

Vliv vysokoškolského vzdělání a výdajů na vědu a výzkum na rozvoj oborů pokročilých technologií v ČR

Diplomová práce

Vedoucí práce:

doc. Ing. Václav Adamec, Ph.D.

Autor:

Bc. Kateřina Moudrá

Brno 2013

Na tomto místě bych ráda poděkovala panu doc. Ing. Václavu Adamcovi, Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce, za odborné vedení práce, za cenné rady, připomínky a informace, které mi při zpracování diplomové práce poskytoval.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím zdrojů, které uvádím v seznamu.

V Brně dne 20. května 2013

Abstract

Moudrá, K., *Influence of higher education and spending on science and research on the development of advanced technologies in the fields of the Czech Republic*. Diploma thesis. Brno: MENDELU, 2013.

Treatise of this thesis focuses on the relationship of economic indicators in the field of information and communication technologies Czech Republic and Germany. The work focuses on the impact of tertiary education and expenditure on research and development on indicators of volume of sales, exports of goods, added value and production industry. These effects are demonstrated benefits of new technology and innovation to develop the country's economy. In conclusion, the paper analyzed the development of time series exports and imports ICT goods.

Keywords

Economic growth, tertiary education, research and development, innovation, regression analysis, time series analysis

Abstrakt

MOUDRÁ, K., *Vliv vysokoškolského vzdělání a výdajů na vědu a výzkum na rozvoj oborů pokročilých technologií v ČR*. Diplomová práce. Brno: MENDELU v Brně, 2013.

Pojednání této diplomové práce se zaměřuje na zkoumání vztahů ekonomických ukazatelů v oblasti informačních a komunikačních technologií České republiky a Německa. Práce se zaměřuje na vliv terciárního vzdělávání a výdajů na vědu a výzkum na ukazatele objemu tržeb, exportu zboží, přidané hodnoty a produkce odvětví. Tyto vlivy mají prokázat přínos nových technologií a inovací k rozvoji ekonomiky země. V závěru práce je analyzován vývoj časových řad vývozu a dovozu ICT zboží.

Klíčová slova

Ekonomický růst, terciární vzdělávání, věda a výzkum, inovace, regresní analýza, analýza časových řad

Obsah

1	Úvod a cíl práce	15
1.1	Úvod.....	15
1.2	Cíl práce	16
2	Přehled literatury	17
2.1	Odvětví ICT.....	17
2.1.1	ICT sektor	17
2.1.2	IT odborníci	18
2.1.3	Mzdy IT odborníků	21
2.1.4	Výdaje a investice v ICT.....	21
2.1.5	Věda a výzkum v ICT	22
2.1.6	Zahraniční obchod s ICT	24
2.2	Mezinárodní srovnání	26
2.3	Věda a výzkum v ČR (VaV).....	29
2.4	Terciární systém vzdělávání v ČR	31
3	Materiál a metodika	34
3.1	Materiál.....	34
3.1.1	Seznam proměnných	36
3.2	Regresní analýza.....	36
3.2.1	Klasický lineární model	37
3.2.2	Sestavení a odhad regresního modelu.....	38
3.2.3	Gaussova-Markovova věta.....	38
3.2.4	Testování významnosti	39
3.2.5	Testování specifikace modelu.....	40
3.2.6	Heteroskedasticita	41
3.2.7	Autokorelace	41
3.2.8	Multikolinearita.....	41
3.2.9	Normalita	42
3.3	Časové řady.....	42

3.3.1	Základní model	42
3.3.2	Elementární charakteristiky	43
3.3.3	Kritéria pro výběr trendu.....	44
3.3.4	Klouzavé průměry	44
4	Výsledky a diskuse	45
4.1	ICT sektor České republiky.....	45
4.1.1	Přidaná hodnota v ICT sektoru České republiky.....	45
4.1.2	Objem tržeb v ICT sektoru České republiky.....	47
4.1.3	Zaměstnanost v ICT sektoru České republiky.....	49
4.1.4	Export v ICT sektoru České republiky.....	55
4.1.5	Produkce v ICT sektoru České republiky.....	58
4.2	ICT sektor v Německu	60
4.2.1	Přidaná hodnota v ICT sektoru v Německu	61
4.2.2	Produkce v ICT sektoru Německa	64
4.2.3	Zaměstnané osoby v ICT sektoru v Německu	67
4.3	Časové řady	69
4.3.1	Vývoz ICT zboží z České republiky	70
4.3.2	Dovoz ICT zboží do České republiky	71
5	Závěr	73
6	Literatura	76
7	Elektronické zdroje	77
A	Primární data ICT sektoru	80
B	Ukazatele dynamiky a trend časových řad	82

Seznam obrázků

Obr. 1	IT odborníci za období 2000 – 2011 v České republice (tisíce fyzických osob, podíl na celkovém počtu zaměstnaných osob)	19
Obr. 2	Struktura IT odborníků podle dokončeného vzdělání v letech 2000 a 2011	20
Obr. 3	Vysokoškolští absolventi oboru Informatika v letech 2001 – 2011 v České republice (fyzické osoby, podíl na celkovém počtu absolventů)	20
Obr. 4	Průměrná hrubá měsíční mzda IT odborníků v porovnání s celkovou průměrnou hrubou mzdou v České republice (Kč)	21
Obr. 5	Investice do ICT celkem za léta 1993 až 2011 v České republice (mld. Kč, %)	22
Obr. 6	Celkové výdaje na VaV v ICT za léta 2005 až 2011 v České republice (mil. Kč, %)	23
Obr. 7	Udělené ICT patenty v ČR podle přihlašovatele během let 2005 – 2011	23
Obr. 8	ICT patenty udělené k 31. 12. 2011 v ČR podle země přihlašovatele	24
Obr. 9	Vývoz ICT zboží za období 2000 – 2011 v České republice (mld. Kč, %)	25
Obr. 10	Vývoz ICT služeb z ČR podle zemí v letech 2005 a 2011	26
Obr. 11	Dovoz ICT služeb do ČR podle zemí v letech 2005 a 2011	26
Obr. 12	Podíl IT odborníků na celkovém počtu zaměstnané populace v letech 2000 a 2011	28
Obr. 13	Vývoj časových řad UPH_Zam a ln_VVaV_Zam	46
Obr. 14	Graf skutečných a vyrovnaných hodnot přidané hodnoty v ICT České republiky	47

Obr. 15	Vývoj časových řad Tržby_Zam a ln_VVaV_Zam	48
Obr. 16	Graf skutečných a vyrovnaných hodnot objemu tržeb v ICT České republiky	49
Obr. 17	Vývoj časových řad d_Ex a d_Zam	50
Obr. 18	Graf skutečných a vyrovnaných hodnot zaměstnanců v ICT České republiky	52
Obr. 19	Vývoj časových řad Zam, Abs, d_Zam a d_Abs	53
Obr. 20	Graf skutečných a vyrovnaných hodnot modelu zaměstnanosti v ICT České republiky	55
Obr. 21	Vývoj časových řad lu_Ex_Zam a UPH_Zam	56
Obr. 22	Graf skutečných a vyrovnaných hodnot exportu v ICT sektoru České republiky	58
Obr. 23	Vývoj časových řad ln_VVaV_Zam a ln_Q_Zam	59
Obr. 24	Graf skutečných a vyrovnaných hodnot produkce v ICT sektoru České republiky	60
Obr. 25	Vývoj časových řad Zam (tisíc osob), N_mzdy, UPH a VVaV	61
Obr. 26	Graf vyrovnaných a skutečných hodnot UPH v ICT odvětví Německa	64
Obr. 27	Vývoj časových řad Q_Zam, UPH_Zam a VVaV_Zam	65
Obr. 28	Graf skutečných a vyrovnaných hodnot Q_Zam v ICT odvětví Německa	67
Obr. 29	Skutečné a vyrovnané hodnoty počtu zaměstnanců v ICT sektoru Německa	69
Obr. 30	Časová řada vývozu ICT zboží české republiky (mil. Kč)	70
Obr. 31	Časová řada dovozu ICT zboží do České republiky (mil. Kč)	71

Seznam tabulek

Tab. 1	Seznam proměnných vyskytujících se v aplikovaných modelech	36
Tab. 2	Lineárně-logaritmický model přidané hodnoty na pracovníka v odvětví ICT	46
Tab. 3	Testování specifikace modelu	46
Tab. 4	Testování reziduální složky	47
Tab. 5	Lineárně-logaritmický model objemu tržeb na pracovníka v odvětví ICT	48
Tab. 6	Testování specifikace modelu	48
Tab. 7	Testování reziduální složky	49
Tab. 8	Lineární model zaměstnanosti v odvětví ICT	50
Tab. 9	Testování specifikace modelu	51
Tab. 10	Testování reziduální složky	51
Tab. 11	Lineární model zaměstnanosti v odvětví ICT	53
Tab. 12	Testování specifikace modelu	54
Tab. 13	Testování reziduální složky	54
Tab. 14	Logaritmicko-lineární model exportu na pracovníka v odvětví ICT	56
Tab. 15	Testování specifikace modelu	56
Tab. 16	Testování reziduální složky	57
Tab. 17	Logaritmický model produkce na pracovníka v odvětví ICT	59
Tab. 18	Testování specifikace modelu	59
Tab. 19	Testování reziduální složky	60

Tab. 20	Lineární model přidané hodnoty v ICT odvětví v Německu	62
Tab. 21	Testování specifikace modelu	62
Tab. 22	Testování reziduální složky	62
Tab. 23	Lineární model produkce na pracovníka v ICT sektoru v Německu	65
Tab. 24	Testování specifikace modelu	66
Tab. 25	Testování reziduální složky	66
Tab. 26	Lineární model počtu zaměstnanců v ICT sektoru v Německu	68
Tab. 27	Testování specifikace modelu	68
Tab. 28	Testování reziduální složky	68
Tab. 29	Primární data ICT sektoru České republiky	80
Tab. 30	Primární data ICT sektoru Německa	81
Tab. 31	Ukazatele dynamiky časové řady vývozu ICT zboží a její trend (klouzavé průměry)	82
Tab. 32	Ukazatele dynamiky časové řady dovozu ICT zboží a její trend (klouzavé průměry)	83

1 Úvod a cíl práce

1.1 Úvod

Tato práce se zaměřuje na zkoumání vztahů mezi výdaji na vědu a výzkum, počtem zaměstnanců, přidanou hodnotou, exportem zboží, počtem absolventů technických oborů, objemem tržeb, mzdovými náklady a produkcí v oboru pokročilých technologií, kterým je sektor informačních a komunikačních technologií (ICT). Pojem informačních a komunikačních technologií označuje procesy, postupy, technologie, aplikace a systémy, které zpracovávají, zobrazují, analyzují, zprostředkovávají a uchovávají informace pomocí elektroniky. Využívány jsou například počítače, servery, operační systémy, síťové protokoly a internetové vyhledávače. Sektor informačních a komunikačních technologií znamená pro dlouhodobý růst ekonomiky významnou hnací sílu a podporuje konkurenceschopnost jednotlivých zemí. Pokud společnosti využívají ICT, podporují růst své produktivity.

Česká republika exportuje a importuje zboží i služby a je tedy otevřenou ekonomikou, ale aby obstála ve značné konkurenci okolních zemí, musí své produkty inovovat a zdokonalovat. Na druhé straně otevřenost České republiky přispívá k rozšiřování nových technologií, know-how a manažerských dovedností sdílením informací se zahraničními odborníky a propojováním českých a zahraničních společností a vysokých škol. Je na dané zemi, zda využije potenciál nových technologií plynoucích ze zahraničí a pomocí zdokonalování technologií a inovací obstojí na trhu i mezi vysokou konkurencí.

Důležitou oblastí pro rozvoj ekonomiky a technologického pokroku České republiky je i kvalitní vzdělání. Vzdělání člověka doprovází celý jeho život. Studium na školách základních, středních i vysokých vzdělávání nekončí. Chce-li být člověk úspěšný, musí se vzdělávat a doplňovat své znalosti i po skončení studia. Pokud by ekonomika postrádala odborníky, vědce a výzkumníky, kteří vyvíjejí nové technologie a inovace a tím přispívají k růstu ekonomiky, mohla by nastat její stagnace, případně pokles. Sektor ICT je zdrojem informací, které slouží v procesu vzdělávání a vědecké a výzkumné práci. Tyto dvě oblasti jsou značně propojeny a navzájem se doplňují a rozvíjí celou ekonomiku. Spousta slavných osobností minulosti i dneška formulovala citáty o vzdělání, jimiž dokumentuje fakt důležitosti vzdělávání společnosti i samotného jedince. Jedním z takových citátů od Aristotela je například: *„Vzdělání má hořké kořínky, ale sladké ovoce.“* Citát od známého básníka Percyho Bysshe Shelleyho: *„Čím víc se učíme, tím víc odhalujeme svoji nevědomost.“*, poukazuje na skutečnost, že lidské vzdělávání je nekonečný proces.

Další oblast sloužící k lepšímu rozvoji ekonomiky společnosti je věda a výzkum, jež je systematickou činností k rozšíření poznání, znalostí člověka, světa, kultury a rozšíření těchto znalostí do praktického života. Věda a výzkum podporují technologický pokrok, který přispívá k hospodářskému růstu a k ekonomické konkurenceschopnosti země. Zvyšující výdaje na vědu a výzkum jsou

pro ekonomiku států přínosem a země, který tento krok podporují, se dostávají do popředí. Naopak pokud společnost neinvestuje dostatečné prostředky na vývoj nových technologií, pak tato země zaostává za ostatními ekonomikami a to nejen produktivitou práce, ale i dalšími důležitými ekonomickými ukazateli. Výdaje na vědu a výzkum mají podstatný vliv na další ekonomické ukazatele, jimiž jsou například přidaná hodnota, tržby, export a další. Tento vliv zkoumá tato diplomová práce a ověřuje závislost a její intenzitu pro oblast informačních a komunikačních technologií v České republice.

1.2 Cíl práce

Hlavní cíl práce, kterým je ověřování vlivu vysokoškolského vzdělávání a výdajů na výzkum a vědu na rozvoj ekonomického sektoru pokročilých technologií v České republice, je rozložen na dílčí cíle. Pro ilustraci dílčích cílů práce byly zformulovány pracovní hypotézy, které tato práce bude testovat a ověřovat pomocí statistických a ekonometrických metod a programů k tomu určených. Tato práce se bude zabývat sektorem informačních a komunikačních technologií.

Pracovní hypotézy dílčích cílů, které budou v této práci ověřovány, jsou následující:

1. Počty zaměstnanců v oborech ICT ovlivňuje export technicky pokročilých výrobků a služeb a absolventi VŠ v oborech technického směru.
2. Export technicky pokročilých výrobků a služeb závisí na přidané hodnotě odvětví.
3. Přidaná hodnota, tržby a produkce ICT výrobků a služeb závisí na výdajích na vědu a výzkum v tomtéž oboru.

V poslední části budou zhodnoceny časové řady vývozu a dovozu zboží z ICT sektoru. Závislosti sledovaných veličin v informačních a komunikačních technologiích budou ověřovány i na ekonomice Německa.

2 Přehled literatury

2.1 Odvětví ICT

ICT je zkratka oboru informačních a komunikačních technologií z anglického názvu Information and Communication Technologies. ICT zahrnuje nejen hardwarové vybavení, nýbrž i softwarové aplikace, které zpracovávají informace. Ve zkratce znamená písmenko C komunikaci mezi počítači a počítačovými sítěmi, jedná se tedy o přenos informací, který je rozšířen v rámci internetu, mobilních sítí, telekomunikačních sítí a satelitů, přes které proudí nesčetné množství dat. V dnešní době jsou informační a komunikační technologie užívány ve všech oblastech moderního světa. S jejich pomocí fungují obchody, banky, úřady, media, policie a další instituce. (Hobza, 2009)

V odvětví ICT musíme pracovat s informacemi a to pomocí navazujících činností. Zpočátku je potřeba informace získat, dále je třídit, uchovat pro další zpracování s možností jejich vyhledávání. Každý člověk ke svému rozvoji musí sledovat aktuální informace a zpracovávat je pro svůj vývoj. V dnešní době pro získávání informací slouží nejen knihovny, ale především elektronické dokumenty. Využívají se za pomoci technických a programových prostředků. (Potáček, 2002)

Rozvoj ICT již řadu let ovlivňuje celá odvětví a také celé ekonomiky. V současnosti je tento vliv značnější a můžeme tedy zkoumat, jaký podíl má obor ICT na růst produktivity. Již v 90. letech byl tento vliv zkoumán mnoha odborníky, což bylo podpořeno také růstem oboru informačních a komunikačních technologií a jejím šířením se celou ekonomickou sférou v USA. Zjištěn zde byl výrazný podíl investic do ICT na růstu produktivity v USA. Narozdíl od USA (přibližně 60 % růstu produktivity v 90. letech způsobeno ICT) byla Evropa v této oblasti pozadu (jen přibližně 40-ti % vliv), což bylo podle odborníků způsobeno lepší schopností USA absorbovat nové technologie z oblasti informačních a komunikačních technologií. V dnešní době se Evropa snaží dosáhnout úrovně USA a investuje do oblasti ICT přibližně stejné finance, i nadále však Evropa zaostává za USA, což odborníci připisují vysoké regulaci trhů práce a trhů zboží a služeb. Doporučení pro zlepšení situace jsou například:

- zvýšit přizpůsobivost ekonomiky pro pružnější reakci firem na situaci na trhu,
- zajistit podmínky pro investice do ICT (stabilní prostředí apod.),
- podporovat v užívání ICT domácnosti, firmy i státní sféru,
- zajistit dostatečně konkurenční prostředí, aby se díky novým hráčům objevily nové technologie a služby. (Hobza, 2009)

2.1.1 ICT sektor

ICT sektor se skládá z následujících čtyř tříd: ICT průmysl neboli výroba ICT, obchod s ICT, telekomunikační činnosti a služby v oblasti informačních techno-

logií. Obecně je ICT sektor vymezen jako seskupení ekonomických činností, které poskytují služby nebo výrobky určené k práci s informacemi elektronickou cestou. Jedná se o komunikaci, distribuci, zpracování, přenos, ukládání a další činnosti s informacemi. (ČSÚ, 2012)

Vývoj informační vědy byl v 70. – 90. letech významnější ve Spojených státech, kde se postupně uplatňoval na univerzitách jako nový předmět výuky. Ze Spojených států se postupně vývoj informační vědy začal rozšiřovat do dalších států. V evropských zemích působil vliv Spojených států, ale vládl jistý typický konzervatismus a tradicionalismus. V druhé polovině 20. století však nastala v západních zemích tzv. exploze informací. Tyto informace byly příčinou problému, protože jejich využívání nebylo dostatečné z důvodů soutěživosti mezi státy, specializace vědních oborů a z ní vyplývající ztížené komunikace mezi obory a zaostávání v přizpůsobování se novým trendům.

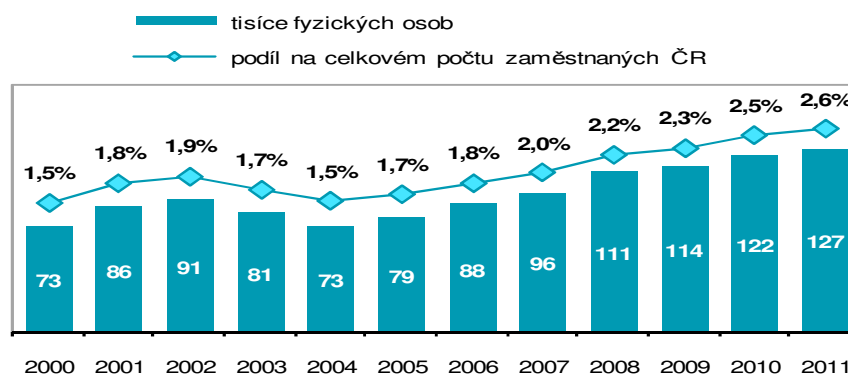
V bývalém Československu se informační problematika označovala jako informatika a představovala převážně technický obor počítačové vědy. V 70. letech přišel pokus o zařazení informatiky jako studijního oboru, ale tato tendence byla potlačena ideologizací výuky na vysokých školách. Teprve až v letech 1994 (na Slovensku, Univerzita Komenského v Bratislavě) a 1996 (v České republice, Univerzita Karlova v Praze) byly schváleny a akreditovány doktorské programy v oblasti informační vědy. (Cejpek, 2005)

2.1.2 IT odborníci

Jako ICT odborníka označíme pracovníka, jehož hlavní náplň práce zahrnuje informatické znalosti a dovednosti o vytváření, nasazení a využití ICT aplikované v praxi. (Doucek, Maryška, 2012)

Podle mezinárodní klasifikace ISCO 88 jsou hlavními dvěma skupinami specialisté v oblasti ICT a techničtí pracovníci v ICT. Za specialisty v oblasti ICT neboli za vědecké pracovníky lze považovat ty, kteří se podílejí na samotném vývoji nových technologií, aplikací apod. Techničtí pracovníci jsou naopak ti, kteří tyto technologie, programy apod. uvádějí do provozu. Pracovníci ICT jsou důležitým zdrojem rozvoje a růstu tohoto sektoru, ale významným ukazatelem jsou i studenti oborů informačních technologií, kteří se pak z větší části stávají odborníky v ICT sektoru a rozvíjejí tak jeho význam. V této podkapitole se proto nastíní situace na trhu práce i v terciárním vzdělávání v informačních a komunikačních technologiích.

Na následujícím obrázku č. 1 je zobrazen graf počtu IT odborníků mezi léty 2000 až 2011. Podíl IT odborníků na celkové zaměstnané populaci, jak lze vidět na následujícím obrázku, roste, ale mezi léty 2002 až 2005 nastal pokles. Oživení nastalo od roku 2005 a to hlavně díky nárůstu zahraničních investic do ICT služeb. (ČSÚ, 2012)



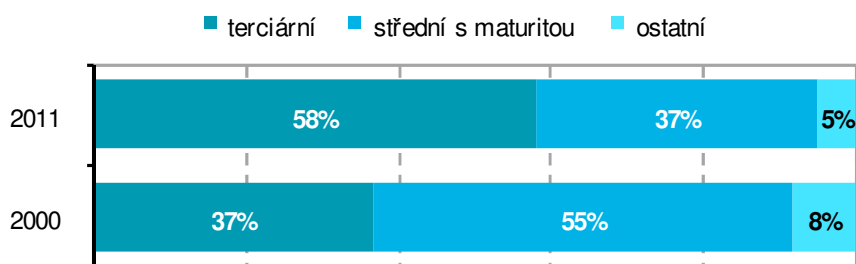
Obr. 1 IT odborníci za období 2000 – 2011 v České republice (tisíce fyzických osob, podíl na celkovém počtu zaměstnaných osob)
Zdroj: ČSÚ, 2012

Struktura ICT odborníků v České republice je rozdělena v poměru 60:40 (rok 2010) ve prospěch technických pracovníků k vědeckým a odborným pracovníkům v ICT. Toto rozdělení je na rozdíl od vyspělejších zemí Evropské unie v opačném poměru. Vědečtí pracovníci v ICT sektoru dávají ekonomice větší přidanou hodnotu a jejich vyšší zastoupení je pro ekonomiku prospěšnější. Česká republika v této oblasti tedy zaostává za vyspělejšími zeměmi EU.

Pokud bude sledovaným ukazatelem podíl mužů a žen pracujících v ICT sektoru, ukáže se zajímavé zjištění a to, že podíl pracujících žen v ICT v průběhu let stále klesá. Klesá nejen podíl žen, ale i počet pracujících žen v ICT v absolutních číslech. Způsobeno to bude pravděpodobně velkou pracovní zátěží těchto pracovníků a rychlým rozvojem nových technologií. Tempo, které vládne v sektoru informačních a komunikačních technologií se vylučuje s rodinným životem žen.

Další charakteristikou, podle které se dělí počty pracovníků v ICT, je věk. Během sledovaných let 1993 až 2010 převažuje podíl zaměstnanců v ICT ve věku 25–34 let, který v roce 2010 činil 45 % všech ICT odborníků. V nejmladší věkové skupině 15–24 let došlo ke snížení podílu zaměstnaných osob v ICT, což je způsobeno pravděpodobně vzrůstajícími požadavky na vzdělání a delším studiem informačních a komunikačních oborů.

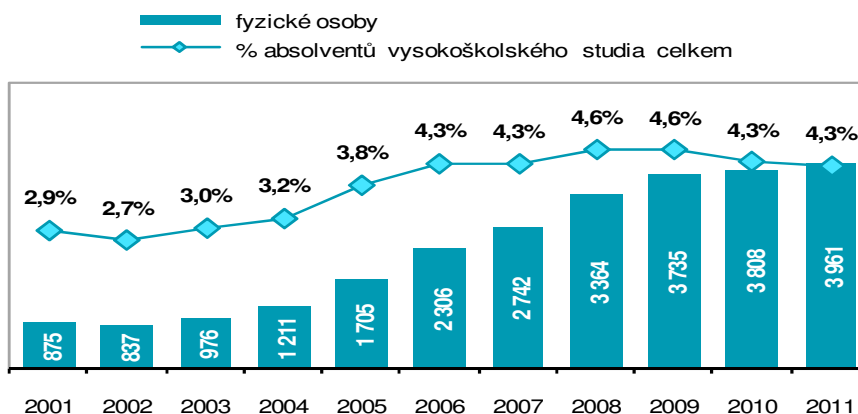
IT odborníci podle vzdělání jsou v letech 2000 a 2011 zobrazení na následujícím obrázku č. 2. Mezi těmito léty došlo k výraznému navýšení IT odborníků s terciárním neboli vysokoškolským vzděláním, což bylo způsobeno již dříve zmiňovanými vyššími požadavky na pracovníky v ICT z pohledu vzdělání. Jiný poměr dokončeného vzdělání IT odborníků je mezi technickými a vědeckými pracovníky. Zatímco u technických pracovníků má nejvyšší zastoupení středoškolské vzdělání s maturitou (67 % v roce 2010), mezi vědci a odborníky v oblasti ICT je nejvyšší zastoupení vysokoškolsky vzdělaných pracovníků (89 % v roce 2010). Tento rozdíl je dán požadavky pracovních míst, kde na vědce a odborníky v ICT jsou kladeny větší požadavky nejen ve vzdělání, ale i v odbornostech a zkušenostech. (ČSÚ, 2012)



Obr. 2 Struktura IT odborníků podle dokončeného vzdělání v letech 2000 a 2011
Zdroj: ČSÚ, 2012

Vysokoškolští studenti a absolventi oboru Informatika jsou druhou a velkou součástí IT odborníků. Tato skupina je součástí budoucího rozvoje sektoru ICT a již při studiu těchto oborů jsou studenti součástí tohoto sektoru. Počet studentů oboru Informatika roste během celé zkoumané doby od roku 2000 až na 5,8 % vysokoškolských studentů celkem v roce 2011. Počet studentů během těchto let vzrostl až trojnásobně. Nejvíce studentů je zastoupeno v bakalářských studijních oborech a jejich poměr se v předchozích 5-ti letech ustálil přibližně na 75 %.

Počet vysokoškolských absolventů oboru Informatika také samozřejmě narůstá s počtem studentů během sledovaných let, což je znázorněno na následujícím obrázku č. 3. (ČSÚ, 2012)



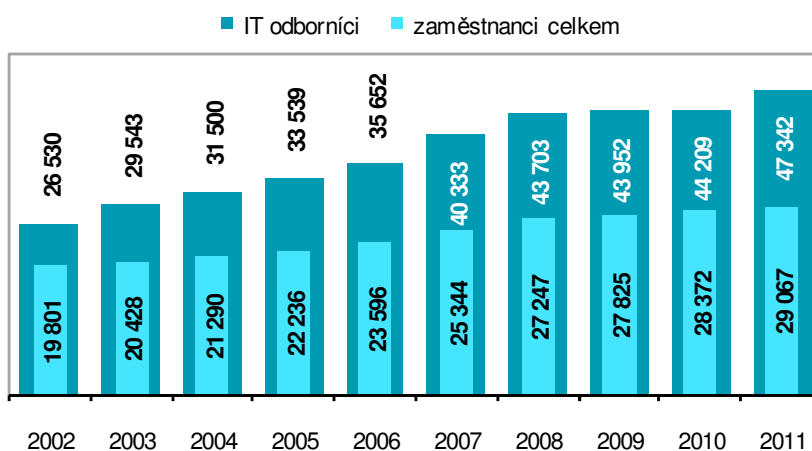
Obr. 3 Vysokoškolští absolventi oboru Informatika v letech 2001 – 2011 v České republice (fyzické osoby, podíl na celkovém počtu absolventů)
Zdroj: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy

Z demografického hlediska obyvatelstvo ekonomicky vyspělých zemí včetně České republiky podléhá stárnutí. Toto stárnutí může v budoucnu způsobit nedostatek absolventů a tedy i pracovníků ICT oborů. Pracující odborníci v ICT sektoru budou podléhat této tendenci stárnutí populace a je tedy jen otázkou, zdali budou kvalitně po celou dobu své kariéry plnit požadavky tohoto sektoru

a pomáhat i rozšiřování a inovacím v tomto důležitém oboru naší ekonomiky. (Doucek, Maryška, 2012)

2.1.3 Mzdy IT odborníků

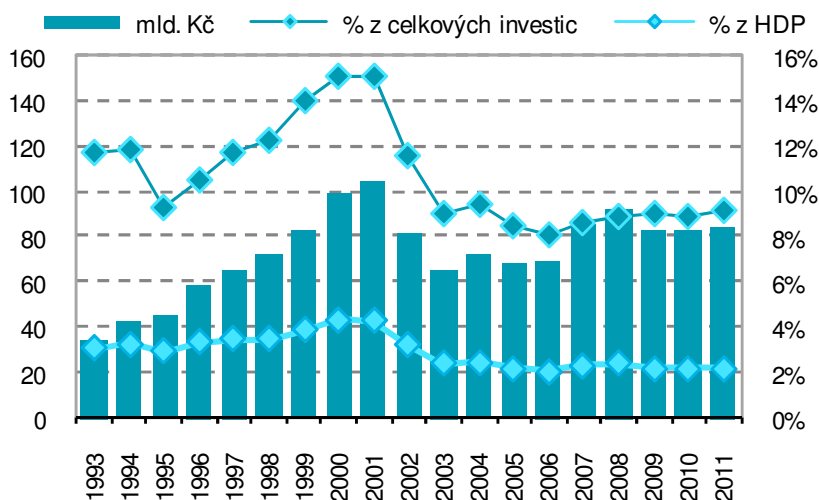
Mzdy IT odborníků se liší podle různých kritérií. Například muži ve většině případů mají vyšší mzdy než ženy, dále mají v ICT sektoru vyšší mzdy lidé ve věku 35 – 45 let, vysokoškolsky vzdělaní odborníci a lidé působící v podnikatelské sféře. Na následujícím obrázku č. 4 vyzoborujeme průměrnou hrubou měsíční mzdu od roku 2002 až do roku 2011 v ICT sektoru. Tato průměrná hrubá měsíční mzda v ICT sektoru převyšuje průměrnou měsíční hrubou mzdu celé ekonomiky přibližně 1,6x.



Obr. 4 Průměrná hrubá měsíční mzda IT odborníků v porovnání s celkovou průměrnou hrubou mzdou v České republice (Kč)
Zdroj: ČSÚ, 2012

2.1.4 Výdaje a investice v ICT

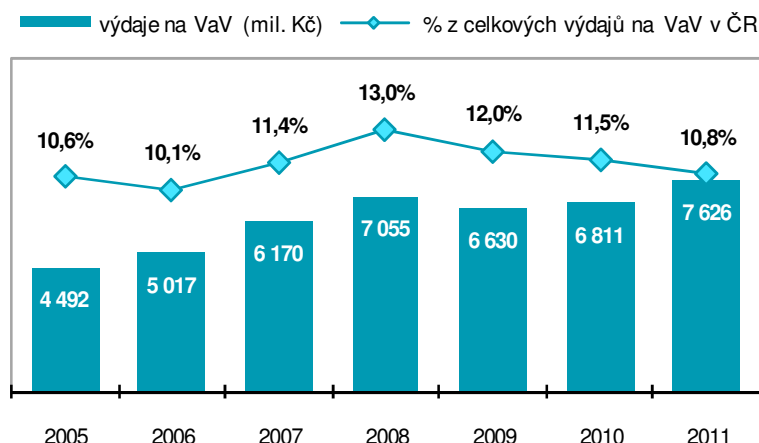
Objem investic do ICT sektoru můžeme měřit buď v poměru k celkovému HDP, a nebo k celkovému objemu všech investic do ICT v české ekonomice. Obě zmiňované poměrové veličiny mají od roku 2000 spíše klesající charakter, což znamená pro ekonomiku negativní vývoj v ICT sektoru. První výše uvedená veličina, kde sledujeme vývoj objemu investic v poměru k celkovému HDP, má spíše plošší charakter a za poslední roky se ustálila kolem hodnoty 2 %. Druhá výše uvedená veličina se mírně zlepšuje od roku 2007. Tyto charakteristiky ukazuje následující obrázek č. 5. (Acta Oeconomica Pragensia, 2011)



Obr. 5 Investice do ICT celkem za léta 1993 až 2011 v České republice (mld. Kč, %)
Zdroj: ČSÚ, 2012

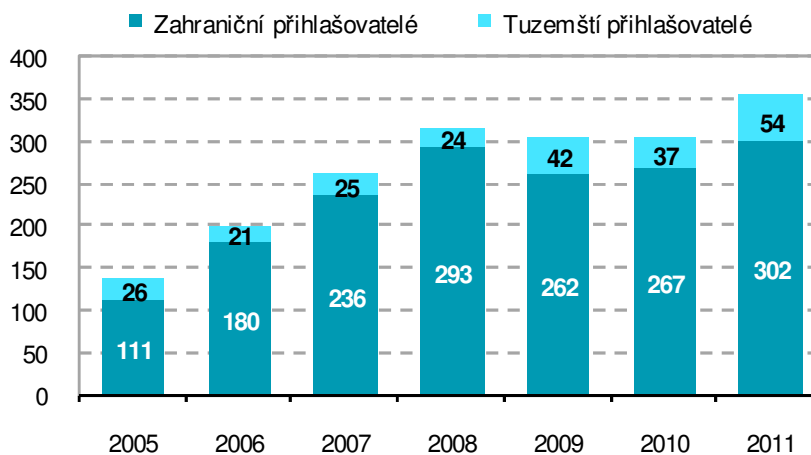
2.1.5 Věda a výzkum v ICT

Výzkum a vývoj je součástí ekonomiky a je důležitý pro její rozvoj a zlepšování technologií. Je to tvůrčí práce, která se vykonává za účelem rozšíření stávajících znalostí a rozšíření o znalosti nové. Součástí je i aplikace praxe v oboru a to pomocí nově nalezených metod i stávajících a obohacených o nové poznatky. Výdaje na výzkum a vývoj jsou důležitými běžnými i investičními výdaji, které napomáhají výzkumu a vývoji při rozvoji celého sektoru ekonomiky. Na následujícím obrázku č. 6 jsou zobrazeny výdaje na vědu a výzkum, které v roce 2011 opět stouply, což by mělo mít pro budoucí stav ekonomiky přínosný charakter. Když si rozdělíme výdaje na vědu a výzkum do oblasti ICT zpracovatelského průmyslu a do oblasti ICT služeb, konstatujeme, že ve výdajích na vědu a výzkum na ICT zpracovatelský průmysl klesá, ale naopak na ICT služby stoupá, což značí pozitivní vývoj do budoucnosti, protože služby mají vyšší přidanou hodnotu a výhledově z této skutečnosti může čerpat celá ekonomika. (ČSÚ, 2012 a Statistika & my, 2012)



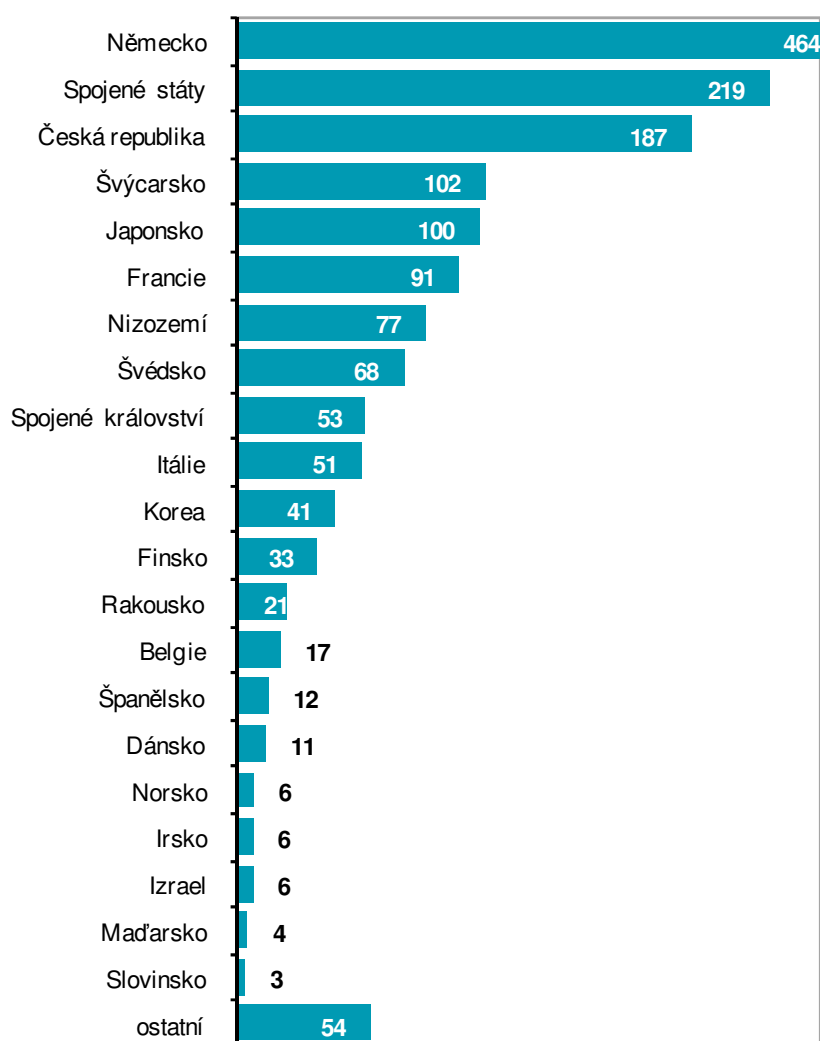
Obr. 6 Celkové výdaje na VaV v ICT za léta 2005 až 2011 v České republice (mil. Kč, %)
Zdroj: ČSÚ, 2012

Další oblastí ve vědě a výzkumu, která rozvíjí ekonomický sektor republiky, jsou patenty, které jsou veřejnou listinou vydanou patentovým úřadem. Ochrana patentu se vztahuje na vynález po dobu 20-ti let. Tento ukazatel zobrazuje výstupy prakticky použitelných nových znalostí. Na následujícím obrázku č. 7 si prohlédneme udělené patenty v České republice podle přihlašovatele. (ČSÚ, 2012)



Obr. 7 Udělené ICT patenty v ČR podle přihlašovatele během let 2005 – 2011
Zdroj: ČSÚ, 2012

Další obrázek č. 8 ukazuje ICT patenty udělené k 31. 12. 2011 v České republice podle země přihlašovatele. Nejvíce patentů je německého a amerického původu a Česká republika je až na třetím místě. Tato tvrzení jsou zobrazena na již zmíněném následujícím obrázku č. 8.

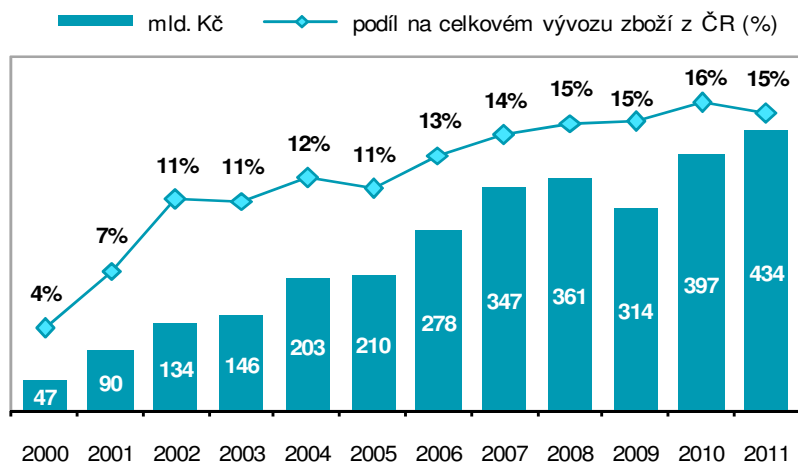


Obr. 8 ICT patenty udělené k 31. 12. 2011 v ČR podle země přihlašovatele
Zdroj: ČSÚ, 2012

2.1.6 Zahraniční obchod s ICT

Pod zahraničním obchodem s ICT si můžeme představit, jak obchodování se zbožím, které je zastoupeno kategoriemi jako komunikační zařízení, počítače, spotřební elektronika, elektronické součástky nebo ostatní díly ICT, tak i obchodování s ICT službami, jimiž jsou telekomunikační služby nebo služby výpočetní techniky. Na obrázku č. 9, který následuje, zobrazuje graf vývoz ICT zboží. Na celkovém vývozu z České republiky se vývoz ICT zboží podílí během let 2008 – 2011 přibližně 15-ti %. V absolutních hodnotách za tyto roky vývoz ICT zboží roste s výjimkou propadu vývozu v roce 2009, což bylo pravděpodobně způsobeno celosvětovou ekonomickou krizí. Pokles vývozu ICT zboží způsobil v roce 2009 taktéž pokles tržeb. Lze tvrdit, že velké množství ICT výrobků zhotovených v České republice, se vyveze do zahraničí. Produkty českého ICT sekto-

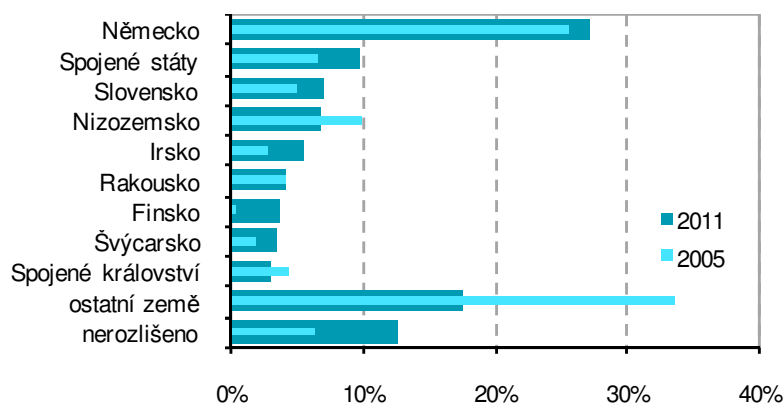
ru směřovaly v roce 2011 nejvíce do Německa (33,2 %), Nizozemska (8,8 %) a do Velké Británie (8,4 %). (ČSÚ, 2012 a Statistika & my, 2012)



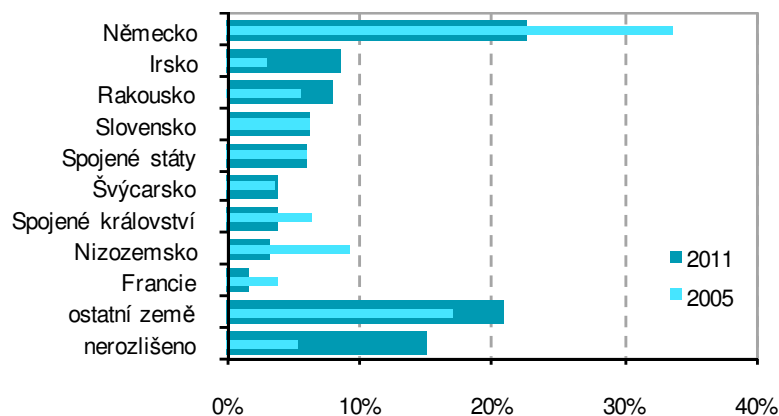
Obr. 9 Vývoz ICT zboží za období 2000 – 2011 v České republice (mld. Kč, %)
Zdroj: ČSÚ, 2012

Dovoz ICT zboží měl podobný charakter jako vývoz. Propad v roce 2009 také nastal pravděpodobně ze stejného důvodu, jako tomu bylo u vývozu. Naopak v roce 2010 vzrostl dovoz ICT zboží znatelněji a jeho procentuální podíl na celkovém dovozu zboží do ČR byl 18 %. V následujícím roce 2011 poklesl na 16 % celkového dovozu zboží, ale v absolutní hodnotě byl pokles o 10 mld. Kč. Mezi země, z kterých Česká republika nejčastěji dováží ICT zboží, se počítají Čína (52,1 %), Německo (9,6 %) a Nizozemsko (8,1 %). V tomto ukazateli se odráží velký rozvoj čínské produkce a vývozu, neboť v roce 2000 byl dovoz z Číny jen okolo 5 %. Dovoz a vývoz ICT zboží se vyrovnává, což je způsobeno tím, že se do České republiky dovážejí součástky, díly a části rozpracovaných produktů a zde se montují a opět směřují k zahraničním odběratelům. Naše republika je tedy v tomto odvětví tzv. montovnou. (ČSÚ, 2012 a Statistika & my, 2012)

Zahraněční obchod se službami se stává důležitou složkou obchodu, protože ICT služby mají velkou přidanou hodnotu, což je pro ekonomiku celé republiky prospěšné. Obchodování se službami by se tedy měl přikládat dostatečný důraz. Hlavní zahraniční partnery při obchodování se službami ICT ukazují následující obrázky č. 10 a 11 vývozu a dovozu služeb ICT. Významným obchodním partnerem je Německo z důvodů geografické blízkosti země a dobrého obchodního spojení zemí. (ČSÚ, 2012)



Obr. 10 Vývoz ICT služeb z ČR podle zemí v letech 2005 a 2011
Zdroj: ČSÚ, 2012

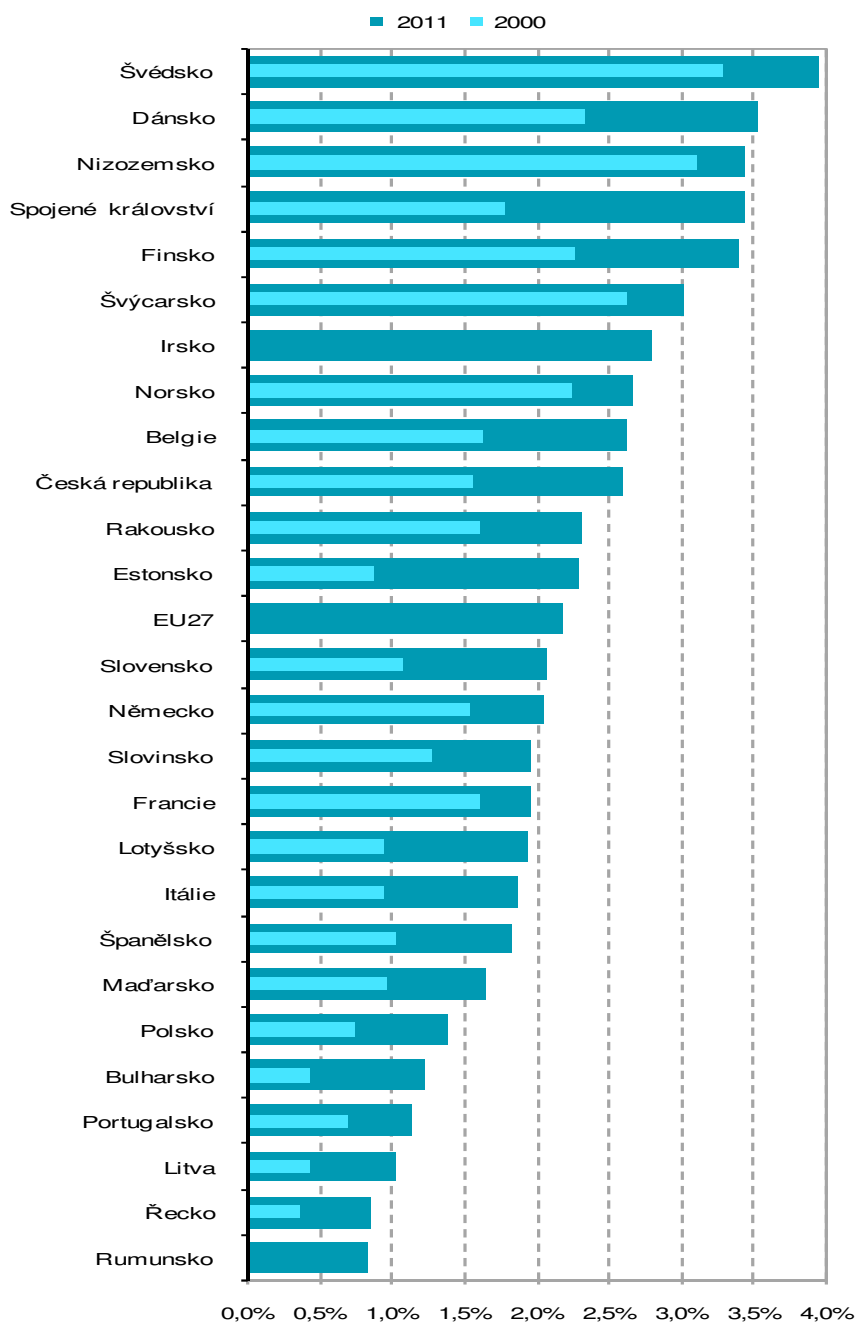


Obr. 11 Dovoz ICT služeb do ČR podle zemí v letech 2005 a 2011
Zdroj: ČSÚ, 2012

2.2 Mezinárodní srovnání

Tato kapitola porovnává ICT sektor v oblastech jako lidské zdroje nebo výdaje na vědu a výzkum v České republice a na Slovensku, a dále porovnává hodnoty ukazatelů těchto států s průměrem ostatních zemí Evropské unie. První oblastí, která bude porovnávána, jsou lidské zdroje, neboť pracovníci z oblasti ICT ovlivňují rozvoj a především inovace a výzkum probíhající v sektoru. V roce 2009 bylo v ČR zaměstnáno na pozici ICT vědců a odborníků přibližně 115 000 lidí, což bylo 2,3 % z počtu celkově zaměstnaných v České republice. Tento počet stoupl od roku 2006 o 0,5 % celkové české pracující populace. Při srovnání se Slovenskou republikou, která mezi léty 2000 až 2008 dosáhla růstu lidských zdrojů v ICT o 0,6 procentního bodu z celkového počtu zaměstnanců, byla Česká republika lepší o 0,1 procentní bod, protože mezi léty 2000 až 2008 byl růst lidských zdrojů v ICT 0,7 procentního bodu z celkového počtu zaměstnanců. V roce 2000 a 2011, jak zobrazuje následující obrázek č. 12,

byla Česká republika v podílu IT odborníků na celkovém počtu zaměstnanců nad Slovenskou republikou a v roce 2011 i nad průměrem států EU. V rozložení zaměstnanců mezi technické pracovníky a mezi vědce a odborníky v ICT se Česká republika pohybuje na 18. místě z 25 států (rok 2007) se svým poměrem přibližně 50:50. Vyspělé země mají velkou převahu vědců a odborníků v ICT a Česká republika za nimi v tomto kritériu zaostává. Česká republika se nachází i pod průměrem států EU. Slovenská republika je ale v porovnání tohoto kritéria ještě hlouběji pod Českou republikou. Poměr těchto zaměstnanců činí 28:72 ve prospěch technických pracovníků (rok 2007) a je tak na předposledním místě ve srovnání s 25 státy EU. Toto zaměření pracovníků ICT na Slovensku značí větší výrobu a sestavování zařízení na úkor služeb v oblasti ICT, jimiž jsou například implementace podnikových systémů apod. Toto zaměření přináší státu nižší přidanou hodnotu. V roce 2009 zůstává Česká republika přibližně na stejné úrovni a to na 19. místě s přibližně stejným poměrem IT odborníků. Slovenská republika si ale do roku 2009 polepšila na 21. místo z 25 států EU a její poměr IT odborníků se zlepšil ku prospěchu vědců a odborníků v ICT sektoru. (Acta Oeconomica Pragensia, 2011 a ČSÚ, 2012)



Obr. 12 Podíl IT odborníků na celkovém počtu zaměstnané populace v letech 2000 a 2011
Zdroj: ČSÚ, 2012

Druhá oblast k porovnávání České republiky a Slovenské republiky je přidaná hodnota produkovaná ICT sektorem, která se dělí na přidanou hodnotu ICT služeb a přidanou hodnotu výroby prostředků ICT. Česká i Slovenská republika jsou v tomto ukazateli mezi nejlepšími zeměmi EU. V roce 2007 byl celkový výkon České republiky 4,8 % HDP a Slovenské 4,3 % HDP.

Další veličinou jsou výdaje do ICT, které představují objem peněz na nákup technických prostředků a programového vybavení. Výdaje do ICT mohou být na informační nebo komunikační technologie. Porovnání výdajů rozdělíme podle těchto dvou oblastí. Pokud jde o výdaje na informační technologie, jedná se zejména o výdaje na programové vybavení. V roce 2009 se propadaly hodnoty tohoto ukazatele v České republice i Slovenské republice. Hodnoty výdajů EU činily 2,5 % HDP, České republiky 2,2 % HDP a Slovenské republiky dokonce jen 1,9 % HDP. Situace u výdajů na komunikační technologie vypadá odlišně. Slovenská republika měla v roce 2009 i po předchozí léta výdaje na komunikační technologie nad průměrem EU i České republiky. Nákup komunikačních technologií v procentech HDP činil v roce 2009 na Slovensku 4,1 % a v České republice 3,6 %.

Porovnání zemí EU s Českou republikou a Slovenskem ve výdajích na vývoj a výzkum ukazuje podprůměrné výsledky České republiky (přibližně polovina hodnoty stanovené Evropskou unií v Lisabonské smlouvě) a velmi špatné výsledky Slovenské republiky (přibližně šestina stanovené hodnoty). Na tuto stanovenou hodnotu v Lisabonské smlouvě v roce 2009 dosahovaly jen 3 státy Evropské unie. Ostatní státy musí tedy své výdaje do výzkumu a vědy zvýšit a zlepšit tak celou budoucí ekonomickou situaci státu a také jeho konkurenceschopnost. (Acta Oeconomica Pragensia, 2011)

2.3 Věda a výzkum v ČR (VaV)

Věda a výzkum přispívají k lepšímu rozvoji ekonomiky a ke zvyšování konkurenceschopnosti pomocí inovací. Největší podíl vědy a výzkumu v České republice vytváří podnikatelská sféra, jak z pohledu realizace, tak i z pohledu financování. Nejvíce výdajů na vědu a výzkum plyne do automobilového průmyslu, ale posledním trendem se stávají i informační technologie, kde růst výdajů na VaV je velmi dynamický. Výdaje na vědu a výzkum ve veřejném sektoru také rostou a to převážně pro podporu VaV na vysokých školách. Naopak slabým ukazatelem je nízká spolupráce veřejného a podnikového sektoru v oblasti vědy a výzkumu. Pozitivní vliv na VaV má rostoucí počet studentů a absolventů vysokých škol, kteří tvoří hlavní zdroj rozvoje VaV. Nejvíce studentů přibývá v oborech humanitních a společenských.

Výzkum a vývoj znamenají systematickou práci za účelem získání nových vědomostí, poznání světa a využití poznatků v praxi. V podnikatelské praxi se jedná převážně o vývoj nových výrobků a služeb, které budou vyhovovat potřebám zákazníků. (Závěrečná zpráva VaVaI, 2011)

Přísun investic do vědy a výzkumu umožňuje vývoj nových technologií. Mezi pojmy věda a technologie se nachází podstatný rozdíl. Věda je hlavně procesem objevování. Její odhalení platí navždy a objevovat stejný fakt již není nutnost. Technologie mají jiný charakter. Jedná se o jejich využití k prospěšným cílům pro společnost a ne vždy je při jejím vyvíjení potřeba věda. Může se jednat i o přetváření stávajících technologií nebo jejich spojení. Na rozdíl od vědy může technologie též zastarat.

Ve společnostech postupuje proces výzkumu a vývoje různými fázemi. Každá společnost i každý projekt mohou mít různé činnosti, rizika a náklady jednotlivých fází. Každá fáze má své vědecké pracovníky a finanční stránku, je proto potřeba plánovat jednotlivé fáze a jejich přínosy i náklady zvlášť. V jednotlivých fázích také probíhá potřebné zhodnocení projektu a případné vyřazení nevhodných námětů na nové výrobky či technologie. Jednotlivé fáze procesu jsou následující: nápady, koncept projektu, zkoumání proveditelnosti, komercializace, komerční úspěch. (Boer, 2007)

V 90. letech 20. století Česká republika nezvolila dobrou strategii řízení výdajů na vědu a výzkum. Protože vědecké a výzkumné ústavy nebyly v té době velmi efektivní, i přestože zaměstnávaly značné množství pracovníků, z veřejného rozpočtu jim byly snižovány přidělované finance. Tento krok ale vedl k rozpadu mnoha institucí, vědeckých týmů a k závažnému poškození primárního výzkumu v České republice.

Probíhající integrace a globalizace ekonomické společnosti byla usnadněna posunem v oblasti informačních a komunikačních technologií, které přispěly v procesu transformace k tzv. znalostní ekonomice. Změny nastaly také v povaze mezinárodního obchodu a konkurenčních podmínkách. Velký význam měly pro země jejich komparativní výhody, jimiž jsou například vysoká vzdělanost obyvatelstva, výdaje do vzdělání, vědy a výzkumu. Česká republika, jako jedna z bývalých postsocialistických zemí, měla svou komparativní výhodu v levné pracovní síle. Tato skutečnost i s malým počtem výzkumných a vývojových institucí byla pro republiku problémem a nevýhodným konkurenčním postavením oproti ostatním zemím. (Sojka, 2007)

Největší intenzita výdajů na VaV přísluší skandinávským zemím Finsku a Švédsku. Česká republika má tuto hodnotu až pod průměrem Evropské unie a má zde tedy možnost značného zlepšení. Pokud celkové výdaje na VaV vztáhneme na 1 obyvatele, ukazují hodnoty také na prvních místech Finsko a Švédsko a ČR je opět pod průměrem EU.

V oblasti přímé podpory VaV ze státního rozpočtu plánované výdaje převyšují ty skutečně využitě. Tyto zdroje financování představují druhý největší zdroj pro rozvoj VaV v České republice, přibližně 40%. (Závěrečná zpráva VaVaI, 2011)

Pro porovnání jednotlivých zemí můžeme využívat ukazatele již zmíněného, a to výdaje na vědu a výzkum, a dále také výdaje na vzdělání, přístup k informačním a komunikačním technologiím, množství patentů a další. Přístup k ICT zjišťujeme pomocí dvou ukazatelů a to počtem domácností vybavených internetem a penetrací širokopásmového připojení. Česká republika se v tomto směru za poslední léta neustále zlepšuje, ale stále se nachází pod průměrem Evropské unie.

Základním nedostatek České republiky je omezená spolupráce vědy a výzkumu s podnikatelskou oblastí. Ve světě vznikají tzv. soběstačná výzkumná a inovační centra, která spojují tyto dvě oblasti a produkují tak mnohem více nových myšlenek a vědeckého pokroku. Česká republika se snaží také o propojení těchto dvou oblastí, což ukazuje například Technologický institut VUT

V Brně, kde nalezneme výhodné propojení vysokoškolského vzdělání a výzkumu s podnikatelskou sférou. (Sojka, 2007)

Problém v oblasti spolupráce podnikatelského a vysokoškolského sektoru v oblasti vědy a výzkumu vzniká na úrovni nákupu a prodeje výzkumných objevů. V České republice většina těchto obchodních transakcí probíhá na úrovni akademických pracovníků a ne na úrovni celých akademických institucí, a to z důvodu finanční výhodnosti pro firmy a vědecké pracovníky a také z důvodu administrativních obtíží. Nevýhodné je to naopak pro akademickou organizaci. Kdo je vlastníkem vyprodukovaných znalostí s veřejnou podporou finančních zdrojů, není jasné. V severovýchodních zemích jsou dva odlišné případy. V Norsku tyto znalosti vlastní akademická instituce, naopak ve Švédsku si sami profesori patentují své objevy, s kterými poté mohou sami obchodovat. V České republice tato pravidla nejsou stanovena, a tak se akademické instituce tváří, že se znalostmi obchodují oni, ale obchod ve skutečnosti probíhá přes jejich jednotlivé pracovníky. (Münich, 2013)

Evropská unie v rámci svého programu „Sedmý rámcový program výzkumu a technologického rozvoje“ (RP7) financuje výzkum v Evropě například v oblastech vývoje informačních a komunikačních technologií, vzdělání výzkumných pracovníků a přilákání elit v oblasti vědecké práce. Tyto dotace spolu s podporou všeobecné informovanosti české společnosti v ICT sektoru, podporou celoživotního vzdělání a podporou spolupráce veřejného a soukromého sektoru v oblasti vědy přispívají v transformaci české společnosti a ekonomiky a k jejímu rozvoji. (Sojka, 2007)

Práce Daniela Münicha *Measuring Economics Research in the Czech Republic: A Comment* se zabývá odbornými publikacemi a jejich vlivem na výzkum v České republice. Zdůrazňuje vyšší přínos vědeckých publikací z ekonomické oblasti než z oblasti podnikatelské profese. Uvádí zde také významné autory, kteří přispěli svými články do vědy a výzkumu, konkrétně J. Hanousek, S. Jurajda, A. Ortmann a další. (Münich, 2006)

O tématice výzkumu, vývoje a inovací v sektoru informačních a komunikačních technologií pojednávaly již kapitoly 2.1.4 Výdaje a investice v ICT a 2.1.5 Věda a výzkum v ICT.

2.4 Terciární systém vzdělávání v ČR

Státní informační politiku ve vzdělání (SIPVZ) realizovalo Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT) v letech 2001 – 2006 na podporu sektoru ICT ve školách. V první etapě probíhaly především dodávky počítačů do škol a s tím spojené zavádění informačních a komunikačních technologií do vzdělání. V další fázi se jednalo o dolaďování nedostatků, vylepšování stávajících situací a zaškolování pedagogických pracovníků. Ke konci této realizace byly průměrné výdaje na vzdělávání studenta v České republice jen poloviční, než byla průměrná hodnota tohoto ukazatele v zemích OECD. Na předchozí navazovala koncepce rozvoje informačních technologií ve školách pro roky 2009 – 2013, která pokračuje v trendu předchozí SIPVZ. MŠMT počítalo s osmi oblastmi realizace:

finanční i administrativní podpora připojení škol k internetu, podpora vybavení škol i samotných učitelů, centrální portál o vzdělávání, vzdělávání učitelů k dovednostem užívat ICT prostředky při výuce, monitoring, řízení kvality, spolupráce s externími odborníky, podpora přijímacího řízení, výsledky ve vzdělávání. (MŠMT, 2008)

Bílá kniha terciárního vzdělávání vytyčuje mantinely a směr dalšího vývoje pro účastníky terciárního vzdělání i širokou veřejnost. Zdůrazňuje propojení vzdělání a výzkumu. Kritickými oblastmi, které je potřeba řešit v rámci terciárního vzdělávání nejen v ICT oblasti, jsou špatná reakce škol na potřeby zaměstnavatelů a i propojení mezi těmito subjekty a nerovnovážné pravomoci v řízení vysokých škol. Sami zaměstnavatelé vidí situaci ve vzdělání jako nedostatečnou pro jejich potřeby a vyžadují její změnu. Nedostatečné v oblasti školství je také propojení se zahraničními studenty a univerzitami a práce s cizojazyčnou literaturou. Cílem změny v terciárním vzdělání je obstát v mezinárodní konkurenci a stabilizace výzkumu a vývoje. (Bílá kniha terciárního vzdělání, 2009)

Nejnovější dokument sloužící k změně terciárního vzdělávání je pro období 2011 – 2015 a klade důraz na kvalitu terciárního vzdělání. Detailněji se zabývá počtem studentů, který by měl odpovídat demografickému vývoji, počtem vysokých škol a strukturou jejich terciárního vzdělávání, kvalitou vzdělání a použitých metod postupů výuky, zaměstnatelností absolventů ICT oborů, podporou mezinárodní spolupráce a v neposlední řadě efektivním financováním. Tento plánovaný vývoj je rozdělen a zpřesňován na jednotlivé roky, aby dané kroky byly lépe kontrolovány a plněny z hlediska daných předpokladů. (MŠMT, 2010)

Počátek terciárního vzdělávání v České republice sahá do doby císaře Karla IV., jenž založil první českou univerzitu v roce 1348 – Karlovu univerzitu, která byla na dlouhou dobu jedinou univerzitou na našem území. Další univerzita vznikla až v roce 1573 v Olomouci. Nejvýznamnějšími změnami procházelo školství po roce 1989, například vznikly nové typy škol, vzrostl počet soukromých škol, prudce vzrostl počet studentů na vysokých školách a studium se začalo dělit podle Boloňské deklarace. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy akredituje studijní programy na vysokých školách. Díky této akreditaci mohou vysoké školy provozovat studijní programy a akreditace jsou udělovány na určitou dobu, aby školství neupadlo, ale muselo si udržovat stále dobrou úroveň a dále jí zlepšovat. Studium probíhá prezenční nebo kombinovanou formou. (Doucek, Maryška, 2012)

Důležitým dokumentem pro vzdělání celé Evropy se stala Boloňská deklarace, která znázorňuje pojetí rozvoje terciárního vzdělávání a byla podepsána již v roce 1999 ministry z 29 zemí. Hlavními stanovisky se stala kvalita studia, rozdělení na tři stupně vzdělání, hodnocení vzdělávání pomocí kreditních systémů a rozšíření spolupráce se zahraničními studenty i celými školami. Součástí bylo i zajištění možnosti studovat alespoň jeden semestr na jiné univerzitě v jiném státě a propojit tak národní kultury a vzdělání. (MŠMT, 2012)

Kritika podpory vysokoškolského studia spočívá v dnešní době mimo jiné ve financování tzv. „věčných“ studentů. Veřejný sektor financuje vysokoškolské

studium, ale rozdělení těchto financí není efektivní. Stát financuje i studenty, kteří studium prodlužují, a ti tak nejsou motivováni k dokončení studia ve standardní době. Zkrácení finančních prostředků jen na standardní dobu studia naopak tomu znevýhodňuje studium na zahraničních univerzitách, případně studenty, kteří nemohou dostudovat z důvodu zdravotních obtíží. Tyto skutečnosti a způsob financování mohou vysoké školy posoudit u konkrétních studentů samy. (Münich, 2012)

V následujícím textu si popíšeme stav vysokého školství vyučující ICT. Obor s ICT zaměřením lze v České republice studovat přibližně na 30 vysokých školách. Od roku 2001 nastal mírný pokles vysokých škol, které tuto výuku poskytují a to z důvodu restrukturalizace a rušení některých univerzit. Výuka ICT oborů probíhá převážně na veřejných vysokých školách (bakalářské programy přibližně 65 %, navazující magisterské programy přibližně 90 %). Studentů ICT oborů na vysokých školách v České republice bylo v roce 2009 přibližně 37 000. Procento neúspěšných studentů oborů ICT je vyšší než průměr neúspěšných studentů celkem.

Vývoj celkového počtu studentů ICT oborů nejen v České republice, ale i ve většině ostatních zemí Evropské unie, roste. Česká republika ve srovnání s ostatními zeměmi EU má jeden z největších podílů ICT absolventů na celkovém počtu absolventů vysokých škol. Na základě výše uvedených skutečností vychází mezinárodní srovnání pro Českou republiku velmi pozitivně. (Doucek, Maryška 2012)

3 Materiál a metodika

3.1 Materiál

Data zpracovávána v této práci pocházejí ze zdrojů Českého statistického úřadu, který třídí od roku 2008 seznam ekonomických činností nejen ICT sektoru podle Klasifikace ekonomických činností (CZ-NACE). Tato klasifikace byla vypracována v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady a nahrazuje Odvětvovou klasifikaci ekonomických činností (OKEČ). V této práci jsou zpracovávána data podle klasifikace OKEČ, protože tříděná data podle klasifikace CZ-NACE jsou uváděna a přepočítána teprve od roku 2005 a tyto časové řady by pro náš účel byly příliš krátké. Nejprve si zde uvedeme výčet ICT sektoru tříděný podle klasifikace CZ-NACE:

1. Výroba ICT – ICT zpracovatelský průmysl:

- Výroba elektronických součástí a desek – skupina 26.1
- Výroba počítačů a periferních zařízení – skupina 26.2
- Výroba komunikačních zařízení – skupina 26.3
- Výroba spotřební elektroniky a médií (skupiny 26.4, 26.8):
 - Výroba spotřební elektroniky – skupina 26.4
 - Výroba magnetických a optických médií – skupina 26.8

2. Obchod s ICT:

- Velkoobchod s počítačovým a komunikačním zařízením – skupina 46.5

3. ICT služby:

Telekomunikační činnosti – oddíl 61:

- Činnosti související s pevnou telekomunikační sítí – skupina 61.1
- Činnosti související s bezdrátovou telekomunikační sítí – skupina 61.2
- Ostatní telekomunikační činnosti (skupiny 61.3, 61.9):
 - Činnosti související se satelitní telekomunikační sítí – skupina 61.3
 - Ostatní telekomunikační činnosti – 61.9

Služby v oblasti informačních technologií – IT služby (oddíl 62; skupiny 58.2, 63.1, 95.1):

- Programování a jiné IT činnosti (oddíl 62, skupina 58.2):
 - Vydávání softwaru – skupina 58.2
- Činnosti v oblasti informačních technologií – oddíl 62
 - třída 62.01 – Programování
 - třída 62.02 – Poradenství v oblasti informačních technologií

- třída 62.03 – Správa počítačového vybavení
- třída 62.09 – Ostatní činnosti v oblasti informačních technologií
- Činnosti související se zpracováním dat a hostingem; činnosti související s webovými portály – skupina 63.1
- Opravy počítačů a komunikačních zařízení – skupina 95.1 (ČSÚ, 2013)

Následuje výčet podle Odvětvové klasifikace ekonomických činností (OKEČ), z které byla zpracovávána data v této práci. Jedná se o historická data do roku 2008, poté již byla používána klasifikace CZ-NACE. Toto třídění se člení podle ekonomických subjektů a podle hlavního druhu ekonomické činnosti, kterou se subjekty zabývají:

1. ICT zpracovatelský průmysl:

- Výroba kancelářských strojů a počítačů – 30
- Výroba rádiových, televizních a spojových zařízení a přístrojů (32):
 - Výroba elektronik a jiných elektronických součástek – 321
 - Výroba rozhlasových a televizních vysílačů a přístrojů pro drátovou telefonii telegrafii – 322
 - Výroba televizních a rozhlasových přijímačů, přístrojů pro záznam a reprodukci zvuku nebo obrazu a podobných rádiových zařízení – 323

2. Obchod s ICT:

- Velkoobchod s elektrospotřebiči a elektronikou převážně pro domácnost – 5143
- Velkoobchod s počítači, počítačovým periferním zařízením a softwarem – 5184
- Velkoobchod s ostatními kancelářskými stroji a zařízením – 5185

3. ICT služby:

- Telekomunikační činnosti – 642
- IT služby (72)
 - Poradenství v oblasti hardware – 721
 - Publikování, dodávky a poradenství v oblasti software – 722
 - Zpracování dat – 723
 - Činnosti v oblasti databází – 724
 - Opravy a údržba kancelářských strojů a počítačů – 725
 - Jiné činnosti související s výpočetní technikou – 726 (ČSÚ, 2013)

Diplomová práce je zpracována podle šablony od doc. Ing. Dr. Jiřího Rybičky a pro výpočty v ní uváděné byly využity programy GRETL 1.9.1. a EXCEL. (Rybička, 2000)

3.1.1 Seznam proměnných

V této kapitole bude uveden výčet proměnných užitých v práci (tab. č. 1) při ověřování vztahů a jejich vlivů pomocí regresní analýzy. Jednotlivé hodnoty daných veličin jsou uvedeny v příloze A v tabulce č. 29. Tato data pocházejí ze zdrojů Českého statistického úřadu a konkrétní odkaz na tyto data nalezneme v seznamu literatury. (ČSÚ, 2013)

Tab. 1 Seznam proměnných vyskytujících se v aplikovaných modelech

Zkratka	Název proměnné	Jednotky
Ex	Export ICT zboží	mil. Kč
Zam	Počet zaměstnaných osob	fyzické osoby
N_mzda	Mzdové náklady	mil. Kč
Q	Produkce	mil. Kč
UPH	Účetní přidaná hodnota	mil. Kč
VVaV	Výdaje na vědu a výzkum	mil. Kč
Tržby	Tržby	mil. Kč
Abs	Absolventi technických oborů	fyzické osoby

Zkoumán bude také vliv vyjmenovaných veličin v ICT sektoru Německa. Data byla opět získána ze zdrojů Českého statistického úřadu, nalezneme je taktéž v příloze A v tabulce č. 30 a jsou uvedena v milionech USD. Tato data jsou zkoumána za delší časový úsek a mohou tedy mít lepší vypovídací schopnost ohledně jejich vzájemné závislosti. (ČSÚ, 2013)

3.2 Regresní analýza

Regresní analýza zkoumá vztah mezi dvěma a více proměnnými. Mluvíme zde o vztahu příčina následek na rozdíl od korelační analýzy, kde se popisuje spíše oboustranná závislost mezi sledovanými veličinami. (Hindls, Hronová, Segel, 2007)

V regresní analýze se používá pro značení závislé neboli vysvětlované proměnné symbol y a pro nezávislou neboli vysvětlující proměnnou používáme symbol x . Když se modeluje pomocí více vysvětlujících proměnných, užívají se symboly x_1, x_2, x_3 atd. Při více vysvětlujících proměnných v modelu se hovoří o vícenásobné regresi, naopak při jedné vysvětlující proměnné v modelu o jednoduché regresi. Model, který je vysvětlován pomocí více proměnných, se používá pro zlepšení odhadů, ale pokud je do modelu zahrnuto příliš mnoho proměnných, tak se může stát, že některé jsou pro model nepodstatné a výsledky odhadů jsou potom zkresleny. (Hindls, Hronová, Novák, 2000)

Prvním krokem ekonometrické analýzy je specifikace ekonometrického modelu. Vychází se z teoretické analýzy sledovaného ekonomického problému a formuluje se zde základní hypotéza, pomocí které se vytvoří ekonometrický

model. V dalším kroku probíhá kvantifikace intenzity a směru vzájemného působení proměnných v modelu. V posledním kroku, pokud je již model ekonometrickými metodami odhadnut, následuje verifikace neboli ověření odhadnutého modelu, zda výsledky odpovídají výchozím teoretickým předpokladům. Ověřování se provádí pomocí testovacích kritérií. Když model vyhovuje, může se prakticky využít v dané zkoumané oblasti.

Specifikace ekonometrického problému se taktéž dělí na jednotlivé kroky. Na začátek se určí a klasifikují všechny proměnné, které se do modelu zahrnou. Proměnné mohou být endogenní neboli určeny modelem, a nebo exogenní neboli determinovány mimo model. V ekonometrických modelech se taktéž mohou objevovat zpožděné proměnné endogenní i exogenní. Přidáním těchto proměnných se model dynamizuje. Další složkou modelů jsou náhodné chyby, které reprezentují například vynechané proměnné v modelu, nepřesnou specifikaci matematického tvaru nebo nepřesnosti v měření dat. V dalším kroku specifikace ekonometrického modelu se vymezí předpokládaná znaménka a hodnoty odhadnutých parametrů modelu. Tento krok musí vycházet z ekonomické teorie. Poslední částí v rámci specifikace ekonometrického modelu je volba matematického a analytického tvaru modelu. Matematickým tvarem může být jednorovnicový, víceroovnicový nebo simultánní model. Analytický tvar závislosti proměnných existuje buď lineární v parametrech, nebo nelineární v parametrech. Závislost lineární v parametrech je možno lépe interpretovat, a proto je tento tvar užíván v praxi více.

Při kvantifikaci modelu se používají převážně veličiny kvantitativní, ale použít se mohou i kvalitativní, které lze upravit do modelu využitím umělých proměnných. Statistické údaje mohou představovat časové řady (hodnoty proměnných v časovém sledu za roky, čtvrtletí, měsíce, či jiné období) nebo průřezová data (prostorové údaje v jednom časovém okamžiku). Před vlastním odhadem modelu lze data jistým způsobem upravit. Například je možno změnit časové období dat z ročních na čtvrtletní nebo naopak, nebo lze data vyjádřit v prvních diferencích. I tyto úpravy a očištění dat však nemusí odstranit problémy odhadů nebo se mohou objevit problémy jiné. K samotnému odhadu dat se zvolí vhodná metoda a výpočet se provádí nejčastěji pomocí softwarových programů.

Posledním krokem před aplikací ekonometrického modelu do ekonomické praxe je verifikace odhadnutého modelu neboli ověření a vyhodnocení správnosti odhadnutého modelu. Jedná se o ověření přípustnosti v praxi, ale i o ověření statistické významnosti modelu, jeho parametrů a analytického tvaru. Ověřuje se ekonomická, statistická a ekonometrická vhodnost odhadnutého modelu. (Hušek, 2007)

3.2.1 Klasický lineární model

Pokud se izoluje závislost proměnné x a y od vedlejších vlivů okolí, potom se může konstatovat, že změny proměnné y jsou jednoznačně vymezeny změnami proměnné x . Od vedlejších vlivů okolí ale model oprostit nelze, a proto

se do modelu přidává i náhodná složka, která zachytí tyto náhodné vlivy okolí. Základní rovnice součtového typu je následující:

$$y_i = \eta(x_i) + \varepsilon_i \quad (1)$$

Regresní funkce může být, jak již bylo zmíněno výše, lineární nebo nelineární v parametrech. Pokud je funkce lineární v parametrech, nazývá se lineární regresní funkcí, nelineární funkce v parametrech se poté nazývá nelineární regresní funkcí. Nelineárními jsou například exponenciální nebo mocninné funkce. V následující rovnici je zobrazena lineární regresní funkce:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_m x_{mi} + \varepsilon_i \quad (2)$$

V rovnici značí $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m$ parametry, x_1, \dots, x_m proměnné a ε_i je náhodná složka. (Hindls, Hronová, Novák, 2000)

Klasický lineární regresní model popisuje klasický vztah mezi vysvětlovanou proměnnou a jednou nebo více vysvětlovanými proměnnými. Předpoklady klasického lineárního regresního modelu, které mají být splněny, aby odhady pomocí metody nejmenších čtverců byly nejlepší možné, budou uvedeny v následující kapitole. Při splnění těchto klasických předpokladů se předpokládá i přesná specifikace modelu v souladu s ekonomickou teorií. (Gujarati, 2003)

3.2.2 Sestavení a odhad regresního modelu

Při odhadu regresních parametrů se začíná volbou regresní funkce, která musí nejlépe modelovat závislost. Díky správně zvolené funkci budou odhady proměnných přesnější. Vychází se z ekonomické teorie, která se bude testovat. Pomocí ní se určí proměnné, které budou v modelu užity a také zmíněná funkce, která nejlépe vystihne závislost proměnných. Při zjištění funkce si lze pomoci bodovým grafem, který vystihne případný tvar závislosti. K vlastním odhadům parametrů modelu se používá metoda nejmenších čtverců, která minimalizuje součet čtvercových odchylek. (Hindls, Hronová, Segel, 2007)

3.2.3 Gaussova-Markovova věta

Mezi vlastnosti odhadové funkce metodou nejmenších čtverců patří nestranost, konzistentnost a vydatnost, což uvádí Gaussova-Markovova věta. (Hušek, 2007)

Předpoklady Gaussovy-Markovovy věty se používají k stanovení nestranosti odhadů a poslední z nich byl doplněn pro nejlepší lineární nestranné odhady. Předpoklady znějí následovně:

- regresní model je lineární v parametrech, je správně specifikován a má aditivně připojen chybový člen,
- chybový člen má nulovou střední hodnotu,
- všechny vysvětlující proměnné jsou nekorelované s chybovým členem,

- pozorování chybového členu nejsou korelována se sebou samými (nedochází k autokorelaci chybového členu),
- chybový člen má konstantní rozptyl (je homoskedastický),
- žádná vysvětlující proměnná není lineární kombinací jiné vysvětlující proměnné (nedochází k perfektní multikolinearitě),
- chybový člen je normálně rozdělen (Wooldridge, 2008)

3.2.4 Testování významnosti

V ekonometrické analýze se testuje významnost proměnné pomocí nulové hypotézy, že $\beta_j = 0$, neboli že proměnná x_j nemá žádný vliv na vysvětlovanou proměnnou. Testovací charakteristika k této hypotéze se nazývá t-statistika a $SE(\beta_j)$ značí střední chybu:

$$t_j = \frac{\beta_j}{SE(\beta_j)} \quad (3)$$

Pokud proměnná není pro model statisticky významná, může se v modelu vynechat. (Hušek, 2007)

Nulová hypotéza značí statistickou nevýznamnost parametru, naopak alternativní hypotéza značí jeho statistickou významnost. Pokud je nulová hypotéza zamítnuta ve prospěch alternativní hypotézy na 5% hladině významnosti, znamená to, že parametr je statisticky významný. Vysvětlující proměnná x_i má vliv na vysvětlovanou proměnnou. (Wooldridge, 2008)

Potvrzovat statistickou významnost parametrů lze také pomocí intervalů spolehlivosti skutečné hodnoty konkrétního parametru. Jedná se o meze, ve kterých se nachází skutečná hodnota parametru s určitou pravděpodobností. Na stejném principu se pracuje s oblastí spolehlivosti, která není určena pro jeden parametr, ale zároveň pro více regresních parametrů. (Hušek, 2007)

Při odhadnutém regresním modelu se používá koeficient vícenásobné determinace k určení míry shody s empirickými daty. Tento koeficient je poměrem mezi vysvětlovanou sumou čtverců a celkovou sumou čtverců:

$$R^2 = \frac{S_T}{S_T + S_R} = 1 - \frac{S_R}{S_T + S_R} \quad (4)$$

kde S_R je reziduální součet čtverců a S_T je vysvětlený (teoretický) součet čtverců. (Hindls, Hronová, Novák, 2000)

Hodnota koeficientu vícenásobné determinace nikdy neklesne, i když přidáme další vysvětlující proměnné do modelu. Existuje ale korigovaný koeficient vícenásobné determinace, který se získá korekcí počtem stupňů volnosti:

$$\bar{R}^2 = R^2 - \frac{k-1}{n-k} (1-R^2) = 1 - (1-R^2) \frac{n-1}{n-k} \quad (5)$$

Ve vzorci značí n počet pozorování a k počet nezávisle proměnných. Korigovaný koeficient vícenásobné determinace má lepší vypovídací schopnost než koeficient vícenásobné determinace. Pro srovnání různých lineárních regresních modelů se užije korigovaný koeficient vícenásobné determinace, který se hodí i pro porovnání modelů s různým počtem pozorování. (Hušek, 2007)

Další statistika testuje významnost celého modelu a nazývá se F-test a p je počet parametrů regresního modelu ($p=k+1$):

$$F = \frac{S_T / (p-1)}{S_R / (n-p)} \quad (6)$$

Nulová hypotéza značí nulovou hodnotu všech parametrů β_j . Alternativní hypotéza pak zní, že alespoň jeden parametr β_j se nerovná nule. Pokud je nulová hypotéza zamítnuta, je model statisticky významný. (Hindls, Hronová, Novák, 2000)

Informační kritéria slouží jako další hodnoty pro porovnávání modelů. Jedním z těchto kritérií je Akaikeho informační kritérium, které určuje nejlepší model nejnižší hodnotou kritéria:

$$AIC = \ln \frac{S_R}{n} + \frac{2p}{n} \quad (7)$$

Dalším, které je podobné Akaikemu, je Schwarzovo (Bayesovské) informační kritérium:

$$SIC = \ln \frac{S_R}{n} + \frac{p \ln n}{n} \quad (8)$$

Schwarzovo informační kritérium také nabývá nižších hodnot u lépe odhadnutých modelů. Tyto dvě kritéria jsou získána pomocí programu GRETL, v kterém je model vytvářen a testován. (Gujarati, 2003)

3.2.5 Testování specifikace modelu

Testování adekvátnosti ekonometrického modelu je založeno nejčastěji na analýze reziduí, která zkoumá stanovený tvar modelu a proměnné, které by měly být do modelu zahrnuty. Jednou z možností testování správné specifikace modelu se ověřuje pomocí RESET testu. RESET test obsahuje program GRETL, pomocí kterého se otestují odhadnuté modely tímto testem. (Hušek, 2007)

3.2.6 Heteroskedasticita

Jedním z požadavků klasického lineárního regresního modelu se stal konečný a konstantní rozptyl reziduí modelu, čemuž se říká homoskedasticita. Pokud tomu tak není, jedná se o heteroskedasticitu. Příčinami heteroskedasticity se stává například chybná specifikace modelu (při vynechání podstatné vysvětlující proměnné nebo špatně zvolená funkční forma) nebo používání skupinových průměrů místo původních pozorování k odhadu modelu. Pokud se v modelu objeví heteroskedasticita, způsobí, že odhady metodou nejmenších čtverců přicházejí o některé optimální vlastnosti.

Na zjišťování přítomnosti heteroskedasticity existují různé testy. Jedním z těchto testů je Spearmanův test korelace pořadí, jež se používá pro malé i velké výběry. Dále se používá k detekci heteroskedasticity také test Parkův, Whiteův nebo Breuschův-Paganův. Pokud se v modelu odhalí heteroskedasticita, lze vyzkoušet nějaký z postupů k jejímu odstranění či zmírnění. Prvním a nejjednodušším způsobem je transformace modelu, kdy například vynechání některé proměnné může tento problém odstranit. Dále lze užít metodu vážených nejmenších čtverců místo klasické metody nejmenších čtverců k odhadnutí modelu. Lze také původní pozorování vyměnit za jejich logaritmy neboli aplikovat tzv. logaritmickou transformaci. (Hušek, 2007)

3.2.7 Autokorelace

O autokorelaci se hovoří v tom případě, že je náhodná složka modelu v libovolném období korelována s náhodnými složkami v předcházejících obdobích. Jedná se tedy o vazbu mezi posloupností hodnot jedné proměnné v čase, a proto se tento problém týká údajů z časových řad. Při autokorelaci vzniká v odhadech modelu opět porušení optimálních vlastností a odhady standardních chyb odhadnutých parametrů jsou podhodnoceny.

Nejčastěji se testuje autokorelace prvního řádu pomocí Durbin-Watsonovy statistiky (DW). K nápravě detekované autokorelace může být použita, stejně jako u heteroskedasticity, změna modelu v podobě vynechání nebo přidání vysvětlujících proměnných. Další testy, které odhadnou autokorelaci vyšších řádů, jsou například Breusch-Godfrey, Box-Pierce nebo Ljung-Box testy. (Hušek, 2007)

3.2.8 Multikolinearita

Multikolinearita se vysvětluje jako lineární závislost sloupců regresní matice. Pokud je determinant jednotkové matice roven jedné, dvojice proměnných jsou nekorelované a multikolinearita nehrozí. Pokud se determinant matice blíží nule, značí to zvyšující se problém multikolinearity. Pokud je multikolinearita vysoká, regresní model metodou nejmenších čtverců nelze vůbec sestavit nebo odhady mají vysoké rozptyly a špatnou vypovídající schopnost. (Cipra, 2008)

K testování multikolinearity se používají hodnoty VIF, které jsou založeny na vícenásobných koeficientech determinace. Vysoké hodnoty VIF značí pro-

blém s multikolinearitou, obecně se jedná o problém, pokud jsou hodnoty VIF vyšší než 10. (Gujarati, 2003)

3.2.9 Normalita

Předpokládá se, že chybová složka je normálně rozdělena s nulovou střední hodnotou a konstantním rozptylem. Tomuto se říká předpoklad normality. Normalitu lze ověřovat graficky (například histogramem) nebo pomocí testů k tomu určených. Test dobré shody neboli χ^2 test se používá k zjištění normálního rozdělení náhodného výběru. (Greene, 2003)

Nulovou hypotézou při testování normality chybového členu je tvrzení, že chybová složka má normální rozdělení s nulovou střední hodnotou a konstantním rozptylem. Pokud nulovou hypotézu zamítneme ve prospěch alternativní hypotézy, identifikujeme v modelu nenormalitu. K opravě zjištěné nenormality můžeme použít například transformaci proměnných nebo celého modelu nebo použít robustní metody. (Cipra, 2008)

3.3 Časové řady

Za analýzu časových řad se pokládají metody sloužící k popisu dat, které jsou získány v prostorově a věcně srovnatelných podmínkách a v časových posloupnostech. Časové řady se člení na intervalové a okamžikové, roční a krátkodobé, časové řady primárních nebo sekundárních ukazatelů, a nebo naturálních či peněžních ukazatelů. (Hindls, Hronová, Segel, 2007)

Pokud se pracuje s delšími časovými řadami, musí se mít na zřeteli, že dochází v delším časovém období ke změnám cenové hladiny a hodnoty časové řady si tedy nemusí být zcela odpovídající. Proto je potřeba se zabývat věcnou, časovou a prostorovou srovnatelností sledovaných dat ještě před začátkem práce s nimi. Věcná nesrovnalost vzniká především tam, kde se během sledovaného časového intervalu změnil způsob měření hodnot. O prostorovou nesrovnalost se jedná, pokud sledujeme různá geografická území nebo „ekonomický prostor“. Časová nesrovnalost se objevuje například v různém počtu dní u sledovaných měsíců. Hodnoty měřené v různých měsících, by měly být pro účely porovnávání a sjednocování do časové řady očištěny na stejný počet dní v měsíci. (Hindls, Hronová, Novák, 2000)

3.3.1 Základní model

Základní model nejjednodušeji znázorňující hodnoty časové řady se nazývá modelem jednorozměrným:

$$y_t = f(t, \varepsilon_t), \quad (9)$$

Jedná se o funkci času (t) a náhodné složky (ε_t). Základní metodou k analýze časových řad je dekompoziční metoda, která rozkládá časovou řadu na trendovou, sezónní, cyklickou a náhodnou složku. Pomocí rozkladu je možné snadněji

popsat průběh časové řady. Trendová složka zobrazuje dlouhodobý směr vývoje řady (klesající, rostoucí, konstantní). Sezónní složka se odchyľuje od trendové v pravidelných periodických intervalech kratších než jeden rok (například vlivem zvyklostí nebo ročních období). Cyklická složka naopak kolísá s delším časovým intervalem než jeden rok (například vlivem technologickým, inovačním, demografickým). Poslední náhodná složka je důležitou součástí, která se v rámci analýzy časových řad podrobuje testování. Dekompozice může být aditivní (součet) nebo multiplikatívni (součin). (Hančlová, Tvrđý, 2003)

K popisu časových řad se využívá vyrovnávání pomocí matematických funkcí, čímž se modeluje trend vývoje, a pokud se tento trend nezmění, může se modelovat i budoucí vývoj časové řady. Nejčastěji se používá lineární, kvadratický, exponenciální, modifikovaný exponenciální, logistický tvar funkce a Gompertzova křivku. K odhadům parametrů se používá stejně jako u regresní analýzy metoda nejmenších čtverců. (Hindls, Hronová, Novák, 2000)

3.3.2 Elementární charakteristiky

V této kapitole se uvedou charakteristiky, které slouží k orientačnímu posouzení vlastností časových řad:

- 1. diference (absolutní změna)

$$\Delta_t^1 = y_t - y_{t-1} \quad (10)$$

- průměrná absolutní změna

$$\bar{\Delta} = \frac{1}{T-1} \sum_{t=2}^T \Delta_t = \frac{y_T - y_1}{T-1} \quad (11)$$

- koeficient růstu

$$k_t = \frac{y_t}{y_{t-1}} \quad (12)$$

- průměrný koeficient růstu

$$\bar{k} = \sqrt[T]{k_2 k_3 \dots k_T} \quad (13)$$

- koeficient přírůstku

$$\delta_t = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}} = k_t - 1 \quad (14)$$

- průměrný koeficient přírůstku

$$\bar{\delta} = \bar{k} - 1 \quad (15)$$

Tyto charakteristiky pomáhají k výchozí analýze časové řady spolu s grafickým zobrazením a pomocí nich se získá prvotní obraz o charakteru vývoje časové řady. (Hindls, Hronová, Novák, 2000)

3.3.3 Kritéria pro výběr trendu

Jednou z možností výběru trendu je grafická podoba průběhu časové řady. Při tomto způsobu vzniká jisté subjektivní zkreslení. Tato subjektivita vede ke zkreslování a nepřesnostem v analyzovaných trendech. Důležitější doplnění výběru vhodné funkce trendu prezentují statistická kritéria, dělená na interpolační (popis minulého vývoje) a extrapoláční (předpovědi dalšího vývoje). Jako interpolační kritéria se označují například minimalizaci reziduálního součtu čtverců, index korelace, M.E. = střední chyba, M.S.E. = střední čtvercová chyba, M.A.E. = střední absolutní chyba. (Hindls, Hronová, Novák, 2000)

3.3.4 Klouzavé průměry

Klouzavé průměry představují vyrovnávání časových řad pomocí lineární kombinace jednotlivých složek původní časové řady a jednotkovým součtem koeficientů. Klouzavé průměry se vyskytují v jednoduché, centrované a robustní podobě. V práci jsou využity jen jednoduché klouzavé průměry, při kterých se jedná o nahrazování příslušné „klouzavé části“ jedním číslem, které je průměrem této části. Klouzavé průměry zjišťují průběh trendu přesněji, protože vyrovnávají časovou řadu po částech, čímž dochází k spolehlivějšímu popsání trendu časové řady. (Cipra, 2008)

4 Výsledky a diskuse

V této praktické části bude popisován sektor informačních a komunikačních technologií a vztah jednotlivých ekonomických veličin z tohoto sektoru, jako je export ICT zboží, přidaná hodnota, zaměstnanci, absolventi, výdaje na vědu a výzkum a další. Vzájemný vliv těchto veličin je ověřován pomocí regresních analýz. Práce usiluje o potvrzení kladného vlivu výdajů na vědu a výzkum, díky nimž jsou vyvíjeny nové technologie, na přidanou hodnotu, produkci, export zboží, objem tržeb a tím na celou ekonomiku daného státu.

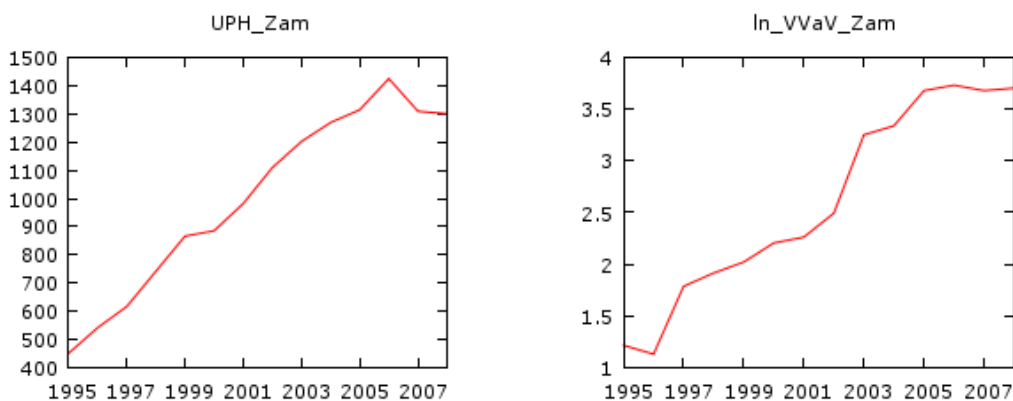
4.1 ICT sektor České republiky

Odvětví informačních a komunikačních technologií má pro ekonomiku stále výraznější význam a to z pohledu rozvoje a konkurenceschopnosti ekonomiky. Produkty a služby tohoto sektoru využívají pro svoji činnost všechny další sektory ekonomiky. Společnost s propracovaným informačním systémem získává na trhu značně výhodnější postavení oproti jiným. K rozvoji ICT odvětví České republiky přispívá i vstup zahraničních investorů a přesun zahraničních podniků na území České republiky, zvláště pokud se jedná o služby ICT sektoru, které svou vysokou přidanou hodnotou přispívají k velkému rozvoji a vyšší konkurenceschopnosti.

Modely použité v této práci byly aplikovány na základě vypovídací schopnosti a taktéž na základě statistických a ekonometrických charakteristik odhadnutých modelů. Podle informačních kritérií byly například vybrány modely s nižší hodnotou těchto kritérií s ohledem na jejich lepší modelování závislosti. Některé veličiny byly pro přesnější modelování přepočítány na zaměstnance z téhož sektoru.

4.1.1 Přidaná hodnota v ICT sektoru České republiky

První model v sektoru informačních a komunikačních technologií České republiky zkoumá vztah přidané hodnoty a výdajů na vědu a výzkum. Rozbor tohoto vztahu ověřuje vliv investic do vědy a výzkumu na produktivitu práce, která úzce souvisí právě s přidanou hodnotou. Podle vykreslených časových řad z obrázku č. 13 předpokládáme u modelu kladnou závislost proměnných a zvolena byla lineárně-logaritmická funkční forma, proto je druhá časová řada vykreslena jako logaritmus výdajů na vědu a výzkum na pracovníka.



Obr. 13 Vývoj časových řad UPH_Zam a ln_VVaV_Zam

Následující odhad modelu v tabulce č. 2, k jehož výpočtu byla užita metoda nejmenších čtverců v programu Gretl, popisuje vliv výdajů na vědu a výzkum na zaměstnance v tis. Kč v logaritmu (ln_VVaV_Zam) na přidanou hodnotu na zaměstnance (UPH_Zam) v tis. Kč v sektoru ICT České republiky.

Tab. 2 Lineárně-logaritmický model přidané hodnoty na pracovníka v odvětví ICT

Regresor	Koeficient	Střední chyba	t-statistika	p-hodnota	$R^2_{adj}=0,94$ DW=1,61
Konstanta	137,68	60,89	2,26	0,04	
ln_VVaV_Zam	331,88	22,10	15,02	< 0,01	

Verifikační testy z tabulky č. 3 a č. 4 potvrzují správně zvolenou funkční formu, statistickou a ekonomickou významnost modelu a správnou specifikaci. Model je ekonomicky interpretovatelný, jak si popíšeme v dalším textu. Durbin-Watsonova charakteristika se blíží hodnotě 2, což značí, že se v modelu nenachází autokorelace a v posloupnosti hodnot jedné proměnné neexistuje závislost. Model má normální rozdělení chybového členu a nevyskytuje se v něm heteroskedasticita.

Tab. 3 Testování specifikace modelu

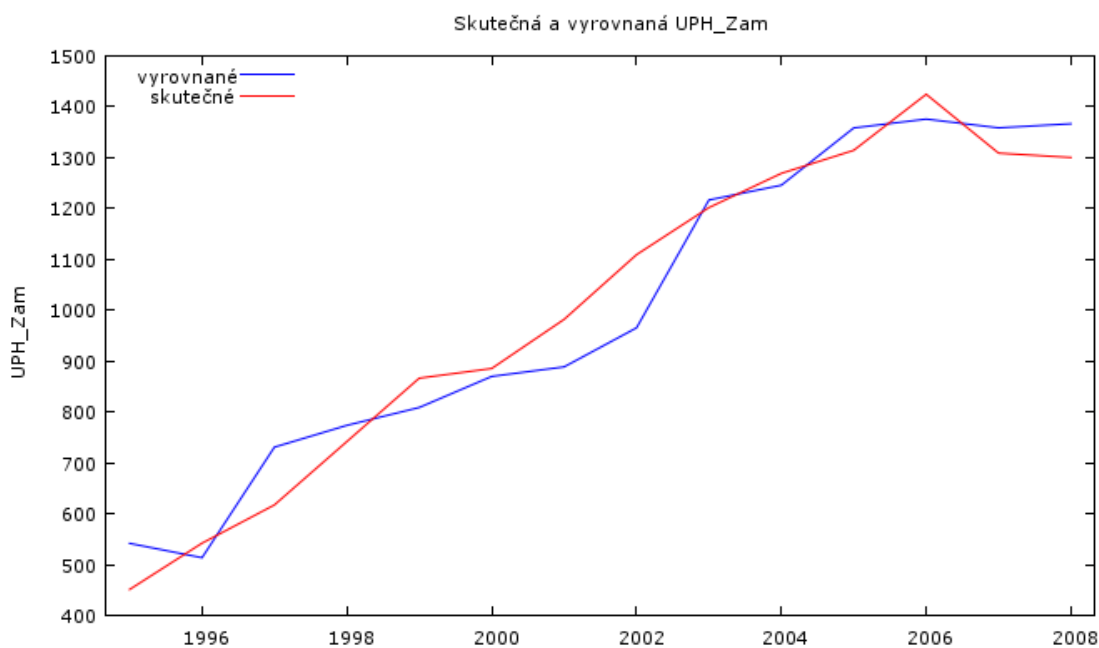
	Testovací statistika	p-hodnota
RESET test	2,17	0,17
Test nelinearity – mocniny	3,02	0,08
Test nelinearity – logaritmy	2,16	0,14

Tab. 4 Testování reziduální složky

	Testovací statistika	p-hodnota
Durbin-Watsonův test	1,61	0,14
Whiteův test	2,09	0,35
Chí-kvadrát test	0,39	0,82

Graf skutečných a vyrovnaných hodnot přidané hodnoty na pracovníka v ICT sektoru na obrázku č. 14 vykresluje závislost mezi oběma proměnnými. Touto závislost lze na základě předchozího matematického modelování interpretovat následovně: pokud nastane růst výdajů na vědu a výzkum na pracovníka o 1 % v ICT odvětví České republiky, vzroste přidaná hodnota na pracovníka o 3,32 tisíc korun.

Tímto je tedy potvrzen předpoklad o vlivu investic do vědy a výzkumu na produktivitu práce v odvětví, která se zvyšuje díky lepším technologiím a inovacím, které odvětví získává z těchto finančních prostředků. S rostoucí produktivitou práce poté roste přidaná hodnota celého sektoru.

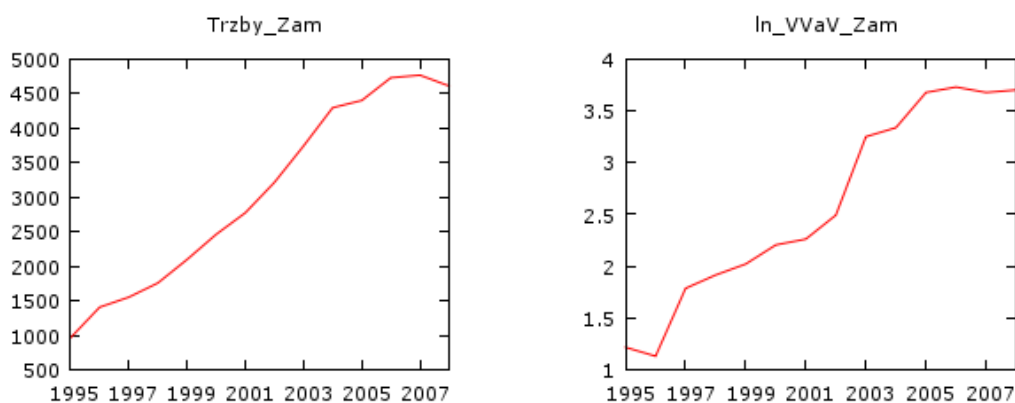


Obr. 14 Graf skutečných a vyrovnaných hodnot přidané hodnoty v ICT České republiky

4.1.2 Objem tržeb v ICT sektoru České republiky

Dalším vztahem zkoumaným v sektoru informačních a komunikačních technologií České republiky je vliv výdajů na vědu a výzkum na tržby téhož sektoru. Potvrzujeme předpoklad kladného účinku růstu investic do vědy a výzkumu na růst objemu tržeb. Vyšší investice podle předpokladů umožní vyvinutí kvalitnějších výrobků a služeb, čímž stoupne jejich prodej a tím i tržby. Na obrázku

č. 15 jsou zobrazeny časové řady tržeb na pracovníka a logaritmu výdajů na vědu a výzkum na pracovníka. Souměrný vývoj potvrzuje kladnou závislost mezi proměnnými, která je statisticky ověřována pomocí regresní analýzy v následujícím textu.



Obr. 15 Vývoj časových řad Tržby_Zam a ln_VVaV_Zam

Ekonometrický model s lineárně-logaritmickou funkční formou byl odhadnut pomocí metody nejmenších čtverců v programu Gretl. Následující tabulka č. 5 popisuje tento model vlivu výdajů na vědu a výzkum na pracovníka v logaritmu (\ln_VVaV_Zam) v tis. Kč na objem tržeb na pracovníka ($Trzby_Zam$) v tis. Kč.

Tab. 5 Lineárně-logaritmický model objemu tržeb na pracovníka v odvětví ICT

Regresor	Koeficient	Střední chyba	t-statistika	p-hodnota	$R^2_{adj}=0,96$ DW=2,39
Konstanta	-657,96	203,03	-3,24	0,01	
\ln_VVaV_Zam	1 427,61	73,67	19,38	< 0,01	

Testování specifikace modelu (tab. č. 6) a reziduální složky (tab. č. 7) potvrdilo vhodnost zvoleného tvaru funkce, statistickou významnost modelu a správnou specifikaci modelu. Model je ekonomicky významný a interpretovatelný. Interpretace modelu je obsažena v následujícím textu. Korigovaný koeficient determinace se blíží hodnotě 1, což značí, že model dobře vystihuje danou závislost.

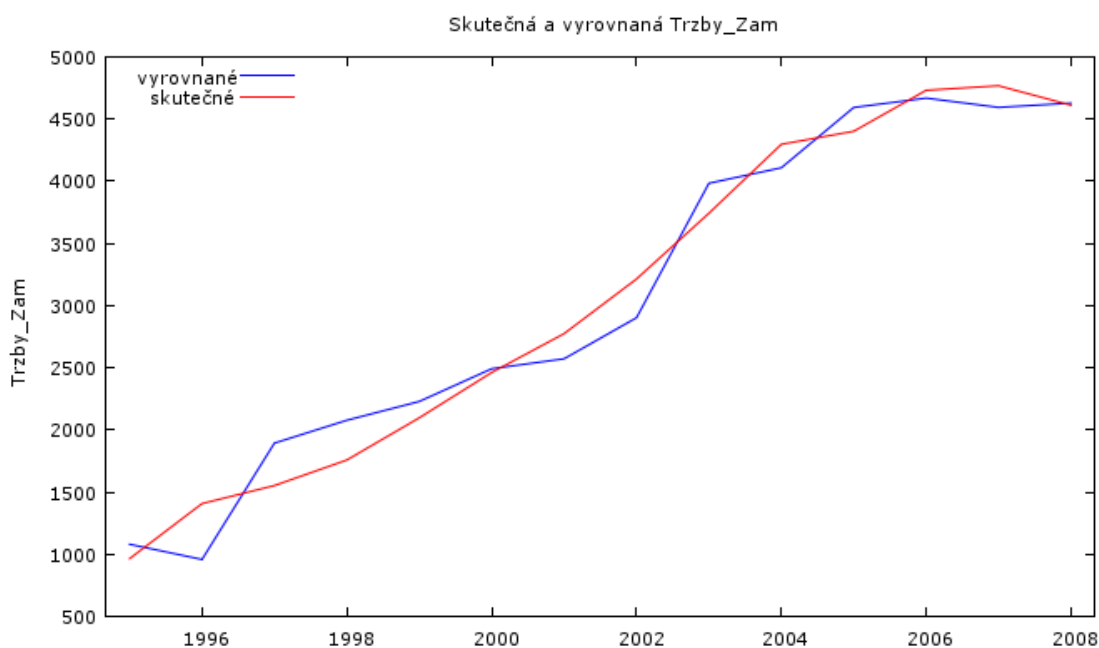
Tab. 6 Testování specifikace modelu

	Testovací statistika	p-hodnota
RESET test	1,34	0,30
Test nelinearity – mocniny	0,49	0,48
Test nelinearity – logaritmy	1,03	0,31

Tab. 7 Testování reziduální složky

	Testovací statistika	p-hodnota
Durbin-Watsonův test	2,39	0,67
Whiteův test	4,22	0,12
Chí-kvadrát test	0,44	0,80

Graf skutečných a vyrovnaných hodnot objemu tržeb z obrázku č. 16 potvrzuje vliv výdajů na vědu a výzkum na pracovníka na objem tržeb na pracovníka tím, že obě tyto řady mají velmi podobný průběh. Tento průběh lze vidět již na obrázku č. 15, který potvrzuje kladnou závislost těchto dvou proměnných.



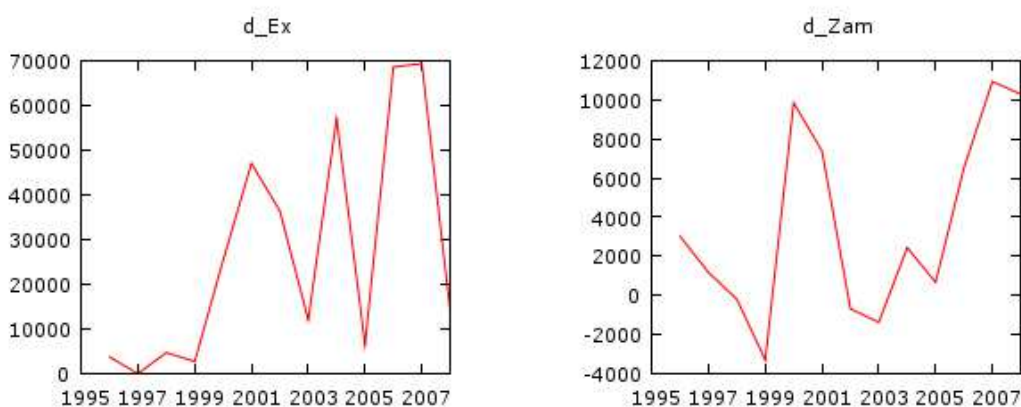
Obr. 16 Graf skutečných a vyrovnaných hodnot objemu tržeb v ICT České republiky

Ekonomickou interpretaci modelu objemu tržeb v sektoru informačních a komunikačních technologií České republiky vysvětlujeme následovně: růst výdajů na vědu a výzkum na pracovníka o 1 % vyvolá růst ročního objemu tržeb na pracovníka o 14,3 tisíce korun. Objem tržeb roste s růstem prodeje výrobků a služeb, o které je vyšší zájem, protože jsou kvalitnější díky lepším technologiím na ně užitých. Vývoj technologií je financován ze zvýšených výdajů na vědu a výzkum. Odhadnutým modelem je potvrzen kladný vliv výdajů na vědu a výzkum na objem tržeb.

4.1.3 Zaměstnanost v ICT sektoru České republiky

Sektor informačních a komunikačních technologií je jeden z nejrychleji se rozvíjejících oborů nejen v České republice. Tento sektor má značnou přidanou hod-

notu a je pro ekonomiku celé země významný. V budoucnu můžeme pro popularitu a pozitivní ekonomické ukazatele očekávat zvyšující se zájem o tento sektor, a to nejen o jeho výrobky a služby, ale také o práci v tomto sektoru. Do budoucna předpokládáme zvyšování počtu pracovních příležitostí v tomto oboru, a to z důvodu zvyšující se popularity odvětví a také z důvodu zvyšujícího se exportu zboží a služeb oboru ICT. Zvyšující se export výrobků a služeb ICT sektoru se předpokládá z důvodu zájmu zahraničních investorů, kteří výrobu a služby umísťují do České republiky a zvyšují financování tohoto sektoru. Následující vztah tedy předpokládá vliv zahraniční poptávky prezentované exportem zboží na počet zaměstnanců v ICT sektoru České republiky. Na obrázku č. 17 jsou vykresleny časové řady 1. diferencí exportu ICT zboží a počtu zaměstnanců téhož sektoru.



Obr. 17 Vývoj časových řad d_Ex a d_Zam

Model byl sestaven s lineární funkční formou a v prvních diferencích. Podle předcházejících tvrzení předpokládáme kladný vliv prvních diferencí exportu (d_Ex) v mil. Kč na první diference počtu zaměstnaných osob (d_Zam) v počtu fyzických osob v informačních a komunikačních technologiích České republiky (tab. č. 8).

Tab. 8 Lineární model zaměstnanosti v odvětví ICT

Regresor	Koeficient	Střední chyba	t-statistika	p-hodnota	$R^2_{adj}=0,54$ $DW=1,33$
d_Ex	0,12	0,03	3,74	< 0,01	

Statistická významnost odhadnutého modelu, vhodně zvolená funkční forma a správná specifikace odhadnutého modelu jsou potvrzeny verifikačními testy z následujících dvou tabulek č. 9 a č. 10. Na základě zvolené hladiny $\alpha=0,05$ byl ale porušen Whiteův test homoskedasticity, což pro model znamená, že rozptyl

reziduí není konečný a konstantní. Odhady modelu pomocí metody nejmenších čtverců nemusejí být přesné. Nezávisle proměnná export ICT zboží vysvětluje chování počtu zaměstnanců z 54 %.

Tab. 9 Testování specifikace modelu

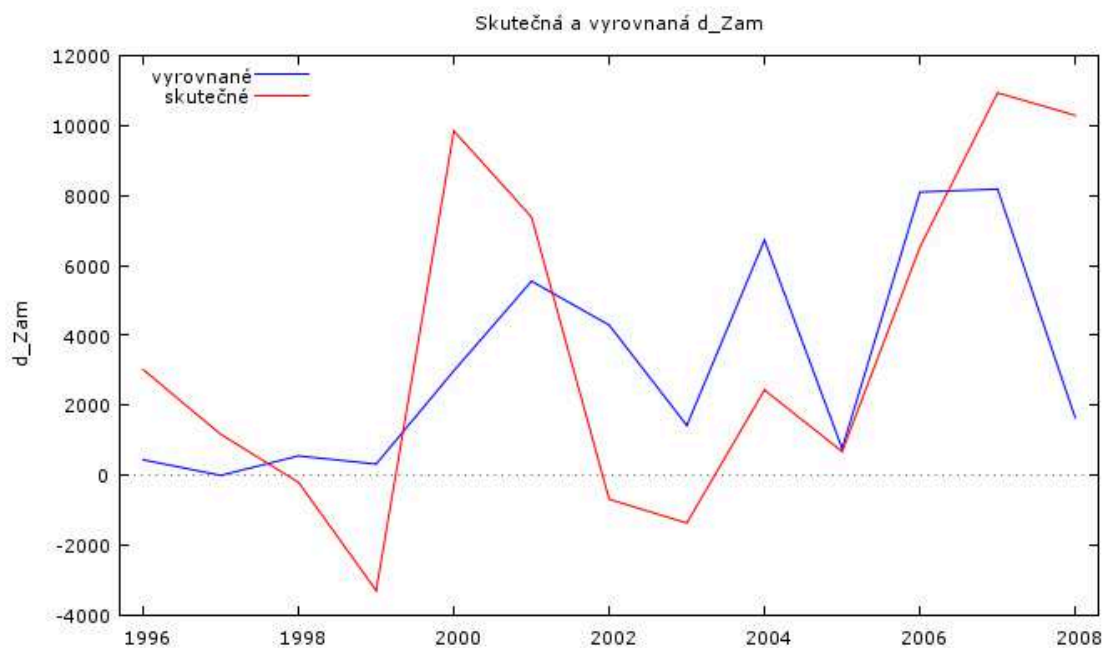
	Testovací statistika	p-hodnota
RESET test	1,02	0,40
Test nonlinearity – mocniny	0,42	0,51
Test nonlinearity – logaritmy	0,40	0,53

Tab. 10 Testování reziduální složky

	Testovací statistika	p-hodnota
Durbin-Watsonův test	1,33	0,12
Whiteův test	6,92	0,01
Chí-kvadrát test	1,19	0,55

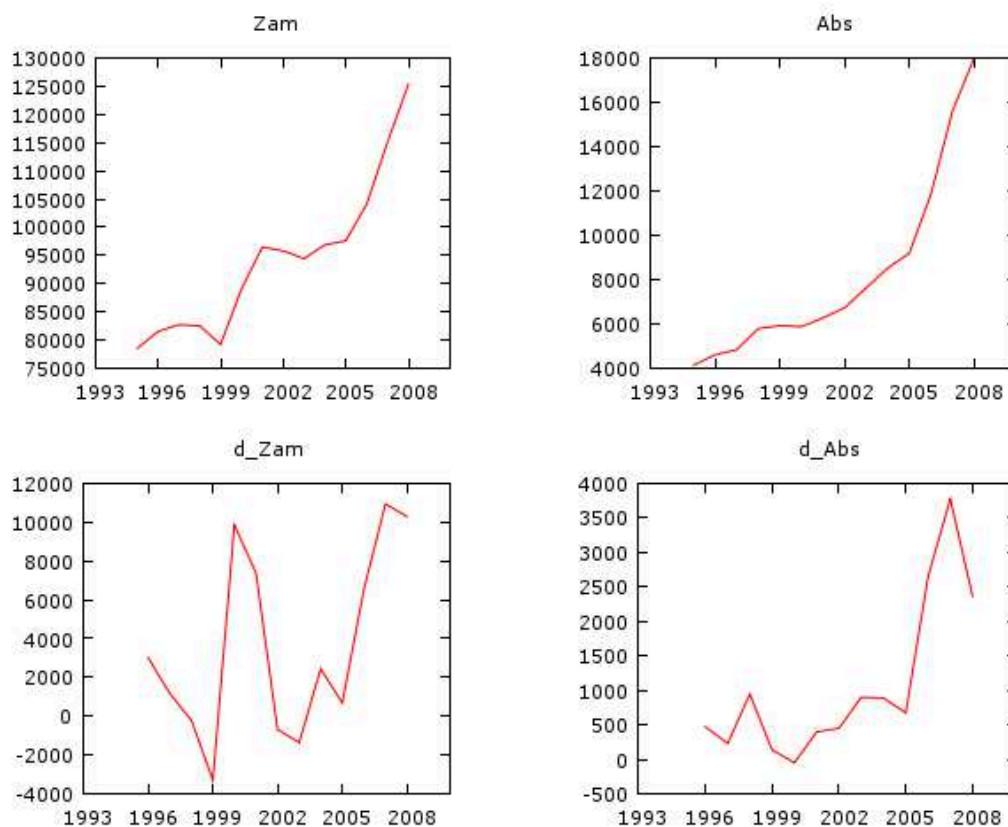
Ekonomická interpretace odhadnutého modelu je následující: zvýšení exportu ICT zboží o 1 mld. Kč povede k růstu počtu nových pracovních míst o 120 v ICT odvětví. Zvýšená zahraniční poptávka po českém zboží ICT sektoru způsobí růst sektoru informačních a komunikačních technologií v České republice, která umožní zaměstnávat více pracovníků pro uspokojení zvýšeného objemu produkce odpovídající zvýšené poptávce.

Na obrázku č. 18 skutečných a vyrovnaných hodnot zaměstnanců v ICT České republiky potvrzuje graf pozitivní závislost mezi proměnnými.



Obr. 18 Graf skutečných a vyrovnaných hodnot zaměstnanců v ICT České republiky

Druhý model znázorňuje vliv absolventů technických oborů na zaměstnanost v sektoru informačních a komunikačních technologiích České republiky. Logika tohoto tvrzení je jasná, soudí se, že většina absolventů bude hledat pracovní uplatnění v souladu se získaným vzděláním v sektoru ICT.



Obr. 19 Vývoj časových řad Zam, Abs, d_Zam a d_Abs

Z předchozího obrázku č. 19 vývoje časových řad zaměstnanců ICT sektoru (Zam) a absolventů technických oborů (Abs) lze vyčíst pozitivní závislost těchto dvou proměnných. Spodní dvě časové řady vykreslují vývoj absolutních změn zmíněných dvou proměnných.

Tab. 11 Lineární model zaměstnanosti v odvětví ICT

Regresor	Koeficient	Střední chyba	t-statistika	p-hodnota	$R^2_{adj}=0,60$ DW=1,59
d_Abs	2,88	0,74	3,90	< 0,01	

Odhad modelu závislosti proměnné absolutní změny počtu zaměstnanců [počet osob] na absolutní změně počtu absolventů [počet osob] byl proveden metodou nejmenších čtverců pomocí programu Gretl. Odhad modelu je znázorněn tabulkou č. 11.

Následující testování významnosti a vhodnosti odhadnutého modelu (tabulky č. 12 a 13) proběhlo úspěšně. Na základě verifikačních testů byla potvrzena statistická i ekonomická vhodnost modelu, statistická významnost odhadnutého modelu a vhodně zvolená funkční forma. Pomocí Whiteova testu byla ověřena

řena homoskedasticita a Chí-kvadrát test potvrdil normální rozložení chybového členu. V modelu se také nevyskytuje autokorelace, což potvrdil Durbin-Watsonův test.

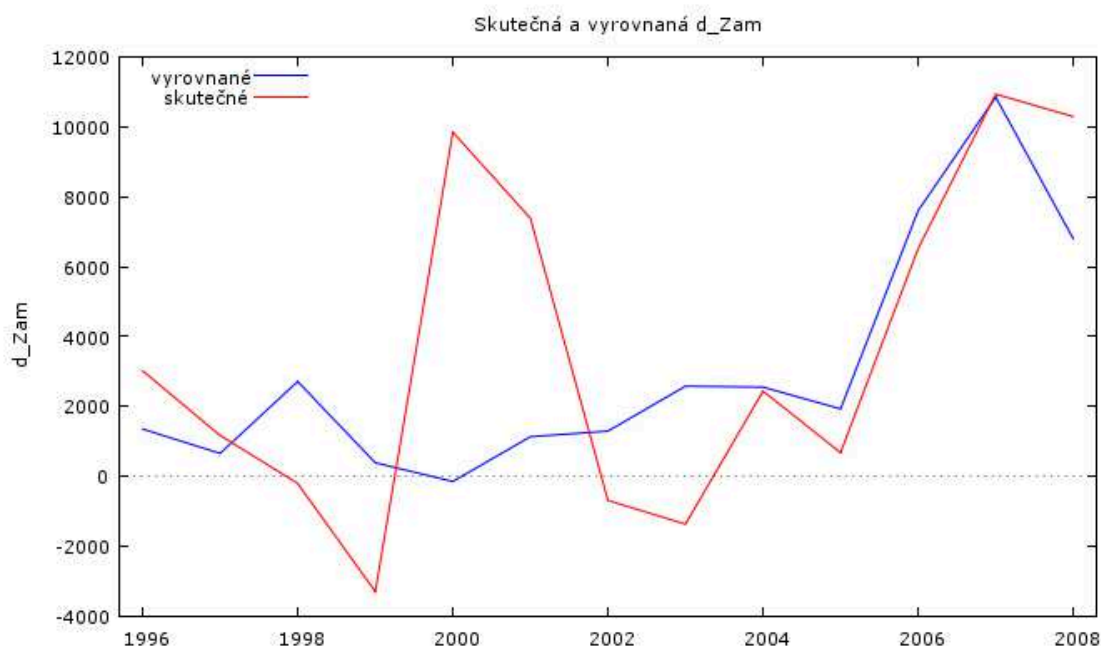
Tab. 12 Testování specifikace modelu

	Testovací statistika	p-hodnota
RESET test	0,17	0,84
Test nelinearity – mocniny	0,13	0,71
Test nelinearity – logaritmy	0,21	0,65

Tab. 13 Testování reziduální složky

	Testovací statistika	p-hodnota
Durbin-Watsonův test	1,59	0,24
Whiteův test	0,54	0,46
Chí-kvadrát test	4,11	0,13

Graf skutečných a vyrovnaných hodnot (obrázek č. 20) potvrzuje vliv počtu absolventů na počet zaměstnanců v ICT odvětví. Tuto kvantifikaci můžeme pomocí odhadu modelu interpretovat takto: jestliže se zvýší počet absolventů technických oborů o 100 osob, povede to ke zvýšení počtu pracovníků o 288 osob v sektoru ICT. Vyšší přírůstek zaměstnanců než přírůstek absolventů, může být pravděpodobně způsoben i dalšími ekonomickými vlivy jako například v předchozím modelu zmíněným exportem ICT zboží a služeb a taktéž skutečností, že práci v odvětví ICT hledají nejen absolventi technických oborů, ale i další, kteří mají o sektor ICT zájem, protože tento sektor je mimo jiné i jeden z nejlépe finančně ohodnocených.

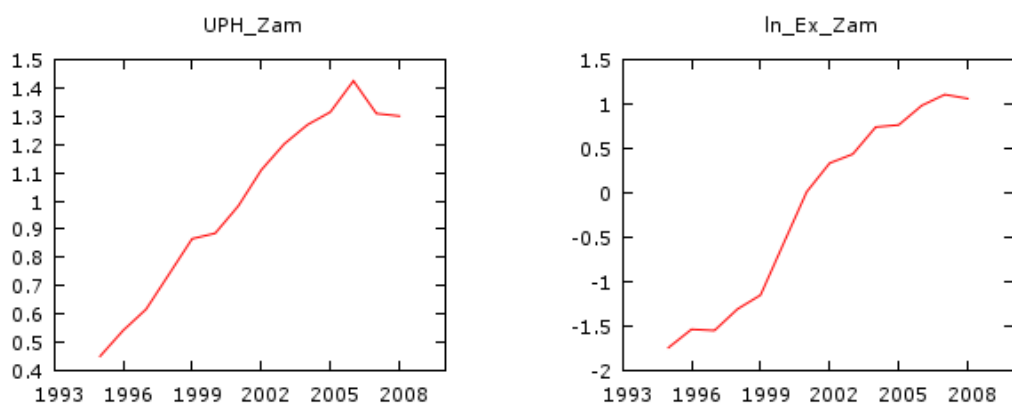


Obr. 20 Graf skutečných a vyrovnaných hodnot modelu zaměstnanosti v ICT České republiky

4.1.4 Export v ICT sektoru České republiky

Další oblastí informačních a komunikačních technologií, kterou budeme zkoumat, je export zboží tohoto odvětví. Poptávka zahraničních zákazníků a firem se zvyšuje, jak již bylo zmíněno v předchozím textu. Předpokládáme, že vliv nantento zvyšující se export má přidaná hodnota. Podle obrázku č. 21 vyvozujeme kladný vliv vysvětlující proměnné na vysvětlovanou proměnnou na základě podobného vývoje časových řad obou proměnných.

Vyšší přidaná hodnota sektoru způsobuje vyšší oblibu výrobků a služeb v tomto sektoru a tím i vyšší poptávku po nich. Pokud jsou výrobky a služby kvalitní, tak jejich přidaná hodnota zvyšuje zájem nejen domácích odběratelů, ale také zahraničních zákazníků a tím roste export zboží ICT odvětví České republiky.

Obr. 21 Vývoj časových řad lu_Ex_Zam a UPH_Zam

Pro modelování vlivu přidané hodnoty na pracovníka (UPH_Zam) v mil. Kč na export na pracovníka v logaritmu (ln_Ex_Zam) v mil. Kč byla zvolena logaritmicko-lineární funkční forma s předpokládanou kladnou závislostí (tab. č. 14).

Tab. 14 Logaritmicko-lineární model exportu na pracovníka v odvětví ICT

Regresor	Koeficient	Střední chyba	t-statistika	p-hodnota	$R^2_{adj}=0,95$ $DW=1,16$
Konstatnta	-3,48	0,22	-15,52	< 0,01	
UPH_Zam	3,31	0,21	15,44	< 0,01	

Na základě hodnoty korigovaného koeficientu determinace můžeme konstatovat, že nezávisle proměnná přidaná hodnota na pracovníka vysvětluje chování závisle proměnné exportu na pracovníka z 95 %. Hodnoty z tabulky č. 15, kde jsou zobrazeny testovací charakteristiky pro specifikaci modelu, potvrzují vhodně zvolenou funkční formu, správnou specifikaci modelu a statistickou a ekonomickou významnost odhadnutého modelu.

Tab. 15 Testování specifikace modelu

	Testovací statistika	p-hodnota
RESET test	4,22	0,05
Test nelinearity – mocniny	0,79	0,37
Test nelinearity – logaritmy	1,67	0,20

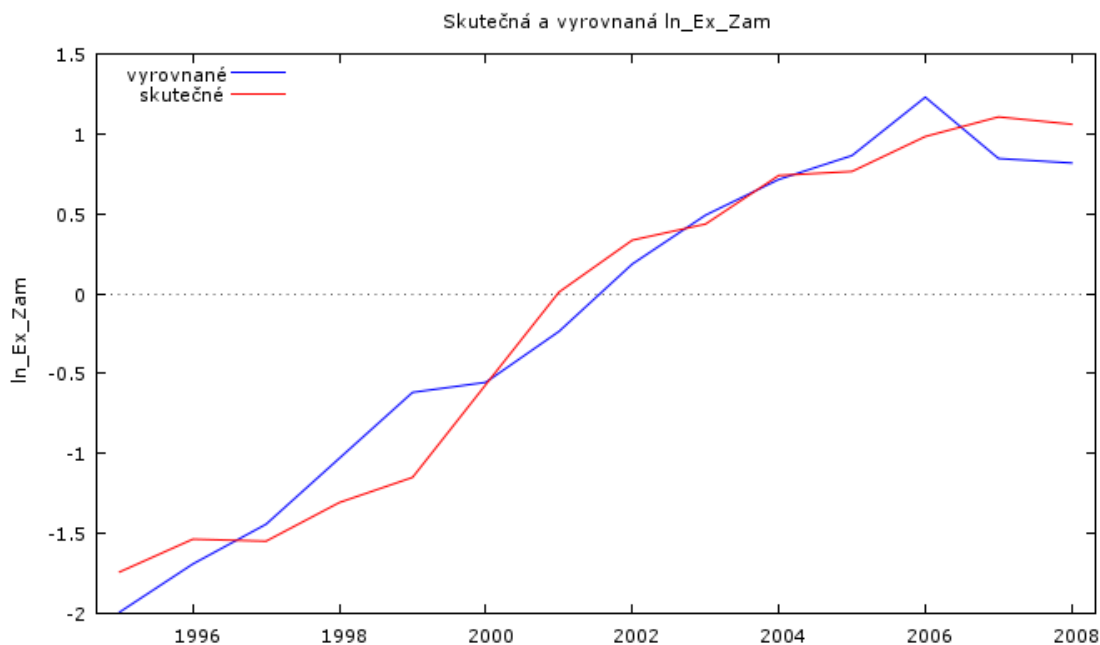
Hodnoty v tabulce č. 16, kde se testuje reziduální složka, potvrzují pomocí Whiteůva testu a Chí-kvadrát testu na 5% hladině významnosti nulové hypotézy o normalitě chybového členu a homoskedasticitě.

Tab. 16 Testování reziduální složky

	Testovací statistika	p-hodnota
Durbin-Watsonův test	1,16	0,02
Whiteův test	0,84	0,66
Chí-kvadrát test	1,84	0,40

Závislost chování vysvětlované proměnné na vysvětlující proměnné bylo potvrzeno již korigovaným koeficientem determinace a obrázkem č. 22 (graf skutečných a vyrovnaných hodnot exportu) je tato závislost taktéž potvrzena.

Vliv růstu přidané hodnoty na pracovníka o 1 milion korun vyvolá růst exportu na pracovníka o 331 %. Technologické inovace zvyšují přidanou hodnotu zboží a služeb. Lze proto vyrábět a vyvíjet díky lepším technologiím výrobky a služby s vyšší přidanou hodnotou, které jsou poptávány nejen v České republice, ale i v zahraničí. Přidaná hodnota má tedy pozitivní účinek na zahraniční poptávku a díky tomu i na export výrobků a služeb ICT sektoru z České republiky.

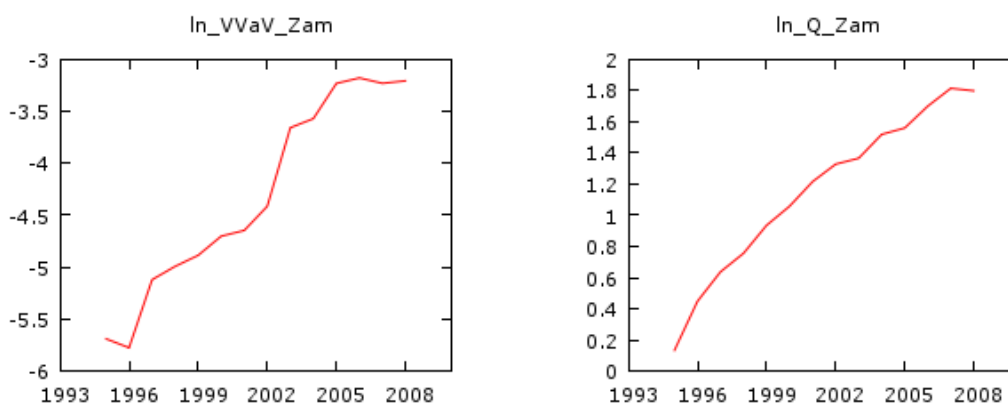


Obr. 22 Graf skutečných a vyrovnaných hodnot exportu v ICT sektoru České republiky

4.1.5 Produkce v ICT sektoru České republiky

V další podkapitole jsme se pomocí regresní analýzy pokusili nalézt model kladné závislosti produkce na pracovníka na výdajích na vědu a výzkum na pracovníka. Vyšší výdaje na vědu a výzkum přispívají k rozvoji odvětví a k inovacím v daném odvětví. Tyto inovace umožní z materiálních prostředků vytvořit výrobky a služby s vyšší přidanou hodnotou a předpokládáme tak růst produkce a tržeb v odvětví těchto výrobků a služeb.

Obrázek č. 23 vývoje časových řad výdajů na vědu a výzkum a produkce potvrzuje kladný vliv těchto proměnných.



Obr. 23 Vývoj časových řad ln_VVaV_Zam a ln_Q_Zam

Pro odhad modelu metodou nejmenších čtverců, provedenou v programu Gretl, byl zvolen logaritmický model závislosti výdajů na vědu a výzkum na pracovníka (ln_VVaV_Zam) v mil. Kč na produkci na pracovníka (ln_Q_Zam) v mil. Kč. Hodnoty modelu a potvrzení statistické významnosti jednotlivých proměnných nalezneme v tabulce č. 17.

Tab. 17 Logaritmický model produkce na pracovníka v odvětví ICT

Regresor	Koeficient	Střední chyba	t-statistika	p-hodnota	$R^2_{adj}=0,91$ DW=1,34
Konstanta	3,45	0,20	17,22	< 0,01	
ln_VVaV_Zam	0,53	0,05	11,67	< 0,01	

Hodnota korigovaného koeficientu determinace značí vysvětlení závislosti proměnných z 91 %. RESET test a test nelinearity (tab. č. 18) potvrzují, že model je ekonomicky interpretovatelný, má vhodně zvolenou funkční formu a je statisticky významný na zvolené hladině významnosti $\alpha=0,05$.

Tab. 18 Testování specifikace modelu

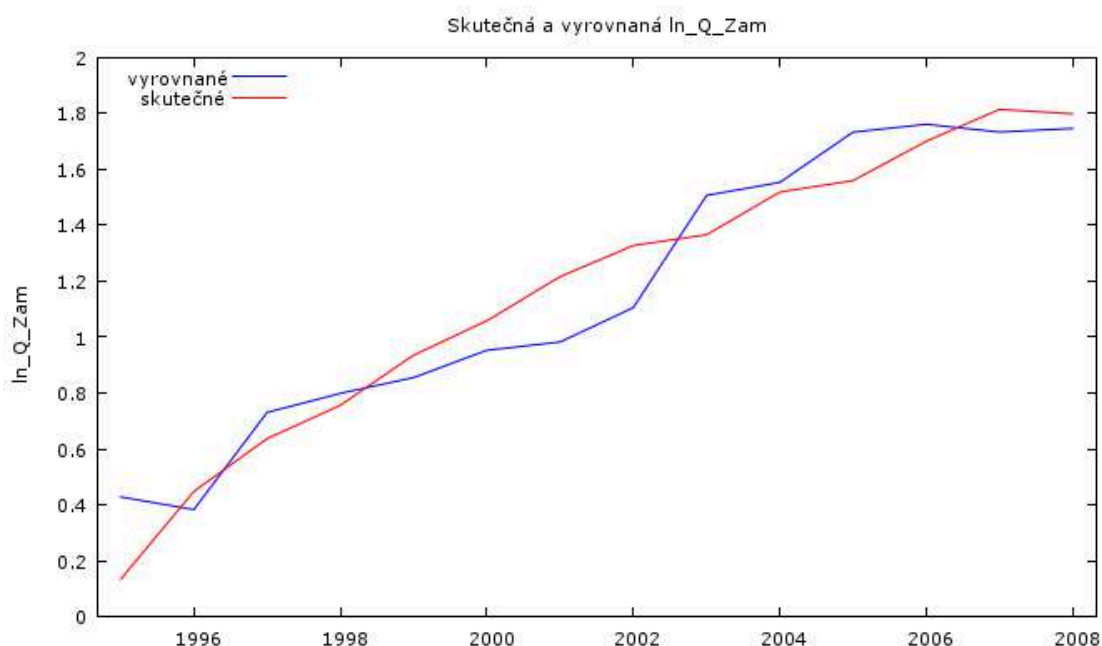
	Testovací statistika	p-hodnota
RESET test	1,62	0,25
Test nelinearity – mocniny	3,42	0,06

Durbin-Watsonův test z tabulky č. 19 ukazuje na neexistenci autokorelace v modelu. Mezi posloupností hodnot jedné proměnné v čase neexistuje závislost.

Tab. 19 Testování reziduální složky

	Testovací statistika	p-hodnota
Durbin-Watsonův test	1,34	0,05
Whiteův test	1,57	0,45
Chí-kvadrát test	0,41	0,82

Na základě předchozího testování lze považovat model za vhodný a ekonomicky interpretovatelný. Tuto skutečnost potvrzuje i obrázek č. 24 skutečných a vyrovnaných hodnot modelu produkce. Ekonomická interpretace modelu zní následovně: pokud se zvýší výdaje na vědu a výzkum na pracovníka o 1 % poroste produkce na pracovníka o 0,53 %. Výdaje na vědu a výzkum jsou v celém ICT sektoru důležité, což je v tomto modelu dokázáno vlivem na produkci. Technologické inovace podporují produkci sektoru. Produkce ICT sektoru, o níž je zájem, přispívá dále k exportu i k domácí poptávce a ke zvyšujícím se tržbám a je tak podpořen vývoj celého sektoru informačních a komunikačních technologií.



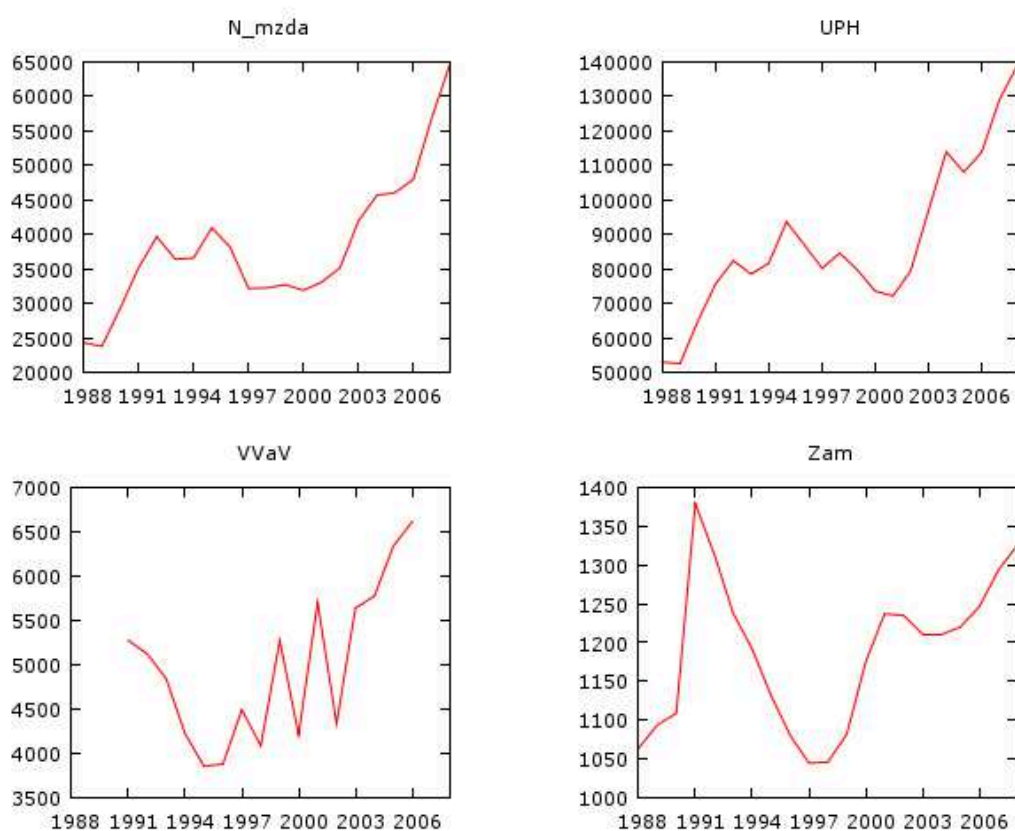
Obr. 24 Graf skutečných a vyrovnaných hodnot produkce v ICT sektoru České republiky

4.2 ICT sektor v Německu

Vztahy veličin sledovaných v této práci v sektoru ICT v České republice budeme zkoumat i na datech sektoru ICT Německa, které byly získány z údajů Českého statistického úřadu. Data časových řad sledujeme za období 1988 – 2008. Tyto delší časové řady mají lepší vypovídací schopnost pro zkoumání vlivu závislosti jednotlivých veličin.

4.2.1 Přidaná hodnota v ICT sektoru v Německu

V prvním kroku si vykreslíme časové řady veličin následujícího modelu přidané hodnoty v Německu v sektoru informačních a komunikačních technologií. Pomocí těchto vykreslených časových řad z obrázku č. 25 vyvozujeme pozitivní vliv mzdových nákladů a výdajů na vědu a výzkum na přidanou hodnotu ICT sektoru v Německu. Předpokládáme, že poroste přidaná hodnota, jak s rostoucími mzdovými náklady, tak i s rostoucími výdaji na vědu a výzkum. Počet zaměstnanců již nemá tak jednoznačný vývoj a nemůžeme tedy předpokládat kladný ani záporný vliv. První 3 grafy proměnných jsou uvedeny v milionech USD a poslední graf (zaměstnané osoby v ICT) je uveden v tisících osob.



Obr. 25 Vývoj časových řad Zam (tisíc osob), N_mzdy, UPH a VVaV

První zmiňovaný model veličin ICT sektoru v Německu zkoumá závislost přidané hodnoty (UPH) v mil. USD na počtu zaměstnanců (Zam) v počtu fyzických osob v daném sektoru, mzdových nákladech (N_mzda) v mil. USD a výdajích na vědu a výzkum (VVaV) v mil. USD. Výdaje na vědu a výzkum byly použity i ve zpoždění z důvodu předpokládaného ročního zpoždění závislosti přidané hodnoty v ICT odvětví na výdajích na vědu a výzkum. Pro modelování této zmíněné závislosti byla zvolena lineární funkční forma. Hodnoty modelu odhadnu-

tého metodou nejmenších čtverců, které jsou získány pomocí programu Gretl, nalezneme v následující tabulce č. 20:

Tab. 20 Lineární model přidané hodnoty v odvětví ICT v Německu

Regresor	Koeficient	Střední chyba	t-statistika	p-hodnota	
Konstanta	63 398	11 065	5,73	< 0,01	R ² _{adj} =0,96 DW=1,81
Zam	-0,08	0,01	-6,58	< 0,01	
N_mzda	2,35	0,18	12,99	< 0,01	
VVaV _t	2,45	1,08	2,27	0,05	
VVaV _{t-1}	3,90	1,35	2,89	0,02	

Popsaný vztah v modelu značí kladnou závislost přidané hodnoty na mzdových nákladech i na výdajích na vědu a výzkum ve stejném i o rok zpožděném období. Model potvrzuje naše počáteční předpoklady. Závislost přidané hodnoty na počtu zaměstnanců je naopak záporná. Ze vztahu tedy vyplývá pokles přidané hodnoty při růstu počtu zaměstnanců v ICT sektoru Německa. Nulová hypotéza o stejném efektu koeficientů proměnné výdajů na vědu a výzkum v běžném a zpožděném období byla potvrzena (p-hodnota=0,44).

Podle p-hodnot u jednotlivých vysvětlujících proměnných jsou tyto proměnné všechny statisticky významné a pro model vhodné. Korigovaný koeficient determinace a Durbin-Watsonova charakteristika také značí vhodnost modelu z důvodu hodnot blízkých se optimu. Model má správně zvolenou funkční formu, je správně specifikován a statisticky významný. Tyto charakteristiky jsme potvrdili pomocí verifikačních testů, jejichž hodnoty jsou zobrazeny v následující tabulce č. 21.

Tab. 21 Testování specifikace modelu

	Testovací statistika	p-hodnota
RESET test	1,82	0,22
Test nelinearity – mocniny	4,26	0,23
Test nelinearity – logaritmy	4,36	0,22

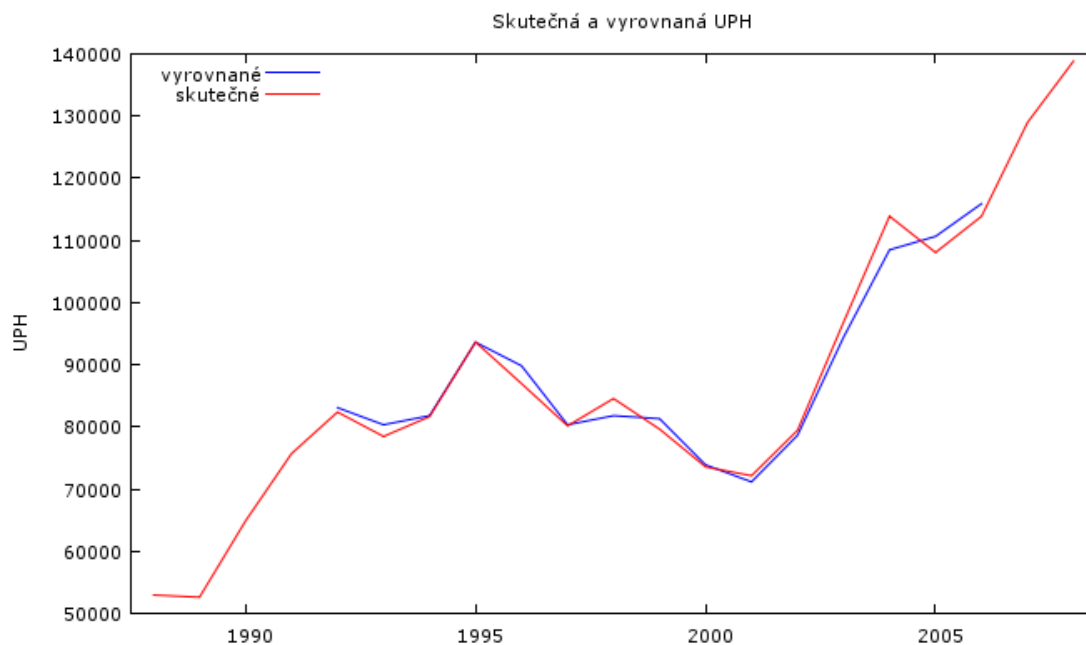
Tab. 22 Testování reziduální složky

	Testovací statistika	p-hodnota
Durbin-Watsonův test	1,81	0,15
Whiteův test	6,61	0,47
Chí-kvadrát test	2,89	0,24

Tabulka č. 22 potvrzuje statistickou vhodnost modelu, protože testovací charakteristiky nebyly zamítnuty na základě p-hodnoty. Platí tedy nulové hypotézy o normalitě chybového členu a homoskedasticitě. Pozitivní závislost proměnných znázorňuje obrázek č. 26 skutečných a vyrovnaných hodnot přidané hodnoty Německa v ICT sektoru.

Regresní analýza předchozích dat umožňuje interpretaci závislosti sledovaných veličin. Pokud se zvýší počet zaměstnanců o jednoho, poklesne podle negativního vztahu přidaná hodnota o 80 tisíc USD. Přidaná hodnota naopak poroste při zvýšení všech ostatních vysvětlujících proměnných zahrnutých v modelu. Při zvýšení mzdových nákladů o 1 milion USD vzroste přidaná hodnota o 2,35 milionů USD. Růst výdajů na vědu a výzkum o 1 milion USD v běžném období ovlivní růst přidané hodnoty o 2,45 milionů USD a tento růst ovlivní růst přidané hodnoty o 3,90 milionů USD v následujícím období.

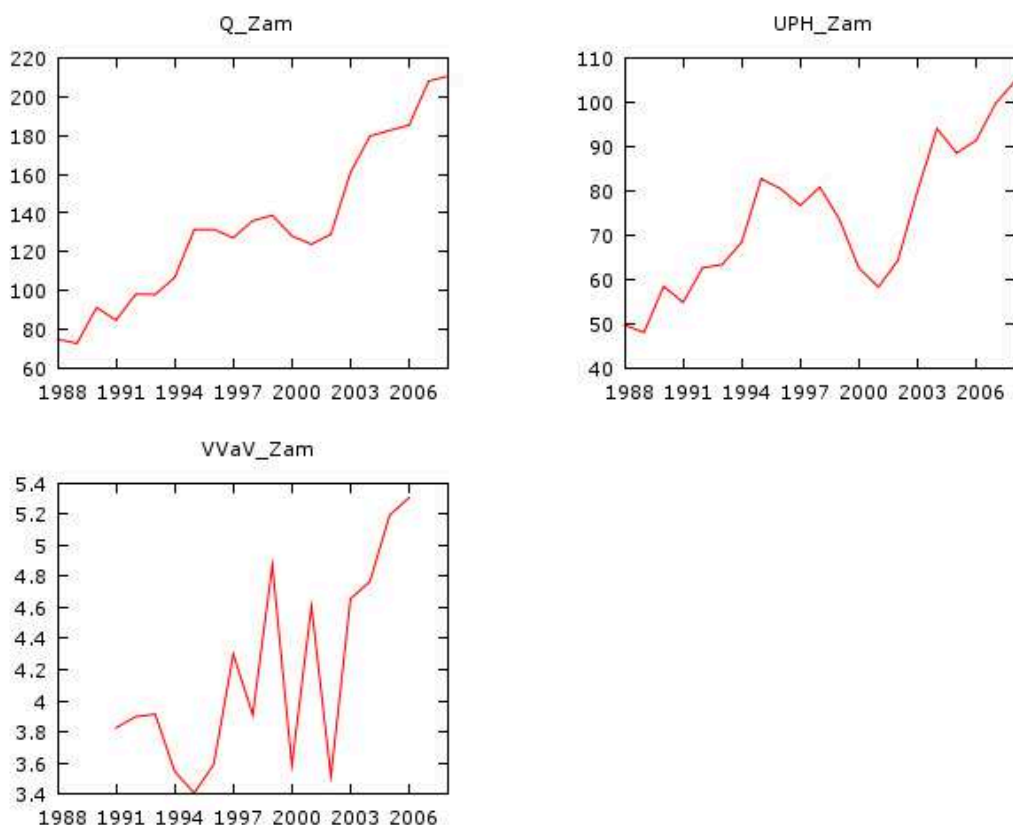
Negativní vliv mezi přidanou hodnotou a počtem zaměstnanců může být způsoben tím, že pokud je vyšší počet zaměstnanců, neznamená to lepší produktivitu práce a s tím spojenou vyšší přidanou hodnotu. Produktivita práce roste s kvalitou vykonávané práce. Nejde tedy o kvantitu zaměstnanců, ale o jejich kvalitu. Také stroje se díky novým technologiím častěji podílejí na vyšší produktivitě a tím i přidané hodnotě, proto vztah počtu zaměstnanců a přidané hodnoty není pozitivní. Vyšší výdaje na vědu a výzkum naopak podporují růst přidané hodnoty a to díky lepším technologiím a postupům práce, které jsou při vyšších výdajích na vědu a výzkum vyvinuty a používány v tomto odvětví. Výdaje na vědu a výzkum více přispívají k růstu přidané hodnoty s ročním zpožděním. Tato skutečnost je způsobena tím, že výdaje na vědu a výzkum se ve vývoji nových technologií neprojeví okamžitě, ale s jistým zpožděním. Proto vyšší investice do vědy a výzkumu ovlivní více přidanou hodnotu následujícího roku. Vyšší náklady na mzdy podporují zaměstnance k lepším výkonům a zvyšují tak produktivitu práce. Dále pak v důsledku vyšší produktivity práce stoupá i přidaná hodnota celého sektoru.



Obr. 26 Graf vyrovnaných a skutečných hodnot UPH v ICT odvětví Německa

4.2.2 Produkce v ICT sektoru Německa

Na obrázku č. 27 jsou vykresleny hodnoty časových řad produkce a přidané hodnoty za období 1988 až 2008 v sektoru informačních a komunikačních technologií Německa. Výdaje na vědu a výzkum jsou získány za kratší období a to od roku 1991 do roku 2006. Tyto hodnoty jsou přepočítány na pracovníka a jsou uvedeny v tisících USD. Podle obrázku č. 27 předpokládáme kladnou závislost proměnných z důvodu rostoucího trendu všech sledovaných řad. Produkce na pracovníka a přidaná hodnota na pracovníka v ICT odvětví mají podle sledovaného vývoje velmi podobný charakter, významný pokles zde nastává od roku 2000, jinak převládá růst zkoumaných proměnných. Pokles od roku 2000 bude v Německu pravděpodobně způsoben zavedením nové měny Euro. Proměnná výdaje na vědu a výzkum přepočítaná na pracovníka má častější a výraznější výkyvy ve svém průběhu mezi léty 1991 až 2006, ale celkový trend je taktéž rostoucí, a to hlavně od roku 2002, protože Německo podporuje investice do vědy a výzkumu. U sledovaných vysvětlujících proměnných předpokládáme kladný lineární vliv na produkci na zaměstnance ICT sektoru Německa.



Obr. 27 Vývoj časových řad Q_Zam, UPH_Zam a VVaV_Zam

Druhá zkoumaná oblast v ICT sektoru Německa představuje výše zmíněnou závislost produkce na pracovníka (Q_Zam) v tis. USD na přidané hodnotě na pracovníka (UPH_Zam) v tis. USD a výdajích na vědu a výzkum na pracovníka (VVaV_Zam) v tis. USD v téže oblasti. Opět jsou zde použity výdaje na vědu a výzkum na pracovníka ve zpoždění, protože zde předpokládáme i roční zpožděný vliv této veličiny na produkci na pracovníka. Pro model, který je vyobrazen v následující tabulce č. 23, byla zvolena lineární funkční forma.

Tab. 23 Lineární model produkce na pracovníka v ICT sektoru v Německu

Regresor	Koeficient	Střední chyba	t-statistika	p-hodnota	R ² _{adj} =0,85 DW=0,71
Konstanta	-86,26	25,84	-3,34	< 0,01	
UPH_Zam	1,42	0,30	4,79	< 0,01	
VVaV_Zam _t	16,01	5,29	3,02	0,01	
VVaV_Zam _{t-1}	12,06	5,38	2,24	0,05	

Pomocí modelu, odhadnutého metodou nejmenších čtverců, jsme potvrdili kladnou závislost mezi proměnnými. Ověřili jsme stejný efekt u koeficientů proměnné výdaje na vědu a výzkum na zaměstnance běžného i zpožděného období (p -hodnota=0,65). Následující verifikační testy ověřily statistickou významnost, vhodně zvolenou funkční formu a správnou specifikaci odhadnutého modelu. P -hodnoty testů z tabulky č. 24 jsou vyšší než zvolená hladina významnosti 5 % a proto jsme nulové hypotézy nezamítli.

Tab. 24 Testování specifikace modelu

	Testovací statistika	p-hodnota
RESET test	0,44	0,65
Test nelinearity – mocniny	1,92	0,59
Test nelinearity – logaritmy	2,68	0,44

Testy z tabulky č. 25 jsme potvrdily statisticky nevýznamnou homoskedasticitu a normální rozdělení chybového členu na základě vypočítaných p -hodnot. Všechny testy odhadnutého modelu produkce na pracovníka v ICT sektoru Německa potvrdily ekonomickou významnost a interpretaci modelu v ekonomické praxi.

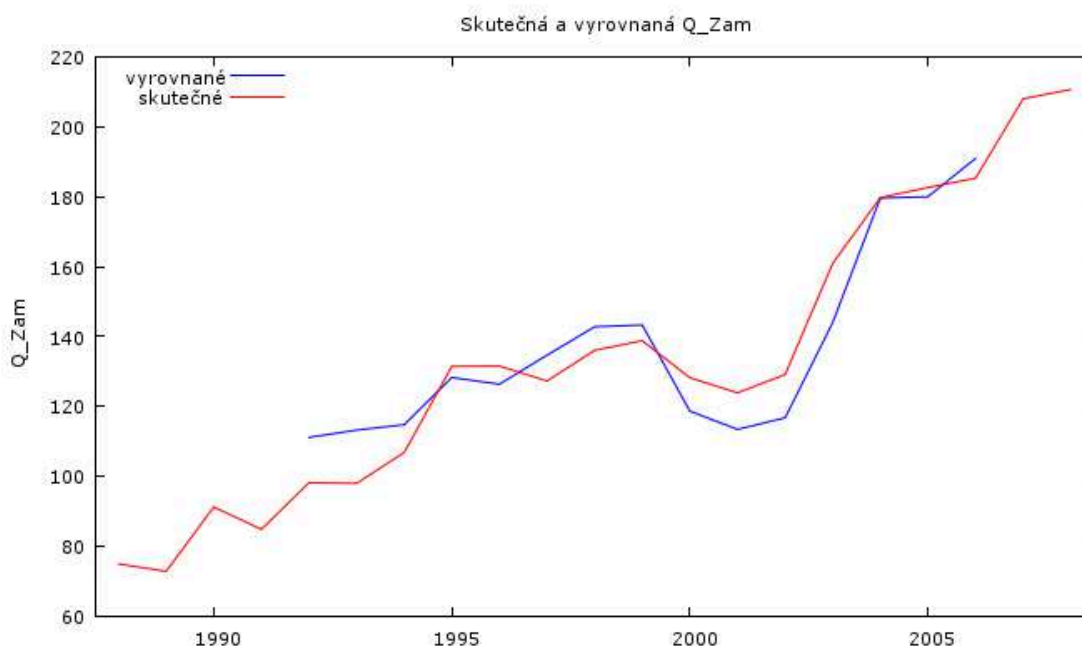
Tab. 25 Testování reziduální složky

	Testovací statistika	p-hodnota
Durbin-Watsonův test	0,71	< 0,01
Whiteův test	9,37	0,40
Chí-kvadrát test	0,46	0,79

Pro interpretaci modelu v praxi to znamená, že zvýšení přidané hodnoty na pracovníka o jednotku neboli o 1 tisíc USD způsobí zvýšení produkce na pracovníka o 1,42 tisíc USD. Dále zvýšení výdajů na vědu a výzkum na pracovníka o jednotku (taktéž 1 tisíc USD) způsobí růst produkce na pracovníka o 16,01 tisíc USD a zvýšení výdajů na vědu a výzkum na pracovníka ve zpoždění 1 rok předpokládá růst produkce o 12,06 tisíc USD v běžném období. Všechny vysvětlující proměnné zkoumaného modelu mají kladný vliv na produkci ICT odvětví Německa. Z ekonomického pohledu je toto tvrzení logické, protože čím vyšší výdaje na vědu a výzkum má odvětví ekonomiky, tím větší jsou inovace a nové technologie v dané oblasti, které přispívají k vyššímu zájmu jak o sektor samotný, tak i jeho výrobky a služby. Ekonomika tohoto sektoru následně produkuje těchto výrobků a služeb více. Růst přidané hodnoty sektoru ICT nebo jakéhokoli jiného sektoru také zvýší produkci daného sektoru z důvodu vyšší atraktivnosti výrobků a poskytovaných služeb z daného odvětví.

Na obrázku č. 28 této podkapitoly je zobrazen graf skutečných a vyrovnávaných hodnot produkce na pracovníka v odvětví informačních a komunikačních

technologií Německa mezi léty 1988 až 2008. Graf ukazuje významnost modelu a závislost produkce na zaměstnance na vysvětlujících proměnných, jimiž jsou přidaná hodnota na pracovníka a výdaje na vědu a výzkum na pracovníka v běžném i zpožděném období. Patrný je zde hlavně vliv v roce 2000 při zavedení Eura v Německu, kdy výrazný pokles výdajů na vědu i výzkum a přidané hodnoty způsobil taktéž pokles produkce ICT odvětví.



Obr. 28 Graf skutečných a vyrovnaných hodnot Q_{Zam} v ICT odvětví Německa

4.2.3 Zaměstnané osoby v ICT sektoru v Německu

Grafy čtyř časových řad proměnných zkoumaných v této podkapitole byly již vykresleny na obrázku č. 25. Zde se však budeme zabývat závislostí počtu zaměstnaných osob na mzdových nákladech, přidané hodnotě a výdajích na vědu a výzkum. Předpokládáme tedy podle vývoje časových řad kladnou závislost počtu zaměstnaných osob na mzdových nákladech a na výdajích na vědu a výzkum. Podle předchozího zmiňovaného modelu naopak očekáváme u přidané hodnoty negativní vliv na počet zaměstnanců. Tento jev si vysvětlujeme tak, že nejde jen o kvantitativní počet zaměstnanců, ale spíše o kvalitativní vliv. Se zvyšujícím se počtem zaměstnanců tedy nemusí docházet k růstu produktivity a tím i přidané hodnoty a také naopak nemusí s růstem přidané hodnoty růst počet zaměstnanců.

Model, odhadnutý metodou nejmenších čtverců, zobrazený v tabulce č. 26, popisuje závislost počtu zaměstnaných osob (Zam) na nákladech na mzdy (N_{mzda}) v mil. USD, na přidané hodnotě (UPH) v mil. USD a na výdajích na vědu a výzkum ($VVaV$) v mil. USD v ICT odvětví Německa. Pro model byla zvolena lineární funkční forma.

Tab. 26 Lineární model počtu zaměstnanců v ICT sektoru v Německu

Regresor	Koeficient	Střední chyba	t-statistika	p-hodnota	
Konstanta	881 567	105 898	8,33	< 0,01	R ² _{adj} =0,65 DW=2,21
N_mzda	30,12	7,32	4,11	< 0,01	
UPH	-12,37	2,73	-4,53	< 0,01	
VVaV	50,59	20,75	2,44	0,03	

Hodnoty korigovaného koeficientu determinace a Durbin-Watsonovy statistiky se blíží svým optimálním hodnotám, všechny proměnné jsou významné na 5% hladině významnosti, testy v následující tabulce č. 27 potvrzují nulové hypotézy a z těchto skutečností lze konstatovat, že model je správně specifikován, má vhodně zvolenou funkční formu a je statisticky a ekonomicky významný a interpretovatelný.

Tab. 27 Testování specifikace modelu

	Testovací statistika	p-hodnota
RESET test	0,20	0,82
Test nelinearity – mocniny	5,48	0,14
Test nelinearity – logaritmy	5,66	0,13

Při testování homoskedasticity a normality chybového členu (tabulka č. 28), byly taktéž potvrzeny nulové hypotézy. P-hodnoty jsou větší než 0,05 a nulové hypotézy se nezamítají. Nenastává zde žádný problém s heteroskedasticitou ani s normálním rozdělením chybového členu. Durbin-Watsonova statistika (tabulka č. 28) potvrzuje neexistenci autokorelace časových řad tohoto modelu.

Tab. 28 Testování reziduální složky

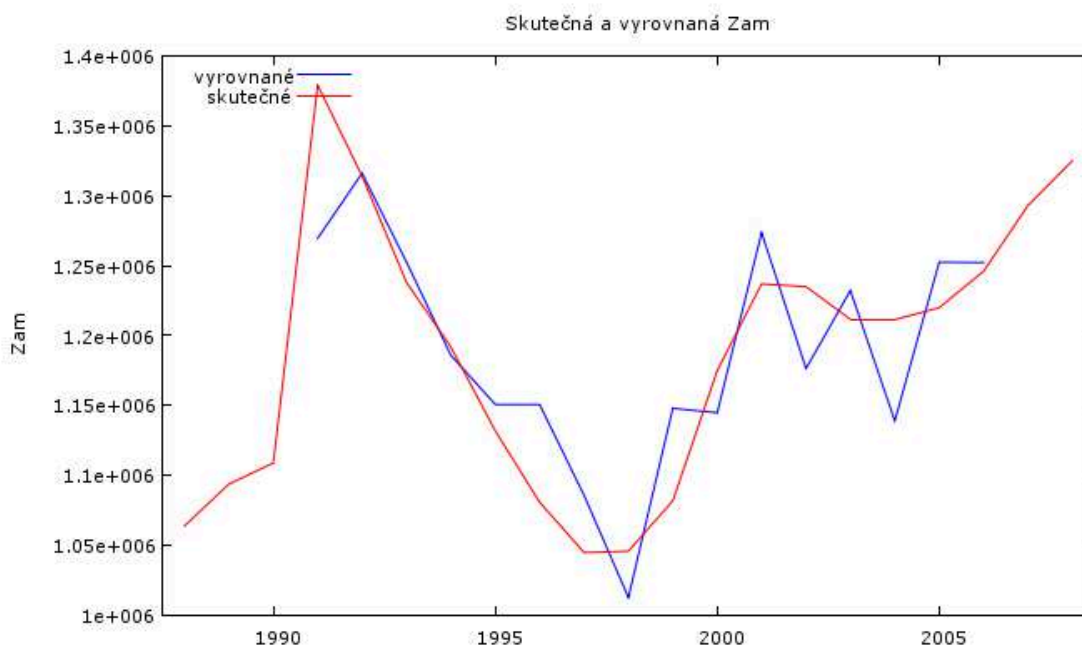
	Testovací statistika	p-hodnota
Durbin-Watsonův test	2,21	0,42
Whiteův test	5,10	0,83
Chí-kvadrát test	1,71	0,43

Obrázek č. 29 vykresluje skutečné a vyrovnané hodnoty počtu zaměstnanců v ICT sektoru Německa. Vliv vysvětlujících proměnných je ekonomicky interpretovatelný a to následovně: pokud vzrostou mzdové náklady o 1 milion USD, zvýší se počet zaměstnanců o 30 osob. Negativní vztah mezi přidanou hodnotou a počtem zaměstnaných osob je interpretován jako pokles počtu osob o 12 při růstu přidané hodnoty ICT sektoru o 1 milion USD. Pozitivní vliv na počet

zaměstnanců mají výdaje na vědu a výzkum, pokud se zvýší o 1 milion USD, vzroste počet zaměstnanců o 50 osob v ICT sektoru Německa.

Zvýšené mzdové náklady jsou způsobeny buď přírůstkem zaměstnanců, nebo naopak zvýšení nákladů na mzdy motivuje zaměstnance k vstupu do sektoru a způsobí jejich přírůstek. Výdaje na vědu a výzkum ovlivňují pozitivně celý sektor ICT. Při jejich zvýšení jsou vyvíjeny nové technologie, vznikají nové inovace, nové výrobky a efektivnější služby, což zaujme nejen zákazníky ale také zaměstnance, kteří se chtějí na vývoji, prodeji výrobků a poskytování služeb v tomto sektoru podílet. S vyšší přidanou hodnotou získává odvětví lepší technologie, kvalitnější zaměstnance a stroje. Není potřeba vyšší množství zaměstnanců, ale naopak se jejich počet může snižovat.

Od roku 1991 po rok 1997 nastává v Německu výrazný pokles počtu zaměstnaných osob v informačních a komunikačních technologiích. Obrat nastává právě až ve zmíněném roce 1997. Pokles nastává od roku 1991 z důvodu sjednocení Německa a zániku mnoha podniků bývalé Německé demokratické republiky.



Obr. 29 Skutečné a vyrovnané hodnoty počtu zaměstnanců v ICT sektoru Německa

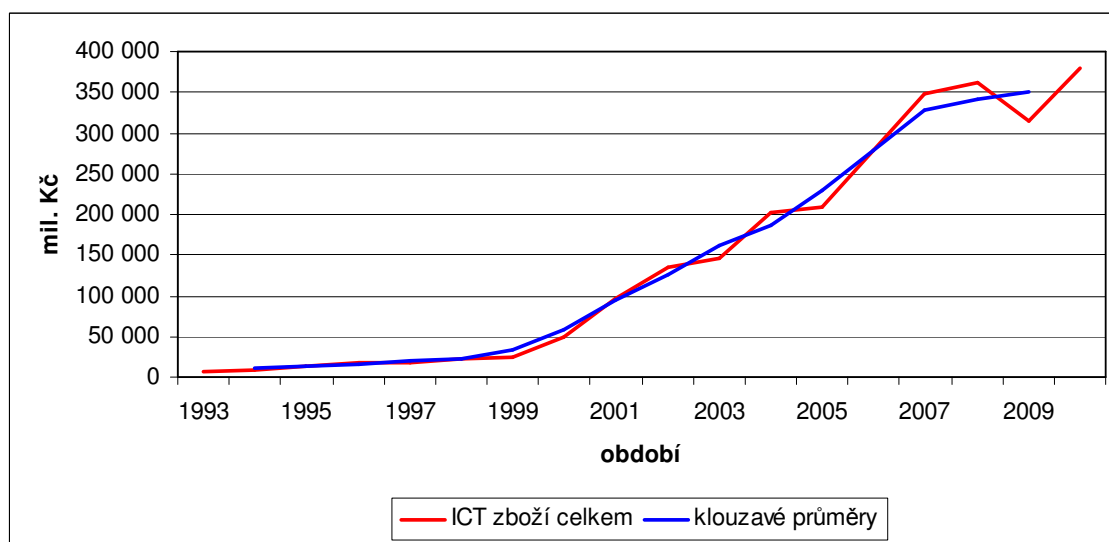
4.3 Časové řady

V následující kapitole si popíšeme vývoj některých časových řad sektoru ICT České republiky. Zhodnotíme dynamiku vývoje těchto časových řad na základě elementárních charakteristik a popíšeme si trend pomocí prostých tříletých klouzavých průměrů.

4.3.1 Vývoz ICT zboží z České republiky

První časová řada vývoje vývozu ICT zboží z České republiky v letech 1993 až 2010 je zobrazena na obrázku č. 30. Vývoz ICT zboží během sledovaného období roste, pokles nastal jen v roce 2009. Pokles ovlivnila celosvětová finanční krize. Již v roce 2010 nastal opět vzestup vývozu ICT zboží, který převýšil hodnotu vývozu z roku 2008.

Na obrázku č. 30 je výše zmiňovaná časová řada vývozu ICT zboží proložena trendem. Trend pomocí prostých tříletých klouzavých průměrů modeluje vývoj časové řady během sledovaných let. Rostoucí trend značí, že vývoz ICT zboží z České republiky se neustále zvyšuje. Tato skutečnost přispívá k rozvoji celého sektoru ICT, protože díky vývozu roste i produkce a tržby. Zvýšení vývozu také podporuje HDP celé České republiky, jelikož je export jednou z důležitých součástí celého HDP.



Obr. 30 Časová řada vývozu ICT zboží české republiky (mil. Kč)

Rostoucí trend vývozu ICT zboží z České republiky zřetelně vyplývá i z hodnot absolutních změn (1. diferencí) a koeficientů růstu a přírůstku. Tyto hodnoty jsou vypočítány a zobrazeny v příloze B v tabulce č. 31. Z těchto zmíněných hodnot můžeme vyzorovat kladné přírůstky během celého sledovaného období, vyjma roku 2009, jak jsme již zmínili výše. V tomto roce poklesl vývoz ICT zboží oproti předcházejícímu roku o přibližně 13 % neboli o 47,4 miliardy korun v absolutní hodnotě. Průměrná absolutní změna, jejíž vypočtená hodnota činí 23,28 miliard korun, potvrzuje rostoucí vývoz ICT zboží z České republiky během let 1993 až 2010. Průměrně roste vývoz ICT zboží během zkoumaného období o 22 %, což bylo zjištěno na základě vypočítané hodnoty průměrného koeficientu přírůstku zobrazeného v příloze B v tabulce č. 31.

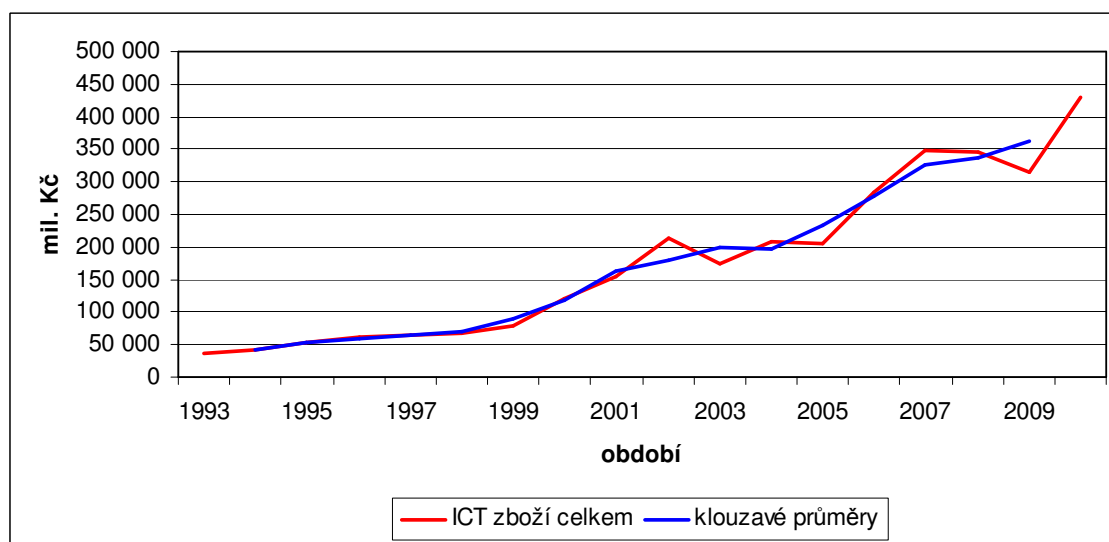
Největší relativní přírůstek vývozu ICT zboží o 101 % nastal v roce 2000. V daném roce činila tato absolutní změna 25,3 miliard korun. V roce 2007

vzrost vývoz oproti předchozímu roku o 69,3 miliard korun. Během sledovaného období byla tato absolutní peněžní změna v roce 2007 nejvyšší, přibližně 3x vyšší než v roce 2000, ale v relativní hodnotě byl tento přírůstek pouze 25%.

4.3.2 Dovoz ICT zboží do České republiky

Dovoz ICT zboží do České republiky během let 1993 až 2010 má taktéž rostoucí vývoj, jako časová řada vývozu, ale v případě dovozu ICT zboží nastává během sledovaných let pokles častěji. Opět vlivem globální krize nastal i pokles dovozu v letech 2008 a 2009.

Zmíněnou časovou řadu dovozu ICT zboží do České republiky vykresluje následující obrázek č. 31, kde je časová řada proložena prostým tříletým klouzavým průměrem, který znázorňuje její rostoucí trend. Vypočítané hodnoty prostého tříletého klouzavého průměru zobrazuje tabulka č. 32 v příloze B.



Obr. 31 Časová řada dovozu ICT zboží do České republiky (mil. Kč)

Na základě vypočítaných elementárních charakteristik časové řady dovozu ICT zboží do České republiky, jejíž hodnoty ukazuje tabulka č. 32 v příloze B, popíšeme dynamiku vývoje této časové řady. Za celou časovou řadu byla vypočítána průměrná absolutní změna a průměrný koeficient přírůstku. Na základě těchto hodnot můžeme vyjádřit zvyšující se dovoz zboží každoročně průměrně o 17 %. Každý rok se průměrně zvýší dovoz ICT zboží do České republiky v absolutní peněžní hodnotě o 24,6 miliard korun.

Již výše zmíněné poklesy dovozu ICT zboží nastaly v letech 2003 o 18 %, 2005 o 2 %, 2008 o 1 % a 2009 o 9%. V roce 2005 a 2008 byl relativní pokles nižší, naopak v letech 2003 a 2009 byl pokles dovozu výraznější. Nejvýraznější pokles nastal v roce 2003. Dovoz ICT zboží v peněžních jednotkách poklesl skoro o 38 miliard korun.

Nejvýznamnější relativní přírůstek dovozu ICT zboží do České republiky nastal stejně jako u vývozu ICT zboží v roce 2000. Nárůst tvořil 54 % oproti roku 1999. Nejvýznamnější absolutní přírůstek v peněžních jednotkách nastal až v posledním roce sledované časové řady, v roce 2010. Dovoz ICT zboží se oproti roku 2009 zvýšil o 114,6 miliard korun.

5 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo popsat vliv vysokoškolského vzdělání, lidských zdrojů a výdajů na vědu a výzkum v oblasti informačních a komunikačních technologií na produkci, export ICT zboží, přidanou hodnotu nebo objem tržeb v České republice. Touto cestou vysvětlujeme vliv terciárního vzdělání a vědy a výzkumu na růst ekonomiky a konkurenceschopnost dané země. Pomocí regresních analýz časových řad byly získány modely, které popisují kladný vliv.

První model sektoru informačních a komunikačních technologií České republiky potvrzuje růst ekonomiky vlivem zvýšených výdajů na vědu a výzkum. Tyto výdaje umožňují rozvoj nových technologií a inovací, které dále přispívají ke zvyšování přidané hodnoty ICT sektoru.

Výdaje na vědu a výzkum podporují také růst objemu tržeb, což je potvrzeno v této práci druhým modelem ICT sektoru České republiky. Zvýšené financování podporuje vznik nových technologií a inovací, které umožní vývoj nových výrobků a kvalitnějších služeb, o které mají zájem potencionální zákazníci, kteří nákupem nových výrobků a kvalitnějších služeb zvyšují tržby ICT sektoru.

V modelování počtu zaměstnaných osob byly popsány dvě závislosti, a to na exportu ICT zboží a na počtu absolventů technických oborů. Druhá zmínovaná závislost byla regresní analýzou potvrzena a značí růst počtu zaměstnanců o 288 při zvýšení počtu absolventů o 100 osob. Vyšší přírůstek zaměstnanců než absolventů technických oborů bude pravděpodobně způsoben přírůstkem zaměstnanců daného sektoru z jiných studijních oborů než jen technického zaměření. Export ICT zboží působí na růst počtu zaměstnanců taktéž pozitivně. Zvýšený export ICT zboží, značí zvýšenou poptávku zahraničních odběratelů, pro jejíž uspokojení je potřeba více zaměstnanců, kteří vyrábějí a prodávají výrobky ICT sektoru.

Zvyšující se přidaná hodnota sektoru informačních a komunikačních technologií přispívá k zvýšené poptávce po výrobcích a službách tohoto sektoru a to nejen domácích odběratelů, ale také zahraničních. Zvýšená zahraniční poptávka podpoří růst exportu ICT zboží. Výše uvedené skutečnosti jsou potvrzeny čtvrtým modelem na datech ICT sektoru České republiky o vlivu přidané hodnoty na export ICT zboží.

Pátý a poslední model ICT sektoru v České republice popisuje opět vliv výdajů na vědu a výzkum tentokrát na produkci tohoto sektoru. Financování nových technologií a inovací k efektivnější výrobě výrobků umožní vyšší produkci sektoru.

Výdaje na vědu a výzkum ovlivňují tedy výrazně přidanou hodnotu, objem tržeb i produkci odvětví informačních a komunikačních technologií, což jsme prokázali regresní analýzou na datech tohoto sektoru. Zvýšení přidané hodnoty pak podporuje růst exportu ICT zboží, a ten zase přispívá k růstu počtu zaměstnaných osob. Provázání vlivu těchto veličin, které se odvíjí od zvýšených výdajů na vědu a výzkum, znamená přínos nových technologií a inovací k růstu celé ekonomiky a konkurenceschopnosti daného odvětví.

Vliv výše zmiňovaných veličin ze sektoru informačních a komunikačních technologií byl zkoumán i na datech Německa. Vícerozměrné regresní modely jsou tvořeny z delších časových řad (1988 – 2008) a mohou mít lepší vypovídací schopnost.

První model Německa vykresluje vliv zaměstnanců, nákladů na tyto zaměstnance a výdajů na vědu a výzkum na přidanou hodnotu v ICT odvětví. Pozitivní vliv výdajů na vědu a výzkum i ve zpoždění na přidanou hodnotu potvrzuje výchozí teorii o vlivu těchto výdajů na růst ekonomiky. Pozitivně působí i mzdové náklady na zaměstnance, které by měly podporovat jejich produktivitu a tím i přidanou hodnotu odvětví. Naopak počet zaměstnanců ovlivňuje přidanou hodnotu negativně, protože produktivita práce a tím i přidaná hodnota sektoru ICT není závislá na kvantitě zaměstnanců, ale spíše na kvalitě jejich odvedené práce.

Druhý model ICT sektoru Německa znázorňuje kladný vliv přidané hodnoty tohoto sektoru a také výdajů na vědu a výzkum a to i ve zpožděném období na produkci ICT sektoru. Zvýšené výdaje na vědu a výzkum významně ovlivní produkci a to i v následujícím roce, což je způsobeno tím, že při vyšších výdajích na vědu a výzkum nejsou nové technologie a inovace vyvinuty okamžitě, ale k jejich vzniku je třeba určitý časový úsek, proto mají výdaje na vědu a výzkum vliv na produkci ICT sektoru i v následujícím roce.

Třetím modelem na datech ICT sektoru Německa byla potvrzena závislost počtu zaměstnaných v daném sektoru na mzdových nákladech, přidané hodnotě a výdajích na vědu a výzkum. Identifikována byla pozitivní závislost na mzdových nákladech, což se dá vysvětlit vyšším zájmem zaměstnanců o práci při vyšších mzdách. Dále pozitivně působí také výdaje na vědu a výzkum, jejichž růst podpoří rozšíření pracovních míst a to jak v oblasti vědecké, tak i v oblasti výroby výrobků a služeb, které jsou při nových inovacích a technologiích vyvinuty. Přidaná hodnota a zaměstnanci sektoru mají vzájemný vztah negativní, jak již bylo prokázáno prvním modelem ICT sektoru Německa. Vysvětlujeme si to vyšším důrazem na kvalitu zaměstnanců než na jejich kvantitu.

Při porovnávání modelů ze sektoru informačních a komunikačních technologií České republiky a Německa můžeme vidět pozitivní vliv výdajů na vědu a výzkum na produkci a přidanou hodnotu ICT sektoru u obou zemí. Provázanost kladného vlivu zkoumaných veličin u jednotlivých zemí značí přínos výdajů na vědu a výzkum k růstu důležitých ekonomických ukazatelů a tím i k růstu ekonomiky a konkurenceschopnosti jednotlivých zemí. Protože byl tento vliv zkoumán na ukazatelích České republiky a Německa a byl u obou shledán pozitivním, dá se obecně předpokládat, že rostoucí financování vědy a výzkumu by přispělo k rozvoji ekonomiky a konkurenceschopnosti i v jiných zemích. Státy by měly podporovat vědu a výzkum, poskytovat finanční prostředky na vývoj nových technologií a inovací a napomáhat spolupráci podnikatelského a vysokéhoškolského sektoru v oblasti vědy a výzkum. Těmito kroky mohou státy podle vlivů ověřovaných v této práci přispět ke zvyšování ekonomických ukazatelů, jako je produkce, přidaná hodnota a další, což ovlivní růst celé ekonomiky daného státu.

V poslední části diplomové práce je zkoumán vývoj časových řad vývozu a dovozu ICT zboží za období 1993 až 2010 v České republice. Průběh časových řad byl vymodelován pomocí prostých tříletých klouzavých průměrů a dynamika tohoto průběhu byla popsána pomocí elementárních charakteristik.

Vyšší čistý export ICT zboží přispívá k růstu hrubého domácího produktu (HDP), což znamená, že čím více ICT zboží země vyveze, tím bude mít vyšší HDP. Ze sledované řady vývozu ICT zboží vyplývá pozitivní situace v této oblasti, protože během sledovaných let vývoz roste (s výjimkou roku 2009), což by mělo mít za následek i kladný vliv na HDP České republiky. Naopak záporný vliv na HDP České republiky má dovoz ICT zboží. Dovož během let 1993 až 2010 taktéž roste a převyšuje vývoz ICT zboží z České republiky. V sektoru ICT zboží vzniká záporný čistý export, což má na HDP České republiky negativní vliv. Časová řada dovozu ICT zboží do České republiky roste rychleji než časová řada vývozu. Do České republiky jsou dováženy hlavně součástky a díly, které jsou pak v České republice zpracovány na konečné produkty a prodány v České republice nebo vyvezeny do zahraničí s minimální přidanou hodnotou. Česká republika si díky tomu vysloužila pojmenování „montovna“. Zaměření na poskytování služeb v informačních a komunikačních technologiích by České republice přineslo vyšší ekonomický růst a lepší konkurenceschopnost v tomto sektoru z důvodu vyšší přidané hodnoty služeb než zboží v sektoru ICT.

6 Literatura

- BOER, F. *Oceňování technologií: podnikatelské a finanční aspekty výzkumu a vývoje*. Vyd. 1. Brno: Zoner Press, 2007, 429 s. ISBN 978-80-86815-66-4
- CEJPEK, J. *Informace, komunikace a myšlení: úvod do informační vědy*. 2., přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 2005, 233 s. ISBN 80-246-1037-x
- CIPRA, T. *Finanční ekonometrie*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008, 538 s. ISBN 978-80-86929-43-9
- DOUCEK, P. A MARYŠKA, M.. *Konkurenceschopnost českého ICT sektoru*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2012, 253 s. ISBN 978-80-7431-077-5
- HINDLS, R., HRONOVÁ, S., NOVÁK, I. *Metody statistické analýzy pro ekonomy*. 2.vyd. Praha: Management Press, 2000, 259 s. ISBN 80-7261-013-9
- HINDLS, R., HRONOVÁ, S., SEGER, J. *Statistika pro ekonomy*. Praha: Professional Publishing, 2007. 420 s. ISBN 978-80-86946-43-6
- HOBZA, A. *Evropská unie a hospodářské reformy*. 1. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009, 352 s. ISBN 978-80-7400-122-2
- HUŠEK, R. *Ekonometrická analýza*. Vyd. 1. Praha: Oeconomica, 2007, 367 s. ISBN 978-80-245-1300-3
- GREENE, W. H. *Econometric analysis*. 5th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, C2003, 1026 s. ISBN 0-13-066189-9
- GUJARATI, D. N. *Basic econometrics*. 4th ed. Boston: McGraw Hill, c2003, 1002 s. ISBN 0-07-233542-4
- MÜNICH, D. *Measuring economics research in the Czech Republic: a comment*. Prague: CERGE-EI, 2006, 23 s. ISBN 80-7343-096-7
- POTÁČEK, J. *Informační technologie: pro řízené samostudium v doplňujícím pedagogickém studiu*. 1.vyd. Brno: MZLU, 2002, 73 s. ISBN 80-7157-581-x
- RYBIČKA, J. *Základy zpracování textu počítačem*. 2. přeprac. vydání. Brno: Konvoj, 2000. ISBN 80-7302-003-3
- SOJKA, M. *Znalostní ekonomika a*. In: LACINA, L. -- RUSEK, A. *Evropská unie: Trendy, příležitosti, rizika*. 1. vyd. Plzeň: nakladatelství Aleš Čeněk, 2007. s. 164--194. ISBN 978-80-7380-077-2
- WOOLDRIDGE, J. M. *Introductory econometrics : a modern approach*. 4. vyd. Mason, Ohio: South-Western, 2008. 865 s. ISBN 978-0-324-66054-8

7 Elektronické zdroje

- Acta Oeconomica Pragensia: POROVNÁNÍ ICT SEKTORŮ V ČESKÉ REPUBLICE A SLOVENSKÉ REPUBLICE*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2011. ISSN 0572-3043. Dostupné z: <http://www.vse.cz/aop/cislo.php?cislo=5&rocnik=2011>
- Bílá kniha terciálního vzdělávání*. In: MŠMT [online]. 2009 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/reforma-terciarniho-vzdelavani/bilakniha>
- Boloňský proces*. In: MŠMT [online]. 2012 [cit. 2013-03-09]. Dostupné z: <http://bologna.msmt.cz/>
- HANČLOVÁ, J. A TVRDÝ L. *Úvod do analýzy časových řad* [online]. Ostrava, 2003 [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: http://gis.vsb.cz/panold/Skoleni_Texty/TextySkoleni/AnalyzaCasRad.pdf
- ICT sektor*. In: ČSÚ [online]. 2013. Praha: Český statistický úřad [cit. 2013-02-03]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/ict_sektor
- Informační ekonomika v číslech*. In: ČSÚ [online]. Praha: Český statistický úřad, 2012 [cit. 2013-02-16]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/p/9707-12>
- IT odborníci*. In: ČSÚ [online]. Praha: Český statistický úřad, 2012 [cit. 2013-02-17]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/lidske_zdroje_v_informacni_spolecnosti_it_odbornici
- Klasifikace ekonomických činností (CZ-NACE)*. In: ČSÚ [online]. 2013. Praha: Český statistický úřad [cit. 2013-02-24]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/klasifik.nsf/i/klasifikace_ekonomickych_cinnosti_%28cz_nace%29
- MÜNICH, D. *Nepodporujte věčné studenty*. In: IDEA CERGE-EI [online]. 2012 [cit. 2013-04-27]. Dostupné z: http://idea.cerge-ei.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=17
- MÜNICH, D. *Vědecký individualismus v Česku*. In: Blog.aktuálně.cz [online]. 2013 [cit. 2013-04-27]. Dostupné z: <http://blog.aktualne.centrum.cz/blog/daniel-munich.php?itemid=19794>
- Návrh koncepce rozvoje informačních a komunikačních technologií ve vzdělávání v období 2009-2013*. In: MŠMT [online]. 2008 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/strategicke-a-koncepcni-dokumenty-cerven-2009>
- Odvětvová klasifikace ekonomických činností (OKEČ)*. In: ČSÚ [online]. 2013. Praha: Český statistický úřad [cit. 2013-02-24]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/klasifik.nsf/i/odvetvova_klasifikace_ekonomickych_cinnosti_%28okec%29

- Statistika & my.* Praha: Český statistický úřad, 2012. ISSN 1804-7149
- Strategis Plan 2011.* In: MŠMT [online]. 2010 [cit. 2013-03-08]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/file/12261>
- Studenti a absolventi vysokoškolského studia v oboru Informatika.* In: ČSÚ [online]. Praha: Český statistický úřad, 2012 [cit. 2013-02-17]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/studenti_a_absolventi_vysokoskolskeho_studia_v_oboru_informatika
- Závěrečná zpráva Mezinárodního auditu výzkumu, vývoje a inovací v České republice.* 1. vyd. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2011, 90 s. ISBN 978-80-87601-01-3

Přílohy

A Primární data ICT sektoru

Tab. 29 Primární data ICT sektoru České republiky

Rok	Z	N_mzda	Q	UPH	VVaV	Ex	Tržby	Abs
1995	78,5	9 604	89 772	35 431	266	13 785	75 798	4,1
1996	81,6	13 280	127 654	44 223	253	17 577	114 867	4,6
1997	82,7	14 933	156 409	51 078	494	17 610	128 485	4,8
1998	82,5	16 202	175 849	61 250	561	22 370	145 138	5,8
1999	79,3	17 428	202 021	68 680	599	25 129	166 263	5,9
2000	89,1	20 933	256 780	78 904	809	50 471	219 370	5,9
2001	96,5	25 561	325 674	94 750	927	97 494	267 679	6,3
2002	95,8	28 098	361 516	106 275	1 160	133 892	307 943	6,7
2003	94,5	30 341	370 336	113 496	2 438	146 018	353 425	7,6
2004	96,9	33 064	442 679	122 959	2 730	202 994	416 289	8,5
2005	97,6	33 956	464 538	128 243	3 860	209 533	429 442	9,2
2006	104,1	38 451	570 366	148 286	4 340	278 111	492 488	11,8
2007	115,0	45 363	706 542	150 550	4 552	347 431	548 379	15,6
2008	125,3	52 445	757 529	162 940	5 080	361 427	577 801	18,0

Zdroj: ČSÚ, 2013 (tisíc osob, milion Kč)

Tab. 30 Primární data ICT sektoru Německa

Rok	Z	N_mzdy	Q	UPH	VVaV
1988	1 064 000	24 322	79 827	52 976	
1989	1 094 000	23 782	79 782	52 629	
1990	1 109 000	29 258	101 258	64 882	
1991	1 379 000	35 132	117 135	75 721	5 276
1992	1 314 000	39 676	129 086	82 396	5 122
1993	1 238 000	36 424	121 408	78 478	4 845
1994	1 192 000	36 567	127 453	81 666	4 225
1995	1 132 000	40 942	148 892	93 648	3 855
1996	1 081 000	38 148	142 258	86 967	3 882
1997	1 045 000	32 179	133 057	80 182	4 493
1998	1 046 000	32 244	142 380	84 572	4 089
1999	1 082 000	32 718	150 230	79 659	5 274
2000	1 175 000	31 905	150 700	73 586	4 211
2001	1 237 000	33 091	153 341	72 169	5 702
2002	1 235 000	35 161	159 522	79 469	4 337
2003	1 211 000	41 962	194 902	96 847	5 639
2004	1 211 000	45 644	217 665	113 886	5 774
2005	1 220 000	46 063	222 803	108 044	6 337
2006	1 246 000	47 984	230 875	113 869	6 613
2007	1 293 000	56 882	268 943	128 956	
2008	1 325 000	64 745	279 108	138 822	

Zdroj: ČSÚ, 2013 (počet osob, milion USD)

B Ukazatele dynamiky a trend časových řad

Tab. 31 Ukazatele dynamiky časové řady vývozu ICT zboží a její trend (klouzavé průměry)

Rok	Vývoz ICT zboží	T_t – klouzavé průměry (3)	Δy_t	k_t	δ_t
1993	7 084				
1994	9 683	10 184	2 600	1,37	0,37
1995	13 785	13 682	4 102	1,42	0,42
1996	17 577	16 324	3 791	1,28	0,28
1997	17 610	19 185	33	1,00	0,00
1998	22 370	21 703	4 760	1,27	0,27
1999	25 129	32 657	2 759	1,12	0,12
2000	50 471	57 698	25 342	2,01	1,01
2001	97 494	93 952	47 023	1,93	0,93
2002	133 892	125 801	36 398	1,37	0,37
2003	146 018	160 968	12 126	1,09	0,09
2004	202 994	186 182	56 976	1,39	0,39
2005	209 533	230 213	6 539	1,03	0,03
2006	278 111	278 358	68 578	1,33	0,33
2007	347 431	328 990	69 320	1,25	0,25
2008	361 427	340 953	13 996	1,04	0,04
2009	314 002	351 667	-47 425	0,87	-0,13
2010	379 572		65 570	1,21	0,21
Průměrná absolutní změna				23 280	
Průměrný koeficient růstu				1,22	
Průměrný koeficient přírůstku				0,22	

Tab. 32 Ukazatele dynamiky časové řady dovozu ICT zboží a její trend (klouzavé průměry)

Rok	Dovoz ICT zboží	T_t – klouzavé průměry (3)	Δy_t	k_t	δ_t
1993	35 334				
1994	41 233	43 242	5 899	1,17	0,17
1995	53 158	52 054	11 925	1,29	0,29
1996	61 771	60 263	8 613	1,16	0,16
1997	65 859	65 478	4 088	1,07	0,07
1998	68 803	71 207	2 944	1,04	0,04
1999	78 959	89 674	10 156	1,15	0,15
2000	121 259	118 268	42 300	1,54	0,54
2001	154 586	163 076	33 327	1,27	0,27
2002	213 382	181 149	58 796	1,38	0,38
2003	175 481	199 258	-37 901	0,82	-0,18
2004	208 911	196 265	33 430	1,19	0,19
2005	204 404	232 638	-4 506	0,98	-0,02
2006	284 598	279 067	80 193	1,39	0,39
2007	348 198	326 045	63 600	1,22	0,22
2008	345 340	336 262	-2 858	0,99	-0,01
2009	315 247	363 486	-30 093	0,91	-0,09
2010	429 872		114 625	1,36	0,36
Průměrná absolutní změna				24 659	
Průměrný koeficient růstu				1,17	
Průměrný koeficient přírůstku				0,17	