

INDEXY FINANČNÍHO STRESU PRO ČESKOU REPUBLIKU A MAĎARSKO

Milan Šimáček, VŠE v Praze*

1. Úvod

Tato práce se zabývá indexy finančního stresu. Indexy finančního stresu jsou statistickým indikátorem míry finančního stresu finančního systému jako celku. Vysoké hodnoty těchto indexů jsou pak spojovány s obdobími, kdy finanční stres dosahoval také míry, že docházelo k narušení normálního fungování finančních trhů. Nedávné události finanční krize z roku 2008 a její následná proměna v evropskou dluhovou krizi nám potvrzují potřebu sledování míry finančního stresu pro celý finanční systém, když v období globalizace finančního systému dochází stále ve větší míře k přesunu finančního stresu mezi jednotlivými zeměmi a jednotlivými sektory finančního systému. Indikátory finančního stresu nám poskytují vhodný nástroj na studium období finančních krizí a jejich dopadu na jednotlivé sektory finančního systému. Vhodné uplatnění takového indikátoru tak můžeme najít při regulační nebo monetární politice, kde mohou hrát podpůrnou roli při tvorbě předstihových indikátorů nebo indikátorů včasného varování. Naším cílem bylo vybrat země, které by zachytávaly riziko regionu střední Evropy a na indexech určit, zda jsou tam patrné nějaké odchylky hodnoty indexu od hodnoty mediánu. Kromě České republiky bylo vybráno Maďarsko, neboť prošlo určitými krizemi a dostalo se pod tlak finančních trhů a následně do problémů s financováním státního rozpočtu.

Práce je strukturována následovně. Ve druhé části se zabýváme definicí finančního stresu, ve třetí části jsme následně popsali způsob tvorby indexů finančního stresu a ve čtvrté části jsme vyhodnotili úspěšnost našich indexů. Pátá část pak naši práci uzavírá.

2. Stres na finančních trzích

Hlavním úkolem našich indexů finančního stresu je vyhodnocování míry stresu finančního systému jako celku, což znamená, že se jedná o systémový indikátor. Před-

* Článek vznikl při řešení projektu „Nestabilita finančních trhů a efektivnost jejich regulace“ GAČR P402/10/0289.

* Autor děkuje za podnětné připomínky v abecedním pořadí J. Daňhelovi, M. Kollárovi a M. Mandelovi.

tím, než si detailněji index popíšeme, musíme se zamyslet nad tím, co je to finanční stres a jaké má charakteristiky a jaké jsou jeho projevy v jednotlivých sektorech finančního systému.

V literatuře se můžeme setkat s několika definicemi finančního stresu. „V nejobecnějším smyslu, můžeme považovat finanční stres za přerušení normálního fungování finančních trhů.“ (Hakkio a Keeton, 2009) „Finanční stres je definován jako síla, která dopadá na ekonomické agenty vlivem nejistoty a měnících se očekávání ztrát finančních trhů a institucí.“ (Illing a Liu, 2006) „Systémový stres je interpretován jako ten stupeň systémového rizika (systematic risk), který se materializoval. Systémové riziko, může být definováno jako riziko toho, že finanční nestabilita se rozšíří natolik, že oslabí fungování finančního systému až do bodu, kdy dojde ke zhoršení ekonomického růstu a blahobytu.“ (Holló et. al., 2011) Systémový finanční stres tak budeme chápat jako takový nárůst finančního rizika v systému, který vede k narušení normálního fungování finančních trhů a může mít za následek negativní dopad na reálnou ekonomiku.

Hlavním zdrojem finančního stresu je nárůst finančního rizika. Hakkio a Keeton (2009) popisují několik charakteristik finančního rizika. Hlavní charakteristikou finančního rizika je nejistota,¹ a to jak nejistota ohledně budoucího vývoje fundamentální hodnoty aktiv, tak nejistota ohledně chování ostatních investorů. Nejistota ohledně fundamentální hodnoty aktiv může být zapříčiněna zvýšenou nejistotou výhledu vývoje ekonomiky, resp. podniku, nebo finančními inovacemi, které znemožňují investorům posoudit pravděpodobnost jednotlivých výsledků (například nejasná struktura podkladových aktiv zahrnutých v CDO). Výsledkem zvýšení takovéto nejistoty bývá zejména zvýšení volatility tržních cen aktiv, když investoři reagují silněji na příchod nových informací. Další charakteristikou finančního rizika je asymetrie informací. Asymetrie informací vzniká tehdy, když má jedna strana kontraktu více, nebo lepší informace než druhá strana, a tím pádem může vést k problémům morálního hazardu a nepříznivého výběru. Výsledkem asymetrie informací tak může být růst nákladů na půjčky nebo pokles tržních cen aktiv.

Hakkio a Keeton (2009) dále popisují některé behaviorální reakce investorů v návaznosti na nárůst finančního rizika. Jde zejména o tzv. útěk ke kvalitě (flight to quality) a útěk k likviditě (flight to liquidity), které dále vysvětlují dopad růstu finančního rizika na tržní ceny aktiv. Útěk ke kvalitě je fenomén, který vzniká v období finančního stresu, když dochází k rapidnímu zvýšení averze vůči riziku a tím k neochotě investorů držet rizikovější finanční aktiva. Zvýšená poptávka po aktivech, které jsou považovány za méně rizikové (zejména státní dluhopisy) a výprodej rizikovějších aktiv má za následek, že se investoři spokojí s nižším očekávaným výnosem u méně riziko-

1 Pojem riziko chápeme jako pojem užšího významu, kdy jako riziko je chápána taková nejistota, kdy je možno kvantifikovat buď pravděpodobnost vzniku odlišných alternativ (ve smyslu analyzovaných výsledků nebo jevů) nebo případně přímo výsledky analyzovaných procesů, jevů nebo událostí.

vých aktiv a naopak požadují vyšší očekávaný výnos u rizikovějších aktiv. Výsledkem je tak rozšiřování „spreadů“ očekávaných výnosů mezi méně a více rizikovými aktivy. Útěk k likviditě vzniká v období finančního stresu, když dochází k neochotě investorů držet nelikvidní finanční aktiva z důvodu zvýšené potřeby hotovosti pro neočekávané případy, nebo z důvodu poklesu likvidity některých aktiv. „*Nelikvidní aktivum je takové, u kterého si držitel nemůže být jistý, že ho dokáže prodat za cenu blízkou jeho fundamentální hodnotě v případě, že bude naléhavě a neočekávaně potřebovat hotovost.*“ (Hakkio a Keeton, 2009) Příčinou nelikvidity finančního aktiva může být mělkost sekundárního trhu, nebo asymetrie informací, která zamezuje prodávajícímu získat plnou fundamentální hodnotu aktiva. Výsledkem je tak opět rozšiřování spreadů očekávaných výnosů mezi více a méně likvidními aktivy.

Na závěr této kapitoly ještě musíme rozlišit mezi křehkostí (fragilitou) finančního systému a finančním stresem. „Finanční křehkost (fragilita) popisuje slabost finančních podmínek (např. při změně finančních podmínek na trhu může dojít až k ohrožení solventnosti finančních institucí a finanční instituce mohou být náchylné při výkyvu na trzích se dostat pod stres) nebo struktury finančního systému.“ (Illing a Liu, 2006) Fragilita finančního systému se tak může zvyšovat buď v důsledku vytváření nerovnováh (vysoké zadlužení, závislost na krátkodobém financování...) nebo jako důsledek změny finančních podmínek. Fragilita finančního systému však sama o sobě nemusí vyvolat finanční stres, který je většinou výsledkem interakce fragility a exogenního šoku (Bell a Pain, 2010). Sledování finančního stresu se tak nezaměřuje na sledování nerovnováh finančního systému, které apriorně nemusí vést ke stresu (a můžou být odstraněny regulátory bez vzniku stresu), ale k sledování interakce mezi fragilitou a exogenním šokem, která vyvolává finanční stres a určuje jeho rozsah. Finanční stres, vyjádřen jako růst finančního rizika je tak spojen s výrazným poklesem tržních cen aktiv, zvýšenou volatilitou cen, rozšiřováním rizikových nebo likvidních spreadů, poklesem likvidity na trhu a objemu financování.

3. Index finančního stresu

Finanční systém prochází stejně jako reálná ekonomika cyklickým vývojem. V průběhu jeho cyklu dochází ke změnám v objemu poskytnutých úvěrů, v rozsahu finanční páky, kterou například využívají banky k vylepšování své ziskovosti a rovněž ke změnám tržních cen aktiv. Cyklus finančního systému tak rovněž vede ke změnám nerovnováh ve finančním systému, či se jedná o inherentně strukturální nerovnováhy, nebo nerovnováhy způsobené slabými finančními podmínkami. Fragilita finančního systému tak ve spolupůsobení s exogenním šokem můžou vyvolat růst finančního stresu systému a v extrémním případě finanční krizi. „*Akademická literatura zabývající se finančními krizemi se spoléhala hlavně na historický popis známých systémových bankovních krizí, kdy byl erodovaný bankovní kapitál, úvěrování bylo narušeno a často docházelo k potřebě významné státní intervence.*“ (Caldarelli et. al., 2009) Rozšířením tohoto přístupu byla identifikace finančních krizí za pomoci binárních proměnných (krize/

nekrize), která byla zpravidla definována extrémními hodnotami jednoho nebo dvou indikátorů. Tyto přístupy se zaměřovali na sledování finančních krizí v jednotlivých sektorech finančního systému individuálně, zejména pak šlo o bankovní, měnový a dluhopisový sektor. Posunem ve vývoji sledování finančního stresu byl pak vývoj indikátorů finančního stresu, které využívají několik kontinuálních subindikátorů na zachycení stresu ve finančním systému jako celku. Tyto indikátory jsou zaměřeny na sledování vývoje rizika finančního systému za pomoci deskriptivní statistiky (zejména úrovně a volatility) jednotlivých tříd aktiv. „*Základní hypotéza je, že jenom podмноžina univerza epizod stresu identifikovaných pomocí cen aktiv odráží opravdový stres přenesený do finančních výkazů finančních zprostředkovatelů, [...], ostatní epizody odrážejí jenom normální korekci na trhu.*“ (Caldarelli et. al., 2009) Hlavní výhodou takovýchto indikátorů je jak jejich systémové zaměření na finanční systém jako celek, tak možnost sledovat vývoj míry stresu v průběhu celé délky finanční krize, která může dosahovat různé intenzity ve svém průběhu a rovněž v jednotlivých sektorech finančního systému. Další výhoda těchto indikátorů je spojena zejména s akademickým výzkumem, když tyto indikátory dokážou zachytit i epizody finančního stresu, které se nerozvinuly do plnohodnotné krize s makroekonomickými následky a umožňují tak studovat například vliv makroekonomických politik na míru finančního stresu a jejich efektů na zabránění finančních krizí.

Index finančního stresu je statistický indikátor míry systémového finančního stresu. Hlavními charakteristikami tohoto indexu jsou kvantitativní vyjádření míry systémového finančního stresu, jeho kontinuita a schopnost zachytit současnou míru stresu finančního systému. Kvantitativní vyjádření míry stresu je dosaženo za pomoci využití statistických metod odrážejících finanční riziko prostřednictvím tržních cen finančních aktiv. Kontinuita indexu je zabezpečena zvolením vhodných proměnných, které poskytují tržní data ve vysoké frekvenci, v našem případě denně. Současnost míry stresu finančního systému je založena na předpokladu, že finanční trhy a tudíž tržní ceny aktiv odrážejí všechny dostupné veřejné informace a tudíž jsou efektivní. Tržní ceny aktiv nám tedy poskytují vhodné informace na posouzení míry současného rizika finančního systému. Extrémní hodnoty indexu finančního stresu vyjadřují extrémní stres finančního systému, a tudíž dokumentují krize finančního systému. Správná identifikace extrémního finančního stresu je tudíž hlavním cílem našeho indexu.

3.1 Výběr proměnných pro index finančního stresu

Výběr proměnných reprezentujících míru stresu v jednotlivých sektorech finančního systému je v literatuře dosti volný, když velké množství indikátorů, požadavky na jednoduchost či délku dat umožňují každému autorovi svobodnější výběr proměnných. V našem rozhodování o vhodných proměnných jsme vycházeli zejména z již zmíněné literatury, kde téměř každý index zahrnoval bankovní, měnový, akciový, dluhopisový sektor a sektor peněžního trhu. Tyto sektory považujeme za vhodné reprezentanty finančního systému České Republiky a Maďarska, jako malých otevřených ekonomik

s vlastní nezávislou měnovou politikou. Výběr jednotlivých proměnných pro každý sektor se řídil požadavkem, aby daná proměnná dostatečně reprezentovala finanční stres v daném sektoru a v případě více proměnných pro daný sektor, aby jednotlivé proměnné reprezentovaly individuální charakteristiky finančního stresu, a tak přinášely hlavně komplementární informace na rozdíl od identických informací. „*Ideálně, všechny indikátory v každém subindexu by měli být perfektně korelovány na vysokých úrovních stresu jen v úplně nefunkčních tržních podmínkách, zatím co nižší úroveň stresu by měly ponechat prostor pro diferenciaci mezi komponenty subindexu.*“ (Holló et. al., 2011) Dalším požadavkem při výběru proměnných byla jejich dostupnost v reálném čase a v dostatečném časovém horizontu. Proto jsme se rozhodli využít výlučně proměnné vycházející z tržních cen aktiv, které mají vysokou frekvenci a přinášejí současné informace o vývoji na finančních trzích. Výběr proměnných vycházejících z tržních cen aktiv má několik výhod proti proměnným vycházejícím z finančních či jiných výkazů. Za prvé, je jednodušší jejich monitorování a kalkulace na srovnatelné bázi. Za druhé, pohyby v širších finančních tržních cenách hrají větší roli ve schopnosti finančních institucí poskytovat své služby. A za třetí, je užitečnější nejprve vyhodnocovat případy finančního stresu na základě tržních cen a až poté využívat proměnné vycházející z finančních výkazů na identifikaci případů spojených s ekonomickým dopadem. (Caldarelli et. al., 2009)

Důležitým problémem při tvorbě indexu finančního stresu je výběr vhodných reprezentantů finančního rizika. Mnoho tržních cen nebo výnosů v sobě obsahuje širokou škálu informací týkajících se ekonomického vývoje, finančního vývoje nebo také tržních neefektivností. Jako příklad můžeme uvést vývoj úrokových sazeb, které kromě rizika podkladového aktiva zachytávají rovněž vývoj monetární politiky země a její míru uvolněnosti. Sklon výnosové křivky rovněž zachytává očekávání vývoje úrokových sazeb, které v sobě nesou informaci o vývoji ekonomiky a inflace, když v obdobích recese dochází k zápornému sklonu výnosové křivky. Naší snahou tak bylo vybrat také proměnné nebo transformovat je takým způsobem, aby v sobě zachytávaly především míru finančního rizika, a nepřenášely v sobě nepotřebný šum z ostatních faktorů.

V našem případě jsme se rozhodli pro výběr 10 proměnných, které reprezentují finanční stres v uvedených sektorech finančního systému. Počet proměnných se nám zdá být dostatečný a je v mezích počtu proměnných v literatuře. Přidání nebo obměna jednotlivých proměnných by měla být prováděna s obezřetností, když vysoký počet proměnných může přinášet nežádoucí šum do indexu a zároveň zvyšovat jeho složitost. Navíc, nové proměnné mohou reprezentovat stejný rizikový faktor a tudíž by docházelo ke zdvojení. Všechny vybrané proměnné byly následně transformovány a připraveny takým způsobem, aby jejich vyšší hodnoty odpovídaly vyšší míře stresu, který reprezentují. Transformované proměnné tak zachytávají míru historické volatility tržních cen aktiv a rizikových spreadů.

Bankovní sektor:

Beta bankovního akciového indexu – Bankovní sektor představuje hlavní složku finančního systému v České republice a Maďarsku a reprezentuje hlavní zdroj financování reálného sektoru. Pro potřeby výpočtu této proměnné jsem nejdřív sestrojil bankovní akciový index pro každou zemi, který pozůstává z akcií komerčních bank obchodovaných na hlavních akciových trzích těchto zemí.² Beta je pak mírou korelace mezi denními výnosy indexu bankovního sektoru a hlavního akciového indexu.³ Beta vyšší než 1 znamená, že volatilita akcií bankovního sektoru je vyšší než volatilita hlavního akciového trhu, což naznačuje, že bankovní sektor je více rizikový. Tato proměnná vyjadřuje vývoj nejistoty ohledně fundamentální hodnoty akcií bankovního sektoru a chování ostatních investorů.

Volatilita nadměrných výnosů bankovního akciového indexu – Nadměrné výnosy bankovního akciového indexu jsou v tomto případě chápány jako rozdíl denního logaritmického výnosu mezi bankovním a hlavním akciovým indexem. Při výpočtu volatility tohoto rozdílu jsme se rozhodli použít směrodatnou semi-odchylku (standard semi-deviation),⁴ která dle našeho názoru lépe vyjadřuje riziko poklesu nadměrných výnosů a je teda vhodnějším nástrojem pro naše účely. Směrodatná semi-odchylka pak byla počítána na denní bázi pro trojměsíční pohyblivé období. Rostoucí hodnota této proměnné tak vyjadřuje zvýšení rizika poklesu nadměrných výnosů. Tato proměnná vyjadřuje vývoj nejistoty ohledně fundamentální hodnoty akcií bankovního sektoru a chování ostatních investorů, ale je navíc zaměřena na období, kdy akcie bankovního sektoru zaostávají za hlavním akciovým indexem.

Volatilita sklonu výnosové křivky – Sклон výnosové křivky definujeme jako rozdíl mezi krátkodobou trojměsíční sazbou peněžního trhu a dlouhodobou sazbou výnosu desetiletého státního dluhopisu. „*Banky generují svůj příjem zprostředkováním mezi krátkodobými závazky (vklady) a dlouhodobými aktivy (úvěry). Proto, když nastane záporný termínový spread⁵ – tj. záporná výnosová křivka – ziskovost bank je*

2 Při tvorbě tohoto indexu jsme se inspirovali postupem výpočtu indexu PX na pražské burze, který vychází z tržní kapitalizace báze jednotlivých emisí. Český index pozůstává z emisí akcií Komerční banky a od 1. 10. 2002 i od Erste banky. Maďarský index pozůstává z emisí akcií OTP banky a od 24. 11. 2003 i od FHB banky. Pro detailnější postup výpočtu indexu viz Manuál indexu PX na webových stránkách Burzy cenných papírů Praha.

3 Beta byla počítána z OLS regrese denních logaritmických výnosů bankovního indexu na výnosy hlavního akciového trhu pro trojměsíční pohyblivé období. Jedná se o Betu z CAPM modelu.

4 Směrodatná semi-odchylka se využívá zejména v teorii portfolia a vyčísľuje fluktuaci výnosů pod stanoveným cílovým výnosem, a tak zachytává míru rizika poklesu výnosů. Využití směrodatné semi-odchylky je například při výpočtu Sortinovy míry. Více formálně standardní semi-odchylka =

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - r_f)^2}{n}}$$
, za podmínky $r_i < r_f$, kde r_i jsou sledované výnosy, r_f je cílový výnos.

5 Spread je jedním z vyjádření sklonu výnosové křivky.

značně ohrožena.“ (Caldarelli et. al., 2009) „Když banky nepředvídají správně pohyby ve výnosové křivce, výnosová míra na jejich aktivech může prudce propadnout relativně k míře, kterou platí na svých závazcích.“ (Bell a Pain, 2010) Proto jsme se jako vhodného reprezentanta tohoto rizika rozhodli využít směrodatnou semi-odchylku denního absolutního rozdílu úrovně výnosové křivky, počítanou na denní bázi pro dvou-
týdenní pohyblivé období. Rostoucí hodnota volatility vyjadřuje zvýšení rizika zhoršení termínového spreadu pro banky. Tato proměnná teda vyjadřuje nejistotu vývoje úrokových sazeb a tedy riziko zhoršení stavu ziskovosti bankovního sektoru.

Peněžní sektor:

Volatilita trojměsíční mezibankovní sazby – „Charakteristickým znakem většiny bank je, že jejich aktiva tvoří převážně nelikvidní termínované úvěry, zatím co jejich pasiva tvoří převážně nezabezpečené krátkodobé vklady.“ (Bell a Pain, 2010) Proto jsou obecně banky v moderním bankovním systému odkázány na mezibankovní peněžní trh jako zdroj likvidity. Volatilita sazeb mezibankovního trhu tak přináší informaci o možném problému s nabídkou likvidity. Pro výpočet volatility jsme se opět rozhodli využít směrodatnou semi-odchylku denního absolutního rozdílu trojměsíční mezibankovní sazby, počítanou na denní bázi pro dvou-
týdenní pohyblivé období. Rostoucí hodnota volatility vyjadřuje zvýšení rizika likvidních problémů. Tato proměnná vyjadřuje hlavně problém asymetrických informací na mezibankovním trhu.

Rozdíl mezi trojměsíční mezibankovní sazbou a základní úrokovou sazbou centrální banky – Trojměsíční mezibankovní sazba vyjadřuje náklady bank při vzájemném půjčování na krátké období na mezibankovním trhu. Tato proměnná zprostředkovává dodatečné informace o riziku na mezibankovním trhu a vyjadřuje problém útěku ke kvalitě. V obdobích zvýšené nejistoty dochází k rozšiřování tohoto „spreadu“ jako projevu problému asymetrických informací, když zejména v obdobích krize jsou banky neochotny půjčovat nadbytečnou likviditu na mezibankovním trhu z důvodu zvýšeného rizika protistrany, nebo z důvodu neočekávané potřeby likvidity. Tato proměnná byla vypočtena jako absolutní rozdíl mezi trojměsíční mezibankovní sazbou a základní úrokovou sazbou centrální banky.

Měnový sektor:

Volatilita kurzu domácí měny vůči EUR a USD – Krize na měnových trzích jsou spojeny s výraznou depreciací měny. Navíc, oslabování měny a její vysoká volatilita může mít negativní vliv na příliv zahraničního kapitálu, který je pro malé otevřené ekonomiky významným zdrojem financování. „Neočekávaný nárůst volatility vytváří nejistotu, která ovlivňuje likviditu a tím i efektivitu měnového trhu.“ (Illing a Liu, 2006) Pro výpočet volatility jsem použil směrodatnou semi-odchylku denního logaritmického měnového výnosu na obou měnových párech, počítanou na denní bázi pro dvou-
týdenní pohyblivé období. Tato proměnná vyjadřuje vývoj nejistoty ohledně fundamen-

tální hodnoty měny země a chování ostatních investorů. Navíc zachytává problém útku ke kvalitě a k likviditě, když v obdobích krize investoři stahují své investice z méně rozvinutých zemí a zvyšují své investice v takzvaných zemích bezpečného přístavu.

Dluhopisový sektor:

Volatilita dvouletých výnosů státních dluhopisů – Zvýšená volatilita výnosů státních dluhopisů může představovat očekávání problémů financování státního dluhu z důvodu rostoucí nejistoty vývoje schopnosti státu dostát svým závazkům. Tato proměnná je v současné době velmi aktuální, když jsme v průběhu evropské dluhové krize měli možnost sledovat rychlý nárůst výnosů státních dluhopisů zemí, které se dostaly do problémů. Pro výpočet volatility jsme použili směrodatnou semi-odchylku denního absolutního rozdílu dvouletých výnosů státních dluhopisů, počítanou na denní bázi pro dvoutýdenní pohyblivé období. Tato proměnná vyjadřuje vývoj nejistoty ohledně schopnosti státu dostát svým závazkům ovšem za předpokladu neměnné očekávané inflace a ekonomického růstu.

Rozdíl mezi výnosem desetiletého domácího a německého státního dluhopisu⁶ – Tato proměnná vyjadřuje míru rizika domácího dluhopisového trhu, když jsem pro porovnání využil výnos německého státního dluhopisu.⁷ Podobně jako na měnových trzích, působí německé státní dluhopisy jako bezpečný přístav v období krize, když se investoři zbavují méně likvidních a více riskantních dluhopisů okrajových zemí. Tato proměnná byla vypočtena jako absolutní rozdíl mezi výnosem desetiletého domácího a německého státního dluhopisu. Rostoucí rozdíl můžeme chápat jako zvýšené riziko domácího dluhopisového trhu, které se kromě státního sektoru ve většině případů prolévá i do korporátního sektoru. Tato proměnná vyjadřuje míru averze vůči riziku ze strany zahraničních investorů.

Akciový sektor:

Volatilita hlavního akciového indexu – Akciový trh je v našem regionu čím dál tím důležitější zdroj kapitálu pro soukromé společnosti a vývoj na trhu nám poskytuje důležité informace o vývoji finanční situace kotovaných společností. Výrazný pokles akciového trhu může způsobit zvyšování nákladů na kapitál pro společnosti a zároveň negativní efekt bohatství pro domácnosti (i když v našem případě je tento efekt minimální). Pro výpočet volatility jsme použili směrodatnou semi-odchylku denního loga-

6 V tomto případě Německo reprezentuje vhodného zástupce evropského dluhopisového trhu, neboť je to země (emitent), která dosahuje nejvyššího ratingu.

7 Další možností by byla volba celoevropského státního dluhopisu, vyjádřeného například jako průměrný výnos dluhopisů všech zemí. Jako ještě lepší varianta se mi zdá využití spreadu na CDS pro domácí státní dluhopisy, ale z důvodu krátkých časových řad pro CDS spready jsme preferovali jiné řešení.

ritmického výnosu hlavního akciového indexu, počítanou na denní bázi pro dvoutýdenní pohyblivé období. Rostoucí hodnota této proměnné vyjadřuje zvýšení rizika záporných výnosů na akciovém trhu. Tato proměnná vyjadřuje vývoj nejistoty ohledně fundamentální hodnoty společností na akciovém trhu a chování ostatních investorů.

3.2 Agregace proměnných do indexu finančního stresu

V této sekci si popíšeme zvolené metody agregace jednotlivých proměnných do indexu finančního stresu. „*Volba, jako zkombinovat proměnné (metoda vážení) je možná nejsložitějším aspektem tvorby indexu finančního stresu. Problém při výběru vah leží v nedostatku referenčních časových řad, ze kterých by bylo možné odvodit a testovat rozdílné a smysluplné váhy.*“ (Illing a Liu, 2006) V našem případě jsem se rozhodl použít tři rozdílné metody vážení – metodu jednotné variance, metodu kvantilové transformace založené na kumulativní distribuční funkci a metodu faktorové analýzy pomocí hlavních komponent. V následujícím textu si představíme jednotlivé metody a jejich výsledky.

Metoda jednotné variance

Tato metoda je nejčastěji používanou metodou v literatuře, když ji můžeme najít například v pracích Illing a Liu (2006), Caldarelli et. al. (2009) a Balakrishnan et. al. (2009). Prvním krokem v agregaci proměnných je jejich statistická standardizace, což znamená, že od jednotlivých proměnných jsou odečteny jejich střední hodnoty a pak jsou vyděleny svou směrodatnou odchylkou.⁸ Následně již můžeme agregovat jednotlivé proměnné do indexu finančního stresu jednoduchým aritmetickým průměrem všech proměnných, což znamená, že každá proměnná má v indexu stejnou důležitost.⁹ Škála indexu byla ještě změněna tak, aby se jeho hodnoty nacházely v intervalu $<0, 1>$.

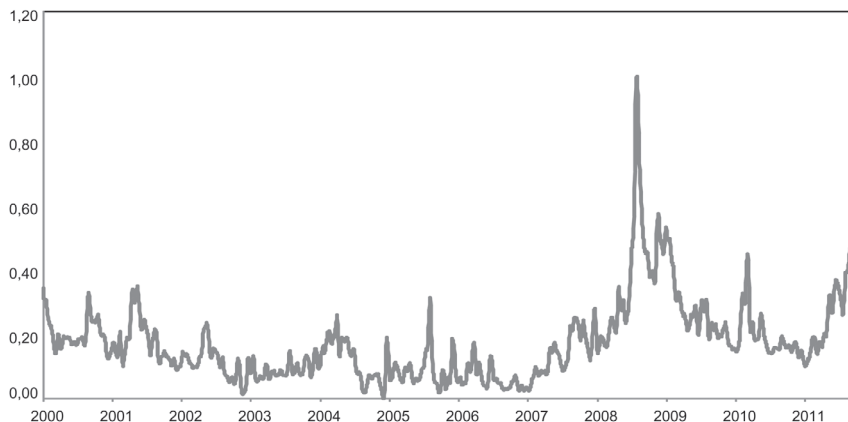
Hlavním nedostatkem této metody je implicitní předpoklad normálního rozdělení proměnných. „*Hlavním praktickým nedostatkem tohoto přístupu je relativně vysoká senzitivita transformace na příchod nových informací v typicky malém vzorku dat. Podmíněné střední hodnoty a směrodatné odchylky můžou být předmětem značných revizí v případě připojení nadnormálních pozorování ke vzorku dat, jak se zvykne stávat v obdobích vážného finančního stresu.*“ (Holló et. al., 2011) Volba denní frekvence dat a relativně dlouhé časové období nám umožňují, zejména s rostoucím počtem dat, zmírňovat tento problém.

8 Pro výpočet střední hodnoty a směrodatné odchylky jsme používali celé sledované období.

9 Alternativní způsob agregace je vážený průměr jednotlivých subindexů finančního stresu pro jednotlivé sektory, kde každý subindex je vytvořen jednoduchým aritmetickým průměrem proměnných daného sektoru.

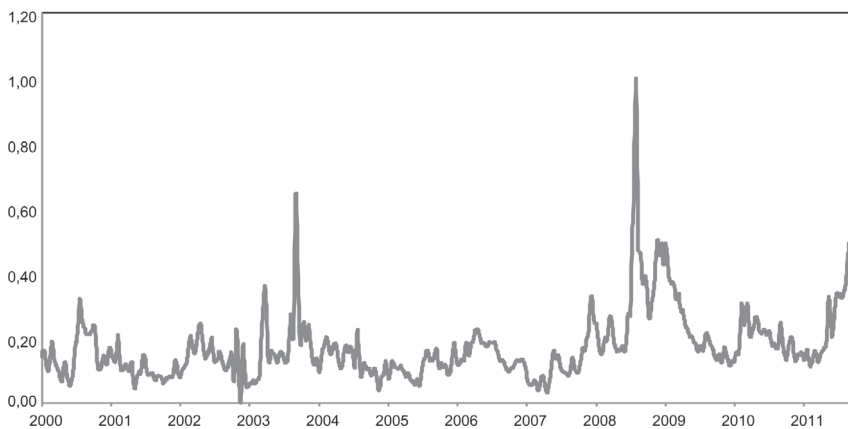
Graf 1

Index finančního stresu pro ČR – metoda jednotné variance¹⁰



Graf 2

Index finančního stresu pro Maďarsko – metoda jednotné variance



Metoda kvantilové transformace založené na kumulativní distribuční funkci

Tato metoda se snaží odstranit nedostatek předpokladu normálnosti rozdělení využitím robustnějšího způsobu transformace založené na kumulativní distribuční funkci proměnných. Podobnou metodu využívají autoři prací Illing a Liu (2006) a Holló et. al. (2011). Každé proměnné je přiřazeno pořadové číslo v daném vzorku dat obsahujícím

10 Všechny indexy byly vyhlazeny dvoutýdenním pohyblivým průměrem.

celé sledované období.¹¹ Toto pořadové číslo je pak vyděleno počtem dat v daném vzorku. Takto transformovaná proměnná vyjadřuje pravděpodobnost, že proměnná dosáhne hodnoty menší nebo rovny než je současná hodnota.¹² Hodnota 0,5 představuje medián všech hodnot proměnné v daném vzorku a vyšší hodnoty představují vyšší míru finančního stresu a nižší hodnoty nižší míru finančního stresu. „*Ve výsledku, transformace projektuje každý hrubý indikátor do proměnné, která je bezjednotková, vyměřená v pořadové škále a leží v (polootevřeném) intervalu (0, 1>.*“ (Holló et. al., 2011) Takováto transformace zabezpečuje snížení senzitivity na extrémní pozorování, jelikož je na nich méně závislá. Transformovaná data nyní můžeme agregovat do celkového indexu finančního stresu aritmetickým průměrem všech transformovaných proměnných. Hodnoty indexu 0,5 představují medián míry rizika pro daný vzorek dat, vyšší nebo nižší hodnoty pak představují vyšší nebo nižší míru rizika.

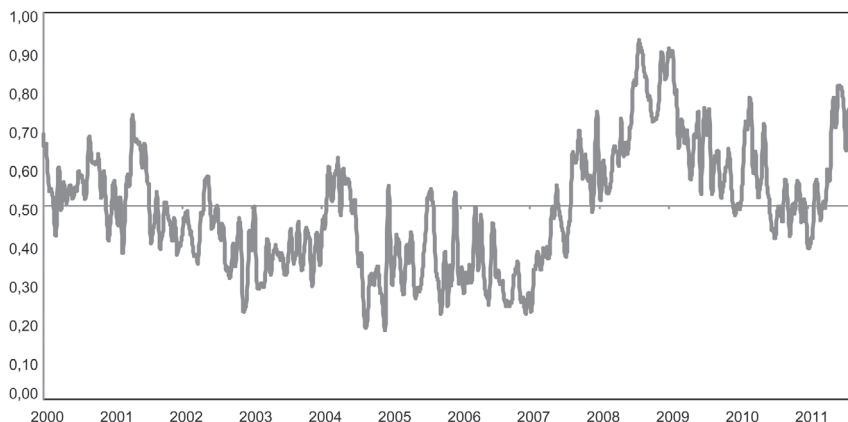
Hlavním nedostatkem této metody je její zaměření na pořadovou škálu hodnot jednotlivých proměnných, přičemž nebere v dostatečné míře do úvahy rozdíly ve výši hodnot jednotlivých proměnných. Jako příklad můžeme uvést situaci, kdy ve dvou obdobích sledujeme 98. a 99. kvantil dat, ale v prvním případě je rozdíl hodnot jednotlivých proměnných minimální a ve druhém případě je tento rozdíl významný (například několikanásobný). Metoda kvantilové transformace bude oba případy charakterizovat jako 98. a 99. kvantil, přičemž nebude brát v úvahu rozdílnost v míře stresu (zachycenou v rozdílu hodnot proměnných), který daná proměnná vyjadřuje. Dalším mírným nedostatkem naší volby transformace na základě kumulativní distribuční funkce pro celé období a nikoli pro jednotlivá rekurzivní období je potřeba revize dat pro celou řadu indexu finančního stresu po přidání nových pozorování, kde může dojít ke změně hodnot transformovaných dat, i když klasifikace událostí zůstává nezměněna.

11 Na rozdíl od autorů Holló et. al. (2011) jsme se rozhodli využít celé sledované období a nikoliv rekurzivní období pro každý časový bod t , jelikož na základě charakteru transformace založené na pořadové škále a v kontextu historického porovnávání období finančního stresu, se nám zdálo vhodnější využití celého období.

12 Více formálně – $P(X \leq Q_p) = p$, kde Q_p je kvantil pro pravděpodobnost p .

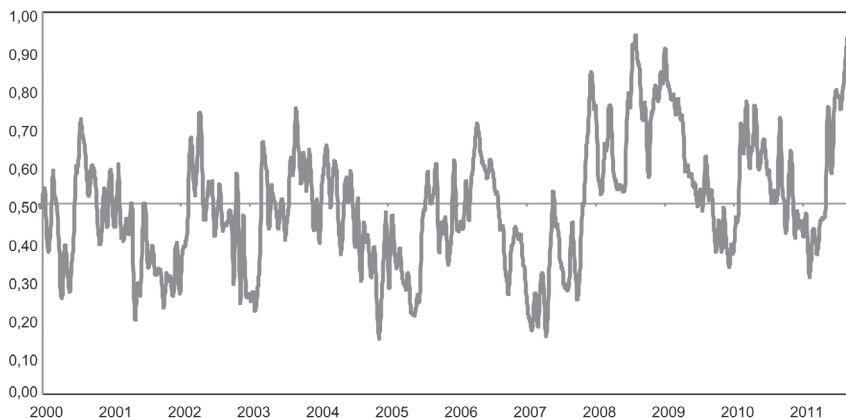
Graf 3

Index finančního stresu pro ČR – metoda kvantilové transformace



Graf 4

Index finančního stresu pro Maďarsko – metoda kvantilové transformace



Tento nedostatek však dle mého názoru kompenzuje větší vypovídací schopnost mého indexu v kontextu historického srovnávání období finančního stresu.

Metoda faktorové analýzy pomocí hlavních komponent

Poslední metodou agregace je statistická metoda hlavních komponent, která extrahuje faktory zodpovědné za společný pohyb skupiny proměnných.¹³ Tuto metodu využívají ve svých pracích například Illing a Liu (2006), Hakkio a Keeton (2009) a St. Louis

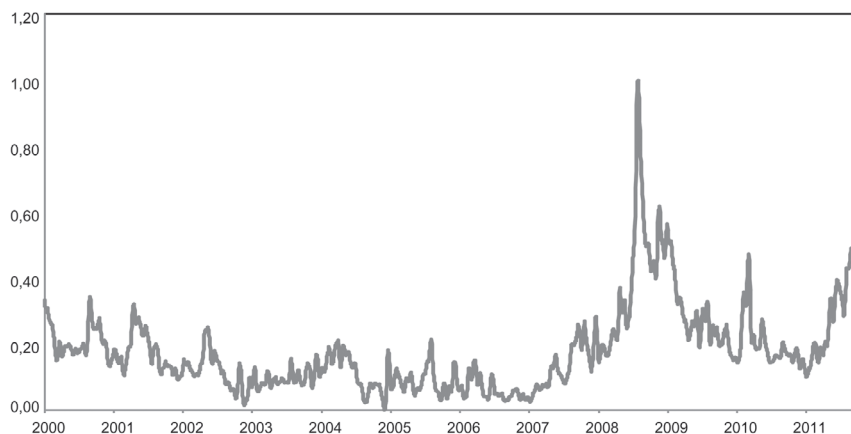
13 Přesněji jde o ortogonální transformaci množiny pozorování možná korelovaných proměnných do množiny nekorelovaných proměnných zvaných hlavní komponenty. Pro více informací o metodě hlavních komponent viz např. Tsay (2002).

FED. Každá z námi zvolených proměnných zachytává určité finanční riziko pro daný sektor a v případě zvýšeného finančního stresu by se měly pohybovat společně. Avšak, jak jsme již zmínili, proměnné mohou kromě míry finančního rizika zachytávat i jiné faktory, které nesouvisí s finančním rizikem a ovlivňují jejich pohyb. Metoda hlavních komponent nám pomůže separovat právě faktor finančního stresu od ostatních faktorů. Naším hlavním předpokladem pro použití této metody je předpoklad, že finanční stres je hlavním faktorem ovlivňujícím pohyb našich proměnných a jeho extrahováním můžeme vytvořit vhodný index finančního stresu. Před aplikováním metody hlavních komponent však ještě musíme upravit naše proměnné statistickou standardizací, což znamená, že od jednotlivých proměnných jsou odečteny jejich střední hodnoty a pak jsou vyděleny svou směrodatnou odchylkou.¹⁴ Následně pro určení našich vah využijeme metodu hlavních komponent, kde zvolenými vahami jsou koeficienty eigenvektorů prvního hlavního komponentu. V případě České republiky je prvním hlavním komponentem vysvětlených 39,5 % variace všech proměnných pro celé období a v případě Maďarska je to 41,8 %. Index finančního stresu pak získáme lineární kombinací jednotlivých vah a standardizovaných hodnot proměnných. Škála indexu byla ještě změněna tak, aby se jeho hodnoty nacházely v intervalu $<0, 1>$.

Hlavním nedostatkem této metody je, stejně jak u předešlé metody, potřeba revidovat dat pro celou řadu indexů finančního stresu po přidání nových pozorování, jelikož může díky standardizaci dat dojít ke změně hodnot standardizovaných proměnných a také ke změně jejich vah. Dalším nedostatkem je striktní předpoklad, že hlavním faktorem společného pohybu proměnných je finanční stres a tudíž že vhodné váhy

Graf 5

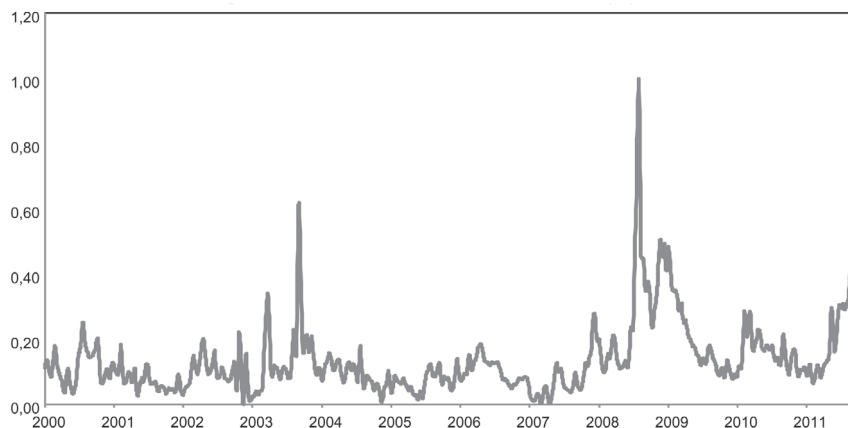
Index finančního stresu pro ČR – metoda faktorové analýzy



14 V tomto případě jsou střední hodnoty a směrodatné odchylky počítány pro celé období.

Graf 6

Index finančního stresu pro Maďarsko – metoda faktorové analýzy



jsou koeficienty eigenvektorů prvního hlavního komponentu. Volba proměnných a porovnání s ostatními metodami agregace indexu finančního stresu nám však potvrzují správnost tohoto předpokladu.

4. Vyhodnocení indexu finančního stresu

4.1 Identifikace období vysokého finančního stresu

Hlavním úkolem indexu finančního stresu je identifikace období, ve kterých je finanční stres natolik vysoký, že představuje závažný problém pro fungování finančních trhů a vytváří hrozbu pro ekonomiku a její růst. „V období jako byl podzim 2008, index finančního stresu může být tak vysoký, že každý souhlasí, že finanční stres je vážným problémem. Mnohokrát však nemusí být tak zřejmé, že index je dost vysoko na to, aby představoval vážný problém.“ (Hakkio a Keeton, 2009) „V zásadě, formální vyhodnocení proto vyžaduje specifikovat (i) co se počítá jako „značný nárůst“ indikátoru stresu, a/nebo (ii) co představuje „neobvykle nebo extrémně vysokou úroveň“, a (iii) co představuje relevantní systémovou událost z *ex ante* perspektivy mimo rámce statistického měření.“ (Holló et. al., 2011) Abychom však byly schopni identifikovat období vysokého finančního stresu, základním předpokladem je robustnost indexu finančního stresu v čase, což nám zaručí, že signály vysílané tímto indexem budou časově konzistentní. „Je pak žádoucí, že indikátor klasifikuje periodu, jako obzvlášť stresovou událost povezme deset let později, když je přidáno deset let dat pro výpočet indikátoru. V opačném případě nemůže být provedeno žádné robustní historické srovnání, a výpočet určitých prahových hodnot pro indikátor nebude mít žádný smysl.“ (Holló et. al., 2011) Robustnost indexu se pak dosahuje vhodnou volbou metod standardizace dat a jejich následné agregace. V našem případě může vést standardizace dat u metody jednotné

variance a částečně i u metody faktorové analýzy ke vzniku problémů při využití prahových hodnot pro identifikaci stresových období, jelikož s rostoucím počtem nových pozorování může dojít ke změnám například u střední hodnoty a variance, a tak následně k reklasifikaci jednotlivých událostí ze stresových na nestresové. Robustnější metodou je metoda kvantilové transformace, která by měla zabezpečovat konzistentnější klasifikaci událostí v čase, i když ani tato metoda není úplně izolována vůči problému přidání velkého množství nových dat.¹⁵ S těmito výhradami na mysli si nyní popíšeme hlavní způsoby identifikace období zvýšeného finančního stresu.

Identifikaci na základě **počtu směrodatných odchylek od střední hodnoty** ve svých pracích využívá Illing a Liu (2006), Caldarelli et. al. (2009) a Balakrishnan et. al. (2009). Zatímco Illing a Liu (2006) identifikují finanční krize, když hodnota indexu překročí dvě směrodatné odchylky nad střední hodnotou, Caldarelli et. al. (2009) identifikují finanční krizi v obdobích, kdy hodnota indexu převyšuje jednu směrodatnou odchylku nad trendem, který je určen pomocí Hodrick-Prescottova filtru. *„Jelikož je každá proměnná v indexu finančního stresu standardizována, míra stresu pro současnou událost může být porovnána s historickou událostí jenom z hlediska jejich odchylky od střední hodnoty. Hodnota indexu se pravděpodobně změní, když se změní sledované období, ale pořadová klasifikace dvou událostí zůstane stejná.“* (Illing a Liu, 2006) Problémem tohoto způsobu identifikace je dopad na změnu prahové hladiny po přidání nových pozorování a následná reklasifikace událostí ex post.¹⁶ Příznačným příkladem je dopad přidání dat po roku 2007, kdy index finančního stresu dosahoval extrémních hodnot v průběhu delšího období.

Dalším způsobem identifikace je identifikace na základě **prahové hodnoty dané určitým kvantilem pozorování**. *„Například, index pro daný měsíc může být klasifikován jako vysoký, když spadne do 90. kvantilu celého období – tj. když index pro daný měsíc je větší nebo roven než index v 90 % všech měsíců.“* (Hakkio a Keeton, 2009) Tento způsob identifikace je tak více robustnější než předchozí způsob, jelikož přidání extrémních hodnot nemá až taký dopad pro dané rozdělení. Musíme však upozornit, že ani tento způsob se nedokáže úplně vyhnout problému reklasifikace v důsledku přidání většího množství nových pozorování extrémních hodnot.

Sofistikovanější způsob identifikace využívají ve své práci Holló et. al. (2011), když období finančních krizí identifikují **endogenně využitím ekonometrických modelů**. Na svůj index finančního stresu aplikují tzv. Markov switching model, kde předpokládají tři různé režimy, ve kterých se index nachází. Na základě tohoto modelu pak identifikují režim finančních krizí. Ani tento způsob identifikace není bez problé-

15 U všech metod může ještě vzniknout problém při revizi dat pro celou řadu indexu s přidáním nových pozorování.

16 Možným způsobem jak obejít tento problém je přizpůsobovat počet směrodatných odchylek dopadům přidání nových dat na směrodatnou odchylku a střední hodnotu. V případě zahrnutí dat pro léta 2008–2011 bychom pak museli snížit počet směrodatných odchylek.

mů. „Avšak, identifikace krizí pomocí Markov switching modelu je závislá na vzorku dat a potýká se s problémem vynalézání mnohem více krizí než ve skutečnosti. Specifikace modelu významně ovlivňuje identifikaci krizí a dosud neexistuje běžně akceptované kritérium pro výběr rozdílných specifikací.“ (Ho, 2004)

Posledním způsobem je identifikace období krizí na základě **srovnání s určitým benchmarkovým stresem**. Tento způsob nemá problém s robustností, jelikož i po standardizaci a rozšíření vzorku dat zůstává zachováno pořadové hodnocení. Výhodou tohoto způsobu je jeho větší intuitivnost (Hakkio a Keeton, 2009), když je jednodušší porovnávat současný stres s již známým obdobím finanční krize. Nevýhodou tohoto způsobu je pak libovolnost volby benchmarkového stresu a tak možnost opomenutí některých stresových událostí.

4.2 Srovnání indexu finančního stresu s historickými příklady

Jako způsob identifikace období zvýšeného finančního stresu¹⁷ jsme se rozhodli využít identifikaci na základě jedné směrodatné odchylky od mediánu pro celé sledované období pro index zhotoven metodou faktorové analýzy.¹⁸ Tento způsob přinášel nejvíce robustnější výsledky, když jako měřítko robustnosti jsme zvolili srovnání s obdobím před rokem 2008. Jako dvojitou kontrolu výsledků jsme použili 75. kvantil pro index vypočítaný metodou kvantilové transformace, který přinášel téměř shodné výsledky. Celkově dokázal index finančního stresu věrohodně zachytit hlavní období zvýšeného finančního stresu pro obě země. Nyní si představíme výsledky pro každou zemi zvlášť.

Česká republika

Náš index finančního stresu zachytil několik období zvýšeného stresu v České republice. První dvě období byla identifikována v letech 2000 a 2001, kde šlo o jednorázový skokový nárůst na dluhopisových a peněžních sazbách, kde míra stresu byla minimální a tudíž můžeme tyto dvě události charakterizovat ex post jako nestresové. Vynikající identifikační schopnost zaznamenal náš index v průběhu krize v roce 2008, kde nejdříve zachytil stres kolem problémů banky Bear Sterns a následně došlo jeden den po pádu banky Lehman Brothers k dosud nevídanému nárůstu systémového finančního rizika, kde v průběhu několika týdnů zaznamenaly své maximální hodnoty všechny sektorové subindexy finančního stresu. Konec roku 2009 odhalil problémy se státním dluhem Řecka a později dalších zemí, když hlavními identifikovanými sektory růstu finančního stresu byly měnový a dluhopisový sektor. V období první záchrany Řecka

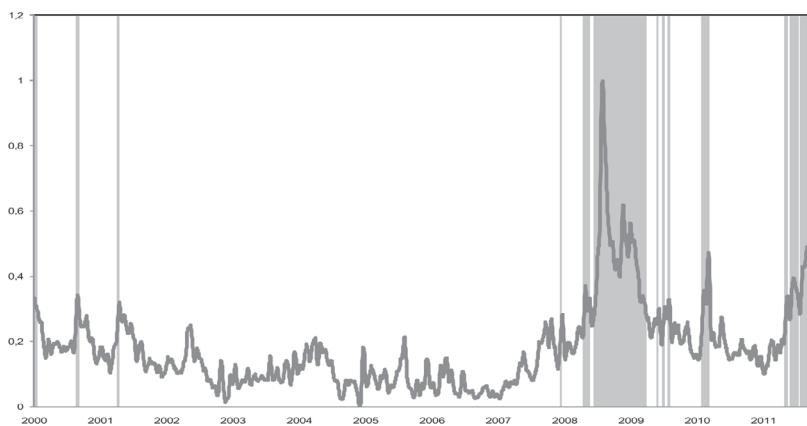
17 V případě identifikace stresu kratší než jeden týden, nebyl tento stres brán v úvahu. V případě, že byly identifikovány dvě stresová období během méně než jednoho týdne, byla tato období sloučena v jedno.

18 Experimentovali jsme i s jinými způsoby identifikace, které přinášely srovnatelné výsledky.

v květnu 2010 došlo k výraznému nárůstu sektorových subindexů na měnovém, dluhopisovém a částečně akciovém sektoru. Na přelomu léta a podzimu 2011 se do České

Graf 7

Index finančního stresu pro ČR – šedé oblasti značí období identifikovaného stresu



republiky znovu vrací zvýšený finanční stres, když hlavním identifikovaným zdrojem stresu je bankovní sektor, ke kterému se ke konci roku přidává dluhopisový a měnový sektor. Náš index tak správně identifikuje stres spojený s evropskou dluhovou krizí a její dopad jak na bankovní sektor, tak na vývoj výnosů státních dluhopisů.

Maďarsko

Maďarsko zažilo v průběhu sledovaného období několik případů vysokého finančního stresu. Prvním obdobím byl rok 2003, kdy Maďarsko zažilo turbulentní období na měnovém trhu v souvislosti se spekulativními útoky na centrální paritu vůči EURu. V průběhu roku došlo k několika významným pohybům úrokových sazeb ze strany centrální banky, k vysoké fluktuaci na měnovém páru vůči EURu a k silnému odlivu zahraničního kapitálu. Náš index správně zachytává tři fáze krize, která způsobila výrazný nárůst na všech sektorových subindexech finančního stresu s výjimkou akciového. Stejně jako u českého indexu, i maďarský index dosahoval bezprecedentních hodnot v průběhu krize roku 2008, kde opět správně identifikoval nárůst stresu v období nuceného prodeje banky Bear Sterns a s odstupem čtyřech dnů i růst finančního stresu po pádu banky Lehman Brothers. Stres ve finančním sektoru byl v tomto období pozorován napříč celým systémem, když i v maďarském případě dosahovaly všechny sektorové subindexy maximálních hodnot. Opětovný návrat finančního stresu přichází do Maďarska nejprve v období prvního záchranného balíku pro Řecko, kde byly hlavními

Graf 8

Index finančního stresu pro Maďarsko – šedé oblasti značí období identifikovaného stresu

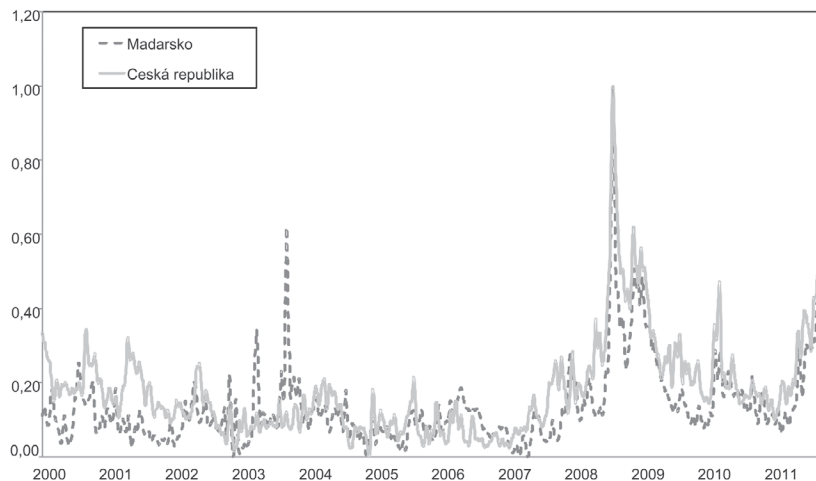


zdroji růstu stresu měnový, dluhopisový a bankovní sektor. Druhá fáze stresu vyvolaného evropskou dluhovou krizí přichází v srpnu 2011, když jsme mohli opět zaznamenat významný nárůst stresu na sektorových subindexech pro bankovní, dluhopisový a měnový sektor. Náš index tak opět správně identifikuje hlavní případy zvýšeného finančního stresu v Maďarsku.

Celkově, indexy pro obě země splnily svou hlavní roli, když dokázali správně identifikovat období růstu finančního stresu a zároveň umožňují porovnání míry stresu pro jednotlivé události. Navíc nám také umožňují nahlédnout na strukturu finančního stre-

Graf 9

Index finančního stresu pro ČR a Maďarsko



su v rámci možnosti identifikace vývoje stresu v jednotlivých sektorech finančního systému. Příkladem může být měnová turbulence v roce 2003 v Maďarsku, která kromě měnového sektoru silně zasáhla i bankovní a dluhopisový sektor. Za povšimnutí také stojí významná korelace indexů obou zemí, která dokládá významný vliv regionálního a celosvětového vývoje na míru finančního stresu v těchto zemích.

5. Závěr

Indexy finančního stresu přinášejí nový nástroj pro regulatorní a veřejné instituce, které mají ve své náplni dohled nad finančním trhem a sledování vývoje rizika finančních trhů. Naše práce přinesla představení několika metod tvorby indexu finančního stresu pro Českou republiku a Maďarsko. Při tvorbě indexů jsme se rozhodli využít proměnné zachytávající míru finančního stresu na základě vývoje tržních cen aktiv, který dokáže zprostředkovat současnou míru stresu ve vysoké frekvenci, přičemž jsme se zaměřili na hlavní sektory finančního systému, jako jsou bankovní, peněžní, měnový, dluhopisový a akciový sektor. Pro následné vyhodnocení úspěšnosti našich indexů jsme pak využili způsob identifikace období zvýšeného finančního stresu na základě jedné směrodatné odchylky hodnoty indexu od hodnoty mediánu. Srovnáním takto identifikovaných období s historickými událostmi jsme dospěli k závěru, že náš index finančního stresu pro obě země věrohodně zachycuje vývoj a míru stresu finančního systému. Výzkum indexů finančního stresu má před sebou ještě několik úkolů týkajících se zejména metody tvorby indexu a standardizace proměnných takovým způsobem, aby byla zabezpečena maximální robustnost indexů v čase. Dalším úkolem je pak volba vhodného způsobu identifikace období zvýšeného finančního stresu, který bude ve velké míře záviset na potřebách institucí odhalovat nárůst finančního rizika v jeho zárodcích. Indexy finančního stresu by tak měly napomáhat při rozhodování makroekonomických politik a jejich vlivu na stabilitu finančního systému.

Literatura

- BALAKRISHNAN, R.; DARNNINGER S.; ELEKDAG S.; TYTELL I. 2009. The Transmission of Financial Stress from Advanced to Emerging Economies. [IMF Working Paper 09/133]
- BELL, J.; PAIN, D. 2000. Leading Indicator Models of Banking Crises – A Critical Review. *Bank of England Financial Stability Review*, December 2000. pp. 113–129.
- BORDO, M.; SCHWARTZ, A. 2000. Measuring Real Economic Effects of Bailouts: Historical Perspectives on How Countries in Financial Stress Have Fared With and Without Bailouts. [NBER Working Paper No. 7701]
- BORDO, M.; DUEKER M. J.; WHEELOCK, D. C. 2000. Aggregate Price Shocks and Financial Instability: A Historical Analysis. [NBER Working Paper No. 7652]
- CALDARELLI, R.; ELEKDAG, S. A.; LALL, S. 2009. Financial Stress, Downturns and Recoveries.

[IMF Working Paper 09/100]

CAPRIO, G.; KLINGEBIEL, D. 1996. Bank Insolvencies: Cross-country Experience.
[World Bank Policy Research Working Paper No. 1620]

ČNB. 2007. *Zpráva o finanční stabilitě 2007*.

ČNB. 2011. *Zpráva o finanční stabilitě 2010/2011*.

DEMIRG U. C.; KUNT, A.; DETRAGIACHE, E. 1998. The Determinants of Banking Crises in Developing and Developed Countries. *IMF Staff Papers* 45 (1).

ECB. 2009. *Financial stability review, December*.

ECB. 2010. *Financial stability review, December*.

ECB. 2010. *Financial stability review, June*.

HAKKIO, S. C.; KEETON, W. R. 2009. Financial Stress: What Is It, How Can It Be Measured, and What Does It Matter? Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Review, Second Quarter 2009.

JAKUBÍK P.; TEPLÝ J. 2011. The JT Index as an Indicator of Financial Stability of Corporate Sector. *Prague Economic Papers*, 2011, Vol. 20, No. 2, pp. 157–176.

HANSCHER, E.; MONNIN, P. 2005. Measuring and Forecasting Stress in the Banking Sector: Evidence from Switzerland. *BIS Papers no 22*.

HLAVÁČEK, M. 2007. Financial Stability Analysis in A Developing Economy. *Finance a úvěr – Czech Journal of Economics and Finance*, 2007, Vol. 57, No. 1-2.

HO, T. 2004. How Useful Are Regime-Switching Models In Banking Crises Identification? Graduate Institute of International Economics, National Chung Cheng University.

HOLLÓ, D.; KREMER, M.; LO DUCA, M. 2011. CISS – A Composite Indicator of Systemic Stress in the Financial System. ECB.

ILLING, M.; LIU, Y. 2006. Measuring Financial Stress in a Developed Country: an Application to Canada. *Journal of Financial Stability*, Vol. 2, No. 4.

KOTLAN, V. 1999. Are Financial Indicators Capable of Predicting Economic Activity? *Politická ekonomie*, 1999, Vol. 47, No. 5.

KOMÁRKOVÁ, Z.; GERŠL, A.; KOMÁREK L. 2011. Models for Stress Testing Czech Banks Liquidity Risk. ČNB

JAKUBÍK, P.; SCHNEIDER, CH. 2008. Is the Czech Republic Different from Germany? ČNB.

MMF. 2010. The IMF-FSB Early Warning Exercise, Design and Methodological Toolkit.

MMF. 2011. *Global stability report, September*.

NELSON, W. R.; PERLI, R. 2006. Selected Indicators of Financial Stability. Federal Reserve Board.

REINHART, C. M.; ROGOFF, K. S. 2009. *This Time is Different. Eight Centuries of Financial Folly*. Princeton, Oxford: Princeton University Press, 2009.

TSAY, R. S. *Analysis of Financial Time Series*. John Wiley & Sons, Inc., 2002.

YIU, M. S.; HO, W.-Y. A.; JIN, L. 2010. A Measure of Financial Stress in Hong Kong Financial Market – The Financial Stress Index. *Hong Kong Monetary Authority Research Note 02/2010*.

FINANCIAL STRESS INDEXES FOR THE CZECH REPUBLIC AND HUNGARY

Milan Šimáček, Faculty of Finance and Accounting, University of Economics, Prague, CZ –
130 67 Praha 3 (milan.simacek@seznam.cz)

Abstract

Financial stress indexes provide a new tool for regulatory and public institutions, which participate in the supervision of financial markets and in the monitoring of the development of risk in financial markets. Our paper introduced a number of methods of building the financial stress index for the Czech Republic and Hungary. We have developed our indices based on the variables representing the level of financial stress by the movement of market prices of assets, which provides a higher frequency to the measurement of financial stress in the main sectors of financial system, *ie.* banking, money market, currency, fixed income and equity sectors. We have then evaluated our indices by the effectiveness to identify periods of increased financial stress based on the deviation by one standard deviation of the value of the index from the median value. Comparing periods identified with this method with historical periods of increased financial stress, we came to the conclusion that my financial stress index for each country successfully identifies the development and level of stress in financial system.

Keywords

Financial stress index, financial system, systemic risk, financial crises

JEL Classification

G17, G32