

Technologický paradox a hodnotenie prínosov informatizácie

František SUDZINA* – Peter KMEC**

The Technological Paradox and Evaluation of the Benefits of Informatization

Abstract

Due to the phenomenon of the technological paradox, much research has concentrated on measuring the impact of information systems and information technology (IS/IT) on performance of companies. The methods and the focus of research gradually evolved as the economy shifted from industrial to post-industrial, with rapid expansion of IT. The methods are quantitative, qualitative, or combination of both. Previous studies identified a variety of attributes of a company that may be significantly affected by the introduction of IS/IT. The main contribution of this paper is the specification of methods which could be used to determine the relative importance of the selected attributes. We propose one of the following methods: i) multiple regression with data envelopment analysis, ii) inductive logic programming, and iii) factor analysis or principle component analysis.

Keywords: *information technology, impact, company attributes, regression, programming, analysis*

JEL Classification: C81, L86, O33

Úvod

V deväťdesiatych rokoch minulého storočia sa používanie termínu „nová ekonomika“ v rôznych kontextoch rozšírilo natoľko, že jeho chápanie nie je jednoznačné. Vo väčšine kontextov sa však za týmto pojmom skrýva schopnosť produkovať efektívnejšie, alebo produkovať niečo nové. Nová ekonomika, ako ju definuje R. G. Lipsey [30], predstavuje celkový vplyv revolúcie v informačných

* František SUDZINA, Ekonomická univerzita v Bratislave, Podnikovohospodárska fakulta Košice, Katedra manažmentu, Tajovského 13, 041 30 Košice; e-mail: sudzina@euke.sk

** Peter KMEC, Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra elektrotechniky, mechatroniky a priemyslového inžinierstva, Letná 9, 042 00 Košice; e-mail: peter.kmec@tuke.sk

a komunikačných technológiách na sociálne, ekonomické a politické systémy. Táto revolúcia je spôsobená počítačovými, laserovými, satelitnými, internetovými a príbuznými komunikačnými technológiami, sústredenými okolo počítačov. Z tohto pohľadu je to proces vo všetkých odvetviach hospodárstva, a nie iba v sektore špičkových technológií.

V súvislosti s využívaním informačných systémov (IS) a informačných technológií (IT) sa vedú polemiky o smere i veľkosti ich vplyvu na fungovanie podnikov. V princípe môžu existovať dva prístupy. Pri prvom sa hodnotia iba globálne ukazovatele, predovšetkým finančné. Nedostatkom tohto prístupu je, že vplyv informatizácie môže byť sprostredkovaný a finančne nemerateľný, najmenešom z krátkodobého hľadiska. Pri druhom prístupe, ktorý preferuje aj tento príspevok, sa hodnotia vybrané čiastkové ukazovatele, o ktorých možno predpokladať, že významne ovplyvňujú konkurencieschopnosť podniku.

Potreba merať vplyv informatizácie bola motivovaná tzv. *technologickým paradoxom*: je to jav, keď investície do IT neprinášajú očakávané výsledky. Pravdou však zostáva, že bez vysokej miery informovanosti sa nedá racionálne rozhodovať a aby manažér mohol prijať kvalifikované rozhodnutie, musí mať dostatok informácií o danom probléme a jeho možných riešeniach [14, s. 33]. V poslednom desaťročí došlo k zlyhaniu veľkých informačných systémov a neúspechy veľkých vývojových projektov boli dosť častým javom napriek vydaniu nespočetného množstva príručiek typu *best practice* (vzorových praktík). Na jednej strane to bolo v dôsledku chýb v plánovaní, kontrole a podcenenia sociálnych aspektov IS projektov [12, s. 55], na druhej strane sa za dominantný faktor považuje absencia metrik na hodnotenie investičných projektov v IS/IT. Podstatné požiadavky na IS/IT pre vzorové praktiky budúcnosti sú zhrnuté vo výsledkoch projektu PRISMA [36].

Cieľom tohto článku je zhrnúť doterajšie poznatky o skúmaní vplyvu informatizácie, poskytnúť prehľad doteraz používaných metód skúmania a navrhnúť modely, pomocou ktorých by bolo možné hodnotiť ich vplyv na úrovni podnikov.

1. Technologický paradox a produktivita práce

V posledných dvoch desaťročiach sa ekonómovia poväčšine bezúspešne pokúšali preukázať rast produktivity vo výrobe a v službách v krajinách OECD, ktorý by bol spojený s investíciami do informačnej a komunikačnej techniky. Pomenovanie pre tento fenomén – *technologický paradox* – pochádza z rozdielu medzi vysokými ekonomickými očakávaniami, ktoré mal priniesť počítačový vek na jednej strane, a zjavným nedostatkom dlhodobu udržateľného rastu výnosov na základe investícií do informačnej a komunikačnej techniky na strane druhej.

Hoci M. Castells [6] uvádza, že nízka validita hospodárskej štatistiky môže byť zodpovedná za nesprávne hodnotenie produktivity, sám nenavrhuje žiaden spôsob, ako by sa tieto nedostatky dali riešiť. Vo všeobecnosti sa táto nepresnosť nepovažuje za vážnu do takej miery, aby spochybnila doterajší výskum v tejto oblasti. Ak by totiž prínosy z využívania informačných a komunikačných technológií zodpovedali predpokladom, boli by zrejme aj pri trocha nepresnom meraní, resp. boli by zjavné aj bez potreby merať ich. Navyše, nielen hospodárske štatistiky, ale aj prieskumy využitia informačných systémov na úrovni podnikov [27] naznačujú, že technologický paradox je reálny jav.

To, prečo existuje rozdiel medzi očakávanou a skutočnou produktivitou meranou oficiálnymi štatistikami, nie je spoľahlivo vysvetlené. Jeden z mnohých prístupov predpokladá, že technologický paradox iba odzrkadľuje globálny pokles rastu produktivity práce. Iný prístup zase považuje za problém to, že siete nekomunikujú medzi sebou, ale zaoberajú sa iba vlastnými stratégiami, ako zvýšiť prínosy indukované informačnou a komunikačnou technikou.

E. Brynjolfsson [4] zadelil príčiny technologického paradoxu do štyroch skupín: a) nevhodné meranie vstupov a výstupov; b) relatívne dlhý čas na učenie sa po zavedení IT v podniku; c) iba prerozdelenie hodnôt namiesto tvorby nových hodnôt; d) nesúlad medzi IT a existujúcim systémom manažmentu podniku. Podľa teórie obmedzení IT neprinášajú očakávaný efekt preto, lebo väčšina organizácií po ich zavedení ostala zameraná na lokálne metriky jednotlivých podnikových oddelení, namiesto takých, ktoré hodnotia organizáciu ako celok [24, s. 87 – 93].

Na základe empirických dôkazov štúdie [44] možno predpokladať aj to, že príčinou technologického paradoxu je aj zanedbanie akumulácie ľudského kapitálu a rozvoja IT infraštruktúry.

Pravdepodobne základným, ale málo preskúmaným predpokladom je, že použitie informačnej a komunikačnej techniky podlieha logike ekonomického správania. Investície do hmotného a nehmotného majetku sú motivované hlavne túžbou zvýšiť ziskovosť, konkurencieschopnosť a produktivitu jednotlivých podnikov. Nie je dôvod pochybovať o tom, že takéto motívy hrajú podstatnú rolu aj pri investovaní. Vrcholoví manažéri, ktorí investujú do informačnej technológie, očakávajú, že značný nárast produktivity vykryje náklady na modernú informačnú a komunikačnú techniku. Bez takýchto očakávaní by ani nemalo zmysel rozprávať o technologickom paradoxe.

Je však možné, že klasické ekonomické motívy nie sú jediným dôvodom na prijatie dlhodobého záväzku podnikov financovať informačnú a komunikačnú techniku. V informačnej spoločnosti sú relevantné aj iné sily, ktoré sa konvenčnými meradlami dajú iba ťažko kvantifikovať.

Takým je napríklad uspokojenie z práce, sociálne siete, štýl riadenia či kvalita produkovaných tovarov a služieb. Ak by bolo možné dokázať, že existujú aj iné dôvody na rozširovanie využívania informačnej techniky, technologický paradox by sa chápal inak.

2. Prístupy k hodnoteniu prínosov informatizácie

Hodnotenie prínosov informatizácie na podnikovej úrovni možno redukovať na hodnotenie prínosu informačných systémov kvôli jednoduchosti a dostatočnej akumulácii poznatkov v posledných tridsiatich rokoch. Počas tohto obdobia sa úloha informačných systémov v organizáciách menila. Už sa nepoužívajú výhradne iba na podporu alebo automatizáciu nízkoúrovňových funkcií. Sú dôležité pri výrobe, poskytovaní služieb či doručovaní, môžu napomáhať výrazné zmeny výrobkov, organizačnej štruktúry, pracovných úloh, vzťahov a vzorcov správania zamestnancov. Hodnotenie informačných systémov sa preto orientuje na podnikové zmeny a hodnotu podniku.

Hodnotenie informačných systémov možno rozdeliť do štyroch fáz v závislosti od typu merania (kvalitatívne alebo kvantitatívne), úrovne merania (systémová alebo organizačná) a stupňa komplexnosti evaluačnej metódy. Periodizácia týchto fáz je definovaná podľa [9].

V *prvej fáze* (polovica 60. rokov – začiatok 80. rokov) bola väčšina prístupov k hodnoteniu kvantitatívna. Výskum sa začal začiatkom 60. rokov orientovať na produktivitu. Tieto techniky sledovali väčšinou jeden informačný systém a jeho priamy vplyv. Iné kvantitatívne metódy hodnotili jeho parametre, ako napríklad presnosť, precíznosť, čas odozvy a spoľahlivosť. Keď informačné systémy a informačné technológie prenikli do všetkých oblastí, ukázalo sa, že prístupy založené na skúmaní produktivity nepostačujú a začala sa analyzovať efektívnosť IS.

Druhá fáza (80. roky – polovica 90. rokov), presnejšie jej začiatok je charakteristický kvantitatívnymi metódami ktoré hodnotili vplyv investícií do IS/IT na organizačnú výkonnosť. Uvedené metódy boli postavené na ukazovateľoch ekonomickej analýzy, ako je rentabilita celkových aktív a rentabilita investícií. Tieto metódy však neposkytli dostatok dôkazov na potvrdenie kladného vzťahu medzi investíciami do IS/IT a organizačnou výkonnosťou. Preto boli investície do IT rozdelené na strategické, informačné a transakčné a výkonnosť organizácie sa posudzovala podľa miery rastu tržieb, rentability celkových aktív a nevýrobnej práce. Mierne odlišným prístupom bolo rozdelenie investícií na produktové a procesné, pričom sa sledoval ich vplyv na rentabilitu celkových aktív. Podľa iného rozdelenia sa sledovali investície osobitne do informačných technológií, a osobitne do informačných systémov.

Niektorí autori navrhli kvantifikovať vplyv informatizácie na ukazovatele súvisiace so strednou úrovňou podnikateľskej jednotky a tie dať do vzťahu s indikátormi podnikovej výkonnosti. Iní aplikovali kvantitatívne techniky na procesnej úrovni, čím sa vyhli problémom spojenými s ukazovateľmi na organizačnej úrovni.

Tretia fáza (prvá polovica 80. rokov – polovica 90. rokov) síce spadá do takmer rovnakého obdobia ako druhá, avšak je charakteristická prevahou kvalitatívnych prístupov k hodnoteniu prínosov informatizácie. V tejto fáze sa definovala široká škála zástupných ukazovateľov kvalitatívnej povahy (napr. spokojnosť používateľa, používateľom vnímaná efektivita, názor na splnenie cieľov informačného systému, vnímaná užitočnosť a jednoduchosť používania). Hoci prevládal trend využívania kvalitatívnych techník, začiatkom 90. rokov niektorí autori, ktorí boli nespokojní s prevažne subjektívnymi a menej hmotnými ukazovateľmi, používali kvantitatívnu *cost-benefit* analýzu nákladov a prínosov.

Štvrtá fáza (90. roky – súčasnosť) je typická multidimenzionálnymi metódami, zahrnujúcimi rôzne spôsoby (kvantitatívne i kvalitatívne) a úrovne (systémová, procesná a organizačná) hodnotenia.

Najznámejšou metódou je BSC – *Balanced Scorecard* [23]. Hoci metóda BSC pôvodne nebola vypracovaná na hodnotenie informatizácie, jej flexibilita umožnila vypracovať rôzne modifikácie, ktoré možno považovať za aktuálny smer vývoja hodnotenia informačných systémov. Princípom BSC je snaha o vyváženosť štyroch hlavných perspektív organizácie: perspektívy interných procesov, perspektívy učenia sa a rastu, perspektívy zákazníckej a perspektívy finančnej. V rámci jednotlivých perspektív sa definujú čiastkové ukazovatele (pre každý podnik môžu byť iné), ktoré majú zabezpečiť strategické smerovanie podniku. Pri meraní prínosov informatizácie z pohľadu BSC je teda nevyhnutné definovať také ukazovatele, ktoré sú vyvážené zo všetkých štyroch perspektív hodnotenia.

3. Delenie informačných systémov

Otázkou, ako vhodne kategorizovať informačné systémy, sa bádatelia museli zaoberať už v spomínanej druhej fáze hodnotenia prínosov informatizácie. Pri menšej štúdii je možné vychádzať z rozdelenia informačných systémov na transakčné, manažérske a exekutívne informačné systémy, ktoré uvádzajú M. Kokles a A. Romanová [26]. Transakčnými systémami rozumejú systémy riadenia procesov realizovaných firmou (výroba, projekty, služby), manažérske informačné systémy sú systémy na úrovni stredného manažmentu a exekutívne informačné systémy sú systémy na úrovni vrcholového manažmentu.

Ďalšou možnou kategóriou IS je dátový sklad (*Data Warehousing*). Táto kategória nie je totiž zatiaľ bežnou súčasťou informačného systému, a preto jeho využívanie môže mať významný vplyv na konkurencieschopnosť podniku. Jednou z možností je zahrnúť aj využívanie outsourcingu informačných systémov, pretože ten umožňuje manažerom i zamestnancom sústrediť sa na hlavný predmet činnosti podniku.

Existujú aj IS, ktoré prestupujú všetky organizačné úrovne. Na komunikáciu v rámci organizácie a hlavne medzi podnikmi sa používa systém elektronickej výmeny dát (*Electronic Data Interchange – EDI*). Takéto systémy sú základom uplatnenia navrhovaných optimalizačných modelov celých priemyselných sietí [34]. Softvérová podpora systému riadenia firemných procesov (*Business Process Management – BPM*) bola motivovaná potrebou zefektívniť administratívne procesy, keďže tie – na rozdiel od výroby, kde sú toky hmotné – majú povahu nehmotných tokov, a teda sú ťažšie sledovateľné. Systém plánovania podnikových zdrojov (*Enterprise Resource Planner – ERP*) je riešenie, ktoré integruje informácie a procesy z rôznych softvérových modulov, zodpovedajúce funkciám v konkrétnom podniku (napr. financie, logistika, výroba atď.).

Výskum ukázal, že transakčné, manažérske a exekutívne informačné systémy spolu s outsourcingom nemajú štatisticky významný vplyv na konkurencieschopnosť v oblasti obchodnej siete [40]. Z toho možno usúdiť, že do výskumu by bolo vhodné zahrnúť aj ďalšie typy IS, ako sú systémy na riadenie vzťahov so zákazníkmi (*Customer Relationship Management – CRM*) a na riadenie dodávateľských reťazcov (*Supply Chain Management – SCM*). Oba tieto typy, CRM aj SCM označuje Š. Čarnický [10] za aplikácie podporujúce väzby podniku na jeho okolie. Ako hlavnú úlohu CRM uvádza vytváranie a zlepšovanie vzťahov so zákazníkmi využitím internetu a z toho vyplývajúcich nových spôsobov interakcie so zákazníkmi. Riadenie dodávateľských reťazcov definuje ako súbor nástrojov a procesov, ktoré slúžia na optimalizáciu riadenia a dosiahnutie maximálneho fungovania všetkých prvkov (článkov) celého dodávateľského reťazca so zreteľom na koncového zákazníka. Zníženie tzv. transakčných nákladov stimuluje rast malých a stredných podnikov a ovplyvňuje efektívnosť a výkonnosť celej ekonomiky [25]. Ako sa uvádza v [32], rozširovanie subdodávateľských vzťahov odzrkadľuje súčasné trendy, keď sa podniky sústreďujú na hlavné aktivity a niektoré činnosti vykonávajú prostredníctvom outsourcingu.

Významným typom IS sa stali aj znalostné systémy [31]. Ako uvádza J. Kubiš [28], nová globalizovaná ekonomika so zodpovedajúcim výrobným procesom, založená na znalostiach, za primárny kapitál pokladá intelektuálny kapitál. V popredí sú opäť ľudia. Sprostredkovanie a aplikácia znalostí je základom obchodného úspechu v dnešnom svete informácií.

4. Ukazovatele prínosov informatizácie

Zavedenie IS môže ovplyvňovať tvrdé aj mäkké ukazovatele. Za tvrdé ukazovatele možno považovať všetky ukazovatele ekonomickej analýzy; uvádzajú sa napríklad v [43]. Mäkkými ukazovateľmi sú hlavne premenné súvisiace s konkurencieschopnosťou podniku a v odbornej literatúre sa nachádzajú dva často citované modely.

Historicky prvým je Porterov model [33], ktorý sleduje konkurencieschopnosť v oblasti hlavných a podporných procesov. Ako hlavné procesy identifikoval vstupnú logistiku, výrobu, výstupnú logistiku, odbyt, služby a ako podporné procesy administratívu, riadenie ľudských zdrojov, technologický rozvoj a obstarávanie.

Druhý je Grantov model [15], ktorý navrhol sledovať zdroje a spôsobilosti. Zdroje rozdelil na pozemky (poloha, infraštruktúra), budovy, zariadenia a technológie, informačné technológie, financie, obchodnú sieť, pracovníkov, manažérov, značku a povest', patenty, poznatky a skúsenosti. K spôsobilostiam patrí plánovanie, organizovanie, vedenie, motivácia, komunikácia, kontrola, podniková kultúra, sociálna atmosféra, koordinácia vnútri funkčných oblastí, koordinácia medzi funkčnými oblasťami. Syntézu Porterovho a Grantovho modelu urobili Š. Slávik a B. Juriková [38].

Ďalšou možnosťou je sústrediť sa na príčiny úspešnosti podniku. V Českej republike sa v rokoch 2000 – 2002 uskutočnil výskum príčin úspešnosti na vzorke priemyselných podnikov. Postupné kroky identifikácie faktorov úspešnosti, založené na spojení finančnej analýzy s kvalitatívnym hodnotením jednotlivých podnikov sa uvádzajú v [3]. Finančné postupy identifikácie faktorov rozpracovali P. Suchánek a M. Křištof [42]. Celkovo trinásť konkrétnych faktorov – sebavedomie manažérov, flexibilita rozhodovania vedúcich pracovníkov, podpora zamestnancov, dobré meno podniku, konkurencieschopnosť, certifikát kvality ISO, prístup k finančnému kapitálu, kvalifikácia, motivácia a lojalita výkonných pracovníkov/robotníkov, snaha obsadiť nové trhy, profilovať súčasný sortiment novými výrobkami, dynamické správanie podnikov – uvádza [17].

Iný spôsob delenia ukazovateľov vplyvu IS navrhli J. Sedláček, Š. Slávik a M. Szarková [37], ktorí identifikovali štyri okruhy týchto faktorov. V prvom okruhu bola úspešnosť podniku meraná prostredníctvom plnenia finančných cieľov (tržby, zisk a rentabilita vlastného kapitálu), strategických cieľov (podiel na trhu, konkurenčná pozícia, kvalita a náklady) a podľa prospešnosti pre záujmové skupiny. V druhom okruhu išlo o hodnotenie vnútorných príčin úspechu či neúspechu, ktoré boli rozdelené do troch skupín. Prvá skupina skúma príčinnosť sociálneho subsystému, ktorý pozostáva zo schopností top manažmentu, kvality a štruktúry vlastníkov, systému riadenia a podnikovej kultúry. Druhá skupina skúma kauzalitu koncepcie 7S (stratégia, organizačná štruktúra, systémy riadenia, štýl riadenia, pracovníci, zručnosti a vyznávané hodnoty). Tretia skupina využíva

konceptu *Balanced Scorecard*. Z nej ako potenciálne faktory vyberá zákazníkov a trhy, interné procesy, učenie sa a inovácie. Autori to zdôvodňujú tak, že rast odbornosti a inovatívnosti pracovníkov zvyšuje kvalitu a rýchlosť interných procesov, ktoré zase podporujú rast spokojnosti zákazníkov a zvyšovanie podielu na trhu, čo v konečnom dôsledku vyústi do zlepšených finančných výsledkov. Tretí okruh otázok sa venoval skúmaniu sekundárnych príčin úspešnosti, ktoré sa nachádzajú vo vonkajšom prostredí podniku. Ak podnik chce byť úspešný, je nutečný prispôbovať sa vplyvu vonkajšieho prostredia, alebo ho aktívne ovplyvňovať. Podnikateľské prostredie bolo charakterizované zložitosťou, intenzitou hrozieb a príležitostí, fázou životného cyklu odvetvia, intenzitou konkurenčných síl, dynamikou inovácií produktu a procesov a stupňom turbulencií. Štvrtý okruh predstavoval súhrnné hodnotenie, kde pracovníci podniku subjektívne hodnotili jeho postavenie v odvetví a odhadovali, v akom rozsahu je podnik schopný využiť externé trendy vo svoj prospech a úspech.

Pokiaľ ide o počet zamestnancov, informatizácia môže obmedziť ich rast, dokonca znížiť ich počet [16]. Investície do informačných systémov a informačných technológií silne korelujú s poklesom počtu zamestnancov firiem; tam, kde podniky tieto investície uskutočnili a veľa investujú do informatizácie organizačných vzťahov, majú pri daných ostatných organizačných charakteristikách výrazne menej zamestnancov [5].

Výskum môže občas viesť aj k nečakaným záverom. K zaujímavému výsledku došli L. M. Hitt a E. Brynjolfsson [18], ktorí empiricky ukázali, že zvýšenie produktivity pomocou informatizácie nevedie nevyhnutne k zvýšeniu ziskovosti. Vplyv informatizácie na ten istý ukazovateľ môže byť v rôznych krajinách iný. Napríklad V. Baláž [2] zistil, že vplyv nových technológií na rast spotreby komunikačných a komerčných služieb bol omnoho lepšie viditeľný v rozvinutých členských štátoch EÚ než na Slovensku.

5. Určovanie významnosti ukazovateľov prínosov informatizácie

Z predchádzajúceho textu je zrejmé, že potenciálne existuje veľké množstvo vysvetľovaných premenných (ukazovateľov), ktoré sú informatizáciou ovplyvnené. Použitím vhodných techník však možno vymedziť len najpodstatnejšie ukazovatele.

Vzťah medzi vysvetľujúcou a vysvetľovanou premennou je možné v prvej fáze hodnotenia informatizácie zisťovať pomocou koeficientu korelácie, čo umožňuje zistiť nielen veľkosť vzťahu, ale aj jeho smer. Pri viacerých vysvetľujúcich premenných sa však už koeficient korelácie nedá použiť. Ako najvhodnejšie riešenie sa javí tvorba regresného modelu a sledovanie koeficientu determinácie. Výhodou je aj možnosť porovnania vzťahov s predtým zistenými vzťahmi, keďže druhá mocnina koeficientu korelácie je priamo porovnateľná s koeficientom determinácie.

Uvažovaný ekonometrický prístup možno modifikovať tak, že do výskumu sa vyberú len tie pozorovania, ktoré sú technicky efektívne. Na ich výber poslúži analýza obalu dát (*Data Envelopment Analysis* – DEA) [7; 8]. Využitie analýzy DEA pri takomto druhu výskumu si vyžaduje zvládnuť prácu aj s nepresnými údajmi. Spôsob, ako nahradiť chýbajúce údaje zástupnými hodnotami, navrhol T. Kuosmanen [29]. Nahradenie chýbajúcich údajov využitím *fuzzy* množín navrhol C. Kao [22]. Spracovanie intervalových údajov v analýze DEA vyriešili D. K. Despotis a Y. S. Smirlis [11].

Analogicky možno vybrať vo vzorky podniky, ktoré vykazujú najhoršie využívanie informačných systémov. Postup na analýzu reverzného obalu údajov sa nachádza v príspevku [39]. Výber môže byť závislý aj od najhoršej možnej efektívnosti využívania informačného systému.

Sledované vysvetľujúce a vysvetľované premenné nemusia predstavovať všetky relevantné vstupy a výstupy skúmaných podnikov. D. Galagedera a P. Silvapulle [13] odporúčajú v prípade, ak v modeli chýba nejaký dôležitý vstup alebo výstup, ako bezpečnejší spôsob hodnotenia technickej efektívnosti využiť pri analýze DEA predpoklad variabilných výnosov z rozsahu. Model s variabilnými výnosmi z rozsahu publikovali R. Banker, A. Charnes a W. Cooper [1].

Istým problémom pri využívaní regresie je predpoklad určitého funkcionálneho vzťahu, pričom skutočný vzťah nemusí zodpovedať presnej funkčnej závislosti. Avšak vo väčšine prípadov je oveľa reálnejšou požiadavkou predpoklad monotónnosti. Na kvantifikáciu vplyvu informačných systémov je pri predpoklade monotónnosti možné využiť induktívne logické programovanie [21]. Empirické aplikácie induktívneho logického programovania pri skúmaní vplyvu informačných systémov na konkurencieschopnosť sa nachádzajú v [20] (Porterov model) a v [41] (Grantov model).

Vzhľadom na pomerne veľkú výpočtovú náročnosť metódy stupňovaného induktívneho programovania, vzniká potreba tento proces zrýchliť predspracovaním dát redukciami základnej množiny skúmaných ekonomických ukazovateľov, a to pomocou zhlukov. Užitočným sa tu ukazuje využitie fuzzifikovaných konceptuálnych zväzov a algoritmov na nich [27]. Ich integrácia s metódou induktívneho logického programovania je popísaná v [19].

Na výskum skrytých premenných, ktoré stoja v pozadí variability medzi skúmanými premennými, možno použiť aj *faktorovú analýzu* [35]. Umožňuje zredukovať veľký počet premenných na malý počet premenných (faktorov) pri malej strate informácií. Faktorová analýza hľadá skryté faktory, z ktorých boli pozorované premenné vygenerované. Praktickým problémom je určenie vhodného počtu faktorov. Čím viac je faktorov, tým väčšiu časť variability pôvodných údajov možno vysvetliť. Na druhej strane, čím je počet faktorov menší, tým ľahšie sa

interpretujú. Slabou stránkou tejto metódy je, že neposkytuje jediné riešenie a možno nájsť rozdielne faktory, ktoré sa interpretujú odlišne, a pritom vyhovujú pôvodným údajom. Faktorová analýza tradične predpokladá lineárne vzťahy medzi premennými a normálne rozdelenie skúmaných premenných. V prípade ordi-nálnych premenných možno uprednostniť multidimenzionálne škálovanie. Z údajov použitých v [20] a [41] faktorová analýza identifikovala tri skupiny faktorov. Uvažujeme tie, ktoré majú v rotovanej faktorovej matici koeficient aspoň 0,5. V prvej boli: administratíva, riadenie ľudských zdrojov, obstarávanie, pracovníci, manažéri, plánovanie, organizovanie, vedenie, motivácia, komunikácia, kontrola, podniková kultúra, sociálne výhody, spolupráca vnútri funkčných oblastí, spolu-práca medzi funkčnými oblasťami. V druhej boli: vstupná logistika, výroba a služ-by, výstupná logistika, odbyt, marketing, financie, obchodná sieť, pracovníci, ma-nažéri, značka a povest', plánovanie, organizovanie, vedenie. A napokon v tretej boli: technologický rozvoj, zariadenia a technológie, informačné technológie.

Technikou príbuznou faktorovej analýze je *analýza hlavných komponentov*. Umožňuje zredukovať veľký počet premenných na hlavné komponenty pri malej strate informácií. Výsledok možno použiť ako vstup do lineárnej regresie, diskrimi-načnej analýzy alebo zhlukovej analýzy. Na rozdiel od faktorovej analýzy, vždy prinesie rovnaké výsledky. Cieľom faktorovej analýzy je nájsť a interpretovať spoločné faktory. Cieľom analýzy hlavných komponentov je priama redukcia poč-tu dimenzií. Možným využitím by bolo napríklad uskutočnenie jedného výskumu vplyvu informatizácie na konkurencieschopnosť podnikov pri použití všetkých premenných, ktoré vo svojich modeloch použili Porter [33] a Grant [15], a ná-sledne pomocou analýzy hlavných komponentov vybrať menší počet navzájom nezávislých zložiek konkurencieschopnosti, čo umožní skrátiť dotazník a tým zvý-šiť podiel vyplnených a vrátených dotazníkov. Z údajov použitých v [20] a [41] analýza hlavných komponentov identifikovala šesť komponentov. Prvým boli všetky premenné; druhým technologický rozvoj, zariadenia a technológie, in-formačné technológie; tretím vstupná logistika; štvrtým administratíva, riadenie ľudských zdrojov, značka a povest'; piatym sociálne výhody; šiestym pracovníci.

Záver

Meranie prínosov informatizácie nepredstavovalo v industriálnej spoločnosti príliš veľký problém. Relatívne jednoducho bolo možné kvantifikovať výdavky na jednej strane a úspory, resp. príjmy na strane druhej. Prechod k postindustriálnej spoločnosti túto úlohu skomplikoval, čo sa odrazilo v zmene prístupov k sledovaniu prínosov. Prínosom tohto článku je vymedzenie analytických nástrojov, ktoré kvan-tifikujú význam firemných atribútov ovplyvnených informačnými technológiami.

Na to, aby bolo možné urobiť všeobecné závery, je potrebné skúmať veľkú vzorku podnikov; umožní to napríklad štandardný dotazníkový prieskum. Aby dotazníky boli krátke, je vhodné využiť faktorovú analýzu alebo analýzu hlavných komponentov na zmenšenie počtu sledovaných premenných. To by malo viesť k dôslednejšie vyplneným dotazníkom, čím stúpne ich vierohodnosť a kvalita získaných údajov. Sledovanie prínosov informatizácie možno uskutočniť buď na vzorke všetkých podnikov, alebo iba tých, ktoré ju využívajú efektívne (tie možno vybrať pomocou analýzy obalu údajov). Takýto prieskum neberie do úvahy, či podnik je samostatný, alebo je dcérskou firmou nadnárodného koncernu: tento rozdiel však možno zanedbať, pretože v takýchto štruktúrach sa dcérske spoločnosti zvyčajne chápu ako strategické obchodné jednotky, ktorých výsledky sa hodnotia samostatne. Ak by bolo potrebné rozlíšiť výrobné firmy a firmy poskytujúce služby, dotazník by musel mať aj takúto položku a v prípade potreby by sa pri spracovaní výsledkov zahrnula aj táto informácia.

Štandardný dotazníkový prieskum predpokladá, že respondentom je firma, čiže systém s relatívne presne definovanými hranicami: štatistická jednotka prieskumu je takto jednoznačne definovaná. Globalizácia najviac postihla práve podnikanie, takže štýl práce a fungovanie podnikov sú v rôznych častiach sveta podobné a porovnateľné. Hodnotenie vplyvu informatizácie v širšom, mimopodnikovom kontexte je oveľa náročnejšie. Spoločenské pozadie informatizácie je v rôznych častiach sveta pomerne pestré, čo obmedzuje porovnateľnosť výsledkov prieskumu. Taktiež je pomerne ťažké presne definovať, čo je štatistickou jednotkou skúmania. Ak sa však vplyv informatizácie skúma z perspektívy technologického paradoxu, prieskum možno obmedziť len na podnikovú sféru.

Inou možnosťou popri dotazníkovom prieskume je posudzovať malú vzorku podnikov a skúmať každý z nich osobitne, brať do úvahy jeho konkrétne problémy a zisťovať, ako ich informatizácia môže eliminovať. Tento prístup nepovedie k všeobecným záverom, avšak pre ten-ktorý podnik má mimoriadnu vypovedaciu hodnotu. Napokon v prípade dlhodobého prieskumu je pre skupinu podnikov, ktoré sa rozhodnú investovať do IT, potrebné zisťovať spokojnosť ich zákazníkov pred zavedením IT i po ich zavedení, pretože až názor zákazníka je testom pravdy o prínose informatizácie.

Literatúra

- [1] BANKER, R. D. – CHARNES, A. – COOPER, W. W.: Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30, 1984, č. 30, s. 1078 – 1092.
- [2] BALÁŽ, V.: Knowledge Intensive Business Service in a Transition Economy. *Ekonomický časopis/Journal of Economics*, 51, 2003, č. 4, s. 475 – 488.

- [3] BLAŽEK, L. a kol. Multifaktorová analýza úspěšnosti podniku. [Průběžná zpráva grantového projektu GAČR.] Brno: Ekonomicko-správní fakulta Masarykovy univerzity v Brně 2001.
- [4] BRYNJOLFSSON, E.: The Productivity Paradox of Information Technology: Review and Assessment. *Communications of the ACM*, 36, 1993, č. 12, s. 67 – 77.
- [5] BRYNJOLFSSON, E. – MALONE, T. – GURBAXANI, V. – KAMBIL, A.: Does Information Technology Lead to Smaller Firms? *Management Science*, 40, 1994, č. 12, s. 1645 – 1662.
- [6] CASTELLS, M.: The Information Age: Economy, Society and Culture. Volume 1: The Rise of the Network Society. 2. vyd. Oxford: Blackwell 2000.
- [7] CHARNES, A. – COOPER, W. W. – RHODES, E.: Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, 1978, č. 2, s. 429 – 444.
- [8] COOPER, W. W.: Data Envelopment Analysis. In: S. I. Gass – C. M. Harris: *Encyclopedia of Operations Research & Management Science*. Norwell: Kluwer Academic Publishers 1996, s. 145 – 150.
- [9] CRONK, M. – FRY, G.: IT Evaluation: How Far Have we Come? *South African Business Review*, 5, 2001, č. 1.
- [10] ČARNICKÝ, Š.: Nové postavenie a úlohy manažérskych informačných systémov podnikov. *Ekonomický časopis/Journal of Economics*, 51, 2003, č. 5, s. 570 – 591.
- [11] DESPOTIS, D. K. – SMIRLIS, Y. S.: Data Envelopment Analysis with Imprecise Data. *European Journal of Operational Research*, 26, 2002, č. 140, s. 24 – 37.
- [12] DOUCEK, P.: Řízení projektů informačních systémů. Praha: Professional Publishing 2004.
- [13] GALAGEDERA, D. U. A. – SILVAPULLE, P.: Experimental Evidence on Robustness of Data Envelopment Analysis. *Journal of Operational Research Society*, 54, 2003, č. 6, s. 654 – 660.
- [14] GOGA, M.: Kvantitatívny manažment. Bratislava: Iura Edition 2000.
- [15] GRANT, M. R.: Contemporary Strategy Analysis: Concepts, Techniques, Applications. Cambridge: Blackwell 1998.
- [16] GROTH, L.: Future Organizational Design: The Scope for the IT-based Enterprise. Chichester: Wiley 1999.
- [17] HÁLEK, I. a kol.: Multifaktorová analýza úspěšnosti podniku. [Závěrečná zpráva grantového projektu GAČR.] Brno: Ekonomicko-správní fakulta Masarykovy univerzity v Brně 2002.
- [18] HITT, L. M. – BRYNJOLFSSON, E.: Productivity, Business Profitability, and Consumer Surplus: Three Different Measures of Information Technology Value. *MIS Quarterly*, 20, 1996, č. 2, s. 121 – 142.
- [19] HORVÁTH, T. – KRAJČI, S.: Integration of Methods of Clustering via Conceptual Lattices and Inductive Logic Programming for a Graded Classification Problem. In: *Znalosti* 2004. [Zborník.] Brno: VŠB Technická univerzita v Ostravě 2004, s. 297 – 308.
- [20] HORVÁTH, T. – SUDZINA, F. – VOJTÁŠ, P.: Mining Rules from Monotone Classification Measuring Impact of Information Systems on Business Competitiveness. In: *Emerging Solutions for Future Manufacturing Systems*. Wien: Springer 2004, s. 451 – 458.
- [21] HORVÁTH, T. – VOJTÁŠ, P.: ILP pre riešenie stupňovaného klasifikačného problému. In: *Znalosti* 2003. [Zborník.] Ostrava: VŠB Technická univerzita v Ostravě 2003, s. 232 – 241.
- [22] KAO, C.: Data Envelopment Analysis with Missing Data. In: *Proceedings of the 5th International Symposium on Operational Research in Slovenia*. Predvor: Slovenian Society Informatika, Section for Operational Research 1999, s. 173 – 178.
- [23] KAPLAN, R. S. – NORTON, D. P.: The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Boston: Harvard Business School Press 1996.
- [24] KENDALL, G. I.: Viable Vision: Transforming Total Sales into Net Profits. Boca Raton: J. Ross Publishing 2004.
- [25] KLAS, A.: Nová ekonomika a informatizácia. *Ekonomický časopis/Journal of Economics*, 50, 2002, č. 1, s. 62 – 84.
- [26] KOKLES, M. – ROMANOVÁ, A.: Informačný vek. 2. vyd. Bratislava: Sprint 2002, s. 145.

- [27] KRAJČI, S.: Cluster Based Efficient Generation of Fuzzy Concepts. *Neural Network World*, 13, 2003, č. 5, s. 521 – 530.
- [28] KUBIŠ, J.: Manažment vedomostí a súvislosti. *Strojárstvo*, 4, 2000, č. 8, s. 22 – 23.
- [29] KUOSMANEN, T.: Modeling Blank Data Entries in Data Envelopment Analysis. [EconWPA Working paper at WUSTL, No. 0210001.] *Econometrics*, 2002. <<http://ideas.repec.org/p/wpa/wuwpm/0210001.html>>
- [30] LIPSEY, R. G.: The Productivity Paradox: A Case of the Emperor's New Clothes. [Revised Version of the Comments Presented at Policies for the New Economy.] Montreal, June 26 – 27, 2001.
- [31] MESÁROŠ, P.: Knowledge Management and Information Technology for Knowledge Management. *Ekonomika a manažment podniku*, 1, 2003, č. 1, s. 73 – 84.
- [32] PETRÍK, B.: Formovanie podnikateľského prostredia, jeho problémy a výhľady. *Ekonomický časopis/Journal of Economics*, 49, 2001, č. 3, s. 527 – 538.
- [33] PORTER, M.: How Competitive Forces Shape Strategy. *Harvard Business Review*, 57, 1979, č. 2, s. 137 – 145.
- [34] RENDEK, I.: O informačnom systéme ekonomiky informačnej éry. *Ekonomický časopis/Journal of Economics*, 49, 2001, č. 4, s. 713 – 731.
- [35] RIMARČÍK, M.: Internet Decision tree for Selection of Statistical Procedures. In: *Application of Management Theory in Practice*. Košice: Podnikovohospodárska fakulta Ekonomickej univerzity v Bratislave so sídlom v Košiciach 2002.
- [36] SABOL, T. – DELINA, R.: Scenario Planning. *Ekonomický časopis/Journal of Economics*, 52, 2004, č. 8, s. 942 – 956.
- [37] SEDLÁČEK, J. – SLÁVIK, Š. – SZARKOVÁ, M.: Příčiny úspěšnosti podniku. *Ekonomické rozhledy*, 32, 2003, č. 1, s. 75 – 86.
- [38] SLÁVIK, Š. – JURIKOVÁ, B.: Viacrozmerná analýza konkurenčnej výhody. In: *Ekonomika firiem 2002*. [Zborník z medzinárodnej konferencie.] Košice: Podnikovohospodárska fakulta Ekonomickej univerzity v Bratislave so sídlom v Košiciach 2002, s. 377 – 381.
- [39] SUDZINA, F.: Analýza obalu údajov. *Ekonomický časopis/Journal of Economics*, 49, 2001, č. 5, s. 970 – 984.
- [40] SUDZINA, F.: Impact of Information Systems on Business Competitiveness. In: *Management, Knowledge and EU*. Portorož: Faculty of Organizational Sciences, University of Maribor 2004, s. 379 – 384.
- [41] SUDZINA, F. – HORVÁTH, T.: Measuring Impact of Information Systems on Business Competitiveness using Regression and ILP. In: *Ekonomika firiem 2004*. [Zborník z medzinárodnej konferencie.] Michalovce: Podnikovohospodárska fakulta Ekonomickej univerzity v Bratislave so sídlom v Košiciach 2004, s. 296 – 300.
- [42] SUCHÁNEK, P. – KRIŠTOF, M.: Využití ukazatele EVA při analýze úspěšnosti průmyslových podniků. In: *Systémové řízení*. [Sborník referátů z mezinárodní konference.] Brno: Masarykova univerzita v Brně 2002, s. 463 – 476.
- [43] VARCHOLOVÁ, T.: Manažérska analýza. Bratislava: Vydavateľstvo Ekonóm 2001.
- [44] WORKIE, M. T. a kolektív: Vplyv informačných technológií na ekonomický rast a zamestnanosť: teoretické a empirické pohľady (S aplikáciou na efekty komerčného modelu Microsoft Slovakia na slovenskú ekonomiku). Bratislava: Ústav slovenskej a svetovej ekonomiky SAV 2004.