionálnej autonómie a správy pri formovaní výskumnej výkonnosti univerzít.

Zameraním sa výlučne na publikácie táto štúdia prispieva k rastúcemu množstvu literatúry, ktorá vníma produkciu znalostí nielen cez prizmu komerčných aplikácií, ale aj cez tretie poslanie univerzít pri posúvaní hraníc vedeckého poznania. Táto perspektíva je obzvlášť relevantná v európskom kontexte, kde je akademický systém rôznorodý a vzťah medzi výskumnými vstupmi a výstupmi zostáva relatívne málo preskúmaný.

2 Materiál a metódy skúmania

Táto štúdia skúma KPF európskych univerzít, so zameraním na vzťah medzi ľudskými zdrojmi univerzít, finančnými vstupmi a ich vedeckým výstupom meraným počtom akademických publikácií. Použité boli dva primárne zdroje dát. Po prvé, databáza Scopus. Táto databáza poskytla bibliometrické údaje o akademických publikáciách. Závislou premennou je ročný počet akademických prác afiliovaných k európskym univerzitám a pokrývajúci všetky vedecké disciplíny. Každá publikácia bola prepojená s príslušnou inštitúciou pomocou ETER ID kódu a roku publikácie. Po druhé, Európsky register terciárneho vzdelávania (ETER). Tento súbor dát ponúkol štandardizované údaje na úrovni inštitúcií o charakteristikách univerzít vrátane počtu zamestnancov, výdavkov a iných charakteristík. Kľúčové premenné zahŕňajú celkový počet akademických pracovníkov (v ekvivalentoch plného úväzku, FTE), celkový počet zamestnancov univerzity, výdavky na výskum a vývoj (R&D) v parite kúpnej sily (PPP)

a celkové inštitucionálne výdavky v PPP. Ako kontrolné premenné sme využili dáta z ETER pre intenzitu doktorandského štúdia danej inštitúcie, klasifikáciu ISCED univerzity (na základe podielu študentov v danej kategórii) a informáciu, či je daná univerzita výskumnou inštitúciou.

Integrácia dát bola vykonaná pomocou ETER ID a roku, čo umožnilo konzistentné longitudinálne sledovanie pozorovaní na úrovni univerzít v oboch súboroch dát. Panel pokrýva roky 2011 až 2020 a zahŕňa 36 európskych krajín, konkrétne: Albánsko, Rakúsko, Belgicko, Bulharsko, Švajčiarsko, Cyprus, Českú republiku, Nemecko, Dánsko, Estónsko, Španielsko, Fínsko, Francúzsko, Grécko, Chorvátsko, Maďarsko, Írsko, Island, Taliansko, Lichtenštajnsko, Litvu, Luxembursko, Lotyšsko, Čiernu Horu, Severné Macedónsko, Maltu, Holandsko, Nórsko, Poľsko, Portugalsko, Rumunsko, Srbsko, Švédsko, Slovinsko, Slovensko a Spojené kráľovstvo.

Cieľom štúdie je odhadnúť vzťah medzi univerzitnými výstupmi (meranými počtom publikácií) a kľúčovými vstupmi do KPF, konkrétne výdavkami na vedu a výskum (R&D), celkovými výdavkami univerzity, počtom akademických pracovníkov v prepočte na plný úväzok (FTE) a celkovým počtom zamestnancov univerzity. Tento prístup rozširuje teóriu o aplikáciu produkčnej funkcie znalostí v európskom univerzitnom prostredí.

Empirický rámec je založený na Cobb-Douglasovej produkčnej funkcii, štandardnom prístupe pri modelovaní vzťahu medzi vstupmi a výstupmi. Vychádzajúc z tradície analýzy R&D a produktivity v súkromnom sektore (Griliches, 1998) konceptualizujeme výstup publikácií univerzít ako funkciu personálnych a výdavkových vstupov:

$$Y = AL^{\beta_1}E^{\beta_2} \quad (1)$$

Y je počet akademických publikácií, L predstavuje vstupy práce (personál), E predstavuje výdavkové vstupy a β_x sú elasticity zachytávajúce citlivosť výstupu na každý vstup.

Tento model odhadujeme pomocou špecifikácie s two-way fixnými efektmi (FE), kontrolujúc tak efekty špecifické pre inštitúciu, ako aj pre daný rok. To pomáha zohľadniť nepozorovanú heterogenitu medzi univerzitami a makroekonomické alebo politické zmeny v priebehu času.

Ako výstup produkcie znalostí volíme počet recenzovaných vedeckých publikácií, ktoré predstavujú univerzálny a dostupný ukazovateľ výskumnej výkonnosti naprieč vednými odbormi. Na rozdiel od patentov, publikácie vznikajú aj v oblastiach bez priamej aplikovateľnosti (humanitné a spoločenské vedy) a nie sú závislé na existencii prenosových mechanizmov ako TTO. Výber vstupných premenných vychádza z existujúcej literatúry

(Adams & Griliches, 1998; Payne & Siow, 2003; Gurmu, 2010) a reflektuje dostupnosť harmonizovaných dát na úrovni univerzít.

Celkové výdavky zahŕňajú aj kapitálové investície, pričom ich oddelené vyčlenenie nie je v dostupných dátach možné. Inštitucionálnu efektívnosť, reputáciu alebo „knowledge productivity factor“ explicitne nepozorujeme, avšak ich vplyv čiastočne zachytávajú fixné efekty v panelovej špecifikácii. Cobb-Douglasova forma poskytuje flexibilný, ekonomicky interpretovateľný rámec, ktorý je bežne využívaný pri odhadoch produkčných funkcií v oblasti výskumu a vývoja (Griliches, 1998).

Odhadujú sa dva varianty modelu. Po prvé, špecifický model používa akademických pracovníkov (FTE) a výdavky na R&D v PPP. Závislá premenná $\ln Y_{it}$ je prirodzený logaritmus počtu publikácií univerzity i v čase t . $\ln academic_{it}$ je logaritmus počtu akademických pracovníkov danej univerzity i v čase t s príslušným koeficientom β_1 . Analogicky, $\ln R\&D_{it}$ je prirodzený logaritmus výdavkov na výskum a vývoj s príslušným koeficientom β_2 . Vektor $\mathbf{Z}_{it}$ predstavuje kontrolné premenné, konkrétne podiel postgraduálnych študentov, klasifikáciu ISCED (na základe najvyššieho podielu študentov študujúcich v danej kategórii ISCED) a dummy premennú identifikujúcu, či je univerzita výskumnou inštitúciou. μ_i predstavuje fixný efekt špecifický pre univerzitu (jednotku), λ_t predstavuje fixný efekt špecifický pre rok (čas) a ε_{it} predstavuje chybovú zložku.

$$\ln Y_{it} = \alpha + \beta_1 \ln academic_{it} + \beta_2 \ln R\&D_{it} + \boldsymbol{\gamma}' \mathbf{Z}_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Po druhé, odhadujeme všeobecný model. V tomto prípade odhadujeme celkový počet zamestnancov univerzity a celkové výdavky v PPP. Závislá premenná $\ln Y_{it}$ je opäť prirodzený logaritmus počtu publikácií univerzity i v čase t . Na rozdiel od predchádzajúceho špecifického modelu, $\ln tot.personnel_{it}$ je logaritmus celkového počtu zamestnancov každej univerzity i v čase t s príslušným koeficientom β_1 . Rovnako $\ln tot.expenditure_{it}$ je prirodzený logaritmus celkových inštitucionálnych výdavkov s príslušným odhadom β_2 . Opäť, vektor $\mathbf{Z}_{it}$ predstavuje kontrolné premenné ako v špecifickom modeli. Podobne, μ_i , λ_t a ε_{it} predstavujú chybové zložky modelu.

$$\ln Y_{it} = \alpha + \beta_1 \ln tot.personnel_{it} + \beta_2 \ln tot.expenditure_{it} + \boldsymbol{\gamma}' \mathbf{Z}_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

3 Výsledky a diskusia

Tabuľka 1 prezentuje odhady špecifického modelu KPF pre európske univerzity. Závislou premennou je prirodzený logaritmus počtu akademických publikácií. Kľúčovými nezávislými premennými sú prirodzené logaritmy počtu akademických pracovníkov a výdavkov na výskum a vývoj (oba v PPP).

V modeli (4) dodatočne kontrolujeme podiel postgraduálnych študentov, klasifikáciu ISCED inštitúcie a či je daná univerzita označená ako výskumná univerzita.

Výsledky ukazujú, že elasticita výstupu vzhľadom na akademických pracovníkov je pozitívna a štatisticky významná vo všetkých špecifikáciách modelu. V plne kontrolovanom modeli (4) je elasticita približne 0,24, čo naznačuje, že 1% nárast akademických pracovníkov je spojený s 0,24% nárastom publikačného výstupu. Konzistentnosť tohto koeficientu naprieč špecifikáciami podporuje robustnosť vzťahu medzi počtom zamestnancov a výskumnou produktivitou.

Naopak, odhadované koeficienty pre výdavky na výskum a vývoj sú vo väčšine špecifikácií vo všeobecnosti malé a štatisticky nevýznamné. Aj tam, kde sa pozoruje významnosť (napr. v modeli 1 na 10% hladine a v modeli 3 na 5% hladine), zostáva efekt malý, čo naznačuje, že zvýšenie výdavkov na výskum a vývoj má len slabú asociáciu s vyšším publikačným výstupom. Tieto zistenia naznačujú, že v rámci pozorovaného súboru dát nemajú výdavky na výskum a vývoj silný marginálny efekt na publikačnú činnosť.

Celkovo odhadované elasticity naznačujú prítomnosť klesajúcich výnosov z rozsahu pri produkcii akademických publikácií na úrovni univerzít. To znamená, že hoci zvýšenie vstupov vedie k vyšším výstupom, tieto prírastky sú menej ako proporcionálne. Toto zistenie je v súlade s predchádzajúcim výskumom, ktorý poukazuje na klesajúce hraničné výnosy v produkcii znalostí univerzitami.

Tabuľka 1: Odhady špecifického modelu KPF

ln (Počet publikácií)	(1)	(2)	(3)	(4)
	Fixed effects	Fixed effects	Fixed effects	Fixed effects
	One -way	Two-way	One -way control	Two -way control
ln (academic)	0.146**	0.228***	0.234***	0.241***
	(0.0661)	(0.0529)	(0.0781)	(0.0647)
ln (R&D exp)	0.00785*	0.00553	0.0120**	0.00604
	(0.00462)	(0.00385)	(0.00573)	(0.00491)
Konštanta	3.995***	3.821***	3.320***	3.739***
	(0.392)	(0.313)	(0.480)	(0.398)
Pozorovania	2,738	2,738	2,291	2,291
R-squared	0.003	0.372	0.053	0.362
Časové FE	X	✓	X	✓
Kontrolné premenné	X	X	✓	✓
Štandardné chyby v zátvorkách. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.				

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z ETER a Scopus

Tabuľka 2 prezentuje výsledky špecifického modelu, v ktorom sa ako primárne vstupy používajú celkový počet zamestnancov univerzity a celkové výdavky (namiesto akademických pracovníkov a výdavkov na R&D). Tieto odhady potvrdzujú skoršie zistenia: oba vstupy sú pozitívne a štatisticky významne spojené s publikačným výstupom vo všetkých špecifikáciách modelu.

V plne kontrolovanom modeli (4) je elasticita výstupu vzhľadom na celkový počet zamestnancov približne 0,21, zatiaľ čo elasticita vzhľadom na celkové výdavky je približne 0,44. Opäť, tieto hodnoty poukazujú na klesajúce výnosy z rozsahu: zdvojnásobenie oboch vstupov by viedlo k menej ako dvojnásobnému zvýšeniu publikačného výstupu.

Zaujímavé je, že zahrnutie kontrolných premenných, akými sú inštitucionálna klasifikácia a podiel postgraduálnych študentov, posilňuje interpretáciu klesajúcich výnosov, pretože koeficienty klesajú v porovnaní s nekontrolovanými špecifikáciami, čo naznačuje, že časť efektu rozsahu je sprostredkovaná štrukturálnymi rozdielmi medzi univerzitami.

Tabuľka 2: Odhady všeobecného modelu KPF

ln (Počet publikácií)	(1)	(2)	(3)	(4)
	Fixed effects	Fixed effects	Fixed effects	Fixed effects
	One -way	Two-way	One -way control	Two -way control
ln (tot.personnel)	0.421*** (0.0476)	0.212*** (0.0448)	0.449*** (0.0500)	0.212*** (0.0475)
ln (tot.expenditure)	0.995*** (0.0435)	0.423*** (0.0452)	0.999*** (0.0460)	0.437*** (0.0484)
Konštanta	-16.09*** (0.612)	-3.998*** (0.692)	-16.62*** (0.653)	-4.320*** (0.754)
Pozorovania	6,864	6,864	6,518	6,518
R-squared	0.214	0.337	0.220	0.332
Časové FE	X	✓	X	✓
Kontrolné premenné	X	X	✓	✓
Štandardné chyby v zátvorkách. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.				

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z ETER a Scopus

Záver

Táto práca skúma determinanty vedeckého výstupu na európskych univerzitách pomocou Cobb-Douglasovej KPF. Na základe panelu univerzít z 36 krajín za obdobie 2011-2020 sme odhadli elasticity výstupu akademických publikácií vzhľadom na počet akademických pracovníkov, výdavkov na výskum a vývoj, celkový počet zamestnancov a celkové výdavky, pričom sme použili modely s fixnými efektami a kontrolnými premennými.

Naše zistenia naznačujú, že počet akademických pracovníkov je najrobustnejším a najvýznamnejším prediktorom publikačného výstupu. Odhady elasticity konzistentne poukazujú na klesajúce výnosy z rozsahu, čo znamená, že zvyšovanie ľudských zdrojov vedie k vyššiemu počtu publikácií, avšak s klesajúcou mierou.

Naopak, výdavky na výskum a vývoj majú len slabý a prevažne nevýznamný hraničný vplyv na publikačný výstup. Hoci výdavky na výskum a vývoj zostávajú dôležité, nezdá sa, že by sa premietali do vyššieho výstupu bez dostatočného ľudského kapitálu alebo organizačnej podpory.

Na druhej strane, výsledky zo všeobecného modelu, ktorý používa celkový počet zamestnancov a celkové výdavky, vykazujú silnejšie a štatisticky významnejšie asociácie. Elasticita celkového počtu zamestnancov však zostáva podobná elasticite akademických pracovníkov, čo naznačuje, že neakademický (pomocný) personál má obmedzený dodatočný vplyv na výskumnú produktivitu. Zaujímavé je, že celkové výdavky vykazujú silnejší vzťah

ako špecifické výdavky na výskum a vývoj, čo naznačuje, že inštitucionálne výdavky presahujúce formálne výdavky na výskum a vývoj môžu tiež podporovať výskumnú činnosť.

Zistenia tejto štúdie majú niekoľko dôležitých implikácií pre dizajn mechanizmov financovania výskumu na národnej aj európskej úrovni. Po prvé, naše výsledky zdôrazňujú významnú úlohu celkových inštitucionálnych výdavkov, ktoré sa neobmedzujú len na financovanie výskumu a vývoja pri zvyšovaní akademickej produktivity. Preto by finančné iniciatívy mali zvážiť alokáciu finančných zdrojov na širšie inštitucionálne potreby vrátane infraštruktúry, administratívnej podpory a zdrojov pre výučbu. Tieto faktory môžu nepriamo podporovať výskumnú kapacitu univerzít a prispievať k zvýšeniu vedeckého výstupu. Po druhé, konzistentný a robustný pozitívny vzťah medzi akademickými pracovníkmi a výskumnou produktivitou naznačuje, že ľudský kapitál zostáva primárnym motorom vedeckého výstupu. Politika by sa preto mala zamerať na prilákanie, udržanie a rozvoj akademických pracovníkov. Napokon, pozorované klesajúce výnosy z rozsahu zdôrazňujú potrebu politík zvyšujúcich efektívnosť vo vysokoškolskom vzdelávaní. Jednoduché zvyšovanie objemu vstupov, ako je personál alebo financovanie, pravdepodobne nepovedie k proporcionálnemu zvýšeniu výstupov.

Zároveň zistenia korešpondujú so závermi Gurmu et al. (2010), ktorí identifikovali počet akademických pracovníkov ako najvýznamnejší determinant výskumného výstupu univerzít v podobe patentov. Podobne, Lee a Graff (2018) vo svojom viacvýstupovom rámci (patenty, publikácie, spolupráca s priemyslom) zdôraznili význam ľudských zdrojov pre všetky typy výstupov.

Celkovo táto štúdia predstavuje nový príspevok do literatúry odhadom funkcie produkcie znalostí (KPF) pre európske univerzity, pričom využíva Cobb-Douglasov rámec na analýzu vzťahu medzi ľudskými zdrojmi, finančnými vstupmi a akademickými výstupmi v 36 európskych krajinách. Naše empirické výsledky zdôrazňujú, že akademickí pracovníci zohrávajú kľúčovú úlohu pri podpore vedeckej produktivity, pričom klesajúce výnosy z rozsahu sú evidentné pri personálnych aj finančných vstupoch. Naopak, výdavky na výskum a vývoj vykazujú len slabý a štatisticky nevýznamný vzťah s publikačnými výstupmi, čo naznačuje, že samotné finančné investície nemusia byť dostatočné na zvýšenie výskumnej výkonnosti.

Výsledky tejto štúdie je potrebné interpretovať s ohľadom na viaceré obmedzenia. Po prvé, využité dáta z databáz Scopus a ETER pokrývajú prevažne väčšie inštitúcie a nemusia plne reprezentovať diverzitu menších univerzít v Európe. Po druhé, publikácie ako výstupy nezachytávajú kvalitatívne aspekty produkcie znalostí, ako je vedecký vplyv alebo citačný

ohlas. Po tretie, zvolená metodológia neumožňuje jednoznačne interpretovať zistenia ako kauzálne.

Budúci výskum by mohol tieto obmedzenia prekonať použitím pokročilejších metód identifikácie príčinných vzťahov, ako sú inštrumentálne premenné alebo panelové modely s oneskorenými premennými (napr. systém GMM). Ďalej by bolo možné rozšíriť rámec o alternatívne výstupy, ako sú patenty, citačný ohlas alebo spolupráca s priemyslom. V neposlednom rade sa ako perspektívny javí výskum zameraný na inštitucionálne determinanty výskumnej výkonnosti, ako sú riadenie, organizačná štruktúra či akademická autonómia.

Grantová podpora: Tento článok je podporený Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky na základe zmluvy č. APVV-22-0183. Zároveň je súčasťou projektu VEGA č. 1/0384/23 Evolúcia tvorby znalostí univerzít v regiónoch EÚ, ktorý je finančne podporený Výskumnou agentúrou Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Abis, S., & Veldkamp, L. (2023). The changing economics of knowledge production. *The Review of Financial Studies*, 37(1), 89–118. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhad059>
- [2] Acs, Z. J., Anselin, L., & Varga, A. (2002). *Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge*. Research Policy.
- [3] Adams, James D. and Griliches, Zvi(1996). Research Productivity in a System of Universities *NBER Working Paper No. w5833*, Dostupné na SSRN: <https://ssrn.com/abstract=225619>
- [4] Aghion, P., Dewatripont, M., Hoxby, C., Mas-Colell, A., & Sapir, A. (2010). The governance and performance of universities: Evidence from Europe and the US. *Economic Policy*, 25(61), 7–59. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0327.2009.00238.x>
- [5] Agrawal, A., & Henderson, R. (2002). Putting patents in Context: Exploring Knowledge Transfer from MIT. *Management Science*, 48(1), 44–60. <https://doi.org/10.1287/mnsc.48.1.44.14279>
- [6] Arrow, K. J. (1962). The economic implications of learning by doing. *The Review of Economic Studies*, 29(3), 155. <https://doi.org/10.2307/2295952>
- [7] Azagra Caro, J. M., Fernández de Lucio, I., & Gutiérrez Gracia, A. (2003). University patents: Output and input indicators ... of what? *Research Evaluation*, 12(1), 5–16. <https://doi.org/10.3152/147154403781776744>

- [8] Barro, R. J. (1991). Economic growth in a cross section of countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407. <https://doi.org/10.2307/2937943>
- [9] Bonaccorsi, A. (2016). Addressing the disenchantment: Universities and regional development in peripheral regions. *Journal of Economic Policy Reform*, 20(4), 293–320. <https://doi.org/10.1080/17487870.2016.1212711>
- [10] Carree, M., Della Malva, A., & Santarelli, E. (2011). *The contribution of universities to regional innovation: A literature review*. *Journal of Technology Transfer*.
- [11] Coupé, T. (2003). Science Is Golden: Academic R&D and University Patents. *The Journal of Technology Transfer*, 28(1), 31–46. <https://doi.org/10.1023/a:1021626702728>
- [12] Daradkeh, M. (2023). Exploring the curvilinear relationship between academic-industry collaboration environment and innovation performance: A multilevel perspective. *Sustainability*, 15(10), 8349. <https://doi.org/10.3390/su15108349>
- [13] Duarte, M. G., Gonçalves, E., Chein, F., & Taveira, J. G. (2020). Drivers of Scientific-technological production in Brazilian Higher Education and Research Institutions. *Revista de Economia Contemporânea*, 24(3). <https://doi.org/10.1590/198055272432>
- [14] Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1998). A triple helix of University—Industry—government relations. *Industry and Higher Education*, 12(4), 197–201. <https://doi.org/10.1177/095042229801200402>
- [15] Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The Dynamics of Innovation: From National Systems and “mode 2” to a triple helix of University—Industry—government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(99)00055-4)
- [16] Fire, M., & Guestrin, C. (2019). Over-optimization of academic publishing metrics: Observing Goodhart’s law in action. *GigaScience*, 8(6). <https://doi.org/10.1093/gigascience/giz053>
- [17] Fisch, C. O., Hassel, T. M., Sandner, P. G., & Block, J. H. (2014). University patenting: A comparison of 300 leading universities worldwide. *The Journal of Technology Transfer*, 40(2), 318–345. <https://doi.org/10.1007/s10961-014-9355-x>
- [18] Geuna, A., & Nesta, L. J. J. (2006). University patenting and its effects on academic research: The emerging European evidence. *Research Policy*, 35(6), 790–807.
- [19] Griliches, Z. (1979). Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *The Bell Journal of Economics*, 10(1), 92. <https://doi.org/10.2307/3003321>

- [20] Gurmu, S., Black, G. C., & Stephan, P. E. (2010). The knowledge production function for university patenting. *Economic Inquiry*, 48(1), 192–213. doi:10.1111/j.1465-7295.2008.00172.x
- [21] Herrmannova, D., & Knoth, P. (2016). An analysis of the microsoft academic graph. *D-lib Magazine*, 22(9/10), 37.
- [22] Jedwab, R., Romer, P., Islam, A. M., & Samaniego, R. (2023). Human capital accumulation at work: Estimates for the world and implications for development. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 15(3), 191–223. <https://doi.org/10.1257/mac.20210002>
- [23] Lee, Y. H., & Graff, G. D. (2018). In *ASSA 2018 Annual Meeting*. Philadelphia; ASSA.
- [24] Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3–42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- [25] Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3–42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- [26] Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407–437. <https://doi.org/10.2307/2118477>
- [27] Moed, H. F. (2005). *Citation Analysis in Research Evaluation*. Springer.
- [28] Nelson, R. R. (1959). The simple economics of Basic Scientific Research. *Journal of Political Economy*, 67(3), 297–306. <https://doi.org/10.1086/258177>
- [29] Nelson, R. R. (1993). *National innovation systems: A comparative analysis*. University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1496195>
- [30] Nelson, R. R. (1993). *National Innovation Systems: A comparative analysis*. Oxford University Press.
- [31] Nelson, R. R. (2004). The market economy, and the Scientific Commons. *Research Policy*, 33(3), 455–471. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2003.09.008>
- [32] Nelson, R. R., & Wright, G. (1992). The Rise and Fall of American Technological Leadership: The Postwar Era in Historical Perspective. *Journal of Economic Literature*, 30, 1931–1964. <https://doi.org/https://www.jstor.org/stable/2727970>
- [33] Pakes, A., & Griliches, Z. (1980). Patents and R&D at the firm level: A first report. *Economics Letters*, 5(4), 377–381. [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(80\)90136-6](https://doi.org/10.1016/0165-1765(80)90136-6)
- [34] Pakes, A., & Griliches, Z. (1984). *Patents and R and D at the Firm Level: A First Look*. <https://doi.org/10.3386/w0561>

- [35] Payne, A. A., & Siow, A. (2003). Does Federal Research Funding Increase University research output? *Advances in Economic Analysis & Policy*, 3(1). <https://doi.org/10.2202/1538-0637.1018>
- [36] Ponds, R., Van Oort, F., & Frenken, K. (2007). *The geographical and institutional proximity of research collaboration*. Papers in Regional Science.
- [37] Pyatt, G., & Becker, G. S. (1966). Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education. *The Economic Journal*, 76(303), 635. <https://doi.org/10.2307/2229541>
- [38] Reddy, P. (2011). The evolving role of universities in Economic Development: The case of university–industry linkages. *Universities in Transition*, 25–49. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7509-6_3
- [39] Romer, P. M. (1986). The Origins of Endogenous Growth. *The Journal of Economic Perspectives*, 8(5), 3–22. <https://doi.org/https://econpapers.repec.org/scripts/redir.pf?u=http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1086%2F261420;h=repec:ucp:jpol ec:v:94:y:1986:i:5:p:1002-37>
- [40] Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71–102. <https://doi.org/10.2307/2937632>
- [41] Rooij, A. (2014). University Knowledge Production and Innovation: Getting A grip. *Minerva*, 52(2), 263–272. <https://doi.org/10.1007/s11024-014-9254-1>
- [42] Rosenberg, N. (1990). Why do firms do basic research (with their own money)? *Research Policy*, 19(2), 165–174. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(90\)90046-9](https://doi.org/10.1016/0048-7333(90)90046-9)
- [43] Rosenberg, N., & Nelson, R. R. (1994). American universities and technical advance in industry. *Research Policy*, 23(3), 323–348. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(94\)90042-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(94)90042-6)
- [44] Siegel, D. S., Waldman, D., & Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: An exploratory study. *Research Policy*, 32(1), 27–48. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(01\)00196-2](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(01)00196-2)
- [45] Smith, D. (1999). *Higher Education*, 38(3), 373–374. <https://doi.org/10.1023/a:1003771309048>
- [46] Stephan, P. E. (1996). The Economics of Science. *Journal of Economic Literature*, 34, 1199–1235. <https://doi.org/https://www.jstor.org/stable/2729500>

- [47] Sterlacchini, A. (2008). R&D, Higher Education and regional growth: Uneven linkages among European regions. *Research Policy*, 37(6–7), 1096–1107. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.04.009>
- [48] Stokes, D. E. (1997). *Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation*. Brookings Institution Press.
- [49] Tweheyo, G. (2022). The Commercialisation of University Research Outputs: A Review of Literature. *Texila Journal of Management*, 8(2), 1-19. <https://www.texilajournal.com/management/article/2136-the-commercialisation-of>
- [50] Van Looy, B., Ranga, M., Callaert, J., Debackere, K., & Zimmermann, E. (2004). *Combining entrepreneurial and scientific performance in academia: Towards a compounded and reciprocal Matthew-effect?* Research Policy.
- [51] Ware, M., & Mabe, M. (2015). *The STM report: An overview of scientific and scholarly journal publishing*. International Association of Scientific, Technical and Medical Publishers. Dostupné na <https://digitalcommons.unl.edu/scholcom/9/>