

Vztah finančního sektoru a reálné ekonomiky s ohledem na technologické bubliny

The relationship between the real economy and financial sector regarding technological bubbles

*Petr Makovský**

ABSTRAKT

V článku jsme se zabývali faktory, které ovlivňují výnosnost finančních aktiv na základě spotřebního modelu CAPM. Vyzdvihli jsme přednosti a nevýhody modelu, které vyplynuly na základě v současnosti již bohatého empirického výzkumu dané problematiky. Na základě úvah o dopadech technologických šoků a technologických revolucí do staré a do nové ekonomiky jsme průřezově otestovali vliv technologického pokroku na finanční aktiva.

Sledovaný časový horizont jsme zvolili od roku 1995 do roku 2015 na datech z české ekonomiky. Technologický pokrok je odvozen na bázi tzv. Sollowových residuí na bázi vývoje reálného HDP. V empirické analýze jsme představili dopad technologického pokroku na vývoj výnosnosti devizových aktiv i na dopad výnosnosti akcií. Velmi překvapivým závěrem je, že dopad na devizová aktiva je okamžitý, zatímco dopad na akciová aktiva je zpožděný o tři roky.

Klíčová slova: Technologická revoluce; C-CAPM; výnosnost finančních aktiv.

ABSTRACT

In this article, we presented factors which influence the financial asset's profitability. First we have introduced the consumption based CAPM model. We have highlighted pros and cons resulting from further empirical research. More we have taken into account the impacts of technological shocks to the new and old economy structure. In the other words impact of technological shocks to the financial asset's profitability.

The time horizon analyzed in the data sample of the Czech Republic is from the 1995 to 2015. Technological progress is deducted on the basis of so called "Sollow" residuals. These are constructed from the real GDP evolution. In the empirical analysis we have presented conclusion about the both Stock exchange profitability dependent on the technological progress and the FOREX asset profitability dependence on the technological progress. A very surprising conclusion is that the technological progress effect to the FOREX asset profitability is immediate, whereas the effect to Stock exchange profitability is in the three years delayed.

Key words: Technologic revolution; C-CAPM; Financial asset's profitability.

JEL classification: G17, F47

* Ing. Petr Makovský, Ph.D. – MÚVS ČVUT v Praze

Affiliace: České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií, Kolejní 2637/2a, 160 00 Praha 6, e-mail: petr.makovskyE-mail; Česká republika

Affiliation: Czech Technical University in Prague, The Masaryk Institute of Advanced Studies, Kolejní 2637/2a 160 00 Prague 6, e-mail: Czech Republic

Úvod

V moderních makroekonomických přístupech (např. Wickens, 2012) je zdůrazněna důležitost zapojení interakce mezi reálnou ekonomikou a finančním sektorem. Závěr takových úvah vede k představení modelu C-CAPM, což je spotřební verze modelu oceňování kapitálových aktiv. V této verzi je pozorovaná riziková premie vysvětlena kovariancí mezi spotřebou a výnosností aktiv. Záhada existence rizikové premie, kterou nepředpokládají starší modely, je zmíněným závěrem vysvětlena. Bohužel v empirických studiích jsou parametry modelu C - CAPM příliš vysoké (především koeficient relativní riziko averze, např. Pošta, 2012), což podněcuje další teoretický i empirický výzkum. Dodatečné rozšíření modelu C - CAPM nacházíme v závěrech modelu Pastora a Veronesiho (2009a). Jde o zapojení existence tzv. technologických bublin.

Cílem tohoto článku je analyzovat vztah mezi cenami aktiv a technologickým pokrokem na datech české ekonomiky. Dopad změn technologického pokroku bude ověřený a) na vývoji indexu PX, b) na vývoji kurzu CZK/EUR. Změny indexu PX reprezentují vývoj souhrnných cen v ekonomice, zatímco změny kurzu CZK/EUR reprezentují situaci na měnovém trhu (FOREX).

Trh devizových aktiv je trhem finančních aktiv, kde probíhají mnohem objemnější obchody než na trzích kapitálových aktiv a dluhopisů. Ekonomie měnového kurzu je založena na zákoně jediné ceny a na teorii parity úrokových sazeb. Na základě předchozích předpokladů bývá vyvozena Famaova regrese. Zde je potřeba říci, že Famaova rovnice nepředpokládá existenci rizikové premie, což my uvažujeme už od prvních úvah tohoto textu.

Změna měnového kurzu, stejně jako změna jakéhokoliv finančního aktiva reprezentuje míru zisku. Tato míra zisku je výnosností aktiva a vztahují se na ní závěry spotřebního modelu CAPM. Prakticky se dá na časové řadě otestovat zapojení jednotlivých faktorů, které by měly ovlivňovat rizikovou premii na vzorku dat z české ekonomiky. Forwardový kurz jako nestranný prediktor měnového kurzu je podstatou Famyovy rovnice. Pozorované odchylky by měly být zcela náhodné a měly by sledovat normální rozdělení. Implicitně je model vybudován na základě rovnováhy na devizovém trhu. Teoretickým vysvětlením empiricky pozorované neplatnosti vztahu je existence transakčních nákladů (Pošta, 2012), které vyvolávají časově proměnlivou rizikovou premii.

V této práci se ovšem zabýváme hlavně propojeností finančního sektoru a reálné ekonomiky ve vazbě na technologické šoky. Těžiště příspěvku je ve výsledcích výzkumu na empiricky pozorovaných časových řadách. V úvodních kapitolách článku (rešerše, metodika) se zabýváme vazbou mezi trhy finančních aktiv a reálnou ekonomikou se záměrem a motivací nalézt alternativní faktor (technologický pokrok) vysvětlující výnosnost finančních aktiv. Důvodem tohoto hledání je empirická falsifikace standardních přístupů interakce mezi finančním sektorem a reálnou ekonomikou v popsanych empirických studiích (např. Makovský, 2016 či Pošta, 2012). Technologický pokrok jako zásadní faktor makroekonomického modelování je vyzdvihovaných v moderních teoretických modelech hospodářského růstu (tzv. modely AK) i v moderních přístupech hospodářské politiky (strategie Průmysl 4.0).

Rešerše literatury

Původní teoretické konsekvence jsou odvozeny z Fama (1976), kde je prezentován základní vztah Famyovy regrese. Rozšíření poskytuje vysvětlení rizikové premie na základě Wickens (2012). Struktura rizikové premie je modifikována o existenci stochastického diskontního faktoru. Konkrétně jde o kovarianci mezi stochastickým diskontním faktorem

(odvozeným z funkce užitku na bázi spotřeby) a vývojem měnového kurzu (míra zisku devizového aktiva), ale také na kovarianci stochastického diskontního faktoru a vývoje míry inflace. Takové závislosti, včetně jejich odvození dohledáváme v Cochrane (2009), Cuthbertson (2005) či u Shreva (2004).

Teoretické zakotvení existence technologických bublin v kontextu ocenění finančních aktiv nacházíme u článků Pastorova a Veronesiho (2009a, 2009b), anebo v knize Brunnermeier, (2001). Rozšiřující výklad týkající se vzniku bublin na trzích finančních aktiv nalézáme v Hunter, (2005), dále u Barlevy, (2007). Hirano a Yanagawa, (2013) vysvětlují vznik bublin (nejen technologických) přístupy ekonomie strany nabídky, ale i přístupy nové keynesiánské makroekonomie, které společně představují nejvíce aktuální trendy teoretické makroekonomie. Původní myšlenky Pastorovy a Veronesiho (2009a) jsou nejvíce rozvíjeny v kontextu finanční krize v práci Kunieda a Shibata (2016). Technický pohled na vznik a vývoj bublin na základě agency teorie přináší Iraola a Santos (2016).

Metodika – C-CAPM, technologické bubliny

Riziková prémie na FOREXovém trhu (C-CAPM)

V následující kapitole spíše výkladově dojdeme k determinaci rizikové prémie na trhu devizových aktiv (FOREX). Vcelku dost podobně bychom postupovali při odvození rizikové prémie na trhu finančních aktiv (v článku jsme následně provedli výzkum a) na vývoji ukazatele CZK/EUR, b) na vývoji ukazatele PX). S ohledem na duplicitnost postupu teoretického odvození rizikové prémie na trhu finančních aktiv tento postup neuvádíme.

Jak již bylo zmíněno v úvodu, forwardový kurz jako nestranný prediktor budoucího spotového měnového kurzu je základním stavebním kamenem pro teorii měnového kurzu. Za předpokladu racionálních očekávání nesmí být odchylky od vztahu sériově korelované (autokorelace), Jinými slovy, musí jí o stochastický proces typu i.i.d.

Zákon jediné ceny popisuje vztah č. 1.

$$\frac{E_t(S_{t+k})}{S_t} = \frac{1+i_{t+1}^D}{1+i_{t+1}^F}, \quad (1)$$

kde $E_t(S_{t+k})$ = hodnota měnového kurzu v konkrétní budoucnosti očekávaná dnes,
 E_t = operátor očekávání (racionálně tvořená očekávání),
 S_t = měnový kurz,
 i^D = domácí úroková míra,
 i^F = zahraniční úroková míra,

Logaritmickou aproximací docházíme k vztahu č. 2.

$$E_t(s_{t+k}) - s_t = i_{t+1}^D - i_{t+1}^F, \quad (2)$$

Rovnice č. 3 představuje standardní Famovu rovnici za předpokladu racionálních očekávání.

$$\Delta s_{t+k} = a_0 + a_1(f_{t+k} - s_t) + \eta_t, \quad (3)$$

kde f_{t+k} = logaritmus forwardového kurzu pro konkrétní budoucnost,
 η_t = stochastický proces bílý šum (aby regresní rovnice měla smysl),

a_0 = konstanta lineární regrese,
 a_1 = lineární koeficient regrese,

Pravděpodobnostní limita parametru a_1 je v stochastickém prostředí časových řad odvozena podle vzorce č. 4.

$$a_1 = \frac{\text{cov}(\Delta s_{t+k}, f_{t+k} - s_t)}{\text{var}(f_{t+k} - s_t)}, \quad (4)$$

Wickens (2012) předpokládá forwardové i spotové kurzy z logaritmicko-normálního rozdělení a dochází k finálnímu vztahu pro rizikovou prémii FOREXového trhu v podobě rovnice č. 5. Tato rovnice prezentuje už dříve v textu zmíněné závěry o faktorech ovlivňujících kladnou/zápornou rizikovou prémii na FOREXovém trhu.

$$E_t(\Delta s_{t+1} - i_{t+1}^D - i_{t+1}^F) + \frac{1}{2} V_t(\Delta s_{t+1}) = \sigma_t \text{cov}_t(\Delta c_{t+1}, \Delta s_{t+1}) + \text{cov}_t(\pi_{t+1}, \Delta c_{t+1}), \quad (5)$$

kde V_t = rozptyl,
 σ_t = koeficient relativní riziko averze,
 c_t = spotřeba (relativní změnu spotřeby),
 π_t = míra inflace,

Riziková premie na FOREXovém trhu – empirická zkušenosti

Makovský (2016) provedl analýzu rizikové premie na časové řadě devizového aktiva CZK/EUR na vzorku 2001q1 až 2014q4 (kvartální vážené průměry s ohledem na statistické zachycení spotřebního agregátu v národním účetnictví). Tyto údaje byly transformovány přirozenou logaritmizací. Originální data byla získána z databáze ČNB a z databáze MF ČR. V představené analýze byla standardně na parametry testována rovnice č. 5 z předchozího textu. Software Eviews navrhl pro časové řady české ekonomiky následující rovnici č. 6.

$$E_t(\Delta s_{t+1}) = -0,33 f_t - 46,31 \text{cov}_t(\Delta c_{t+1}, \Delta s_{t+1}) + -40,017 \text{cov}_t(\pi_{t+1}, \Delta c_{t+1}), \quad (6)$$

Všechny představené koeficienty z regrese č. 6 jsou zamítnuty s ohledem na hodnoty p-values. Jedinou výjimku tvoří koeficient forwardového kurzu, který je statisticky signifikantní ovšem ale s minusovou hodnotou, což není v souladu s teorií. Vysvětlení odlišné hodnoty koeficientu forwardového kurzu je možné nalézt např. v existenci „Peso problému“ (Makovský, 2014). Obvykle je falsifikace celé rovnice č. 6 vysvětlena časově volatilní rizikovou premií. Dalším problémem bývá velmi vysoce (záporná) hodnota koeficientu relativní riziko averze (-46,31). Závěrem zmiňme, že residua modelu splňují nároky na autokorelaci (PAC funkce), ale bohužel nesledují normální rozdělení.

Představená problematika byla u Makovský (2016) konfrontována s vývojem ekonomické krize posledních let. Zopakujme, že ústředním motivem celé analýzy je nalezení faktorů vysvětlujících výnosnost devizového aktiva za předpokladu racionálních očekávání a za předpokladu, že ekonomické veličiny sledují log - normální pravděpodobnostní rozdělení se závěry odpovídající důsledkům modelu C-CAPM. Tento model je typu reprezentativní agent (behaviorální model nikoliv odvozený z rovnováhy na trhu). Zásadním závěrem je dopad faktoru relativní riziko averze, který je velmi vysoký, ale také volatilní. Prezentovaný závěr posiluje roli transakčních nákladů pro určení hodnoty výnosnosti devizových aktiv v malé otevřené ekonomice.

Rozdělením zkoumané periody na krizové (posledních šest let) a předkrizové období jsme získali mnohem méně uspokojivé výsledky. Není v tomto případě možné potvrdit prezentovanou závislost, což je forwardový kurz jako regresor budoucího spotového kurzu. Naopak v předkrizovém období byly prezentované závislosti ověřeny jako statisticky významnější. Navíc navrhovaný koeficient relativní riziko averze dosáhl uspokojivější, ovšem stále vysoké, hodnoty ve výši -20,99. Není překvapením, že “šoky” v ekonomice nezpůsobují symetrické dopady. Negativní dopady rozkolísávají ekonomiku více než ty pozitivní. Jinými slovy pro období recesí musíme předpokládat úplně odlišné chování ekonomických veličin a odlišné závislosti mezi nimi než v období konjunktur. Zmíněné závěry posilují očekávanou roli technologického pokroku místo spotřebního agregátu jako zásadního faktoru vývoje cen finančních aktiv.

Technologické bubliny a jejich dopad na výnosnost devizových aktiv

Svoji úvahu započneme u modelu Pastorova a Veronesiho (2010), což je model, který řeší frikce na trzích a za zdroj těchto frikcí považuje informační frikce (technologické šoky). Závěry modelu dokládají, že i na trzích s plně racionálními investory může docházet k nadměrným nárůstům a poklesům cen aktiv. Zjednodušeně řečeno model pracuje s ekonomikou rozdělenou na dva sektory. Jde o starou a novou ekonomiku. Stará ekonomika ovlivňuje systematické riziko finančních trhů a je masově rozšířena. Nová ekonomika využívá neznámé, velmi výnosné, ale také velmi rizikové technologie. Riziko související s novou ekonomikou je do určité doby pohledem finančních trhů jedinečné.

Pokud jde o úspěšnou technologii, je postupně akceptována ekonomikou a teprve s určitým zpožděním finanční trhy ocení riziko nové ekonomiky za systematické. Změna systematického rizika a tzv. cash flow efekt souvisí s výkyvem zisků po zavedení nové technologie. Za takových předpokladů přijetí nové technologie ihned není vůbec užitečné, příspěvek k výnosnosti aktiv může být velmi pravděpodobně záporný. Nicméně přijetí nové technologie v pozdějších etapách vývoje zvyšuje očekávané finanční toky a navíc absorpcí nové technologie do staré ekonomiky dojde k eliminaci jedinečného rizika nové technologie. Efekt cash flow od určitého okamžiku posílí efekt diskontní míry. Rostoucí míra pravděpodobnosti přijetí nové technologie zvyšuje stochastický diskontní faktor, což je stručně řečeno subjektivní hodnota budoucích přínosů v současnosti. Efekt diskontní míry tlačí na změnu struktury staré ekonomiky.

Pastor a Veronesi (2009b) provedli simulace své teorie na internetové technologické bublině. Tato nová technologie se začala uplatňovat v druhé polovině 90. tých let. Efekt cash flow a efekt diskontní míry se naplno projevil v cenách aktiv i v jejich výnosnostech. Na ukazateli „*Market to Book Value*“ pozorujeme růst cen aktiv nové ekonomiky s vrcholem po 4 letech, pak následuje propad cen aktiv. Dále v časovém období čtyřech let se vyvíjejí výnosnosti staré a nové ekonomiky obráceným směrem. Výnosnost staré ekonomiky klesá, zatímco výnosnost nové ekonomiky roste. Po zmíněných čtyřech letech, kdy je nová progresivní technologie masově přijata, neroste výnosnost „nové ekonomiky“ už tak velkými tempy. Z popsaného závěru vyvozujeme možnost určení optimálního okamžiku pro přijetí nové technologie (předčasné, ale i pozdější přijetí nové technologie už není tak výnosné). Zmíněné závěry potvrdil vývoj technologického indexu NASDAQ s ohledem na vývoj indexu NYSE.

Další výzkum musí explicitně zapojit mezi faktory vysvětlující výnosnost finančních aktiv hodnotu technologického potenciálu. Zapojení technologických indexů nejspíše nepřinese uspokojivé výsledky na regresní rovnici výnosnosti finančních aktiv. Nicméně sofistikovaně získaná hodnota technologického pokroku ve formě „Sollowových“ residuí, které zahrnují technologický pokrok ekonomiky jako celku, je zcela jistě příslibem vědecky

zajímavých výsledků. Více informací o Sollovových residuí čtenář nachází např. u McCombie, 2000. Výpočet Sollovových residuí provedeme na základě následující rovnice:

$$y_t = \psi_t + w \cdot l_t + (1 - w)k_t, \quad (7)$$

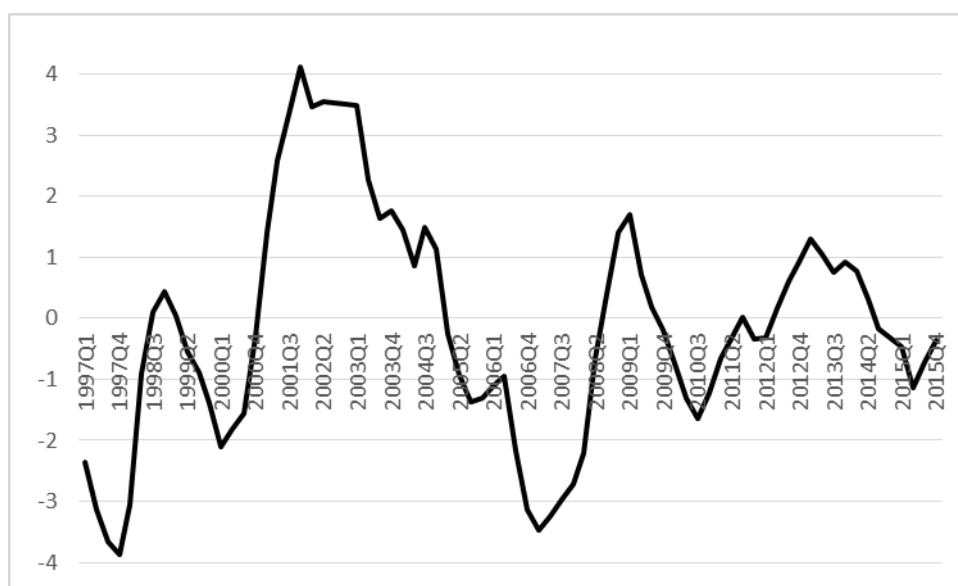
kde y_t = tempo růstu reálného produktu,
 ψ_t = změna technologického pokroku,
 w = podíl pracovní síly na produktu,
 $(1-w)$ = podíl kapitálu na produktu,
 k_t = tempo růstu kapitálu,
 l_t = tempo růstu pracovních sil.

Všechna vstupní data jsme získali z databáze ČSÚ. Na základě čtvrtletní hodnoty nominálního HDP výdajovou metodou a čtvrtletního průměru míry inflace (meziroční klouzavý průměr) bylo zjištěno tempo růstu reálného HDP. Tempo růstu kapitálu jsme získali na základě vývoje tvorby hrubého fixního kapitálu a tempo změny pracovních sil na základě znalosti počtu přepočtených zaměstnanců podle odpracovaných hodin. Podíl pracovních sil na produktu v jednotlivých čtvrtletích jsme odvodili na základě struktury nominálního HDP důchodovou metodou. Podíl kapitálu na produktu je doplňkem do jedné k podílu pracovních sil na produktu. Vývoj takto vypočítaných Sollovových residuí přibližuje následující graf na Obr. č. 1. Sezónnost je odstraněna Hodrick- Prescottovým filtrem. Jde o čtvrtletní data, parametr je tedy 1600.

Výsledky výzkumu

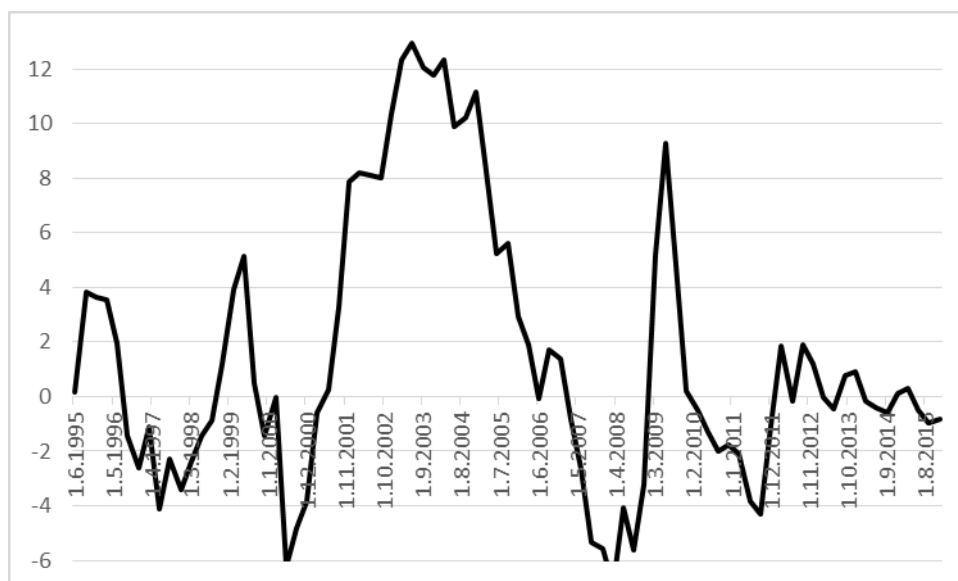
Na Obr. 2 přibližujeme vývoj veličiny burzovní index PX. Jde o procentní změnu indexu - o průměrnou míru zisku akciového trhu v ČR za sledované období (1995-2015). Opět jsme typově využili čtvrtletní klouzavé průměry. Tato časová řada je opět modifikována odstraněním sezonnosti HP filtrem.

Obr. 1: Sollovova residua v ČR čtvrtletně 1995 až 2015 (v %)



Zdroj: Vlastní výpočet na základě dat z ČSÚ

Obr. 2: Výnosnost akciového trhu ČR čtvrtletně 1995 až 2015 (index PX v %)



Zdroj: Vlastní výpočet na základě dat z ČSÚ

Na základě předchozích teoretických úvah jsme dospěli k závěru, že frikce ovlivňující závěry o výnosnosti devizového aktiva na bázi modelu C-CAPM, jsou ovlivněny technologickými bublinami. Z nabídnutých grafů by se mohlo zdát, že vývoj Sollowových residui je korelovaný s výnosností celého akciového trhu české ekonomiky (s ohledem na českou ekonomiku jako malou otevřenou ekonomiku jsme použili spíše vývoj akciového indexu než měnový kurz). Tento závěr ovšem nepotvrzuje hodnota kovariance 0,00363 a hodnota korelačního koeficientu 0,23459.

Obě pozorované časové řady (Sollowovy residua, výnosnost indexu PX) obsahují významnou autokorelaci, kterou se podaří odstranit diferencováním. Závěrem tohoto článku nabídneme výstup regresní analýzy, kterou vybudujeme na základě předešlých teoretických úvah. Pokusíme se vysvětlit vývoj výnosnosti indexu PX vývojem technologických změn na bázi Sollowových residui. Výstup nabízí následující tabulka Tab. 1. Poznamenejme, že vPX je výnosnost PX (první diference) a $vSoll$ jsou Sollowovy residua (první diference), regresní koeficienty označíme standardně $c(1)$ a $c(2)$, v závorce v tabulce u koeficientu doplníme vždy příslušné p-hodnoty. Zopakujeme, že proměnné jsou s ohledem na vysokou autokorelaci v podobě prvních diferencí.

Tab. 1: Regresní závislost výnosnosti PX na technologickém pokroku

	$vPX=c(1)+c(2)*vSoll$	$vPX=c(1)+c(2)*vSoll(-12)$	$vSoll=c(1)+c(2)*vPX$
C(1)	-0,000178 (0,9457)	-0,000547 (0,8493)	0,026522 (0,7318)
C(2)	+0,007916 (0,0428)	0,00810 (0,0480)	6,951651 (0,0428)
DW statistika	1,721080	1,386390	0,957639
Prob. (F-statistika)	0,042780	0,047994	0,042780

Zdroj: vlastní analýza v Eviews

Regresní závislost výnosnosti CZK/EUR na technologickém pokroku

	$vEX=c(1)+c(2)*vSoll$	$vEX=c(1)+c(2)*vSoll(-12)$	$vSoll=c(1)+c(2)*vEX$
C(1)	-0,000250 (0,9406)	-0,000411 (0,9083)	0,004513 (0,9528)
C(2)	+0,012901 (0,0168)	-0,003208 (0,5163)	6,677375 (0,0168)
DW statistika	2,379187	2,409296	0,783106
Prob. (F-statistika)	0,016765	0,516299	0,016765

Zdroj: vlastní analýza v Eviews

Diskuze

Stručně okomentujme výsledky za Tab. 1. V představených alternativách je vždy zamítnuta existence konstanty. Nicméně jak je vidět koeficient lineární závislosti veličin dosahuje vždy uspokojivé p - hodnoty. Závislost výnosnosti akciového trhu ČR na technologickém pokroku je potvrzena existencí koeficientu ve výši cca 0,008. Takové zjištění vypovídá o poznatku, kdy nárůst technologického pokroku o procento vede k zvýšení výnosnosti akcií o 0,008 procenta. V druhé alternativě prezentujeme tři leté zpoždění. Tři roky byla optimální hodnota zpoždění s ohledem na hodnoty statistik modelu. Opět dostáváme hodnotu lineárního koeficientu ve výši 0,008 procent. Alternativa se zpožděním dosahuje horší hodnoty DW statistiky.

Třetí alternativa popisuje obrácenou závislost přírůstku technologického pokroku na současné hodnotě výnosnosti akciového trhu. DW statistika je velmi malá. Nicméně velmi inspirující je hodnota lineárního koeficientu ve výši 6,95. Interpretace je následující. Pokud vzroste hodnota výnosnosti akciového trhu o 1 procento, vzroste technologický pokrok o necelých 7 procent. Věrohodnost této úvahy je oslabena velmi nevyhovující hodnotou DW statistiky.

Připojme nyní výsledky dopadů technologického pokroku na výnosnost devizového aktiva CZK/EUR. Předpokládáme, že výnosnost u tohoto devizového aktiva reprezentuje výnosnost celého devizového trhu ČR ve sledovaném časovém horizontu. EX je měnový kurz, ostatní značení stejně jako u minulé úvahy z Tab. 1. Proměnné jsou v relativních změnách a s ohledem na vysokou autokorelaci jsou vždy v podobě prvních diferencí.

Z Tab. 2 je patrné, že také výnosnost devizového aktiva je ovlivněna vývojem technologického pokroku v ČR. Můžeme výsledek reformulovat, že když vzroste technologický pokrok o procento, výnosnost devizových aktiv vzroste o cca 0,013 procent.

Pozorujeme ovšem odlišnost od vývoje dopadů na akciovou výnosnost. U výnosnosti devizových aktiv nepozorujeme zpožděný dopad technologického pokroku, ale spíše dopad okamžitý. Případná obrácená regresní závislost vykazuje u výnosnosti devizových aktiv velmi podobné charakteristiky jako u akciové výnosnosti. Pokud vzroste výnosnost devizového aktiva o procento, dá se očekávat nárůst technologického pokroku o 6,68 procent. Poukažme ovšem na příliš malou hodnotu DW statistiky.

Závěr

V této práci jsme se zabývali vztahem finančního sektoru a reálné ekonomiky s ohledem na technologické bubliny. Dopad změn technologického pokroku byl ověřený a) na vývoji indexu PX, b) na vývoji kurzu CZK/EUR. Do problematiky jsme zasadili existenci rizikové premie na trzích, ale také dopady technologických šoků, které podle našeho názoru znamenají

vznik frikci na trzích. Tyto šoky nutně musí být akcentovány v soudobé teorii měnového kurzu i v teorii výnosnosti finančních aktiv.

Technologické šoky dopadají na celou globální ekonomiku rovnoměrně. Dá se očekávat, že pokles i růst cen aktiv v kontextu technologické bubliny bude v ČR a v západních ekonomikách silně korelovaný. Zdůrazňeme, že je nutné rozlišovat mezi ekonomickou recesí a konjunkturou (šoky nemají symetrické dopady). Technologické bubliny ovlivňují ceny aktiv v horizontu do čtyř let negativně v případě staré masové ekonomiky a pozitivně u nové vysoce výnosné ekonomiky s úspěšnými technologiemi.

Z empirické analýzy je nutno vyzdvihnout následující. Nepodařilo se prokázat korelaci mezi technologickým pokrokem a výnosností devizových aktiv ani akciových aktiv. Předchozí poznatek je vysvětlitelný vysokou frekvencí dat, které jsou v teorii i praxi časových řad obvyklé. Nicméně regresní rovnici $vPX=c(1)+c(2)*vSoll(-12)$ je možno přijmout. Výnosnost akciových aktiv v ČR v období od roku 1995 do roku 2015 je ovlivněna technologickým pokrokem (Sollowovy residua). Konkrétně pokud vzroste technologický pokrok o 1 procento, vzroste výnosnost akcií v ČR za tři roky o 0,008 procent (koeficient $C(2)$, koeficient $c(1)$ nulový).

U akciové výnosnosti jsme došli k závěru, že zmíněný dopad je zpožděný o tři roky, což je v rozporu s teoretickými závěry, které předpokládaly roky čtyři. Pokud chceme ve zmíněné regresní závislosti vysvětlit výnosnost devizových aktiv v ČR, obhajujeme identický typ regresní rovnice, nicméně dopad není zpožděný, ale je okamžitý ve výši 0,012 procent. Pokud vzroste technologický pokrok o procento, dojde k růstu výnosnosti devizových aktiv v ČR o 0,012 procent. Ostatní analyzované alternativy byly zamítnuty na základě neuspokojivé hodnoty DW statistiky.

Literatura:

- [1] Barlevy, G. (2007). Economic theory and asset bubbles. *Economic Perspectives*, 31(3).
- [2] Brunnermeier, M. K. (2001). *Asset pricing under asymmetric information: Bubbles, crashes, technical analysis, and herding*. Oxford University Press on Demand.
- [3] Cochrane, J. H. (2009). *Asset Pricing:(Revised Edition)*. Princeton: Princeton university press.
- [4] Cuthbertson, K., Nitzsche, D. (2005). *Quantitative financial economics: stocks, bonds and foreign exchange*. New York: John Wiley & Sons.
- [5] Fama, E. F. (1976). Forward Rates as Predictors of Future Spot Rates. *Journal of Financial Economics*, 3(4), 361–377.
- [6] Hirano, T., Yanagawa, N. (2013). Asset bubbles, endogenous growth, and financial frictions. *Endogenous Growth, and Financial Frictions (November 1, 2013)*.
- [7] Hunter, W. C. (2005). *Asset price bubbles: The implications for monetary, regulatory, and international policies*. MIT press.
- [8] Iraola, M. A., Santos, M. S. (2016). Speculative bubbles. In *Banking Crises* (pp. 316-320). Palgrave Macmillan UK.
- [9] Kunieda, T., Shibata, A. (2016). Asset bubbles, economic growth, and a self-fulfilling financial crisis. *Journal of Monetary Economics*, 82, 70-84.
- [10] Makovský, P. (2014). *Informační efektivnost devizového trhu [CD]*. 1. vyd. Slaný : Libuše Macáková, Melandrium, 2014. 147 s. ISBN 978-80-86175-91-1.

- [11] Makovský, P. (2016). Market Efficiency Hypothesis in the Time Series of CZK/EUR. In Jedlicka, P. (ed.): *Hradec Economic Days*. Hradec Králové, Gaudeamus, the University of Hradec Králové, s. 577-583, 2016.
- [12] McCombie, J. S. (2000). The Solow residual, technical change, and aggregate production functions. *Journal of Post Keynesian Economics*, 23(2), 267-297.
- [13] Pastor, L., Veronesi, P. (2009a). Technological revolutions and stock prices. *The American Economic Review*, 99(4), 1451-1483.
- [14] Pastor, L., Veronesi, P. (2009b). Learning in financial markets. *National Bureau of Economic Research*, 2009. No. w14646.
- [15] Pošta, V. (2012). Estimation of the Time-Varying Risk Premium in the Czech Foreign Exchange Market. *Prague Economic Papers*, 21 (1), 3-17.
- [16] Shreve, S. E. (2004). *Stochastic calculus for finance II: Continuous-time models*. New York: Springer Science & Business Media.
- [17] Wickens, M. (2012). *Macroeconomic Theory: A dynamic general equilibrium approach*. Princeton: Princeton University Press.