

Modelování efektů předvídatelné měnové zásoby Bitcoinu

Modelling the Effects of a Predictable Money Supply of Bitcoin

Jakub Jedlinský*, Ingeborg Němcová*

Abstrakt

Článek pomocí simulace provedené v programu Minsky zkoumá efekty předdefinované a neměnné monetární politiky podle vzoru fungování kryptoměny Bitcoin a porovnává je s výsledky současného měnového systému kreditní fiat měny. Minsky je specializovaný software pro tvorbu SFC ekonomických modelů. Pracuje ve spojitém čase. Bitcoin je na rozdíl od eura aktivní měna, která není vytvářena účetně proti dluhu a neumožňuje fiduciární emisi. Studie zkoumá komplexně ekonomiku EU se zaměřením na její měnový systém, a to za použití dat poskytovaných Eurostatem. Následně mění pravidla systému tak, aby odpovídala pravidlům protokolu Bitcoinu. Provedené simulace ukazují po čase odlišné dopady těchto systémových nastavení na rozdělení bohatství mezi jednotlivé skupiny ekonomických agentů a na stabilitu ekonomiky jako celku.

Klíčová slova: Bitcoin, monetární systém, předvídatelná měnová zásoba, dynamické modelování, SFC modelování.

Abstract

The paper examines effects of a predefined and immutable money supply using a simulation performed in Minsky. It uses the cryptocurrency Bitcoin as an example and compares its settings and outcomes with Euro as a credit based fiat currency. Minsky is a specialized software for creating SFC economic models. It operates in continuous time. Unlike Euro, Bitcoin is a non-liability currency. It is not being issued against debt and it does not allow a fiduciary issue. The study examines the economy of the EU complexly, focusing on its monetary system, using Eurostat data. Then it changes the rules of the system so that they comply with the rules of Bitcoin's protocol. The performed simulations show different effects of these monetary settings on wealth distribution among particular groups of economic subjects as well as on the stability of the economy as a whole after some time has passed.

Keywords: Bitcoin, monetary system, predictable money supply, dynamic modelling, SFC modelling.

* Department of World Economy, Faculty of International Relations, University of Economics, Prague,

W. Churchill Sq. 1938/4, 130 67 Prague 3, Czech Republic

✉ xjedj08@vse.cz

1 Úvod

V poslední třetině 20. století prošel svět informační revolucí, která je svým významem a množstvím socio-ekonomických změn srovnávána se zemědělskou a průmyslovou revolucí. Po těchto historických převratech došlo k prudkému zvýšení ekonomického potenciálu. Sociální, politické a finanční změny ovšem následovaly až se zpožděním. Dnes se nacházíme v obdobném mezidobí. Stále častěji se hovoří dokonce o probíhající průmyslové revoluci 4.0, institucionální nastavení však nadále odpovídá první polovině 20. století. Totéž platí o institucionálním nastavení měny, o monetárním systému. Design evropského měnového systému v základních obrysech dosud vychází z Wernerovi zprávy z přelomu 60. a 70. let.¹ Článek tak zkoumá vysoce aktuální téma – roli nastavení peněz pro fungování ekonomiky.

Současná měna opustila vazbu na zlato a omezila se na fiduciární emisi, která dříve pouze vyrovnávala krátkodobé odchylky od rovnováhy mezi penězi a vytvářenými hodnotami. (Stockhammer, 2008) na začátku 70. let mohlo být racionální opustit kolabující bretton-woodský monetární systém. Ekonomiky potřebovaly měny, které se mohly flexibilně přizpůsobit potřebám trhu. Integrované zadlužení způsobené propojením emise nových peněz výhradně s úvěrem, resp. s rozšiřováním bankovní účetní bilance, bylo vzhledem k tehdejšímu relativně nízkému poměru dluhu k HDP zanedbatelné a snad i žádoucí. Dluhová brzda byla v době, jež byla spojena s nebezpečnou inflací, pojistkou proti nadměrné emisi peněz, přehrátky a plýtvání. Kompromis vzhledem k utlumení růstu se zdál jako rozumný. Jenže systémové zadlužení² dosáhlo hodnot, které způsobují zneklidnění politiků, ekonomů i laické veřejnosti. Vzhledem k tomu, že se úsporná opatření ukázala jako málo účinná nebo dokonce kontraproduktivní (Grauwe & Ji, 2013), tak někteří odborníci navrhuji návrat k restriktivnější měnové politice, fixněji pojaté peněžní zásobě. (Beneš & Kumhof, 2012), (Rickards, 2011) Mehrling hovoří o obecném dialektickém jevu střídání flexibility a stability peněžní zásoby. (Mehrling, 2015)

Cílem tohoto článku je posoudit očekávatelné dopady teoretického přechodu na monetární systém s předvídatelnou a relativně fixní peněžní zásobou. Vzorem nastavení takového systému může být na počátku 21. století protokol, jímž se řídí kryptoměna Bitcoin. Analýza se zaměří na multikriteriální vyhodnocení stability takového systému, tvorby kapitálu a životní úrovně, kterou dokáže zajistit obyvatelům. Zpracovávaná data jsou výstupem simulace z modelu fungování peněžních toků v ekonomice EU. Tento model byl sestaven na základě metodiky Stevea Keena (Keen, 2016b) v programu Minsky. Počáteční hodnoty proměnných a hodnoty parametrů vychází z databáze Eurostatu³. Výsledky analýzy systému Bitcoinu budou porovnány s výsledky pro kreditní fiat měnu.

¹ Právnímu nastavení systému eura se věnuje (Jedlinský, 2015).

² Zadlužení spojené pouze s úvěrovou emisí peněz tvoří v EU 88 % všech dluhů. Pouze 12 % dluhů vzniklo tak, že si někdo půjčil již existující peníze (loanable funds). Tato čísla byla dopočtena pro potřeby modelu v kapitole 3 z dat Eurostatu o výši zadlužení, množství depozit a peněžních tocích ze třetích zemí.

³ Viz <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.

2 Rešerše a výzkumné metody⁴

2.1 Měnové systémy

Jako měna je zde označována jednotlivá soustava peněz odlišitelná od jiné a využívající jinou jednotku (např. euro nebo USD). EU, která byla zvolena jako zkoumaná ekonomika, využívá nejen jednotnou měnu euro, ale rovněž několik národních měn států stojících dosud mimo Eurozónu. Kromě toho se v EU používá množství lokálních měn, virtuálních měn a také kryptoměna. Všechny národní měny jsou pro potřeby analýzy měnového systému současného eura považovány za euro, což je možné, neboť se jedná o měny stejného typu, zde označované jako kreditní fiat. Existence alternativních měn je ignorována, stejně tak je ignorováno případné používání USD či jiných zahraničních měn. Rovněž při analýze systému postaveného na principu Bitcoinu je předpokládána existence pouze této měny a paralelní měny jsou ignorovány nebo považovány rovněž za Bitcoin.

2.1.1 Měnový systém současného eura

Podstatu kreditní fiat měny a na ní stojícího finančního systému vystihuje definice Elona Muska⁵: „Celý monetární systém je jenom série navzájem propojených heterogenních databází“. Podobně na problematiku nahlíží Mehrling: „Podstatou bankovníctví je výměna směnek.“⁶ (Mehrling, 2015, str. 72) Finanční systém je soustava účetních rozvah, které jsou navzájem uznávány. Jednotky peněz v těchto rozvahách (databázích) mohou nebo nemusí emitovat různé subjekty.

Zásadním znakem kreditní fiat měny je, že fiduciární úvěrová emise prakticky splývá s hotovými penězi zaštitěnými státem. Používání hotovosti (a tradičních šeků) ve světě navíc rychle ztrácí na významu (WEF, 2015) To potvrzuje i ECB: „Během času začal být monopol (na tvorbu peněz) sdílen s komerčními bankami, když začaly být vklady a jejich transfer prostřednictvím šeků a platebních příkazů všeobecně přijímány. Bankovky a peníze komerčních bank se staly plně zaměnitelnými.“^{7, 8} (ECB, 2000) Roli komerční emise bankovních peněz vysvětluje také např. zpráva Bank of England (McLeay et al., 2014), Krejčí (1998), Mayer (2014), Revenda (2014), Mehrling (2010), Keen (2011), (2016a) a jiní.

Lze dokonce říci, že měnový agregát M0, tedy rezervy a hotovost, peníze emitované centrální bankou, jsou odvozeninou komerční úvěrové emise. To je v protikladu k obvyklé představě,

⁴ Část této kapitoly byla již přijata k publikování pod názvem „Alternativní měnová řešení jako inspirace pro nastavení společné evropské měny“ v časopise *Scientia et Societas* č. 2/2017.

⁵ Elon Musk je stále populárnější vynálezce a podnikatel podepsaný nejenom pod firmou Tesla vyrábějící elektrické vozy, ale také pod kosmickou firmou SpaceX nebo platebním systémem PayPal. Jeho věhlas mu zajistil dokonce účinkování v nesmrtelném seriálu Simpsonovi, kde pronesl právě citované stanovisko. (Nastuk, 2015)

⁶ Volný překlad z: „The essence of banking is a swap of IOUs“

⁷ Originální znění: „Over time, this monopoly came to be shared with commercial banks, when deposits and their transfer via checks and giros became widely accepted. Banknotes and commercial bank money became fully interchangeable“

⁸ Přesto pokud ECB na svých oficiálních stránkách (ECB, 2015) mluví o euru, myslí tím výhradně hotovost. Tím si protirečí a laickou veřejnost částečně uvádí v omyl. Skutečný právní rozdíl mezi hotovostí a elektronickými penězi je v tom, že (zatím) nejsou elektronické peníze zákonným platidlem v tom smyslu, že by bylo nezákonné je neakceptovat jako úhradu platby. V praxi dosud někteří obchodníci, zejména stánkaři, nepoužívají platební terminály.

že komerční banky multiplikují měnovou bázi, která je prvotní. Podle endogenní teorie peněz⁹ komerční banky reagují rozšiřováním své účetní rozvahy (čili zvyšováním M1 zahrnujícím kromě hotovosti držené nebankovními subjekty také depozita čili pasiva komerčních bank) na poptávku po penězích. Možnost jejich odmítnutí poskytování úvěrů je prakticky omezena konkurenčním prostředím. Musejí sice dostát zákonnému požadavku povinných minimálních rezerv, ale nikoli ihned. Zákony jim k tomu poskytují určitou lhůtu (např. 14 dní), takže rezervy, je-li to potřeba, obstarávají až zpětně. A centrální banka, která je zodpovědná za stabilitu finančního systému, poskytnutí dodatečných rezerv nikdy neodepře, protože by krach komerční banky spustil lavinový efekt. Banky jsou tzv. 2big2fail, příliš velké, než aby selhaly. Tím pádem se nabídka peněz přizpůsobuje poptávce a není vnějším faktorem závislým např. na volné úvaze centrálních bankéřů. Monetární politika centrální banky může skutečnou peněžní zásobu snad ovlivňovat, ale rozhodně není její výše ponechána na její libovůli. O tom, že rezervami pokrývá banka depozita až zpětně, píše krom Mehrlinga (Mehrling, 2010) také třeba Holmes a Tobin (Holmes & Tobin, 1969, stránky 65-77). Kydland a Prescott ekonometricky dovozují, že i agregát M0 je endogenní (Prescott & Kydland, 1992, stránky 514-529).

V případě kreditní fiat měny je emise téměř výhradně doprovázena vznikem nového dluhu¹⁰. Mayer hovoří o tzv. pasivní měně (Mayer, 2014). Měna se řídí podvojným účetnictvím, které neumožňuje vytvořit hodnotu proti ničemu. Růstu aktiv musí odpovídat růst pasiv. Expanze účetní rozvahy je spolutvořena růstem závazků. S růstem peněžní zásoby tedy roste celkové nominální zadlužení. Dlužníkem je buď příjemce úvěru, nebo sama banka, pokud z nově emitovaných peněz kupuje např. dluhopis nebo budovu, jak popisuje Sigurjonsson: „Povšimněte si, že banka může vytvořit peníze také tím způsobem, že koupí aktivum jako například vládní dluhopis, majetek nebo budovu. Stejně jako v případě půjčky je získaný majetek zaznamenán jako aktivum v rozvaze banky a proti tomu banka zvýší prodejcův vklad o stejnou částku, což se zaznamená jako pasivum.“¹¹ (Sigurjonsson, 2015, str. 22) Jelikož jsou peníze v kreditní měně emitované proti dluhu, pak spolu se splácením takového dluhu (úvěru, dluhopisu atp.) mizí, jsou účetně likvidovány a dochází ke smrštění účetní rozvahy banky. Jednotlivé jednotky peněz jsou tak dočasné.

Model v kapitole 3 hotovost ignoruje, jako peněžní zásobu vnímá depozita, pasiva agregovaného finančního sektoru. Centrální banka rovněž v modelu vystupuje na základě výše uvedeného chápání systému kreditní fiat měny pouze jako součást finančního sektoru. Emise rezerv, včetně hotovosti, totiž nezvyšuje peněžní zásobu. Promítne se nárůstem aktiv komerčních bank. Za peněžní zásobu se ovšem považují pouze depozita (pasiva) komerčních bank a hotovost držená nebankovními subjekty. Pokud ale nebankovní subjekt vybírá

⁹ Tato teorie je ve své moderní formě spojena zejména s postkeynesiánskou ekonomickou školou, především s osobou Basila Moora (Moore, 1998). Objevuje se však již v 19. století v rámci teorie anglické tzv. bankovní školy (Screpanti & Zamagni, 2005, str. 126).

¹⁰ Krejčí (Krejčí, 1998) argumentuje, že nové peníze lze vytvořit nedluhovou cestou, když centrální banka provádí operace na volném trhu. To je z hlediska jedné ekonomiky pravda, v globálním kontextu je ale z oběhu stažena jiná měna, která už většinou sama byla emitována proti účetnímu vytvoření dluhu. V některých státech lze rovněž razit mince proti zisku, jejich podíl na nabídce peněz je však marginální.

¹¹ Originální znění: „Note that a bank can also create money in this way when they buy assets, such as government bonds, property or buildings. Just as with a loan, the acquired property is recorded as an asset on the bank's balance sheet and the bank increases the seller's deposit with the equivalent value, recorded as a liability of the bank.“

hotovost, tak zároveň klesá jeho vkladový účet a peněžní zásoba se nemění. Hotovost je pouze transformace peněz, které vznikly jako úvěr.

2.1.2 Měnový systém Bitcoinu

ECB definuje Bitcoin jako „virtuální měnové schéma založené na peer-to-peer síti. Nemá centrální autoritu schopnou kontrolovat nabídku peněz, ani centrální clearingové středisko, ani finanční instituce, které by byly zapojené v transakcích, protože samotní uživatelé vykonávají všechny tyto úkoly.“¹² (ECB, 2012, str. 7) Podobně vyznívá i zpráva Bank of England, podle níž kvůli blockchainu¹³ nebude potřeba centrálního správce: „Distribuovaná veřejná kniha (blockchain) je originální technologická inovace, která dokazuje, že digitální záznam může být vedený bez centrální autority“¹⁴ (Ali, Barrdear, & Clews, 2014, str. 11). Evropská bankovní agentura (EBA) definuje virtuální měny (včetně Bitcoinu) jako „digitální reprezentaci hodnoty, která není emitována ani centrální bankou, ani veřejnou autoritou, ani není nutně napojena na fiat měnu, nýbrž je užívána fyzickými a právníckými osobami jako prostředek směny a může být převáděna, skladována a obchodována v elektronické formě. Lze si představit, že centrální banka nebo veřejná autorita zaštití schéma virtuální měny. V takovém případě by ale šlo namítnout, že už se nejedná o virtuální měnu, ale fiat měnu.“¹⁵ (EBA, 2014, str. 11) Světové hospodářské fórum (WEF) definuje kryptoměny jako „decentralizované sítě využívající společnou sadu protokolů, které rozdělují úkol mezi množství individuálních uzlů, spíše než aby je vykonávalo nějaké centrum“ a konkrétněji jako „decentralizované platební systému umožňující uživatelům převádět mezi sebou hodnotu, typicky v procesu zajištěném šifrováním.“¹⁶ (WEF, 2015, str. 46) Fungování i ekonomickým přesahům Bitcoinu se kromě institucionálních subjektů věnuje již i odborná literatura, např. Antonopoulos (Antonopoulos, 2014), Franco (Franco, 2014), Swan (Swan, 2015) nebo v češtině Stroukal a Skalický (Stroukal & Skalický, 2016).

Podstatou Bitcoinu je počítačový protokol, což vede ke značné rigiditě ohledně možností změn jeho fungování. O tom svědčí i probíhající spor bitcoinové komunity ve věci tzv. velikosti bloku¹⁷. Bitcoinový protokol je open-source (otevřený, volně kopírovatelný kód),

¹² Originální znění: „a virtual currency scheme based on a peer-to-peer network. It does not have a central authority in charge of money supply, nor a central clearing house, nor are financial institutions involved in the transactions, since users perform all these tasks themselves.“

¹³ Blockchain je decentralizovaně spravovaný záznam veškerých transakcí, transparentní účetní kniha.

¹⁴ Originální znění: „The distributed ledger is a genuine technological innovation which demonstrates that digital records can be held securely without any central authority.“

¹⁵ Originální znění: „VCs are defined as a digital representation of value that is neither issued by a central bank or public authority nor necessarily attached to a FC, but is used by natural or legal persons as a means of exchange and can be transferred, stored or traded electronically. It is theoretically conceivable that a central bank or public authority might back a particular VC scheme. However, it can be reasonably argued that, in this case, the currency is no longer a virtual but a fiat currency.“

¹⁶ Originální znění: „Decentralised networks utilise a common set of protocols to allocate tasks across many individual nodes rather than via a central point ... Decentralised payment systems allow users to transmit value between users, typically secured by a set of cryptographic processes.“

¹⁷ Blok představuje nejnovější článek distribuované účetní knihy, blockchainu, a obsahuje především záznam o posledních transakcích. V současnosti lze do jednoho bloku vtěsnat pouze omezené množství dat, v praxi pak bitcoinová síť neumožňuje

kdokoli tak může přijít s vlastní verzí a nabídnout ji k užívání ostatním. Hlasování probíhá „nohama“, v tom smyslu, že je na každém jedinci, jakou verzi softwaru bude používat. Jednotlivé verze nemusí být navzájem kompatibilní, takže existuje možnost, že se Bitcoin rozdělí na dvě nezávislé měny.

Bitcoin postrádá monetární autoritu, neumožňuje diskreční rozhodování o tvorbě peněz. Nabídka peněz je pevně daná matematickými pravidly zanesenými do protokolu. Podle logiky předchozí podkapitoly je ovšem skutečná možnost ovlivnění peněžní zásoby autoritou, centrální bankou, omezená až diskutabilní. Zásadní rozdíl mezi oběma systémy tedy nespočívá v absenci centrálního emitenta, ale ve způsobu emise. Bitcoinů jsou čistě aktivní měna. Jelikož neexistuje vydavatel peněz, tak tyto peníze nemohou představovat pohledávku za vydavatelem.¹⁸ To znamená dvě věci. Za prvé, půjčky nejsou spojeny s vytvořením nových peněz, lze půjčit pouze již existující peníze (princip *loanable funds*). Za druhé, emise peněz nezvyšuje zadlužení, účetně představuje zisk prvního držitele.

Bitcoin je měna čistě digitální, nemá hotovost. Nosičem jsou digitální e-peněženky určující stav konta. Obsahem peněženky je soukromý klíč, který umožňuje tomu, kdo ho zná, disponovat s určitým obnosem vedeným v tzv. *blockchainu*. *Blockchain* je decentralizovaná účetní kniha (*public ledger*) obsahující záznam o všech transakcích. Stav *blockchainu* se aktualizuje zhruba každých 10 minut. Tak dlouho trvá v této síti „vytěžit“ nový blok. Blok v sobě zahrnuje všechny transakce, ke kterým v uplynulém časovém období došlo. Zároveň každý blok obsahuje několik zcela nových bitcoinů (viz dále).

Přenosovou soustavou je zmíněný *blockchain*. *Blockchain* je decentralizovaná síť udržovaná tzv. „těžaři“. Těžaři jsou pro ten účel vyhrazené počítače, které mají staženou společnou kopii *blockchainu*¹⁹ a provádí ověřování správnosti transakcí a hledání haše bloku splňujícího definovaná pravidla, což umožňuje vyřešit problémy, se kterými se setkávaly dřívější pokusy o internetové měny, jako je například tzv. problém dvojího utracení stejných peněz. Za odměnu mají majitelé těžařů šanci získat přístup k nově objeveným (vytěženým) bitcoinům a to každých 10 minut. Šance roste se silou výpočetní kapacity, kterou těžař síti poskytuje (tzv. princip „*proof-of-work*“). *Blockchain* dopočítává aktuální výše dostupných prostředků na jednotlivých e-peněženkách z informací o tom, na jaké peněžence konkrétní peněžní jednotky vznikly a jaké následovaly transakce na ni a z ní v dalších blocích.

Jelikož jsou veškeré transakce obsaženy v transparentním *blockchainu*, tak je složitější některé transakce zamlčet a vyhýbat se tak platbě daní. Na druhou stranu jsou současné bitcoinové účty/peněženky pseudonymní, tzn. že jejich vlastník nemusí udávat své skutečné jméno. To lze ze strany státu vyřešit poskytováním právní ochrany pouze jednáním spojeným s transakcemi odeslanými z certifikovaných účtů. Kromě toho byla pro kryptoměny vynalezena technologie tzv. *smart-contractů*, která umožňuje podmiňovat uskutečnění transakce splněním určitých kritérií nebo na tyto transakce navázat automatické vykonání jiné transakce. Např. platba DPH tak může být automaticky provedena současně s platbou za

vypořádat více transakcí než 7 za vteřinu. Část uživatelů se kloní k tomu, aby bylo pravidlo upraveno, pro prosazení takové změny by však musela souhlasit velká většina všech uživatelů.

¹⁸ Bitcoin proto není „elektronickými penězi“, neboť Směrnice o přístupu k činnosti institucí elektronických peněz (2009/110/EC) definuje elektronické peníze jako elektronicky, a to i magneticky, uchovávanou peněžní hodnotu vyjádřenou pohledávkou za vydavatelem, vydanou proti přijetí peněžních prostředků za účelem provádění platebních transakcí (...).

¹⁹ Nebo poskytují svou výpočetní kapacitu jinému počítači, tzv. *full node*, který má staženu kopii celého *blockchainu*. Pro potřeby této práce jsou pojmy těžař a *full-node* sloučeny do jednoho.

zboží či službu. To by řešilo i problém, že provedení platby v Bitcoinu nelze dost dobře vynutit, pokud se majitel soukromého klíče odmítne podříditi správnímu či soudnímu rozhodnutí.²⁰ Komparativní analýza v kapitole 3 předpokládá totožnou efektivitu výběru daní ve fiat měně i v kryptoměně.

Jedinou institucí v síti Bitcoinu jsou právě těžaři, kteří rozhodují o tom, která transakce bude nebo nebude zahrnuta do bloku (jedná se o ochranu sítě proti spamu). Jistou morální autoritou disponují také například velké směnárný nebo někteří vývojáři, ale přímé pravomoci nemají. Vnější regulace samotného fungování Bitcoinu je technicky nemožná, omezuje se tedy na regulování kontaktu kryptoměny s fiat měnou – regulovány jsou např. směnárný, které již v mnoha zemích podléhají pravidlům AML, KYC apod.

Bitcoin podobně jako fiat měny nemá žádný kolaterál, žádné podkladové aktivum, ke kterému by mohl být konvertovaný podle pevně určené parity. Vzniká procesem, který byl v předchozích odstavcích popsán jako těžba. Jednotky bitcoinu nikdy nezanikají, ačkoli se může stát, že jejich majitel zapomene svůj soukromý klíč a částky na dotčených peněženkách prakticky trvale zmizí z oběhu.

Bitcoin, a zejména inovativní technologie blockchainu, získávají v posledních měsících až letech značnou pozornost obchodníků, finančních institucí, ale i vlád států. Cena Bitcoinu z dlouhodobého hlediska prudce roste, čímž nechává za sebou nejenom státní měny, ale také akcie či prakticky jakákoli jiná investiční aktiva. (Kelly, 2017), (Coinmarketcap, 2017) Ještě dynamičtější posilování kurzů zaznamenávají některé další kryptoměny, tzv. altcoiny. (Suberg, 2017) Do start-upů v oblasti Bitcoinu bylo v letech 2014 a 15 investováno 817 milionů USD²¹. (CoinDesk, 2015) Zájem o možnost implementace blockchainu pro potřeby státní správy projevily veřejné instituce např. USA (Chavez-Dreyfuss, 2015a), UK (HM Treasury, 2015) Austrálie (Senate Standing Committees on Economics, 2015) nebo Ukrajiny (Fillner, 2015). Studii využitelnosti blockchainové technologie centrálními bankami si nechala vypracovat jihoafrická FirstRand Bank. (Foundery, 2016) Využití blockchainu zvažuje i ECB v partnerství s japonskou centrální bankou. (Higgins, 2016)

Některé státy a významné instituce už technologii dokonce implementují v konkrétních projektech. Ostrov Man (závislé území UK) připravil obchodní rejstřík pro BTC firmy na blockchainu. (Marckx, 2015) Honduras využil stejnou technologii pro katastr nemovitostí. (Chavez-Dreyfuss, 2015b) Stejné využití testuje i Gruzie. (Shin, 2017) Největší technologická burza Nasdaq využívá blockchain pro obchod s akciemi před IPO. (Bloomberg, 2015).

2.2 Výzkumná metoda

Metoda zkoumání a porovnání obou měnových systémů spočívá v analýze dat získaných ze simulačních modelů. Oba modely jsou shodné ve vstupních datech i designu provázaností. Odlišují se pouze tam, kde se principiálně liší oba systémy – ve změně peněžní zásoby, v zahrnutí sektoru emitentů (těžařů) v případě Bitcoinu, v určování úrokových měr a částečně

²⁰ Obdobná problém je třeba řešit nejen ve věci dané, ale rovněž půjček, resp. vymahatelnosti jejich splácení.

Zprostředkování peer-to-peer půjček v kryptoměně nabízí např. burza Poloniex nebo specializované služby jako BTCjam či Loanbase. (CoinStaker, 2017)

²¹ Přitom tržní kapitalizace samotné kryptoměny činí 23. března 2016 16,879 miliardy USD, viz stránka <http://coinmarketcap.com/>.

ve funkcích čistých exportů. Tyto dynamické modely²² jsou vytvořeny v programu Minsky²³, což je specializovaný software pro SFC modelování ekonomiky vytvořený australskými vědci Stevem Keenem a Russellem Standishem. Minsky pracuje se speciální metodou Godleyho tabulek²⁴, které podřizují ekonomický model existujícím účetním pravidlům, díky čemuž se lze vyvarovat postupů, které by byly ve skutečném světě nemožné. Minsky jasně rozlišuje mezi stavovými a tokovými proměnnými, díky čemuž se vyhýbá problémům spojeným se záměnou těchto dvou konceptů²⁵ a řeší problém úsekovosti, který je charakteristický pro dynamické modely v diskrétním čase (neoklasické DSGE modely, ale i většina post-keynesiánských dynamických modelů). V Minsky ubíhá čas plynule a na rozdíl od DSGE modelů se nepředpokládá ekvilibrium (resp. nepředpokládá se jeho stabilita). Modely v nutně kontinuálním čase naráží naopak na problém nemožnosti „podívat se do minulosti“ a častou rekurzi²⁶. Velice špatně se v něm pak modelují např. Keynesovi „animal spirits“, které vysvětlují investiční a spotřební chování. Modely představují novou metodu, jak tento problém překonat.

Modely vychází z ekonomické teorie. Základem je post-keynesiánská představa o produkčním systému doplněná neoklasickou optimalizací kdekoli tam, kde je to možné. V dynamických modelech běžně užívaná Marxova (popřípadě Leontiefova) produkční funkce je nahrazena standardní Cobb-Douglasovou produkční funkcí. Ta nepředpokládá fixní poměr zapojených výrobních faktorů a zanechává ekonomickým agentům větší prostor pro rozhodování. Zároveň umožňuje studovat představu, že poměr mezi prací a kapitálem vykazuje čím dál méně znaky komplementu, a naopak čím dál více znaky substitutu (nahrazování lidské práce stroji). Kdekoli je to možné (a je to možné takřka všude), tak model definují nezpochybnitelné účetní identity odpovídající metodice Eurostatu. Vstupní data zároveň vycházejí přímo z databáze Eurostatu, nebo jsou dle ní dopočítány²⁷. Veškerá tato data, jakož i matematický zápis všech rovnic, jsou uvedeny v elektronické příloze, která je kompatibilní s MatLabem-Simulinkem. Arbitrárně nastavených vztahů je minimum a jedná se o proměnné jako rychlost přizpůsobení a podobně, kde data prostě neexistují.

Model pro kreditní fiat měnu komplexně představuje zjednodušenou ekonomiku, pracuje se 6 sektory (domácnosti, spotřební firmy, kapitálové firmy, finanční sektor, vláda a zahraničí)²⁸. Zaměřuje se na roli peněz, všechny finanční toky se projevují v pomyslné agregované rozvaze finančního sektoru. Přes snahu o úspornost obsahuje více než 100 rovnic. Přes snahu o co nejobektivnější a nekontroverzní nadefinování vztahů zůstávají některá řešení otevřena diskuzi. Díky tomu, že je soubor s modelem spustitelný ve volně stažitelném softwaru Minsky²⁹, tak ho může kdokoli snadno modifikovat a okamžitě sledovat na projekci změny.

²² Nejedná se o neoklasické DSGE model. Tyto modely jsou kritizovány např. v (Syll, 2016).

²³ Konkrétně ve verzi 1.52. Program je pojmenovaný po americkém ekonomovi Hymanu Minskym, který se věnoval problematice nestability finančních trhů a ekonomiky jako celku.

²⁴ Tabulky jsou pojmenované po Wynneu Godleym, britském ekonomovi, který prosazoval využívání sledování účetních rozvah při analýze ekonomiky.

²⁵ Viz (Caiani, Godin, & Lucarelli, 2012).

²⁶ To znamená definování tokové veličiny sama sebou nebo dosažení matematického limitu diferenciální rovnice 4. řádu.

²⁷ Data odpovídají ideálně údajům za EU28 v roce 2015 nebo 2014. Výjimečně bylo nutné sečíst data národních států a případně dopočítat chybějící státy podle relativního HDP, nebo použít rok 2013. (Eurostat, 2016)

²⁸ Model pro Bitcoin přidává sektor těžbařů.

²⁹ Dostupné na tomto odkazu: <https://sourceforge.net/projects/minsky>.

Každý se tedy může pokusit model vylepšit nebo přizpůsobit vlastní představě o realitě. Výstup je rovněž dostupný ve formátu tex.

Modely lze využít pro následné testování řady monetárních (ale i fiskálních) návrhů. Lze je aplikovat na minulé události a pokusit se tak ověřit jeho nastavení. Přesto však, že jsou navrženy modely komplexně pojaté, tak není jejich ambicí beze zbytku vystihnout celou hospodářskou realitu, natož snad předpovídat budoucnost. Ekonomie je stále sociální věda, lidé se rozhodují autonomně a pod vlivem kontextu, který je obtížně modelovatelný. Úroveň abstrakce (a tedy i možného odchýlení od reality) podléhá potřebám cíle modelů. Podle systémového vědce Davida Feldmana je každý model karikaturou reality, má za cíl vyzdvihnout nejpatrnější prvky zkoumaného problému. Nelze říci, jak vypadá ideální model popisující ekonomiku, stejně jako nelze říci, jak vypadá ideální model lidského těla. Pro studenty chirurgie je dobrým modelem lidského těla tělo prasečí, jelikož má překvapivě podobnou skladbu vnitřních orgánů. Pro módního návrháře je naopak vhodným modelem plastový manekýn. Vhodnost modelu se tedy nevztahuje pouze k objektu zkoumání, ale i k cíli zkoumání. (Feldman, 2016) Cílem modelů v tomto článku je poukázat na provázanost jednotlivých proměnných, jednotlivých ekonomických jevů a zejména pak na ústřední roli peněz. Změnou typu měny, tedy především pravidel vzniku a zániku peněz, lze velmi výrazně změnit parametry celé ekonomiky a ovlivnit její stabilitu a výkonnost, což modely ukazují. Množství veličin, které jsou modelovány jako endogenní, je zvoleno tak, aby nezanikaly provázanosti, které autoři považují za klíčové. Přidání dalších provázaností a zpětných vazeb (např. hlubší studie finančního trhu) by už neúměrně snižovalo srozumitelnost, a dokonce by i přetěžovalo výpočetní kapacitu hardwaru.

Efektivita obou měn, ve smyslu jejich vhodnosti pro použití v reálné ekonomice EU, je porovnávána především podle třech kritérií. Množství fixního kapitálu, schopnosti modelované ekonomiky přinášet vyšší životní úroveň domácnostem a stabilitou. Životní úroveň je v modelech definována jako míra individuální i veřejné reálné spotřeby a individuálního i veřejného vlastnictví rodinných domů určité kvality (domy je modelovány jako proxy pro jakékoli trvanlivé statky) v přepočtení na počet obyvatel. To je ovlivněno jednak celkovou tvorbou fixního kapitálu (výší investic) a zaměstnaností, jednak produkční mezerou, která je důsledkem nedostatečné agregátní poptávky. Stabilita je zkoumána jednak mezisektorově, jednak vnitrosektorově. Ke krizi dochází v důsledku celkové insolvence některého ze sektorů, hrozbou ale může být i rozevírání nůžek uvnitř sektorů. To model zachycuje prostřednictvím poměru mezi primárními příjmy (z výroby, resp. mezd) a pasivními kapitálovými příjmy z držení finančních nebo nefinančních aktiv (domů); v případě Bitcoinu i z těžby. Modely nejsou agent-based, zkoumají sektory jako celek, nevnímají jednotlivé firmy nebo domácnosti. Posledním podstatným ukazatelem nestability je finanční páka ve smyslu poměru příjmů (toky peněz) vůči zadlužení (stavová veličina).

3 Řešení a výsledky

3.1 Kreditní fiat měna

Jádrem modelu sloužícího k simulaci toků peněz v systému eura jako kreditní fiat měny je Godleyho tabulka monitorující veškeré peněžní toky mezi jednotlivými sektory. Tato tabulka automaticky převádí tokové veličiny na stavové, s nimiž model dále pracuje.

Cyklus modelu začíná produkčními funkcemi dvou výrobních sektorů, spotřebního a kapitálového. Do funkce vycházející z Cobb-Douglasovy funkce vstupují 2 výrobní faktory,

práce a kapitál, přičemž nejsou navzájem ve fixním poměru. Výrobní faktory půda a energie jsou implicitní a způsobují klesající mezní produkt.

Od vytvořené produkce se odvíjí mzdy v produkčních sektorech. Je modelován rovněž trh práce, na němž si jednotlivé sektory konkurují nabízenými mzdovými sazbami. Mzdy jsou hlavní složkou příjmů domácností, zvyšují jejich depozita. Spotřební funkce se vztahuje k depozitům, tedy celkovému bohatství sektoru. Ceny spotřebního zboží a kapitálu jsou determinovány nabídkou a poptávkou na trhu. Od nepoměru mezi touto nabídkou a poptávkou se odvíjí tvorba zásob a rovněž poptávka po dalších výrobních faktorech. Zde je použito několik optimalizačních funkcí. Nepoměr v modelu rovněž vyrovnává export, resp. import.

Úspory jsou v modelu domácnostmi částečně drženy v penězích, částečně v aktivech, jež reprezentují nemovitosti. Pro trh nemovitostí je sestrojena zvláštní Godleyho tabulka, kde místo peněžních částek figurují jednotky nemovitostí. Výhodnost investice do nemovitostí domácnosti porovnávají s investicí do finančních aktiv. Tato varianta, kterou lze v praxi chápat jako nákup akcií investičního fondu, je pro zjednodušení reprezentována nákupem dluhopisů finančního sektoru.

Finanční sektor kromě vytváření nových peněz cestou úvěrů zprostředkovává domácnostem vlastnictví výrobních sektorů, do jejichž akcií sám investuje. O tom, kam bude investovat, rozhoduje podobnou měrou výše dividend ve spotřebním či kapitálovém sektoru a úspěšnost těchto sektorů v poslední době z hlediska cash-flow. Výrobní sektory využívají přebytkovou likviditu k fúzím a akvizicím, při nichž je část plateb opět distribuována domácnostem, skutečným akcionářům firem. Zbytek zvyšuje ekvitu finančního sektoru, jedná se o zjednodušené zachycení financionalizace systému.

Velká pozornost je věnována problematice úvěrů a obhospodařování dluhů jednotlivých sektorů. Předlužení může vyústit v insolvenční, která vede k odepsání části dluhu, propadnutí nemovitostí a zpomalení produkční funkce, pokud je insolventním sektor spotřební nebo kapitálový.

Poslední složkou modelu je stát, který se podílí na výrobní funkci poskytováním kapitálu, je zaměstnavatelem a poptává spotřební zboží i kapitál. Kromě toho stát vybírá daně z různých činností, a naopak poskytuje transferové platby domácnostem, čímž zajišťuje přerozdělování.

Model v Minsky umožňuje definovat zkoumané ukazatele a během simulace graficky ilustrovat jejich vývoj. Kromě toho lze simulaci v libovolném momentu pozastavit a zjistit přesnou hodnotu těchto ukazatelů. Všechna data se rovněž logují, což usnadňuje práci s nimi. Pro potřeby posouzení dynamiky monetárního systému a jeho vlivu na reálnou ekonomiku byly v této práci identifikovány ukazatele a jejich hodnoty uvedené v Tabulce 1. Hodnoty jsou sledovány na začátku testu, tedy v současnosti³⁰, a následně po 1 roce, 10 letech, 20 letech a těsně před kolapsem systému, který v tomto případě nastává až po 261 letech.

Byly definovány hlavní zkoumané ukazatele úspěšnosti monetární ekonomiky, a sice množství kapitálu, životní úroveň a stabilita. Životní úroveň je měřena reálnou spotřebou, dostupností infrastruktury a kvalitou bydlení. Stabilita je zkoumána na třech rovinách. První je čas, který trvá, než systém zkolabuje. Druhou je rozdělení bohatství a zadlužení mezi sektory. Bohatství je definováno jako součet depozit a kapitálu v současné hodnotě (domů v případě domácností). Třetí je vnitrosektorová nestabilita měřená finanční pákou ve smyslu

³⁰ Vzhledem ke zpoždění při kolekci dat možná spíše loni nebo předloni.

oměru příjmů vůči zadlužení³¹. V případě domácností se navíc měří poměr mezi primárními příjmy (z mezd), kapitálovými příjmy z držení finančních nebo nefinančních aktiv (domů) a ze sociálních transferů. Tyto ukazatele rovněž zachycuje Tabulka 1³².

Ukazatel	T0	T+1	T+10	T+20	T+261
Množství kapitálu	32,515	30,955	29,025	25,914	407,915
Životní úroveň	30 490 €	29 990 €	30 708 €	34 243 €	4 876 490 €
Peníze domácností	9,68	8,20	7,15	9,87	9485,40
Domy domácností	1,00	1,15	1,34	1,68	1122,95
Cena kapitálu	1,00 €	0,70 €	0,66 €	0,69 €	0,99 €
Peníze spotřební sektor	2,43	4,88	14,12	24,74	38564,40
Kapitál spotřební sektor	23,66	22,22	19,44	18,38	81,86
Peníze kapitálový sektor	0,61	0,49	3,89	9,41	13331,00
Kapitál kapitálový sektor	4,08	3,87	4,48	2,72	12,75
Ekvita finanční sektor	7,66	8,34	18,44	30,68	52363,70
Peníze veřejný sektor	0,87	-0,18	-0,55	-0,72	-525,21
Kapitál veřejný sektor	4,78	4,87	5,10	4,81	313,31
Poměr aktiv sektorů (H,C,I,B,G)	20% 48% 9% 14% 10%	20% 46% 7% 19% 7%	13% 43% 11% 29% 4%	12% 40% 12% 33% 3%	9% 34% 12% 46% 0%
Dluh domácností	7,86	7,47	2,18	0,52	0,00
Dluh spotřebního sektoru	4,38	3,80	1,05	0,25	34052,00
Dluh kapitálového sektoru	1,09	1,29	0,81	2,95	13144,80
Dluhopisy finančního sektoru	0,52	0,50	0,43	0,46	421,95
Veřejný dluh	7,91	8,26	16,19	23,45	77498,00
Poměr zadlužení sektorů (H,C,I,B,G)	36% 20% 5% 2% 36%	35% 18% 6% 2% 39%	11% 5% 4% 2% 78%	2% 1% 11% 2% 85%	0% 27% 11% 0% 62%
Příjmy domácností	10,08	9,51	9,29	12,00	11526,55
Spotřeba	11,05	10,48	11,97	14,39	13291,70
Investice	0,45	1,39	1,24	1,25	147,26
Úroky, Finanční služby, Dividendy	3,80	3,77	4,01	4,82	7207,57
Daně	6,48	6,03	6,24	7,87	7055,36
Finanční páka	0,8 0,4 2,4 0,1 1,2	0,8 0,4 0,9 0,1 1,4	0,2 0,1 0,7 0,1 2,6	0 0 2,4 0,1 3	0 2,6 89 0,1 11
Mzdy	6,95	6,45	6,58	8,43	8161,99
Příjmy z úroků	0,03	0,03	0,02	0,02	21,10
Příjmy z akvizic	0,02	0,07	0,12	0,14	118,50
Nájemné	0,93	0,79	0,69	0,95	911,57
Sociální transfery	2,16	2,18	1,88	2,46	2313,39
Rozdělení příjmů domácností (mzdy/pasivní příjem/ transfery)	69% 8% 21%	68% 8% 23%	71% 12% 20%	70% 9% 21%	71% 1% 20%

Tab. 1. Výsledky ekonomiky EU používající kreditní fiat měnu. Hodnoty neoznačené € jsou v bilionech euro. Zdroj: Autoři.

Zde je třeba zopakovat, že model s agregovanými sektory neslouží k předpovídání budoucnosti³³, ale k demonstrování dynamiky monetárního systému a jejímu porovnání s alternativními systémy, zde s Bitcoinem. Výpočet hodnot po 1 roce tedy neslouží k empirickému posouzení platnosti modelu. Stejně tak střednědobé výpočty pro T+10 nebo T+20 nemají za cíl predikovat stav ekonomiky EU. I pokud by byly výchozí podmínky a vztahy definovány s maximální přesností, tak možnosti predikce narážejí na dva zásadní problémy. Za prvé, ekonomie je sociální věda, pravidla fungování ekonomiky i vzorce chování ekonomických agentů se vyvíjejí. Za druhé, ekonomika je komplexní chaotický systém. I minimální změna výchozího nastavení může zcela změnit výsledný stav. Pravděpodobnost, že se tak stane, roste v čase exponenciálně.

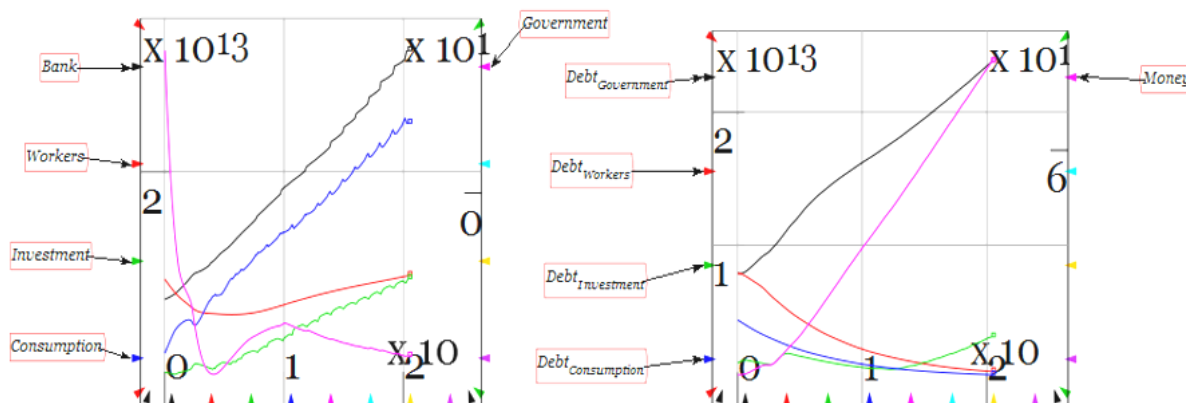
Modelová ekonomika vykazuje známky dostatečné stability. Ke kolapsu dochází až po 261 letech simulace, což je dávno za jakýmkoli bodem, který vědci označují za tzv. singularitu neboli bod, za nímž není možné předvídat naprosto nic. Proto není třeba se stavem systému

³¹ Ukazatel zobrazuje, kolik let by bez dalšího trvalo se současným příjmem dluh splatit.

³² Hodnoty jsou udávány v euru. Ukazatele Domy a Kapitál jsou v reálné hodnotě odpovídající ceně na počátku simulace.

³³ Pokud má něco takového za současného stavu poznání v ekonomii vůbec smysl, pak se jako vhodnější nástroj pro krátkodobou predikci jeví robustní agent-based SFC modely, např. (A. Caiani et al, 2016).

v roce 2278 hlouběji zabývat a data v tabulce interpretovat³⁴. Během prvních 20 let je systém s daným nastavením relativně stabilní, pokud do něj nebude zasahováno. Pozornost budí rostoucí zadlužení veřejného sektoru, viz Graf 1³⁵. To samo o sobě ovšem ke kolapsu nevede za předpokladu, že se vládě podaří najít dodatečné zdroje financování vlastních deficitů. Tyto zdroje nemohou pocházet v intencích modelu ze zdanění, ale z nové emise peněz.



Graf. 1. Vývoj sektorových depozit a dluhů v období $T_0 - T_{20}$. Zdroj: Autoři, výstup z Minsky.

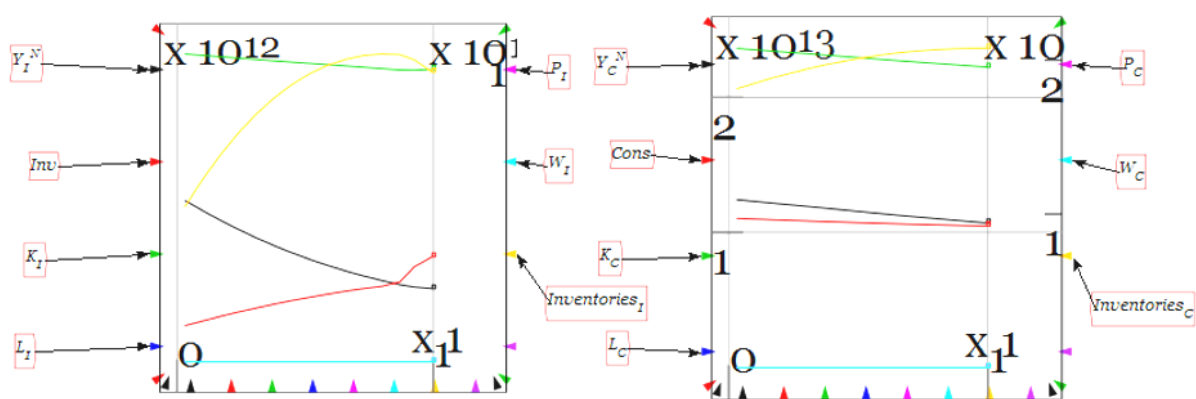
V prvním roce simulace došlo k iminentní krizi, která byla způsobena zdánlivě nadhodnocením tendence domácností splácet úvěry. Jako ilustrace krize důvěry poslouží tato simulace dobře, byť víme, že ve zmíněném období ke krizi nedošlo. Změnou jednoho parametru (rychlost splácení úvěrů domácnostmi) lze model upravit a pozorovat odlišný výsledek. Ani nastavení poloviční rychlosti splácení úvěrů domácnostmi a vládou však krizi nezabrání a je tedy třeba hledat její příčinu jinde, patrně v investičním sektoru, kde dochází během prvních měsíců k masivnímu propouštění. Situaci lze interpretovat tak, že proběhl deflační scénář, před kterým varovali centrální bankéři. Model nezahrnuje kvantitativní uvolňování³⁶ a další monetární politiky centrálních bank, které nástup deflace potlačily.

Ačkoli investiční sektor zažívá v prvním roce simulace signifikantní krizi doprovázenou masivním propouštěním (zelená křivka na Grafu 3) a propadem produkce více než o polovinu (černá křivka na levé části Grafu 2), prodeje kapitálu rychle rostou (červená křivka na levé části Grafu 2). Je to dáno výraznou produkční mezerou v čase T_0 . Vzhledem k tomu, že model obsahuje množství optimalizačních funkcí, tak v něm alespoň některé trhy mají tendenci směřovat v dlouhém období k ekvilibriu. Úvodní nastavení však čerpá ze skutečných dat a zejména v krátkém období tak simulace ukazuje cestu, jakou se trhy přizpůsobují nerovnováze. Ještě před koncem prvního roku už lze na grafu pozorovat, že tvorba hrubého fixního kapitálu (Inv) překročila produkt investičního sektoru a tomu tak po stádiu růstu zásob (žlutá křivka) začaly zásoby klesat, aby dokázal přebytek poptávky uspokojit. Postupně se na potenciál dostane i trh spotřebního zboží (pravá část Grafu 2).

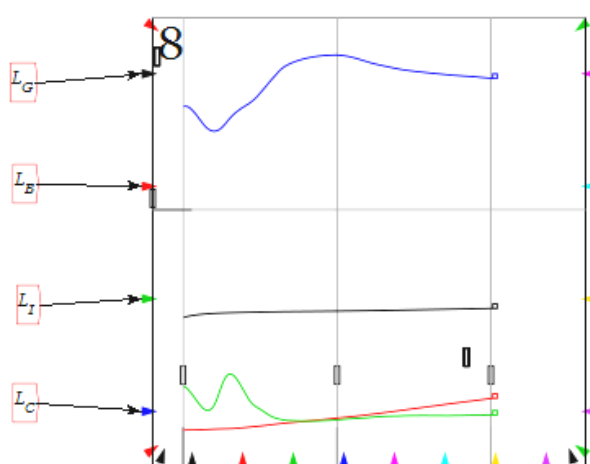
³⁴ Grafy ukazují, že přibližně po 100 letech začne vysokým tempem růst reálná životní úroveň a na konci simulace překoná tu současnou o několik řádů. Přes obrovský nárůst zadlužení a peněžní zásoby nevyskočí konečná cenová hladina ani na trojnásobek současně.

³⁵ Prosperující domácnosti a spotřební sektor postupně své zadlužení naopak snižují.

³⁶ Za jistou formu kvantitativního uvolňování lze snad pokládat nadstandardní úvěrování veřejného sektoru, ke kterému dochází poté, co v modelu jeho depozita klesnou pod nulu, viz Tabulka 1, komentář následuje níže.

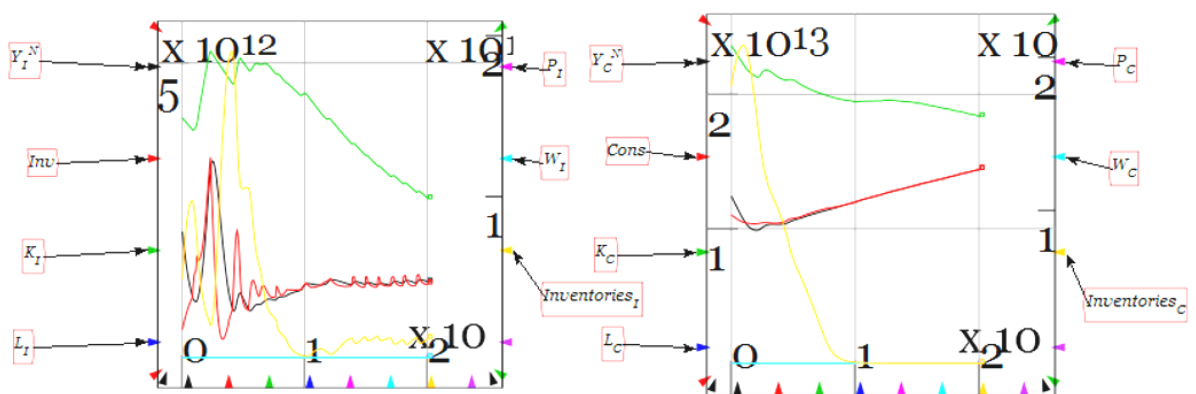


Graf. 2. Vývoj v investičním a spotřebním sektoru v období $T_0 - T_1$. Zdroj: Autoři, výstup z Minsky.



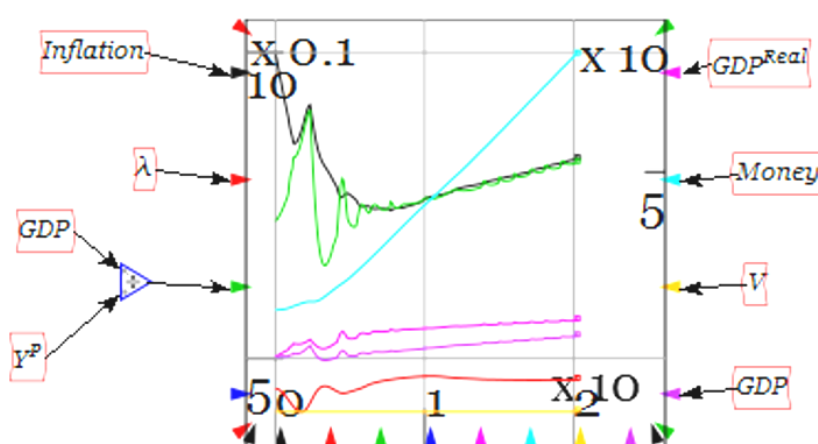
Graf. 3. Vývoj zaměstnanosti v období $T_0 - T_{20}$. Zdroj: Autoři, výstup z Minsky.

Dlouhodobě lze pozorovat pokles množství kapitálu v obou sektorech (zelené křivky na Grafu 4). To je dáno jeho nedostatečnou poptávkou a také zvyšující se technickou efektivitou, která vystupuje v produkčních rovnicích jako parametr, který roste takovým tempem, aby došlo k zdvojnásobení jeho hodnoty každých 40 let. Dosažení potenciálu ilustruje snížení stavu zásob (žluté křivky).



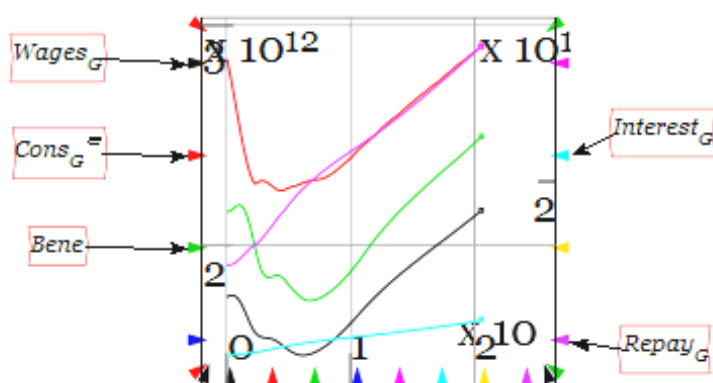
Graf. 4. Vývoj v investičním a spotřebním sektoru v období $T_0 - T_{20}$. Zdroj: Autoři, výstup z Minsky.

Po většinu simulace panuje v prvních 20 letech chodu takto nastavených vazeb a parametrů v ekonomice převis nabídky nad domácí poptávkou. To se projevuje zejména kladným schodkem obchodní bilance (čistý export spotřebního zboží i kapitálu) a poklesem cenové hladiny. Následující Graf 5 zároveň dobře ilustruje uzavření produkční mezery, ke kterému dochází ve chvíli, kdy se zelená křivka (podíl HDP jako skutečně prodané produkce v nominálním vyjádření a potenciálního produktu při nasazení všech výrobních faktorů dostupných výrobním sektorům) přiblíží k černé (ta představuje inflaci vypočítanou jako podíl reálného HDP k nominálnímu). Je patrné, že cenová hladina začíná růst současně s uzavřením produkční mezery, nikoli jako prostý důsledek emise peněz (světle modrá křivka představuje peněžní zásobu). Růst peněžní zásoby tak není kompenzován inflací, ale klesající oběžnou rychlostí peněz, což je jednou z možných variant chování monetární ekonomiky vysvětlených Fisherovou rovnicí směny. Zároveň se s uklidněním ekonomiky pomalu zvyšuje i průměrná životní úroveň, prvních 10 let simulace lze ale z tohoto hlediska jednoznačně označit za období stagnace. Růst životní úrovně nicméně svým tempem zaostává za růstem produktu (viz Tabulka 1).



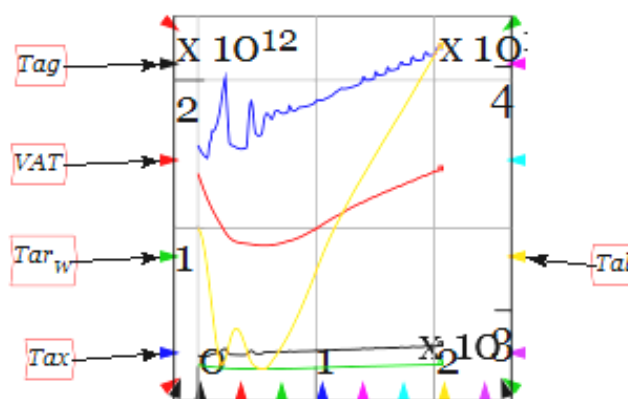
Graf. 5. Vývoj produktu a inflace v období $T_0 - T_{20}$. Zdroj: Autoři, výstup z Minsky.

Významnou roli hraje veřejný sektor, jehož deficitní financování zásobuje ekonomiku likviditou. Již během prvního roku simulace se dostanou depozita veřejného sektoru do záporných čísel přesto, že tento sektor zároveň získává úvěry (emituje dluhopisy). Záporná depozita lze pro potřeby pochopení simulace pokládat za neortodoxní, dodatečné úvěrové financování. Veřejný sektor je formou sociálních transferů zodpovědný za přibližně 20 % příjmů domácností, čímž významně zvyšuje kupní sílu, a to po většinu simulace. Podobně stabilně zaměstnává kolem 55 milionů pracovníků. Podíly mezd, sociálních dávek a nájmů na příjmech domácností se při daném nastavení jeví jako stabilní ekvilibria, stejně tak podíl zaměstnaných lidí na celkové populaci. Veřejný sektor rovněž zajišťuje kolem 50 % životní úrovně obyvatel. Ta je definovaná jako součet čtyř proměnných, z nichž dvě zajišťuje vláda – veřejný kapitál (např. infrastruktura) a reálnou vládní spotřebu (např. Veřejné zdravotnictví, parky, podpora kultury, ...). Soukromá složka životní úrovně zahrnuje reálnou soukromou spotřebu a kvalitu bydlení. Nejvýznamnější složkou veřejných výdajů je vedle vládní poptávky (červená křivka na Grafu 6) splácení dluhu (fialová křivka).



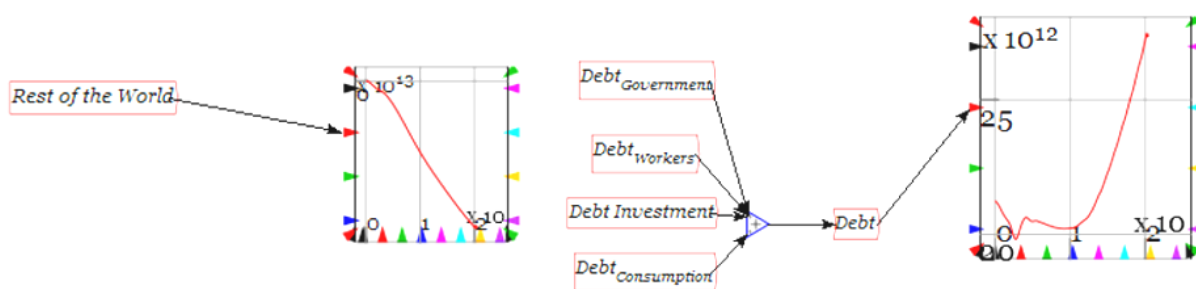
Graf. 6. Vývoj veřejných výdajů v období $T_0 - T_{20}$. Zdroj: Autoři, výstup z Minsky.

Veřejný sektor zároveň daní ekonomickou činnost. Na začátku modelu lze pozorovat výrazný úbytek příjmů ze zdanění práce (žlutá křivka na Grafu 7), který je zapříčiněn propouštěním. Po několika letech dojde ke stabilizaci a po 20 letech simulace příjmy z práce postupně převýší příjmy ze spotřebních daní (červená křivka) a nakonec i korporátní daň (modrá křivka). Kapitálové daně (černá křivka) a daně z nájmu bytů (zelená křivka) hrají po celou dobu simulace podružnou roli.



Graf. 7. Vývoj příjmů veřejných rozpočtů v období $T_0 - T_{20}$. Zdroj: Autoři, výstup z Minsky.

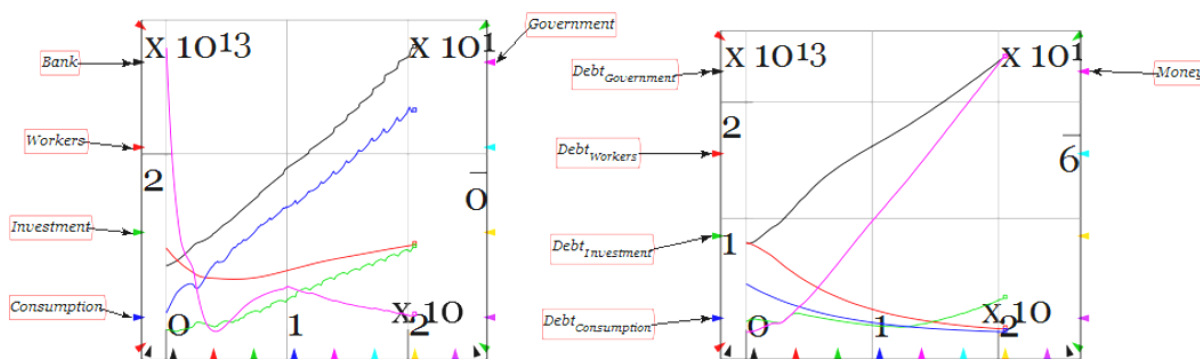
Ačkoli dochází k prudkému zadlužování veřejného sektoru, celkový dluh v systému zůstává v prvních 10 letech simulace v průměru konstantní (viz Graf 8). Veřejné zadlužování je tak kompenzováno splácením soukromých úvěrů, zejména domácnostmi a spotřebním sektorem. Dá se tak říci, že vláda na sebe bere tíhu dluhu nutného k monetární emisi. V prvních deseti letech nicméně ke kreditní emisi v globálu nedochází a rostoucí peněžní zásoba je tak zajišťována exportem, přísunem peněz ze zahraničí. V druhé dekádě naproti tomu množství úvěrových peněz rychle roste. Inflation přesto zůstává pozvolná, cenová hladina se ani po 20 letech nevrací na původní úroveň.



Graf. 8. Vývoj příjmů veřejných rozpočtů v období $T_0 - T_{20}$. Zdroj: Autoři, výstup z Minsky.

Porovnáme-li úspěšnost jednotlivých sektorů (Graf 9), pak nejvíce roste ekvita finančního sektoru. Ten navíc plní pravidla kapitálové přiměřenosti a není nucen emitovat dluhopisy. Tím pádem domácnosti preferují spíše ukládání svých úspor do nemovitostí. Finanční sektor je zvýhodněný tím, jak je vypočítáván jeho zisk. Čistý zisk finančního sektoru před zdanění zahrnuje pouze příjmy z úrokových plateb a finančních služeb, od nichž se odečítají náklady na spotřebu sektoru a na mzdy. Příjmy z dividend se daní nižší sazbou a peněžní toky související s fúzemi a akvizicemi se nedaní vůbec. Zisk finančního sektoru tak prakticky celou dobu vychází záporný, ačkoli jeho ekvita roste.

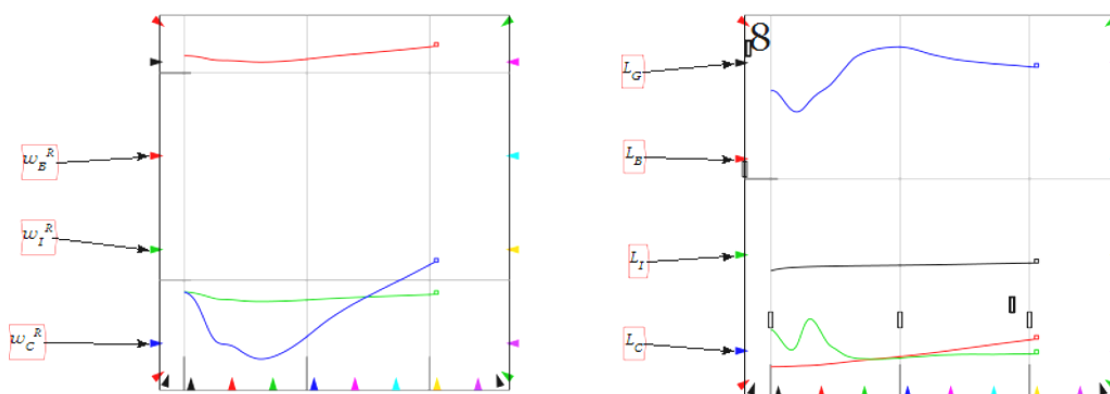
Podobně úspěšný je i spotřební sektor a domácnosti, jimž rostou depozita a daří se jim rovněž splácet úvěry. Investičnímu sektoru depozita také rostou, což se ovšem děje v některých fázích na úkor růstu jeho zadlužení. Úspěch všech soukromých sektorů je umožňován ztrátovou vládou a exportem. Export v makro hledisku znamená to, že evropští občané a firmy spotřebovávají méně, než vytváří, za což jsou odměňovány penězi. Tím z nich v systému kreditní měny zahraničí částečně snímá tíhu zadlužení. V alternativním systému, kde by peníze do ekonomiky přibývaly bez zvyšování zadlužení, by byla dlouhodobá pozice čistého vývozce zcela iracionální (pomineme-li mimoekonomické přínosy exportu, jako například zlepšení vztahů s importujícími zeměmi nebo vytvoření jejich politické závislosti).



Graf. 9. Vývoj depozit a zadlužení všech sektorů $T_0 - T_{20}$. Zdroj: Autoři, výstup z Minsky.

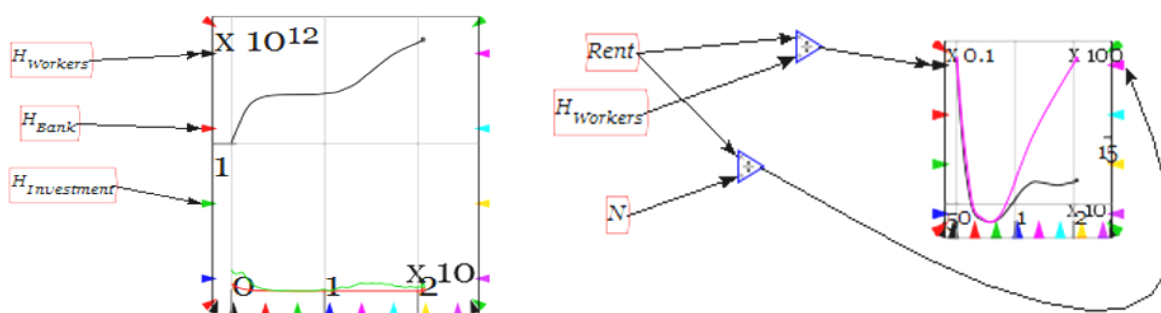
Zajímavý vývoj prodělávají mzdy. Zatímco mzdová sazba v investičním sektoru (zelená křivka na levé části Grafu 10) se během simulace téměř nemění a pohybuje se okolo 28 500 euro ročně, mzdy v daleko větším spotřebním sektoru (modrá křivka) prodělávají dynamický vývoj, když prvních 10 let klesají z téměř 29 tisíc euro ročně až pod 25 tisíc. Pokles je po většinu toho času doprovázen najímáním nových zaměstnanců (modrá křivka na pravé části Grafu 10). Útlum nábory zaměstnanců a postupné snižování stavů v druhé dekádě pak doplňuje zvyšování mezd ke 32 tisícům. Mzdy ve finančním sektoru (červená křivka) se rovněž příliš nevyvíjí a fluktuují mezi 51 a 53 tisíci, což je výrazně výše než v ostatních sektorech. Mzdy ve veřejném sektoru jsou nastaveny tak, aby o 10 % převyšovaly průměrné

mzdy, takže žádný zajímavý příběh nevypráví. Je třeba si uvědomit, že mzdy jsou zde udávány v nominálním vyjádření. Vzhledem k deflaci se tak kupní síla zaměstnanců zvyšuje.



Graf. 10. Vývoj mezd a zaměstnanosti v období $T_0 - T_{20}$. Zdroj: Autoři, výstup z Minsky.

Zbytek indikátorů se vztahuje k trhu nemovitostí. Objemy nemovitostí domácností, do nichž ukládají své úspory, zprvu rychle rostou (černá křivka na levé části Grafu 10). Po překonání úvodní krize se jejich přibývání zpomalí, neboť domácnosti obnovily svou důvěru ve finanční investice. Přibližně po deseti letech simulace bytová výstavba opět zrychlí. Ceny nájmu na jednotku (černá křivka na pravé části Grafu 11) padají spolu s rychlou výstavbou, přibližně po 5 letech začnou cca. Po dobu 8 let opět růst, načež stagnují do času $T+20$. Ceny imputovaného nájemného³⁷ přepočítané na osobu v prvních letech kopírují trend nájmu na jednotku, poté však vystřelí vzhůru a vrátí se téměř na původní úroveň (růžová křivka na pravé části Grafu 11). Na každého Evropana (včetně novorozenců) tak připadá na začátku simulace roční nájemné 1830 euro, po 20 letech se vrací k 1795 euro.



Graf. 11. Vývoj na trhu nemovitostí v období $T_0 - T_{20}$. Zdroj: Autoři, výstup z Minsky.

3.2 Bitcoin

Model pro evropský měnový systém inspirovaný Bitcoinem vychází ze stejné soustavy rovnic s několika úpravami tam, kde se od systému kreditní fiat měny fundamentálně odlišuje. První změnou je přepočtení jednotky. Peněžní zásoba je v Bitcoinu jasně daná a transparentní. Je nastavena tak, aby konvergovala k 21 milionům (této hranice by teoreticky mělo být dosaženo v roce 2140, viz (Nakamoto, 2008)). Za účelem snazší komparace byla cena Bitcoinu přepočtena tak, aby plně pokryl existující množství M1 v EU, které činí v modelu přibližně

³⁷ Model počítá i s nájmy, které nejsou ve skutečnosti placeny, neboť majitelé ve svých domech sami bydlí.

27,5 bilionu euro. Současné množství dosud vytěžených bitcoinů je 16 301 800. Pokud budeme předpokládat, že v EU se vyskytuje čtvrtina všech světových Bitcoinů, tak by cena jednoho musela vzrůst ze současných 1 279 na 6 730 496 euro.

Další změna je v tržní úrokové míře. V modelu kreditní fiat měny je definovaná jako exogenní parametr v hodnotě 5 % ročně. Vzhledem k tomu, že jsou banky ve své schopnosti emitovat úvěrem peníze omezeny jen velmi hypoteticky a centrální banka se v modelu ignoruje, tak není na co vývoj úrokové míry navázat. V modelu pro Bitcoin je peněžní zásoba omezena, úvěrem nelze vytvářet peníze a finanční sektor poskytuje půjčky z vlastní ekvity, kterou si v případě potřeby zvyšuje prodejem vlastních dluhopisů. Tržní úroková míra se odvíjí od úrokové míry nalézané na trzích těchto dluhopisů, jejichž výnosnost domácnosti porovnávají s investicí do nemovitostí.

Zásadní rozdíl je právě v emisi peněz. Je přidán sektor těžařů, kteří podle pravidel protokolu Bitcoinu vytváří proti zisku nových zhruba 1,1 bilionu euro ročně (ekvivalent 12,5 bitcoinů každých 10 minut). Tato částka se každé 4 roky snižuje na polovinu, čímž je dosažena konvergence ke konkrétní fixní peněžní zásobě. Těžaři si ve snaze vytěžit nový blok navzájem konkurují silou své výpočetní kapacity (tzv. hashrate), kterou průběžně dokupují, což je modelováno jako nákup kapitálu. Jedná se o typický Frankův poziční závod ve zbrojení. Poptávka těžařů po kapitálu se rovná hodnotě emise snižené o tržní úrokovou míru. Tím pádem těžaři realizují nulový ekonomický zisk. Jejich účetní zisk je plynule převáděn domácnostem, které z něj odvádějí kapitálovou daň.

Přechod z kreditní měny na aktivní měnu doprovází v modelu odpuštění dluhů. Kdyby k němu nedošlo a depozita se převedla na aktivní měnu, tak by se splácením úvěrů rostla ekvita finančního sektoru. Jinými slovy, úvěrové instituce by si přivlastnily celou hodnotu peněz, kterou vytvořili z ničeho. Řešení spočívá v odečtení hodnoty dluhů od depozit jednotlivých sektorů. Aby zůstala v ekonomice stejná peněžní zásoba (nebo vůbec nějaká), tak jsou však nejprve depozita všech sektorů zdvojnásobena. Tím pádem nejsou preferováni dlužníci, kterým je více odpuštěno. Dluhopisů finančního sektoru se oddlužení netýká, vnímají se pro tento účel jako majetkové cenné papíry. Veřejný sektor byl natolik předlužený, že ho ani toto opatření nedostane do černých čísel.

Jelikož se veřejný sektor nemůže v systému aktivní měny nadále propadat do záporných depozit (neexistuje fiduciární emise), tak musí snížit výdaje. Je to řešeno omezením výše vyplácených sociálních transferů, které nemohou překročit výši depozit veřejného sektoru.

Poslední změna se týká čistého exportu. Funkce pro kreditní fiat měnu zahrnuje vliv trendu (existujících obchodních vztahů), převisu nabídky nad poptávkou (resp. obráceně) a parametr, který zpomaluje reakci. Funkce pro Bitcoin přidává vliv sumy toků peněz, které přišly od začátku simulace ze zahraničí. Bitcoin je vzácný i pro zahraniční subjekty, proto pokud je EU dlouhodobě čistým exportérem, vede to k deflaci v zahraničí a snížení atraktivity evropského zboží a kapitálu. Jelikož v modelu zahraničí používá stejnou měnu, nemůže dojít ke změně kurzu, princip je ale obdobný, jako kdyby kvůli exportu evropská měna posilovala. Tabulka 2 ukazuje stejné indikátory jako příklad v podkapitole 3.1:

Ukazatel	T0					T+1					T+2,5					T+4,5				
Množství kapitálu	32,51					31,47					30,51					37,16				
Životní úroveň	30 490 €					30 986 €					28 102 €					14 775 €				
Peníze domácností	11,50					9,31					6,98					10,21				
Domy domácností	1,14					1,14					1,24					1,27				
Cena kapitálu	1,00 €					0,89 €					1,09 €					4 359,95 €				
Peníze spotřební sektor	0,48					5,45					8,63					-167,33				
Kapitál spotřební sektor	23,66					22,52					20,85					21,63				
Peníze kapitálový sektor	0,12					0,56					1,97					-535,64				
Kapitál kapitálový sektor	4,08					4,12					4,88					11,10				
Ekvita finanční sektor	15,33					12,83					13,40					462,01				
Peníze veřejný sektor	0,00					0,38					0,54					262,24				
Kapitál veřejný sektor	4,78					4,83					4,78					4,44				
Poměr aktiv sektorů (H,C,I,B,G)	21%	40%	7%	25%	8%	18%	44%	7%	22%	8%	13%	47%	11%	20%	9%	3%	56%	29%	0%	12%
Dlůh domácností	0,00					1,56					1,47					1,11				
Dlůh spotřebního sektoru	0,00					0,00					0,00					13,62				
Dlůh kapitálového sektoru	0,00					0,03					0,03					6,05				
Dlůhospisy finančního sektoru	0,52					0,50					0,48					0,97				
Veřejný dluh	6,18					5,34					4,32					3,26				
Poměr zadlužení sektorů (H,C,I,B,G)	0%	0%	0%	8%	92%	21%	0%	0%	7%	72%	23%	0%	0%	8%	69%	4%	54%	24%	4%	13%
Příjmy domácností	10,08					9,48					8,68					38,40				
Spotřeba	11,05					11,50					10,64					11,04				
Investice	0,45					1,42					2,72					73235,10				
Úroky, Finanční služby, Dividendy	3,80					3,45					3,74					27096,95				
Daně	6,48					6,61					6,19					17792,18				
Finanční páka	0	0	0	0,14	0,95	0,16	0	0,02	0,15	0,81	0,17	0	0,01	0,13	0,7	0,03	1,23	0	0	0
Mzdy	6,95					7,03					6,26					16,11				
Příjmy z úroků	0,03					0,02					0,02					0,04				
Příjmy z akvizic	0,02					0,04					0,09					20,49				
Nájemné	0,93					0,89					0,67					0,98				
Těžba	0,00					1,11					1,11					0,55				
Sociální transfery	2,16					0,38					0,54					0,23				
Rozdělení příjmů domácností (mzdy/těžba/pasivní příjem/ transfery)	69%	0%	9%	21%		74%	12%	8%	4%		72%	13%	13%	6%		42%	1%	53%	1%	

Tab. 2. Výsledky ekonomiky EU používající měnu na principu Bitcoinu. Hodnoty neoznačené € jsou v bilionech euro. Zdroj: Autoři.

Hlavním rozdílem oproti stejnému modelu s nastavením pro kreditní fiat měnu je, že systém podle vzoru Bitcoinu kolabuje již po 4,5 roce. Důvody budou rozepsány v kapitole 4. Systém Bitcoinu směřuje k daleko vyšší tvorbě fixního kapitálu, což je patrné již od počátku simulace. V době kolapsu vlastní ekonomika jako celek téměř o polovinu více kapitálu než ekonomika využívající kreditní fiat po 20 letech. Zde je třeba zdůraznit, že kreditní fiat měna vede podle modelu k poklesu vybavenosti kapitálem.

Životní úroveň klesá v obou systémech, neboť je počáteční nastavení ekonomiky ovlivněno strukturální krizí. V případě Bitcoinu však v době kolapsu klesá životní úroveň pod polovinu počáteční hodnoty, zatímco její pokles u kreditní měny je pozvolný a v době kolapsu (po 261 letech) je závratně vysoká.

V obou systémech klesá podíl domácností na bohatství, v Bitcoinu však významně rychleji a to přesto, že domácnosti získávají další příjem v podobě těžby (byť násobně vyšší část tohoto příjmu obdrží kapitálový sektor a malou část vláda). Je to z části dáno snížením sociálních transferů, jejichž vyplácení si veřejný sektor nemůže dovolit. V kreditní fiat měně postupně klesá podíl spotřebního sektoru na celkovém bohatství a podíl kapitálového sektoru nejprve klesá, načež posléze mírně roste. V Bitcoinu oba produkční sektory bohatnou, ale je to dáno nikoli jejich depozity, nýbrž vybaveností kapitálem, jehož cena roste, těsně před kolapsem hyperinflačním tempem. Na systému kreditní měny se obohacuje zejména finanční sektor, naopak veřejný sektor relativně chudne. V Bitcoinu oproti tomu význam finančního sektoru, který pozbyl možnost emitovat peníze, klesá a význam vlády se příliš nemění. V konečném stádiu tvoří příjmy finančního sektoru téměř ze 100 % dividendy.

V systému kreditní měny mají při tomto nastavení domácnosti a spotřební sektor tendence splácet své dluhy, do 20 let se jim podaří se téměř zcela oddlužit. Relativně, ale i nominálně více se v čase zadlužuje veřejný sektor. V Bitcoinu se žádnému sektoru nepodaří udržet si

nulové zadlužení zajištěné počátečním odepsání dluhů. Nejdéle se to daří spotřebnímu sektoru, který je však naopak nejzadluženějším v době kolapsu. Veřejné zadlužení i díky snížení výdajů relativně, jakož i absolutně, klesá.

Znepokojivá finanční páka je v systému kreditní fiat měny spojena s kapitálovým sektorem. Počáteční hodnotu signalizující, že současná výše zadlužení odpovídá příjmům za 2,4 roku, se sektoru sice podaří snížit, po 20 letech je však zpět na původní úrovni a dlouhodobý trend směřuje ke kritické hodnotě 89, která zapříčiní kolaps systému. Pomalu roste také finanční páka veřejného sektoru. Systém Bitcoinu díky obtížnější tvorbě dluhu a počátečnímu oddlužení nestihne během své krátké existence žádnou výraznější páku vytvořit.

Posledním zkoumaným indikátorem je rozdělení příjmů domácností. V kreditní fiat měně i v Bitcoinu tvoří po většinu simulace příjmy z práce přibližně 70 % celkových příjmů sektoru. V Bitcoinu se z původní hodnoty 20 %, kterou tvoří sociální transfery po celou simulaci ve fiat měně, propadne tento poměr hluboko pod 10 % kvůli vynuceným úsporným opatřením vlády. Výpadek je částečně kompenzován příjmy z těžby. Pasivní příjmy sledují v obou systémech podobný trend s výjimkou konečné fáze Bitcoinu, kde příjmy domácností ovlivní rychle rostoucí příjmy z akvizit. Lze shrnout, že zavedení aktivní měny s předvídatelnou emisí podle modelu výrazně prohloubí rozdíly mezi pracovníky, kapitalisty a nezaměstnanými. Zároveň se vytvoří nová společenská vrstva těžařů, kteří v zásadě parazitují na měnovém systému a odčerpávají kapitál, který využívají neproduktivním způsobem.

Stabilita je nakonec zkoumána analýzou rozptylů. Srovnání naráží na rozdílné doby trvání systému, lze však říci, že systém kreditní fiat měny vykazuje výrazně větší stabilitu původních rozdělení aktiv, zadlužení i příjmů domácností. Dynamičtější vývoj lze pozorovat pouze u finanční páky, což je logické, neboť alternativní systém provádí na počátku simulace odepsání dluhů a od dalšího zadlužování odrazuje.

4 Diskuze

Komparace obou systémů ukazuje vyšší stabilitu současného měnového nastavení. Dlouhodobou relativní stabilitu modelu pro kreditní fiat měnu však nelze interpretovat tak, že je současná situace stabilní. Model se soustředí na toky peněz, konkrétně na depozita, tedy část měnové zásoby označovanou M1. Finanční trhy jsou modelovány pouze do té míry, do jaké dochází k přesunům depozit. V modelu se vůbec nevyskytují finanční deriváty a jediné nepeněžní aktivum s vlastní proměnlivou hodnotou jsou nemovitosti reprezentující trvanlivý hmotný majetek. Model tak v žádném případě nerozporuje nestabilitu finančních trhů (viz (Minsky, 1992)), pouze od ní abstrahuje. Model zároveň nesimuluje pokles spotřebitelské důvěry v důsledku předlužení ani žádnou restriktivní fiskální či monetární politiku, která by na předlužení reagovala³⁸. Za třetí, model abstrahuje od jakékoli manipulace trhů a od vnějších šoků, které mohou zkoumanou ekonomiku vychýlit z rovnováhy a ovlivnit v důsledku i její vnitřní dynamiku. Za čtvrté, model neuvažuje možnost měnových válek, jimiž by zahraničí mohlo zareagovat na to, že si EU v modelu buduje dlouhodobou pozici čistého exportéra.

Simulovaná ekonomika využívající měnu designovanou podle vzoru Bitcoinu kolabuje kvůli nedostatečné likviditě produkčních sektorů. Jejich depozita se v první polovině pátého roku

³⁸ Úsporným opatřením se naopak nevyhne model pro Bitcoin, neboť aktivní měna neumožňuje vládě dostat se do mínusu, aniž by došlo ke kolapsu.

dostanou do záporných hodnot. Zároveň řádově rostou depozita vlády, z čehož lze usuzovat, že produkční sektory poškozují vysoké zdanění. To může být součástí problému, ale nikoli jeho jádrem, protože je mimo možnosti veřejného sektoru firmy sanovat. I pokud by veškerá veřejná depozita byla použita na záchranu produkčních sektorů, nepokryla by ani třetinu jeho krátkodobých závazků.

Systém se hroutí finančně, příčinou je hyperinflačně rostoucí cena kapitálu. To je vidět na tom, že krachující sektory mají účetně nejvyšší aktiva. Poměr zadlužení ke konci simulace víceméně odpovídá podílu aktiv, na rozdíl od předchozích období. Je tedy patrné, že dluh souvisí s pořizováním kapitálu. Po vyřešení počáteční strukturální krize převládne důvěra v ekonomiku, vzrostou investice a poptávka po kapitálu se rychle dostane do manického trendu. Na konci simulace vzroste cena kapitálu na více než čtyřtisícinásobek původní hodnoty. O přehřátí ekonomiky svědčí i nárůst počtu pracovníků v kapitálovém sektoru z původních 24 800 300 na absurdních 416 307 000. Pouze část těchto pracovníků je získána z ostatních sektorů, zejména spotřebního, zbytek tvoří nárůst zaměstnanosti. Přezaměstnanost nelze interpretovat tak, že začnou pracovat i děti a důchodci, nýbrž tak, že lidé vykonávají více pracovních úvazků nebo tráví práci více času.

Vysvětlení, které se nabízí, je, že cenu kapitálu tlačí nahoru poptávka ze strany těžařů (minerů), kteří mezi sebou soupeří v pořizování těžících počítačů, tzv. ASICů. Tuto hypotézu lze falzifikovat modelem se stejnými parametry, pouze s fixní peněžní zásobou, tedy s nulovou těžbou. Taková ekonomika ovšem zkolabuje ještě o několik měsíců dříve než ta využívající těžbu. Hypotézu o negativním vlivu těžařů na udržitelnost systému tak můžeme zamítnout.

Zásadním zjištěním je, že finanční páka je poměrně malá, takže produkční sektory nejsou insolventní, pouze nemají likviditu. Kdyby nevydávaly veškeré prostředky na nákup kapitálu v očekávání další expanze, nebo kdyby ekonomika byla fyzicky schopna dodatečný kapitál vyprodukovat, tak by krize patrně odezněla. Právě nemožnost reálně zvýšit dostatečně rychle produkci ilustruje ukazatel investic v nominálním vyjádření, do něhož se promítá hyperinflace. Kvůli změně ceny ve skutečnosti investice nerostou o několik řádů, ale jen o jeden na $1,67972E+13$.

Dalším poznatkem je, že přestože rostou příjmy domácností, klesá životní úroveň. Je to zapříčiněno nedostupností bydlení, jehož cena se odvíjí od ceny kapitálu, a rovněž poklesem vládní spotřeby a vládních nákupů kapitálu v reálném vyjádření.

5 Závěr

Článek představuje metodu zkoumání peněžních toků v ekonomice pomocí komplexního dynamického modelu operujícího v kontinuálním čase. Jeho cílem bylo posoudit očekávatelné dopady teoretického přechodu na monetární systém s předvídatelnou a relativně fixní peněžní zásobou. Za tím účelem byly nejprve zkoumány hlavní charakteristiky současného měnového systému kreditní fiat měny a kryptoměny Bitcoin. Právě k Bitcoinu se v posledních měsících obrací pozornost některých vlád a centrálních bank, včetně ECB, které v něm a jeho technologii blockchainu hledají inspiraci.

Následně byl v základních rysech představen model kreditní fiat měny, jeho hlavní teoretická východiska a provázanosti jednotlivých složek systému. Do modelu byla dosazena data z databáze Eurostatu a byla provedena simulace, načež byly analyzovány klíčové indikátory vysvětlující změnu produkční kapacity a životní úroveň a stabilitu systému. Upravený model

byl aplikovaný na měnové nastavení inspirované protokolem Bitcoinu. Výsledky pro obě simulace byly nakonec porovnány a vysvětleny.

Současný systém tzv. pasivní měny se v intencích modelu jeví jako stabilnější, byť je skutečná míra této stability diskutována v kapitole 4. Oba systémy vedou spíše ke stagnaci životní úrovně. Odlišnost je v tom, že systém kreditní fiat měny kolabuje při astronomické životní úrovni po 261 letech, zatímco systém aktivní měny s omezenou a předvídatelnou měnovou zásobou kolabuje již po 4,5 letech a životní úroveň se propadá na polovinu.

Systém kreditní fiat měny vede alespoň v prvních 20 letech simulace k mírnému propadu množství výrobního faktoru kapitálu. Ve velmi dlouhém období jeho množství už roste. Systém inspirovaný Bitcoinem prochází podobně jako systém kreditní fiat měny v prvních 2,5 letech krizí a množství kapitálu se rovněž mírně snižuje. Jakmile však dojde k restrukturalizaci, tak se obnoví důvěra a ekonomika EU se začne právě na investice zaměřovat tak intenzivně, že ji autokatalytická spirála dovede až ke kolapsu. Během několika měsíců ode dna cyklu přestane EU kapitál vyvážet, ale naopak ho dováží ze zahraničí. Rychle roste jeho produkce, přesto ho nelze trhu nabídnout v dostatečném množství a cena vzroste až na 4360násobek původní hodnoty. Oba výrobní sektory chybně interpretují cenový signál a inflace je žene ke snaze o ještě vyšší produkci. Ekonomika se tak přehřívá a následně kolabuje v důsledku krize likvidity, byť nelze říct, že by byl jakýkoli sektor vyloženě insolventní.

Poděkování

Článek byl zpracován v rámci projektu IGA Vysoké školy ekonomické v Praze, č. F2/26/2017: *Čtvrtá průmyslová revoluce ve vybraných asijských zemích*.

Seznam použité literatury

- Ali, R., Barrdear, J., & Clews, R.** (2014). Innovations in payment technologies and the emergence of digital currencies. *Bank of England's Quarterly Bulletin*, 54(3), 262-275.
- Antonopoulos, A. M.** (2014). *Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Beneš, J., & Kumhof, M.** (2012). The Chicago Plan Revisited. *IMF Working Paper*. Retrieved from <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/31/The-Chicago-Plan-Revisited-26178>
- Bloomberg.** (2015, July 23). Nasdaq Expects to Be First Exchange Using Bitcoin Technology. Retrieved from <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-07-23/nasdaq-expects-to-be-first-exchange-to-use-bitcoin-technology>
- Caiani, A., Godin, A., & Lucarelli, S.** (2012). Why Do We Have Business Cycles? A Stock Flow Consistent Explanation. In V. S. Lucarelli, & M. Passarella (Eds.), *New Research Perspectives in the Monetary Theory of Production*. Bergamo: Bergamo University Press.
- Caiani, A., Godin, A., Caverzasi, E., Gallegati, M., Kinsella, S., & Stiglitz, J.E.** (2016). Agent based-stock flow consistent macroeconomics: Towards a benchmark model. *Journal of Economic Dynamic and Control*, 69, 375-408. doi: [10.1016/j.jedc.2016.06.001](https://doi.org/10.1016/j.jedc.2016.06.001)
- CoinDesk.** (2015, September 2). Bitcoin Venture Capital. Retrieved from <http://www.coindesk.com/bitcoin-venture-capital>
- Coinmarketcap.** (2017, May 26). Bitcoin Charts. Retrieved from <http://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin>
- CoinStaker.** (2017, May 26). Bitcoin Lending. Retrieved from <https://www.coinstaker.com/bitcoin-finance/lending>

- EBA.** (2014). EBA Opinion on 'virtual currencies'. Retrieved from <https://www.eba.europa.eu/documents/10180/657547/EBA-Op-2014-08+Opinion+on+Virtual+Currencies.pdf>
- ECB.** (2000, November 9). Domestic payments in Euroland: commercial and central bank money. Retrieved from https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2000/html/sp001109_2.en.html
- ECB.** (2012). Virtual currency schemes. Retrieved from <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf>
- ECB.** (2015, September 23). The Euro. Retrieved from <https://www.ecb.europa.eu/euro/html/index.en.html>
- Eurostat.** (2016, August 29). Database - Eurostat. Retrieved from <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
- Feldman, D.** (2016). Introduction to Dynamical Systems and Chaos . Retrieved from <https://www.complexityexplorer.org/courses/61-introduction-to-dynamical-systems-and-chaos-summer-2016/segments/4837>
- Fillner, K.** (2015, September 2). Ukrajina by mohla brzy legalizovat bitcoin. Retrieved from <http://cointelegraph.cz/news/115219/ukrajina-by-mohla-brzy-legalizovat-bitcoin>
- Foundry.** (2016). *The Advent of Crypto Banking - A New Paradigm for Central and Commercial Banking*. Johannesburg: FirstRand Bank Limited.
- Franco, P.** (2014). *Understanding Bitcoin: Cryptography, Engineering and Economics*. New York: Wiley.
- Grauwe, P. D., & Ji, Y.** (2013). The Legacy of Austerity in the Eurozone. CEPS commentary. Retrieved from <http://www.ceps.eu/system/files/PGD%20&%20YJ%20Austerity.pdf>
- Higgins, S.** (2016, December 6). ECB, Bank of Japan Launch Joint Distributed Ledger Research Effort. Retrieved from <http://www.coindesk.com/ecb-bank-japan-blockchain-research/>
- HM Treasury.** (2015, March 18). Digital currencies: call for information. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/consultations/digital-currencies-call-for-information/digital-currencies-call-for-information>
- Holmes, A., & Tobin, J.** (1969). *Controlling monetary aggregates: Proceedings of the 1st Monetary Conference*. Nantucket Island: Federal Reserve Bank of Boston.
- Chavez-Dreyfuss, G.** (2015a, March 12). Exclusive: IBM looking at adopting bitcoin technology for major currencies. Retrieved from <http://www.reuters.com/article/2015/03/12/us-bitcoin-ibm-idUSKBN0M82KB20150312>
- Chavez-Dreyfuss, G.** (2015b, May 15). Honduras to build land title registry using bitcoin technology. Retrieved from <http://in.reuters.com/article/2015/05/15/usa-honduras-technology-idINKBN0O01V720150515>
- Jedlinský, J.** (2015). Definice měny v evropském právu. In *Sborník příspěvků z konference doktorandů na Vysoké škole finanční a správní*. Praha: VŠFS.
- Keen, S.** (2011). *Debunking Economics - Revised and Expanded Edition: The Naked Emperor Dethroned?* London: Zed Books.
- Keen, S.** (2016a, November 26). Austerity is Chipmunk Thinking. Retrieved from <https://s3-us-west-1.amazonaws.com/patreon-posts/8195583111002656214.mp3>
- Keen, S.** (2016b, March 8). ProfKeensModels. Retrieved from <https://github.com/highperformancecoder/minsky-models/tree/master/ProfKeensModels>
- Kelly, J.** (2017, May 3). Bitcoin soars above \$1,400 to all-time high. Retrieved from <http://www.reuters.com/article/us-global-markets-bitcoin-idUSKBN17Y12R>
- Krejčí, D.** (1998). *Teorie endogenních peněz*. Prague: Národohospodářský ústav Josefa Hlávky.
- Marckx, C.** (2015, May 7). Isle of Man to Create Cryptocurrency Businesses Register. Retrieved from <https://www.cryptocoinsnews.com/isle-man-create-cryptocurrency-businesses-register>

- Mayer, T.** (2014). *Vollgeld: Das Geldsystem der Zukunft. Unser Weg aus der Finanzkrise*. Marburg: Tectum.
- McLeay, M. E., Radia, A., & Ryland, T.** (2014). Money creation in the modern economy. *Bank of England's Quarterly Bulletin*, 54(1), 1-14.
- Mehrling, P.** (2010). *The New Lombard Street: How the Fed Became the Dealer of Last Resort*. Princeton: Princeton University Press.
- Mehrling, P.** (2015, June 8). Why is money difficult? Retrieved from <http://www.perrymehrling.com/2015/06/why-is-money-difficult>
- Minsky, H. P.** (1992). *The Financial Instability Hypothesis. Handbook of Radical Political Economy*. Edward Elgar: Aldershot.
- Moore, B.** (1998). The Endogeneity of Money: A Comment. *Scottish Journal of Political Economy*, 35(3), 291–294. doi: [10.1111/j.1467-9485.1988.tb01054.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-9485.1988.tb01054.x)
- Nakamoto, S.** (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Retrieved from <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Nastuk, M.** (2015). The Musk Who Fell to Earth [Film]. Retrieved from <http://www.imdb.com/title/tt3990550>
- Prescott, E. C., & Kydland, F. E.** (1992). Business Cycles: Real Facts and a Monetary Myth. *The new classical macroeconomics*, 3, 514-529. Retrieved from <https://www.minneapolisfed.org/research/QR/QR1421.pdf>
- Revenda, Z.** (2014). Vliv České národní banky na množství peněz v ekonomice. *Acta Oeconomica Pragensia*, 22(5), 3-17. doi: [10.18267/j.aop.449](https://doi.org/10.18267/j.aop.449)
- Rickards, J.** (2011). *Currency Wars*. New York: Penguin Group.
- Screpanti, E., & Zamagni, S.** (2005). *An Outline of the History of Economic Thought*. Oxford: Oxford Press.
- Senate Standing Committees on Economics.** (2015, August 4). Digital currency—game changer or bit player. Canberra: Commonwealth of Australia. Retrieved from http://www.aph.gov.au/Parliamentary_Business/Committees/Senate/Economics/Digital_currency/Report
- Shin, L.** (2017, February 7). The First Government To Secure Land Titles On The Bitcoin Blockchain Expands Project. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/laurashin/2017/02/07/the-first-government-to-secure-land-titles-on-the-bitcoin-blockchain-expands-project>
- Sigurjonsson, F.** (2015). Monetary Reform: A better monetary system for Iceland. Retrieved from <https://www.forsaetisraduneyti.is/media/Skyrslur/monetary-reform.pdf>
- Stockhammer, E.** (2008). Is the Nairu Theory a Monetarist, New Keynesian, Post Keynesian or a Marxist Theory? *Metroeconomica*, 59(3), 479–510. doi: [10.1111/j.1467-999X.2008.00314.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-999X.2008.00314.x)
- Stroukal, D., & Skalický, J.** (2016). *Bitcoin: Peníze budoucnosti*. Praha: Ludwig von Mises Institut.
- Suberg, W.** (2017, April 3). Cross-Crypto Market Cap Reaches New All-Time High Due to Altcoin Upheaval. Retrieved from <https://cointelegraph.com/news/cross-crypto-market-cap-reaches-new-all-time-high-due-to-altcoin-upheaval>
- Swan, M.** (2015). *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Syll, L. P.** (2016, May 2). DSGE models — a costly waste of time. Retrieved from <https://larspsyll.wordpress.com/2016/05/02/dsge-models-a-costly-waste-of-time>
- WEF.** (2015). The Future of Financial Services: How disruptive innovations are reshaping the way financial services are structured, provisioned and consumed. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_future_of_financial_services.pdf