

Podnikové výdavky na výskum a vývoj ako súčasť inovačnej kapacity v podmienkach konkurujúcich si odvetví

Business Expenditures on Research and Development as a Part of the Innovation Capacity in Terms of Competing Industries

Oto Hudec, Martina Prochádzková

Abstract:

Purpose of the article: This paper examines how firms' internal factors and their industrial affiliation influence the amount of business expenditures on research and development.

Methodology/methods: The means for expressing that relation is the hierarchical linear model, in which the fixed explanatory variables are quantitative business indicators that include the number of employees, operational profit and capital expenditures. The qualitative explanatory factor is the industry, in which the firm operates.

Scientific aim: The paper sees business expenditures on research and development as one of the factors that determine the firms' innovative performance, which in turn may contribute to the growth of the country's innovative capacity. Data of 1410 firms were used, classified into groups according to their country of operation. The industrial factor of investment in research and development is also examined.

Findings: The results show, that there exists a strong influence of expenditures on research and development, while the influence of the number of employees is not statistically significant.

Conclusions: The findings also suggest that although some industries, such as manufacturing or production and distribution of electricity, were expected to have high expenditures on research and development, in fact, they are lower than the average. According to EU Industrial R&D Investment Scoreboard, the best innovative performance is shown by the pharmaceutical sectors, which is the top R&D investor, too. The paper shows, that the highest expenditures on research and development are realized by software sector, pharmaceutical sector, telecommunications equipment, biotechnology and semiconductors. On the other hand, the lowest expenditures are in automobile and parts and technology hardware and equipment sectors.

Keywords: expenditures on research and development, innovative capacity, intensity of research and development, hierarchical linear model

JEL Classification: O31, O39

Úvod

Inovačnú kapacitu regiónu, krajiny, alebo iného ohraničeného územia možno sledovať cez výdavky na výskum a vývoj a cez schopnosť daného územného celku absorbovať a rozširovať nové znalosti a na dopyte po ich tvorbe a používaní. To znamená, že hoci aktivity výskumu a vývoja možno považovať za jadro inovačných procesov, porozumieť inovačným funkciám – najmä na regionálnej úrovni – by nemalo byť redukované len na sledovanie výdavkov na výskum a vývoj, ale aj na skúmanie tvorby poznatkov, absorpčnej kapacity, schopnosti šírenia inovácií, dopytu po inováciách a vládnej kapacity. Týchto päť prvkov spolu tvorí multi – dimenzionálnu inovačnú kapacitu (Muller, Nauwealers, 2005). Inovačná kapacita predstavuje schopnosť identifikovať, získať a rozširovať poznatky (Gebauer, Worch a Truffer, 2011). Inovácie sú predovšetkým záležitosťou podnikateľských subjektov, pretože základnou inovácií sú nové poznatky, ktoré vznikajú ako výsledok vedeckej, výskumnej a vývojovej činnosti a schopnosti pracovníkov aplikovať poznatky v podnikateľskej praxi (Hudec a kol., 2009). Poznatky v podnikoch vznikajú ako reakcia na nové potreby trhu so zámerom dosiahnuť spokojnosť zákazníkov (Beranová, 2008). Schopnosť tvorby poznatkov je nielen dôležitá na vytváranie nových znalostí, ale tiež z hľadiska ich absorbovania. Predstavuje kritický komponent inovačnej kapacity, ktorý môže byť skúmaný cez výdavky na výskum a vývoj, množstvo výskumných pracovníkov, či koncentráciu patentov alebo publikácií (Muller, Jappe, Hérard a Zenker, 2006). Štúdie na podnikovej úrovni poukazujú na dva druhy absorpčnej kapacity, dopytovú a vedeckú absorpčnú kapacitu, pričom ich dôležitým determinantom je interný výskum a vývoj, vzdelávanie pracovníkov, inovačná spolupráca s inými podnikmi a schopnosť prinášať zmeny. Zároveň oba druhy absorpčnej kapacity majú pozitívny vplyv na produktové a procesné inovácie (Murovec, Prodan, 2009). Procesné inovácie sú často chápané ako činnosti, ktoré vedú k vytvoreniu čo najefektívnejšieho výstupu pre podnik, a to v ktorejkoľvek etape vývoja produktu. (Chwaszcz, 2010). Produktové a procesné inovácie, spolu s inovačnými tendenciami možno považovať za firemné inovačné výstupy. Z pohľadu inovačných výstupov, interný výskum a vývoj prináša prevažne produktové inovácie, zatiaľ čo obstarávanie strojov a zariadení, prináša procesné inovácie, a to bez ohľadu na sektorovú príslušnosť. Interný výskum a vývoj má podstatný vplyv na podnikovú inovačnú výkonnosť, ktorá sa v rámci sektorovej príslušnosti líši. Dôvodom je váha, ktorá je v rámci

odvetví, pripisovaná vnútornému výskumu a vývoju (Potters, 2009).

Podnikový interný výskum a vývoj možno považovať za indikátor firemnej technologickej spôsobilosti, ktorá je jedným z hlavných faktorov determinujúcich produktové inovácie (Vera-Jurado, Gutiérrez-Gracia, Lucio, Manjarrés-Henríquez, 2008). Domáce aktivity v oblasti vedy a výskumu negenerujú iba nové poznatky, ale podporujú tiež používanie externých zdrojov vedeckých znalostí. Na druhej strane, interné a externé zdroje znalostí často vystupujú ako substitúty. Štúdie španielskych výrobných podnikov ukázali, že spolupráca s univerzitami, či výskumnými organizáciami, ako zdrojmi externých znalostí, zohráva limitovanú úlohu v prípade, ak firmy vkladajú veľa úsilia do rozvoja vlastných aktivít výskumu a vývoja. Empirický výskum podľa odvetvovej kategorizácie ukazuje, že spolupráca so zákazníkmi, dodávateľmi a konkurentmi predstavuje rozhodujúci faktor pre rozvoj nových produktov v tradičnom priemysle, ale vo firmách opierajúcich sa o vedu a výskum, významnú rolu nezohráva (Vera-Jurado, Gutiérrez-Gracia, Lucio, Manjarrés-Henríquez, 2008).

Schopnosť absorbovať externé poznatky, ktoré pozitívne vplývajú na podnikovú inovačnú výkonnosť, môže závisieť od úrovne firemnej vertikálnej integrácie, teda od úrovne prepojenosti firiem v rámci distribučného reťazca. Vertikálne integrované firmy majú pravdepodobne vyššiu inovatívnu výkonnosť v závislosti od úrovne integrácie. Príliš vysoká vertikálna integrácia môže vytvárať podnikom bariéry pri preberaní externých poznatkov (Ling, Tang, 2010).

Z makroekonomického pohľadu možno inovačnú výkonnosť podnikov považovať za jeden z faktorov, ktoré prispievajú k celkovej inovačnej výkonnosti krajiny. Národná inovačná kapacita je politickou a ekonomickou schopnosťou produkovať a následne komercializovať tok nových technológií v dlhodobom horizonte. Inovácie v ekonomike sú rozvíjané a komercializované firmami, a to v závislosti od mikroekonomického prostredia, k posilneniu ktorého môže dôjsť prostredníctvom vytvárania podnikových zoskupení. (Furman, Porter, Stern, 2002).

Vedúce krajiny prostredníctvom produktov, procesov, či všeobecných znalostí, rozširujú inovácie do celého sveta, s cieľom zachovať si svoju vedúcu pozíciu. Pre rozvíjajúce sa krajiny je primárnym cieľom dobehnúť ostatné ekonomiky, inovácie znamenajú predovšetkým transfer technológií od lídrov smerom do krajiny. Rozvíjajúce sa ekonomiky sú omnoho viac zamerané na podporu ich inštitucionálneho základu a cielenejšie sa zameriavajú na pri-

emyselné odvetvia, charakterizované inováciami a patentmi (napríklad IT). Nárast počtu patentov v krajinách Východnej Ázie je v korelácii so zvýšením výdavkov na výskum a vývoj, ale v krajinách OECD sa pomer počtu registrovaných patentov ku výdavkom na výskum a vývoj od roku 1960 skôr znižoval (Hu, Mathews, 2003).

Pre mikroekonomické hľadisko sú zaujímavé podnikové výdavky na výskum a vývoj (V&V), ako jeden z indikátorov podnikovej inovačnej výkonnosti. Budeme skúmať ako výška výdavkov na výskum a vývoj závisí od interných podnikových faktorov, akými sú kapitálové výdavky, prevádzkový zisk a počet zamestnancov a navyše od kvalitatívneho ukazovateľa, ktorým je sektorová príslušnosť. V modeli vystupujú inovatívne aj neinovatívne firmy zo 42 krajín sveta.

1. Podnikové inovácie a odvetvová diferenciácia

Výška podnikových výdavkov na výskum a vývoj môže závisieť od odvetvia, v ktorom daný podnik pôsobí. Jedným zo základných členení podnikov je ich klasifikácia podľa predmetu činnosti, na výrobné podniky a podniky služieb. Dominantnými faktormi, ktoré vplývajú na inovačnú kapacitu výrobných podnikov, sú výdavky na výskum a vývoj a inovačné schopnosti. Na druhej strane, podniky služieb vykazujú ich nízku úroveň a na ich inovačnú kapacitu pôsobí prevažne absorbované externé poznatky (Forsman, 2011). Podniky služieb vykazujú rovnomernejšiu distribúciu inovačných aktivít ako výrobné podniky, pre ktoré môže byť ich rozvoj dôležitým determinantom úspechu (Tomas, Hult, Hurley, Knight, 2004).

Vzhľadom na využívanie technológií, možno odvetvia členiť na low-, medium- a high-tech. Mnohé technologicky náročné inovácie, napríklad v ocelárskom alebo textilnom odvetví, môžu vzniknúť aj s nízkymi vlastnými výdavkami na výskum a vývoj. Spomínaná sektorová klasifikácia nemusí adekvátne odrážať reálne zaradenie firiem do týchto odvetví, pokiaľ ide o ich inovačnú výkonnosť. Low- a medium-tech odvetvia sú zväčša charakterizované procesmi, organizačnými a marketingovými inováciami, vnútornými schopnosťami a silnou závislosťou na poskytnutých zariadeniach, prístrojoch a softvéri. Najdôležitejším zdrojom ich informovanosti a znalostí sú dodávatelia. Low- a medium-tech odvetvia sú dôležitým zdrojom zamestnanosti a nevyhnutnou podmienkou rozvoja high-tech odvetví. Na druhej strane, regióny s ich vysokým podielom majú niž-

ší hrubý domáci produkt, ako regióny s vysokým podielom high-tech odvetví. Low- a medium-tech odvetvia sú často definované nižšími výdavkami na výskum a vývoj a sú hlavnými príjemcami nových myšlienok (Heidenreich, 2009). Z hľadiska predaja nových produktov, low-tech firmy vykazujú nižšiu výkonnosť v porovnaní s medium-tech a high-tech firmami. Analýzy zamerané na produktivitu, kvalitu a rýchlosť tvorby pridanej hodnoty výrobných podnikov ukazujú, že low-tech firmy sú schopné organizovať a inovovať ich produkčné procesy prinajmenšom rovnako efektívne, ako medium a high-tech firmy. Hlavným rozdielom medzi týmito firmami, je schopnosť využívať vstupný technologický potenciál (Kirner, Kinkel, Jaeger, 2009). Pokročilejšie inovácie (nový produkt na trhu), vyžadujú vyššie využívanie vnútorného výskumu a vývoja, čo môže súvisieť s vyššími výdavkami na V&V. Na druhej strane aj vstup nového produktu do firmy, ktorý je prebraný, tiež vyžaduje niektoré z aktivít vedy a výskumu, a teda aj výdavky s tým súvisiace, ale v menšej miere. Vzhľadom k sektrovej príslušnosti, inovácie sa netýkajú iba high-tech odvetví, ale vyskytujú sa vo všetkých odvetviach (Todtling, Lehner, Kaufmann, 2009). Prispevok skúma, či low-tech odvetvia vykazujú nižšie výdavky na výskum a vývoj v porovnaní s high-tech sektormi, a taktiež či existujú high-tech odvetvia s nízkymi vlastnými výdavkami na výskum a vývoj.

Výskum a vývoj sa obvyčajne sústreďuje v odvetviach, v ktorých sa nachádza mnoho technologických príležitostí v porovnaní s odvetviami, kde je ich výskyt limitovaný. Uvádzané odvetvia potom vykazujú vyššiu intenzitu výskumu a vývoja a dosahujú väčší trhový podiel. Determinantmi ich odvetvovej intenzity výskumu a vývoja je koncentrácia výskumu a vývoja, reprodukovateľnosť inovácií a spomínané technologické príležitosti (Lee a Noh, 2009). Na druhej strane, odvetvia, ktoré disponujú lepšími technologickými príležitosťami pre rozvoj inovácií, sú intenzívnejšie v oblasti výskumu a vývoja, ale nemusia dosahovať vyššiu výskumnú produktivitu (Klenow, 1996). Podniková intenzita výskumu a vývoja môže závisieť od nepozorovaných aktivít výskumu a vývoja v odvetví, ktoré sú mimo kontroly firmy, ale zvyšujú odvetvovú intenzitu výskumu a vývoja, ako celku (Cohen a Klepper, 1992). Rast intenzity výskumu a vývoja v odvetví môže byť podporovaný súťaživosťou medzi samotnými podnikmi, ktoré sa v ňom nachádzajú, pretože samotná konkurencieschopnosť závisí od reálneho správania sa participujúcich firiem, či prostredia ovplyvňujúceho štruktúru konkurenčných vzťahov (Zich, 2008).

Príspevok sleduje odvetvia podľa ICB klasifikácie (Financial Times Stock Exchange Index). Uvedenú klasifikáciu používa Európska komisia vo svojich hodnotiacich správach. Na základe ICB klasifikácie odvetví, najlepšia výkonnosť výskumu a vývoja sa ukazuje vo farmaceutickom priemysle, ktorý tiež predstavuje top investora do výskumu a vývoja. V kontraste, odvetvia ako je automobilový priemysel, či hardvér, postupne znižujú svoje výdavky na výskum a vývoj. Vo väčšine odvetví, zníženie výdavkov na výskum a vývoj je dôsledkom výrazného poklesu tržieb. Výnimkou je odvetvie chemického priemyslu a výroba olejov a ropných produktov, v ktorých sa podarilo zvýšiť výdavky na výskum a vývoj aj napriek poklesom v čistých tržbách. Najvyššiu intenzitu výskumu a vývoja mali v posledných rokoch odvetvia biotechnológií, softvéru a výroba polovodičov, kde je hlavným faktorom konkurencieschopnosti výskum a vývoj. Tieto odvetvia tvoria základ pre ďalšie kľúčové sektory, napríklad výroba polovodičov pre ICT (Guevara, Tabuke, Hevárs a Cincera, 2010).

Podniky možno členíť podľa ich veľkosti, a to v rámci všetkých odvetví. Veľkosť firmy má pozitívny vplyv na jej schopnosť vytvárať a komercializovať inovačné produkty (Branzei, Vertinsky, 2006). V príspevku bol vplyv veľkosti firiem na výšku výdavkov na výskum a vývoj odstránený.

Na základe porovnania firiem v inovujúcich a menej inovujúcich odvetviach, inovácie majú zásadný význam prevažne pre rýchlo sa rozvíjajúce spoločnosti. Na druhej strane, firmy, ktoré investujú množstvo prostriedkov do výskumu a vývoja, ale neobjavujú, môžu rýchlo strácať svoj trhový podiel (Coad, Rao, 2008). Výdavky na výskum a vývoj majú svoj význam, ale rôzne odvetvia vyžadujú rôzne investície do výskumu a vývoja, podobne ako firmy v rôznych odvetviach a v rôznych fázach svojho rozvoja. Napríklad farmaceutický priemysel, výroba polovodičov, či softvér vykazujú vysokú intenzitu výskumu a vývoja, ale všetky investujú do výskumu a vývoja vlastným spôsobom, ktorý závisí od inovačnej stratégie, vnímaní rizika, či od organizačnej štruktúry (Hira, Ross, 2007).

2. Zdrojové údaje

Získané firemné údaje vychádzajú z výročných správ 1410 podnikov k 1. augustu každého roka (Eurostat – Hodnotiaca správa EÚ o priemyselných investíciách do výskumu a vývoja). Aby nedošlo k duplicitnému započítaniu v rámci konsolidovaného celku, použité sú iba údaje materskej spoločnosti. Dcérske

spoločnosti sa v zdrojovej tabuľke samostatne neuvádzajú. V prípade, že nebolo možné získať údaje materskej spoločnosti konkrétneho konsolidovaného celku, ako substitúty sú použité dáta dcéry.

V prípade, že v priebehu pozorovania došlo k akvizícii alebo fúzii spoločností, ako základ sa použili údaje z posledného roka pred zmenou a pre ďalšie obdobia sa vytvoril odhad na základe porovnania s konkurenciou.

Zdrojom podnikových údajov je Hodnotiaca správa EÚ o priemyselných investíciách do výskumu a vývoja. Údaje použité v hodnotiacej správe sa líšia od údajov poskytovaných štatistickými úradmi. Hodnotiaca správa sleduje všetky oblasti výskumu a vývoja financované konkrétnou spoločnosťou z jej vlastných zdrojov, a to bez ohľadu na to, kde dochádza k realizácii výskumu a vývoja. Oficiálne štatistiky výskumu a vývoja obsahujú výskumné a vývojové činnosti vykonávané podnikmi v danom odvetví a krajine, bez ohľadu na sídlo podnikania a bez ohľadu na pôvod zdrojov financovania V&V. Ďalej, hodnotiaca správa zhromažďuje údaje z auditovaných finančných výkazov a správ, zatiaľ čo štatistiky V&V sa zostavujú na základe štatistických zisťovaní týkajúcich sa všeobecne známych oblastí V&V. Štatistiky V&V pozostávajú z klasifikácie podnikov podľa ekonomickej činnosti NACE. Hodnotiaca správa zaraďuje firmy do odvetví podľa ICB klasifikácie (Financial Times Stock Exchange Index) a následne sú konvertované podľa klasifikácie NACE. Hodnotiaca správa obsahuje údaje o firmách týkajúce sa kapitálových výdavkov, prevádzkového zisku, počtu zamestnancov, čistých tržieb, trhovej kapitalizácie a výdavkov na výskum a vývoj. Údaje o trhovej kapitalizácii neboli do pozorovania zahrnuté, pretože neboli uvedené pre všetky podniky.

Vysvetľujúce kvantitatívne (fixné) premenné:

Kapitálové výdavky: výdavky, ktoré firmy používajú na nákup alebo modernizáciu stálych aktív, ako sú napríklad stroje, zariadenia, priemyselné budovy.

Prevádzkový zisk: kalkulovaný ako zisk pred zdanením, zvýšený o čisté úrokové náklady a štátne dotácie, znížený o zisky z predaja podnikových podielov a majetku spoločnosti.

Počet zamestnancov: vyjadrený ako priemerný počet zamestnancov, alebo ako počet zamestnancov na konci obdobia, v prípade, že ročný priemer nebol k dispozícii.

Spoločnosti sú sledované za obdobie rokov 2002 až 2005. Vzhľadom ku krátkemu časovému rozpätiu sa vplyv ukazovateľa času odstránil tým, že všetky kvantitatívne činitele sú spriemerované za obdobie štyroch rokov.

Na elimináciu vplyvu veľkosti firmy, sú spomínané kvantitatívne ukazovatele vyjadrené vo vzťahu k tržbám, čím sa získali pomerové ukazovatele. Ide o tržby z účtovného hľadiska pred zdanením, bez tržieb z predaja podielov s podstatným a rozhodujúcim vplyvom. Tržby, ako ukazovateľ, sú často používané pri vyjadrovaní rentability, či aktivity podniku.

Vysvetľovaná premenná:

Výdavky na výskum a vývoj: uskutočnené výdavky na výskum a vývoj z vlastných zdrojov podniku. Hodnota výdavkov na výskum a vývoj je vyjadrená z účtovného hľadiska, podľa Medzinárodných účtovných štandardov (IAS), ako „nehmotné aktíva“. Výskum môže byť definovaný ako pôvodné a plánované skúmanie, ktoré sa vykonáva s cieľom získania nových vedeckých a technických poznatkov. Potom sa výdavky na výskum môžu vykazovať ako náklady, ktoré vznikajú v súvislosti s uskutočňovaním tejto činnosti. Vývoj používa výsledky výskumu alebo iné poznatky na realizáciu nových, či postupne zdokonalených materiálov, zariadení, produktov, procesov, systémov alebo služieb pred začatím ich komerčnej výroby alebo používania. Náklady na vývoj sú aktivované, ak spĺňajú požadované kritériá a je možné preukázať, že aktívum bude vytvárať pravdepodobné budúce ekonomické úžitky (Eurostat, 2005).

V hierarchickom lineárnom modeli sú firmy zaradené do skupín, podľa krajiny ich pôsobenia. Aby sledované výdavky na výskum a vývoj konkrétnej firmy zodpovedali vlastnostiam krajiny, v ktorej je firma registrovaná, je potrebné uskutočniť centrovanie dát. Výdavky na výskum a vývoj konkrétnej firmy sú dané do pomeru k výdavkom na výskum

a vývoj krajiny (vždy upravené o tržby), v ktorej spoločnosť sídli.

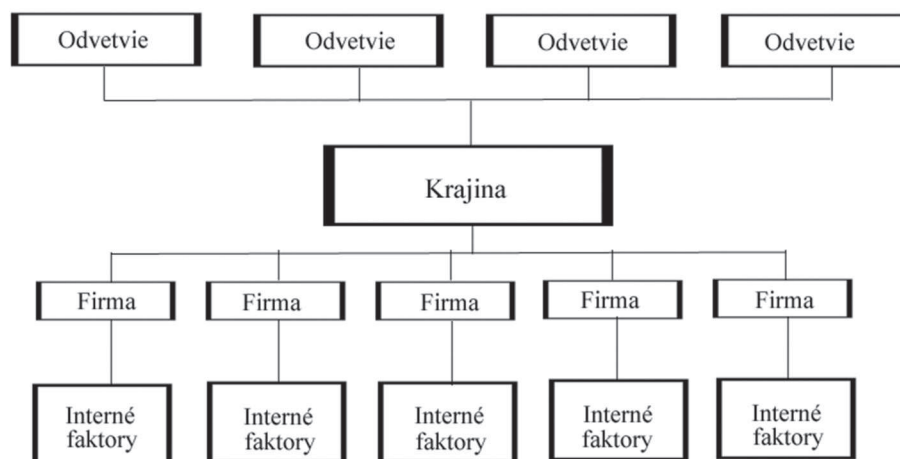
3. Definovanie hierarchického lineárneho modelu

Prostriedkom na vyjadrenie závislosti medzi podnikovými kvantitatívnymi ukazovateľmi, sektorovou príslušnosťou a výdavkami na výskum a vývoj je hierarchický lineárny model. Klasický lineárny model obsahuje jeden random (náhodný) efekt, ktorý je zároveň chybou označovanou ako ϵ_i . Hierarchický lineárny model (zmiešaný lineárny model) zahŕňa ďalšie náhodné efekty, a je vhodný pre zoskupenia (klastre). Dáta vstupujúce do modelu sú zhromažďované hierarchicky, v prípade, že sa pozorovania týkajú podobných objektov. Lineárny zmiešaný model sa využíva pri longitudinálnych experimentoch, pri ktorých dochádza k opakovaným meraniam určitej vlastnosti na niekoľkých subjektoch, a to v rôznych časových okamihoch (Fox, 2002).

Do pozorovania sú zahrnuté súkromné spoločnosti v celkovom množstve 1410, za obdobie rokov 2002 až 2005 (Eurostat – Hodnotiaca správa EÚ o priemyselných investíciách do výskumu a vývoja). Firmy sú situované v 42 krajinách sveta. V rámci EÚ ide o Rakúsko, Belgicko, Česko, Nemecko, Dánsko, Francúzsko, Poľsko, Grécko a Slovinsko. Spolu je do pozorovania zahrnutých 37 odvetví podľa klasifikácie NACE.

Štruktúra použitého hierarchického lineárneho modelu je uvedená na obr. 1.

Lineárne hierarchické (zmiešané) modely môžu byť vyjadrené v rôznych formách, ktoré sú však



Obr. 1. Štruktúra hierarchického lineárneho modelu. Zdroj: Vlastné spracovanie.

ekvivalentné. Spoločenské a behaviorálne vedy ich definujú nasledovne:

$$y_{ij} = \beta_1 x_{1ij} + \dots + \beta_p x_{pij} + b_1 z_{1ij} + \dots + b_q z_{qij} + \varepsilon_{ij}. \quad (1)$$

Pričom platí:

$$\varepsilon_{ij} \sim {}^{\circ}N(0, \psi_k^2), \text{Cov}(b_k, b_{k'}) = \psi_{kk'}, \quad (2)$$

$$\varepsilon_{ij} \sim {}^{\circ}N(0, \sigma^2 \lambda_{ijj}), \text{Cov}(\varepsilon_{kij}, \varepsilon_{ij'}) = \sigma^2 \lambda_{ijj'}, \quad (3)$$

kde:

y_{ij} je j -tá hodnota vysvetľovanej premennej (výdavky na výskum a vývoj) z n -pozorovaní, v i -tej skupine klastrov (skupiny vytvárajú krajiny).

$\beta_1, \dots, \beta_p$ predstavujú fixné koeficienty, ktoré sú rovnaké pre všetky skupiny.

$x_{1ij}, \dots, x_{pij}$ sú hodnoty fixných vysvetľujúcich premenných pri j -tom pozorovaní v i -tej skupine. Prvá hodnota regresnej premennej je väčšinou rovná jednej (ako fixné premenné sú stanovené kapitálové výdavky, počet zamestnancov a prevádzkový zisk).

$b_1, \dots, b_{iq}$ sú koeficienty náhodných efektov pre skupinu i , s predpokladom normálneho rozdelenia. Náhodné efekty sa preto líšia podľa skupín. b_{ik} sú náhodné veličiny, nie parametre, a sú podobné chybám ε_i . Musia spĺňať podmienku normality rozdelenia a ich kovariancie sú rovné kovarianciám medzi náhodnými efektmi, pri ktorých sa predpokladá, že sú v rámci skupiny konštantné. ako náhodné efekty (odvetvie).

$z_{1ij}, \dots, z_{qij}$ sú rozdiely a $\psi_{kk'}$ sú kovariancie medzi random efektmi, pri ktorých sa predpokladá, že sú konštantné v rámci skupiny.

ε_{ij} je náhodná chyba pre pozorovanie j v skupine i . Pochádza z normálneho rozdelenia a kovariancie sú rovné kovarianciám medzi náhodnými chybami v skupine i .

$\sigma^2 \lambda_{ijj'}$ sú kovariancie medzi náhodnými chybami v skupine i (Fox, 2002).

Špecifikácia lineárneho zmiešaného modelu:

Zahrnutie náhodných efektov do lineárneho prediktora (1) odráža myšlienku existencie prirodzenej rôznorodosti medzi pozorovanými subjektmi v ich regresných koeficientoch. Použitie lineárneho zmie-

šaného modelu umožňuje špecifikovať fixné (β) a náhodné (b) efekty pre každý subjekt.

Majúc dátový súbor pozostávajúci z N subjektov, n_i znamená počet pozorovaní pre i -tý subjekt. Y_i je ($n_i \times 1$) vektor pozorovaní pre i -tý subjekt ($1 \leq i \leq N$). Všeobecný lineárny model je v tvare:

$$Y_i = X_i \beta + Z_i b_i + \varepsilon_i, \quad (4)$$

$\beta(p \times 1)$ pozostáva z parametrov pre p fixné efekty v modeli. Predstavujú pevné, ale neznáme, regresné parametre, spoločné pre všetky subjekty. $b_i(q \times 1)$ je vektor s náhodnými efektmi pre i -tý subjekt v dátovom súbore. Použitie náhodných efektov predpokladá, že existuje heterogenita medzi subjektmi skupiny regresných koeficientov v β . $X_i(n_i \times p)$ a $Z_i(n_i \times q)$ sú navrhované matice pre p fixné a q náhodné efekty. $\varepsilon_i(n_i \times 1)$ obsahuje reziduálne komponenty pre subjekt i . Subjekty by mali byť navzájom nezávislé. b_i a ε_i by mali byť tiež nezávislé a mali by pochádzať z normálneho rozdelenia, so strednou hodnotou v maticovom tvare $D(q \times q)$ kovariačnou maticou $\sum_i(n_i \times n_i)$. Y_i má marginálne normálne rozdelenie so stredom $X_i \beta_i$ a kovariačnou maticou $V_i = \text{Var}(Y_i)$ (Antonio, Beirlant, 2006).

3.1 Hierarchický model v programe R

Existuje niekoľko knižníc (balíkov) na definovanie zmiešaného lineárneho modelu v štatistických programoch ako sú R, či S-PLUS. Najčastejšie používanou je *nlme* knižnica. Z hľadiska dostupnosti bol použitý program R. Zmiešaný model je v programe R definovaný nasledovne:

$$\begin{aligned} \text{model} = \text{lme}(\text{výdavky na } V \&V \sim \text{kap. výd.} + \\ + \text{počet zam.} + \text{prevádzkový zisk}, \quad (5) \\ \text{random} = \sim {}^{\circ} + 1 | \text{odvetvie}). \end{aligned}$$

Sumárne výsledky pre takto stanovený model zobrazuje tab. 1.

Koeficient determinácie (Multiple R-squared) vyjadrujúci, aká časť celkovej variability endogénnej premennej je determinovaná modelom, dosahuje hodnotu 93,81 %, čo naznačuje, že takmer všetky pozorovania ležia na regresnej priamke.

Hodnoty t-value zobrazené v tabuľke predstavujú množstvo štandardných chýb jednotlivých koeficientov, ktoré sa nachádzajú mimo nuly, pričom vo všeobecnosti sú akceptované hodnoty väčšie ako +2 a menšie ako -2, sledované parametre dané podmienky spĺňajú.

Keďže zmiešané regresné modely zachytávajú vplyv fixných (interných podnikových ukazova-

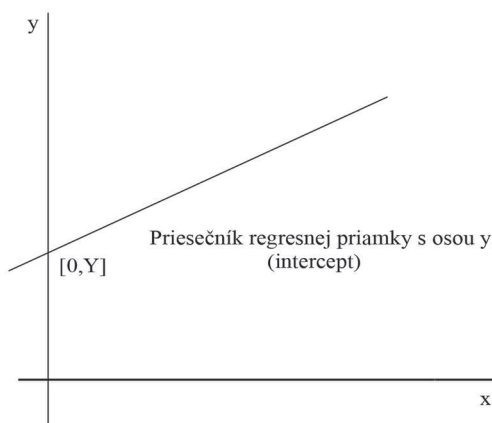
Tab. 1 Zhrnutie modelu.

Random effects:	(Priesečník)	Residual			
StdDev:	1,4632	2,417638			
Fixed effects:	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Priesečník)	2,928905	0,273336	1366	10,71539	0,0000
kap. výdavky	6,382123	1,184826	1366	5,38665	0,0000
poč. zam.	-0,009642	0,014513	1366	-0,66434	0,5066
prev. zisk	-17,28009	0,115639	1366	-149,431	0,0000
Number of observations:	1410				
Number of groups:	42				
Multiple R-squared:	0,9381				

Zdroj: Vlastné spracovanie.

teľov), ale aj náhodných efektov (odvetví) je nápo-
mocné sledovať, nakoľko sa celá regresná priamka
posúva pod ich vplyvom, a ktorý z uvádzaných efek-
tov pôsobí na výšku V&V výdavkov výraznejšie.
Intercept (priesečník, úrovňová, lokujúca konštanta)
vo všeobecnosti predstavuje teoretickú priemernú
hodnotu závislej premennej y za predpokladu, že
hodnota nezávislej premennej x je rovná nule. Inak
povedané, ide o bod $[0, Y]$ a určuje vzdialenosť pri-
amky od počiatku súradnicovej osi. V prípade kla-
sického lineárneho modelu, ktorý možno zapísať
v tvare $Y = \beta_0 + \beta_1 x + \mu$, ide o lokujúcu konstan-
tu β_0 , zatiaľ čo regresný koeficient β_1 udáva sklon
regresnej priamky. Všeobecný tvar priesečníka re-
gresnej priamky s osou y je na obr. 2.

Uvádzaný zmiešaný regresný model vykazu-
je hodnotu lokujúcej konstanty v prípade odve-
tví na úrovni približne 1,46 a pokiaľ ide o interné
podnikové ukazovatele, približne na úrovni 2,93.
To znamená, že celá regresná priamka sa posúva

Obr. 2. Všeobecný tvar priesečníka regresnej priamky s osou y . Zdroj: Vlastné spracovanie.

výraznejšie pod vplyvom fixných efektov ako pod
vplyvom náhodných. Inak povedané, vplyv odvetví
na výšku podnikových V&V výdavkov je v súhrne
menší ako je vplyv firemných interných faktorov.

Vysvetľujúca premenná počet zamestnancov vy-
kazuje príliš vysokú p – hodnotu, nie je štatisticky
významná, a preto je ďalej tento ukazovateľ z mo-
delu vynechaný.

Fixný koeficient kapitálových výdavkov nadob-
úda hodnotu približne 6,38, čo znamená, že ak ka-
pitálové výdavky v sledovaných podnikoch vzrastú
práve o 1 jednotku, výdavky na výskum a vývoj
narastú približne o 6,38 jednotiek. Výsledok pou-
kazuje na pozitívny vzťah medzi kapitálovými vý-
davkami a výdavkami na výskum a vývoj. Závislosť
medzi výdavkami na V&V a prevádzkovým ziskom
sa javí ako negatívna. Ak prevádzkový zisk rastie,
podnikové výdavky na výskum a vývoj klesajú, a to
približne o 17,28 jednotiek, čo naznačuje, že podnik
nemusí zvyšovať svoje výdavky na výskum a vývoj
napriek tomu, že dosahuje vyšší prevádzkový zisk.
Podniky pravdepodobne rozhodujú o svojich bud-
úcich investíciách skôr na základe dosahovaných
tržieb, ako na základe zisku.

Model je testovaný na výskyt heteroskedasticity
(porušenie konštantnosti rozptylu náhodných chýb,
vďaka ktorej môže dochádzať k veľkým zmenám
v hodnotách vysvetľujúcich premenných) prostred-
níctvom *Breusch-Pagao* testu, pri ktorom je
 p – hodnota 0,3225. Preto dochádza k zamietnutiu
hypotézy o prítomnosti heteroskedasticity v modeli.

Jacques-Berov test, nepotvrdzuje prítomnosť mul-
tikolinearity (vzájomnej lineárnej závislosti vysve-
tlujúcich premenných). Model nie je overovaný
z hľadiska autokorelácie vzhľadom k tomu, že vplyv
času bol odstránený.

Vzťah medzi výdavkami na výskum a vývoj, kto-
ré firmy realizujú, ich zaradením do príslušného od-
vetvia a dosahovanými kvantitatívnymi výsledkami

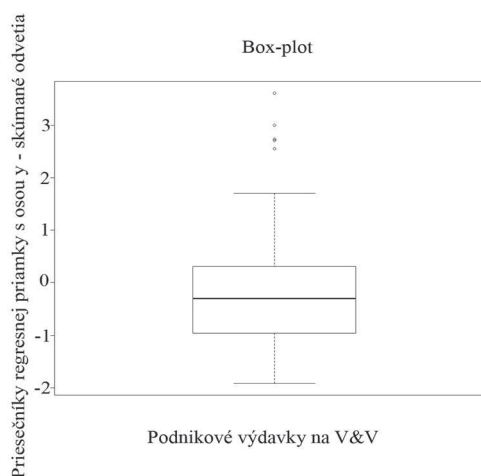
možno vyjadriť nasledovne:

$$\begin{aligned} \text{výdavky na } V \& V_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \text{kap. výd}_{ij} + \\ + \beta_1 \text{prev. zisk}_{ij} + b_0 + b_{ij} \text{odvetvie}_{ij} + \dots + \\ + b_{iq} \text{odvetvie}_{qij} + \varepsilon_{ij} . \end{aligned} \quad (6)$$

Úrovňová konštanta (priesečník) náhodných efektov, všetkých sledovaných odvetví, je približne na úrovni 1,46. To znamená, že regresná priamka v prípade odvetví (v súhrne) pretína os x v bode $[0; 1,46]$. Priesečníky jednotlivých odvetví zobrazuje tab. 2.

Uvedené priesečníky v tab. 2 súhrnne zobrazuje obr. 3.

Medzikvartálne rozpätie box – plotu na obr. 3 je relatívne úzke, čo môže byť spôsobené malými rozdielmi medzi odvetviami, ktoré ako náhodný efekt vplývajú na výšku podnikových výdavkov na výskum a vývoj. Stredná hodnota sa nachádza približne na úrovni $-0,30$, čo vo všeobecnosti vypovedá o nízkych výdavkoch na výskum a vývoj pod vplyvom všetkých odvetví. Na základe obrázku možno pozorovať prítomnosť viacerého tzv. extrémnych hodnôt, ležiacich ďaleko od regresnej priamky, dokazujúcich existenciu skupiny odvetví s vysokými výdavkami na výskum a vývoj (polovodiče $[0; 2,55]$, biotechnológie $[0; 2,71]$, telekomunikačné zariadenia $[0; 2,73]$, farmaceutický priemysel



Obr. 3. Rozdelenie početností priesečníkov regresnej priamky s osou y pod vplyvom skúmaných odvetví (box-plot). Zdroj: Vlastné spracovanie.

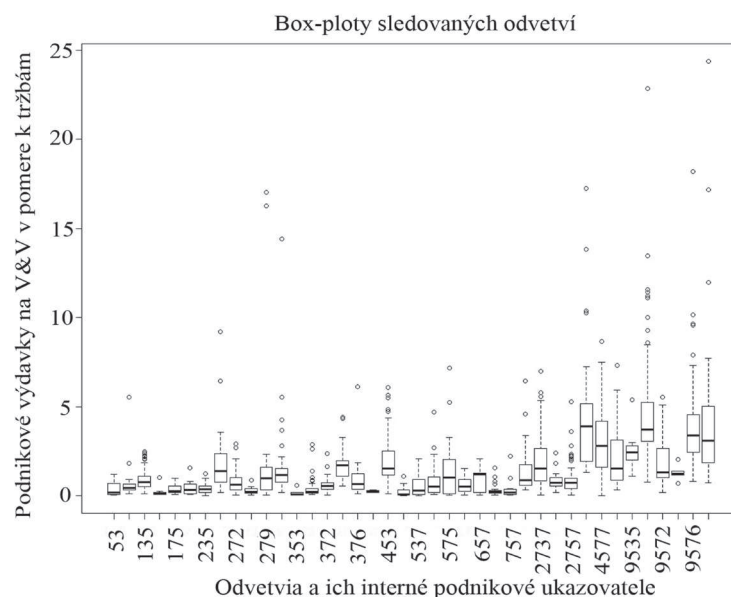
$[0; 3,00]$, softvér $[0; 3,60]$). Úrovňová konštanta väčšiny odvetví (50%) sa nachádza v intervale $<-1; 0,3>$.

Obr. 4 zobrazuje výdavky na výskum a vývoj jednotlivých odvetví, ktoré sú zahrnuté do pozorovania, pričom k úrovňovej konstante každého odvetvia

Tab. 2 Úrovňová konštanta (priesečník) pre jednotlivé odvetvia.

ICB	Priesečník	Odvetvie	ICB	Priesečník	Odvetvie
53	-0,19792443	výroba ropy	537	-1,40017075	maloobchod
57	-0,72724871	ropné produkty	555	-0,40649019	médiá
135	-1,10643169	výroba chemikálií	575	1,15894035	cestovanie
173	-1,91523682	spracovanie celulózy	653	-0,45065321	telekomunikácie
175	-1,41995485	priemyselné kovy	657	0,11352268	bezdrôtové telekomunikácie
177	0,48615854	baníctvo	753	-0,86966008	elektrická energia
235	-1,54512287	konštrukcie a materiály	757	-0,73691973	plyn a voda
271	0,16694114	letecký priemysel	2733	-0,46260550	elektrické súčasti
272	-0,93138649	všeobecný priemysel	2737	0,26884368	elektronické zariadenia
277	-0,65449900	priemyselná doprava	2753	-1,20490102	úžitkové vozidlá
279	0,22857312	podporné služby	2757	-0,99071253	priemyselné stroje
335	-0,75821559	automobily a náhradné diely	4573	2,70902284	biotechnológie
353	-0,65564877	nápoje	4577	2,99841312	farmaceutický priemysel
357	-1,33996695	potravinársky priemysel	9533	0,35422026	počítačové služby
372	-1,04831765	domáce potreby	9535	1,69972314	internetové služby
374	0,08577283	tovar pre voľný čas	9537	3,60618116	softvér
376	-0,10576697	tovar osobného charakteru	9572	0,22990466	hardvér
378	-0,04817527	výroba tabaku	9574	0,02691518	kancelárske potreby
453	1,02759126	zdravotná starostlivosť	9576	2,55326876	polovodiče
533	-1,47030476	predaj liekov	9578	2,73232110	telekomunikačné zariadenia

Zdroj: Vlastné spracovanie.



Obr. 4. Výdavky na výskum a vývoj ovplyvnené odvetvím a internými podnikovými ukazovateľmi.
Zdroj: Vlastné spracovanie.

(náhodné efekty) bola pripočítaná fixná úrovňová konštanta, ktorá posúva regresnú priamku po osi y , pod vplyvom kvantitatívnych premenných (kapitálové výdavky, prevádzkový zisk) a je charakteristická pre celý hierarchický lineárny model (2,928905). Takto získané box-ploty odrážajú nielen vplyv odvetvia, ale aj vplyv kapitálových výdavkov a prevádzkového zisku na výšku podnikových výdavkov na výskum a vývoj.

Po pripočítaní fixnej úrovňovej konštanty charakteristickej pre celý hierarchický lineárny model, sa stredné hodnoty všetkých odvetví nachádzajú nad nulovou hodnotou. Je to spôsobené pravdepodobne tým, že priesečník fixných efektov (kapitálové výdavky, prevádzkový zisk) pretína os y v bode $[0; 2,93]$, zatiaľ čo priesečník náhodných efektov (odvetvie), pretína os y v bode $[0; 1,46]$. To môže indikovať, že fixné efekty majú väčší vplyv na posun regresnej priamky, ako náhodné efekty. Stredné hodnoty jednotlivých box-plotov, zakreslených v obrázku, sa približujú hodnotám príslušných priesečníkov (po spočítaní fixnej a náhodnej úrovňovej konštanty), čo by mohlo znamenať, že použitý lineárny hierarchický model opisuje vzťah medzi vysvetľovanou veličinou (výdavky na výskum a vývoj) a vysvetľujúcimi veličinami (kapitálové výdavky, prevádzkový zisk a odvetvie). Na základe obrázku možno poznamenať, že tak, ako existujú rozdiely vo výške výdavkov na výskum a vývoj medzi jednotlivými odvetviami, existujú aj rozdiely vo výške vý-

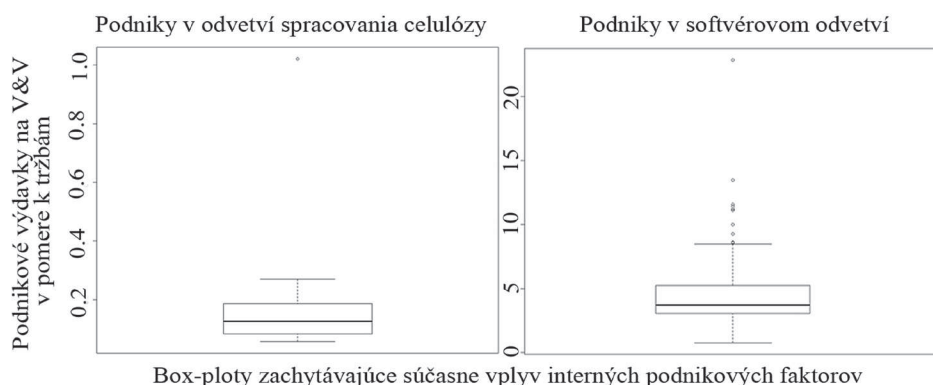
davkov na výskum a vývoj medzi podnikmi v rámci odvetvia, čo naznačuje medzikvartálne rozpätie box-plotov spomínaných odvetví. Väčšie rozdiely sa prejavujú najmä v odvetviach, ktorých sú výdavky na V&V (výskum a vývoj) vyššie. V daných odvetviach sa nachádza aj väčší počet podnikov, ktorých výdavky na V&V sú oveľa vyššie, v porovnaní s odvetvím ako takým. Patria sem: odvetvia zaoberajúce sa telekomunikačnými zariadeniami, polovodičmi, softvérom, farmaceutický priemysel, biotechnológia.

Najnižšie výdavky na V&V, na základe skúmaných parametrov, vykazuje sektor spracovania celulózy. Na druhej strane, najvyššie výdavky na výskum a vývoj realizujú softvérové spoločnosti.

Zaujímavá by sa mohla javiť skupina odvetví, u ktorých by sa dalo predpokladať, že ich výdavky na V&V budú z hľadiska ich charakteru na vysokej úrovni, ale podľa modelu vykazujú nízku hodnotu výdavkov na výskum a vývoj. Ide o odvetvia vyrábajúce počítačový hardvér, elektronické zariadenia, elektronické súčasti, odvetvia energetiky, bezdrôtové telekomunikácie, výroba automobilov, chemikálií, ropy a ropných produktov.

Nasledujúci obrázok zobrazuje odvetvie celulózy a softvérový sektor.

Podľa modelu a obr. 5, odvetvie spracovania celulózy vykazuje najnižšie výdavky na V&V, pri softvérových spoločnostiach je to opačne. Firmy podnikajúce v oblasti spracovania celulózy možno



Obr. 5. Box-ploty výdavkov na V&V odvetvia spracovania celulózy a softvérového odvetvia. Zdroj: Vlastné spracovanie.

považovať za pomerne homogénne, z hľadiska výdavkov na výskum a vývoj. Spoločnosti pôsobiace v softvérovom odvetví vykazujú väčšie rozdiely vo výške výdavkov na výskum a vývoj a existuje tu väčšie množstvo firiem, ktoré vynakladajú vyššie výdavky na výskum a vývoj ako väčšina firiem v sektore (výskyt extrémnych hodnôt).

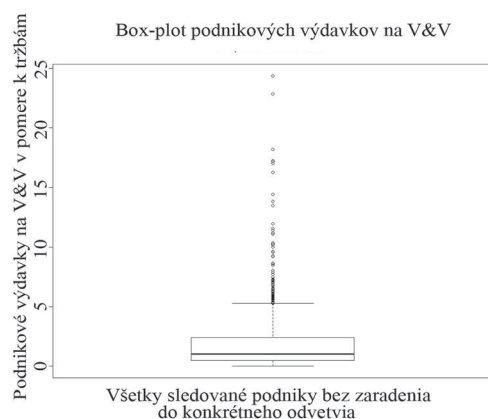
Celkové výdavky na V&V uskutočnené všetkými firmami zobrazuje nasledujúci obrázok.

Ako možno vidieť na obr. 6, podnikové výdavky na výskum a vývoj, bez zaradenia podnikov do konkrétneho dovetvia, dosahujú pomerne nízke hodnoty. Medzikvartálne rozpätie box – plotu je úzke, čo naznačuje, že väčšina firiem realizuje, na základne skúmaných parametrov, výdavky na výskum a vývoj na pomerne nízkej úrovni. Na druhej strane, medzi

pozorovanými podnikmi, existuje množstvo firiem, ktorých výdavky na výskum a vývoj sú oveľa vyššie v porovnaní s ostatnými spoločnosťami. Obr. 6 poukazuje na veľký počet extrémnych hodnôt, ktoré pravdepodobne spôsobujú, že graf hustoty pravdepodobnosti je zošikmený doprava (rozpätie medzi mediánom a horným kvartilom v box-plate je väčšie ako rozpätie medzi mediánom a dolným kvartilom). Tieto firmy sa nachádzajú prevažne v odvetviach ako sú telekomunikačné zariadenia, polovodiče, softvér, biotechnológie a podporné služby, ktoré celkovo, v porovnaní s inými odvetviami, realizujú vyššie výdavky na výskum a vývoj. Dôvodom môže byť rozdielna inovačná stratégia, vnímanie rizika, či organizačná štruktúra.

Záver

Hierarchický lineárny model použitý v príspevku indikuje, že výška podnikových výdavkov na výskum a vývoj môže závisieť od kvantitatívnych podnikových ukazovateľov, akými sú kapitálové výdavky a prevádzkový zisk a od sektorovej príslušnosti. Výsledky ukazujú, že podnikový ukazovateľ, počet zamestnancov, nie je štatisticky významným faktorom, ktorý by ovplyvňoval výšku podnikových výdavkov na výskum a vývoj. Podľa hodnotiacej správy EÚ o investíciách do výskumu a vývoja (hodnotiaca správa), najvyššiu intenzitu výskumu a vývoja dosahujú odvetvia biotechnológií, softvéru a polovodičov. Na základe skúmaných parametrov, príspevok ukazuje, že najvyššie výdavky na výskum a vývoj realizujú odvetvia softvéru, farmaceutický priemysel, ktorý je podľa hodnotiacej správy považovaný za top investora do výskumu a vývoja, telekomunikačné zariadenia, biotechnológie a polovo-



Obr. 6. Box-plot podnikových výdavkov na V&V v pomere k tržbám pre všetky sledované podniky.

Zdroj: Vlastné spracovanie.

diče, v danom poradí. Zároveň za odvetvia, ktorých výdavky na výskum a vývoj dosahujú nízku úroveň, sú považované sektory automobilového priemyslu a hardvéru, čomu zodpovedajú aj výsledky uvádzané v príspevku. Okrem spomínaných odvetví, nízke výdavky na výskum a vývoj realizujú odvetvia spracovania celulózy, konštrukcie a materiály, predaj liekov, priemyselné kovy a potravinársky priemysel. Príspevok zahŕňa odvetvia, ako sú chemický priemysel, výroba ropy, či energetika, pri ktorých by sa dalo očakávať, že budú realizovať vysoké výdavky na výskum a vývoja, ale zistenia ukazujú, že v skutočnosti sú nižšie ako priemer. Na druhej strane, odvetvia cestovného ruchu, zdravotnej starost-

livosti a internetových služieb vykazujú pomerne vysoké výdavky na výskum a vývoj, v porovnaní s ostatnými odvetviami. Príspevok ukazuje, že tak, ako existujú rozdiely vo výške výdavkov na výskum a vývoj medzi odvetviami, existujú tieto rozdiely aj medzi jednotlivými podnikmi v rámci odvetví. Odvetvie softvéru, ktoré realizuje najvyššie výdavky na výskum a vývoj, je zároveň sektorom, v ktorom sa nachádza množstvo podnikov realizujúcich vyššie výdavky na výskum a vývoj ako ostatné spoločnosti v odvetví, čo môže byť prejavom ich veľkej rôznorodosti, z hľadiska vnímania výskumu a vývoja. Dôvodom by mohla byť rôzna inovačná stratégia, ktorú jednotlivé podniky uskutočňujú.

Literatúra

- Antonio, K., Beirlant, J. (2006). Actuarial statistics with generalized linear mixed models. *Mathematics and Economics*. 40(1), s. 26–1.
- Beranová, M. (2008). Modelling of knowledge as an instrument to improve retail business competitiveness. *Trendy ekonomiky a managementu*. 2(2), s. 13–19.
- Branzei, O., Vertinsky, I. (2006). Strategic path ways to production capabilities in SMEs. *Journal of Business Venturing*. 21, s. 75–105.
- Chwaszcz, O. (2010). Inovační linie moderní doby I. *Trendy ekonomiky a managementu*. 4(3), s. 63–79.
- Coad, A., Rao, R. (2008). Innovation and firm growth in high-tech sectors: A quantile regression approach. *Research Policy*. 37(4), s. 633–648.
- Cohen, W. M., Klepper, S. (1992). The Anatomy of Industry R&D Intensity Distributions. *The American Economic Review*, 82(4), s. 773–799.
- Eurostat (2005). *EU industrial R&D investment scoreboard*. [online] [cit.2011-01-10] Dostupné z <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/science_technology_innovation/introduction>.
- Forsman, H. (2011). Innovation capacity and innovation development in small enterprises. A comparison between the manufacturing and service sector. *Research Policy*. 40(5), s. 739–750.
- Fox, J. (2002). Linear Mixed Models. Appendix to an R and S-PLUS Companion to Applied Regression. [online] [cit.2011-5-12] Dostupné z <<http://cran.r-project.org/doc/contrib/Fox-Companion/appendix-mixed-models.pdf>>.
- Furman, J. L., Porter, M. E., Stern, S. (2002). The determinants of national innovative capacity. *Research policy*. 31, s. 899–933.
- Gebauer, H., Worch, H., Truffer, B. (2011). Absorptive capacity, learning processes and combinative capabilities as determinants of strategic innovation. *European Management Journal*. 30(1), s. 57–73.
- Guevara, H. H., Tubuke, A., Hervás, F., Cincera, M. (2010). *The 2010 EÚ Industrial Investment Scoreboard*. Publications Office of the European Union. 116 s.
- Heidenreich, M. (2009). Innovation patterns and location of European low- and medium technology industries. *Research Policy*. 38(3), s. 483–494.
- Hira, R., Ross, P. –E. (2007). A company's research budget tells you little about its prospects. *IEEE Spectrum* [online] [cit.2012-5-1] Dostupné z <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=04390021>>.
- Hu, M. Ch., Mathews, J. A. (2008). China's national innovative capacity. *Research policy*. 37(9), s. 1465–1479.
- Hudec, O. a kol. (2009). Podoby regionálneho a miestneho rozvoja. 1. Vyd. Košice: Ekf Tu, 344 s.
- Kirner, E., Kinkel, S., Jaeger, A. (2009). Innovation paths and the innovation performance of low-technology firms – An empirical analysis of German industry. *Research Policy*. 38(3), s. 447–458.
- Klenov, P. J. (1996). Industry innovation: where and why. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. 44, s. 125–150.
- Lee, Ch. Y., Noh, J. (2009). The relationship between R&D concentration and industry R&D intensity: a simple model and some evidence. *Economics of Innovation and New Technology*. 18(4), s. 353–368.
- Ling, H. L., Tang, M. J. (2010). Vertical integration and innovative performance: The effect of external knowledge sourcing modes. *Technovation*. 30(7–8), s. 401–410.
- Muller, E., Jappe, A., Hérard, J. A., Zenker, A. (2006). A regional typology of innovation capacities in New Member States and Candidate Countries. *Working Papers Firms and Region*. No. R1/2006. 28 s.
- Muller, E., Nauwelaers, C. (2005). Enlarging the ERA: identifying priorities for regional policy focusing on research and technological development in the Next Member States and Candidate Countries. *Collective*

report *Fraunhofer ISI/MERIT prepared for the European Commission, DG Research*. 194 s.

Murovec, N., Prodan, I. (2009). Absorptive capacity, its determinants, and influence on innovation output: Cross-cultural validation of the structural model. *Technovation*. 29(12), s. 859–872.

Potters, L. (2009). Innovation input and output: differences among sectors. [online] [cit.2011-5-12] Dostupné z <<http://iri.jrc.es/>>.

Todtling, F., Lehner, P., Kaufmann, A. (2009). Do different types of innovation rely on specific kinds of knowledge interactions? *Technovation*. 29(1), s. 59–71.

Tomas, G., Hult, M., Hurley, R. F., Knight, G. A. (2004). Innovativeness: Its antecedents and impact on business performance. *Industrial Marketing Management*. 33(5), s. 429–438.

Vera-Jurado, J., Gutiérrez-Gracia, A., Lucio, I., Manjarrés-Henriquez, L. (2008). The effect of external and internal factors on firm's product innovation. *Research Policy*. 37(4), s. 616–632.

Zich, R. (2008). Kľúčové aspekty pojmání konkurence ve strategickém řízení konkurenceschopnosti firmy. *Trendy ekonomiky a manažmentu*. 3(2), s. 68–74.

Doručeno redakci: 7. 2. 2012

Recenzováno: 13. 1. 2013

Schváleno k publikování: 6. 3. 2013

prof. RNDr. Oto Hudec, CSc.

Technická univerzita v Košiciach

Ekonomická fakulta

Katedra regionálnych vied a manažmentu

Boženy Němcovej 32

040 01 Košice, Slovenská republika

E-mail: oto.hudec@tuke.sk

Tel. číslo: +421 55 633 09 83

Ing. Martina Prochádzková

Technická univerzita v Košiciach

Ekonomická fakulta

Katedra regionálnych vied a manažmentu

Boženy Němcovej 32

040 01 Košice, Slovenská republika

E-mail: martina.prochadzкова@tuke.sk

Tel. číslo: +421 055 602 24 76