ALTERNATIVNÍ METODA MĚŘENÍ EXTENZIVNÍCH A INTENZIVNÍCH FAKTORŮ ZMĚNY HDP A JEJÍ APLIKACE NA VÝVOJ HDP USA A ČÍNY

Jiří Mihola, Petr Wawrosz, Vysoká škola finanční a správní*

Úvod

Problematika hledání hlavních faktorů změny (růstu) produkce, patří ke klíčovým ekonomickým otázkám již od počátku vzniku ekonomie jako vědy.¹ Na národohospodářské úrovni jde o zjištění, co způsobuje dlouhodobý růst (změnu) hrubého domácího produktu (HDP). Ačkoliv existuje mnoho faktorů této změny, v souhrnu lze konstatovat (Wawrosz, Heissler, Helisek, Mach, 2012, s. 54 a s. 56), že k vývoji produktu může docházet buď díky intenzivním, nebo extenzivním faktorům, respektive jejich kombinací. Extenzivními faktory rozumíme změnu rozsahu vstupů, intenzivními faktory technologický pokrok v širším slova smyslu (tj. nejen změnu technologie, ale i dalších faktorů). Při intenzivním růstu dochází ke zvyšování účinnosti výrobních faktorů.² Pokud se na vývoji produktu podílí jak extenzivní, tak intenzivní faktory, je účelné jejich podíl kvantifikovat. Standardně je tato kvantifikace prováděna pomocí rovnice růstového účetnictví (viz např. Soukup a kol. 2010), která však má některé nedostatky a umožňuje vyjádřit podíly vlivu pouze pro fáze růstu produkce za předpokladu kladného vlivu jak intenzivních, tak extenzivních faktorů. V textu proto představujeme alternativní řešení, které dokáže vyjádřit podíl vlivu intenzivních i extenzivních faktorů jak pro rostoucí, tak pro klesající produkt včetně stagnace jeho vývoje, přičemž řeší i případy kompenzace extenzivních a intenzivních faktorů i souhlasný vliv obou faktorů na růst či pokles produkce. Současně toto řešení může vyjádřit podíl vlivu vývoje práce a kapitálu na vývoji tzv. souhrnného input faktoru (*SIF*) a tím i HDP.

* Stat' vznikla s podporou z prostředků poskytnutých Vysoké škole finanční a správní v rámci institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace.

1 Problematika, proč dochází ke změně produktu, je řešena v dílech A. Smithe, D. Ricarda i dalších osob, kteří etablovali ekonomii jako vědu.

2 Z dalších autorů, kteří takto definují extenzivní a intenzivní růst, uveďme Doležalová (2007), Musil (2008), Kraftová (2008), ČSÚ (2012).

Cílem tohoto článku je v návaznosti na Hájek, Mihola (2009), Cyhelský, Mihola, Wawrosz (2012) a Mihola, Wawrosz (2013) prohloubit tuto alternativní metodiku a ilustrovat její použití na analýze kvality dynamiky vývoje HDP USA a HDP Číny za padesátileté období (1960–2011). Zároveň se zabýváme otázkou stanovení váh u temp růstu práce a kapitálu. Růstové účetnictví předpokládá stanovení váh temp růstu práce a kapitálu pro každý hodnocený subjekt v každém hodnoceném roce na základě reálných hodnot, s tím že součet vah dá hodnotu 1. V této stati navrhuje v rámci citlivostní analýzy výsledků a rozboru interpretace reálných izokvant vybraných veličin možnost zjednodušení volby těchto vah, kdy váhy pro oba faktory navrhneme stanovit na hodnotě 0,5.

Článek je organizován následovně: v první kapitole je představena námi navrhovaná metodika měření intenzivních faktorů vývoje výstupu ve vztahu k růstovému účetnictví. Výstupem této metodiky jsou dynamické parametry intenzity a extenzity, které dokáží změřit vliv změny *SPF* a *SIF* na změně HDP (*Y*) pro všechny možné případy vývoje HDP. Tyto parametry jsou popsány ve druhé kapitole. Dále jsou v této kapitole představeny dynamické parametry podílu vlivu vývoje práce *L* a vývoje kapitálu *K* na vývoji *SIF*. Tyto poslední dva dynamické parametry umožňují vypočítat, jaká část extenzivního podílu vlivu byla způsobena vlivem vývoje práce $e(L)$ a jaká část vlivem vývoje kapitálu $e(K)$. Třetí kapitola analyzuje vývoj ekonomiky (HDP) USA, přičemž vliv intenzivních a extenzivních parametrů na tomto vývoji je komparativně vypočítán jednak v textu představenou metodou a jednak prostřednictvím růstového účetnictví. Kapitola dále ukazuje, jak se intenzivní i extenzivní parametry měnily, pokud ekonomiku USA ovlivňovaly nějaké významné události. Čtvrtá kapitola analyzuje analogicky vývoj ekonomiky (HDP) Číny, vliv intenzivních a extenzivních parametrů na tomto vývoji je vypočítán za předpokladu neměnné váhy $\alpha = 0,5$. Rovněž tato kapitola dokumentuje, jak se intenzivní i extenzivní parametry měnily, pokud ekonomiku Číny ovlivňovaly nějaké významné události. Závěr shrnuje hlavní poznatky.

1. Teoretická východiska měření vlivu intenzivních faktorů vývoje výstupu

Předmětem teorií ekonomického růstu obecně je sledování dynamiky základních ekonomických ukazatelů (zejména skutečného nebo potenciálního HDP) z hlediska jejich kvantitativních změn a analýza příčin těchto změn. Jak konstatuje Varadzin a kol. (2004) teorie růstu lze rozdělit do následujících skupin – sociologicko-ekonomické analýzy, historicko-evoluční teorie, empiricko-statistické analýzy, exaktní modelové teorie: Náš text rozvíjí existující exaktní modelové teorie, zejména problematiku, jak jednotlivé zdroje (faktory) působí na vývoj výstupu. Vztah objemu použitých výrobních faktorů, technologického pokroku a výstupu lze zapsat prostřednictvím agregátní produkční funkce. Existuje řada způsobů, jak produkční funkci vyjádřit, častá odlišnost spočívá v počtu vstupů (výrobních faktorů), se kterými produkční funkce pracuje. Nejjednodušší produkční funkce používají pouze dva výrobní faktory (práci a kapitál)

a dále současnou úrovní technologie označovanou jako souhrnná produktivita faktorů.³ Lze je zapsat ve tvaru

$$Y^* = A \cdot f(K, L), \quad (1)$$

kde Y^* je potenciální produkt, A je souhrnná produktivita faktorů, K a L symbolizují jednotky kapitálu (v hodnotovém vyjádření) a práce. S touto agregátní produkční funkcí se lze setkat např. v Solow (1956), Swan (1956), Kenderick (1961), Denison (1962), Jorgenson, Griliches (1967) atd. Lze z ní odvodit rovnici růstového účetnictví (Soukup a kol, 2010; Vacková, 2012):⁴

$$G(Y) = G(SPF) + \alpha \cdot G(L) + (1 - \alpha) \cdot G(K), \quad (2)$$

ve které váhy α a $1-\alpha$ udávají podíl vývoje práce a vývoje kapitálu na vývoji produkce, přičemž hodnota těchto vah se obvykle stanoví z reálných podílů práce a kapitálu pro příslušnou ekonomiku.

Rovnice (2) vysvětluje růst⁵ reálného HDP⁶ váženým součtem temp růstu vstupu fixního kapitálu a vstupu zaměstnanosti. Zbývající rozdíl mezi tempem růstu reálného národního produktu a váženým součtem temp růstu K a L je přisouzen změně souhrnné produktivity faktorů, která zachycuje souhrnný vliv kvalitativních faktorů (technologický pokrok, vzdělání obyvatelstva, inovace, uplatnění vědy a výzkumu, atd.). O tom, že např. Solow chápal souhrnnou produktivitu faktorů mnohem širěji než jenom jako úroveň technologie, svědčí jeho výrok (Solow, 1957, s. 312):⁷ „Výraz *technická změna* používáme na zkrácené vyjádření libovolného druhu změny v produkční funkci. Tak pokles, zrychlení, zdokonalení ve výchově pracovní síly se projeví jako technická změna.“

Podstatným nedostatkem rovnice růstového účetnictví je její použitelnost. Rovnice je za prvé použitelná pouze pro růst HDP způsobený kladnými podíly vlivu všech tří sledovaných faktorů, nikoliv však již pro stagnaci nebo pokles HDP a pro kompenzaci extenzivních a intenzivních faktorů. Pokles, stagnace reálného HDP i kompenzace extenzivních a intenzivních faktorů jsou přitom jevy, se kterými se lze běžně setkat a má smysl zkoumat, čím jsou způsobeny. Dále platí, že rovnici lze použít pouze pro malá tempa růstu (do cca 5 %).⁸ Metodologickou otázkou rovněž je, zda lze od sebe oddělit jednotlivé vstupy. Ve většině případů totiž vstupy působí jako komplementy. Pokud se určitým směrem vyvíjí jeden vstup (např. roste), musí se zpravidla daným

3 Viz např. Soukup a kol. (2010). S multifaktorovou produkční funkcí pracují např. Klacek a Vopravil (2008).

4 Historický přehled problematiky růstového účetnictví je obsažen např. v Griliches (1997).

5 Tempo růstu v rovnici (2) chápeme standardně, pro libovolnou veličinu A je tempo růstu $G(A) = A_n - A_{n-1}/A_{n-1}$.

6 Růstové účetnictví tedy pracuje se změnami reálného, nikoliv potenciálního HDP. Podrobněji viz např. Klacek (2006).

7 Jedná se o vlastní překlad uvedeného výroku.

8 Viz dále v této kapitole.

směrem vyvíjet i ostatní vstupy, byť tempo jejich změny může být odlišné. Obecně však ani jeden ze základních vstupů (práce a kapitál) nemohou klesnout na nulu, respektive poklesnout pod nějakou minimální mez. K dalším problémům⁹ patří (Barro, 1999), že rovnice růstového účetnictví předpokládá, že vývoj cen práce a kapitálu se shoduje s vývojem mezního produktu z těchto faktorů. Pokud tomu tak není, tak tempo růstu *SPF* zjištěné pomocí rovnice růstového účetnictví, neodpovídá reálně existujícímu tempu.

Na zde zmíněné a další problémy reagovala ekonomická teorie různě, ať již v rámci tzv. neoklasické teorie růstu (tedy v rámci tzv. Solowova modelu), tak tzv. novými teoriemi růstu, které např. zahrnují externality spojené s akumulací kapitálu, vliv lidského kapitálu, úrovně technologií v jednotlivých zemích, pracují s endogenním technickým pokrokem, vlivem institucionálních faktorů, atd.¹⁰ Přes veškerý rozvoj nových teorií růstu platí, že růstové účetnictví je stále používáno, a je jeho prostřednictvím počítán podíl vlivu změny práce a změny kapitálu, respektive změny souhrnné produktivity faktorů na změně HDP, přičemž podíly práce a kapitálu (tedy hodnoty vah α a $1-\alpha$) jsou většinou stanovovány na základě reálných podílů práce a kapitálu na produktu pro příslušnou ekonomiku.¹¹ V tomto textu navrhuje možné řešení nedostatků růstového účetnictví prostřednictvím alternativní metody. Navazujeme na neoklasický model R. M. Solowa, přičemž reagujeme na podněty, které přinesl další vývoj těchto teorií. Přesto, že řešíme stejné problémy, používáme podstatně jednodušší a adekvátnější matematický aparát, který nevyžaduje nástroje infinitezimální matematiky.

Národohospodářskou agregátní produkční funkci¹² definujeme v našem přístupu jako prostou multiplikativní (geometrickou) vazbu vyjadřující produkt *Y* jako součin souhrnné produktivity faktorů *SPF* a souhrnného input faktoru *SIF*

$$Y = SPF \cdot SIF. \quad (3)$$

Velikost *SPF* a *SIF* je dána konkrétním mixem produkce, použitých technologií, efektivnosti výroby, distribuce apod. Právě zjištění úrovně a vývoje *SPF* a *SIF* jsou předmětem statické či dynamické analýzy (úlohy).¹³ Vývoj každé z těchto veličin může

9 Souhrnný přehled problémů růstového účetnictví je rozebrán v Čadil (2007).

10 Přehled jednotlivých teorií ekonomického růstu lze najít např. ve Varadzin a kol. (2004), či v Kouba (2009).

11 Z relativně nedávných textů aplikujících růstové účetnictví jmenujme např. OECD (2003), OECD (2004), v textech jako Bosworth, Collins (2008), Fernald, Neiman (2011), Seetanah, Rojid (2011), Proietti, Musso (2012), Zelleke, Sraiheen (2012), z českých autorů např. Hurník, Navrátil (2005), Dybczak, Flek, Hájková, Hurník (2006), Hájek, (2006), Doležalová (2007), Zimková, Barochovský (2007), Musil (2008), Ministerstvo financí (2009), Spěváček, Vintrová (2010), Abrahám, Vošta (2011), Vacková (2012). Ke stanovení podílů práce a kapitálu na produktu dané studie často používají různé matematické a statistické postupy.

12 Viz Hájek a Mihola (2009, s. 741) výraz (2), respektive Cyhelský, Mihola a Wawrosz (2012, s. 38) výraz (27).

13 Statickou analýzou (úlohou) se rozumí zkoumání daných veličin v určitém časovém okamžiku, dynamickou analýzou (úlohou) se rozumí zkoumání vývoje těchto veličin pomocí absolutního přírůstku, tempa změny či koeficientu změny.

být odlišný, podle toho zda je získaný produkt spíše výsledkem změny kvalitativních či kvantitativních faktorů.

Souhrnný input faktor *SIF* získáme¹⁴ jako váženou geometrickou agregaci dvou základních výrobních faktorů¹⁵ práce *L* a kapitálu *K*, což je agregace Cobb-Douglasova typu.¹⁶

$$SIF = L^{\alpha} \cdot K^{(1-\alpha)}. \quad (4)$$

Tato funkce má konstantní výnosy z rozsahu,¹⁷ neboť díky součtu vah, tj. exponentů funkce, který je roven 1, bude po rozšíření každého z výrobních faktorů *t*-krát i *SIF* rozšířen *t*-krát. Dosadíme-li výraz (2) do výrazu (1), získáme

$$Y = SPF \cdot L^{\alpha} \cdot K^{(1-\alpha)}, \quad (5)$$

což je speciální forma produkční funkce neoklasického modelu ekonomického růstu.¹⁸ Pokud se ve výrazu (5) *SPF* nezmění a *L* i *K* se zvýší *t*-krát, půjde o tzv. čistě extenzivní vývoj odpovídající konstantním výnosům z rozsahu.¹⁹ Pokud bude růstu produktu *Y* dosahováno pouze díky změnám *SPF*, půjde o čistě intenzivní růst. Skutečnost, že nejdříve stanovíme vhodnou agregaci dynamických charakteristik dílčích výrobních faktorů do kompozitního ukazatele souhrnný input faktor *SIF*, nám tedy dovoluje provést systematickou separaci analýzy vlivu intenzivních faktorů a analýzy struktury vývoje extenzivních faktorů, včetně toho, jak se na vývoji *SIF* podílely vývoj práce a vývoj kapitálu (viz dále, třetí kapitola).

Způsob agregace výrobních faktorů ve statické úloze určuje jednoznačně způsob agregace v úloze dynamické. Výraz (3) lze převést na dynamickou verzi agregátní produkční funkce vyjádřenou pomocí indexu (koeficientu) změny:²⁰

$$I(Y) = I(SPF) \cdot I(SIF), \quad (6)$$

Obdobně můžeme vyjádřit agregátní produkční funkci pomocí temp růstu

$$G(Y) = \{[G(SPF) + 1] \cdot [G(SIF) + 1]\} - 1. \quad (7)$$

Dynamika *SPF* představuje změnu intenzivních faktorů, dynamika *SIF* změnu extenzivních faktorů. Zároveň lze rozlišit vývoj HDP (dynamiku ukazatele *Y*). Pokud bude

14 Viz Cyhelský, Míhola a Wawrosz (2012, s. 38) výraz (26).

15 Komplexní studie multiplikační produkční funkce s faktory práce, kapitálu a technického pokroku je uvedena např. v Barro a Sala-I-Martin (1999, s. 29), zde je uvedena Cobb-Douglasova produkční funkce $Y = A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{(1-\alpha)}$.

16 Definiční obory všech použitých veličin vyplývají z definičních oborů práce a kapitálu $L > 0$ a $K > 0$.

17 Viz Soukup (2010, s. 460).

18 Viz Solow (1957, s. 313).

19 Izokvanty stálého *SIF* (tedy všechny kombinace práce a kapitálu, pro které se hodnota *SIF* nemění) představují ze své definice konstantní výnosy z rozsahu.

20 Index (koeficient) změny libovolné proměnné *A* je dán jako $I(A) = A_n/A_{n-1}$.

platit $I(SPF) = 1$ a současně $I(Y) = I(SIF) > 1$, jde o čistě extenzivní růst HDP, který lze vyjádřit také pomocí temp růstu, kdy $G(SPF) = 0$ a $G(Y) = G(SIF) > 0$. Pokud by se oba indexy rovnaly a byly větší než 1 tj. $I(SPF) = I(SIF) > 1$, pak $I(Y) = F(SPF) = F(SIF)$, což představuje intenzivně-extenzivní růst HDP.

Obdobně jako výraz (3) můžeme převést do dynamické verze s pomocí indexů nebo temp růstu i výraz (4)

$$I(SIF) = I(L)^{\alpha} \cdot I(K)^{(1-\alpha)}, \quad (8)$$

$$G(SIF) = \{[G(L) + 1]^{\alpha} \cdot [G(K) + 1]^{(1-\alpha)}\} - 1. \quad (9)$$

Zastavme se stručně u geometrické interpretace výše uvedených výrazů. Izokvanty stálé produkce Y , které odpovídají výrazu (3) a izokvanty stálé změny produkce $I(Y)$, které odpovídají výrazu (6), jsou rovnoosé hyperboly s konstantní elasticitou rovnou 1 a tudíž s proměnlivou mezní mírou substituce. Izokvanty stálého SIF , které odpovídají výrazu (4) a izokvanty stálé změny souhrnného input faktoru $I(SIF)$, které odpovídají výrazu (8), jsou také rovnoosé hyperboly s konstantní elasticitou rovnou 1 a tudíž s proměnlivou mezní mírou substituce pouze za předpokladu, že $\alpha = 0,5$. Mezní míra substituce by byla konstantní pouze na lineárních izokvantách, což v případě substituce práce a kapitálu neodpovídá realitě. Např. při vysokém stupni substituce práce technikou bude na udržení stejného SIF nutno vynaložit při dalším prohloubení této substituce stále větší a větší množství kapitálu. Proto i u izokvant stálého SIF , respektive izokvant stálé změny $I(SIF)$ budou v reálné ekonomice, jež nemůže (jak již bylo výše konstatováno) fungovat s nulovými hodnotami žádné z veličin L , K , SIF ani SPF , odpovídat hyperbolické izokvanty neprotínající souřadné osy. Právě skutečnost, že ekonomika nefunguje s nulovými veličinami L , K , SIF ani SPF a tudíž izokvanty stálého SIF , respektive stálé změny $I(SIF)$ nemohou protnout souřadné osy, je argumentem pro to, aby váhy parametrů α a $(1 - \alpha)$ byly stejné. Pokud zároveň platí, že součet těchto parametrů je roven 1, nastávají stejné váhy jen pro $\alpha = 0,5$.

Když dosadíme výraz (8) do výrazu (6), získáme dynamickou agregátní produkční funkci

$$I(Y) = I(SPF) \cdot I(L)^{\alpha} \cdot I(K)^{(1-\alpha)}. \quad (10)$$

Po zlogaritmování tohoto výrazu lze získat po zavedení temp růstu následující výraz

$$\ln[G(Y) + 1] = \ln[G(SPF) + 1] + \alpha \cdot \ln[G(L) + 1] + (1 - \alpha) \cdot \ln[G(K) + 1]. \quad (11)$$

Pro malá tempa růstu až do $\pm 5\%$, platí pro jakoukoliv proměnnou A dostatečně přesně²¹ výraz

$$\ln[G(A) + 1] \approx G(A). \quad (12)$$

S využitím tohoto přibližného vztahu lze upravit výraz (11) na

21 Podrobně o této přesnosti Hájek a Mihola (2009, s. 741 až 743)

$$G(Y) = G(SPF) + \alpha \cdot G(L) + (1 - \alpha) \cdot G(K),$$

což je výše uvedená rovnice růstového účetnictví (výraz 2). Pro větší tempa změn je ale nutno místo této přibližné rovnice využívat přesný výraz (10).

Skutečnost zda vycházíme ve statické úloze při agregaci dílčích faktorů z multiplikativní vazby (2) nebo z aditivního vztahu typu národohospodářské identity jako např. Klacek (2006, s. 291), má vliv na interpretaci váhy α v dynamické úloze tj. např. ve vztahu růstového účetnictví (12) nebo ve výrazu (10). Tímto problémem se podrobně zabývají Mihola a Wawrosz (2013, s. 32), kde dospívají k závěru, že pouze při volbě $\alpha = 0,5$ bude při shodných tempích změny práce a kapitálu $G(L) = G(K)$, podíl vlivu vývoje každého z těchto faktorů na vývoj SIF právě 50%.

2. Dynamické parametry intenzity a extenzity

V kapitole 1 jsme konstatovali, že základní rovnice růstového účetnictví (2) se používá pro výpočet reziduální veličiny, kterou je tempo růstu $G(SPF)$. Zaručeně přesný výsledek dostaneme i při větších tempích růstu, pokud nejdříve stanovíme $G(SIF)$ z výrazu (9), a $G(SPF)$ vypočítáme s pomocí výrazu (13) odvozeného z výrazu (7)

$$G(SPF) = \frac{G(Y)}{G(SIF)} \cdot \frac{1}{1} \quad (13)$$

V návaznosti na Mihola, (2007, s. 123 a 124) navrhuje k růstovému účetnictví alternativní dynamické parametry intenzity a extenzity, které dokáží změřit vliv změny SPF a SIF na změně HDP pro všechny možné případy, tj. pro:

- Růst HDP v důsledku růstu buď pouze SPF nebo pouze SIF .
- Růst HDP v důsledku růstu jak SPF tak SIF , přičemž oba faktory rostou stejným tempem.
- Růst HDP v důsledku růstu jak SPF tak SIF , přičemž oba faktory rostou odlišným tempem.
- Růst HDP v důsledku růstu SPF a poklesu SIF , případně v důsledku růstu SIF a poklesu SPF , přičemž tempo růstu je vyšší než tempo poklesu.
- Pokles HDP v důsledku poklesu buď pouze SPF nebo pouze SIF .
- Pokles HDP v důsledku poklesu jak SPF tak SIF , přičemž oba faktory klesají stejným tempem.
- Pokles HDP v důsledku poklesu jak SPF tak SIF , přičemž oba faktory klesají odlišným tempem.
- Pokles HDP v důsledku poklesu SPF a růstu SIF , případně v důsledku poklesu SIF a růstu SPF přičemž tempo poklesu je vyšší než tempo růstu.
- Stagnace HDP v důsledku růstu SPF a zároveň poklesu SIF , nebo v důsledku růstu SIF a zároveň poklesu SPF , přičemž vždy je tempo růstu stejné jako tempo poklesu.

K odvození dynamických parametrů intenzity a extenzity využijeme výraz (6), který zlogaritmujeme²²

$$\ln I(Y) = \ln I(SPF) + \ln I(SIF). \quad (14)$$

Podíl vlivu změny *SPF*, respektive změny *SIF* na změně HDP lze potom vyjádřit následovně:

- pro změnu *SPF*: $\ln I(SPF)/\ln I(Y)$
- pro změnu *SIF*: $\ln I(SIF)/\ln I(Y)$

Pokud je $I(SPF)$ nebo $I(SIF) < 1$, jsou výrazy $\ln I(SPF)$, $\ln I(SIF)$ záporné a změna *SPF* či *SIF* působí na pokles HDP. Aby vztah pro podíl vlivu intenzivních a extenzivních faktorů odpovídal uvedené typologii, musí se vývoj HDP vyjádřit jako

$$|\ln I(Y)| = |\ln I(SPF)| + |\ln I(SIF)| \quad (15)$$

Dynamický parametr intenzity, který reprezentuje podíl vlivu vývoje *SPF* tj. intenzivních faktorů pro všechny výše uvedené typy vývoje má tvar

$$i = \frac{\ln I(SPF)}{|\ln I(SPF)| + |\ln I(SIF)|}. \quad (16)$$

Analogický dynamický parametr extenzity reprezentující podíl vlivu vývoje *SIF* (tj. extenzivních faktorů) lze vyjádřit jako

$$e = \frac{\ln I(SIF)}{|\ln I(SPF)| + |\ln I(SIF)|}. \quad (17)$$

Pro součet absolutních hodnot obou parametrů platí

$$|i| + |e| = 1 \quad (18)$$

Tabulka 1 zahrnuje všechny možné kombinace vývoje *SIF* a *SPF*, jejich vliv na reálný HDP a hodnoty parametrů *e* a *i* v případě dané kombinace. Graficky lze dané kombinace vyjádřit pomocí grafu číslo 1, který na vodorovné ose (dole) má změnu *SIF* (tj. $I(SIF)$) a na svislé ose (vpravo) změnu *SPF* (tj. $I(SPF)$).

²² Podrobněji je odvození dynamických parametrů popsáno v Mihola (2007a), Hájek a Mihola (2009).

Tabulka 1

Vliv vývoje extenzivních a intenzivních faktorů na změnu výstupu

	<i>SIF</i>	<i>SPF</i>	Reálný HDP	Hodnoty parametrů $e; i$	Typ změny produktu
1.	roste	nemění se	roste	$e = 1, i = 0$	Čistě extenzivní růst
2.	nemění se	roste	roste	$e = 0, i = 1$	Čistě intenzivní růst
3.	roste stejným tempem jako <i>SPF</i>	roste stejným tempem jako <i>SIF</i>	roste	$e = 0,5, i = 0,5$	Shodný intenzivně-extenzivní růst
4.	roste rychlejším tempem než <i>SPF</i>	roste pomalejším tempem než <i>SIF</i>	roste	oba parametry kladné, $e > i$	Intenzivně-extenzivní růst s převahou růstu extenzity
5.	roste pomalejším tempem než <i>SPF</i>	roste rychlejším tempem než <i>SIF</i>	roste	oba parametry kladné, $i > e$	Intenzivně-extenzivní růst s převahou růstu intenzity
6.	roste, tempo růstu je větší než tempo poklesu <i>SPF</i>	klesá, tempo poklesu je menší než tempo růstu <i>SIF</i>	roste	e kladné, i záporné, $e > i $	Extenzivně-desintenzivní růst
7.	klesá, tempo poklesu je menší než tempo růstu <i>SPF</i>	roste, tempo růstu je větší než tempo poklesu <i>SIF</i>	roste	e záporné, i kladné, $i > e $	Intenzivně-desextenzivní růst
8.	roste, tempo růstu je stejné jako tempo poklesu <i>SPF</i>	klesá, tempo poklesu je stejné jako tempo růstu <i>SIF</i>	nemění se (stagnuje)	$e = 0,5, i = -0,5$	Extenzivní kompenzace
9.	klesá, tempo poklesu je stejné jako tempo poklesu <i>SPF</i>	roste, tempo růstu je stejné jako tempo poklesu <i>SIF</i>	nemění se (stagnuje)	$e = -0,5, i = 0,5$	Intenzivní kompenzace
10.	klesá, tempo poklesu je větší než tempo růstu <i>SPF</i>	roste, tempo růstu je menší než tempo poklesu <i>SIF</i>	klesá	e záporné, i kladné, $i < e $	Desextenzivně-intenzivní pokles
11.	roste, tempo růstu je menší než tempo poklesu <i>SPF</i>	klesá, tempo poklesu je větší než tempo růstu <i>SIF</i>	klesá	e kladné, i záporné, $e < i $	Extenzivně-desintenzivní pokles
12.	klesá rychlejším tempem než <i>SPF</i>	klesá pomalejším tempem než <i>SIF</i>	klesá	oba parametry záporné, $ e > i $	Intenzivně-extenzivní pokles s převahou poklesu extenzity
13.	klesá pomalejším tempem než <i>SPF</i>	klesá rychlejším tempem než <i>SIF</i>	klesá	oba parametry záporné, $ e < i $	Intenzivně-extenzivní pokles s převahou poklesu intenzity
14.	klesá stejným tempem jako <i>SPF</i>	klesá stejným tempem jako <i>SIF</i>	klesá	$e = -0,5, i = -0,5$	Shodný intenzivně-extenzivní pokles
15.	klesá	nemění se	klesá	$e = -1, i = 0$	Čistě extenzivní pokles
16.	nemění se	klesá	klesá	$e = 0, i = -1$	Čistě intenzivní pokles

Graf 1

Znázornění typologie změny ukazatelů *SPF* a *SIF* a hodnot dynamických parametrů intenzity a extenzity

Zdroj: vlastní zpracování

Analogicky k výrazům (16) a (17) lze definovat výrazy pro dynamický parametr podílu vlivu vývoje práce *L* na vývoj *SIF*

$$l = \frac{\alpha \cdot \ln I(L)}{\alpha \cdot |\ln I(L)| + (1-\alpha) \cdot |\ln I(K)|}, \quad (19)$$

a podílu vlivu vývoje kapitálu *K* na vývoj *SIF*

$$k = \frac{(1-\alpha) \cdot \ln I(L)}{\alpha \cdot |\ln I(L)| + (1-\alpha) \cdot |\ln I(K)|}. \quad (20)$$

Pro výpočet indexu změny vybavenosti práce kapitálem $I(K/L)$ platí vztah

$$I(K/L) = I(K) / I(L). \quad (21)$$

Dynamické parametry *l* a *k* umožňují vypočítat, jaká část extenzivního podílu vlivu byla způsobena vlivem vývoje práce $e(L)$ a jaká část vlivem vývoje kapitálu $e(K)$. Platí

$$e(L) = e \cdot l, \quad (22)$$

$$e(K) = e \cdot k. \quad (23)$$

Tudíž dále platí

$$e = e(K) \cdot e(L). \quad (24)$$

Výrazy dynamických parametrů (19) a (20) lze využít pro názornou interpretaci dynamických vah α a $(1 - \alpha)$. Pokud se budeme pohybovat na izokvantách stálého *SIF* kde platí $G(SIF) = 0$ takže $I(SIF) = 1$, pročež $\ln(I(SIF)) = 0$ směrem zleva doprava, bude $k = 0,5$ a $l = -0,5$. Pokud se budeme pohybovat opačným směrem, tak bude $k = -0,5$ a $l = 0,5$. To je očekávaný důsledek toho, že na těchto izokvantách dochází k úplné kompenzaci růstu kapitálu poklesem práce nebo naopak k úplné kompenzaci růstu práce poklesem kapitálu. Pouze pro $\alpha = 0,5$ jde o symetrické izokvanty $I(SIF)$, které odpovídají realitě této kompenzace, což je

$$G(L) = -G(K) \quad (25)$$

Pro $\alpha \neq 0,5$ by platilo

$$\alpha \cdot \ln(I(L)) = -(1 - \alpha) \cdot \ln(I(K)) \quad (26)$$

Vzhledem k tomu, že koeficienty změny jsou bezrozměrné veličiny a celý svět (přinejmenším v dnešní době) používá tentýž technický pokrok a tytéž intenzivní faktory i když v různé míře a s různým časovým zpožděním, není důvod zavádět nesymetrické izokvanty *SIF*. To platí tím spíš, že izokvanty $I(K/L)$ (viz výraz 21) jsou na α zcela nezávislé a přitom jsou symetrické.

Výše uvedené dynamické parametry intenzity a extenzity, dynamické parametry podílu vlivu vývoje práce *L* na vývoj *SIF* a podílu vlivu vývoje kapitálu *K* na vývoj *SIF* umožňují vypočítat, jaká část extenzivního podílu vlivu byla způsobena vlivem vývoje práce $e(L)$ a jaká část vlivem vývoje kapitálu $e(K)$. To řeší Solowův problém zjištění vlivu technického pokroku (intenzivních faktorů) na vývoj produktu např. HDP, avšak jinými prostředky a jiným postupem než používá růstové účetnictví. Pokud je tento postup validní a signifikantní, tak při jeho aplikaci na příslušné časové řady dostaneme stejné analytické poznatky jako při použití dosavadních analytických prostředků. Proto naši metodu aplikujeme na časové řady vývoje HDP v USA a v Číně.

3. Analýzy vývoje HDP USA

V této kapitole analyzujeme vývoj HDP USA za období 1960–2011. Zdrojem vstupních údajů, tj. hodnot $G(Y)$, $G(L)$ a $G(K)$ pro danou ekonomiku jsou Statistické přílohy evropské ekonomiky (Statistical Annexes of European Economy), které vydává Evropská unie.²³ V případě určení hodnot $G(K)$ byla použita metoda nepřetržité inventarizace.²⁴ Základem této metody je přičítání hrubých investic k zásobě kapitálu a odečítání odepsa-

23 Statistické přílohy evropské ekonomiky lze najít na internetu na stránkách Evropské Unie.

V současné době jsou zveřejňovány dvakrát ročně. Na výzkumu se podílel a sběr relevantních dat zajistil expert na tuto problematiku pan Mojmír Hájek.

24 Anglicky „perpetual inventory method“.

ného kapitálu, kde se vychází z odhadnuté míry odpisů. Na základě takto získaných, respektive dopočtených hodnot byly stanoveny váhy α a $(1 - \alpha)$ pro příslušný rok, které odpovídají podílu příslušného faktoru. Tyto váhy jsme použili ve druhé variantě pro výpočet²⁵ tempa růstu souhrnného input faktoru $G(SIF)$. V první variantě stanovíme při výpočtu $G(SIF)$ váhy α a $(1 - \alpha)$ na základě výše uvedeného vždy na hodnotě 0,5. Pro výpočet tempa růstu souhrnné produktivity faktorů $G(SPF)$ byl použit výraz (13).

Z temp růstu $G(Y)$, $G(SPF)$ a $G(SIF)$ lze pomocí výrazů (16), (17), (19), (20) vypočíst hodnoty všech čtyř sledovaných dynamických parametrů i , e , l a k . Vzhledem k tomu, že padesátileté řady několika vstupních ukazatelů tvoří rozsáhlý soubor, jsou v tabulce 2 uvedeny pouze výchozí průměrné údaje stejně jako veškeré vypočtené charakteristiky za celé období a za každých 10 let. Celková a desetiletá tempa růstu produktu $G(Y)$, práce $G(L)$ a kapitálu $G(K)$ byla vypočtena prostřednictvím geometrických průměrů indexů těchto veličin. Tempo růstu vybavenosti $G(K/L)$ bylo vypočteno pomocí výrazu (21), protože je shodné pro obě varianty. V případě varianty 2 se v rámci algoritmu výpočtu nepředpokládá výpočet tempa růstu souhrnného input faktoru $G(SIF)$ ani extenzity e , neboť metoda růstového účetnictví s těmito veličinami nepracuje.

Tabulka 2

Dynamická úloha – analýza vývoje HDP a jeho vstupů pro USA 1960–2011

	vstupní			výp.	varianta 1: $\alpha = 0,5$						varianta 2: α meziroční			
	$G(Y)$	$G(L)$	$G(K)$	$G(K/L)$	$G(SIF)$	$G(SPF)$	i	e	$e(L)$	$e(K)$	$G(SPF)$	i	$e(L)$	$e(K)$
60-11	3,1%	1,5%	2,8%	1,3%	2,2%	0,9%	30%	70%	25%	45%	1,2%	38%	33%	29%
60-71	4,2%	1,8%	3,7%	1,8%	2,7%	1,4%	33%	67%	22%	45%	1,8%	43%	30%	27%
72-81	3,2%	2,2%	2,8%	0,6%	2,5%	0,6%	20%	80%	35%	45%	0,8%	24%	48%	28%
82-91	2,9%	1,6%	2,3%	0,7%	2,0%	0,9%	31%	69%	29%	40%	1,0%	35%	40%	25%
92-02	3,5%	1,6%	2,9%	1,3%	2,3%	1,2%	35%	65%	23%	42%	1,5%	42%	31%	27%
03-11	2,5%	0,9%	2,6%	1,7%	1,8%	0,7%	29%	71%	19%	52%	1,0%	39%	26%	33%

Zdroj: Statistical Annexes of European Economy, vlastní výpočty

Graf 2 ilustruje ve svém prvním sloupci, jakým způsobem bylo dosaženo průměrného ročního tempa růstu produktu 3,1 % za celé padesátileté období. Podle varianty 1 výpočtu (váhy $\alpha = (1 - \alpha) = 0,5$) jej bylo dosaženo z 30 % vlivem intenzivních faktorů a ze 70 % extenzivně, přičemž tento extenzivní vývoj se skládá z 25 % vlivu vývoje práce a ze 45 % vývoje kapitálu. Dalších 5 sloupců grafu 2 ilustruje obdobně vývoj v jednotlivých desetiletích. Nejpriznivějšího vývoje bylo dosaženo v šedesátých a devadesátých letech, kde bylo dosaženo největšího tempa růstu HDP 4,2 % a 3,5 % při nejvyšších intenzitách 33 % a 35 %. Relativně nejméně intenzivní se jeví leta sedmdesátá, kdy intenzita činí 20 % při průměrném meziročním růstu produktu 3,2 %. Podíl vlivu vývoje kapitálu je velmi stabilní ve všech sledovaných dekádách

²⁵ Viz výraz (9).

42 % až 45 % s výjimkou poslední dekády, kdy je nejvyšší 52 % při nejnižším podílu vlivu práce 19 %. V této poslední dekádě také dochází k nejpomalejšímu růstu tempa produktu 2,5 %. Zpomalení tempa růstu produktu je doprovázeno vyšší nezaměstnaností a prohlubující se substitucí práce technikou.

Graf 2

Vliv intenzivních (i) a extenzivních $e(L)$ a $e(K)$ faktorů na vývoji HDP USA za období 1960–2011 (pokud hodnota parametru $\alpha = 0,5$)

Zdroj: Statistical Annex of European Economy, vlastní výpočty

Graf 3 ilustruje totéž na základě výpočtů varianty 2, ve které jsou hodnoty vah α a $(1 - \alpha)$ stanoveny meziročně. Výsledky jsou obdobné jen s tím rozdílem, že jsou proporcionálně posíleny podíly vlivu intenzity a práce na úkor kapitálu.

Graf 3

Vliv intenzivních (i) a extenzivních $e(L)$ a $e(K)$ faktorů na vývoji HDP USA za období 1960–2011 (pokud hodnota parametru α je stanovena meziročně)

Zdroj: Statistical Annex of European Economy, vlastní výpočty

Velmi malé rozdíly mezi výsledky první a druhé varianty ilustruje graf 4, který pro každou variantu zobrazuje vypočtená meziroční tempa růstu souhrnné produktivity faktorů $G(SPF)$. Výsledky varianty 1, kde je $\alpha = 0,5$ jsou v tomto grafu zakresleny plnou šedou čarou, zatímco varianta 2 s individuálními α je zakreslen čárkovaně.

Graf 4

Srovnání tempa růstu souhrnné produktivity faktorů $G(SPF)$ obou variant (USA, 1960–2011)

Zdroj: Statistical Annexes of European Economy, vlastní výpočty

Meziroční výsledky tempa růstu HDP a podílu intenzivních a extenzivních faktorů na tomto tempu růstu jsou zobrazeny na grafech 5 a 6, a to pouze pro variantu 1, neboť pomocí varianty 2 nelze spočítat podíly vlivu v těch letech, kdy je tempo růstu HDP záporné nebo některý ze sledovaných faktorů působí na pokles produktu, což nastalo v 16 z padesáti sledovaných let. Tempu růstu HDP v grafu 5 odpovídají v každém roce v grafu 6 tři podíly vlivu:

- Podíl vlivu intenzivních faktorů – intenzita i ,
- Extenzivní podíl vlivu vývoje práce $e(L)$,
- Extenzivní podíl vlivu vývoje kapitálu $e(K)$.

Graf 5

Tempo růstu HDP USA (1960–2011)

Zdroj: Statistical Annexes of European Economy, vlastní výpočty

Graf 6

Podíl vlivu intenzivních a extenzivních faktorů na tempu růstu HDP USA (1960–2011), $\alpha = 0,5$

Zdroj: Statistical Annexes of European Economy, vlastní výpočty

Z grafů 5 a 6 je zřejmé, že v letech, kdy USA dosahovalo vyššího tempa růstu HDP než 2,3 %, působily všechny tři uvažované faktory na růst. Vysoká tempa růstu produktu jsou vždy doprovázena vysokou intenzitou. Recese nebo prudký pokles tempa růstu HDP byl vždy doprovázen tím, že došlo k desintenzivnímu vývoji, kdy intenzivní faktory působí na pokles (konkrétně k tomu dochází v roce 1967, 1970, 1974, 1975, 1980, 1982, 1991, 2001, 2007, 2008, 2009). V letech 1971, 1972, 1975, 1982, 1991, 2002, 2008 a 2010 došlo k poklesu podílu vlivu práce a v roce 2009 i podílu vlivu kapitálu. Všechny tyto výrazné výkyvy korespondují s nějakou významnou událostí. Stručně: po karibské krizi v roce 1961 následuje zlatý růst šedesátých let ukončený prvním rozpadem bretton-woodského systému pevných měnových kursů v roce 1971. Tomuto rozpadu předchází záporná intenzita a záporná extenzita práce $e(L)$ v roce 1970. V letech 1972 a 1973 jsou intenzivní i extenzivní veličiny kladné, v letech 1974 a 1975 však klesá jak tempo růstu HDP, tak je záporná intenzita, v roce 1975 i hodnota $e(L)$. Příčin tohoto propadu je více: jednak definitivní rozpad bretton-woodského systému v roce 1973, dále zdražení cen ropy jako reakce arabských zemí na porážku od Izraele ve stejném roce v tzv. jom-kipurské válce, růst inflace jako důsledek tohoto zdražení ropy a vysokých vládních výdajů na válku ve Vietnamu, faktická porážka USA v této válce i v důsledku skandálu Watergate. Propad HDP a záporná intenzita v roce 1980 jsou způsobeny vítězstvím islámské revoluce v Iránu v předcházejícím roce, jež vedla k dalšímu růstu cen ropy. Dané problémy ovlivnily i prezidentské volby, kdy se novým prezidentem v roce 1981 stal R. Reagan. S ním je spojena tzv. reaganomika doprovázená poklesem daní a dalších příjmů veřejných rozpočtů, kterému však nekořespondoval adekvátní pokles veřejných výdajů. Snížení daní a omezení dalších regulací vytvořilo příznivé podnikatelské prostředí, které však na počátku vlády R. Reagana ohrožovala vyšší inflace (ta činila v roce 1980 přes 13 % a v roce 1981 přes 10 %). V roce 1982 se restriktivní monetární politikou podařilo inflaci snížit, nicméně tato restrikce způsobila krátkodobou recesi HDP i zápornou intenzitu v daném roce. Úspěšná éra reaganomiky pokračuje krátce i po roce 1989, tedy za prezidentsví G. Bush st. Propad HDP i intenzity v roce 1991 nastává současně s rozpoutáním války v Iráku. Pokles intenzity v roce 2001 a pokles práce v roce 2002 jsou spojeny s útoky

na New Yorské mrakodrapy a se stagnací kolem roku 2001 v důsledku splasknutí tzv. technologické bubliny. Léta 2007 až 2009 jsou období hypoteční, respektive finanční krize. Roky těsně po krizových letech se vždy vyznačují vysokou intenzitou. Ukazuje se tedy, že navržené analytické nástroje dobře reagují na reálný průběh událostí.

4. Analýzy vývoje HDP Číny

Dalším příkladem použití popsané metodiky je stručná analýza kvality dynamiky vývoje HDP Číny za stejné období posledních padesáti let (1960–2011). Zdrojem vstupních údajů hodnot $G(Y)$, $G(L)$ a $G(K)$ jsou rovněž Statistické přílohy evropské ekonomiky (Statistical Annexes of European Economy) Evropská unie. V případě určení hodnot $G(K)$ byla použita opět metoda nepřetržité inventarizace⁴. Analýza Číny je zpracována pouze pro první variantu s vahami váhy $\alpha = (1 - \alpha) = 0,5$. Pro výpočet $G(SPF)$ byl použit výraz (13) a pro výpočet hodnot dynamických parametrů i , e výrazy (16) a (17). I zde vzhledem k rozsáhlosti vstupních údajů jsou v tabulce 3 uvedeny pouze průměrné údaje vstupních a vypočtených charakteristik za celé období a za každých 10 let. Celková a desetiletá tempa růstu produktu $G(Y)$, práce $G(L)$ a kapitálu $G(K)$ byla vypočtena jako geometrické průměry indexů těchto veličin.

Tabulka 3

Dynamická úloha – analýza vývoje HDP a jeho vstupů pro Čínu 1960–2011

	vstupní			výp.	varianta 1 $\alpha = 0,5$			
	$G(Y)$	$G(L)$	$G(K)$	$G(K/L)$	$G(SIF)$	$G(SPF)$	i	e
60-11	8,0%	2,2%	7,1%	48%	4,6%	3,3%	42%	58%
60-71	3,9%	2,9%	2,5%	-0,3%	2,7%	1,1%	30%	70%
72-81	6,2%	2,1%	4,7%	2,6%	3,4%	2,7%	45%	55%
82-91	9,9%	3,2%	6,1%	2,8%	4,6%	5,0%	52%	48%
92-02	9,8%	1,2%	9,8%	8,5%	5,4%	4,7%	47%	53%
03-11	10,4%	0,7%	12,3%	11,5%	6,3%	3,8%	38%	62%

Zdroj: Statistical Annexes of European Economy, vlastní výpočty

Graf 7 ilustruje v prvním řádku, že bylo dosaženo průměrného ročního tempa růstu produktu 8,0 % za celé padesátileté období při 42 % intenzitě a 58 % extenzivně. Další řádky grafu 6 ilustrují vývoj v jednotlivých desetiletých obdobích. V prvních třech desetiletích se zvyšuje tempo růstu produktu z 3,9 % až na 9,9 % při trvale rostoucí intenzitě od 30 % a 52 %. Další dvě desetiletí tato velmi vysoká intenzita klesá na 47 % a 38 % při stagnujícím průměrném meziročním růstu produktu 9,8 % a nárůstu na 10,4 % v posledním sledovaném desetiletí. Tempo růstu vybavenosti práce technikou $G(K/L)$ mírně klesalo v šedesátých letech, přičemž od té doby trvale významně roste.

Graf 7

Vliv intenzivních a extenzivních faktorů na vývoji HDP Číny, 1960–2011

Zdroj: Statistical Annex of European Economy, vlastní výpočty

Meziroční výsledky tempa růstu HDP a podílu intenzivních a extenzivních faktorů na tempu růstu HDP pro variantu 1 jsou zobrazeny na grafech 8 a 9. Variantu 2 nelze použít, neboť není dostatečně univerzální. Tempu růstu produktu HDP v grafu 7 odpovídá v každém roce v grafu 8 dva podíly vlivu:

- Podíl vlivu intenzivních faktorů – intenzita i ,
- Podíl vlivu extenzivních faktorů – intenzita e .

Graf 8

Tempo růstu HDP Číny (1960–2011)

Zdroj: Statistical Annex of European Economy, vlastní výpočty

Graf 9

Podíl vlivu intenzivních a extenzivních faktorů na tempu růstu HDP Číny (1960–2011), $\alpha = 0,5$

Zdroj: Statistical Annexes of European Economy, vlastní výpočty

Z grafů 8 a 9 je zřejmé, že v letech kdy Čína dosahovala vyššího tempa růstu HDP, podílely se oba sledované faktory na růst. Vysoká tempa růstu produktu jsou vždy doprovázena vysokou intenzitou. Recese nebo prudký pokles tempa růstu byl vždy doprovázen tím, že došlo k desintenzivnímu vývoji, kdy intenzivní faktory působí na pokles (konkrétně k tomu dochází v roce 1961, 1962, 1967, 1968, 1974, 1976, 1989 a 1990). Všechny tyto výrazné výkyvy korespondují s nějakou významnou událostí. Stručně: léta 1961 a 1962 spadají do období tzv. Velkého skoku (obvykle je toto období datováno mezi roky 1958 až 1962), tedy souboru opatření, kterým chtěl zejména vůdce čínských komunistů Mao Ce-Tung urychlit rozvoj země. Kolektivistická opatření, na jejichž základě byla Čína rozdělena do mnoha komun, které měly být soběstačné a odpovědné za své výsledky, však vedly k pravému opaku – poklesu HDP a smrti několika desítek miliónů lidí.²⁶ Poté, co byla daná politika opuštěna, následovalo zotavení, kdy se tempa růstu HDP šplhala až k 18 %, byť samozřejmě základ tohoto růstu byl nízký. Růst šedesátých let byl však v roce 1966 ukončen obdobím tzv. Kulturní revoluce, které znamenalo další chaos, řádění tzv. Rudých gard,²⁷ kampaně proti inteligenci apod. Výsledkem je opět pokles HDP zejména v letech 1967 a 1968, ztráty na životech²⁸ a další negativa. Některé negativní projevy Kulturní revoluce byly postupně odbourávány od roku 1969, na počátku 70. let 20. století došlo rovněž k obnovení vztahů s USA (včetně návštěvy prezidenta Nixona v Číně v roce 1972), k přijetí Číny do OSN a tím k většímu zapojení do mezinárodního obchodu. Vše se pozitivně odrazilo na ekonomickém vývoji, avšak řada projevů a důsledků kulturní revoluce přetrvávala. V roce 1976 zemřeli (v lednu) čínský předseda vlády Čou En-laj a (v září) vůdce komunistů Mao Ce-tung. Zároveň probíhal mocenský boj o Maovo nástupnictví. V letech 1989 došlo k potlačení studentských hnutí. Vysoké intenzity dosahované v letech 1977 až 1988 jsou obdobím prosazování politiky otevření se světu

26 Odhady hovoří o 20 až 40 miliónech mrtvých v období Velkého skoku. Viz Fairbank (2010).

27 Rudé gardy tvořili zejména mládí lidé sdružení v dané organizaci. Detaily např. ve Walder (2009).

28 Počet obětí Kulturní revoluce se odhaduje na cca 8 miliónů. Viz Fairbank (2010).

a částečné hospodářské a politické liberalizace. Devadesátá léta dvacátého století vykazují sice vysoká tempa růstu HDP i intenzity, avšak s klesající tendencí. Nicméně další reformy, které se v dané době i na počátku 21. století (za prezidentů Tiang Ce-mina a Chu Tin-Thaa) uskutečnily, vedly zejména od roku 2005 opět k zvyšování temp růstu HDP i růstu dynamického parametru intenzity. Mírné zpomalení temp růstu HDP a poklesu dynamického parametru intenzity po roce 2008, jsou projevem světové ekonomické krize, které se musely odrazit i v Číně zapojené do mezinárodního obchodu a dalších mezinárodních vztahů (v podobě nižší zahraniční poptávky po čínském zboží). Souhrnně lze konstatovat, že rovněž příklad analýzy vývoje HDP Číny ukazuje, že navržené analytické nástroje dobře reagují na reálný průběh událostí.

Závěr

Článek představil novou metodiku měření vlivu změny intenzivních faktorů (v podobě tzv. souhrnné produktivity a faktorů, *SPF*) a změny extenzivních faktorů (vstupů agregovaných do tzv. souhrnného input faktoru, *SIF*) v podobě tzv. dynamických parametrů intenzity (*i*) a extenzity (*e*). Tato metodika byla aplikována na padesátiletém vývoji HDP USA (1960–2011), jako příkladu vývoje země s vysoce rozvinutou znalostní společností, a pro stejné období na vývoji HDP Číny, která v daném období zažila spoustu zvratů. Analýza citlivosti výsledků v případě USA ukázala, že jednotná volba vah $\alpha = 0,5$, zásadně nezměnila získané výsledky oproti výpočtu s vahami vypočtenými individuálně v každém roce zvlášť. Stejně tak i v případě Číny metoda ukázala, že vývoj dynamických parametrů intenzity a extenzity adekvátně popisuje jednotlivé historické události. Jednotná volba α vychází z představy celosvětově různě zpožděného avšak jednotného technického a znalostního pokroku. V článku prezentovaná analýza pokrývá pouze dynamickou úlohou. Pro žádoucí rozšíření o statickou úlohu, by bylo nutno získat absolutní údaje o velikosti hodnot K a L , případně národního bohatství v časové řadě pro obě země. Statická úloha může odpovědět, zda současný převážně extenzivní vývoj v USA není důsledkem dosažení vysoké technické úrovně v minulosti (tj. před rokem 1960).

Na základě výše uvedeného se lze domnívat, že v textu představená metoda měření vlivu intenzivních a extenzivních faktorů na vývoj výstupu (v našem případě HDP) může sloužit jako alternativa růstového účetnictví. V případě růstu výstupu a vstupů budou výsledky naší metody velmi podobné, navíc naše metoda umožňuje kvantifikovat vliv intenzivních a extenzivních faktorů i v případě poklesu hodnoty výstupu či vstupů.

Literatura

- ABRHÁM, J.; VOŠTA, M. 2011. Ekonomický růst a konvergence rozšířené Evropské Unie. *Acta Oeconomica Pragensia*. 2011, Vol. 19, No. 5, pp. 3–16.
- BARRO, R. 1999. Notes on Growth Accounting. *Journal of Economic Growth*. 1999, Vol. 4, No. 2, pp. 119–137.

- BARRO, R.; SALA-I-MARTIN, X. 1999. *Economic Growth*. 2nd edition. Cambridge (Ma): MIT Press, 1999.
- BOSWORTH, B.; COLLINS, M. 2008. Accounting for Growth: Comparing China and India. *Journal of Economic Perspectives*. 2008, Vol. 22, No. 1, pp. 45–66.
- CYHELSKÝ, L.; MIHOLA, J.; WAWROSZ, P. 2012. Quality Indicators of Developments Dynamics at All levels of the Economy. *Statistika (Statistic and Economy Journal)*. 2012, Vol. 49, No. 2, pp. 29–43.
- ČADIL, J. 2007. Growth accounting, total factor productivity and approximation problem. *Prague Economic Papers*. 2007, Vol. 16, No. 4, pp. 347–357.
- ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD (ČSÚ) 2012. *Trendy a faktory makroekonomického vývoje a kvality života v ČR v roce 2012*. Praha: ČSÚ, 2012.
- DENISON, E. F. 1962. *The Source of Economic Growth in the United States and the Alternatives before Us*. Washington DC: Committee for Economic Development, 1962.
- DOLEŽALOVÁ, J. 2007. Demokracie a její vliv na výkonnost maďarského hospodářství. [Working paper 13/2007]. Brno: Centrum výzkumu konkurenční schopnosti české ekonomiky, Ekonomicko-správní fakulta Masarykovy university.
- DYBCZAK, K.; FLEK, V.; HÁJKOVÁ, D.; HURNÍK, J. 2006. „Supply-Side Performance and Structure in the Czech Republic (1995–2005)“. [Working Paper No. 4] Česká národní banka, Praha.
- FAIRBANK, J. K. 2010. *Dějiny Číny*. Praha: Nakladatelství Lidové noviny, 2010.
- FERNALD, J.; NEIMAN, B. 2011. Growth accounting with misallocation: Or, doing less with more in Singapore. *American Economic Journal: Macroeconomics*. 2011, Vol. 3, No. 2, pp. 29–74.
- GRILICHES, Z. 1997. *The Simon Kuznets Memorial Lecture*. Cambridge (MA): Harvard University, 1997.
- HÁJEK, M. 2006. Zdroje růstu, souhrnná produktivita faktorů a struktura v České republice. *Politická ekonomie*. 2006, Vol. 54, No. 2, pp. 170–189.
- HÁJEK, M.; MIHOLA, J. 2009. Analýza vlivu souhrnné produktivity faktorů na ekonomický růst České republiky. *Politická ekonomie*. 2009, Vol. 57, No. 6, pp. 740–753.
- HURNÍK, J.; NAVRÁTIL, D. 2005. Potential Output in the Czech Republic: A Production Function Approach. *Prague Economic Papers*. 2005, Vol. 14, No. 3, pp. 253–266.
- JORGESON, D. V.; GRILICHES, Z. 1967. The explanation of productivity changes. *Review of Economic Studies*. 1967, Vol. 49, pp. 249–280.
- KENDERICK, J. W. 1961. *Productivity Trend in the United States*. Princeton: Princeton University Press, 1961.
- KLACEK, J. 2006. Souhrnná produktivita faktorů – otázky měření. *Statistika*. 2006, Vol. 43, No. 2, pp. 285–305.
- KLACEK, J.; VOPRAVIL, J. 2008. Multifaktorová souhrnná produktivita faktorů: Empirická aplikace produkční funkce KLEM [výzkumná studie ČSÚ]. Praha: ČSÚ.
- KOUBA, L. 2009. Návrh klasifikace soudobých sociálně-ekonomických přístupů k teorii růstu. *Politická ekonomie*. 2009, Vol. 57, No. 5, pp. 696–713.
- KRAFTOVÁ, I. 2008. Extenzivní a intenzivní aspekt vlivu sektorových posunů na regionální konvergenci. *Region Direct*. 2008, Vol. 1, No. 1, pp. 42–66.
- MIHOLA, J. 2007. Agregátní produkční funkce a podíl vlivu intenzivních faktorů. *Statistika*. 2007, Vol. 44, No. 2, pp. 108–132.
- MIHOLA, J.; WAWROSZ, P. 2013. Development Intensity of four Prominent Economies. *Statistika (Statistic and Economy Journal)*. 2013, Vol. 93, No. 3, pp. 26–40.
- MINISTERSTVO FINANČÍ ČR 2009. *Makroekonomická predikce ČR*. Praha: MF ČR, 2009.
- MUSIL, P. 2008. Trh práce a konkurenceschopnost zemí CE-6 v období transformace. [Working paper 4/2008] Brno: Centrum výzkumu konkurenční schopnosti české ekonomiky, Ekonomicko-správní fakulta Masarykovy university.

- OECD 2003. *The Sources of Economic Growth in OECD Countries*. Paris: OECD, 2003.
- OECD 2004. *Understanding Economic Growth*. Paris: OECD, 2004.
- PROIETTI, T.; MUSSO, A. 2012. Growth Accounting for the Euro Area – a Structural Approach. *Empirical Economics*. 2012, Vol. 43, No. 1, pp. 219–244.
- SEETANAH, B.; ROJID, S. 2011. Analysis the Sources of Economic Growth in Africa Using Growth Accounting and Panel VAR Approach. *The Journal of Developing Areas*. 2011, Vol. 44, No. 2, pp. 367–390.
- SOLOW, R. M. 1956. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*. 1956, Vol. 70, No. 1, pp. 65–94.
- SOLOW, R. M. 1957. Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics*. 1957, Vol. 39, No. 3, pp. 312–320.
- SOUKUP, J. a kol. 2010. *Makroekonomie*. 2. vydání. Praha: Management Press, 2010.
- SPĚVÁČEK, V.; VINTROVÁ, R. 2010. Růst, stabilita a konvergence české ekonomiky v letech 2001–2008. *Politická ekonomie*. 2010, Vol. 58, No. 1, pp. 20–49.
- SWAN, T. W. 1956. Economic Growth and Capital Accumulation. *Economic Record*. 1956, Vol. 32, No. 2, pp. 334–361
- VACKOVÁ, P. 2012. Růstové účetnictví. *Scientia et Societas*. 2012, Vol. 8, No. 4, pp. 74–105.
- VARADZIN, F. a kol. 2004. *Ekonomický růst*. Praha: Professional Publishing, 2004.
- WALDER, A. G. 2009. *Fractured Rebellion: The Beijing Red Guard Movement*. Cambridge (MA): Harvard University Press, 2009.
- WAWROSZ, P.; HEISSLER, H.; HELÍSEK, M.; MACH, P. 2012. *Makroekonomie základní kurz*. Praha: VŠFS, 2012.
- ZELLEKE, G.; SRAIHEEN, A. 2012. Sources of Economic Growth in 31 Sub-Sahara African Countries for the Period 1975–2008: A Growth Accounting Approach. *International Journal of Economics and Finance*. 2012. Vol. 4, No. 10, pp. 54–68.
- ZIMKOVÁ, E.; BAROCHOVSKÝ, J. 2007. Odhad potenciálního produktu a produkčnej medzery v slovenských podmienkach. *Politická ekonomie*. 2007, Vol. 55, No. 4, pp. 473–489.

AN ALTERNATIVE METHOD HOW TO MEASURE IMPACT OF THE INTENSIVE AND EXTENSIVE FACTORS ON THE GDP CHANGE AND ITS APPLICATION ON THE US AND CHINA GDP DEVELOPMENT

Jiří Mihola, Petr Wawrosz, University of Finance and Administration, Faculty of Economic Sciences, Estonská 500, 101 00 Praha 10 (jiri.mihola@quick.cz; wawrosz@mail.vsfs.cz)

Abstract

The article presents an alternative method to growth accounting. It makes it possible to express the effect of change in the quantity of inputs as well as the effect of the productivity of inputs (i.e. technological changes) on the change of GDP for all possible typologies of input/output changes. Unlike the growth accounting, this method is universal and also accurate; it may be applied not only to small growth rates. Dynamic parameters of intensity and extensity could be delivered as the output of the method. The first one captures the effect of change in the summary productivity

of factors, while the latter captures changes in the input quantity. The dynamic parameters were calculated for the development of GDP in the United States and China for a period of fifty years (1960–2011). In case of the United States, it was also calculated how the development of labor and the development of capital contribute to the change in inputs. The calculated values verify that the method can reliably capture significant changes that took place in the given countries in individual years. The growth rate of the summary productivity of factors calculated on the basis of our method only differs slightly from the growth rate of the summary productivity of factors calculated on the basis of growth accounting. For all the aforementioned reasons, the method appears to be a suitable instrument for analyzing the GDP development.

Keywords

GDP, economic development, total input factor, total factor productivity, dynamic parameters of intensity and extensity, economic growth, USA, China

JEL Classification

C22, C43