

TEMATICKÝ ČLÁNEK O FINANČNÍ STABILITĚ

Adam Kučera, Milan Szabo

ODHAD NEUTRÁLNÍ VÝNOSOVÉ KŘIVKY ČESKÝCH STÁTNÍCH DLUHOPISŮ

3 / 2019

Tematické články o finanční stabilitě reagují na vybrané aktuální otázky týkající se problematiky finanční stability. Jejich cílem je edukativní a nenáročnou formou seznamovat veřejnost s výsledky analýz finanční stability a s konkrétními aspekty makrobezpečnostní politiky ČNB. Jsou samostatnou publikační řadou podporující analýzy a závěry Zprávy o finanční stabilitě.

Názory obsažené v tomto článku jsou názory autorů a neodrážejí nezbytně oficiální pozici České národní banky.

Editor: Zlatoše Komárková

Koordinátor: Simona Malovaná

Vydává: Česká národní banka
sekce finanční stability
Na Příkopě 28, 115 03 Praha 1
Česká republika

Kontakt: odbor komunikace sekce kancelář
tel.: +420 22441 3112
fax.: +420 22441 2179
www.cnb.cz

ODHAD NEUTRÁLNÍ VÝNOSOVÉ KŘIVKY ČESKÝCH STÁTNÍCH DLUHOPISŮ

Adam Kučera, Milan Szabo¹

Článek představuje neutrální výnosovou křivku českých státních dluhopisů a metodu její konstrukce. Neutrální výnosová křivka zachycuje takové výnosy českých státních dluhopisů, při kterých je ekonomika ve své rovnováze, inflace dosahuje inflačního cíle, rizikové prémie odpovídají dlouhodobě průměrným úrovním a investoři neočekávají budoucí odchýlení od tohoto stavu. Představená metoda umožňuje identifikovat faktory zodpovědné za odchylku tržních a neutrálních výnosů. Aplikací metody na datech za období 2003 až 2018 ukážeme, že od roku 2009 se česká vládní výnosová křivka nachází významně pod svou neutrální úrovní. Tato odchylka byla v počátku sledovaného období vyvolána zejména záporným cyklem v reálných sazbách z důvodu uvolněné měnové politiky. V dalším období přispěla k odchylce vyšší poptávka po českých státních dluhopisech způsobená zejména působením nekonvenčních nástrojů měnové politiky. Ke konci sledovaného období byla hlavní příčinou přetrvávající záporné odchylky nízká splatnostní riziková prémie.

1. ÚVOD

Výnosy českých státních dluhopisů (SD) v sobě nesou množství významných informací. Výnos, veličina inverzní k ceně, umožňuje zhodnotit, nakolik jsou ceny dluhopisů v historickém srovnání vysoké nebo nízké. Znalost výnosů SD pro různé splatnosti (tj. výnosové křivky) navíc poskytuje informaci nejen o aktuální ceně peněz, odražené ve výnosech SD s krátkou splatností, ale i o očekávané budoucí ceně peněz, ovlivněné očekáváním o budoucí měnové politice, a vztahu k riziku. Všechny tyto informace – očekávání o ceně peněz, hodnocení rizika, míra nadhodnocení či podhodnocení cen – jsou významné pro hodnocení krátkodobých i dlouhodobých rizik v českém finančním systému. ČNB proto využívá metody, které umožňují identifikovat jednotlivé složky výnosů českých SD a vysvětlit vývoj výnosů v kontextu vývoje těchto složek (Kučera et al., 2017).

Článek představuje novou metodu odhadu tzv. neutrální výnosové křivky SD. Ta představuje úroveň výnosů SD různých splatností, při kterých jsou klíčové složky ovlivňující tyto výnosy v rovnováze a investoři neočekávají jejich budoucí změnu. To znamená, že současná i očekávaná reálná krátkodobá úroková sazba je rovna své přirozené úrovni, inflace odpovídá inflačnímu cíli a rizikové prémie jsou rovny svým dlouhodobě průměrným hodnotám. Neutrální výnosová křivka tak představuje určité rozšíření konceptu přirozené úrokové sazby (Laubach and Williams, 2003, pro ČR Hlédik a Vlček, 2018).² Přirozená úroková sazba odpovídá úrovni reálné krátkodobé sazby, při které není měnová politika ani restriktivní, ani expanzivní. Jinými slovy je *neutrální ve vztahu k hospodářskému cyklu a inflačním tlakům*. Neutrální výnosy v sobě zahrnují kromě přirozené úrokové sazby i nominální složku. Ta zahrnuje inflační cíl představující neutrální hodnotu očekávané inflace. Koncept přirozené úrokové sazby je dále rozšířen o složku neutrálních rizikových premií, které jsou odvozeny z dlouhodobých průměrných hodnot výnosů SD. Zahrnutí těchto dodatečných složek umožňuje sestavit celou

1 Adam Kučera (Adam.Kucera@cnb.cz), Milan Szabo (Milan.Szabo@cnb.cz), oba ČNB, sekce finanční stability.

2 Rozšíření konceptu přirozené úrokové sazby (Laubach and Williams, 2003) nabídli již Brzoza-Brzezina a Kotlowski (2012) v podobě přirozené výnosové křivky. Ti reprezentují výnosovou křivku pomocí tří faktorů dle Nelson a Siegel (1987) – úrovně, sklonu a zakřivení – a odhadují přirozenou hodnotu pro každý z těchto faktorů. Za účelem identifikace modelu dále předpokládají, že (i) úroveň vždy odpovídá své přirozené hodnotě a (ii) zakřivení je konstantní. Tyto restriktce znamenají, že veškeré kolísání výnosové křivky okolo její přirozené hodnoty je řízeno jejím krátkým koncem. Takto identifikovaná přirozená výnosová křivka může být vhodným nástrojem pro měnovou politiku. Nijak však nezahrnuje rizikové prémie, a proto neumožňuje širší pohled na makrofinanční prostředí.

časovou strukturu neutrálních výnosů – neutrální výnosovou křivku. Neutrální výnosová křivka je tak širší koncept než přirozená úroková míra, neboť nabízí hodnoty *neutrální ve vztahu k makrofinančnímu prostředí*. Znalost neutrální výnosové křivky umožňuje zhodnotit historický vývoj výnosů SD s rozlišením cyklických a trendových vlivů. Míra odchýlení výnosů a jejich složek od jejich neutrálních hodnot naznačuje možnou trajektorii budoucích výnosů v případě návratu k neutrálním hodnotám. Neutrální výnosová křivka tak představuje vhodný nástroj pro hodnocení závažnosti některých rizik pro finanční stabilitu, která vyplývají z makroekonomických podmínek (např. prostředí nízkých výnosů) a z vývoje na finančních trzích (úrokové riziko, rizika nákazy prostřednictvím hromadných výprodejů SD apod.).

V následující kapitole je představena samotná metoda využívaná ČNB ke konstrukci neutrální výnosové křivky SD. Kapitola 3 ukazuje odhad neutrální výnosové křivky českých SD. Kapitola 4 nabízí detailní diskusi odchylky mezi tržní výnosovou křivkou českých SD a neutrální výnosovou křivkou vypočtenou na základě představené metody a naznačuje implikace pro nadhodnocení cen českých SD. Poslední kapitola shrnuje závěry.

2. METODA KONSTRUKCE NEUTRÁLNÍ VÝNOSOVÉ KŘIVKY VYUŽÍVANÁ ČNB

Východiskem metody je pojmenování složek, které jsou ve výnosech českých SD obsaženy. Základní motivace a pojmenování složek odpovídá přístupu v Kučera et al. (2017). Výnosy lze rozdělit na rizikově neutrální (resp. bezrizikový) výnos, který odpovídá současné ceně peněz (měnověpolitické sazbě) a očekávání o jejím budoucím vývoji, a na rizikovou prémii (Tab. 1). Rizikově neutrální výnos lze rozložit na reálnou úrokovou sazbu a nominální složku odpovídající očekávané inflaci. Rizikovou prémii tvoří tři složky: splatnostní (souvisí s nejistotou ohledně budoucí ceny peněz), kreditní (riziko nesplacení dluhopisu emitentem) a portfoliová (resp. likviditní, odpovídá specifickým poptávkovým efektům). Pro každou ze složek je rozlišena neutrální (tj. rovnovážná) a cyklická hodnota. Neutrální výnosová křivka odpovídá součtu neutrálních hodnot pro jednotlivé složky výnosu.

TAB. 1

Rámec konstrukce neutrální výnosové křivky

Složky výnosu		Tržní proměnné			Výpočet	
		Výnos SD	Sazba IRS	Sazba CDS	Neutrální hodnota	Cyklická hodnota
Rizikově neutrální výnos	Reálná úroková sazba	•	•		(a) Převzato z Hlédik a Vlček (2018) (b) Odhadnuto z BaR	Odhadnuto z BaR
	Inflační složka výnosů	•	•		Konstanta: 2% inflační cíl ČNB	Odhadnuto z BaR
Riziková premie	Splatnostní RP	•	•		Odhadnuto z BaR (*)	
	Kreditní RP	•		•	Odhadnuto z faktorového rozkladu sazeb CDS (*)	
	Portfoliová (likviditní) RP	•			Rozdíl výnosu SD a IRS po očištění o kreditní RP (*)	

Pramen: Autoři

Pozn.: (*) Neutrální a cyklická hodnota u rizikových premií jsou odlišeny pomocí filtrace.

IRS = úrokový swap, CDS = swap úvěrového selhání, SD = státní dluhopis, RP = riziková premie, BaR = Bauer a Rudebusch (2017).

Odhad neutrálních a cyklických hodnot složek využívá skutečnost, že české výnosy SD se pohybují obdobně jako korunové sazby úrokového swapu (IRS).³ Oproti výnosům SD však sazby IRS zahrnují pouze zanedbatelnou kreditní i portfoliovou rizikovou prémii, jelikož v rámci IRS nedochází k výměně nominální hodnoty nástroje a IRS lze obtížněji využít k alokaci části portfolia včetně spekulativních obchodů. Sazba IRS tak přibližně odpovídá prvním třem složkám výnosu SD (Tab. 1, světle šedé podbarvení). K odhadu těchto složek a jejich neutrálních a cyklických hodnot na základě IRS dat je využít tzv. afinní úrokový model, který představuje konzistentní přístup k odhadu úrokových měr za podmínky neexistence arbitráže.⁴ Kreditní riziková prémie státních dluhopisů a její neutrální hodnota jsou modelovány odděleně pomocí faktorového rozkladu sazby swapů úvěrového selhání (CDS). Poslední zbývající složka – portfoliová riziková prémie – představuje reziduum ve výnosech státních dluhopisů.

2.1. Afinní model

Afinní úrokový model využitý pro odhad prvních tří složek a jejich neutrálních hodnot vychází z modelu Bauer a Rudebusch (2017, dále BaR). Jedná se o faktorový model, ve kterém jsou výnosy $y_t(\tau)$ afinní funkcí faktorů $r_t^*, r_t^c, \pi_t^*, \pi_t^c, f_t$, doby do splatnosti τ a parametrů $\phi_r, \phi_\pi, A(\tau), B(\tau)$:

$$y_t(\tau) = r_t^* + \frac{1 - \phi_r^\tau}{\tau(1 - \phi_r)} r_t^c + \pi_t^* + \frac{1 - \phi_\pi^\tau}{\tau(1 - \phi_\pi)} \pi_t^c + A(\tau) + B(\tau) f_t \quad (1)$$

Faktory r_t^* a r_t^c společně určují vývoj reálné úrokové sazby (první složka výnosů). r_t^* je nestacionární faktor představující přirozenou úrokovou sazbu (tedy její neutrální hodnotu), který má stejnou váhu ve výnosech všech splatností. Předpoklad nestacionárního vývoje umožňuje zachytit dlouhodobé trendy ve vývoji výnosů. r_t^c je stacionární faktor představující cyklus umožňující kolísání skutečné reálné úrokové sazby okolo r_t^* . Jelikož předpokládáme postupné uzavírání cyklického vývoje na delších splatnostech, je váha tohoto faktoru $(1 - \phi_r^\tau)/(\tau(1 - \phi_r))$ nejvyšší pro výnosy dluhopisů s krátkou dobou do splatnosti. S růstem doby do splatnosti tedy význam aktuálního cyklu v reálné úrokové míře klesá.⁵ Obdobně je specifikována i inflační (druhá) složka nominálních výnosů, kde π_t^* představuje nestacionární trendovou (neutrální) hodnotu očekávané inflace a hodnota π_t^c řídí stacionární cyklické výkyvy v očekávané inflaci. Rovněž v případě inflace je neutrální hodnota plně zahrnuta ve výnosech dluhopisů všech splatností, zatímco cyklická část je nejvýznamnější pro krátké splatnosti.

Splatnostní riziková prémie (třetí složka výnosů) je kontrolována parametry $A(\tau)$ a $B(\tau)$ a vývojem faktoru f_t . Tento faktor lze připodobnit míře rizikové averze. Parametry $A(\tau)$ a $B(\tau)$ jsou funkcí splatnosti τ a jsou odvozeny na základě podmínky neexistence arbitráže (více viz

3 Korelační koeficient sazby desetiletého korunového IRS a výnosu desetiletého českého SD počítaný z hodnot ke konci měsíce v období 2003–2018 činí 94 %, v případě výpočtu z měsíčních změn výnosů činí 68 %. Detailní diskusi tohoto vztahu nabízí Kučera et al. (2017).

4 Afinní modely představují širokou skupinu úrokových faktorových modelů následujících přístup Duffie a Kan (1996), které jsou charakteristické svou (1) linearitou a (2) podmínkou neexistence arbitráže. Jsou široce využívány v akademické literatuře i centrálními bankami pro rozlišení rizikové neutrální složky a rizikové premie výnosů státních dluhopisů. Pro americké státní dluhopisy viz např. odhad *FRB of New York* a odhad *FRB of San Francisco*.

5 Rizikově neutrální výnos totiž odpovídá očekávané průměrné ceně peněz (měnověpolitické sazby) na horizontu splatnosti dluhopisu. Pro krátké splatnosti je toto průměrné očekávání značně ovlivněno aktuální hodnotou měnověpolitické sazby, jelikož na krátkém horizontu není očekáváno plné uzavření cyklické odchylky. Pro delší splatnosti převažuje ta část očekávání, pro něž se již odchylka v budoucnosti převážně uzavře. Samotná rychlost uzavírání cyklické odchylky je kontrolována hodnotou parametru ϕ_r , která je odhadnuta v rámci modelu.

BaR).⁶ Splatnostní riziková prémie je s delší dobou do splatnosti rostoucí a tvoří určitou protiváhu klesajícímu významu cyklických faktorů r_t^c a π_t^c na delším konci výnosové křivky. Rizikový faktor f_t není v modelu BaR explicitně rozložen na neutrální a cyklickou část. K získání neutrální hodnoty rizikové splatnostní prémie proto využíváme 10letý klouzavý průměr tohoto faktoru.⁷ Cyklickou hodnotu představuje rozdíl od tohoto průměru. Dlouhodobý průměr umožní zachytit dlouhodobé trendy ve vnímání rizika ze strany finančních trhů a zároveň vyhladit výkyvy v průběhu makroekonomických a finančních cyklů.

Vývoj nestacionárních faktorů r_t^* a π_t^* je možné vyjádřit jako náhodnou procházku, vývoj faktorů r_t^c , π_t^c a f_t lze popsat pomocí stacionárního autoregresivního procesu:

$$r_t^* = r_{t-1}^* + \varepsilon_{1t}; \quad \pi_t^* = \pi_{t-1}^* + \varepsilon_{2t}; \quad r_t^c = \phi_r r_{t-1}^c + \varepsilon_{3t}; \quad \pi_t^c = \phi_\pi \pi_{t-1}^c + \varepsilon_{4t}; \quad f_t = \phi_f f_{t-1} + \varepsilon_{5t} \quad (2)$$

kde $\varepsilon_{1...5t}$ jsou normálně rozdělené náhodné šoky do hodnot faktorů. Sloučením rovnice (1) a rovnic (2) dojde k vyjádření afinního modelu v tzv. state-space podobě. Navíc se v modelu předpokládá, že hodnota faktoru π_t^* se rovná inflačnímu cíli ČNB. Takto specifikovaný model je odhadnut ve dvou variantách. V první variantě je hodnota faktoru r_t^* uvažována jako pozorovaná a je pro ni využit odhad přirozené úrokové sazby z Hlédik a Vlček (2018). Zbývající faktory r_t^c , π_t^c a f_t jsou odhadnuty pomocí Kalmanova filtru. Hodnoty parametrů modelu z rovnic (1) a (2) jsou odhadnuty pomocí metody maximální věrohodnosti. Ve druhé variantě je r_t^* uvažováno jako nepozorované a model je odhadnut bayesovsky. Jsou přijaty výchozí předpoklady ohledně rozptylu jednotlivých faktorů. Také se předpokládá, že vývoj r_t^c částečně kopíruje vývoj mezery výstupu. Na základě všech těchto předpokladů je určeno výchozí (tzv. prior) rozdělení hodnot parametrů modelu z rovnic (1) a (2). Finální (posterior) rozdělení hodnot parametrů modelu je získáno prostřednictvím algoritmu Metropolis-Hastings.⁸

2.2. Faktorový rozklad sazby CDS

Zbývající složky výnosů jsou prémie za kreditní a portfoliové riziko. Tyto složky společně představují rozdíl mezi pozorovanými výnosy českých SD a korunovými IRS. V této části článku je představena metoda, která explicitně modeluje kreditní premii. Portfoliová složka je pak implicitně odvozena jako reziduum.

Kreditní prémie malých ekonomik je charakteristická svým náhlým přechodem mezi relativně nízkou a vysokou úrovní. Tuto vlastnost lze spatřit i ve vývoji kotovaných sazeb CDS na české SD, které jsou zde vzhledem k jejich vazbě na kreditní riziko využity k odhadu kreditních rizikových premií SD. K odhadu neutrální a cyklické kreditní rizikové prémie provádíme rozklad sazeb CDS na kombinaci lineární a nelineární komponenty (rovnice 3). Lineární komponenta odráží neutrální ocenění kreditního rizika a je získána jako lineární kombinace faktorů f_1, f_2, f_3 představených dále. Nelineární komponenta zachycuje významný nárůst sazeb CDS v obdobích tržních nejistot. Předpokládáme její závislost na totožných faktorech f_1, f_2, f_3 . Nelinearity je

6 Odvození hodnot parametrů je relativně náročné a přesahuje rozsah tohoto článku.

7 Při odhadu neutrální splatnostní rizikové prémie bylo testováno i využití delšího (resp. kratšího) klouzavého průměru. To mělo za následek mírně nižší (resp. vyšší) volatilitu neutrálních výnosů. Nižší představené obecné výsledky a závěry analýzy nicméně nebyly volbou délky horizontu pro výpočet průměru podstatněji ovlivněny.

8 Prior pro hodnoty parametrů jsou nastaveny obdobně jako v Bauer a Rudebusch (2019).

dosaženo prostřednictvím rizikového rozpětí implikovaného z Mertonova kreditního modelu, který je upraven pro výpočet kreditního rizika centrální vlády.⁹

$$\text{sazba CDS} = \text{lineární_komponenta}(f_1, f_2, f_3) + \text{nelineární_komponenta}(f_1, f_2, f_3) \quad (3)$$

Volba faktorů vstupujících do obou komponent je vedena potřebou zachytit informace, které trh může odrážet v ocenění kreditní rizikové prémie státu a tedy i v sazbách CDS. První faktor f_1 zahrnuje informace o fiskálním zdraví centrální vlády. Faktor je vyjádřen v podobě indikátoru (tzv. BudgetRisk), který porovnává rozpočtové příjmy s mandatorními náklady. Zatímco první faktor reprezentuje fundamentální zdroj rizika v podobě rozpočtové situace centrální vlády, druhý a třetí faktor mají za cíl zachytit vliv tržní nejistoty, která nemusí mít pouze fundamentální odůvodnění. To je motivováno např. vývojem výnosů českých SD a sazeb CDS po vypuknutí evropské dluhové krize, kdy hodnocení kreditního rizika české vlády bylo do značné míry ovlivněno hodnocením rizika v okolních státech (viz např. Frait, 2019). Pro účely zachycení vazby mezi nejistotou na trhu SD a oceněním jejich kreditní prémie, resp. sazbou CDS, využíváme tzv. sovCISS indikátor (viz Garcia-de-Andoain a Kremer, 2018). Zahrnujeme dva výpočty indikátoru, první pro ČR ($SovCiss_{CR}$ resp. f_2) a druhý pro eurozónu ($SovCiss_{EMU}$ resp. f_3). Zahrnutí f_3 umožňuje zachytit přeliv rostoucích kreditních premii a negativního sentimentu ze zahraničí do ČR.

Po dosažení těchto faktorů do rovnice (3) za f_1, f_2, f_3 a rozepsání lineárního a nelineárního funkčního vztahu mezi faktory a sazbou CDS je možné rovnici (3) rozepsat:

$$\begin{aligned} \text{CDS sazba} = & \alpha_{budget} \cdot \text{BudgetRisk} + \alpha_{sovCiss_{CR}} \cdot \text{SovCiss}_{CR} + \alpha_{sovCiss_{EMU}} \cdot \text{SovCiss}_{EMU} + \\ & \beta \cdot \text{Merton}_{CDS}(w_{BudgetRisk}, w_{sovCiss_{CR}}, w_{sovCiss_{EMU}}, \text{BudgetRisk}, \text{SovCiss}_{CR}, \text{SovCiss}_{EMU}) \end{aligned} \quad (4)$$

kde $\alpha_{budget}, \alpha_{sovCiss_{CR}}, \alpha_{sovCiss_{EMU}}, \beta, w_{budget}, w_{sovCiss_{CR}}, w_{sovCiss_{EMU}}$ jsou parametry modelu. Ty jsou odhadnuty numericky prostřednictvím minimalizace odchylek modelem vysvětlených a trhem kotovaných sazeb CDS jednotlivých splatností.

Takto odhadnutý model umožňuje získat neutrální úroveň kreditní rizikové prémie ve výnosové křivce SD. Ta je vypočtena pouze z lineární komponenty sazeb CDS, zatímco část sazeb CDS vysvětlená nelineárním vývojem je považována za cyklickou hodnotu kreditní prémie. Lineární komponenta je po jejím odhadu vyhlazena pomocí desetiletého klouzavého průměru se stejnou motivací jako u splatnostní rizikové prémie (viz výše).

Reziduální portfoliová složka výnosů představuje souhrn všech ostatních vlivů. Neutrální hodnotu portfoliové rizikové prémie vyhlazujeme skrze desetiletý klouzavý průměr stejně jako v případě předchozích rizikových premii.

⁹ Aplikace Mertonova kreditního modelu pro odhad kreditního rizika státu byla aplikovaná například v Gapen, Gray, Xiao a Lim (2005). Kreditní riziko je zachyceno poklesem tržní hodnoty aktiv k tzv. distress bariéře nebo nárůstem volatility aktiv. V rámci modelu se odhaduje tržní hodnota aktiv za využití rovnic k ocenění opcí (Black a Scholes, 1973). V případě aplikace tohoto modelu na kreditní riziko české vlády byla zvolena modifikace, která navazuje vývoj nelineární kreditní prémie na stejné faktory jako lineární komponenta. To usnadňuje odhad modelu i interpretaci jeho výsledků.

3. NEUTRÁLNÍ VÝNOSY ČESKÝCH STÁTNÍCH DLUHOPISŮ

Pro odhad neutrální výnosové křivky českých SD jsme využili korunové sazby IRS a výnosy SD v měsíční periodicitě (data ke konci měsíce) v období 7/2003 až 12/2018. Z těchto dat jsme sestavili bezkuponové výnosové křivky pro splatnosti 1–15 let pomocí metody Fama-Bliss (Fama a Bliss, 1987), která využívá předpoklad o konstantní forwardové sazbě mezi dvěma datovými body. Pro výpočet kreditní prémie využíváme kotace CDS na české SD, data o státním rozpočtu (ČNB, 2019c), data o celkovém dluhu centrální vlády (MFČR, 2019) a časovou řadu sovCISS indexu (ECB, 2019). Inflační cíl, který představuje pozorovanou hodnotu π_t^* , byl nastaven pro obě varianty pro celé období na hodnotu 2 %. Pro první variantu odhadu úrokového modelu byl jako datový vstup dále využit odhad přirozené úrokové sazby r_t^* pro ČR z Hlédik a Vlček (2018). V druhé variantě byl namísto toho využit odhad mezery výstupu z OECD (2019). Kromě těchto dat byly do odhadu state-space modelu jako dodatečné pozorované proměnné zpřesňující identifikaci modelu zahrnuty časové řady pro měnověpolitickou dvoutýdenní repo sazbu ČNB (ČNB, 2019a), historickou inflaci (ČSÚ, 2019) a inflaci očekávanou na horizontu jednoho roku získanou z průzkumů inflačního očekávání finančního trhu (ČNB, 2019b).¹⁰

Srovnání pozorovaného výnosu a neutrálních hodnot odhadnutých v obou variantách modelu nabízí Grafy 1 a 2. Pro jednoletou splatnost je neutrální výnos mírně klesající v případě odhadu přirozené úrokové sazby v rámci modelu, zatímco odhad za použití dat z Hlédik a Vlček (2018) osciluje v rozmezí 2–5 %. To je dáno tím, že odhad z Hlédik a Vlček (2018) využívá čistě makroekonomická data, zatímco odhad v rámci modelu kombinuje makroekonomická a tržní data. Neutrální výnos a přirozená úroková sazba odhadnutá v rámci modelu tak více odpovídá ceně peněz vnímané investory, zatímco v případě hodnot založených na přirozené sazbě z Hlédik a Vlček (2018) se jedná o hodnoty konzistentní s makroekonomickým vývojem. V případě desetiletého výnosu je pokles neutrálních výnosů patrný pro obě varianty odhadu. To je dáno relativně vyšším významem neutrálních rizikových premií ve vyšších splatnostech. Neutrální rizikové prémie jsou v pozorovaném období klesající.

Tržní výnosy se pohybovaly poblíž neutrálních hodnot naposledy ke konci roku 2008. Následný pokles měnověpolitických sazeb a příchod prostředí nízkých výnosů znamenal setrvávání výnosů českých SD několik procentních bodů pod jejich neutrálními hodnotami. Ke konci roku 2018 byla tato mezera ve výnosech nadále patrná, přestože došlo k částečnému zavření mezery v porovnání s její absolutně nejvyšší hodnotou v letech 2015–2016. Ke konci roku 2018 činila tato mezera dle odhadu -94 b. b. pro jednoletý, resp. -233 b. b. pro desetiletý český SD.¹¹

Výsledky také naznačují vysvětlení pro trend klesajících dlouhodobých výnosů českých SD pozorovaný v posledních 15 letech. Tento trend odráží obdobný vývoj výnosů SD v zahraničí (viz diskuse v BaR). Námi představená metoda vycházející z modelu BaR tak umožňuje vysvětlit, nakolik je tento trend cyklický nebo představuje skutečný strukturální posun. Výsledky ukazují, že v případě desetiletého českého SD byl pokles způsoben oběma vlivy. Zatímco neutrální výnos za sledované období poklesl o 2,15 p. b., cyklický vývoj přispěl k dalšímu oddálení tržních výnosů od jejich neutrálních hodnot. S tím souvisí setrvávání

10 Některá data nebyla k dispozici pro celé období nebo byla dostupná v nižší než měsíční periodicitě (odhad mezery výstupu, přirozená úroková sazba). To nicméně nepředstavovalo překážku v odhadu modelu, jelikož state-space reprezentace modelu a následné filtrování faktorů umožňují doplnit chybějící data odhady v rámci modelu.

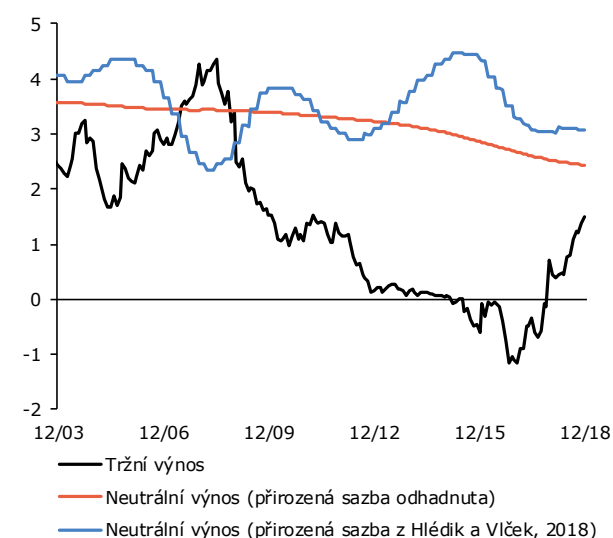
11 Resp. -158 b. b. a -292 b. b. v případě odhadu využívající pozorovanou přirozenou úrokovou sazbu z Hlédik a Vlček (2018).

dlouhodobých výnosů pod jejich neutrální hodnotou po celé sledované období. Průběžný pokles rizikových premií se relativně pomalu promítal do poklesu neutrální rizikové premie, která tak zůstávala po celé období nad aktuální rizikovou premií. V případě, že by k výpočtu neutrální rizikové premie byl využit klouzavý průměr s kratším horizontem, neutrální dlouhodobý výnos by více kopíroval tržní výnos, nicméně klesající trend by byl obdobně patrný.

GRAF 1

Neutrální a pozorovaný výnos jednoletého českého SD

(v %)

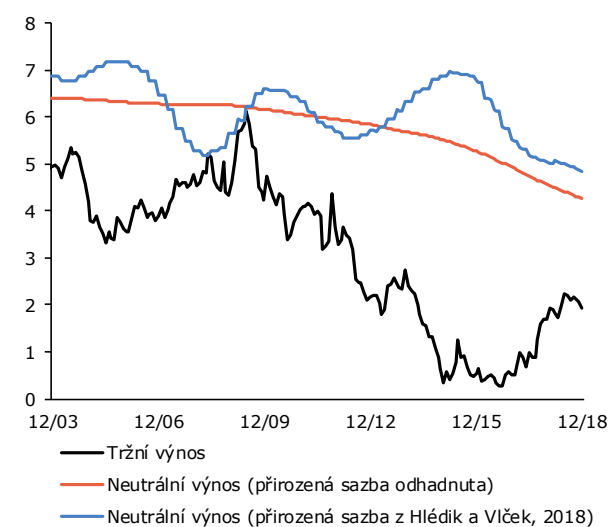


Pramen: ČNB, Bloomberg, Burza cenných papírů Praha, MTS Czech Republic, Thomson Reuters, výpočty autorů

GRAF 2

Neutrální a pozorovaný výnos desetiletého českého SD

(v %)



Pramen: ČNB, Bloomberg, Burza cenných papírů Praha, MTS Czech Republic, Thomson Reuters, výpočty autorů

4. NADHODNOCENÍ CEN ČESKÝCH STÁTNÍCH DLUHOPISŮ

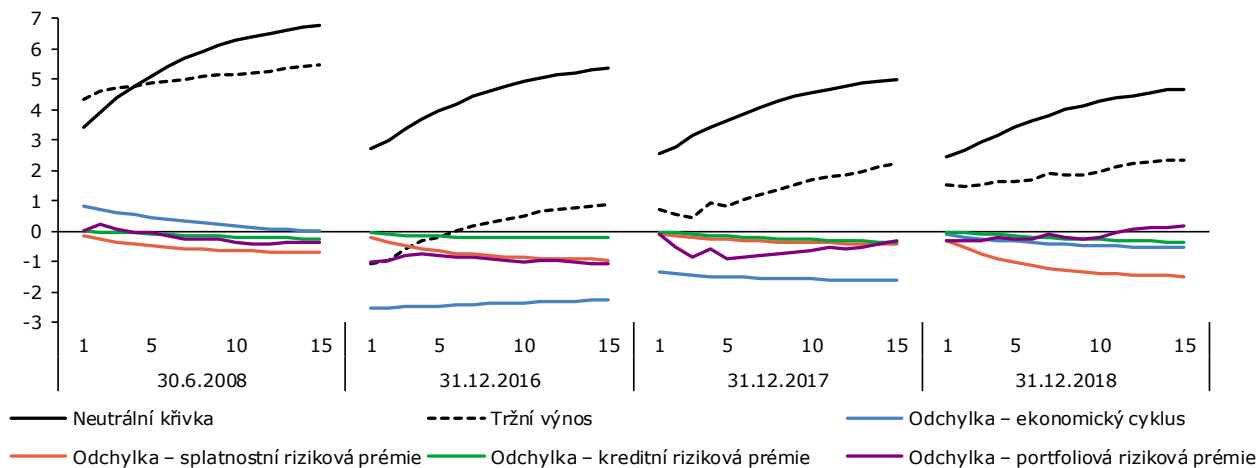
Podstatnou informací pro vyhodnocení rizik souvisejících se vztahem tržních a neutrálních výnosů je příčina jejich odchylky. Odchylka v reálné sazbě či inflačních očekáváních souvisí s makroekonomickou situací a může tak naznačovat spíše rizika dlouhodobějšího charakteru (např. riziko dlouhodobého setrvávání výnosů na nízké úrovni). Oproti tomu cyklický vývoj v rizikových premiích úzce souvisí se sentimentem na finančních trzích, přičemž vyplývající rizika se mohou naplnit i v průběhu několika dnů. Nízká riziková premie může být v případě vzniku tržní nejistoty skokově revidována směrem ke svým historickým průměrům nebo krátkodobě i nad ně, což může vést k relativně významným propadům cen dluhopisů.

Historický vývoj neutrální výnosové křivky a s ní související odchylky naznačuje Graf 3. V polovině roku 2008 protínala tržní vládní výnosová křivka neutrální křivku z důvodu restriktivní měnové politiky. Odchylka makroekonomických složek (cyklická složka reálné úrokové míry a inflačních očekávání) byla kladná pro nejkratší výnosy a postupně se snižovala až k nule pro patnáctiletou splatnost. To odráželo očekávání investorů o pouze dočasném trvání zvýšených měnověpolitických sazeb a jejich návratu k rovnováze na delším horizontu. Na druhou stranu nízké rizikové premie přispěly k tomu, že dlouhý konec výnosové křivky setrval pod svou neutrální hodnotou.

GRAF 3

Vývoj neutrální výnosové křivky a analýza odchylek

(v %, odchylky v procentních bodech)



Pramen: ČNB, Bloomberg, Burza cenných papírů Praha, MTS Czech Republic, Thomson Reuters, výpočty autorů.

Pozn.: Odchylka ekonomického cyklu v sobě zahrnuje cyklus reálné úrokové sazby a cyklus inflačních očekávání. Neutrální křivky a odchylka jsou vypočítány z druhé varianty úrokového modelu, kde je přirozená úroková sazba odhadnuta. V případě použití první varianty by byla v letech 2016–2018 odchylka reálné úrokové sazby větší v absolutní hodnotě (tzn. významnější odchýlení se od neutrální křivky).

Po ekonomickém poklesu v roce 2009 a následné měnověpolitické expanzi došlo k přesunu cyklické složky reálné úrokové sazby i očekávané inflace do záporných hodnot a až do konce roku 2016 byly tyto makroekonomické cyklické složky výnosů významně záporné (v rozmezí -2 až -3 p. b.). Výnosy dluhopisů s dlouhou splatností byly zároveň ovlivněny přetrvávající nízkou splatnostní rizikovou premií. K poklesu tržních výnosů značně pod neutrální úroveň přispěla i portfoliová složka rizikové premie, která byla spjata se zvýšenou poptávkou nerezidentů po českých SD v souvislosti s jimi očekávaným posílením koruny po opuštění kurzového závazku ČNB.¹²

V roce 2017 byl opuštěn kurzový závazek ČNB a došlo k několika zvýšením měnověpolitické sazby. To se projevilo v poměrně podstatném absolutním snížení záporné odchylky v reálné úrokové sazbě a očekávané inflaci. Taktéž odchylka portfoliové rizikové premie se absolutně snížila, tržní výnosy se tak částečně přiblížily neutrální hodnotě. V roce 2018 trend uzavírání makroekonomických vlivů pokračoval a odchylka reálné úrokové sazby a očekávané inflace byla menší než 1 procentní bod. Odchylka portfoliové rizikové premie pro delší splatnosti dokonce dosáhla kladných hodnot. Tyto vlivy byly nicméně kompenzovány poklesem odchylky splatnostních rizikových premií dále do záporných hodnot, a to především pro nejdelší splatnosti. Tržní křivka tak částečně snížila svůj sklon, přičemž přiblížení se neutrální křivce na krátkém konci nebylo následováno dlouhým koncem.

Makroekonomické vlivy související s prostředím nízkých sazeb tak byly ke konci roku 2018 nahrazeny vlivy spojenými s tržním sentimentem vyjádřeným nízkými splatnostními rizikovými premiemi. To může být vnímáno i tak, že zatímco na krátkém konci výnosové křivky vedlo zvyšování měnověpolitické sazby v letech 2017–2018 k částečnému uzavření cyklické odchylky, střednědobý efekt v podobě značného objemu volné likvidity v českém finančním

12 Viz <https://www.cnb.cz/cs/casto-kladene-dotazy/Co-byl-kurzovy-zavazek/>.

systému přetrvával. Tento efekt byl dále zesílen přetrvávajícím prostředím nízkých sazeb v eurozóně a přebytkem likvidity na zahraničních trzích. Značný objem likvidních aktiv obecně snižuje při jinak neměnných podmínkách průměrný výnos z celkových aktiv, což motivuje investory k nákupům výnosnějších aktiv (tzv. search for yield). Jejich relativní nedostatek však nutí investory ke snižování jimi požadovaných rizikových prémie. To se týká i českých SD zejména s delší dobou do splatnosti. Toto chování investorů může přinášet důsledky pro finanční stabilitu v podobě rizika náhlého a neuspořádaného přecenění rizikových prémie v případě nárůstu nejistoty na globálních finančních trzích, a tedy korekce v cenách SD a z toho plynoucích ztrát pro jejich držitele. Tento pozorovaný protichůdný efekt klesajících rizikových prémie v období zvyšování měnověpolitických sazeb je obdobný chování např. amerických výnosových křivek, kde tento efekt může být navíc zesílen vlivem vnímání amerického dolaru jako globální rezervní měny.¹³

5. ZÁVĚR

Článek představuje přístup ČNB ke konstrukci neutrální výnosové křivky SD. Ta představuje určité rozšíření konceptu přirozené úrokové sazby pro ČR v Hlédík a Vlček (2018). Neutrální výnosová křivka SD slouží jako referenční ukazatel pro hodnocení pozice ekonomiky a finančního systému v makrofinančním cyklu, zároveň umožňuje analyzovat cykličnost ve vývoji rizikových prémie. Metoda vychází z pohledu na výnosovou křivku v kontextu jejích složek, kterými jsou reálná úroková sazba, inflační očekávání a splatnostní, kreditní a portfoliová riziková prémie. Pro tyto složky získáváme pomocí dvou modelových přístupů jejich vlastní neutrální hodnoty. Neutrální výnosová křivka odpovídá součtu neutrálních hodnot jednotlivých složek. Tento přístup mimo jiné umožňuje identifikovat příčiny odchylky výnosové křivky od její neutrální hodnoty.

Aplikace metody na výnosy českých SD v období 2003–2018 ukázala, že trend poklesu dlouhodobých výnosů byl zapříčiněn kombinací poklesu neutrálních výnosů i cyklického vývoje ve výnosech. Od roku 2009 byly tržní výnosy značně pod svými neutrálními hodnotami. To bylo zapříčiněno nejprve zejména zápornou odchylkou makroekonomických složek výnosů (reálná úroková sazba a inflační očekávání). Od roku 2017, kdy se začala záporná odchylka těchto složek uzavírat, naopak docházelo k poklesu odchylky rizikových prémie. Rekordně nízké rizikové prémie tak na dlouhém konci výnosové křivky působily proti vlivu nárůstu měnověpolitické sazby, což mělo za následek snížení sklonu výnosové křivky českých SD.

LITERATURA

BAUER, M. D. (2017): *A New Conundrum in the Bond Market?* FRBSF Economic Letter 2017-34, Federal Reserve Bank of San Francisco.

BAUER, M. D. A RUDEBUSCH, G. D. (2017): *Interest Rates Under Falling Stars*. [verze 2017]. CESifo Working Paper 6571, CESifo Group Munich.

BAUER, M. D. A RUDEBUSCH, G. D. (2019): *Interest Rates Under Falling Stars*. [verze leden 2019], Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper 2017-16. <https://www.frbsf.org/economic-research/files/wp2017-16.pdf>.

13 Tato situace byla poprvé pozorována v USA v období před rokem 2008 – tzv. Greenspan's conundrum, kdy výnosy amerických desetiletých státních dluhopisů klesaly navzdory zvyšování měnově politické sazby Fedu. Obdobná situace je diskutována i od roku 2017, kdy dlouhodobé výnosy z amerických státních dluhopisů zůstávají relativně nízké navzdory zvyšování měnověpolitických sazeb Fedu – viz např. Bauer (2017).

- BLACK, F. A. SCHOLES, M. (1973). *The pricing of options and corporate liabilities*. Journal of political economy, 81(3), s. 637–654.
- BRZOZA-BRZEZINA, M. A KOTLOWSKI, J. (2012): *Measuring the Natural Yield Curve*. National Bank of Poland Working Paper 108, National Bank of Poland.
- ČNB (2019a): *Měnověpolitické nástroje – Česká národní banka*. [online, přístup 21. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/menova-politika/mp-nastroje/>.
- ČNB (2019b): *Inflační očekávání finančních trhů*. Databáze časových řad ARAD. [online, přístup 19. 2. 2019]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cnb/STAT.ARADY_PKG.PARAMETRY_SESTAVY?p_sestuid=21936&p_strid=ACAC&p_lang=CS.
- ČNB (2019c): *Příjmy a výdaje vládního sektoru*. Databáze časových řad ARAD. [online, přístup 15. 1. 2019]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cnb/STAT.ARADY_PKG.PARAMETRY_SESTAVY?p_sestuid=57021&p_strid=ABC&p_lang=CS.
- ČSÚ (2019): *Inflace, spotřebitelské ceny*. [online, přístup 17. 2. 2019]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/inflace-spotrebitelske_ceny
- DUFFIE, D. A KAN, R. (1996): *A Yield-Factor Model of Interest Rates*. Mathematical finance, 6(4), s. 379–406.
- ECB (2019): *CISS – Composite Indicator of Systemic Stress*. Statistical Data Warehouse. [online, přístup 15. 1. 2019]. Dostupné z: <https://sdw.ecb.europa.eu/browse.do?node=9689686>.
- FAMA, E.F. A BLISS, E. (1987): *The Information in Long-Maturity Forward Rates*. American Economic Review, 77(4), s. 680–692.
- FRAIT, J. (2019): *Deset let od „Argentinu na Dunaji“*. Blogový příspěvek čnBlog, publikováno dne 11. 3. 2019. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cs/o_cnb/cnblog/Deset-let-od-Argentinu-na-Dunaji/.
- GAPEN, M. T., GRAY, D., XIAO, Y. A LIM, C. H. (2005). *Measuring and Analyzing Sovereign Risk with Contingent Claims*, IMF Working Paper, International Monetary Fund.
- GARCIA-DE-ANDOAIN, C. A KREMER, M. (2018). *Beyond spreads: measuring sovereign market stress in the euro area*, ECB Working Paper Series, European Central Bank.
- HLÉDIK, T. A VLČEK, J. (2018): *Quantifying the Natural Rate of Interest in a Small Open Economy – The Czech Case*, CNB WP 7/2018, Česká národní banka.
- KUČERA, A., DVOŘÁK, M., KOMÁREK, L. A KOMÁRKOVÁ, Z. (2017): *Longer-term Yield Decomposition: An Analysis of the Czech Government Yield Curve*, CNB WP 12/2017, Česká národní banka.
- LAUBACH, T. A WILLIAMS, J. C. (2003): *Measuring the Natural Rate of Interest*. Review of Economics and Statistics, 85(4), s. 1063–1070.

MFČR (2019): *SDDS Plus, Ministerstvo financí České republiky*. [online, přístup 15. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.mfcr.cz/cs/verejny-sektor/makroekonomika/special-data-dissemination-standard-plus>.

NELSON, C. R. A SIEGEL, A. F. (1987): *Parsimonious Modeling of Yield Curves*. *Journal of Business*, 60(4), s. 473–489.

OECD (2018): *Economic Outlook No 104 – November 2018: Output gaps: deviations of actual GDP from potential GDP as % of potential GDP*. [online databáze, přístup 19. 12. 2018]. Dostupné z <https://stats.oecd.org/index.aspx?QueryId=51655>.