

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY

EVIDENČNÉ ČÍSLO: 103003/I/2019/421003223623

MODELOVANIE A ANALÝZA FAKTOROV
EKONOMICKÉHO RASTU V PRIEMYSLE SR

Diplomová práca

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY

EVIDENČNÉ ČÍSLO: 103003/I/2019/421003223623

**MODELOVANIE A ANALÝZA FAKTOROV
EKONOMICKÉHO RASTU V PRIEMYSLE SR**

Diplomová práca

Študijný program: Informačný manažment

Študijný odbor: Kvantitatívne metódy v ekonómii

Školiace pracovisko: Katedra operačného výskumu a ekonometrie FHI

Vedúci záverečnej práce: doc. Ing. Marián Goga, PhD.

Bratislava 2019

Bc. Lukáš Kotuľak

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že som prácu vypracoval samostatne a že som uviedol všetku použitú literatúru.

V Bratislave, dňa 02.05.2019

.....

PodĎakovanie

Touto cestou by som sa chcel poĎakovať vedúcemu mojej diplomovej práce, doc. Ing. Mariánovi Gogovi, PhD. za cenné rady a udanie smeru či akejsi šablóny pre danú tému a taktiež za vytvorenie priaznivého pracovného prostredia pri písaní diplomovej práce. Taktiež by som sa rád poĎakoval mojej rodine za morálnu podporu a dôveru, ktorú do mňa vložili.

ABSTRAKT

KOTULAK, Lukáš: Modelovanie a analýza faktorov ekonomického rastu v priemysle SR. – Ekonomická univerzita v Bratislave. Fakulta hospodárskej informatiky; Katedra operačného výskumu a ekonometrie FHI. – Vedúci záverečnej práce: doc. Ing. Marián Goga, PhD. – Bratislava: FHI EU, 2019, 55 s.

Hlavným cieľom diplomovej práce je modelovanie a analýza faktorov rastu IKT priemyslu na Slovensku prostredníctvom dátovej analýzy obalov (DEA) založených na vyšetrení zmien Malmquistových indexoch, ktorých hodnotenie výkonnosti a efektivity odzrkadľuje trend rastu produktivity. Práca je rozdelená do štyroch kapitol. Obsahuje 3 tabuľky a 8 obrázkov. Prvá kapitola sa venuje IKT, postaveniu IKT v ekonomickej literatúre a faktorom rastu IKT. V závere prvej kapitoly je vyčlenená časť, ktorá sa venuje IKT na Slovensku. V druhej kapitole sú opísané metódy a zdroje využívané počas písania tejto práce. Tretia kapitola sa stručne venuje opisu analýzy dátových obalov. Štvrtá kapitola prináša komplexný postup pri výpočte modelu DEA a MPI. Výsledkom diplomovej práce je, že IKT sektor na Slovensku v sledovanom období mal klesajúci rast.

Kľúčové slová:

IKT, Analýza dátových obalov, Malmquist Index

ABSTRACT

KOTULÁK, Lukáš: The Modeling and Analysis of Factors of Economic Growth in Industry of the Slovak Republic. – University of Economics in Bratislava. Faculty of Economic Informatics; Department of Operations Research and Econometrics. – Supervisor: doc. Ing. Marián Goga, PhD. – Bratislava: FEI EU, 2019, 55 p

The main aim of the thesis is to model and analyse the growth factors of ICT industry in Slovakia through data envelope analysis (DEA) based on investigations of changes in Malmquist indexes, whose performance and efficiency assessment reflects the trend of productivity growth. The thesis is divided into four chapters. It contains 3 charts and eight pictures. The first chapter is dedicated to ICT, the position of ICT in economic literature and growth factors of ICT. At the end of the first chapter there is description of the ICT in the Slovak republic. The second chapter explains the methodology and references used while writing this thesis. The third chapter presents short description the Data Envelope Analysis. The fourth chapter explains the complex progress of calculating DEA and MPI model. The outcome of this thesis is that ICT sector in Slovakia reached decreasing growth within the study period.

Key Words:

ICT, the Data Envelope Analysis, Malmquist Index

Obsah

Úvod.....	8
1 Súčasný stav doma a v zahraničí	9
1.1 Informačno telekomunikačné technológie	9
1.2 IKT v ekonomickej literatúre	9
1.3 Faktory rastu IKT	11
1.4 IKT na Slovensku.....	13
1.4.1 IKT v Bratislave.....	13
1.4.2 IKT v Košiciach.....	14
1.4.3 Súčasný stav IKT na SVK	16
1.5 Súčasný stav IKT vo svete	18
1.6 IKT sektor v Estónsku.....	19
2 Cieľ práce, metodika práce a metódy skúmania	22
2.1 Cieľ práce	22
2.2 Metodika práce a metódy skúmania.....	22
3 Použité metódy skúmania	25
3.1 Analýza dátových obalov	26
3.2 Malmquist index.....	29
4 Výsledky práce a diskusia.....	29
4.1 Inputy a Outputy	29
4.1.1 Dátový súbor.....	32
4.1.2 Súbor s inštrukciami	33
4.1.3 Výstupný súbor	34
4.2 Výsledky analýzy a zistenia pre Malmquist indexy produktivity	34
4.2.1 Súhrny inputovo orientovaných vzdialeností	36
4.2.2 Súhrny outputovo orientovaných vzdialeností	37

4.2.3	Interpretácie a definície inputovo orientovaných Malmquist indexov	38
4.2.4	Interpretácie a definície outputovo orientovaných Malmquist indexov ...	41
4.2.5	Malmquist index pre ročné a firemné prostriedky	42
4.3	Výsledky práce.....	43
Záver		46
Zoznam použitej literatúry		48

Úvod

Informačno telekomunikačné technológie (IKT) sú považované za jednu z kľúčových technológií, ktoré od 90. rokov vedú ekonomickú paradigmu a prinášajú so sebou potenciál technických inovácií s cieľom zmeny kvality kapitálového vybavenia, práce či výrobkov. Úspech rozvinutých krajín spočíva v inováciách. Avšak situácia v členských krajinách EÚ je taká, že výdavky na výskum a vývoj či priemerná produktivita sú stále oveľa nižšie ako je priemer v rámci EÚ.

IKT sú jedným z pilierov hospodárskeho rozvoja k získaniu národnej konkurenčnej výhody. Môžu zlepšiť kvalitu ľudského života, pretože ich možno využiť ako vzdelávacie médiá, masovokomunikačné médiá pri propagácii a kampaňovaní praktických a dôležitých otázok ako je oblasť zdravia a sociálnej oblasti. Poskytujú širšie vedomosti a môžu pomôcť pri získavaní a prístupe k informáciám.

Hlavným cieľom diplomovej práce je modelovanie a analýza faktorov rastu IKT priemyslu na Slovensku prostredníctvom dátovej analýzy obalov (DEA) založených na vyšetrovaní zmien Malmquistových indexoch, ktorých hodnotenie výkonnosti a efektivity odzrkadľuje trend rastu produktivity.

V prvej časti práce prinášame opis informačno telekomunikačných technológií a ich súčasný stav na Slovensku. V závere tejto časti prinášame súčasný stav IKT v zahraničí a v Estónsku. Obsahom nasledujúcej časti sú metódy a postupy používané pri písaní tejto práce. V hlavnej časti práce prinášame výsledky analýzy faktorov vplývajúcich na IKT sektor Slovenska. V závere hlavnej časti predkladáme kritický opis týchto skutočností ako aj predpovede do budúcnosti.

V úvode tejto práce považujeme za nevyhnutné zdôrazniť, že sa v práci zaoberáme menej tradičnou metódou ako sú bežné ekonomické rastové modely, ale prinášame komplexnejší pohľad zohľadňujúci rôzne aspekty na danú problematiku.

1 Súčasný stav doma a v zahraničí

1.1 Informačno telekomunikačné technológie

Informačno telekomunikačné technológie (IKT) sú kľúčovým faktorom technologického rastu v posledných desaťročiach. Termín IKT sa vo všeobecnosti vzťahuje na vysielacie zariadenia a služby, výpočtovú techniku a telekomunikácie, pričom všetky zachytávajú, spracovávajú a zobrazujú informácie elektronicky.¹

Nové IKT technológie, ako napríklad osobné počítače alebo internet, ktoré boli objavené a určené pre štátne inštitúcie, univerzity a vedecké centrá v 60. rokoch minulého storočia, sa stali technológiami nášho každodenného života. Pokles nákladov na komunikačné zariadenia viedol k širokému uplatneniu IKT v spoločnosti. Počet majiteľov mobilného telefónu na 100 obyvateľov v krajinách OECD, sa medzi rokmi 1996 a 2011 zvýšil desaťnásobne a v súčasnosti existuje viac ako jeden mobilný telefón na jedného obyvateľa v priemere. Podobne ako pevný širokopásmový internet pred rokom 1997 prakticky neexistoval tak štatistika z roku 2011 odhaľuje, že existuje 25 predplatených príspevkov za rok na 100 obyvateľov.²

1.2 IKT v ekonomickej literatúre

Vplyvu IKT na ekonomickú výkonnosť venujú ekonómovia pozornosť už od 80. rokov minulého storočia. Debut IKT v ekonomickej literatúre bol trocha neštandardný a odštartoval tzv. paradoxom produktivity. Ekonómovia sa vtedy museli popasovať s vysvetlením výrazného spomalenia produktivity v krajinách OECD v priebehu 20. rokov, a to aj napriek veľkým investíciám firiem do IKT.³ Robert Solow sa k tomu vyjadril, že „počítačový vek vidíme všade okrem štatistík produktivity“.⁴ Brynjolfsson⁵ neskôr objasnil, že za týmto paradoxom boli napr. nedostatky v meraní produktivity či oneskorené odzrkadlenie sa vplyvu IKT na produktivitu.

¹ UNITED NATIONS. 2004. *Report on the International Telecommunication Union on Information and Communication Technologies Statistics*. [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné na internete: <<https://unstats.un.org/unsd/statcom/doc04/2004-16e.pdf>>

² Tamtiež.

³ MACDONALD, S. – ANDERSON, P. – KIMBEL, D.: *Measurement or Management? Revisiting the Productivity Paradox of Information Technology*. In: Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung. 2000. s. 601-617.

⁴ SOLOW, R. M.: We'd better watch out. 1987. In: New York Times Book Review. [online]. 12.07.1987 [cit. 2019-03-09]. Dostupné na internete: <<http://www.standupeconomist.com/pdf/misc/solow-computer-productivity.pdf>> s. 1

⁵ BRYNJOLFSSON, E.: *The productivity paradox of information technology*. 1993. In: Communications of the ACM. s. 66–77.

Dnes už nikto nevyklučuje pozitívny link medzi rozširovaním IKT infraštruktúry a ekonomickým rastom. Navyše investovanie firiem do IKT hrá veľmi významnú úlohu.

IKT sú v súčasnosti považované za „general purpose technology“, čo je v preklade označenie pre všeobecné technológie s potenciálom širokého využitia naprieč odvetvami vďaka svojej dynamike a idú ruka v ruku s nárastom produktivity a inovatívnosti.⁶ Viaceré ekonomické štúdie potvrdili súvislosť medzi využívaním IKT a nárastom produktivity, avšak nejedná sa o všeobecné pravidlo platné pre všetky firmy, nakoľko samotná produktivita či výnosy z využívania IKT závisia od ďalších dopĺňajúcich faktorov.

Formanimu a kol.⁷ sa napríklad podarilo zistiť, že firmy, ktoré integrujú IKT pre nové obchodné modely zaznamenávajú najvyššie hodnoty zlepšenia produktivity. Štúdia Gilletta a kol.⁸ dokazuje, že širokopásmová infraštruktúra sama o sebe neprispieva k produktivite, ale v kombinácii s inými faktormi ako súvisiace informačné technológie, inovatívne obchodné metódy alebo pružnejšia organizačná štruktúra firiem.

Na úrovni pracovníkov je implementácia IKT spôsobila nižšie nasadzovanie pracovnej sily v rutinných úlohách a prispieva vyššou mierou k riešeniu komplexných problémov.⁹ Vzhľadom na to, že sa IKT kapitál vo firmách sa využíva viac a viac, práca vysoko kvalifikovaných zamestnancov sa stáva relatívne produktívnejšou a dopyt po nej sa zvyšuje v porovnaní s prácou založenou na rutinných úlohách. Autor a kol. poznamenávajú, že touto technologickou zmenou možno vysvetliť časť rastúcej mzdovej nerovnosti vo väčšine industrializovaných krajín.¹⁰

Od začiatku nového milénia sa ekonomická literatúra sa zaoberá skúmaním roly IKT v inovačnom procese a konštatuje, že IKT umožňujú inovácie prostredníctvom zachytávania, organizácie a spracovania vedomostí, ktoré sú dôležité pre inovačný proces. Pre úspešnú IKT implementáciu a plné využívanie ich výhod firmami sú nevyhnutné organizačné zmeny ako plochšia hierarchia vo firmách v dôsledku zlepšených komunikačných kanálov, čo si naopak

⁶ BRESNAHAN, T. F. – TRAJTENBERG, M.: *General Purpose Technologies: Engines of Growth?* 1995. In: *Journal of Econometrics*. s. 83-108.

⁷ FORMAN, C. – GOLDFARB, A. – GREENSTEIN, S.: *Geographic Location and the Diffusion of Internet Technology*. 2005. In: *Electronic Commerce Research and Applications*. s. 1-13.

⁸ GILLET, S. E. – LEHR, W. H. – OSORIO, C. A. – SIRBU, M. A.: *Measuring Broadband's Economic Impact*. 2006. [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné na internete: <http://cfp.mit.edu/publications/CFP_Papers/Measuring_bb_econ_impact-final.pdf>

⁹ AUTOR, D. H. – LEVY, F. – MURNANE, R. J.: *The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration*. 2003. In: *The Quarterly Journal of Economics*. s. 1279-1333.

¹⁰ AUTOR, D. H. – KATZ, L. F. – KEARNEY, M. S.: *Trends in U.S. Wage Inequality: Revising the Revisionists*. 2008. In: *Review of Economics and Statistics*. s. 300-323.

vyžaduje aj reorganizáciu zodpovedností.¹¹ Okrem toho IKT uľahčujú zber, spracovanie a skladovanie dát informácie, odbúravajú hranice a umožňujú nové formy koordinácie v oblasti výskumu a vývoja a komunikácie medzi obchodnými partnermi a zákazníkmi.¹²

IKT navyše ovplyvňujú dopyt po pracovnej sile prostredníctvom zvýšenej inovatívnosti a produktivity. Na jednej strane môže dôjsť k zvýšeniu dopytu po pracovných silách v dôsledku vyššej produktivity práce. Na druhej strane však IKT môžu mať negatívny vplyv na zamestnanosť, pretože nová technológia môže uľahčiť využívanie menšej pracovnej sily.¹³

1.3 Faktory rastu IKT

Používanie IT a samotná IT gramotnosť krajiny poukazuje do akej miery obyvateľstvo a firmy využívajú IT technológie v každodennom živote. Početné využívanie IT je predpokladom vysokého dopytu po IT produktoch na domácom trhu. Ein-dor a kol.¹⁴ k tomu ešte dodávajú, že intenzívne používanie IT v krajine je dôležitým faktorom pre miestny IT priemysel za predpokladu, že IT sektor nie je prevažne orientovaný na export do zahraničia. Kraemer a Dedrick¹⁵ podčiarkujú, že miera ekonomického rozvoja krajiny do veľkej miery ovplyvňuje využívanie IT v krajine.

Pozitívny vplyv IKT na ekonomiku sa pričínal o to, že investície do IKT sa stali jedným z popredných politických záujmov. Rozvoj IKT sektora je taktiež jednou zložkou agendy EÚ. Prvými akčnými plánmi týkajúcimi sa tejto problematiky bola eEurópa 2002 a eEurópa 2005. Následne sa IKT stali podsúčasťou Lisabonskej stratégie vo forme i2010 s cieľom konvergenzie IKT prostredí jednotlivých členských štátov a sformovania jednotného informačného prostredia na území celej EÚ. V roku 2010 tento program nahradila Digitálna Agenda na základe Granadskej deklarácie a stala sa súčasťou programovej stratégie EU2020 rozvoja EÚ. Jedným z cieľov Digitálnej Agendy je propagácia dlhodobých strategických inovácií v IKT, podpora investícií do výskumu a vývoja IKT ako aj aplikácia IKT v malých a

¹¹ BRYNJOLFSSON, E. – HITT, L. M.: *Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance*. 2000. In: *Journal of Economic Perspectives*. s. 23–48.

¹² GRETTON, P. – GALI, J. – PARHAM, D.: *The Effects of ICTs and Complementary Innovations on Australian Productivity Growth*. 2004. s. 105–130.

¹³ OECD. 2008. *Broadband and the economy*. [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné na internete: <[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/ICCP/IE\(2007\)3/FINAL&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/ICCP/IE(2007)3/FINAL&docLanguage=En)>

¹⁴ EIN-DOR, P. – MYERS, M.D. – RAMAN, K.S.: *Information Technology in Three Small Developed Countries*. 1997. In: *Journal of Management Information Systems*. s. 61-89.

¹⁵ KRAEMER, K.L. – DEDRICK, J.: *National Technology Policy and Computer Production in Asia-Pacific Countries*. 1995 [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné na internete: <<https://escholarship.org/uc/item/8vd8b74w>>

stredných podnikoch za účelom rozvoja inovatívnosti a konkurencieschopnosti. V roku 2012 umožnila EÚ v rámci programu Blue Card menej prísnejšie imigračné postupy pre IT expertov u dôvodu ich nedostatku na území EÚ.¹⁶ Podpora IKT prebieha aj na národnej úrovni. Jednou z oblastí zabezpečenie je širokopásmového internetu a pokrytie „bielych miest“ za účelom zvýšenia konkurencieschopnosti regiónov a vytvorenia nových pracovných miest. Druhou oblasťou podpory zo strany vlády je aj zmena regulácie trhu a stimulovania investícií do vybudovania sieťovej infraštruktúry.

Ľudský kapitál je dôležitou stavebnou zložkou v IKT priemysle a to predovšetkým v softvérovom sektore, kde je ľudská kreativita nevyhnutná. Schopnosť hovoriť anglicky je taktiež rozhodujúca, nakoľko programovacím jazykom je práve angličtina. Watson a Myers¹⁷ zdôrazňujú, že orientácia vlády na špecifickú vzdelávaciu má pozitívny dopad na rozvoj IKT sektora. Vzdelaní pracovníci sú signifikantnou zložkou úspechu IKT v rozvinutých krajinách. Taktiež dostupnosť IT profesionálov a zručnej pracovnej sily môže podporiť zahraničných investorov založiť v krajine high-tech výrobu.¹⁸

Fyzická infraštruktúra je úzko spojená s úrovňou ekonomického rozvoja krajiny a takisto je dôležitá aj pre IT priemysel či investíciami smerujúcimi doň. Kraemer a Dedrick¹⁹ poukazujú, že počet telefónov per capita vykazuje významnú koreláciu so softvérovou produkciou, nakoľko telefónne linky slúžia ako komunikačný kanál pre transmisiu dát nevyhnutnú pre vývoj softvéra. Efektívna telekomunikačná infraštruktúra je prínosná pre používanie a aj produkciu IKT.²⁰ Zároveň slúži ako lákadlo pre súkromných investorov.²¹ A naopak nedostatočná infraštruktúra odrádza súkromný sektor pred postúpením rizika investovania v oblasti IKT v krajine.

Rozlišujeme dva typy IKT investícií. Po prvé firmy investujúce do počítačov, softvérov a podobného vybavenia. IKT kapitál vo firmách a jeho požívanie hrá významnú rolu. Ark a

¹⁶ FRENDAKOVA, A.: *Význam a konkurencieschopnosť sektora IKT Slovenska*. 2011. [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné na internete: <http://www3.ekf.tuke.sk/mladivedci2011/herlany_zbornik2011/frendakova_andrea.pdf>

¹⁷ WATSON, R. – MYERS, M.D.: *IT Industry Success in Small Countries: The Cases of Finland and New Zealand*. 2001. In: *Journal of Global Information Management*. s. 1-14.

¹⁸ DEDRICK, J. – GOODMAN, S.E. – KRAEMER, K.L.: *Little Engines that could: Computing in small energetic countries*. 1995. In: *Communications of the ACM*. s. 21-26.

¹⁹ KRAEMER, K.L. – DEDRICK, J.: *IT-Led Development in Singapore: From Winchester Island to Intelligent Island*. 1997, Center for Research on Information Technology and Organizations and University of California, Irvine:

²⁰ DEDRICK, J. – GOODMAN, S.E. – KRAEMER, K.L.: *Little Engines that could: Computing in small energetic countries*. 1995. In: *Communications of the ACM*. s. 21-26.

²¹ KRAEMER, K.L. – DEDRICK, J.: *IT-Led Development in Singapore: From Winchester Island to Intelligent Island*. 1997, Center for Research on Information Technology and Organizations and University of California, Irvine:

kol.²² poukázali na fakt, že nízke investície firiem do IKT mali za dôsledok nízku produktivitu v Európe v porovnaní s USA v 90. rokoch min. storočia. Po druhé investície telekomunikačných operátorov do IKT infraštruktúry. Oba druhy prinášajú priame benefity ekonomike prostredníctvom nárastu produktivity či inovácií a v konečnom dôsledku prispievajú k ekonomickému rastu.

1.4 IKT na Slovensku

IKT odvetvie jedným z kľúčových ťahúnov slovenskej ekonomiky. Významný je aj fakt, že sa jedná o sektor s vysokým výkonom na pracovníka, no napriek tomu je jeho prínos pre slovenskú ekonomiku zatienený automobilovým či elektrotechnickým priemyslom. IKT sektor na Slovensku zaznamenáva z roka na rok postupný nárast zamestnancov. Lídrom IKT na Slovensku sa na základe regionálnej a klastrovej analýzy javí Bratislavský kraj.²³ Avšak Košický či Žilinský kraj vykazujú takisto vysoké skóre. V nasledujúcej časti si bližšie popíšeme históriu IKT v Bratislave a v Košiciach.

1.4.1 IKT v Bratislave

Lokalizácia IT sektora v Bratislave začiatkom 90. rokov minulého storočia bola podmienená tromi faktormi. Prvým z nich bola viac ako 20-ročná akumulácia ľudského kapitálu v akademických zariadení a špecializovaných výpočtových centrách niekdajších štátnych firiem disponujúcimi vedomosťami v oblasti kybernetiky, vývoja softvérov či počítačových systémov.

Samotný stimul budovania IT sektora prišiel s transformáciou hospodárstva, keď sa v dôsledku privatizácie uvoľnila pracovná sila, ktorá sformovala prvé IT firmy ako Datalock a PosAm. Druhá vlna spin off-u IT firiem z akademického prostredia prišla po roku 2002 v dôsledku ekonomického boomu. Druhým faktorom rozvoja IT priemyslu bola technologická zaostalosť zákazníkov. Novozaložené firmy začínali predajom hardvéru a softvéru a postupne sa preorientovali na samotný vývoj softvéru a informačných riešení. Jedinou brzdou bol len nedostatok kvalifikovanej pracovnej sily v sektore.²⁴ V tej dobe jedinými vzdelávacími

²² ARK, B. – O'MAHONY, M. – TIMMER, M.P.: *The Productivity Gap Between Europe and the United States: Trends and Causes*. 2008. In: *Journal of Economic Perspectives*. s. 25–44.

²³ MADUDOVA, E.: *Toward of the spatiality of the Information and Communication Technologies sector: Case study from the Slovak Republic*. 2016. In: *Business and Economic Horizons*. s. 29 –41.

²⁴ REHÁK, Š. – HUDEC, O. – BUČEK, M.: *Path dependency and path plasticity in emerging industries: Two cases from Slovakia*. 2013. In: *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie*. s. 14–28.

inštitúciami bola Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave a Fakulta elektrotechniky a informatiky Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, ktoré ešte k tomu bojovali naopak s nízkym záujmom zo strany študentov. Naopak veľký záujem bol o netechnické štúdium na Fakulte hospodárskej informatiky na Ekonomickej univerzite v Bratislave. Významným míľnikom bolo založenie Fakulty informatiky a informačných technológií Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Tretím stimulom IT rozvoja boli zahraničné investície v tomto priemysle. Začiatkom 90. rokov boli v Bratislave založené vývojové centrá globálnych IT firiem ako Hewlett-Packard a Siemens. Microsoft, SAS a SAP si založili lokálne pobočky za účelom podpory distribúcie ich produktov. Lákadlom IT investícií bola dostupnosť zručnej pracovnej sily, kvalitná telekomunikačná infraštruktúra, univerzitné programy v oblasti IT a samotná liberalizácia ekonomiky spojená so vstupom Slovenska do EÚ. Významný rast IT sektora bol sprevádzaný aj samotnou špecializáciou jednotlivých firiem. S poklesom predaja hardvéru sa firmy začali sústreďovať na vývoj softvéru, ochranu informácií alebo e-obchodu.²⁵ Pastor 2012 V tomto období vstúpili na bratislavský IT trh aj veľkí globálni hráči ako IBM, Dell, Accenture a Lenovo, ktorí v roku 2006 vytvorili viac ako 1000 pracovných miest.

Boom IT sektora spôsobil, že slovenské IT firmy nedokázali prilákať zamestnancov tak ako multinárodné spoločnosti a dochádzalo k migrácii zamestnancov medzi firmami. Neflexibilita pracovného trhu vyústila do rapídneho nárastu miezd v sektore. Kým prednedávnom bol hlavným zdrojom zisku spolupráca IT firiem s mobilnými operátormi a bankami, dnes je rast IT sektora podporovaný aj vďaka zákazke v oblasti verejnej správy a e-governmentu.²⁶

1.4.2 IKT v Košiciach

IT sektor v Košiciach bol súčasťou tradičného priemyslu ešte koncom 80. rokov minulého storočia. IT pozície boli vo výpočtových centrách, priemyselných vedeckých inštitúciách ako napr. Ústav metalurgie a ťažkého strojárstva či na univerzitách. V tom čase boli IT vedomosti priamo prepojené s ich aplikáciou v ťažkom strojárstve. Veľká oceliarska spoločnosť VSŽ bola už vtedy nositeľom inovácie v regióne. Jej politický a ekonomický význam je ešte za komunizmu umožnil používať najnovšie technológie z bývalých

²⁵ PÁSTOR, R. (2012): *Znalosti a inovácie v sektore informačno- komunikačných technológií*. In: Ekonomický časopis. 2012. s. 1024–1040.

²⁶ ITAS. 2016. *Importance of the ICT sector for Slovakia*. [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné na internete: <https://itas.sk/wp-content/uploads/2017/03/suhrn_itas_2016_en.pdf>

socialistických krajín ako aj zo západných. Prvý centrálny počítač IBM S/370 bol vo firme inštalovaný ešte v roku 1974. Dispozícia IBM technológií umožnila komunikáciu lokálnych informatikov s IBM konzultantmi. Povolené boli aj školenia pre softvérových inžinierov zastrešované nemeckou firmou Siemens.²⁷

Miestne univerzity reflektovali požiadavky trhu v regióne a ponúkali 2 druhy zamerania. Technické so špecializáciou na inžinierstvo, mechanizáciu a kybernetiku na Technickej univerzite v Košiciach. A matematické so zameraním na matematické a teoretické základy počítačovej vedy na Univerzite Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. Akademický výskum Technickej univerzity v Košiciach v oblasti počítačovej vedy bol ocenený na medzinárodných veľtrhoch Internemo v Kolíne nad Rýnom a Salon des Inventiones de Genève v roku 1972 za účelový počítať SIMUL. Neskôr v roku 1986 získal výskumný tím zlatú medailu na medzinárodnom veľtrhu v Brne za kontrolný robotický systém MYMR 50. V 90. rokoch minulého storočia v dôsledku transformácie hospodárstva došlo k významnému spin off firiem ELFA založenej počítačovými inžiniermi Fakulty elektrotechniky a informatiky Technickej univerzity v Košiciach a VSL Software zamestnancami Inštitútu informatiky na Univerzite Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach.²⁸

V priebehu 10 rokov bolo v Košiciach založených viacero spoločností poskytujúcich administráciu podnikateľských IT systémov či predaj hardvéru a softvéru. Niektoré firmy už vtedy boli schopné vyvinúť komplexné softvérové aplikácie ako napr. Telegrafia špecializovaná na vývoj varovných informačných systémov či iné firmy ako Lynx, ICOS a Novitech. IBM a Siemens si takisto v Košiciach otvorili pobočky. Po roku 2000 prišla ďalšia fáza nových IT firiem špecializujúcich sa na programovacie jazyky, počítačové hry, internet a mobilné technológie. Vstupom Slovenska do EÚ prišli na trh hráči ako T-Systems, RWE IT či Ness KDC.

Príchodom T-Systems do Košíc sa zmenila povaha IKT sektora v regióne. T-Systems iniciovali dialóg medzi školami, miestnymi zastupiteľstvami a v spolupráci so Strednou odbornou školou elektrotechnickou v Košiciach otvorili duálny program „Fachinformatiker“, po ktorého absolvovaní majú úspešní študenti garantované miesto vo firme.²⁹ Zároveň firma podporila aj vznik regionálnej asociácie Košice IT Valley, ktorej snahou bolo vytvorenie

²⁷ HUDEC, O. – ŠEBOVÁ, M.: The ICT Sector Evolution in an Industrial Region of Slovakia. 2012. In: Ekonomický časopis. s. 65–82.

²⁸ REHÁK, Š. – HUDEC, O. – BUČEK, M.: *Path dependency and path plasticity in emerging industries: Two cases from Slovakia*. 2013. In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie. s. 14–28.

²⁹ ITAS. 2016. *Importance of the ICT sector for Slovakia*. [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné na internete: <https://itas.sk/wp-content/uploads/2017/03/suhrn_itas_2016_en.pdf> s.8

regionálneho klastra, ale zároveň aj zmenu tradičného metalurgického imidžu Košického regiónu na moderný, informačno-telekomunikačný. V rámci asociácie sú viac aktívne medzinárodné firmy a budujú vzťahy s univerzitami. Avšak nie sú veľmi otvorené podnikateľskej kooperácii na regionálnej úrovni. Lokálne firmy nie sú aktívne v rámci Košice IT Valley, no naopak spolupracujú zmluvne na regionálnej úrovni. Niektoré z nich podporili vznik nového klastra Biterap zameraného viac na staré systémy a mechanizáciu.³⁰

1.4.3 Súčasný stav IKT na SVK

V roku 2016 sa IKT sektor podieľal 4,6% na slovenskom HDP.³¹ IKT spoločnosti ponúkajú na Slovensku štyrikrát viac pracovných ponúk ako je dostupných zamestnancov. V súčasnosti 2,9%³² zamestnancov pracuje v IKT a v roku 2014 zaplatili títo pracovníci 129 miliónov eur na daniach. Samotné firmy prispeli štátu formou korporátnej dane vo výške 167 miliónov eur.³³ Zaujímavým faktom je, že návratnosť štátnej pomoci v IKT sektore je 0,7 roka, kdežto v automobilovom priemysle až 4,2 roka.³⁴ Takisto medziročný nárast mzdy v IKT dosahuje až 8,3%, ale vo všeobecnosti je úroveň na Slovensku iba 4,1%.³⁵ Očakáva sa, že v najbližších rokoch bude IKT pre našu ekonomiku zohrávať ešte väčšiu rolu. Slovensko s tradične silným priemyselným zázemím čelí revolučným zmenám ako Industry 4.0 alebo digitálna transformácia podnikov, čo si za účelom udržania konkurencieschopnosti ekonomiky bude vyžadovať viac IKT odborníkov.

Analýza úrovne informačnej spoločnosti na základe medzinárodných ratingov ukázala, že Slovensko dosahuje priemerné či dokonca podpriemerné hodnoty. Výhľady do budúcnosti taktiež predpovedajú stagnáciu až úpadok. Slovensko sa nachádza až na 20. priečke v rámci EÚ 28 v hodnotení rozvoja IKT sektora.³⁶ Čo sa týka indexu rozvoju IKT tak sa Slovenská republika umiestnila na 46. pozícii a to vďaka nízkym hodnotám Digitálnej ekonómie a Indexu

³⁰ REHÁK, Š. – HUDEC, O. – BUČEK, M.: *Path dependency and path plasticity in emerging industries: Two cases from Slovakia*. 2013. In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie. s. 14–28.

³¹ SARIO. 2018. *Information & Communication Technology Sector in SLOVAKIA*. [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné na internete: <<https://www.sario.sk/sites/default/files/content/files/sario-ict-sector-in-slovakia-2018-09-20.pdf>> s. 3

³² Tamtiež. s. 3

³³ ITAS. 2016. *Importance of the ICT sector for Slovakia*. [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné na internete: <https://itas.sk/wp-content/uploads/2017/03/suhrn_itas_2016_en.pdf> s. 3

³⁴ Tamtiež. s. 3

³⁵ ITAS. 2016. *Importance of the ICT sector for Slovakia*. [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné na internete: <https://itas.sk/wp-content/uploads/2017/03/suhrn_itas_2016_en.pdf> s. 4

³⁶ ITAS. 2016. *Importance of the ICT sector for Slovakia*. [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné na internete: <https://itas.sk/wp-content/uploads/2017/03/suhrn_itas_2016_en.pdf> s. 4

spoločnosti 2017.³⁷ Slovenská republika sa nachádza v skupine krajín s nízkou výkonnosťou a výsledkami tesne nad priemerom. Najslabším článkom sa javí verejný sektor. Slovensko zaostáva v oblasti vymožitelnosti práva a technológie verejného obstarávania sa radia medzi najmenej progresívne z globálneho, ale aj lokálneho hľadiska.³⁸

Ďalšou kľúčovou oblasťou pre perspektívu IKT sektora na Slovensku je ľudský kapitál. Nedostatočné množstvo kvalifikovanej pracovnej sily je taktiež jednou z príčin spomalenia rastu IKT sektora. IKT si vyžaduje vysokokvalifikovaných a úzko špecializovaných ľudí. Táto požiadavka je závislá od fungovania vzdelávacích a verejných inštitúcií. A momentálne nie je viditeľná podpora zo strany štátu, tak ako je to v prípade automobilového priemyslu. Slovensko trpí nedostatkom IT absolventov. V roku 2014 zo všetkých absolventov bolo iba 3,8% študentov IT.³⁹ Zároveň je citeľný aj nedostatok učiteľov informatiky a v dôsledku nízkych plátov učiteľov sa nepredpokladá, že by IT špecialisti opustili svoju prácu, aby sa venovali žiakom na škole. No napriek tomu IT gramotnosť žiakov základných a stredných škôl nie je nízka či nedostatočná. Slovenskí žiaci sa na základe výsledkov ICLS testov zaradili medzi krajiny ako je Nemecko, Slovensko a Chorvátsko s vysokým potenciálom zlepšenia sa v závislosti od vybavenia škôl.⁴⁰ Výzvou je aj schopnosť fakúlt zaujať mladých ľudí o štúdium informatiky. O zvýšenie atraktívnosti IKT sa začali pokúšať samotné firmy či neziskové organizácie ako sme už uviedli na príklade T-Systems v Košiciach, kde v spolupráci so Strednou odbornou školou elektrotechnickou v Košiciach vznikol nový odbor na škole. Nezisková organizácia Aptech Europe v spolupráci s Accenture rozbehla projekt „IT v kurze“, za účelom zvýšenia IT zručností mladých ľudí a ich uplatnenia na pracovnom trhu. V minulom roku táto spolupráca pripravila vzdelávací program Ženy v (IT) kurze, kde sa absolventky po úspešnom ukončení školení a stáže majú možnosť uchádzať o pozície IT alebo SW Tester, Junior Java či Junior C# Developer v Accenture.⁴¹

V roku 2012 vzniklo občianske združenie Aj Ty v IT s víziou zvýšenia záujmu žien o IKT, nakoľko sa počet dievčat na IT fakultách pohybuje v rozmedzí 3 - 5% a odstránenia predsudkov ohľadom IT profesií. Cieľom združenia je dosiahnuť, aby z celkového počtu študentov bolo 30% dievčat a aby 40% IT pozícií bolo obsadených ženami. Záber združenia je

³⁷ ITU. 2017. *Global ICT Development Index*. [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné na internete: <<http://www.itu.int/net4/itu-d/idi/2017/index.html>>

³⁸ ITAS. 2016. *Importance of the ICT sector for Slovakia*. [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné na internete: <https://itas.sk/wp-content/uploads/2017/03/suhrn_itas_2016_en.pdf> s. 7

³⁹ Tamtiež. s. 7

⁴⁰ Tamtiež. s. 8

⁴¹ Ženy v (IT) kurze. ROBÍME IT. 2018. [online]. cit. 2019-03-13]. Dostupné na internete: <<https://robime.it/zeny-v-it-kurze/>>

široký. Organizuje workshopy ako napr. základy JavaScript, HTML, CSS, tvorba webov. Organizuje diskusie a programy pre základné a stredné školy či stretnutia s úspešnými ženami v IT.⁴²

1.5 Súčasný stav IKT vo svete

Podľa výskumu medzinárodnej konzultačnej agentúry pre rozvoj globálny priemysel informačných technológií je v roku 2019 na tempe dosiahnuť 5 biliónov⁴³ dolárov. Ekonomiky, pracovné miesta a osobné životy sa stávajú čoraz viac digitálnejšie, viac prepojené a čoraz viac automatizované. Vlny inovácií budované časom poháňajú motor rastu technológií, ktorý sa zdá byť na pokraji ďalšieho významného skoku vpred.

Spojené štáty americké sú najväčším technologickým trhom na svete. Predstavujú 31% z celkového objemu, čomu zodpovedá približne 1,6 bilióna USD za rok 2019.⁴⁴ V USA ako aj v mnohých iných krajinách tvorí technologický sektor významnú časť hospodárskej činnosti. Cyberstates správa spoločnosti CompTIA odhaľuje hospodársky vplyv amerického technologického sektora meraného ako % HDP, ktorý prevyšuje väčšinu ostatných odvetví vrátane významných odvetví ako sú maloobchod, stavebníctvo a doprava.

V rámci globálnych regiónov je ten Ázijsko-Pacifický najväčší a predstavuje približne jeden z troch technologicky vynakladaných dolárov na celom svete. Mnohé krajiny APEC⁴⁵ sú špičkami v kategóriách ako je IT infraštruktúra, softvér a služby, ale objavujú sa aj na vedúcich pozíciách v nových oblastiach ako je napríklad robotika.⁴⁶

Podľa Cyberstates správy v roku 2019 narastie globálny informačno- technologický priemysel o 4,0%.⁴⁷ Optimistická prognóza rastu je až v rozpätí 6,4% s najnižšou úrovňou 1,5%. Ide o širší rozsah prognóz, než aký bol zaznamenaný v uplynulých rokoch, čo znamená, že predstavitelia priemyslu vidia možnosť extrémnejších rozdielov v scenároch rastu. Podľa nich, ak by sa zachoval dopyt zákazníkov po produktoch a službách v oblasti základných technológií a výdavky na rozvíjajúce sa technológie budú rásť, bolo by možné dosiahnuť rast vo výške 6% alebo viac. Naopak, globálne spomalenie dopytu alebo akékoľvek spomalenie v zavádzaní

⁴² O nás. AJ TY V IT. 2019. [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné na internete: <<https://www.ajtyvit.sk/o-nas/>>

⁴³ COMPTIA. *Industry overview*. 2019. [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné na internete: <<https://www.comptia.org/resources/it-industry-trends-analysis>>

⁴⁴ Tamtiež.

⁴⁵ Ekonomické zoskupenie Ázie a Tichomoria

⁴⁶ COMPTIA. *Industry overview*. 2019. [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné na internete: <<https://www.comptia.org/resources/it-industry-trends-analysis>>

⁴⁷ Tamtiež.

nových technológií by mohlo dostatočne tlmiť rast tak, aby sa posunul smerom k pesimistickej strane 1,5%.⁴⁸

1.6 IKT sektor v Estónsku

V praktickej časti tejto práce sme sa rozhodli porovnávať slovenský IKT sektor s estónskym, nakoľko sa jedná o jeden z najrozvinutejších a najinovatívnejších IKT sektorov v centrálnej a východnej Európe. Zároveň sme toho názoru, že východisková pozícia Slovenska a Estónska bola veľmi podobná, nakoľko sa jedná o postkomunistické krajiny, ktoré v rovnakom čase vstúpili do EÚ.

S populáciou iba 1,3 mil. obyv. sa Estónsko zaraďuje medzi ekonomiku založenú na inováciách. Dôkazom je aj obrovský počet softvérových start up podnikov, ktoré tam vznikli v priebehu posledného desaťročia. Pokusy o vybudovanie informačnej spoločnosti či znalostnej ekonomiky v Estónsku sa javia už od získania samostatnosti. Vláda prijala viacero dokumentov v oblasti IKT s cieľmi ako zvýšenie exportu IKT, zavedenie e-služieb vo všetkých štátnych agentúrach, zvýšenie efektívnosti verejného sektora, rozšírenie elektronickej demokracie, udržiavanie úrovne IKT v Estónsku na priemere EÚ, rozšírenie digitálnej gramotnosti, podpora výskumu a vývoja IKT či zriadenie národného centra pre bezpečnosť IT ako kontaktného miesta pre všetky inštitúcie EÚ.⁴⁹ Ďalšou dôležitou oblasťou pre rozvoj informačnej spoločnosti sú výskum, vývoj a inovácie

V Estónsku rozlišujeme medzi dvoma druhmi IKT firiem, a to softvérový sektor a IKT spracovateľský sektor. IKT spracovateľský sektor sa prevažne orientuje na export a je veľkej miere založený na PZI. Naopak podiel na exporte zo strany softvérového sektora je minimálny v porovnaní s počtom firiem, ktoré ho vytvárajú.⁵⁰ Jeho vývoj bol do značnej miery podporený vládnyimi krokmi podporujúcimi uchádzanie sa týchto spoločností na budovanie elektronickej verejnej správy s možnosťou dlhodobej spolupráce, čo prispelo k úspechu týchto firiem.⁵¹ Avšak novo začínajúce firmy so špecializovanými softvérovými riešeniami musia premýšľať od začiatku o vstupe na zahraničný trh.

⁴⁸ Tamtiež.

⁴⁹ THE ESTONIAN GOVERNMENT. 2004. *Principles of the Estonian Information Policy 2004-2006*. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <https://vm.ee/sites/default/files/content-editors/web-static/038/Governments_European_Policy_for_2004-2006.pdf> s. 4-5

⁵⁰ KALVET, T.: *The Estonian ICT Manufacturing and Software Industry. Current State and Future Look*. 2003. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <<http://is.jrc.ec.europa.eu/pages/ISG/documents/eur21193enICTIndustryEstonia.pdf>> s. 16

⁵¹ KRULL, A. 2003. *ICT Infrastructure and E-Readiness Assessment Report*. 2003. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <<https://core.ac.uk/download/pdf/11870795.pdf>> s. 4

E-government Estónska je považovaný za jeden z najlepších príkladov v Európe na uľahčenie interakcie jednotlivcov a podnikov s vládou.⁵² Percentuálny podiel služieb, ktoré ponúkajú kompletnú elektronickú správu prípadov dosahuje viac ako 90%.⁵³ Digitálne podpisy sú bežnou súčasťou v rámci fungovania štátnej a miestnych samospráv, verejnoprávnických, právnických či súkromných osôb. Estónsko je prvou krajinou na svete, ktorá svojim občanom na celom svete umožňuje hlasovať prostredníctvom internetu vo voľbách. Estónsky preukaz totožnosti slúžiaci na elektronickú autentifikáciu a autorizáciu je kľúčom k fungovaniu estónskych e-služieb.⁵⁴ Bez existencie infraštruktúry by to nebolo možné.

S budovaním moderného bankového systému začala éra vedúceho softvér sektora v Estónsku.⁵⁵ Od nezávislosti Estónska bankovníctvo a telekomunikácie boli kľúčovými hnacími motormi IKT. Na jeho vzniku malo obrovský podiel obnovenie vládnych štruktúr, vznik bankového systému súkromného sektora a rýchly vývoj vo veľkoobchode. Estónsky bankový systém v skutočnosti stanovil normy pre poskytovanie elektronických služieb súkromného a verejného sektora.⁵⁶

Estónsko má veľký počet podporných organizácií, ako sú techno-parky, inkubátory, podporné orgány pre podniky či diverzifikované možnosti financovania. Estónsko je taktiež známe svojou iniciatívou v oblasti IKT na úrovni základného všeobecného vzdelávania. V roku 1997 bola založená nadácia Tiger Leap Foundation s cieľom poskytnúť podporu pri obstarávaní IKT zariadení pre všeobecné vzdelávacie školy a vďaka silnej politickej podpory prispela k zvýšenému prenikaniu IKT do škôl.⁵⁷ Hlavnými poskytovateľmi IKT vzdelávania v Estónsku sú dve verejné vysoké školy, Tallinská University of Technology a University of Tartu, a súkromná vysoká škola The Estonian Information Technology College.

⁵² EXPERT GROUP. 2012. *Peer-Review of the Estonian Research and Innovation System Steady Progress towards Knowledge Society*. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <<https://www.hm.ee/sites/default/files/erac.pdf>> s. 20

⁵³ EUROPEAN COMMISSION. 2017. *The Eu Ict Sector And Its R&D Performance*. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:FdP7z4_hToIJ:ec.europa.eu/newsroom/document.cfm%3Fdoc_id%3D44503+&cd=1&hl=sk&ct=clnk&gl=de>

⁵⁴ E-IDENTITY. E-estonia. 2019. [online]. cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <<https://e-estonia.com/solutions/e-identity/id-card/>>

⁵⁵ KALVET, T.: *The Estonian Information Society Developments Since the 1990s*. 2007. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <<http://praxis.ee/wp-content/uploads/2014/03/2007-Estonian-information-society-developments.pdf>> s. 17

⁵⁶ KALVET, T.: *The Estonian ICT Manufacturing and Software Industry. Current State and Future Look*. 2003. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <<http://is.jrc.ec.europa.eu/pages/ISG/documents/eur21193enICTIndustryEstonia.pdf>> s. 7

⁵⁷ KRULL, A. 2003. *ICT Infrastructure and E-Readiness Assessment Report*. 2003. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <<https://core.ac.uk/download/pdf/11870795.pdf>> s. 4

Vedecká excelentnosť a výskum a vývoj v oblasti IKT v Estónsku súvisí aj s faktom, že v krajine existovala určitá výroba IKT priemyslu ešte počas jeho účasti v Sovietskom zväze. Takmer všetky bývalé štátne organizácie mali svoje výpočtové stredisko a obe univerzity poskytovali kvalitné vzdelanie v odbore. Prvé počítačové centrá boli založené na univerzitách ešte začiatkom 60. rokov. Počítače druhej generácie sovietskej výroby Ural a Minsk boli použité ako vo vedeckom výskume, tak aj v oblasti IT vzdelávania na univerzitách. IT špecialisti z estónskeho Inštitútu pre kybernetiku sa podieľali na vývoji softvérov pre ministerstvá ZSSR.⁵⁸ V súčasnosti sa Inštitút kybernetiky špecializuje teóriu riadenia v oblasti aplikovanej matematiky a teoretickej mechaniky a vybraných oblastí informatiky a informačných technológií ako napr. programovacím jazykom, špecifikáciám a overovaniu časovaných a hybridných systémov, databáz a informačných systémov. Inštitút bol tiež motorom takmer všetkých celonárodných iniciatív v oblasti IKT.

⁵⁸ KALVET, T.: *The Estonian Information Society Developments Since the 1990s*. 2007. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <<http://praxis.ee/wp-content/uploads/2014/03/2007-Estonian-information-society-developments.pdf>> s. 20-21

2 Cieľ práce, metodika práce a metódy skúmania

Druhá kapitola diplomovej práce je venovaná vymedzeniu cieľa záverečnej práce, metodike práce a popisu metód skúmania, teda vedeckých metód využitých k vypracovaniu tejto záverečnej práce.

2.1 Cieľ práce

Hlavným cieľom diplomovej práce je modelovanie a analýza faktorov rastu IKT priemyslu na Slovensku prostredníctvom dátovej analýzy obalov (DEA) založených na vyšetrovaní zmien Malmquistových indexoch, ktorých hodnotenie výkonnosti a efektivity odzrkadľuje trend rastu produktivity.

2.2 Metodika práce a metódy skúmania

Pre DEA metódu sme sa rozhodli na základe faktu, že nie sú kladené bariéry ohľadom výberu vstupných a výstupných veličín. Túto výhodu sme sa snažili pretaviť do komplexnej analýzy IKT priemyslu výberom veličín, ktoré sa vzťahujú na vývoj priemyslu nielen z pohľadu firiem a ekonomických ukazovateľov, ale aj z pohľadu interaktivity štátu v IKT priemysle.

Na modelovanie a analýzu IKT sektoru sme použili voľne dostupný počítačový program DEAP Verzia 2.1 napísaný Timom Coellim. Tento program sa používa na vykonávanie údajov analýzy obalov (DEA, na výpočet technickej a nákladovej efektívnosti a taktiež na výpočet indexov Malmquist TFP).⁵⁹

Tento počítačový program môže zvážiť rôzne modely. Tri hlavné možnosti sú:⁶⁰

1. Štandardné modely CRS a VRS DEA, ktoré zahŕňajú výpočet technickej efektívnosti a účinnosti meradla ak je to vhodné.
2. Rozšírenie uvedených modelov s cieľom zohľadniť nákladovú a alokačnú efektívnosť.
3. Aplikácia metód Malmquist DEA na panelové údaje na výpočet indexov zmeny celkovej produktivity faktorov (TFP); technologické zmeny; zmena technickej efektívnosti a zmena efektívnosti rozsahu.

⁵⁹ THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND. 2019. *Software*. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <<https://economics.uq.edu.au/cepa/software>>

⁶⁰ COELLI, T. J.: *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*. 1996. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <<http://www.owlnet.rice.edu/~econ380/DEAP.PDF>> s. 2

Všetky metódy sú dostupné vo vstupnej alebo výstupnej orientácii s výnimkou možnosti nákladovej efektívnosti. Výstupy z programu zahŕňajú technické, rozsahové, alokačné a nákladové odhady efektívnosti, zvyškové vôle (slacks), jednotky podobnej povahy (peers), indexy TFP a technologické zmeny.

Ďalej sme popísali používanie počítačového programu DEAP. Tento program je napísaný vo Fortran (Lahey F77LEM / 32) pre počítače kompatibilné s IBM. Je to DOS program, ale dá sa ľahko spustiť v prostredí WINDOWS pomocou FILE MANAGERu. Program zahŕňa jednoduchý dávkový súborový systém, kde užívateľ vytvorí dátový súbor a malý súbor obsahujúci pokyny. Používateľ potom spustí program zadaním príkazu „DEAP“ v príkazovom riadku DOS18 a potom sa zobrazí výzva na zadanie názvu súboru s inštrukciou. Program potom vykoná tieto pokyny a vytvorí výstupný súbor, ktorý je možné čítať pomocou textového editora, ako je napríklad NOTEPAD alebo pomocou textového procesora, ako je napríklad WORD. Uskutočnenie DEAP verzie 2.0 na IBM PC spravidla zahŕňa päť súborov:

- 1) Spustiteľný súbor DEAP.EXE
- 2) Štartovací súbor DEAP.000
- 3) Dátový súbor (napríklad TEST.DTA)
- 4) Inštrukčný súbor (napríklad nazvaný TEST.INS)
- 5) Výstupný súbor (napríklad TEST.OUT).

Spustiteľný súbor a štartovací súbor sa dodávajú na disk. Start-up súbor DEAP.000, je súbor, ktorý uchováva kľúčové hodnoty parametrov, ktoré užívateľ môže alebo nemusí meniť. Údaje a súbory inštrukcií boli vytvorené ešte pred spustením programu. Výstupný súbor bol vytvorený pomocou DEAP počas vykonávania. Príklady dát, inštrukcií a výstupných súborov sú uvedené v nasledujúcich častiach.

Primárnym objektom teoretickej časti bol IKT a faktory rastu IKT. Za účelom pracovania s najrelevantnejšími dátami súvisiacimi s témou našej diplomovej práce sme pomocou metódy abstrakcie museli selektovať z veľkého množstva odbornej literatúry. Počas písania diplomovej práce sme pracovali s čo najaktuálnejšími, aby sme priblížili aktuálny stav.

Zdrojom informácií pre vypracovanie teoretickej časti bola pre nás predovšetkým zahraničná literatúra. Pracovali sme aj s vedeckými časopismi ako Journal of Global Information Management či Communications of the ACM, ktoré nám poskytli množstvo odborných článkov venujúcim sa problematike IKT. Keďže hlavným objektom tejto

diplomovej práce je IKT na Slovensku, pri jej písaní sme pracovali aj so slovenskou odbornou literatúrou. Významným zdrojom boli pre nás diela od Bučeka, Hudeca, Pástora, Reháka a Šebovej, ktorí sa vo svojich publikáciách venujú výskumu danej problematiky na Slovensku. Významným zdrojom informácií bola pre nás aj štúdia *Importance of the ICT sector for Slovakia*, ktorú vypracovala IT Asociácia Slovenska združujúca najvýznamnejšie slovenské a zahraničné firmy pôsobiace v IT sektore na Slovensku.

3 Použité metódy skúmania

Meranie efektívnosti je jednou z najčastejších oblastí, ktorými sa zaoberá moderná veda o aplikácii matematických metód v ekonomickej analýze. Moderné meranie efektivity začalo v 50. rokoch Farrellovou štúdiou o meraní produktívnej efektívnosti. Ako podklad mu slúžili práce Koopmansa, Debreua a Shepharda. Koopmans⁶¹ sa vyznačoval tým, že ako prvý definoval pojem technickej efektívnosti. Debreu⁶² zaviedol dištančné funkcie ako spôsob modelovania technológie s viacerými výstupmi a merania radiálnej vzdialenosti výrobcu od hranice v smere rozširovania výstupu. A Shephard⁶³ ukázal, že radiálna vzdialenosť výrobcu od hranice môže byť meraná rovnakým spôsobom v smere zachovania vstupu.

Pre rozvoj merania efektívnosti bolo rozhodujúce spojenie funkcií vzdialenosti s opatreniami technickej efektívnosti. Farrell sa ako prvý zaoberal empirickým meraním produktivity a na margo toho poznamenal: „problém merania produktívnej efektívnosti priemyslu je dôležitý tak pre ekonomického teoretika, ako aj pre tvorca hospodárskej politiky. Ak sa majú teoretické argumenty týkajúce sa relatívnej efektívnosti rôznych ekonomických systémov podrobiť empirickému testovaniu, je nevyhnutné, aby bolo možné vykonať niektoré skutočné merania efektívnosti. Podobne, ak sa ekonomické plánovanie má zaoberať konkrétnymi priemyselnými odvetviami, je dôležité vedieť, do akej miery sa dá očakávať, že daný priemysel zvýši svoju produkciu jednoduchým zvýšením svojej efektívnosti bez toho, aby absorboval ďalšie zdroje.“⁶⁴ Dokázal skombinovať merania viacerých vstupov a výstupov do primeranej miery efektívnosti a ukázal, ako definovať nákladovú efektívnosť a ako ju rozložiť na jej technické a alokačné komponenty. Išlo o všeobecné a ľahko aplikovateľné opatrenia na všetky výrobné organizácie či hospodárstvo, čo umožnilo porovnávanie celých krajín. Farrellovo sformulovanie viacnásobného výstupného prípadu povzbudilo Charnesa⁶⁵ k vývoju neparametrickej techniky merania účinnosti známej aj ako Analýzy dátových obalov na riešenie niektorých obmedzení tradičných prístupov benchmarkingu.

⁶¹ KOOPMANS, T. C.: *Activity Analysis of Production and Allocation*. 1951. s. 33-98

⁶² DEBREU, G.: *The Coefficient of Resource Utilization*. In: *Econometrica*. 1951. s. 273-292.

⁶³ SHEPHARD, R. W. *Cost and Production Functions*. 1981. s. 3-8

⁶⁴ FARRELL, M. J.: *The measurement of productive efficiency*. In: *Journal of the Royal Statistical Society*. 1957. s. 253.

⁶⁵ CHARNES, A. – COOPER, W. W. – RHODES, E.: *Measuring the Efficiency of Decision Making Units*. In: *European Journal of Operational Research*. 1978. s. 429 - 444.

3.1 Analýza dátových obalov

Metodika Analýzy dátových obalov (ďalej iba DEA) je odvodená z klasickej mikroekonomickej teórie výroby. Využíva sa na vyhodnocovanie technickej efektívnosti jednotiek podobnej povahy. Ide o tzv. rozhodovacie jednotky (DMU), ktoré používajú rovnaké viacnásobné vstupy a produkujú rovnaké viacnásobné výstupy. Vstupmi rozumieme veličiny, ktoré sú spotrebúvané pri vykonávaní ekonomickej činnosti a výstupy sú naopak výsledkom ekonomickej činnosti. V konečnom dôsledku nejde o nič iné ako pomer váženého súčtu výstupu a váženého súčtu vstupov.

$$e = \frac{y}{x},$$

X vstupy

Y výstupy

Výhodou je, že každá DMU môže byť vyjadrená v rôznych meracích jednotkách. Na priradenie váhy DMU jednotkám pri vstupoch a výstupoch sa využíva metóda, ktorá každému DMU priradí čo najadekvátnejší súbor váh. Týmto spôsobom sa dá vyhnúť subjektívnemu hodnoteniu ich dôležitosti, čo prispieva k objektívnosti analýzy.

Celý postup je založený na empirických údajoch o vstupoch a výstupoch všetkých pozorovaných DMU zahrnutých do lineárneho modelu DEA. Hranica vstupov zdola a výstupov zhora vytvára hranicu produkčných možností tvorenú súborom DMU, ktoré vykazujú osvedčené postupy a majú hodnotenie „1“. Efektívne jednotky teda ležia na hranici efektívnosti a neefektívne sa nachádzajú vo vnútri množiny produkčných možností.

Následne sa priradia úrovne efektivity v rozsahu od 0 do 1 ostatným hraničným jednotkám na základe ich vzdialeností od hranice efektívnosti. Stupeň neefektívnosti sa pripisuje nadbytkom vstupov alebo výpadkom výkonu, ktoré možno napraviť ich plánovaním v rámci hranice efektívnosti. Týmto spôsobom metóda kombinuje a transformuje viacero vstupov a výstupov do jedného indexu efektívnosti. Vzhľadom na to, že účinná hranica predstavuje už existujúci súbor DMU, ide teda o dosiahnuteľný cieľ, o ktorý by sa mali usilovať neefektívne DMU úpravou svojich vstupov, aby sa mierou efektivity vyrovnali vzorovej jednotke.

$$\text{Max: } z = \frac{\sum_{i=1}^r u_i y_{iq}}{\sum_{j=1}^m v_j x_{jq}}$$

$$\text{Za podmienky: } \frac{\sum_{i=1}^r u_i y_{ik}}{\sum_{j=1}^m v_j x_{jk}} \leq 1; \quad k = 1, \dots, n$$

$$u_i, v_j > 0; \quad i = 1, \dots, r; \quad j = 1, \dots, m,$$

V rámci DEA metódy bolo vyvinutých množstvo modelov, ktoré sa odlišujú ponímaním výnosov z rozsahu (konštantné alebo premenlivé), orientáciou modelu na minimalizáciu vstupov alebo maximalizáciou výstupov či početnými rozšíreniami.

Medzi najčastejšie používané DEA modely sa považujú CCR a BCC, ktoré sú pomenované po iniciálach ich autorov. Model CCR je postavený na predpoklade konštantných výnosov z rozsahu (CRS) a prináša objektívne hodnotenie celkovej efektívnosti. Model BCC predstavuje jedno z rôznych teoretických rozšírení, ktoré boli vyvinuté na základe pôvodného modelu CCR. Za predpokladu variabilných výnosov z rozsahu odhaduje čistú technickú efektívnosť na danej stupnici a identifikuje či existujú možnosti zvyšovania, znižovania alebo konštantnej efektívnosti. BCC model existuje v troch variáciách ako VRS (variabilné výnosy z rozsahu), NIRS (nerastúce výnosy z rozsahu) a NDRS (neklesajúce výnosy z rozsahu).

Model DEA možno modifikovať v závislosti od zvolenej výslednej stratégie, a preto rozlišujeme medzi orientáciou na redukciu vstupov (model orientovaný na vstupy) alebo zväčšovanie výstupu (model orientovaný na výstup). Rozdiel medzi rozdielne orientovanými modelmi vedie k rôznym projekčným hodnotám neefektívnej entity v rámci efektívnej hranici. Preto sa vzdialenosti od neefektívnej entity k samotným projekciám líšia. Dosiahnutie rovnakého stupňa efektivity nie je rovnako dosiahnuteľné rozdielnymi modelmi, nakoľko menšia vzdialenosť je zvyčajne ľahšie prekonateľná.

Inputovo orientovaný model DEA⁶⁶

$$\text{Min: } g = \sum_{j=1}^m v_j x_{jq}$$

$$\begin{aligned} \text{Za podmienky: } & \sum_{i=1}^r u_i y_{ik} \leq \sum_{j=1}^m v_j x_{jk}; \quad k = 1, \dots, n \\ & \sum_{i=1}^r u_i y_{iq} = 1 \\ & u_i, v_j > 0; \quad i = 1, \dots, r; \quad j = 1, \dots, m. \end{aligned}$$

⁶⁶ JABLONSKÝ, J. – DLOUHÝ, M.: *Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek*. 2004. s. 114

Outputovo orientovaný model DEA⁶⁷

$$\text{Max: } z = \sum_{i=1}^r u_i y_{iq}$$

$$\begin{aligned} \text{Za podmienky: } & \sum_{i=1}^r u_i y_{ik} \leq \sum_{j=1}^m v_j x_{jk}; \quad k = 1, \dots, n \\ & \sum_{j=1}^m v_j x_{jq} = 1 \\ & u_i, v_j > 0; \quad i = 1, \dots, r; \quad j = 1, \dots, m. \end{aligned}$$

V rámci modelu DEA existuje aj mnoho „neorientovaných“ modelov ako napr. aditívny model, model Slacks Based Measure (SBM) či multiplikatívny model. Tieto modely poskytujú schopnosť súčasne minimalizovať vstupy a maximalizovať výstupy. Na základe BCC modelu Charnes a kol.⁶⁸ vyvinuli aditívny model, ktorý je prekladom invariantný na vstupoch a výstupoch, čo znamená, že presun pôvodných vstupných alebo výstupných hodnôt bude mať za následok rovnaké optimálne riešenie. Model SBM, navrhnutý Tonem,⁶⁹ je rozšírením aditívneho modelu s meradlom efektívnosti z invariantného a monotónneho modelu. Charnes a kol.⁷⁰ vyvinuli multiplikatívny model, v ktorom boli údaje transformované pomocou logaritmickéj štruktúry.

Bez ohľadu na typ, orientáciu či rôzne rozšírenia DEA modely ponúkajú širokú škálu relevantných a užitočných postupov ako hodnotiť jednotky s viacerými druhmi vstupov a výstupov.⁷¹ Výhodou je, že existuje miera efektívnosti pre každú jednotku, takisto ako aj zdroje neefektívnosti. Takisto nie je potrebné zadefinovať tvar produkčnej hranice či rozloženie dát a náhodnej zložky.⁷² Pre neefektívne jednotky dokáže DEA model identifikovať súvisiace efektívne jednotky v rámci hranice a samotné nasmerovanie k tomuto referenčnému súboru. DEA model tak predstavuje zdroj informácií pre efektívne pridelenie zdrojov či ich efektívne nasmerovanie a používa sa aj ako nástroj benchmarkingu.

⁶⁷ JABLONSKÝ, J. – DLOUHÝ, M.: *Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek*. 2004. s. 114

⁶⁸ CHARNES, A. – COOPER, W. W.: *Preface to Topics in Data Envelopment Analysis*. In: *Annals of Operations Research*. 1985. s. 59-94.

⁶⁹ TONE, K.: *A Slacks-based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis*. In: *European Journal of Operational Research*. 2001. s. 498-509.

⁷⁰ CHARNES, A. – COOPER, W. W. – Seiford, L. – Stutz, J.: *A multiplicative model for efficiency analysis*. In: *Socio-Economic Planning Sciences*. 1982. s. 223-224.

⁷¹ HOMBURG, C.: *Using data envelopment analysis to benchmark activities*. In: *International Journal of Production Economics*. 2001, s. 51-58.

⁷² CANTOS, P. – PASTOR, J. – M. SERRANO, L.: *Productivity, efficiency and technical change in the European railways: A non-parametric approach*. In: *Transportation*. 1999, s.339.

Jednou z hlavných nevýhod metódy DEA je fakt, že nezohľadňuje možné chyby.⁷³ Zároveň ide o neparametrickú metódu, ktorá neumožňuje vykonať testovanie hypotéz a takisto neumožňuje vykonať štatistickú analýzu.⁷⁴

3.2 Malmquist index

Malmquist Index produktivity (MPI) meria zmenu produktivity spolu s časom a môže byť rozložený na zmeny v efektívnosti a technológii s neparametrickým prístupom podobným DEA.⁷⁵ Malmquistov index zaviedol Caves a pomenoval ho po Malmquistovi, ktorý navrhol index vstupných veličín ako pomer dištančných funkcií.⁷⁶

Rozklad produktivity na technickú zmenu a efektívnosť dobiehania vyžaduje použitie súčasnej verzie údajov a časových variantov technológie v sledovanom období. MPI môže byť vyjadrená pomocou funkcie vzdialenosti a pomocou pozorovaní v čase t a $t + 1$, kde I určuje orientáciu modelu.⁷⁷

$$MPI_I^t = \frac{E_I^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_I^t(x^t, y^t)}$$

$$MPI_I^{t+1} = \frac{E_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_I^{t+1}(x^t, y^t)}$$

4 Výsledky práce a diskusia

4.1 Inputy a Outputy

Investície do IKT

⁷³ JORGE, J. – SUAREZ, C.: *Has the efficiency of European railway companies been improved?* In: European Business Review. 2003, s. 214

⁷⁴ NAKANISHI, Y. J. – FALCOCCHIO, J. C.: *Performance Assessment of Intelligent Transportation Systems Using Data Envelopment Analysis*. In: Research in Transportation Economics. 2004. s. 184.

⁷⁵ KYONG-ROCK, L. – BYUNG-IN, L. – CHOON WOO, L. – CHOONJOO L.: *Malmquist Productivity Index using DEA frontier in Stata*. 2011. In: The Stata Journal. s.2-3

⁷⁶ CAMANHO, A. S. – DYSON, R. G.: *Data envelopment analysis and Malmquist indices for measuring group performance*. 2006. In: Journal of Productivity Analysis. s.36

⁷⁷ KYONG-ROCK, L. – BYUNG-IN, L. – CHOON WOO, L. – CHOONJOO L.: *Malmquist Productivity Index using DEA frontier in Stata*. 2011. In: The Stata Journal. s.2-3

Zdrojom dát ohľadom IKT investícií nám bola dátová banka OECD. Na základe metodológie OECD investície do IKT majú tri zložky: zariadenia informačných technológií (počítače a súvisiaci hardvér), komunikačné zariadenia a softvér. Softvér obsahuje prednastavený softvér, softvér a softvér vyvinutý na mieru.

Investície do IKT sa uvádzajú ako podiel hrubého domáceho produktu a ako časť tvorby hrubého fixného kapitálu. Príspevok investícií do IKT k rastu HDP sa zameriava na príspevok kapitálu a odráža príspevok kapitálových služieb IKT, produktivity práce a multifaktorovej produktivity prostredníctvom harmonizovaných deflátorov.⁷⁸ Investície do IKT sú zobrazené ako % HDP.

Percentuálny podiel sektora IKT na HDP

Od roku 2008 je definícia sektora IKT založená na klasifikácii NACE Rev. 2⁷⁹ takto:

IKT celkom (261 + 262 + 263 + 264 + 268 + 951 + 465 + 582 + 61 + 62 + 631)

Kde:

261 Výroba elektronických súčiastok a dosiek

262 Výroba počítačov a periférnych zariadení

263 Výroba komunikačných zariadení

264 Výroba spotrebnej elektroniky

268 Výroba magnetických a optických médií

951 Oprava počítačov a komunikačných zariadení

465 Veľkoobchod s informačnými a komunikačnými zariadeniami

582 Publikovanie softvéru

61 Telekomunikácie

62 Počítačové programovanie, poradenstvo a súvisiace činnosti

⁷⁸ OECD. 2014. *Measuring the Digital Economy. New Perspective*. [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné na internete:

<<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/341889/725159/OECD+Manual+Measuring+the+Digital+Economy/6418c566-4074-4461-9186-9ad509bc4a4d>> s.130

⁷⁹ EUROSTAT. 2008. *Statistical classification of economic activities in the European Community*. [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné na internete: <<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5902521/KS-RA-07-015-EN.PDF>> s.55-59

632 Spracovanie dát, poskytovanie serverového priestoru na internete a súvisiace služby, webové portály

A následne:

IKT výroba (261 + 262 + 263 + 264 + 268)

IKT služby (951 + 465 + 582 + 61 + 62 + 631)

Percentuálny podiel pracovníkov IKT na celkovej zamestnanosti

Zdrojom údajov pre IKT pracovníkov nám bola databáza Eurostatu, kde na ich správne identifikovanie bola použitá vyššie spomenutá definícia IKT sektora.⁸⁰ Mernou jednotkou je % podiel na celkovej zamestnanosti.

Príjmy v sektore telekomunikačných služieb

Zdrojom dát pre príjmy v sektore telekomunikačných služieb bola pre nás databáza OECD. Dáta obsahujú na základe OECD metodológie komponenty ako celkové príjmy výlučne zo sektora telekomunikačných služieb obrat z prenajatých liniek, pevných liniek a mobilných telefónov, tržby z prepojovacích služieb, obrat z provízií internetových služieb, príjmy telekomunikačných služieb zabezpečujúcich prevádzku medzinárodných a Intra-EÚ hovorov a platby telekomunikačných služieb zabezpečujúcich výstupy medzinárodných a Intra-EÚ hovorov.⁸¹ Mernou jednotkou bol americký dolár. Nakoľko mena oboch posudzovaných krajín je euro, dáta sme prepočítali výmenným kurzom NBS k 31.decembru sledovaného obdobia.⁸²

E-government aktivity jednotlivcov prostredníctvom webových stránok

Zdrojom údajov o využívaní IKT na interakciu s orgánmi verejnej správy v EÚ bol pre nás Eurostat, ktorý poskytuje štatistiku percentuálneho podielu osôb vo veku 16 až 74 rokov, ktorí v posledných 12 mesiacoch používali internet na interakciu s verejnými orgánmi. Ide o

⁸⁰ EUROSTAT. 2019. *Percentage of the ICT personnel on total employment*. [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné na internete: <<https://data.europa.eu/euodp/data/dataset/yS02f1YaXkfPyT0S8A6HmQ>>

⁸¹ OECD. 2001. *Methodological manual for statistics on telecommunication services*. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <<http://unstats.un.org/unsd/EconStatKB/Attachment253.aspx?AttachmentType=1>> s. 28 - 29

⁸² Výmenný kurz k 31.12.2014 bol 1 USD = 0,82 EUR; k 31.12.2015 bol 1 USD = 0,92 EUR; k 31.12.2016 bol 1 USD = 0,95 EUR

využívanie internetu na získavanie informácií z webových stránok verejných orgánov, sťahovanie oficiálnych formulárov, zaslanie vyplnených formulárov.⁸³ Daný ukazovateľ poukazuje jednak na využívanie služieb elektronickej verejnej správy jednotlivcami ako aj poskytovanie informácií o vnímanej kvalite webových stránok verejných orgánov a spokojnosti so službami elektronickej verejnej správy.

4.1.1 Dátový súbor

Program vyžaduje, aby boli údaje uvedené v textovom súbore a očakáva, že sa údaje zobrazia v konkrétnom poradí. Všetky dáta, inštrukcie a výsledky programu sú v ASCII tabuľke znakov. Údaje musia byť uvedené podľa pozorovania t.j. v našom prípade jeden riadok pre každý štát.⁸⁴

Dátový súbor sme si vytvorili v tabuľkovom editore MS Excel. Vytvorili sme si stĺpec pre každý výstup a každý vstup, kde všetky výstupy sú uvedené ako prvé v poradí a až potom všetky vstupy uvedené v zozname zľava doprava cez celý súbor. V našom prípade, sme mali 3 pozorovania na troch výstupoch a dvoch vstupoch, čomu zodpovedá päť stĺpcov údajov, uvedených v poradí: y1, y2, y3, x1, x2 zobrazených v tabuľke 1 a taktiež vo vstupnom formáte pre program zobrazených na obrázku 1.

Tabuľka 1 Výsledok MPI modelu pre Slovensko

2014	O	O	O	I	I
	Percentuálny podiel sektora IKT na HDP	E-government aktivity jednotlivcov prostredníctvom webových stránok	Príjmy v sektore telekomunikačných služieb	Investície do IKT ako% HDP	Percentuálny podiel pracovníkov IKT na celkovej zamestnanosti
SK	4,17	57	2352	1,23	2,86

⁸³ EUROSTAT. 2019. *E-government usage by individuals*. [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné na internete: <<https://data.europa.eu/euodp/en/data/dataset/bcS84xICgPLVbtjy9FrhoQ>>

⁸⁴ COELLI, T. J.: *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*. 1996. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <<http://www.owl.net.rice.edu/~econ380/DEAP.PDF>> s. 2

EE	4,82	51	860	1,7	3,58
2015	O	O	O	I	I
	Percentuálny podiel sektora IKT na HDP	E-government aktivity jednotlivcov prostredníctvom webových stránok	Príjmy v sektore telekomunikačných služieb	Investície do IKT ako% HDP	Percentuálny podiel pracovníkov IKT na celkovej zamestnanosti
SK	4,38	51	2241	1,4	2,92
EE	4,74	81	796	1,8	3,6
2016	O	O	O	I	I
	Percentuálny podiel sektora IKT na HDP	E-government aktivity jednotlivcov prostredníctvom webových stránok	Príjmy v sektore telekomunikačných služieb	Investície do IKT ako% HDP	Percentuálny podiel pracovníkov IKT na celkovej zamestnanosti
SK	3,99	48	1841	0,71	3,04
EE	4,91	77	683	2,9	3,69

Zdroj: Vlastné spracovanie

Aplikovaním metódy Malmquist DEA sme sa zaoberali údajmi z panelov. Dve štáty pozorované v každom z 3 rokov. V takomto prípade sme museli najprv uviesť všetky údaje za rok 1, pod ktorými nasledujú údaje za rok 2 uvedené v rovnakom poradí (štátov) a tak ďalej. Panel musí byť „vyvážený“. To znamená, že všetky firmy musia byť dodržané vo všetkých časových obdobiach. Nasledovne sme si tieto údaje uložili v textovom formáte MS DOS do dátového súboru ako možno vidieť na obrázku 1.

Obrázok 1 Vstupné dáta do programu

4,17	57	2352	1,23	2,86
4,82	51	860	1,7	3,58
4,38	51	2241	1,4	2,92
4,74	81	796	1,8	3,6
3,99	48	1841	0,71	3,04
4,91	77	683	2,9	3,69

Zdroj: Vlastné spracovanie

4.1.2 Súbor s inštrukciami

Súbor s inštrukciami je textový súbor, ktorý je vytvorený pomocou textového editora. Najjednoduchší spôsob ako vytvoriť súbor s inštrukciami je vytvoriť kópiu súboru

DBLANK.INS, ktorý sa dodáva s programom.⁸⁵ Tento súbor sme si potom upravili pomocou textového editora a zadali príslušné informácie potrebné pre náš výpočet zobrazených na obrázku 2. Tento súbor teda slúži programu ako zadefinovanie základných parametrov vstupujúcich do výpočtov a konkrétne príkazy na vykonanie týchto výpočtov.

Obrázok 2 Súbor s inštrukciami

eg4-dta.txt	DATA FILE NAME
eg4-out.txt	OUTPUT FILE NAME
2	NUMBER OF FIRMS
3	NUMBER OF TIME PERIODS
3	NUMBER OF OUTPUTS
2	NUMBER OF INPUTS
1	0=INPUT AND 1=OUTPUT ORIENTATED
0	0=CRS AND 1=VRS
2	0=DEA(MULTI-STAGE), 1=COST-DEA, 2=MALMQUIST-DEA, 3=DEA(1-STAGE), 4=DEA(2-STAGE)

Zdroj: Vlastné spracovanie

4.1.3 Výstupný súbor

Výstupný súbor je taktiež textový súbor, ktorý je vytvorený vykonaním výpočtov na základe nami zadanom inštrukčnom súbore v programe DEAP. Výstupný súbor je možné čítať pomocou textového editora ako je napríklad NOTEPAD alebo pomocou textového procesora ako je napríklad WORD. Výstup môže byť taktiež importovaný do tabuľkového procesora napr. EXCEL, aby bola umožnená ďalšia manipulácia do tabuliek a grafov.⁸⁶

4.2 Výsledky analýzy a zistenia pre Malmquist indexy produktivity

V našom prípade je výstupným súborom vykonanie tretieho modelu tohto programu, a to vykonanie aplikácie metód Malmquist DEA analýzy orientovanej na vstupy a výstupy, ktorá obsahuje nami zadané údaje na troch výstupoch a dvoch vstupoch pre 2 štáty, pozorovaných počas trojročného obdobia.

Textové súbory výstupu z programu (pozri obrázky nižšie) obsahujú pozorovania dvoch štátov za obdobie troch rokov. Tieto štáty produkujú tri výstupu pomocou dvoch vstupov.

Výsledky sú rozdelené do troch častí:⁸⁷

1. súhrny vzdialeností

⁸⁵ COELLI, T. J.: *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*. 1996. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <<http://www.owlnet.rice.edu/~econ380/DEAP.PDF>> s. 2

⁸⁶ COELLI, T. J.: *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*. 1996. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <<http://www.owlnet.rice.edu/~econ380/DEAP.PDF>> s. 2

⁸⁷ PROJECT GURU. Malmquist productivity Index test of healthcare sector in India and interpretations. 2017. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <<https://www.projectguru.in/publications/malmquist-productivity-index-test/>>

2. Malmquist ročné súhrny indexov a
3. ročný a pevný priemer produktivity.

Výstup začína zoznamom vzdialeností alebo technickej účinnosti potrebných pre Malmquistové výpočty. V každom roku sa pre každý štát počítajú štyri vzdialenosti alebo technické efektívnosti; $t-1$, t , $t + 1$ podľa technickej efektívnosti systému CRS (te) a technická účinnosť VRS (te). $t-1$ ukazuje technickú efektívnosť predchádzajúceho roka, t je technická efektívnosť pre bežný rok a $t + 1$ je zodpovedajúci nasledujúci rok. Údaje za rok 1 sú uvedené v prvých dvoch riadkoch, údaje druhého roka sú v druhých dvoch riadkoch a údaje za rok 3 sa nachádzajú v posledných dvoch riadkoch.

Nakoniec, preddefinované vyhlásenie „Note that $t-1$ in year 1 and $t+1$ in the final year not defined“, znamená, že z obrázku $t-1$ stĺpec roku 1 ukazuje hodnotu 0,000 a to isté v $t+1$ pre rok 3. Všetky hodnoty sú vypočítané na základe hodnôt z predchádzajúceho roka. To znamená, že za prvý rok bude $t-1$ rokom 2013 a keďže hodnota nie je k dispozícii, hodnoty technickej efektívnosti sú 0,000. Podobne v prípade v roku 3, $t+1$ je 2017 a t je 2016, tak hodnota pre $t+1$ nie je k dispozícii, a preto sú hodnoty technickej účinnosti 0,000. Z toho vyplýva, že pre rok 1, t je rok 2014, pre rok 2 je t rovné 2015 a pre rok 3 je t rovné roku 2016.

4.2.1 Súhrny inputovo orientovaných vzdialeností

Obrázok 3 Súhrny inputovo orientovaných Malmquist DEA indexov

Input orientated Malmquist DEA				
No solutions satisfy constraints given				
DISTANCES SUMMARY				
year = 1				
firm no.	crs te rel to tech in yr *****			vrs te
	t-1	t	t+1	
1	0.000	1.000	1.000	1.000
2	0.000	1.000	1.108	1.000
mean	0.000	1.000	1.054	1.000
year = 2				
firm no.	crs te rel to tech in yr *****			vrs te
	t-1	t	t+1	
1	1.000	1.000	0.785	1.000
2	1.716	1.000	1.609	1.000
mean	1.358	1.000	1.197	1.000
year = 3				
firm no.	crs te rel to tech in yr *****			vrs te
	t-1	t	t+1	
1	0.000	1.000	0.000	1.000
2	1.433	1.000	0.000	1.000
mean	0.717	1.000	0.000	1.000
[Note that t-1 in year 1 and t+1 in the final year are not defined]				

Zdroj: Vlastné spracovanie

Pre prvý rok alebo pre rok 2014, model CRS ukazuje technickú efektívnosť pre obe štáty (Slovensko a Estónsko) a technická efektívnosť VRS vykazuje rovnaké výsledky, 1.000. Podobne v druhom roku t (2015) ukazuje, že obe štáty majú hodnotu efektívnosti 1,000 alebo štáty nepotrebnú zlepšiť svoju produkciu alebo znížiť svoje vstupy.

Obe štáty tak vykazovali hodnotu účinnosti 1.000. V prípade VRS TE taktiež vykazujú technickú účinnosť 1.000. Nijako inak tomu nie je ani v roku 3 alebo 2016, kde CRS TE (t) ukazuje, že krajiny sú efektívne s hodnotou 1,000, čo znamená, že nemusia buď zlepšovať svoju produkciu alebo znižovať svoje vstupy o žiadnu hodnotu, aby zachovali pozitívny trend v IKT oblasti priemyslu. V prípade VRS TE, krajiny vykazujú technickú účinnosť 1.000 podobne ako v predošlých rokoch.

4.2.2 Súhrny outputovo orientovaných vzdialeností

Obrázok 4 Súhrny outputovo orientovaných Malmquist indexov

Output orientated Malmquist DEA				
DISTANCES SUMMARY				
year =	1			
firm no.	crs te rel to tech in yr *****			vrs te
	t-1	t	t+1	
1	0.000	1.000	1.000	1.000
2	0.000	1.000	1.108	1.000
mean	0.000	1.000	1.054	1.000
year =	2			
firm no.	crs te rel to tech in yr *****			vrs te
	t-1	t	t+1	
1	1.000	1.000	0.785	1.000
2	1.716	1.000	1.609	1.000
mean	1.358	1.000	1.197	1.000
year =	3			
firm no.	crs te rel to tech in yr *****			vrs te
	t-1	t	t+1	
1Inf		1.000	0.000	1.000
2	1.433	1.000	0.000	1.000
mean Inf		1.000	0.000	1.000
[Note that t-1 in year 1 and t+1 in the final year are not defined]				

Podobne ako v prípade produkčne orientovaného Malmquist DEA, pre rok 2014, model CRS vykazuje technickú efektívnosť v oboch štátoch (SK a EE) vo výške 1.000 a tiež v rokoch 2015 a 2016. V protiklade s výsledkami vstupne orientovaného Malmquist DEA sú všetky zistenia rovnaké. Výnimkou nie sú ani hodnoty účinnosti na základe modelu VRS, ktorý sa vykazuje účinnosť 1.000 pre všetky roky.

Ak by sme tieto výsledky interpretovali graficky, graf by zobrazoval variácie výsledkov na základe CRS TE dvoch štátov ako rovné čiary, nakoľko vykazovali efektívnosť vo všetkých troch rokoch.

V tejto podkapitole bolo hlavným cieľom interpretovať a porovnávať výsledky zo vstupov a výstupov orientovaných na CRS – Malmquist DEA. V ďalšej podkapitole budeme diskutovať a interpretovať súhrn Malmquist indexu.

4.2.3 Interpretácie a definície inputovo orientovaných Malmquist indexov

Nasledujú Malmquistove indexy. Všetky indexy sú v porovnaní s predchádzajúcim rokom. Výsledok teda začína rokom 2. V každom roku je pre každý štát predložených päť indexov. Sú to:⁸⁸

1. zmena technickej efektívnosti vo vzťahu k technológii CRS (effch);
2. technologické zmeny (techch);
3. čistá zmena technickej účinnosti (t.j. vo vzťahu k technológii VRS) (pech);
4. zmena účinnosti stupnice (sech) a
5. zmena celkovej produktivity faktorov (TFP) (tfpch).

⁸⁸ PROJECT GURU. Malmquist productivity Index test of healthcare sector in India and interpretations. 2017. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <<https://www.projectguru.in/publications/malmquist-productivity-index-test/>>

Obrázok 5 Súhrny inputovo orientovaných Malmquist indexov

Observations Summary: Inputs vs Outputs: Malmquist Index

MALMQUIST INDEX SUMMARY						
year = 2						
firm	effch	techch	pech	sech	tfpch	
1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
2	1.000	1.244	1.000	1.000	1.244	
mean	1.000	1.116	1.000	1.000	1.116	
year = 3						
firm	effch	techch	pech	sech	tfpch	
1	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	
2	1.000	0.944	1.000	1.000	0.944	
mean	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	

Zdroj: Vlastné spracovanie

Zmena technickej efektívnosti (effch)

Zmena technickej efektívnosti ukazuje zmenu v objeme produkcie z konštantných vstupov v dôsledku zmien vo finančných hodnotách.⁸⁹ Obe štáty Slovensko a Estónsko preukázali účinnosť pri technických zmenách v 2. a 3. roku (2015 a 2016), a teda pri zachovaní tohto efektívneho trendu nie je potreba zlepšenia.

Technologické zmeny (techch)

Technologické zmeny sa odlišujú v technickej efektívnosti. Ukazujú nárast finančných prostriedkov na výstupe oproti konštantným vstupným financiám.⁹⁰ Za rok 2016 sú obe štáty neefektívne (aj keď Estónsko len o čosi málo), a preto potrebujú zvýšiť hodnoty svojich výstupov, a to o 100% v prípade Slovenska a o 5,6% v prípade Estónska v porovnaní s konštantnými výdavkami na investície do IKT a konštantnou zamestnanosťou v IKT sektore.

⁸⁹ GULATI, R.: *Evaluation of technical , pure technical and scale efficiencies of Indian banks : An analysis from cross-sectional perspective Estimation of technical , pure technical and scale efficiencies of Indian banks : An analysis from cross-sectional perspective*. 2011. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <<http://www.igidr.ac.in/conf/money/mfc-13/Evaluation%20of%20technical,%20pure%20technical%20and%20scale%20efficiencies%20of%20Indian%20Banks.pdf>> s. 13

⁹⁰ Tamtiež. s. 14

V roku 2015 vykazujú zmenu v technologickej efektívnosti pozitívnu, v prípade Estónska, ba priam vynikajúce.

Zmena čistej technickej účinnosti (pech)

Zmena čistej technickej účinnosti je hodnota, ktorú poskytuje celková technická efektívnosť z variabilného modelu návratu do rozsahu (VRS).⁹¹ Z toho vyplýva, že neefektívne využívanie vstupných financií poukazuje na zmenu čistej technickej efektívnosti. Z analýzy však vyplýva, že čistá technická efektívnosť štátov je 1.000. Štáty teda naďalej správne investujú do IKT a udržujú zamestnanosť v IKT sektore na efektívne priemerné príjmy z tohto sektora.

Zmena účinnosti stupnice (sech)

Zmena účinnosti stupnice je ďalšia časť celkovej technickej efektívnosti, ktorú určuje model VRS. Zmena účinnosti ukazuje zvyšujúcu sa alebo klesajúcu návratnosť meradla.⁹² Analýza však ukázala výstup oboch štátov s variabilnou návratnosťou k stupňu efektívnosti. Efektívnosť je daná pomerom celkovej technickej efektívnosti k čistej technickej efektívnosti.⁹³

Zmena celkovej produktivity faktorov

Zmena celkovej produktivity faktorov je premenná, ktorá indikuje celkový rast produkcie v porovnaní s nárastom finančných vstupov.⁹⁴ Produktivita celkového faktora (TFP) je súčasťou výstupu nezávislého od vstupov na kontrolu efektívnosti výroby. Efektívnosť a intenzita vstupov bude naďalej využívaná pri vytváraní efektívnych výsledkov pre organizáciu. Táto hodnota je úplne závislá od čisto technickej, technickej a technologickej efektívnosti

⁹¹ GULATI, R.: *Evaluation of technical , pure technical and scale efficiencies of Indian banks : An analysis from cross-sectional perspective Estimation of technical , pure technical and scale efficiencies of Indian banks : An analysis from cross-sectional perspective*. 2011. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <<http://www.igidr.ac.in/conf/money/mfc-13/Evaluation%20of%20technical,%20pure%20technical%20and%20scale%20efficiencies%20of%20Indian%20Banks.pdf>> s. 13

⁹² Tamtiež. s. 14

⁹³ Tamtiež. s. 15

⁹⁴ COMIN, D.: *Total Factor Productivity*. 2006. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <http://doi.org/10.1057/9780230280823_32>

organizácie.⁹⁵ Ak je hodnota TFP väčšia ako jedna, znamená to rast produktivity; menej ako jedna znamená pokles produktivity a TFP rovné jednej neznamena žiadnu zmenu v raste produktivity oproti predošlým výsledkom. Z analýzy tak vyplynulo, že v roku 2015 Slovensko nezaznamenalo žiadnu zmenu v náraste produkcii, zatiaľ čo Estónsko zaznamenalo nárast produkcie 24,4%. Naopak, za rok 2016 bol rast produkcie pre Slovensko klesajúci, nakoľko vykazuje hodnotu 0,000. Estónsko obstálo s hodnotou 0,944, čo taktiež predstavuje pokles, no stačilo by ale len 5,6% na to, aby si zachovalo stagnujúci trend oproti predošlému roku.

Hodnoty za 1. rok neboli z analýzy reprezentované, pretože údaje za rok 2013 neboli k dispozícii. Nemohli by kontrastovať s finančnými výstupmi a vstupnými financiami, a teda nemohli poskytnúť výsledky za rok 2014.

4.2.4 Interpretácie a definície outputovo orientovaných Malmquist indexov

Obrázok 6 Outputovo orientovaný Malmquist index

MALMQUIST INDEX SUMMARY					
year = 2					
firm	effch	techch	pech	sech	tfpch
1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	1.000	1.244	1.000	1.000	1.244
mean	1.000	1.116	1.000	1.000	1.116
year = 3					
firm	effch	techch	pech	sech	tfpch
1	1.000	Inf	1.000	1.000	Inf
2	1.000	0.944	1.000	1.000	0.944
mean	1.000	*****	1.000	1.000	*****

Zdroj: Vlastné spracovanie

Podobne Malmquist DEA orientovaný na výstup zistil, že zmeny v technickej efektívnosti, v technologickej efektívnosti, v čistej technickej efektívite, zmeny efektivity škály ako aj v zmene celkovej produktivite faktorov priniesli rovnaké výsledky ako v prípade

⁹⁵ AFONSO, A – AYADI, M. – RAMZI, S.: *Assessing productivity performance of basic and secondary education in Tunisia: a Malmquist analysis*. 2013. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <https://www.researchgate.net/publication/284499115_Assessing_Productivity_Performance_of_Basic_and_Secondary_Education_in_Tunisia_A_Malmquist_Analysis>

Malmquist DEA analýzy orientovanej na vstupy. Nad'alej teda platia podobné interpretácie, aké boli urobené v predchádzajúcej podkapitole. Podobnosť vo výsledkoch tak naznačuje, že index produktivity CRS aj VRS modelu vždy vychádza z vhodného využitia vstupných premenných.

4.2.5 Malmquist index pre ročné a firemné prostriedky

Obrázok 7 Malmquistov index pre ročné a firemné prostriedky (inputovo orientovaný)

MALMQUIST INDEX SUMMARY OF ANNUAL MEANS					
year	effch	techch	pech	sech	tfpch
2	1.000	1.116	1.000	1.000	1.116
3	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
mean	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
MALMQUIST INDEX SUMMARY OF FIRM MEANS					
firm	effch	techch	pech	sech	tfpch
1	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
2	1.000	1.084	1.000	1.000	1.084
mean	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
[Note that all Malmquist index averages are geometric means]					

Zdroj: Vlastné spracovanie

Analýza ročných stredných hodnôt pre rok 2015 indikuje zmenu produktivity výrobných faktorov 1.116 alebo 11,6% oproti predchádzajúcemu roku 2014. V roku 2015 tak teda rast výstupných premenných prispel ku technologickej zmene v priemernej hodnote 1.116.

Koniec koncov z analýzy vyplýva, že nedošlo k žiadnemu nárastu pre obe krajiny v rámci súhrnu ročných stredných hodnôt, nakoľko zmena produktivity výrobných faktorov v poslednom roku je rovná 0,000.

Obrázok 8 Malmquist index pre ročné a firemné prostriedky (outputovo orientovaný)

MALMQUIST INDEX SUMMARY OF ANNUAL MEANS					
year	effch	techch	pech	sech	tfpch
2	1.000	1.116	1.000	1.000	1.116
3	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
mean	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
MALMQUIST INDEX SUMMARY OF FIRM MEANS					
firm	effch	techch	pech	sech	tfpch
1	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
2	1.000	1.084	1.000	1.000	1.084
mean	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000
[Note that all Malmquist index averages are geometric means]					

Zdroj: Vlastné spracovanie

Na rozdiel od vstupne orientovaného Malmquist DEA sa v prípade výstupne orientovaných ročných stredných hodnôt a stredných hodnôt pre jednotlivé štáty ukázali priam totožné výsledky.

4.3 Výsledky práce

V tejto štúdii boli podrobené vstupné a výstupné dáta 2 členských štátov EÚ modelu DEA a modelu MPI na meranie efektívnosti produkcie a na posúdenie trendu rastu IKT počas trojročného sledovaného obdobia. Tieto metódy umožňujú najlepšie postupy pri rozhodovaní a môžu poskytnúť pohľad na rozvoj priemyslu.

Empirické výsledky ukázali, že Slovensko v porovnaní s Estónskom je na tom v produkcii v IKT priemysle takmer podobne efektívne. Obe krajiny teda odhalili mierne stagnujúce až klesajúce výkony, čo znamená minimálne uchovávať zlepšenie a zachovanie investícií do IKT a priberanie ďalšieho pracovného kapitálu do tohto sektora.

Tabuľka 2 Výsledok MPI modelu pre Slovensko

Rok	EC	TC	TFP	Odhad trendu produktivity
2014-2015	1,00	1,00	1,00	stagnujúci

2015-2016	1,00	0,00	0,00	klesajúci
-----------	------	------	------	-----------

Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka 3 Výsledok MPI modelu pre Estónsko

Rok	EC	TC	TFP	Odhad trendu produktivity
2014-2015	1,00	1,24	1,24	rastúci
2015-2016	1,00	0,94	0,94	klesajúci

Zdroj: Vlastné spracovanie

Malmquist index produkcie by sa teda mal pravdepodobne zvyšovať v dôsledku rastúcich trendov, no výsledky tejto analýzy o tom až tak nehovoria. Z analýzy vyplynulo, že v roku 2015 došlo k významnejšiemu pokroku len v prípade Estónska, ale v ďalšom roku sa len takmer udržalo na hranici udržateľnosti si trendu rastu. Slovensko v roku 2015 obstálo na stagnujúcom trende rastu oproti roku 2014. V roku 2016 dosiahlo klesajúci trend rastu na základe hodnôt predošlých rokov.

Metóda dátovej analýzy obalov nám umožnila svojvoľný výber vstupov a výstupov, čo pri ich modelovaní a analýze poskytlo komplexný pohľad na trendy v IKT sektore z pohľadu firiem, štátu ako aj jednotlivca.

Na základe tejto analýzy by sme teda mohli tvrdiť, že Estónsko ako malá severská krajina má oproti Slovensku vyšší odhad trendu rastu v IKT sektore. Určite tomu zodpovedajú aj hodnoty faktorov ovplyvňujúcich tento sektor. Estónsko v tomto časovom rozmedzí každoročne investovalo viac a viac do IKT. Na Slovensku investície do IKT išli postupom času smerom nadol. Odzrkadlenie investícií ako vstupu do tohto hospodárstva mohlo mať za účinok aj zvýšenie výstupu v podobe E-government aktivít jednotlivcov prostredníctvom IKT technológií. Nenadarmo tomu prispieva aj fakt, že Estónsko je vôbec prvou krajinou vo svete, kde občania môžu voliť prostredníctvom web stránky z ktorejkoľvek časti sveta.

Každopádne tieto trendy rastu v oboch krajinách môže v značnej miere aj spomaľovať aj každoročne väčší nárast zamestnancov pracujúcich v tomto sektore, ktorý tým ovplyvňuje hodnoty efektívnosti iných faktorov.

Taktiež treba brať do úvahy, že tu prichádzame do styku len s údajmi za tri roky, kde práve tieto trendy nemuseli byť zrovna najviac progresívne, aj keď by sme sa mohli domnievať, že toto obdobie bolo všeobecne pre svetové ekonomiky obdobím rastu a tempo rasti IKT sa považuje za jedno z najrýchlejších rastúcich sektorov vo svete.

Koniec koncov, faktory ovplyvňujúce IKT priemysel sú stále len na vzostupe, kde sa môže očakávať nárast hodnoty výstupov ako napr. v príjmoch za IKT a ich percentuálnom podiele na HDP. Naďalej by sme však odporúčali minimálne zachovanie si efektívnosti. V najlepšom prípade by sme navrhli aj samotné zlepšenie, nakoľko pracovný kapitál má vysoký potenciál rásť, čoho dôkazom sú nielen vysoké školy a univerzity vychovávajúce nový pracovný kapitál, ale aj pribúdanie mnohých inštitúcií a iniciatív podporujúcich IKT doma a vo svete.

Záver

Informačné telekomunikačné technológie majú dnes významnú úlohu vo svete. Hovorí sa, že sa nachádzame aj v ére informačného veku. S IKT môže spoločnosť uľahčiť podnikanie klientom, dodávateľom aj distribútorom. Sú tiež veľmi dôležité v našom každodennom živote. Nedostatok vhodných informácií v správnom čase povedie k nízkej produktivite, nízkej kvalite výskumných prác a plytvaniu časom na sledovanie informácií či dokonca výskumov, ktoré v skutočnosti urobili iní alebo v iných krajinách. IKT sa dnes nedajú oddeliť s našimi každodennými potrebami, čo nás len privádza k záveru, že sa v budúcnosti nevyhneme ich prítomnosti nie len v osobnom živote, ale najmä v tej pracovnej sfére, či samotnom priemysle.

Hlavným cieľom diplomovej práce je modelovanie a analýza faktorov rastu IKT priemyslu na Slovensku prostredníctvom dátovej analýzy obalov (DEA) založených na vyšetrení zmien Malmquistových indexoch, ktorých hodnotenie výkonnosti a efektivity odzrkadľuje trend rastu produktivity.

Domnievame sa, že sme stanovený cieľ splnili. Za účelom dosiahnutia tohto cieľa sme sa v prvej kapitole výhradne venovali zmapovaniu súčasného stavu IKT priemyslu na Slovensku a v zahraničí. V hlavnej časti práce sme sa snažili vykonať analýzu a modelovanie faktorov IKT priemyslu na Slovensku prostredníctvom komparatívnej analýzy s nami vybranou zahraničnou krajinou.

Vychádzajúc z tejto analýzy Slovensko v roku 2015 obstálo na stagnujúcom trende rastu oproti roku 2014 a v roku 2016 dosiahlo klesajúci trend rastu. V roku 2015 došlo k významnejšiemu pokroku len v prípade Estónska, aj keď sa v ďalšom roku len takmer udržalo na hranici udržateľnosti si trendu rastu. Táto skutočnosť nám len ilustruje, že tu je stále priestor kam sa pohnúť vpred, na ceste k progresívnejšiemu rastu IKT priemyslu.

Slovenská republika ponúka zahraničným ale aj domácim investorom v sektore informačných a telekomunikačných služieb množstvo komparatívnych výhod. V porovnaní s ostatnými krajinami sú nimi stále relatívne nízke mzdové náklady na talentovanú, kvalifikovanú a prispôsobivú pracovnú silu, vysoká úroveň ovládania cudzích jazykov najmä angličtiny a nemčiny, priaznivé podnikateľské prostredie, rastúca produktivita práce a vysokokvalitné vzdelávacie inštitúcie v odvetví IKT.

Veľmi dôležité je aj prepojenie výskumu s praxou, ktoré je viditeľné v aktivitách rôznych IKT zameraných inštitúcií na Slovensku. IKT sektor má vďaka týmto faktorom silné postavenie v slovenskom hospodárstve, ktoré sa odzrkadľuje nielen v prítomnosti zahraničných

spoločností ako sú Dell, IBM a HP, ale aj vo vzniku inovatívnych domácich spoločností, napr. ESET, Sygic a ďalšie.

IKT sektor je jedným z kľúčových odvetví slovenského hospodárstva. Generuje až 6% HDP a podieľa sa významnou mierou na príjmoch štátneho rozpočtu. Zamestnáva celkovo 35 tisíc špecialistov a ďalších až 20 zamestnancov pôsobí v ostatných odvetviach. Vyznačuje sa najvyššou pridanou hodnotou s perspektívou rastu na najbližších 15 až 20 rokov.⁹⁶

⁹⁶ 52. SARIO. 2018. Information & Communication Technology Sector in SLOVAKIA. [online]. [cit. 2019-04-25]. Dostupné na internete: < <https://www.sario.sk/sites/default/files/content/files/sario-ict-sector-in-slovakia-2018-09-20.pdf> > 12 s.

Zoznam použitej literatúry

1. AFONSO, A – AYADI, M. – RAMZI, S.: *Assessing productivity performance of basic and secondary education in Tunisia: a Malmquist analysis*. 2013. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <
https://www.researchgate.net/publication/284499115_Assessing_Productivity_Performance_of_Basic_and_Secondary_Education_in_Tunisia_A_Malmquist_Analysis>
2. ARK, B. – O'MAHONY, M. – TIMMER, M.P.: *The Productivity Gap Between Europe and the United States: Trends and Causes*. 2008. In: *Journal of Economic Perspectives*. roč. 22, č. 1, s. 25–44. ISSN 0895-3309
3. AUTOR, D. H. – LEVY, F. – MURNANE, R. J.: *The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration*. 2003. In: *The Quarterly Journal of Economics*. roč. 118, č. 4, s. 1279-1333. ISSN 0033-5533
4. AUTOR, D. H. – KATZ, L. F. – KEARNEY, M. S.: *Trends in U.S. Wage Inequality: Revising the Revisionists*. 2008. In: *Review of Economics and Statistics*. roč. 90, č. 2, s. 300-323. ISSN 0034-6535
5. BRESNAHAN, T. F. – TRAJTENBERG, M.: *General Purpose Technologies: Engines of Growth?* 1995. In: *Journal of Econometrics*. roč. 65, č. 1, s. 83-108. ISSN 0304-4076
6. BRYNJOLFSSON, E.: *The productivity paradox of information technology*. 1993. In: *Communications of the ACM*. roč. 36, č. 12, s. 66–77. ISSN 0001-0782.
7. BRYNJOLFSSON, E. – HITT, L. M. (2000). *Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance*. 2000. In: *Journal of Economic Perspectives*. roč. 14, č. 4, s. 23–48. ISSN 0895-3309
8. CANTOS, P. – PASTOR, J. – M. SERRANO, L.: *Productivity, efficiency and technical change in the European railways: A non-parametric approach*. In: *Transportation*. 1999, roč. 26, č. 8, s. 337-357. ISSN 1572-9435

9. CHARNES, A. – COOPER, W. W. – RHODES, E.: *Measuring the Efficiency of Decision Making Units*. In: *European Journal of Operational Research*. 1978. roč. 2, č. 6, s. 429-444. ISSN 0377-2217

10. CHARNES, A. – COOPER, W. W. – Seiford, L. – Stutz, J.: *A multiplicative model for efficiency analysis*. In: *Socio-Economic Planning Sciences*. 1982. roč. 16, č. 5, s. 223-224. ISSN 0038-0121

11. CHARNES, A. – COOPER, W. W.: *Preface to Topics in Data Envelopment Analysis*. In: *Annals of Operations Research*. 1985. roč. 2, č.1, s. 59-94. ISSN: 0254-5330

12. COELLI, T. J.: *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*. 1996. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <<http://www.owl.net.rice.edu/~econ380/DEAP.PDF>> 49 s.

13. COMIN, D.: *Total Factor Productivity*. 2006. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <http://doi.org/10.1057/9780230280823_32>

14. COMPTIA. *Industry overview*. 2019. [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné na internete: <<https://www.comptia.org/resources/it-industry-trends-analysis>>

15. DEBREU, G.: *The Coefficient of Resource Utilization*. In: *Econometrica*. 1951. roč. 19, č.3, s. 273-292. ISSN 1468-0262

16. DEDRICK, J. – GOODMAN, S.E. – KRAEMER, K.L.: *Little Engines that could: Computing in small energetic countries*. 1995. In: *Communications of the ACM*. roč.38, č.5, s. 21-26. ISSN 0742-1222

17. *E-IDENTITY*. *E-estonia*. 2019. [online]. cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <<https://e-estonia.com/solutions/e-identity/id-card/>>

18. EUROSTAT. 2019. *E-government usage by individuals*. [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné na internete: <<https://data.europa.eu/euodp/en/data/dataset/bcS84xICgPLVbtjy9FrhoQ>>

19. EUROSTAT. 2019. *Percentage of the ICT personnel on total employment*. [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné na internete: <<https://data.europa.eu/euodp/data/dataset/yS02f1YaXkfPyT0S8A6HmQ>>
20. EUROSTAT. 2008. *Statistical classification of economic activities in the European Community*. [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné na internete: <<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5902521/KS-RA-07-015-EN.PDF>> 369 s.
21. EIN-DOR, P. – MYERS, M.D. – RAMAN, K.S.: *Information Technology in Three Small Developed Countries*. 1997. In: *Journal of Management Information Systems*. roč. 13, č. 4, s. 61-89. ISSN 0742-1222
22. EUROPEAN COMMISSION. 2017. *The EU ICT Sector And Its R&D Performance*. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:FdP7z4_hToIJ:ec.europa.eu/newsroom/document.cfm%3Fdoc_id%3D44503+&cd=1&hl=sk&ct=clnk&gl=de>
23. EXPERT GROUP. 2012. *Peer-Review of the Estonian Research and Innovation System Steady Progress towards Knowledge Society*. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <<https://www.hm.ee/sites/default/files/erac.pdf>> 88 s.
24. FARRELL, M. J.: *The measurement of productive efficiency*. In: *Journal of the Royal Statistical Society*. 1957. roč. 120, č. 3, s. 253-290. ISSN 0952-8385
25. FORMAN, C. – GOLDFARB, A. – GREENSTEIN, S.: *Geographic Location and the Diffusion of Internet Technology*. 2005. In: *Electronic Commerce Research and Applications*. roč. 4, s. 1–13. ISSN 1567-4223
26. FREDAKOVA, A.: *Význam a konkurencieschopnosť sektora IKT Slovenska*. 2011. [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné na internete: <http://www3.ekf.tuke.sk/mladivedci2011/herlany_zbornik2011/frendakova_andrea.pdf> 13 s.

27. GILLETT, S. E. – LEHR, W. H. – OSORIO, C. A. – SIRBU, M. A.: *Measuring Broadband's Economic Impact*. 2006. [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné na internete: <http://cfp.mit.edu/publications/CFP_Papers/Measuring_bb_econ_impact-final.pdf> 53 s.
28. GREENBERG, E.: *Introduction to Bayesian Econometrics*. 1. Vyd. New York: Cambridge University Press. 2007. 222 s. ISBN 978-05-218-5871-7
29. GRETTON, P. – GALI, J. – PARHAM, D. 2004. *The Effects of ICTs and Complementary Innovations on Australian Productivity Growth*. In: OECD: *The Economic Impact of ICT: Measurement, Evidence and Implications*. 1. vyd. Paris: OECD Publishing. 2004. 307 s. ISBN 978-92-640-2678-0
30. GULATI, R.: *Evaluation of technical , pure technical and scale efficiencies of Indian banks : An analysis from cross-sectional perspective Estimation of technical , pure technical and scale efficiencies of Indian banks : An analysis from cross-sectional perspective*. 2011. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <<http://www.igidr.ac.in/conf/money/mfc-13/Evaluation%20of%20technical,%20pure%20technical%20and%20scale%20efficiencies%20of%20Indian%20Banks.pdf>> s. 31
31. HOMBURG, C.: *Using data envelopment analysis to benchmark activities*. In: *International Journal of Production Economics*. 2001, roč. 73, č. 1, s. 51-58. ISSN 0925-5273
32. HUDEC, O. – ŠEBOVÁ, M.: *The ICT Sector Evolution in an Industrial Region of Slovakia*. 2012. In: *Ekonomický časopis*. roč. 60, č. 1, s. 65 – 82. ISSN 0013-3035
33. ITU. 2017. *Global ICT Development Index*. [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné na internete: <<http://www.itu.int/net4/itu-d/idi/2017/index.html>>
34. JABLONSKÝ, J. – DLOUHÝ, M.: *Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek*. 1.vyd. Praha : Professional Publishing, 2004. 183 s. ISBN 80-86419-49-5

35. JORGE, J. SUAREZ, C.: *Has the efficiency of European railway companies been improved?* In: *European Business Review*. 2003, roč. 15, č. 4, s. 213-220. ISSN 0955-534X

36. KALVET, T.: *The Estonian ICT Manufacturing and Software Industry. Current State and*
37. *Future Look*. 2003. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <http://is.jrc.ec.europa.eu/pages/ISG/documents/eur21193enICTIndustryEstonia.pdf> 45 s.

38. KALVET, T.: *The Estonian Information Society Developments Since the 1990s*. 2007. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <http://praxis.ee/wp-content/uploads/2014/03/2007-Estonian-information-society-developments.pdf> 34 s.

39. KOOPMANS, T. C.: *Activity Analysis of Production and Allocation*. 1951. 1. vyd. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1951. 404 s. ISBN 978-1114701755

40. KRAEMER, K.L. – DEDRICK, J.: *National Technology Policy and Computer Production in Asia-Pacific Countries*. 1995 [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné na internete: <https://escholarship.org/uc/item/8vd8b74w>

41. Krull, A. 2003. *ICT Infrastructure and E-Readiness Assessment Report*. 2003. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <https://core.ac.uk/download/pdf/11870795.pdf> 76 s.

42. MADUDOVA, E.: *Toward of the spatiality of the Information and Communication Technologies sector: Case study from the Slovak Republic*. 2016. In: *Business and Economic Horizons*. roč. 12, č. 1. s. 29 -41. ISSN 1804-1205

43. MACDONALD, S. – ANDERSON, P. – KIMBEL, D.: *Measurement or Management? Revisiting the Productivity Paradox of Information Technology*. 2000. In: *Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung*. roč. 69, č. 4, s. 601-617. ISSN 1861-1559

44. NAKANISHI, Y. J. – FALCOCCHIO, J. C.: *Performance Assessment of Intelligent Transportation Systems Using Data Envelopment Analysis*. In: *Research in Transportation Economics*. 2004, roč. 8, č.1, s. 181-197. ISSN 0739-8859
45. OECD. 2008. *Broadband and the economy*. [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné na internete:
<[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/ICC/IE\(2007\)3/FINAL&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/ICC/IE(2007)3/FINAL&docLanguage=En)>
46. OECD. 2014. *Measuring the Digital Economy. New Perspective*. [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné na internete:
<<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/341889/725159/OECD+Manual+Measuring+the+Digital+Economy/6418c566-4074-4461-9186-9ad509bc4a4d>> 161 s.
47. OECD. 2001. *Methodological manual for statistics on telecommunication services*. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete:
<<http://unstats.un.org/unsd/EconStatKB/Attachment253.aspx?AttachmentType=1>> 70 s.
48. O nás. AJ TY V IT. 2019. [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné na internete:
<<https://www.ajtyvit.sk/o-nas/>>
49. PÁSTOR, R. (2012): *Znalosti a inovácie v sektore informačno- komunikačných technológií*. In: *Ekonomický časopis*. 2012. roč. 60, č. 10, s. 1024–1040. ISSN 0013-3035
50. PROJECT GURU. *Malmquist productivity Index test of healthcare sector in India and interpretations*. 2017. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete:
<<https://www.projectguru.in/publications/malmquist-productivity-index-test/>>
51. REHÁK, Š. – HUDEC, O. – BUČEK, M.: *Path dependency and path plasticity in emerging industries: Two cases from Slovakia*. 2013. In: *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie*. roč. 57, č. 1–2, s. 14–28. ISSN 2365-7693

52. SARIO. 2018. *Information & Communication Technology Sector in SLOVAKIA*. [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné na internete: <<https://www.sario.sk/sites/default/files/content/files/sario-ict-sector-in-slovakia-2018-09-20.pdf>> 12 s.
53. SHEPHARD, R. W.: *Cost and Production Functions*. 1. vyd. Princeton: Princeton University Press. 1981. 106. ISBN 978-3-642-51578-1
54. SOLOW, R. M.: *We'd better watch out*. 1987. In: New York Times Book Review. [online]. 12.07.1987 [cit. 2019-03-09]. Dostupné na internete: <<http://www.standupeconomist.com/pdf/misc/solow-computer-productivity.pdf>> 1 s
55. ŠKARE, M. – RABAR, D.: *Measuring Economic Growth Using Data Envelopment Analysis*. In: Amfiteatru Economic. 2016. roč. 18, č. 42, s. 386-406. ISSN 1582-9146
56. THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND. 2019. *Software*. [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné na internete: <<https://economics.uq.edu.au/cepa/software>>
57. THE ESTONIAN GOVERNMENT. 2004. *Principles of the Estonian Information Policy 2004-2006*. [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné na internete: <https://vm.ee/sites/default/files/content-editors/web-static/038/Governments_European_Policy_for_2004-2006.pdf> 39 s.
58. TONE, K.: *A Slacks-based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis*. In: European Journal of Operational Research. 2001. roč. 130, č. 3, s. 498-509. ISSN 0377-2217
59. UNITED NATIONS. 2004. *Report on the International Telecommunication Union on Information and Communication Technologies Statistics*. [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné na internete: <<https://unstats.un.org/unsd/statcom/doc04/2004-16e.pdf>> 6 s.
60. WATSON, R. – MYERS, M.D.: *IT Industry Success in Small Countries: The Cases of Finland and New Zealand*. 2001. In: Journal of Global Information Management. roč. 9, č. 2, s. 1-14. ISSN 1533-7995.

61. Ženy v (IT) kurze. ROBÍME IT. 2018. [online]. cit. 2019-03-13]. Dostupné na internete: <<https://robime.it/zeny-v-it-kurze/>>

