



Ekonomická
fakulta
Faculty
of Economics

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Ekonomická fakulta
Katedra účetnictví a financí

Bakalářská práce

Konstrukce výnosových křivek dluhopisů a jejich využití

Vypracovala: Eva Trávníčková
Vedoucí práce: Ing. Petr Zeman, Ph.D.

České Budějovice 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne:

.....

Podpis studenta

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Petrovi Zemanovi Ph.D., vedoucímu práce, za jeho odborné vedení, cenné rady, připomínky a velkou trpělivost, které mi pomohli při zpracování této bakalářské práce.

Abstrakt

Bakalářská práce na téma „Výnosové křivky dluhopisu a jejich využití“ se zabývá problematikou výnosových křivek. Definuje dluhopisy, jejich riziko a měření výnosnosti. Hlavním předmětem bakalářské práce je teorie výnosové křivky a její konstrukce. Práce se zabývá definicí výnosové křivky, tvarem a teoretickými přístupy, které vysvětlují její zakřivení. Poznatky jsou aplikovány na výpočet a konstrukci několika výnosových křivek ze státních dluhopisů České republiky v určitém časovém horizontu a srovnání s výnosovými křivkami vybraných států.

Klíčová slova: dluhopis, výnosová křivka, výnosová křivka výnosů do doby splatnosti

Abstract

The bachelor thesis "Bond yield curves and their use" deals with the issue of yield curves. It defines bonds, their risks and yield. The main topic of the bachelor thesis is the theory of yield curve and their construction. Work with regard to the definition of yield curves, shape and theoretical approaches explaining its curvature. The findings are applied to the computational structure of several yield curves of the Czech Republic's government bonds at a certain time horizon and a comparison with the yield curves of selected states.

Keywords: bond, yield curve, yield to maturity yield curve

Obsah

1 Úvod	3
2 Charakteristika dluhopisu	5
2.1 Náležitosti dluhopisu	5
2.2 Členění dluhopisů	6
2.2.1 Členění dle kupónové platby	6
2.2.2 Členění dle doby splatnosti.....	7
2.2.3 Členění dle emitenta	8
2.2.4 Zvláštní druhy dluhopisů	9
2.3 Ohodnocování dlouhodobých dluhopisů	10
2.3.1 Dluhopis s pevným úročením	10
2.3.2 Dluhopis s proměnlivým zúročováním.....	11
2.3.3 Dluhopis s nulovým kupónem	11
2.3.4 Perpetuitní dluhopis	12
2.4 Výnos z dluhopisu	12
2.4.1 Nominální kupónový výnos (Par Yield).....	12
2.4.2 Běžný výnos (Current Yield).....	13
2.4.3 Výnos do doby splatnosti (Yield to Maturity).....	13
2.4.4 Výnos za dobu držby (Holding-Period Yield).....	14
2.4.5 Výnos do doby výpovědi (Yield to Call).....	14
2.4.6 Alikvótní výnos	15
2.5 Rizika dluhopisu	16
3 Výnosové křivky.....	19
3.1 Typy výnosových křivek	19
3.1.1 Výnosová křivka z výnosů do doby splatnosti (Yield to maturity yield curve).....	19

3.1.2 Kupónová výnosová křivka (Cupon yield curve).....	19
3.1.3 Nominální výnosová křivka.....	20
3.1.4 Promptní výnosová křivka.....	20
3.1.5 Forwardová výnosová křivka.....	20
3.2 Tvary výnosových křivek.....	20
3.3 Hypotézy vysvětlující tvary výnosových křivek.....	21
3.4 Determinanty výnosové křivky.....	22
3.5 Využití výnosových křivek.....	23
3.5.1 Předpověď úrokové sazby.....	23
3.5.2 Využití pro finanční zprostředkovatele.....	24
3.5.3 Odhalení přecenění a podhodnocení finančních aktiv.....	24
3.5.4 Sjednocení výnosu a splatnosti.....	25
3.6 Metody konstrukce výnosové křivky.....	25
3.6.1 Lineární interpolace.....	26
3.6.2 Polynomická aproximace výnosové křivky.....	27
4 Metodika.....	29
4.1 Data.....	29
4.2 Použité vzorce pro konstrukci výnosových křivek.....	29
4.3 Výnosová křivka české republiky pro rok 2019.....	30
4.4 Historický vývoj výnosové křivky v ČR.....	34
4.5 Srovnání výnosových křivek ČR a ostatních států Visegrádské skupiny.....	38
5 Závěr.....	45
Summary.....	47
Přehled použité literatury.....	48
Seznam obrázků	
Seznam tabulek	
Seznam příloh	

1 Úvod

V podmínkách fungujícího trhu hraje důležitou roli finanční systém umožňující přerozdělování finančních prostředků od přebytkových subjektům k deficitním. V tomto prostředí hrají významnou roli dluhopisy, které představují oblíbený způsob investování.

Státní dluhopisy jsou vzhledem ke svému nízkému riziku, které představují, vyhledávány konzervativnějšími investory, kteří za nízké riziko akceptují nižší výnos. Své příznivce si dluhopisy najdou i mezi většími investory, zejména jsou to dluhopisy bank, pojišťoven nebo jiných korporací, které představují vyšší výnos ale i vyšší riziko. V prostředí trhu je úroková sazba, cena i výnos tvořeny nabídkou a poptávkou.

Výnosovou křivku dluhopisu můžeme definovat jako závislost mezi mírou výnosu a dobou splatnosti dluhopisu. Pro správnou konstrukci musíme uvažovat dluhopisy stejné skupiny, zejména z hlediska rizika a likvidity.

Výnosová křivka může být využita jako nástroj pro dlužníky i věřitele. Křivka dává investorovi představu o budoucím vývoji úrokových sazeb a na základě jejího tvaru se může investor rozhodnout, zda bude hledat investice s kratší, nebo delší dobou splatnosti. Výnosové křivky mohou být využity při dočasném přecenění nebo podhodnocení finančních aktiv. Výnosovou křivku může využít i investor, který chce měnit splatnost svého portfolia, v tomto případě mu výnosová křivka napovídá, jaký zisk nebo ztrátu může očekávat.

Cílem mé práce je konstrukce výnosové křivky z vybrané skupiny dluhopisů a tvorba doporučení pro investory.

Ve své práci se budu nejprve zabývat charakteristikou dluhopisu a jeho náležitostmi. Dále rozčlením dluhopisy dle několika faktorů, například dle kupónové platby, doby splatnosti nebo podle emitenta. Dále se budu věnovat ohodnocování dlouhodobých dluhopisů s pevným úročením, proměnlivým úročením, nulovým kupónem nebo perpetuitním dluhopisům. Část práce bude věnována různým druhům výnosu dluhopisu a rizikům, které musí investor při investici do dluhopisů brát v úvahu.

V praktické části se budu zabývat vymezením výnosové křivky a různými tvary, kterých může výnosová křivka nabývat. Nejčastějším tvarem výnosové křivky je rostoucí tvar, ale výnosová křivka může být i plochá nebo klesající, důležité jsou také hypotézy vysvětlující tyto tvary. Pozornost budu věnovat i různým typům výnosových křivek.

Můžeme se setkat například s YTM, kupónovou, nominální, promptní či forwardovou výnosovou křivkou. V poslední kapitole praktické části uvedu některé z metod konstrukce výnosových křivek jako je lineární interpolace nebo polynomická aproximace.

Praktická část mé bakalářské práce je věnována možným způsobům výpočtu výnosu a konstrukce výnosových křivek ze státních dluhopisů České republiky pro rok 2019. Další část budu věnovat srovnání výnosových křivek státních dluhopisů České republiky v čase a porovnání tvaru křivky s českou ekonomickou situací. V poslední části se budu zabývat srovnáním výnosových křivek států Visegrádské skupiny a v závislosti na sklonu a ratingu států následným doporučením pro investory.

Po přečtení mé bakalářské práce by měl být čtenář seznámen s charakteristikou dluhopisů, možností konstrukce výnosových křivek a aplikací poznatků na své investiční rozhodování.

2 Charakteristika dluhopisu

Výskyt dluhopisů byl již v období vrcholného středověku, nicméně větší nástup můžeme datovat až k počátku 19. století, kdy se dluhopisy začaly objevovat ve větší míře jako zdroj financování podniků, namísto klasického bankovního úvěru. (Kotásek, Pihera, Pokorná, Vítek, 2014)

Dluhopisy umožňují emitentovi získat finanční prostředky, které získává obvykle za výhodnějších podmínek než za využití bankovního úvěru. Na rozdíl od akcií, emisí dluhopisu emitent nesnižuje svůj vlastnický podíl, avšak emitentovi vzniká právo uhradit konkrétní částku v budoucnu ke stanovenému datu bez ohledu na stav, jaký může v budoucnu nastat.

Dluhopis je dlužnický cenný papír, který vyjadřuje závazek emitenta vůči majiteli dluhopisu. Majitel dluhopisu má právo na splacení nominální hodnoty dluhopisu, a to v době splatnosti v předem určených termínech a předem stanovené výši výnosů. Povinností emitenta je toto právo uspokojit. (Veselá, 2011)

Dnes patří dluhopisy k nejrozšířenějším finančním nástrojům na světových finančních trzích. Jsou velmi oblíbenou formou investic pro začínající a konzervativnější druhy investorů, zejména proto, že jsou spjaté s obecně nižším rizikem ve srovnání na příklad s akciemi. Emitentem dluhopisů mohou být soukromé i veřejné instituce jako jsou stát, banka, firmy nebo územně samosprávních celek.

Dle právní úpravy ČR se na dluhopisy vztahují obecné předpisy dle zákona o dluhopisech.

2.1 Náležitosti dluhopisu

Aby mohl dluhopis nabýt své platnosti musí obsahovat určité náležitosti. Na dluhopisu musí být jasně uvedeno: označení, že se jedná o dluhopis, označení emitenta, splatnost dluhopisu, výše a způsob splacení úroku, termíny výplaty úroku, nominální hodnota dluhopisu, datum a místo vydání, číslo a série dluhopisu, případně další údaje.

Dluhopisy musí být vždy zastupitelné. Dle zákona o dluhopisech jsou zastupitelné cenné papíry téhož druhu vydané tímž emitentem v téže formě, z nichž vznikají stejná práva. Dluhopisy jsou vydávány v emisích „*emisí se rozumí soubor dluhopisů vydávaných na základě týchž emisních podmínek a majících stejné datum emise a stejné datum splatnosti.*“ (ČR, 2004) Dluhopisy lze emitovat jako listinné cenné papíry nebo listinné

zaknihované cenné papíry. Listinný dluhopis může být vydán ve formě cenného papíru na řad.

Dluhopis by měl být význačně označen jako „dluhopis“. Každý dluhopis má svou nominální hodnotou, kterou se zavazuje emitent plnit v době splatnosti dluhopisu. *„Dluhopis obsahuje i prohlášení emitenta, o závazku splacení dlužné částky způsobem a v místě uvedeném v emisních podmínkách.“* (ČR, 2004)

Mezi povinné náležitosti dluhopisu patří dle zákona údaj o výši výnosu a způsob ručení. Výnos je představován prostřednictvím úrokové sazby, která může být fixní nebo pohyblivá. Emitent může stanovit výnos jakýmkoli způsobem, např.: jako rozdíl mezi jmenovitou hodnotou dluhopisu a jeho emisním kurzem.

Pokud to emisní podmínky nevyklučují, může být právo na výnos dluhopisu od dluhopisu odděleno a spojeno s kupónem jako cenným papírem nebo zaknihovaným cenným papírem vydaným k uplatnění tohoto práva. Kupón je cenný papír, který je spojen s uplatněním práva na výnos dluhopisu. Tento cenný papír je označován jako tzv.: vedlejší. Nemůže být emitován samostatně, ale lze ho vydat pouze s hlavním cenným papírem. Kupón může být vydán jako cenný papír na doručitele. Dle zákona musí obsahovat údaje o druhu, emitentovi cenného papíru, výši výnosu nebo způsobu ručení, datum a místo plnění práva na výnos. Kupón může mít listinnou i zaknihovanou podobu, avšak musí mít stejnou podobu jako je podoba hlavního cenného papíru, se kterým je kupón spojen.

2.2 Členění dluhopisů

Existuje mnoho druhů a charakteristik, podle kterých můžeme dluhopisy členit. Mezi nejdůležitější řadíme dobu splatnosti, druh emitenta, způsob stanovení výnosů, způsob převoditelnosti i formu, v jaké jsou emitovány.

2.2.1 Členění dle kupónové platby

Dluhopisy s pevným zúročením (kupónem) jsou nejznámějším druhem dluhopisů. Investor získává nákupem dluhopisu právo na výplatu konstantní částky kupónové platby a jmenovité hodnoty dluhopisu, která je vyplácena zpravidla na konci doby splatnosti. Pro investora se nákup takových dluhopisů stává výhodným v prostředí nízké inflace a při poklesu úrokových měr. (Veselá, 2011)

Na rozdíl od dluhopisů s fixním úročením nejsou u dluhopisů s nulovým úročením vypláceny žádné kupónové platby. Jediným příjmem pro investora je vyplacení jmenovité

hodnoty v době splatnosti dluhopisu. Výnos emitenta je pak rozdíl mezi jmenovitou hodnotou dluhopisu a emisním kurzem. Emisní kurz těchto dluhopisů je nižší než jmenovitá hodnota. S tímto druhem dluhopisu je spojeno nulové reinvestiční riziko, zároveň jsou spojeny s nejvyšším kurzovým rizikem, a proto umožňují investorům v době klesajících úrokových měr dosahovat nejvyšších zisků.

Na finančních trzích se lze setkat také s indexovými dluhopisy, jejichž kupónové platby jsou upravovány podle určitého indexu. Nejčastěji se jedná o index míry inflace, mezd, cen, ale kupónové platby může ovlivňovat i vývoj zlata, stříbra, ropy, či jiných komodit.

Dluhopisy, u kterých je možná kombinace pevných a proměnlivých kupónových plateb jsou hybridní dluhopisy. Tato kupónová platba může být doplněna dodatečnými premiemi.

Dalším druhem dluhopisů je dluhopis s volbou kupónové platby, který dle Veselé (2011) dává investorovi možnost výběru mezi vyplácením kupónových plateb v hotovosti nebo ve formě nově emitovaného dluhopisu, zpravidla k tomu dochází v prvních letech životnosti tohoto druhu dluhopisu.

Kromě těchto dluhopisů mohou být emitovány další druhy dluhopisů jako např. dluhopisy s rostoucí či klesající kupónovou platbou, kde kupónová úroková míra, tedy i výše kupónu v průběhu životnosti dluhopisu roste nebo klesá, případně dluhopisy s odloženou kupónovou platbou, u kterých v prvních letech životnosti tohoto druhu dluhopisu nejsou vypláceny žádné kupónové platby.

2.2.2 Členění dle doby splatnosti

Rozdělení dluhopisů podle doby splatnosti je nejčastějším rozdělením, jelikož je doba splatnosti velmi důležitý faktor při výběru dluhopisu.

Dle doby splatnosti můžeme rozdělit dluhopisy na krátkodobé dluhopisy s dobou splatnosti do jednoho roku. Tyto dluhopisy jsou specifické svým nízkým rizikem, nízkým výnosem a velkým stupněm likvidity. Dalším druhem jsou střednědobé dluhopisy, jejichž doba splatnosti je delší než jeden rok a horní mez splatnosti je mezi pěti až deseti lety. Pokud je doba dluhopisu delší než deset let, jedná se o dlouhodobé dluhopisy.

Existují také dluhopisy, které nemají stanovenou dobu splatnosti, tzv.: perpetuitní dluhopisy, konzoly neboli věčné renty. Emitent se u tohoto druhu dluhopisu zavazuje vyplácet určitou kupónovou platbu po neomezenou dobu.

2.2.3 Členění dle emitenta

Státní dluhopisy jsou dluhopisy emitované státem v případě potřeby krytí závazků nebo deficitního státního rozpočtu. Mezi krátkodobé dluhové cenné papíry patří pokladniční poukázky s dobou splatnosti tři, šest, devět a dvanáct měsíců. Pokladniční poukázky lze dle Veselého (2011) jsou emitovány na diskontované bázi, to znamená, že emisní kurz pokladničních poukázek je nižší než jejich jmenovitá hodnota. Investor na konci doby splatnosti obdrží jmenovitou hodnotu poukázky a jeho výnosem je diskont. Rozhodujícím emitentem pokladničních poukázek je stát, který poukázky emituje prostřednictvím Ministerstva financí ČR ke krytí krátkodobého nesouladu mezi příjmy a výdaji státního rozpočtu.

Firemní dluhopisy jsou dluhopisy emitované firmami nebo bankami. Mezi firemní dluhopisy můžeme zařadit depozitní certifikáty nebo komerční papíry.

Depozitní certifikát neboli vkladový list je emitován bankami, pro které představuje jednu z možností, jak získat volné finanční zdroje. Pro banku jsou alternativou termínovaných vkladů. Mohou být vydávány na doručitele i na jméno. Depozitní certifikáty mohou být obchodovatelné nebo neobchodovatelné. Obchodovatelné depozitní certifikáty lze nakoupit na primárním trhu a obchodovat s ním na trhu sekundárním. Pro neobchodovatelné depozitní certifikáty sekundární trh neexistuje a investor je nakoupí na primárním trhu a drží je do doby splatnosti, kdy obdrží nominální hodnotu a úrokový výnos tohoto certifikátu. Z toho plyne vyšší stupeň likvidity pro obchodovatelné certifikáty. (Veselá, 2011)

Komerční papíry jsou emitovány velkými průmyslovými podniky a mají formu krátkodobého dlužnického úpisu. Jsou emitované zpravidla na diskontované bázi. Emisí komerčních papírů získá emitent volné finanční zdroje, které potřebuje k financování běžných potřeb. Průměrná doba splatnosti komerčních papírů je v intervalu mezi 20 až 45 dny. Nominální hodnota se nejčastěji pohybuje mezi 25 000 USD a 1 000 000 USD.

Komerční papíry jsou emitovány jako přímé nebo jako dealerské. Přímé komerční papíry jsou vydávány ve velkých objemech prestižními společnostmi s nízkým finančním rizikem a bez použití dealerských služeb. Emise dealerských komerčních papírů je

zajišťována dealerskými společnostmi, které je distribuují dále mezi investory. Dealerské komerční papíry emitují zejména menší, nefinanční společnosti. (Veselá, 2011)

Komunální dluhopisy jsou dle Veselé (2011) vydávané územním samosprávním celkem. Emise není možná bez souhlasu Ministerstva financí ČR, které posuzuje, zda je ekonomická situace územního celku taková, aby umožňovala splnění emisních podmínek.

2.2.4 Zvláštní druhy dluhopisů

Existují i další druhy dluhopisů, se kterými se můžeme v oblasti finančního trhu setkat. Například opční dluhopisy, ke kterým může být připojen opční list (warrant), který představuje právo na nákup nebo prodej stanoveného instrumentu. Opční list může být obchodován samostatně.

Dalším příkladem jsou prioritní dluhopisy, se kterými je spojeno právo na splacení a vyplacení výnosu dluhopisu, jakož i právo na přednostní upisování akcií, které jeho emitent vydá podle zvláštního právního předpisu. Skutečnost, že jde o prioritní dluhopis musí být zřetelným způsobem vyznačena v listinném dluhopisu nebo příslušné evidenci a ve všech propagačních sděleních týkajících se takového dluhopisu. (ČR, 2004)

Zvláštním typem dluhopisu jsou podřízené dluhopisy, kde v případě vstupu emitenta do likvidace nebo vydání rozhodnutí o úpadku emitenta bude pohledávka odpovídající právům s tímto dluhopisem spojeným uspokojena až po uspokojení všech ostatních pohledávek. Výjimkou jsou pohledávky vázané stejnou nebo obdobnou podmínkou podřízenosti.

Jistou výhodou, hlavně pro stranu emitenta, představují vypověditelné dluhopisy, se kterými je při splnění určitých podmínek spojena možnost výpovědi před dobou splatnosti, a to jak ze strany emitenta, tak ze strany majitele dluhopisu. (Veselá, 2011)

Dluhopisy jsou i hypoteční zástavní listy, jejichž jmenovitá hodnota a poměrný výnos jsou plně kryty pohledávkami z hypotečních úvěrů nebo částí těchto pohledávek (řádné krytí) a případně náhradním způsobem podle zákona (náhradní krytí). Hypoteční zástavní listy může vydávat pouze banka podle zvláštního předpisu upravujícího činnost bank se sídlem v České republice. (ČR, 2004)

Zajímavým druhem dluhopisu jsou i vyměnitelné neboli konvertibilní dluhopisy. S těmito dluhopisy je spojeno právo na výměnu (konverzi) dluhopisu za jiný dluhopis nebo

akcii stejného emitenta. Majitel dluhopisu se musí ve sjednaném termínu rozhodnout, zda uplatní právo na konverzi dluhopisu, nebo nechá toto právo propadnout a bude držet dluhopis do doby splatnosti a inkasovat kupónové platby a nominální hodnotu tohoto dluhopisu. Podmínky konverze jsou přesně stanoveny v emisních podmínkách. Jelikož tento dluhopis nabízí investorovi tzv. právo navíc. Tyto dluhopisy jsou emitovány s nižšími kupóny v porovnání s klasickými dluhopisy bez práva konverze. Výhodné nakupovat konvertibilní dluhopisy je zejména tehdy, kdy se investoři domnívají, že akcie emitující společnosti budou v budoucnu růst. (Veselá, 2011)

Prašivé dluhopisy (Junk Bonds) jsou obvykle dluhopisy, které nemají investiční rating. Důvodem nízkého ratingu je obvykle špatná finanční situace emitenta, nízký rating se týká i začínajících společností s vysokou mírou zadluženosti. S prašivými dluhopisy je spojeno nadprůměrně vysoké riziko, ale i nadprůměrně vysoký výnos, který je pro investora odměnou za zvýšené riziko. Tyto dluhopisy velice citlivě reagují na jednotlivé fáze hospodářského cyklu. (Cipra, 2013)

2.3 Ohodnocování dlouhodobých dluhopisů

Současná hodnota dluhopisu je počítána investorem, kterému napovídá, za kolik by měl být ochoten dluhopis koupit nebo prodat. Současná neboli vnitřní cena dluhopisu je rovna diskontovaným tokům plynoucích z dluhopisu k datu nákupu.

2.3.1 Dluhopis s pevným úročením

Za předpokladu, že jeho majitel obdrží každoročně jedinou kupónovou platbu a na konci životnosti dluhopisu jeho jmenovitou hodnotu, je možné vypočítat jeho vnitřní hodnotu takto:

$$V_0 = \sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1+r)^n} + \frac{F_N}{(1+r)^N}$$

V_0 je vnitřní hodnota dluhopisu

C_n je pevná kupónová platba vyplácena v n -tém roce držby dluhopisu

F_N je jmenovitá hodnota dluhopisu vyplácena na konci životnosti dluhopisu

N je počet let do doby splatnosti dluhopisu

r je tržní úroková míra neboli výnosová míra, kterou investor požaduje

Pokud budou kupónové platby vypláceny dvakrát ročně je nutno upravit frekvenci výplaty kupónů. V případě anuitního splácení jmenovité hodnoty po celou dobu životnosti by bylo možné použít zásobitele, kterého lze využít při výpočtu současné hodnoty anuity, známe-li výši anuity.

2.3.2 Dluhopis s proměnlivým zúročováním

Pro stanovení kupónové platby z dluhopisu s proměnlivým úročením je nezbytné znát jmenovitou hodnotu dluhopisu, předpokládaný vývoj referenční veličiny a výši přírážky, která je k referenční veličině přičítána. Veličina tržní úrokové míry, která zohledňuje riziko, inflaci a nelikviditu, je pro zjednodušení uvažována jako konstantní. Ve skutečnosti je možné uvažovat každý rok jinou tržní míru předpokládanou od vývoje inflace a tržní situace a likvidity. (Veselá, 2011)

Výpočet lze potom zapsat takto:

$$V_0 = \frac{(i_{R1} + p) * C_N}{1 + r} + \frac{(i_{R2} + p) * C_N}{(1 + r)^2} + \dots + \frac{(i_{RN} + p) * C_N}{(1 + r)^N} + \frac{F_N}{(1 + r)^N}$$

V_0 je vnitřní hodnota dluhopisu

F_N je jmenovitá hodnota dluhopisu vyplácená na konci doby životnosti dluhopisu

$i_{R1} - i_{RN}$ je prognózovaný vývoj referenční veličiny v jednotlivých letech životnosti veličiny

p je přírážka, která je přičítána k hodnotě referenční veličiny; její výše je stanovena v emisních podmínkách

$(i_{R1} + p) * C_N$ je výše kupónu vypláceného z dluhopisu v prvním roce držby

r je tržní úroková míra

2.3.3 Dluhopis s nulovým kupónem

Jediným budoucím příjmem z dluhopisu s nulovým kupónem je jeho jmenovitá hodnota, kterou je nezbytné převést na současnou hodnotu. Vzorec má potom podobu:

$$V_0 = \frac{F_N}{(1 + r)^N}$$

V_0 je vnitřní hodnota dluhopisu

F_N je jmenovitá hodnota dluhopisu, splácena jednorázově na konci životnosti dluhopisu

N je počet období do doby splatnosti dluhopisu

r je tržní úroková míra

2.3.4 Perpetuitní dluhopis

Dle Veselé (2011) se perpetuitní dluhopis neboli věčná renta nejvíce podobá základním principům ohodnocování akcií. Vnitřní hodnotu dluhopisu lze určit jako současnou hodnotu budoucích příjmů kupónových plateb z uvedeného dluhopisu, které mají charakter perpetuity.

Výpočet lze zapsat takto:

$$V_0 = \frac{C}{r}$$

V_0 je vnitřní hodnota dluhopisu (konzoly)

C je pevná kupónová platba

r je tržní úroková míra

2.4 Výnos z dluhopisu

Výnos získaný z investice do dluhopisů můžeme rozdělit na kapitálový a důchodový. Důchodový výnos plyne z úrokových plateb dluhopisu a kapitálový výnos představuje rozdíl mezi nákupní a prodejní cenou. Způsobů, jak měřit výnos z dluhopisu je několik, přičemž poskytují různou výpovědní hodnotu.

2.4.1 Nominální kupónový výnos (Par Yield)

Prvním a nejsnazším způsobem, jak lze počítat výnos dluhopisu je nominální kupónový výnos. Je-li kupónová platba dluhopisu stanovena jako pevná, je nominální kupónový výnos dluhopisu konstantní. Nominální výnos představuje snadný, nicméně nepřesný způsob měření výnosu dluhopisu, jelikož nebere v úvahu celou délku životnosti cenného papíru ani vliv úrokových měr na cenu dluhopisu. (Veselá, 2011)

Výpočet nominálního kupónového výnosu lze vyjádřit tímto vztahem:

$$Y_{CN} = \frac{C}{F} \times 100$$

Y_{CN} je nominální kupónový výnos

C je roční kupónová platba

F je jmenovitá hodnota dluhopisu

2.4.2 Běžný výnos (Current Yield)

Dalším často používaným měřením výnosu dluhopisu v praxi je běžný výnos. Je dán poměrem mezi kupónovou platbou a aktuální tržní cenou dluhopisu. Dle Veselé (2011) představuje oproti nominálnímu kupónovému dluhopisu určité zlepšení, jelikož výši kupónu vztahuje k aktuálnímu tržnímu ocenění, avšak stále zůstává nepřesným způsobem měření dluhopisu o nízké výpovědní hodnotě. Nezohledňuje možné kurzové pohyby během doby životnosti v důsledku pohybu úrokových měř a nepracuje s příjmem v podobě jmenovité hodnoty dluhopisu.

Lze zapsat takto:

$$Y_{CUR} = \frac{C}{P_0} \times 100$$

Y_{CUR} je běžný výnos

C je roční kupónová platba

P_0 je aktuální tržní cena dluhopisu

2.4.3 Výnos do doby splatnosti (Yield to Maturity)

Výnos dluhopisu, který investor obdrží, pokud dnes koupí dluhopis a bude ho držet do doby splatnosti. Výnos do doby splatnosti zohledňuje kupónové platby, příjem v podobě jmenovité hodnoty, životnost dluhopisu od doby nákupu do doby splatnosti a rozdílnou časovou hodnotu budoucích příjmů. (Veselá, 2011)

Můžeme ho vyjádřit rovnicí:

$$P_0 = \frac{C_1}{(1 + YTM)^1} + \frac{C_2}{(1 + YTM)^2} + \frac{C_3}{(1 + YTM)^3} + \dots + \frac{F_N}{(1 + YTM)^N}$$

P_0 je cena dluhopisu

C je roční kupónová platba

F je jmenovitá hodnota dluhopisu

YTM je výnos do doby splatnosti

n je počet let do doby splatnosti

Tuto rovnici nelze řešit analyticky, ale vyžaduje využití numerických metod. Pokud analytik nemá možnost spočítat výnos do doby splatnosti touto metodou, může využít přibližný neboli aproximovaný výpočet, který představuje určité zjednodušení.

Přibližný výnos do doby splatnosti podle G. A. Hawawiniho a A. Vory:

$$AYTM_{H,V} = \frac{C + \frac{F - P_0}{n}}{(0,6 \times P_0) + (0,4 \times F)}$$

$AYTM_{H,V}$ je přibližný výnos do doby splatnosti podle G. A. Hawawiniho a A. Vory

C roční kupónové platby z dluhopisu

F je jmenovitá hodnota dluhopisu

P_0 je aktuální tržní cena dluhopisu

n je počet let, jež bývají do doby splatnosti dluhopisu

2.4.4 Výnos za dobu držby (Holding-Period Yield)

Pokud se investor rozhodne prodat dluhopis před jeho dobou splatnosti, obdrží hrubou cenu dluhopisu. Výnos z dluhopisu do doby držby lze spočítat jako modifikaci postupu pro výpočet do doby splatnosti Hawawiniho a Voryho a lze zapsat takto:

$$AYHP_{H,V} = \frac{C + \frac{P_S - P_0}{n_s}}{(0,6 \times P_0) + (0,4 \times P_S)} \times 100$$

$AYHP_{H,V}$ je přibližný výnos za dobu držby podle Hawawiniho a Vory

P_S je očekávaná prodejní cena

n_s je počet zbývajících let do okamžiku prodeje dluhopisu

2.4.5 Výnos do doby výpovědi (Yield to Call)

Některé dluhopisy jsou opatřeny možností výpovědi ze strany emitenta před dobou splatnosti dluhopisů. Tato situace může nastat, pokud tržní úrokové míry klesnou pod určitou úroveň. Tímto se stává výplata kupónových plateb odvozených od vysokých úrokových měr pro emitenta velmi nevýhodná. (Veselá, 2011)

Investor bude v tomto případě kalkulovat výnos takto:

$$AYTC_{H,V} = \frac{C + \frac{P_C - P_0}{n_C}}{(0,6 \times P_0) + (0,4 \times P_C)} \times 100$$

$AYTC_{H,V}$ je přibližný výnos do doby výpovědi podle Hawawiniho a Vory

P_C je očekávaná cena dluhopisu v době výpovědi

n_C je počet let, které zbývají do okamžiku výpovědi

2.4.6 Alikvótní výnos

Blake (1995) definuje alikvótní úrokový výnos jako část kupónové platby od poslední výplaty kupónu. Čistá cena dluhopisu (clean price) nezahrnuje alikvótní úrokový výnos, avšak cena, za kterou je dluhopis na trhu obchodován je cena hrubá (dirty price), která se skládá z ceny čisté a čistého alikvótního úrokového výnosu. Až po přidání alikvótního výnosu k čisté ceně můžeme hovořit o aktuální ceně na trhu.

Alikvótní úrokový výnos kompenzuje prodávajícímu ztrátu za to, že se vzdá následujícího kupónu. V době výplaty kupónu je hrubá cena dluhopisu rovna čisté ceně dluhopisu a alikvótní výnos je roven nule. Alikvótní výnos je kladný a rostoucí až k následujícímu datu ex-kupónu. Hrubá cena dluhopisu je poté pod úrovní čisté ceny v důsledku záporného alikvótního úrokového výnosu. Záporný alikvótní výnos vzniká v důsledku rozdílu mezi vznikem nároku na výplatu kupónu a datem jeho výplaty. Tato situace je znázorněna v následujícím grafu. Po datu ex-kupónu je dluhopis obchodován bez kupónu a kupón v tento moment náleží prodávajícímu. Kupujícímu je nižší cenou dluhopisu kompenzována skutečnost, že drží dluhopis, aniž by dostal kupón.

Čistý alikvótní úrokový výnos od posledního data ex-kupónu je dán vztahem:

$$AI = d \times \left[\frac{N_{xt} - N_{xc}}{365} \right]$$

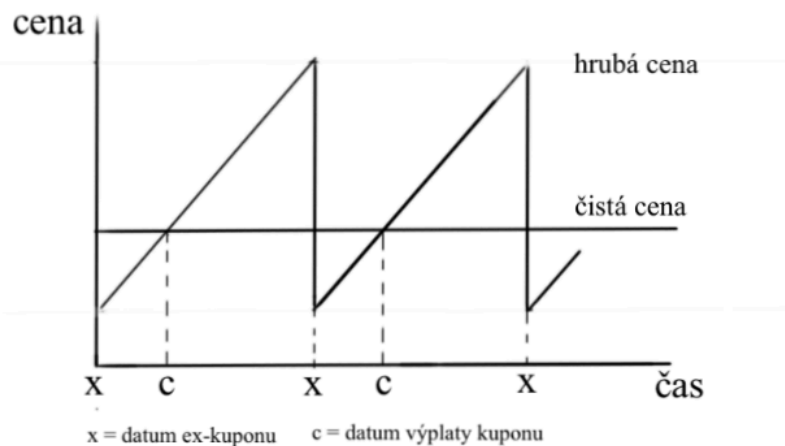
AI je čistý alikvótní úrokový výnos

d je kupón

N_{xc} je počet dní mezi datem ex-kupónu a datem výplaty kuponu

N_{xt} je počet dní mezi datem ex-kupónu a datem, pro které je výpočet prováděn

Obrázek 1: Alikvótní výnos



Zdroj: Blake (1995)

2.5 Rizika dluhopisu

Dluhopisy jsou obecně považovány za bezpečnou investici, avšak existují některá rizika spojená s držetím státních nebo korporátních dluhopisů. Riziko dluhopisu představuje určitou pravděpodobnost, že skutečný výnos se bude lišit od očekávaného výnosu investora.

Prvním z nejdůležitějších rizik je úrokové riziko, které je závislé na pohybu tržních úrokových měr. Pokud tržní úroková míra roste, cena dluhopisu klesá a naopak. Tuto citlivost lze měřit pomocí durace a konvexity.

Durace měří sklon křivky v závislosti ceny dluhopisu na úrokové míře. Macaulayova durace měří průměrnou dobu trvání potřebnou k tomu, aby investor obdržel veškeré budoucí příjmy plynoucí z dluhopisu. Čím větší hodnota durace je, tím větší je cenová citlivost na pohyb úrokových měr. (Veselá, 2011)

Matematický zápis Macaulayova durace:

$$MD = \frac{\sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1+r)^n} n + \frac{F_N}{(1+r)^N} N}{\sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1+r)^n} + \frac{F_N}{(1+r)^N}}$$

MD je Macaulayova durace dluhopisu

C_n je pevná kupónová platba vyplácena v n -tém roce

F_N je jmenovitá hodnota dluhopisu

N je počet let do doby splatnosti dluhopisu

r je tržní úroková míra

Existují faktory, které ovlivňují hodnotu durace. Například doba splatnosti dluhopisu, kde hodnota durace roste s růstem doby splatnosti dluhopisu. Dalším faktorem je výše kupónových plateb. Čím vyšší jsou kupónové platby tím je hodnota durace nižší. S durací souvisí i růst úrovně úrokových měr, kde při jinak neměnných ostatních faktorech klesá hodnota durace a naopak.

Konvexita představuje další stupeň měření úrokového rizika. Měří zakřivení křivky, která vyjadřuje vztah mezi úrokovou měrou a cenou dluhopisu. Konvexita představuje přesnější měření citlivosti ceny než durace.

$$C_{\text{convexita}} = \frac{1}{(1+r)^2} \times \sum_{n=1}^N \frac{n(1+n)CF_n}{(1+r)^n}$$

$C_{\text{convexita}}$ je konvexita dluhopisu

r je tržní úroková míra

N je počet let do splatnosti dluhopisu

CF_n je roční cash flow vyplácené z dluhopisu (tj. kupóny a jmenovitá hodnota)

Údaje o konvexitě a Macaulayově duraci je možné využít k přesnějšímu výpočtu změny ceny dluhopisu v důsledku pohybu úrokových měr.

$$dP \approx -MD \frac{1}{(1+r)} P \times dr + \frac{1}{2} C_{\text{convexita}} \times dr^2$$

dP je změna ceny dluhopisu

P je výchozí cena dluhopisu

dr je změna úrokové míry

Dalším důležitým rizikem je riziko úvěrové, které závisí na tom, do jaké míry je pro-
tistrana schopna dostát svým závazkům, ke kterým se zavázala. Představitelem emitenta
s velmi malým rizikem jsou vlády vyspělých států, které vydávají dluhopisy. Malým ri-
zikiem mohou disponovat i velké domácí či nadnárodní společnosti s dobrými hospodář-
skými výsledky. Existují také specializované ratingové společnosti zabývající se hodno-
cením rizik emitentů, na jehož základě udělují známky důvěryhodnosti, tzv. rating.

Dalším rizikem je riziko inflační, v případě nákupu dluhopisu má investor jistotu ur-
čitého výnosu, pokud ale vzroste významně inflace a životní náklady, dochází k oslabení
kupní síly. Po započítání inflace do výnosu může investor dosahovat negativní míry vý-
nosnosti.

Dalším rizikem, které hrozí spíše investorům do firemních dluhopisů, je likvidní ri-
ziko. Zde hrozí, že investor nebude schopen prodat dluhopisy kvůli slabému trhu. Toto
riziko hrozí spíše u korporátních dluhopisů než u státních. Nízký zájem o konkrétní emisi
dluhopisů může mít nepříznivý dopad na celkový výnos.

Zahraniční investoři se mohou potýkat s měnovým rizikem, které spočívá v nevý-
hodné změně kurzu vůči měně, ve které investor nakupuje dluhopis.

3 Výnosové křivky

Dle Blaka (1995) můžeme definovat výnosovou křivkou (yield curve), neboli časovou strukturu úrokových měr, jako závislost mezi mírou výnosu a dobou splatnosti dluhopisu. Pro správnou konstrukci výnosové křivky musíme uvažovat výnosy dluhopisů ze stejné skupiny, například z pohledu rizika nebo likvidity.

3.1 Typy výnosových křivek

Existuje několik typů výnosových křivek. Podle Blaka (1995) je lze členit na: výnosovou křivku z výnosů do doby splatnosti, kupónovou, nominální, promptní nebo forwardovou výnosovou křivku. To, jaký typ výnosové křivky investor zvolí, záleží na vlastnostech dluhopisového portfolia.

3.1.1 Výnosová křivka z výnosů do doby splatnosti (Yield to maturity yield curve)

Výnosová křivka YTM představuje grafické znázornění závislosti mezi výnosem do doby splatnosti a dobou splatnosti stejné skupiny dluhopisů.

Dle Blake (1995) lze říci, že konstrukce výnosové křivky YTM předpokládá reinvestování kupónů za výnos shodný s YTM. V důsledku obtížného dosažení tohoto předpokladu z důvodu změny úrokové míry v čase se tedy setkáváme s reinvestičním rizikem, kterého se netýkají pouze bezkupónové dluhopisy. Výnosová křivka YTM dále předpokládá rovnoměrný způsob splácení u všech dluhopisů, kterému ve skutečnosti tak není, jelikož se dluhopisy se stejnou dobou splatnosti liší ve výši kupónových plateb.

3.1.2 Kupónová výnosová křivka (Coupon yield curve)

Tato křivka představuje vztah mezi výnosem do doby splatnosti a dobou do splatnosti dluhopisů se stejně velikým kupónem. Dluhopisy s vysokým kupónem se obchodují s diskontem v porovnání s dluhopisy s nízkým kupónem, které představují nižší reinvestiční riziko a jsou proto dražší. *Jednotlivé kupónové výnosové křivky nepředstavují pouze hladiny výnosů, ale i různý průběh. Proto je zřejmé, že při konstrukci výnosové křivky do doby splatnosti, není-li brán v úvahu kupón, se dopouštíme určitého zkreslení. (Blake, 1995, str.145)*

3.1.3 Nominální výnosová křivka

Nominální výnosová křivka je používána pro určování kupónu při primárních emisích nových dluhopisů, které jsou emitovány za svou nominální hodnotu. *Nominální výnosová křivka představuje závislost mezi výnosem do doby splatnosti a dobou do splatnosti dluhopisů, které jsou obchodovány za nominální hodnotu. Potom je výnos do splatnosti dluhopisu roven výši jeho kupónu.* (Blake, 1995)

3.1.4 Promptní výnosová křivka

Promptní výnosová křivka je sestavená z promptních výnosů dluhopisů v závislosti na jejich době splatnosti. Promptní výnos do doby splatnosti je totožný s výnosem do doby splatnosti bezkupónových dluhopisů, které mají stejnou dobu splatnosti. Blake (1995) charakterizuje promptní výnosovou křivku jako správnou metodu sledování časové závislosti výnosu pro jakýkoliv cash flow, jelikož používá vhodné diskontní faktory. Tím se liší od klasicky konstruované výnosové křivky YTM, kde je celý peněžní tok diskontován stejným výnosem do doby splatnosti.

3.1.5 Forwardová výnosová křivka

Představuje závislost mezi forwardovými výnosy a dobou do splatnosti. Forwardové úrokové míry si lze představit jako spotové úrokové míry platné od okamžiku t . Forwardové úrokové míry $r_{t,n}$ si lze představit jako úrokové míry n -letých obligací emitovaných v čase t , které mají splatnost v čase $t+n$.

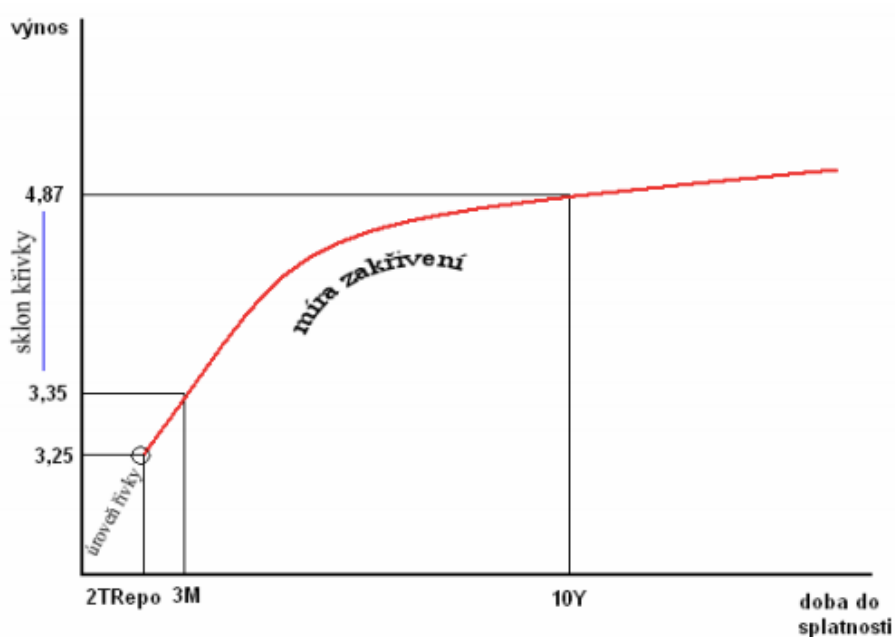
Vztah mezi promptními (spotovými) a forwardovými úrokovými mírami lze popsat jako:

$$(1 + r_{0,t})^t * (1 + r_{t,n})^n = (1 + r_{0,t+n})^{t+n}$$

3.2 Tvary výnosových křivek

Tvar výnosových křivek můžeme popsat ze tří hledisek, která jsou znázorněna v následujícím grafu. Prvním hlediskem je úroveň, která je definována počátkem, ze kterého výnosová křivka vychází. Dalším hlediskem je sklon výnosové křivky, který vyjadřuje rozdíl mezi dlouhodobými a krátkodobými sazbami. Třetím hlediskem je zakřivení, které zobrazuje skutečnost, že vztah mezi výnosem a dobou do splatnosti není v lineární závislosti a výnosová křivka tak není přímkou.

Obrázek 2: Tvar výnosové křivky



Zdroj: Bureš (2011)

Rostoucí výnosová křivka je nejčastěji se vyskytující tvar výnosové křivky, který odpovídá situaci, kdy dluhopisy s delší dobou splatnosti představují pro investora větší výnos než investice do krátkodobých dluhopisů s nižší úrokovou mírou. Rostoucí křivka představuje očekávání investora růstu úrokových sazeb v budoucnu. (Bureš, 2011)

Dalším tvarem výnosové křivky je plochá výnosová křivka. Nastává v případě, kdy úrokové míry u dluhopisů s delší i kratší dobou splatnosti se tolik neliší a investor neočekává zásadní změnu úrokových měr v budoucnu.

Výnosová křivka může nabývat i klesajícího tvaru. Dle Bureše (2011) klesající výnosová křivka vysvětluje situaci, kdy dluhopisy s kratší dobou splatnosti přinášejí investovi větší výnos než dluhopisy s delší dobou splatnosti. Investoři předpokládají pokles úrokových měr v budoucnu.

3.3 Hypotézy vysvětlující tvary výnosových křivek

Výnosová křivka může nabývat mnoha tvarů. Proč nabývá křivka konkrétního tvaru vysvětluje daná hypotéza.

Hypotéza očekávání vnímá dlouhodobé nominální sazby jako průměr sazeb krátkodobých tzn.: výnos z dlouhodobého dluhopisu do doby splatnosti je roven sumě výnosů při opakovaných investicích do krátkodobých dluhopisů, a to až do doby splatnosti

krátkodobého dluhopisu, tudíž odpovídá plochému tvaru výnosové křivky. Za takového předpokladu nezáleží investorovi na tom, jestli bude opakovaně investovat krátkodobě nebo své prostředky investuje rovnou dlouhodobě, jelikož mu obě strategie přinášejí stejný výsledek. Tato teorie předpokládá, že dluhopisy jsou si dokonalým substitutem a investor nepreferuje žádnou ze splatností. (Bureš, 2011)

Podle hypotézy preference likvidity je důvodem konkávního tvaru výnosové křivky přisuzovaná prémie za likviditu. Je to současně jediným faktorem vysvětlujícím sklon křivky. Investor, který své prostředky investuje dlouhodobě, očekává, že mu bude poskytnuta vyšší úroková míra, jelikož se vzdává svých finančních prostředků na delší dobu. Tato hypotéza předpokládá, že investoři chtějí maximalizovat zisk, a proto požadují prémii za delší dobu splatnosti, jelikož je spojená s větším rizikem investice. Dle Bureše (2011) hypotéza preference likvidity vysvětluje pouze pozitivní sklon, ale nedokáže vysvětlit inverzní tvary a hypotéza tak plně ignoruje nabídku dluhopisů na trhu. Přičemž lze předpokládat, že s růstem nabídky dluhopisů bude růst výnos, a naopak se snížením nabídky výnos poklesne.

Předpokladem hypotézy segmentace je rozdělení trhu do segmentů se stejnou dobou splatnosti. Motivem této teorie není maximalizace zisku, ale minimalizace rizika, která spočívá v držení dluhopisu do doby splatnosti. Proto se investoři snaží sjednotit data závazků s datem investice. Výnosová křivka je dána výslednicí nabídky a poptávky v konkrétním segmentu, který není ovlivněn segmenty ostatními. Dalším faktorem, který ovlivňuje výnosovou křivku je vládní politika ve vztahu k zadlužování veřejného sektoru. „Operace na volném trhu může mít řadu důsledků – počátek výnosové křivky se může ohýbat jak nahoru, tak dolů a konec může být v návaznosti na změnu peněžní zásoby ovlivněn inflačním očekáváním, které má vliv na úroveň sazeb.“ (Blake, 1995, str. 156)

3.4 Determinanty výnosové křivky

Existuje několik důležitých determinantů ovlivňující pohyb výnosových křivek. Očekávání ovlivňuje sklon křivky významným způsobem. Pokud je očekávána v následujícím časovém horizontu rostoucí inflace, potom v sobě mají dluhopisy takového časového období zanesené i inflační riziko spojené s výnosem. Dle Bureše (2011) můžeme determinanty rozdělit z následujících hledisek:

Rozhodnutí centrální banky o stanovení úrokových sazeb má významný vliv na výnosové křivky. Úroková sazba je schopna ovlivnit krátký konec křivky přímo, ostatní

splatnosti jsou ovlivněny teorií očekávání. Avšak korelace nepotvrzuje závislost mezi změnou skonu křivky na nastavení sazeb k danému okamžiku. S největší pravděpodobností bude změna sazby centrální banky investory očekávaná již dříve a výnosová křivka bude tento předpoklad změny zahrnovat, proto mnohdy trhy nemusí na změnu sazby centrální banky vůbec reagovat, jelikož už tak učinily.

Vzájemný vliv mezi výnosovou křivkou a hospodářským cyklem je mnohem silnější a byla zjištěna predikce vývoje hospodářského cyklu již několik čtvrtletí dopředu. Důvodem je odražení řady faktorů, kterými jsou: měnová politika, poptávka po úvěrech, očekávání investorů nebo mezní produktivita kapitálu.

Očekávaná inflace je dána zejména předešlým a současným stavem. Měnově-politická a fiskální opatření mohou působit na výnosovou křivku po celé její délce, v České republice stanovená 2T repo sazba působí na krátký konec výnosové křivky a zprostředkovaně i na její dlouhý konec. Sklon může ovlivnit i dlouhodobé rozhodnutí, například přijetí eura v budoucnu může být zahrnuto ve výnosové křivce již dnes.

Další zásadní vliv na pohyb výnosové křivky mohou mít i ceny nerostných surovin, spotřebitelská poptávka nebo averze k riziku na světových trzích, které jsou spojené s negativním výhledem globálního růstu a pozornost věnovaná akciím se přesměrovává spíše k méně rizikovějším investicím v podobě dluhopisů. Tato zvýšená pozornost má za následek zvýšení cen dluhopisů a snížení jejich výnosu.

Dalším vlivem mohou být i interní faktory, například změny obecné míry výnosu z důvodu snižující se míry rizika pod vlivem zdokonalujících systémů řízení rizik.

3.5 Využití výnosových křivek

Využití výnosové křivky může být velmi užitečným nástrojem pro dlužníky i věřitele. Její využití je možné z mnoha hledisek například:

3.5.1 Předpověď úrokové sazby

Pokud vycházíme z hypotézy očekávání, výnosová křivka dává investorovi představu o budoucím vývoji úrokových sazeb. Dle Rose, Marquise (2009) lze říci, že v případě rostoucího tvaru výnosové křivky může být investorovi doporučeno hledat investice s delší dobou splatnosti, jejichž tržní cena je méně citlivá na změnu úrokových sazeb. Klesající výnosová křivka naznačuje pravděpodobnost krátkodobých poklesů úrokových sazeb a růstu cen dluhopisů.

Podle několika vědců zploštění výnosové křivky svědčí o silném signálu, že ekonomika oslabuje. Stojaničova a Vaughanova studie zjistila, že obrácená výnosová křivka, kde jsou krátkodobé úrokové sazby vyšší než dlouhodobé úrokové sazby, předcházela americkým ekonomickým recesím od roku 1960 a obecně předpověděla další široce používané prognózy - např.: obvyklé ceny akcií a index hlavních ekonomických ukazatelů v oblasti obchodu Spojených států. Dle Rose, Marquis (2009) obecně platí, že čím menší je rozpětí mezi dlouhodobými a krátkodobými úrokovými sazbami, tím větší je pravděpodobnost recese ve Spojených státech v příštích čtyřech čtvrtletích.

3.5.2 Využití pro finanční zprostředkovatele

Sklon výnosové křivky je významný ukazatel pro finanční zprostředkovatele, zejména depozitáře. Rostoucí výnosová křivka je pro tyto instituce obecně příznivá, jelikož získávají finanční prostředky prostřednictvím krátkodobých půjček a poskytují část těchto finančních prostředků dlouhodobě. (Rose, Marquis, 2009) Pokud se však výnosová křivka začne zplošťovat nebo klesat, mělo by to být varovným signálem pro manažery těchto institucí. Zplošťující nebo klesající výnosová křivka snižuje výnosy finančních zprostředkovatelů a vyžaduje tak jinou strategii správy portfolia než křivka rostoucí.

3.5.3 Odhalení přecenění a podhodnocení finančních aktiv

Výnosové křivky mohou být použity jako pomoc investorům při odhalování dočasného přecenění nebo podhodnocení finančních aktiv. Toto využití výnosové křivky vychází z předpokladu, že výnosy veškerých finančních aktiv na jejich příslušné úrovni splatnosti se nacházejí podél výnosové křivky.

Pokud je míra výnosnosti aktiv se srovnatelným rizikem nad výnosovou křivkou, vysílá to signál, že je cena aktiva dočasně snížena ve srovnání s jinými aktivy se stejnou dobou splatnosti. Pokud je ale míra návratnosti aktiva dočasně pod výnosovou křivkou, znamená to, že je finanční aktivum dočasně nadhodnoceno, jelikož je jeho výnos nižší než výnos finančních aktiv se srovnatelnou splatností. (Rose, Marquis, 2009)

Využití těchto výchylek trhu může vést k velkým ziskům. Výsledkem toho je, že konkurence mezi investory za účelem získání těchto mimořádných zisků způsobuje, že jejich nesprávně ocenění je poměrně krátké.

3.5.4 Sjednocení výnosu a splatnosti

Rose a Maquis (2009) uvádí, že pokud chce investor měnit splatnost svého portfolia, výnosová křivka udává, jaký zisk nebo ztrátu může investor očekávat. S nárůstem výnosové křivky může investor zvýšit očekávaný roční výnos dluhopisového portfolia tím, že prodlouží průměrnou splatnost portfolia. Dlouhodobější aktiva mají tendenci být méně likvidní než krátkodobá aktiva, a proto musí investor zvážit zisk z výnosu z prodloužení splatnosti portfolia proti přidanému riziku likvidity.

3.6 Metody konstrukce výnosové křivky

Při konstrukci výnosových křivek můžeme narazit na několik omezení. Problémem se mohou stát kupóny dluhopisů, jejichž výše ovlivňuje cenu dluhopisu, tedy i výnos do doby splatnosti. Investoři upřednostňují dluhopisy s vyšším kupónem, jelikož takové dluhopisy při stejné době splatnosti představují menší hodnotu durace, než dluhopisy s nižším nebo nulovým kupónem. Pod vlivem poptávky jsou takové dluhopisy dražší a lze tedy říci, že investor platí vyšší cenu za vyšší stabilitu dluhopisu.

Pokud předpokládáme pravidelnou výplatu kupónových plateb, vztah ceny dluhopisu a úrokových měr lze zapsat následovně:

$$P = \frac{C}{1 + r_1} + \frac{C}{(1 + r_2)^2} + \dots + \frac{C + JH}{(1 + r_n)^n}$$

C	<i>je kupónová platba</i>
JH	<i>je jmenovitá hodnota dluhopisu</i>
P	<i>je tržní cena dluhopisu</i>
r	<i>je úroková míra za n-té období</i>

Dle Málka, Radové, Štěrbý (2007) se vhodnou variantou stává konstrukce výnosové křivky ze zero-bondů (dluhopisů s nulovým kupónem), kde je eliminován kupónový efekt. Problém je zde malé množství zero-bondů, které nepokrývají dostatečné množství splatností, jelikož se ve většině případech vydávají ve splatnostech do jednoho eventuálně dvou let, čímž by byla výnosová křivka velmi krátká.

Při konstrukci výnosových křivek, které kombinují zero-bondy a kupónové dluhopisy se využívá metoda **bootstrapping**. Touto metodou přepočítáme výnosy z dluhopisů s kupónovými platbami na výnosy ze zero-bondů. Tyto výnosy jsou seřazeny dle splatnosti a tím zkonstruujeme výnosovou křivku.

$$P_1 = \frac{C_1 + JH_1}{1 + r_1}$$

$$P_2 = \frac{C_2}{1 + r_1} + \frac{C_2 + JH_2}{(1 + r_2)^2}$$

$$P_n = \frac{C_3}{1 + r_1} + \frac{C_3}{(1 + r_2)^2} + \frac{C_n + JH_n}{(1 + r_n)^n}$$

C_i je kupónová platba i -tého dluhopisu (splatného na i let)

JH_i jmenovitá hodnota i -tého dluhopisu

r_i úroková míra za i let

Jedná se o soustavu lineárních rovnic, kde nalezneme r_1 , dosadíme do druhé rovnice atd. Vypočítané hodnoty r_i pak proložíme křivkou. Problémem této metody je existence příliš malého množství vládních dluhopisů, a navíc vyplácení kupónů k různému datu během rohu.

3.6.1 Lineární interpolace

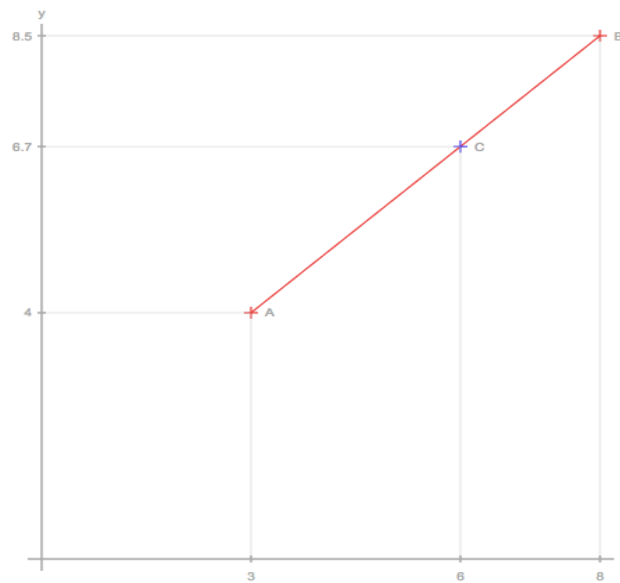
Lineární interpolace je oblíbená metoda v případě, kdy nejsou známa všechna potřebná data. Interpolační metodu lze uplatnit v případě, kdy nemáme dostatečné množství dluhopisů nebo u některých dluhopisů neznáme potřebná data.

Takto bude vypadat výpočet výnosu dluhopisu se splatností 6 let, pokud známe výnosnost 3letého dluhopisu s výnosem 4 % a 8letého dluhopisu s výnosem 8,5 %.

Výpočet by v tomto případě vypadal takto:

$$r_6 = 4 + \frac{8,5 - 4}{8 - 3} \times (6 - 3) = 6,7 \%$$

Obrázek 3: Lineární interpolace



Zdroj: Vlastní řešení

Tato metoda je oblíbená pro svou jednoduchost. Jak je z obrázku patrné, pokud mají známé hodnoty charakter rostoucí výnosové křivky, pak má stejný charakter i dopočítaná hodnota. Proto může docházet ke značnému zkreslení, to je také důvod, proč je tato metoda vhodná pro prostý odhad, a ne pro strukturovanou analýzu.

3.6.2 Polynomická aproximace výnosové křivky

Jednoduchým přístupem konstrukce výnosové křivky je aproximace jednoduchým polynomem v čase. N-stupňovitý polynom může být použit jako:

$$rm_i = \alpha + \beta_1 T_i + \beta_2 T_i^2 + \dots + \beta_N T_i^N + u_i$$

rm_i je výnos do splatnosti i -tého dluhopisu

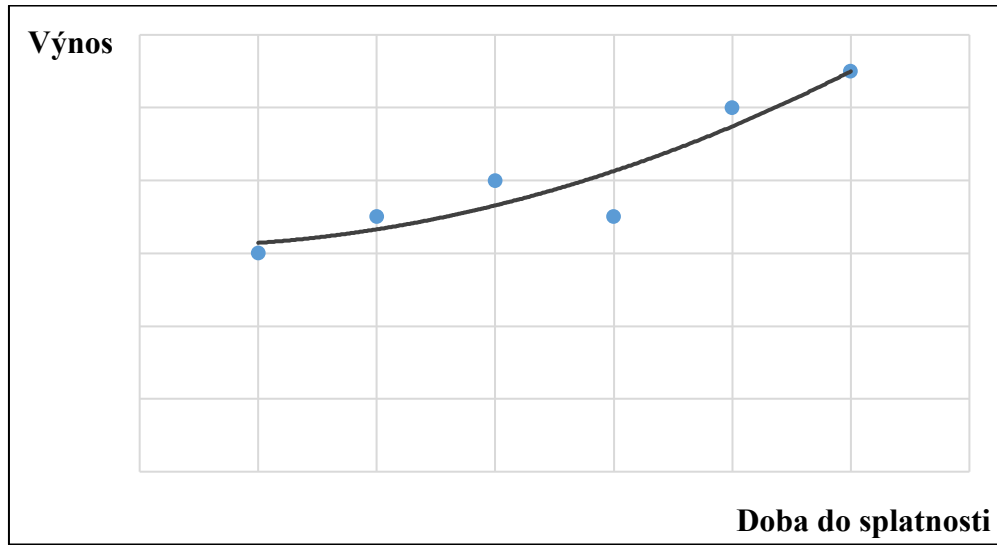
T_i jsou splatnosti i -tého dluhopisu

α, β_i jsou koeficienty

u_i reziduální chyba i -tého polynomu

Tvar výnosové křivky závisí na počtu stupňů N polynomu. Pokud bude N příliš vysoké, křivka nebude dostatečně hladká, pokud $N = M - 1$, kde M je počet použitých dluhopisů, bude křivka procházet všemi body a nepůjde tak o aproximaci. (Blake, 1995)

Obrázek 4: Polynomická aproximace



Zdroj: Vlastní řešení

Pro polynomickou aproximaci výnosové křivky z grafu byla použita v Excelu polynomická spojnice trendu druhého stupně.

4 Metodika

4.1 Data

Cílem mé bakalářské práce je konstrukce výnosových křivek státních dluhopisů. V první části se budu věnovat výpočtu výnosové křivky České republiky pro rok 2019. V této části budu používat 2 metody výpočtu výnosů jednotlivých dluhopisů, ze kterých budu následně konstruovat křivky. První metodou bude výpočet výnosu do doby splatnosti pomocí Excelu funkce „yield“ a z těchto výsledků sestrojím výnosovou křivku YTM. Druhým způsobem je postupné počítání metodou bootstrapping a následná konstrukce promptní výnosové křivky. Data pro tento výpočet jsem čerpala z veřejně publikovaných informací o státních dluhopisech na stránkách www.mtsdata.com, kde jsem použila informace týkající se dluhopisů s fixním kupónem.

V další části praktické části se budu zabývat historickým vývojem výnosové křivky České republiky od roku 2014 do současnosti a jejich následným porovnáním s prognózami pro daný rok a naplnění daných očekávání.

V poslední kapitole mé praktické části budu srovnávat výnosové křivky dluhopisů České republiky s ostatními státy Visegrádské čtyřky. Informace pro konstrukci výnosových křivek dluhopisů Polska jsem získala z polských stránek <http://bondspot.pl>. Ceny maďarských vládních dluhopisů byly čerpány ze zdroje www.allampapir.hu a data ohledně slovenských dluhopisů z www.mtsdata.com.

4.2 Použité vzorce pro konstrukci výnosových křivek

V mé práci se zabývám pouze státními dluhopisy, u kterých je předpokládána pravidelná výplata kupónových plateb, tedy dluhopisy s fixním kupónem.

Metodou bootstrapping přepočítáme výnosy z dluhopisů s kupónovými platbami na výnosy ze zero-bondů a dostaneme výslednou promptní výnosovou křivku.

Soustava lineárních rovnic metody bootstraping vypadá následovně:

$$P_1 = \frac{C_1 + JH_1}{1 + r_1}$$

$$P_2 = \frac{C_2}{1 + r_1} + \frac{C_2 + JH_2}{(1 + r_2)^2}$$

$$P_n = \frac{C_3}{1 + r_1} + \frac{C_3}{(1 + r_2)^2} + \frac{C_n + JH_n}{(1 + r_n)^n}$$

C_i je kupónová platba i -tého dluhopisu (splatného na i let)

JH_i jmenovitá hodnota i -tého dluhopisu

r_i úroková míra za i let

Výsledná křivka je vytvořena proložení výnosností aproximací jednoduchým polynomem. Jako N -tý polynom může být použit již zmíněný vzorec:

$$rm_i = \alpha + \beta_1 T_i + \beta_2 T_i^2 + \dots + \beta_N T_i^N + u_i$$

rm_i je výnos do splatnosti i -tého dluhopisu

T_i jsou splatnosti i -tého dluhopisu

α, β_i jsou koeficienty

u_i reziduální chyba i -tého polynomu

Koeficienty jsou určovány minimalizací sumy čtverců reziduálních chyb $\sum_i^M u_i^2$, kde M je počet použitých dluhopisů.

Pro sestavení výnosové křivky z výnosů do doby splatnosti (YTM) lze výnosy vyjádřit následující rovnicí:

$$P_0 = \frac{C_1}{(1 + YTM)^1} + \frac{C_2}{(1 + YTM)^2} + \frac{C_3}{(1 + YTM)^3} + \dots + \frac{F_N}{(1 + YTM)^N}$$

Výnosy do doby splatnosti lze počítat pomocí Excelu. Vypočtené výnosnosti se poté proloží N -tým polynomem a vznikne křivka YTM.

4.3 Výnosová křivka České republiky pro rok 2019

V této části se věnuji konstrukci výnosových křivek ze státních dluhopisů České republiky pro rok 2019. Prvním způsobem je konstrukce výnosové křivky z výnosů do doby

splatnosti (YTM). Druhý způsob je výpočet výnosu metodou bootstrapping a následná konstrukce promptní výnosové křivky a porovnání obou křivek.

Data pro tvorbu výnosové křivky z výnosů do doby splatnosti k 2.1.2019:

Tabulka 1: Státní dluhopisy ČR (2019)

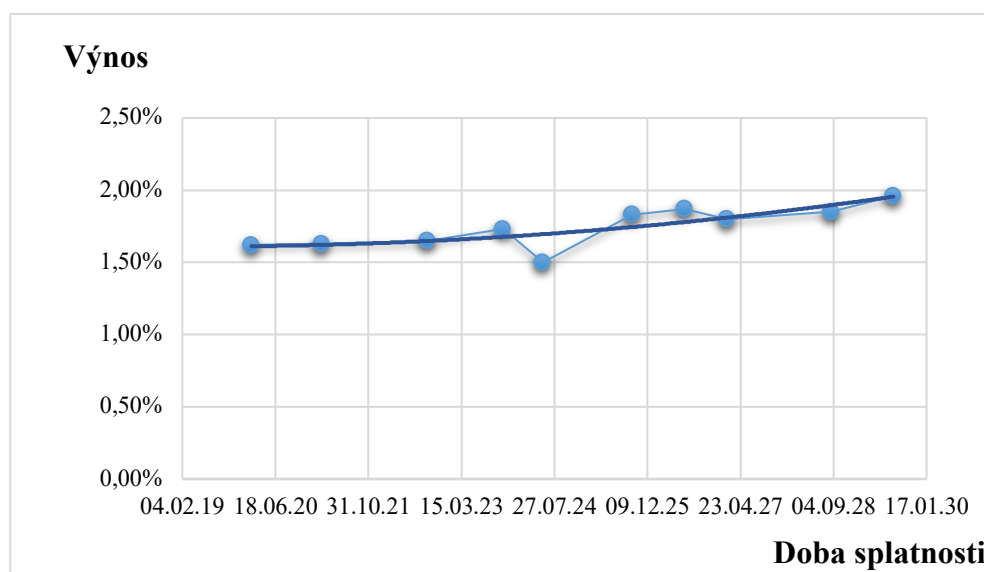
Dluhopis	ISIN	Splatnost	Tržní cena	Durace
CZGB 0 10/02/20	CZ0001005011	10.02.2020	98,247	1,1
CZGB 0.750 23/02/21	CZ0001005367	23.02.2021	98,160	2,1
CZGB 4.700 12/09/22	CZ0001001945	12.09.2022	110,805	3,4
CZGB 0.450 25/10/23	CZ0001004600	25.10.2023	94,141	4,8
CZGB 5.700 25/05/24	CZ0001002547	25.05.2024	121,610	4,7
CZGB 2.400 17/09/25	CZ0001004253	17.09.2025	103,570	6,3
CZGB 1.000 26/06/26	CZ0001004469	26.06.2026	93,965	7,2
CZGB 0.250 10/02/27	CZ0001005037	10.02.2027	88,426	8,0
CZGB 2.500 25/08/28	CZ0001003859	25.08.2028	105,715	8,7
CZGB 2.750 23/07/29	CZ0001005375	23.07.2029	107,471	9,3

Zdroj: www.mtsdata.com

Název dluhopisu CZGB určuje, že se jedná o český státní dluhopis, dále je u dluhopisu určen kupónový výnos a doba splatnosti. ISIN je mezinárodní identifikační číslo cenného papíru určené k obchodování s daným cenným papírem. ISIN (International Securities Identification Number) je dvanáctimístný kód, kde první dva znaky označují kód státu, dalších devět čísel identifikuje konkrétní cenný papír a poslední číslo slouží jako kontrolní číslice. Další informací v tabulce je tržní cena dluhopisu, která je vyjádřena průměrem „bid price“ a „ask price“. „Bid“ představuje cenu poptávky, jedná se o nejlepší cenu, za kterou je v daný okamžik možné cenný papír prodat. Naopak je tomu u ceny „ask“, která vyjadřuje cenu nabídky, to je nejlepší cena, za kterou je možné cenný papír v daný okamžik koupit. Další hodnotou je durace, s rostoucí délkou splatnosti dluhopisu roste i hodnota durace, to znamená že roste cenová citlivost na pohyb úrokových měr. Výnos byl počítán jako výnos do doby splatnosti pomocí Excelu funkcí „yield“.

Výnosová křivka z výnosů do doby splatnosti vládních dluhopisů počítána pomocí Excelu pro rok 2019, proložená polynomicou spojnicí pak vypadá následovně:

Obrázek 5: Výnosová křivka YTM českých dluhopisů (2019)



Zdroj: Vlastní řešení

S výjimkou dluhopisu s dobou splatnosti v roce 2024 a nízkým výnosem 1,5 %, který může být zapříčiněn lokálním extrémem můžeme říci, že má křivka rostoucí charakter. Avšak růst není příliš vysoký a dle několika makroekonomických ukazatelů tak můžeme předpokládat v oblasti ekonomického růstu mírnou stagnaci. Podle výhledů České národní banky očekávaná míra růstu bude v následujícím roce mírně klesat. Tvar výnosové křivky může být dán do souvislosti s průměrnou mírou inflace, která dosahuje 2,5 % a předpokládá se jen mírné snížení v následujících letech.

Další způsob, kterým lze konstruovat výnosovou křivku je metodou postupného výpočtu výnosových bodů výnosové křivky. Tato metoda je založena na předpokladu, že se výnos z kupónového dluhopisu musí rovnat sumě bezkupónových dluhopisů, které odpovídají cash flow kupónového dluhopisu, výslednou křivkou pak bude promptní výnosová křivka.

Vstupní data jsou použité z předchozí tabulky. Výpočet výnosů vypadá následovně:

$$P = \frac{JH}{(1 + i_1)}$$

$$98,247 = \frac{100}{(1 + i_1)}$$

$$i_1 = 0,01784278$$

$$98,160 = \frac{0,75}{(1 + 0,01784)} + \frac{100,75}{(1 + i_2)^2}$$

$$i_2 = 0,01693$$

$$110,805 = \frac{4,7}{(1 + 0,01784)} + \frac{4,7}{(1 + 0,01693)^2} + \frac{104,7}{(1 + i_3)^3}$$

$$i_3 = 0,0099278$$

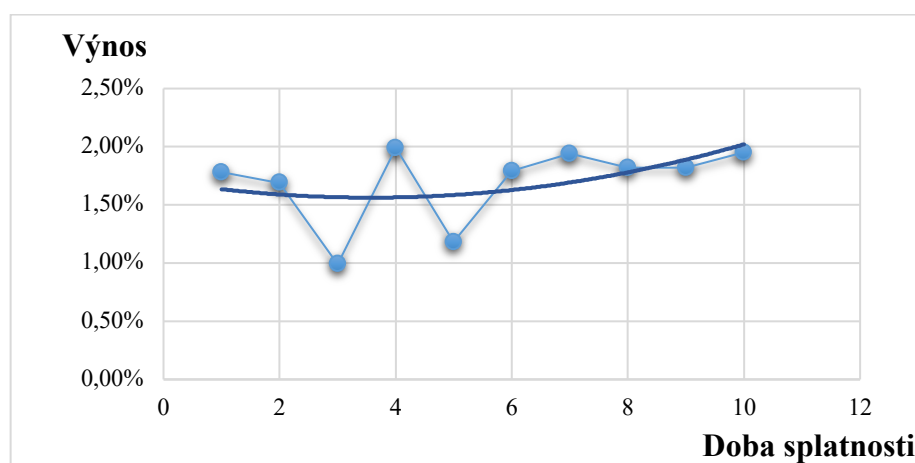
Tabulka 2: Výnosy českých dluhopisů metodou bootstrapping

Dluhopisy	Výnos
CZGB 0 10/02/20	1,78 %
CZGB 0.750 23/02/21	1,69 %
CZGB 4.700 12/09/22	0,99 %
CZGB 0.450 25/10/23	1,99 %
CZGB 5.700 25/05/24	1,18 %
CZGB 2.400 17/09/25	1,79 %
CZGB 1.000 26/06/26	1,94 %
CZGB 0.250 10/02/27	1,82 %
CZGB 2.500 25/08/28	1,82 %
CZGB 2.750 23/07/29	1,95 %

Zdroj: Vlastní výpočet

Promptní výnosová křivka z výnosů vypočítaných metodou bootstrapping je znázorněna na následujícím grafu.

Obrázek 6: Promptní výnosová křivka českých dluhopisů (2019)



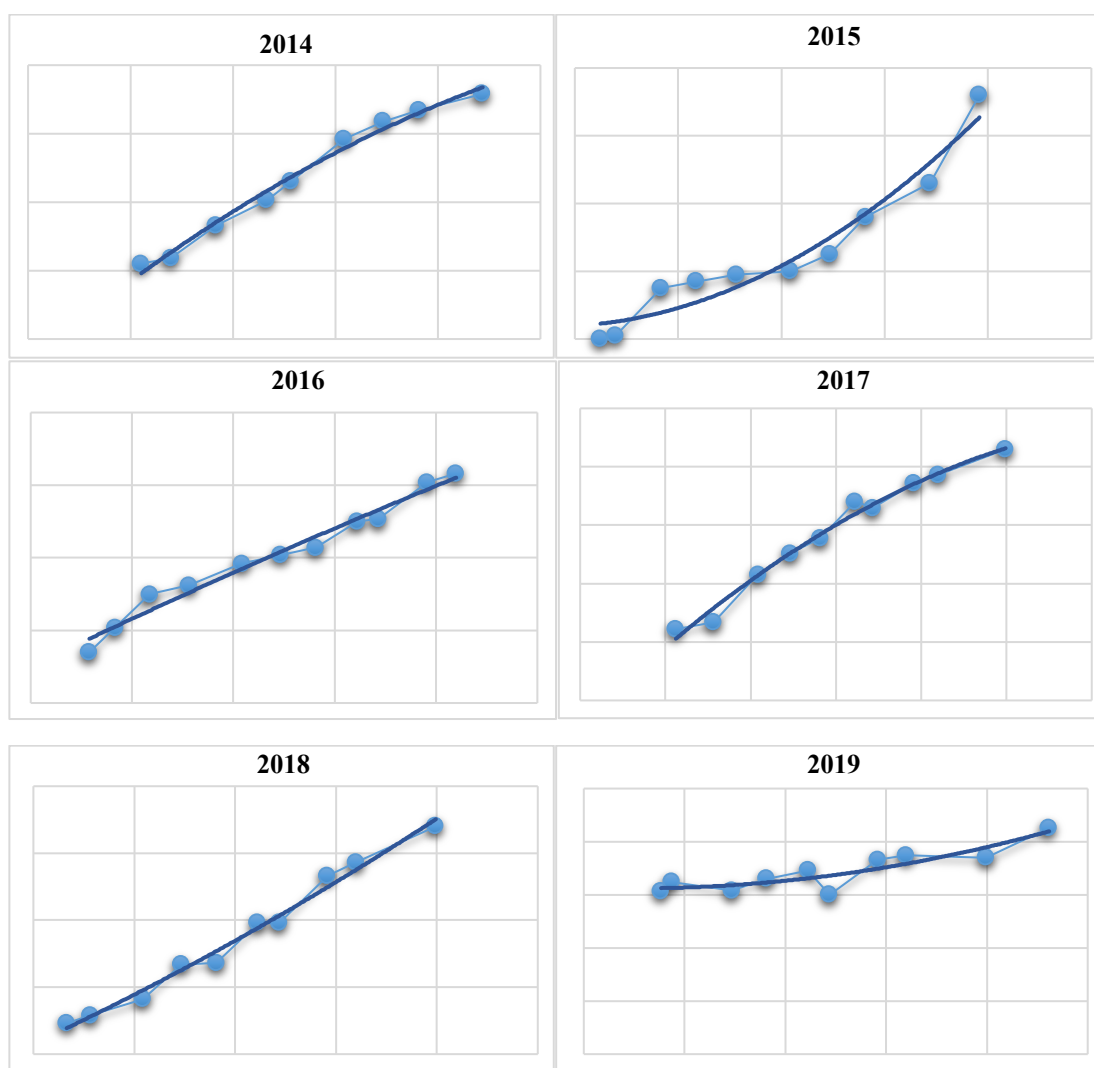
Zdroj: Vlastní řešení

Obě výnosové křivky jsou rostoucího charakteru. Pro srovnání sklonu výnosových křivek slouží rozdíl výnosu dvouletého a desetiletého dluhopisu. Rozdíl výnosu křivky YTM je 0,328 %. Rozdíl výnosu promptní výnosové křivky je 0,256 %. Rozdíl obou křivek je malý a koresponduje tak s prognózou zpomalujícího ekonomického růstu České republiky v následujících letech.

4.4 Historický vývoj výnosové křivky v ČR

V této části porovnávám historický vývoj výnosových křivek z výnosů do doby splatnosti České republiky od roku 2014 do roku 2019. Křivka je konstruována z dat k 2.1. příslušného roku, použité jsou státní dluhopisy s fixním kupónem a dobou splatnosti v rozmezí deseti let. Na vodorovné ose je doba splatnosti a na svislé ose je zanesen výnos.

Obrázek 7: Výnosové křivky českých dluhopisů v čase



Zdroj: Vlastní řešení

Tabulka vstupních dat pro výpočet výnosu a vypočtené výnosy jsou zanesena v tabulce v příloze této práce. Výnosové křivky tvořené v Excelu jsou proloženy polynomičnou spojnicí trendu druhého stupně polynomu. Z grafů je vidět, že všechny výnosové křivky jsou rostoucího charakteru. Dle těchto výsledných výnosových křivek bychom mohli předpokládat pozitivní vývoj české ekonomiky. Zda tomu tak bylo a bude i v budoucnu můžeme odhadovat podle určitých makroekonomických ukazatelů, které ovlivňují ekonomický růst.

Všechny výnosové křivky jsou rostoucí, liší se však sklonem. To, jaký má výnosová křivka sklon, nám může pomoci odhadnout, jak rychlý by mohl být ekonomický růst v následujících letech. Sklon výnosové křivky můžeme spočítat jako rozdíl výnosu dvouletého a desetiletého dluhopisu, následující tabulka zachycuje rozdíly vysvětlující sklony

výnosových křivek v čase. Čím je větší rozdíl u rostoucí křivky, tím rychlejší můžeme předpokládat ekonomický růst. Pokud budeme brát sklon křivky jako jeden z možných indikátorů dynamiky ekonomického růstu, pak můžeme říci, že ekonomika v blízké budoucnosti poroste jen mírně a míří ke stagnaci, přičemž situace závisí na mnoho dalších faktorech působících na ekonomický růst.

Tabulka 3: Sklon výnosových křivek

ROK	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ROZDÍL	2,40 %	0,57 %	0,83 %	1,48 %	1,29 %	0,33 %

Zdroj: Vlastní řešení

To, jakého tvaru křivky nabývají, můžeme doplnit některými makroekonomickými ukazateli a zhodnotit, zda tvar křivky koresponduje s prognózou ekonomického růstu.

Rok 2014 se navzdory oslabení koruny vlivem devizových intervencí České národní banky vyznačoval velmi nízkou mírou inflace. Dle predikce Ministerstva financí na začátku roku 2014 měla být nízká míra inflace zapříčiněná i protiinflačním působením administrativních vlivů, kterému tak nebylo v minulých letech, zejména se jedná o snížení cen elektřiny. Průměrná inflace v roce 2014 činila pouhých 0,4 %. HDP oproti předchozímu roku vzrostl o 2,7 %. Dlouhodobé úrokové sazby dosahovaly v celoročním průměru výsledku ve výši 1,4 % p.a.

V roce 2015 pokračoval růst ekonomiky, meziroční růst HDP dosahoval 5,3 %. Ekonomický růst byl zapříčiněn zejména domácí poptávkou. Česká republika se snažila maximálně využívat fondy Evropské unie. Nízká míra inflace, která pro rok 2015 činila jen 0,3 % spolu s příznivou situací na trhu práce vedla k vyšší spotřebě domácností. Nutno podotknout, že příčiny velmi rychlého růstu české ekonomiky můžeme označit za jednorázové faktory. Jedná se zejména o čerpání prostředků z fondů Evropské unie z období 2007-2013, které bylo možné čerpat jen do konce roku 2015. Tento faktor vedl k výraznému zvýšení tvorby hrubého fixního kapitálu, který meziročně vzrostl o 10,2 %. Za další faktor můžeme považovat i propad světových cen ropy, tento faktor lze rovněž považovat za časově omezený. Ve srovnání s rokem 2014, kdy byla cena 99 USD/barel, v roce 2015 cena klesla na 52 USD/barel. Dlouhodobé úrokové sazby v tomto roce dosahovaly výše 0,6 % p.a.

V roce 2016 česká ekonomika nadále rostla a hrubý domácí produkt meziročně vzrostl o 2,5 %. V tomto roce se jistým způsobem změnila struktura ekonomického růstu, jehož

hlavním faktorem se stal zahraniční obchod. To vedlo ke zvýšení výkonnosti České republiky v oblasti exportu a značného zpomalení růstu domácí poptávky. Za příčinu můžeme považovat pokles tvorby hrubého fixního kapitálu, který se proti mimořádně příznivému roku 2015 snížil téměř o čtvrtinu. V podmínkách nízké inflace o velikosti 0,7 % dále rostla i soukromá spotřeba. Dlouhodobé úrokové sazby v roce 2016 dosahovaly pouhých 0,4 %. Na konci roku 2016 však bylo zřejmé, že růst české ekonomiky zasáhnou některé tlumícími prvky, mezi které bude pravděpodobně patřit dynamika investic a cena ropy a minerálních paliv, která do roku 2016 setrvala na velmi nízké úrovni.

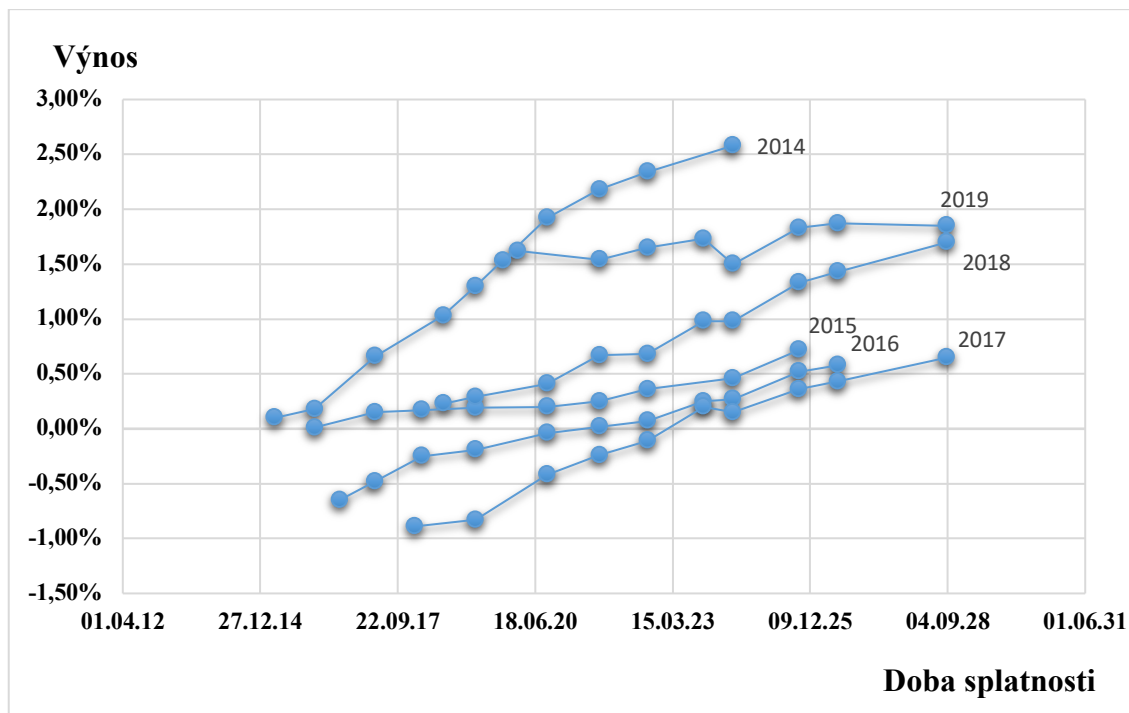
Ekonomika České republiky byla v roce 2017 stále v dobrém stavu, HDP se zvýšil o 4,4 %. Růst spotřeby domácností byl opět na vysoké úrovni vlivem vysoké míry zaměstnanosti, růstu mezd, a klesající míry úspor podpořily i nízké úrokové sazby. Dlouhodobé úrokové sazby v roce 2017 dosahovaly v průměru 1,0 % p.a. K hospodářskému růstu roku 2017 přispěl i zahraniční obchod, který byl podpořen poptávkou po produktech automobilového průmyslu. Na přelomu roku 2016 a 2017 došlo ke zrychlení růstu spotřebitelských cen nad inflační cíl České národní banky a průměrná míra inflace v roce 2017 vzrostla na 2,5 %.

V roce 2018 zůstává růst světové ekonomiky stabilní, avšak narůstá míra nejistoty a rizika spojená s fiskálním stimulem Spojených států amerických a blížícím se datem vystoupení Spojeného království z Evropské unie. Cena ropy dosahuje v tomto období nejvyšší hodnoty za poslední čtyři roky, její výše se vyšplhala na 71 USD/barel, to také vyvolává mnohé obavy o budoucnost světového obchodu. Tyto skutečnosti lze vztáhnout i na Českou republiku. V důsledku růstu spotřebitelských cen se nachází průměrná míra inflace v horní hranici tolerance a pohybuje se okolo 2,1 %. Hrubý domácí produkt meziročně vzrostl o 2,8 %. A dlouhodobé úrokové sazby činily v tomto roce 2,0 % p.a.

Současná predikce pro rok 2019 nasvědčuje tomu, že se sníží růst hrubého domácího produktu, v současné době je předpokládán meziroční růst o 2,5 %. Nejvýznamnějším faktorem růstu by měla být spotřeba domácností, kvůli vysokým mzdám, vysoké míře zaměstnanosti a zvýšení důchodů. V roce 2019 je dle Centrální národní banky odhadovaná roční průměrná výše inflace na 2,1 % a v roce 2020 se inflace očekává ve výši 1,6 %. V nadcházejícím roce očekáváme i mírné zpomalení ekonomického růstu na 2,4 %. Dlouhodobé úrokové sazby by měly v průměru v roce 2019 dosahovat 2,7 % p.a. a v nadcházejícím roce dál růst.

V následujícím grafu jsou zobrazeny výnosové křivky státních dluhopisů s jejich dobami splatnosti a výnosem za dané období od roku 2014 do roku 2019. Výsledný graf vypadá následovně:

Obrázek 8: Srovnání výnosových křivek (2014-2019)



Zdroj: Vlastní řešení

Z grafu a výpočtu sklonu křivek je patrné, že nejrychleji rostoucí je křivka dluhopisů pro rok 2014, v tomto roce Česká republika disponovala nízkou mírou inflace a předpokládá se silný ekonomický růst. Ke většímu zvýšení inflace docházelo na přelomu roku 2016 a 2017, kdy inflace dosahovala v rozmezí šesti let největší hodnoty.

4.5 Srovnání výnosových křivek ČR a ostatních států Visegrádské skupiny

V této části bakalářské práce se budu zabývat srovnáním výnosových křivek výnosů do doby splatnosti státních dluhopisů České republiky s ostatními zeměmi Visegrádské skupiny.

Informace o státních dluhopisech Polska a vypočtený výnos jsou zaneseny v následující tabulce:

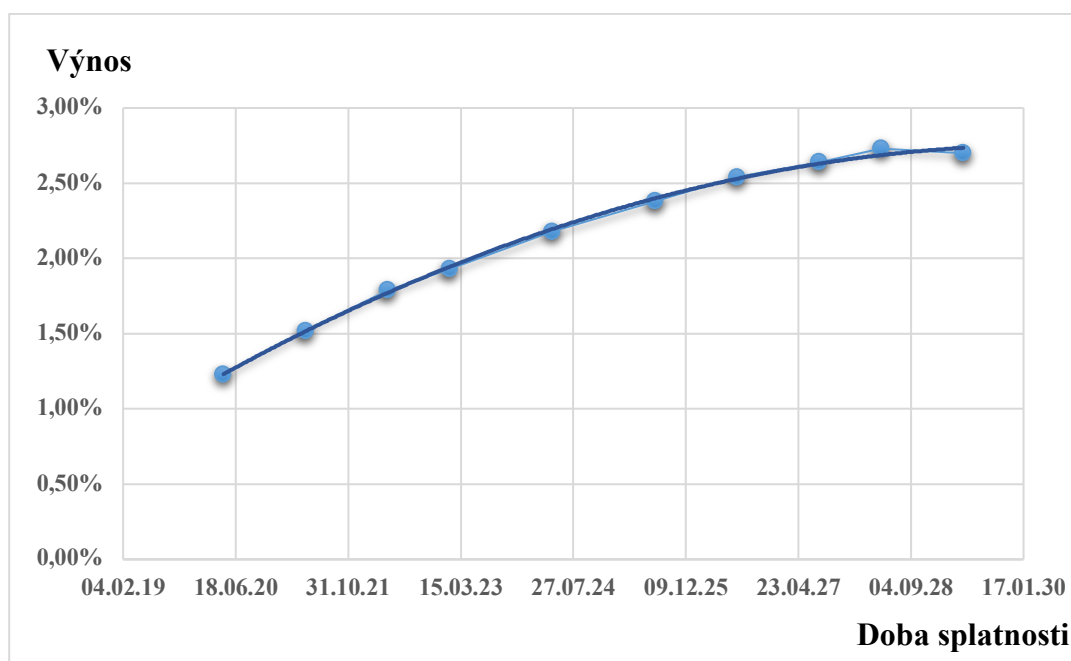
Tabulka 4: Polské dluhopisy

Dluhopis	ISIN	Splatnost	Tržní cena	Výnos
PS0420	PL0000108510	25.04.20	100,34	1,23 %
PS0421	PL0000108916	25.04.21	101,07	1,52 %
PS0422	PL0000109492	25.04.22	101,45	1,79 %
PS0123	PL0000110151	25.01.23	102,18	1,93 %
PS0424	PL0000111191	25.04.24	101,57	2,18 %
DS0725	PL0000108197	25.07.25	105,23	2,38 %
DS0726	PL0000108866	25.07.26	99,71	2,54 %
DS0727	PL0000109427	25.07.27	98,94	2,64 %
WS0428	PL0000107611	25.04.28	100,1	2,73 %
WS0429	PL0000105391	25.04.29	127,05	2,7 %

Zdroj: <http://bondspot.pl>

Z těchto dat bude vypadat výnosová křivka následovně:

Obrázek 9: Výnosová křivka polských dluhopisů



Zdroj: Vlastní řešení

Výnosová křivka Polska je rostoucí a jako indikátor budoucího ekonomického vývoje tak koresponduje s předpokladem rostoucího ekonomického růstu v dalších letech. V příštích letech se očekává ekonomický růst ve výši 4 %, neočekává se tedy tak vysoký jako v minulém roce, kdy činil 5,1 %. Hlavní hnací silou růstu HDP se předpokládá v roce 2019 individuální spotřeba, stejně jako tomu bylo v roce minulém.

Takto vypadají vstupní data pro konstrukci výnosové křivky státních dluhopisů Slovenska s výpočtem výnosů do doby splatnosti:

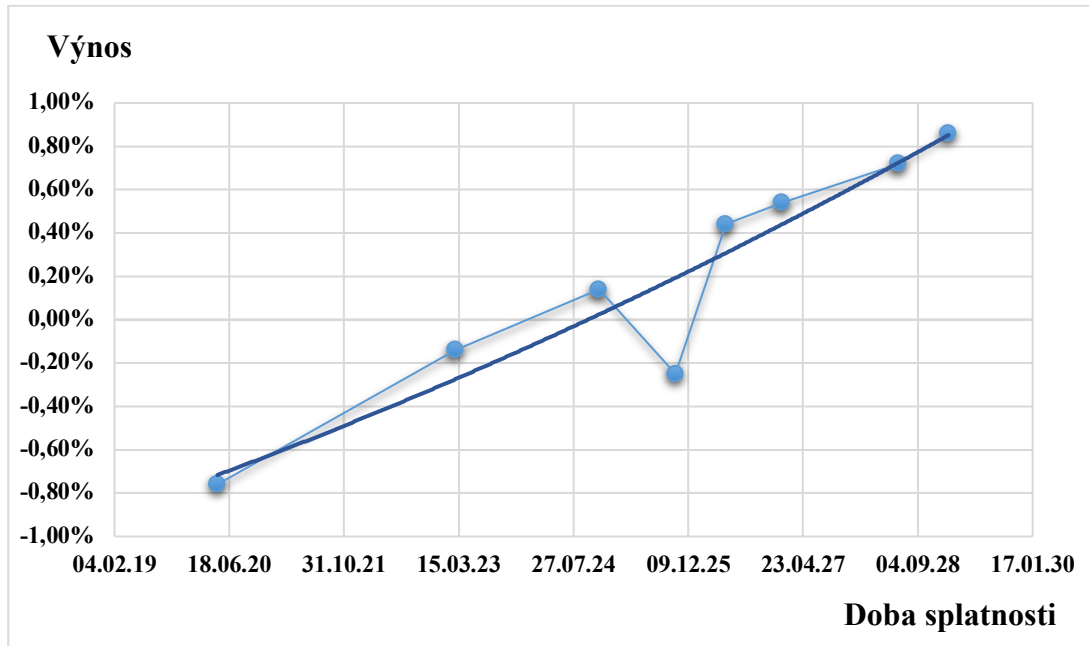
Tabulka 5: Slovenské státní dluhopisy

Dluhopis	ISIN	Splatnost	Tržní cena	Výnos
SLOVGB 4.000 27/04/20	SK4120007204	27.04. 2020	106.300	-0.76 %
SLOVGB 3.000 28/02/23	SK4120009044	28.02. 2023	113.088	-0.14 %
SLOVGB 3.375 15/11/24	SK4120008871	15.11. 2024	118.871	0.14 %
SLOVGB 4.350 14/10/25	SK4120007543	14.10. 2025	131.459	-0.25 %
SLOVGB 0.625 22/05/26	SK4120012220	22.05. 2026	101.324	0.44 %
SLOVGB 1.375 21/01/27	SK4120010430	21.01. 2027	106.570	0.54 %
SLOVGB 1.000 12/06/28	SK4120014150	12.06. 2028	102.555	0.72 %
SLOVGB 3.625 16/01/29	SK4120009762	16.01. 2029	126.462	0.86 %

Zdroj: www.mtsdata.com

Výnosová křivka pak bude vypadat následně:

Obrázek 10: Výnosová křivka slovenských dluhopisů



Zdroj: Vlastní řešení

Slovenská výnosová křivka je rostoucí, můžeme tedy očekávat pozitivní růst ekonomiky. Slovenská ekonomika dosáhla vrcholového růstu už na konci roku 2018, kdy vykazovala růst 4,3 %. Největší podíl na růstu HDP má růst investic a spotřeby domácností. Objem investic na Slovensku zvýšila i automobilová společnost Jaguar Land Rover, která na území Slovenska zahájila výrobu. V roce 2019 se prognóza růstu snižuje, avšak stále se očekává ekonomický růst okolo 3 %. Míru nejistoty přináší i zmiňované vystoupení Británie z EU bez dohody, které by se odrazilo na slovenském automobilovém průmyslu, na jehož exportu do Británie se Slovensko podílí téměř dvěma pětinami.

V následující tabulce jsou zachyceny informace a vypočtené výnosy pro jednotlivé dluhopisy ke konstrukci výnosové křivky Maďarských dluhopisů:

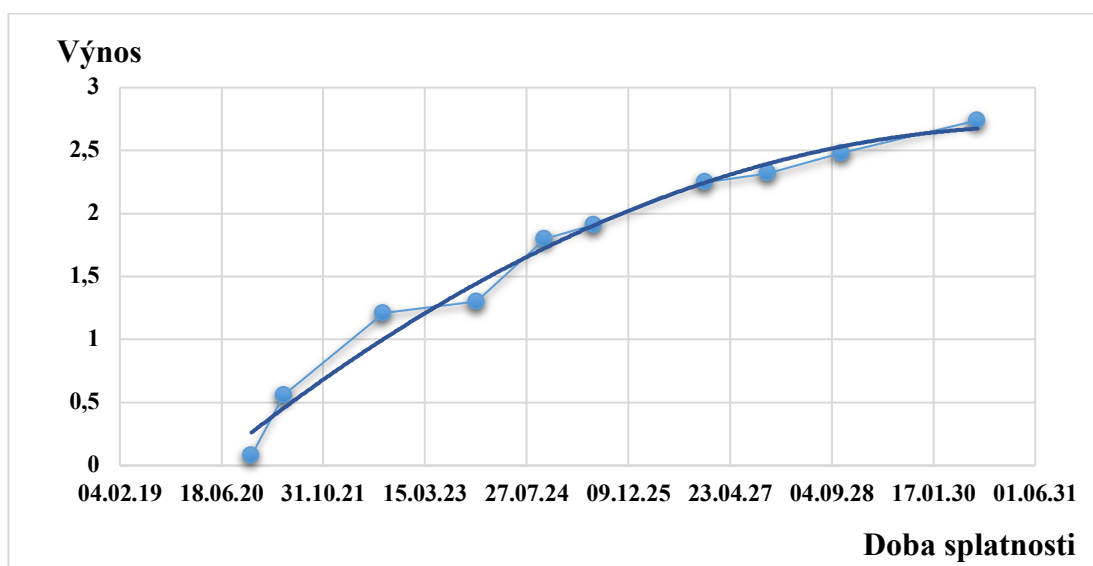
Tabulka 6: Maďarské dluhopisy

Dluhopis	Splatnost	Tržní cena	Výnos
2020/A	12.11.20	110,93	0,08
2021/C	21.04.21	98,66	0,56
2022/C	24.08.22	98,98	1,21
2023/A	24.11.23	118,11	1,3
2024/C	24.10.24	100,5	1,8
2025/B	24.06.25	117,07	1,91
2026/D	22.12.26	99,31	2,25
2027/A	27.10.27	100,59	2,32
2028/A	22.10.28	130,58	2,48
2030/A	21.08.30	97,75	2,74

Zdroj: www.allampapir.hu

Výsledná křivka pak vypadá následovně:

Obrázek 11: Výnosová křivka maďarských dluhopisů



Zdroj: Vlastní řešení

Maďarsko patří k zemím, které nejvíce zasáhla hospodářská krize v roce 2008-2009. Důvodem bylo vytvoření neúměrného státního dluhu a krize odhalila také nízkou úroveň maďarského hospodářství. V následujících letech jenom úroky ze státního dluhu pohltily 3,5-4 % hrubého domácího produktu a tato suma je vyšší než součet zdrojů s evropských fondů. V únoru roku 2019 agentura Fitch zvýšila ratingový stupeň Maďarska z BBB- na BBB, hlavním důvodem je snižování vnějšího zadlužení státu. V dnešní době je maďarská ekonomika na vzestupu a společně s Polskem dosahují nejvyššího růstu HDP. U Maďarska by k růstu ekonomiky mělo docházet i nadále, jen s mírným zpomalením.

Pro srovnání České republiky, Slovenska, Maďarska a Polska je nutné znát také ratingovou situaci daných zemí. Nejvýznamnějšími ratingovými agenturami jsou Standard & Poor`s, Moody`s, Fitch a čínská agentura Dagong. Tyto agentury měří, zda jsou státy schopny dostát svým závazkům. Hodnocení má několik stupňů, vyšší stupně jsou tzv. investiční a u takových se odhaduje včasné plnění svých závazků. Pokud je hodnocení nižší, je označováno jako spekulativní stupeň a u takového stupně je již větší pravděpodobnost, že svým závazkům nedostojí. Nejnižší stupně ratingového hodnocení znamená, že je stát v platební neschopnosti nebo se tak brzy stane. Stanovený výhled, který může být pozitivní, neutrální nebo negativní naznačuje budoucí hodnocení. Ratingový stupeň států také ovlivňuje, za jakých podmínek si budou moci půjčovat finanční prostředky. Od států s nižším ratingovým stupněm bude očekávané riziko vyšší a pro daný stát tak bude dražší si finanční prostředky obstarat.

Ratingové hodnocení států Visegrátské skupiny dle agentury Standard & Poor`s k datu 28.2.2019 je znázorněno v následující tabulce.

Tabulka 7: Ratingové hodnocení

ZEMĚ	RATINGOVÝ STUPEŇ	VÝHLED
ČESKÁ REPUBLIKA	AA-	stabilní
POLSKO	A-	stabilní
MAĎARSKO	BBB-	stabilní
SLOVENSKO	A+	stabilní

Zdroj: Česká národní banka

Z těchto států má nejlepší hodnocení Česká republika, hned za ní je Slovensko, potom Polsko a posledním státem s nejhorším ratingovým hodnocení je Maďarsko. Všechny tyto státy však spadají do kategorie investičního stupně. Lze tedy říci, že pro zahraničního investora hledajícího nejnižší riziko investice můžeme doporučit investici do českých

dluhopisů. Ovšem investice do českých dluhopisů dlouhodobě neočekává tak velký výnos, jako investice do maďarských nebo polských dluhopisů, kde je výnos desetiletého dluhopisu očekáván ve výši nad 2,5 %.

5 Závěr

Hlavním cílem mé bakalářské práce byla konstrukce výnosové křivky z vybrané skupiny dluhopisů. Aby bylo možné naplnit tento cíl, bylo nutné nejprve charakterizovat dluhopisy a jejich možné parametry. Zabývala jsem se zde druhy dluhopisů, způsobem ohodnocování, a definovala jsem základní pojmy spojené s dluhopisy.

Pro konstrukci výnosových křivek jsem si vybrala státní dluhopisy České republiky. Sestrojené výnosové křivky českých dluhopisů k datu 2.1.2019 znázorňují dvě metody konstrukce. Prvním způsobem je metoda bootstrapping, kde je postupné vypočítání výnosů proložené polynomickou spojnici. Druhou metodou byl výpočet výnosů do doby splatnosti pomocí Excelu a proložení polynomickou spojnici s následným vytvoření výsledné křivky z výnosů do doby splatnosti (YTM). Obě dvě křivky mají rostoucí charakter, který obecně předpovídá dobrou ekonomickou situaci v budoucnu a pro bližší představu o možném ekonomickém vývoji byl vypočítán u obou křivek sklon jako rozdíl dvouletého a desetiletého výnosu z dluhopisu. Sklon u obou křivek nabývá velmi nízkých hodnot a promptní výnosová křivka disponuje nižším sklonem než křivka YTM, avšak rozdíl je minimální. Z analýzy tvaru a sklonu výnosových křivek vyplývá jenom mírný ekonomický růst až stagnace české ekonomiky v následujících letech.

Následné srovnání výnosových křivek státních dluhopisů České republiky v čase od roku 2014 do roku 2019 ukázalo vliv inflace a dalších makroekonomických ukazatelů na výnosovou křivku. Všechny výnosové křivky mají rostoucí charakter. Pro bližší specifikaci prognózy byly vypočteny sklony křivek. Rostoucí výnosová křivka v roce 2014 disponuje nejvyšším sklonem a při velmi nízké míře inflace lze očekávat rychlý ekonomický růst. V roce 2015 je sklon křivky nízký. Z analýzy makroekonomických ukazatelů je zřejmé, že dynamický růst ekonomiky je zapříčiněn jednorázovými faktory a v následujících letech nebude ekonomický růst tak rychlý. Od roku 2016 sklon křivky meziročně stoupá a můžeme tedy usuzovat o mírném zrychlování ekonomického růstu. Od roku 2018 sklon křivky mírně klesá a v roce 2019 je nejnižší, na tomto základě můžeme předpokládat nízký ekonomický růst až stagnaci.

Srovnání výnosových křivek státních dluhopisů České republiky se státy Visegrádské skupiny: Polska, Maďarska a Slovenska ukázalo pozitivní prognózu budoucího vývoje ekonomického růstu z důvodu rostoucích tvarů výnosových křivek. Z hlediska doporučení pro investory byl brán v potaz sklon křivky a aktuální ratingové hodnocení firmou

Standard & Poor`s a bylo stanoveno doporučení pro investory z hlediska výše výnosu a míry úvěrového rizika. Z hlediska nejmenší míry rizika lze doporučit dluhopisy České republiky a Slovenska, jelikož mají velmi dobré ratingové ohodnocení. Naopak z hlediska míry výnosu jsou na tom nejlépe maďarské a polské dluhopisy, kde míra výnosu deseti-letých dluhopisů překračuje 2 %.

Summary

The bachelor thesis "Bond yield curves and their use" deals with the issue of yield curves. It defines bonds, their risks and yield. The main topic of the bachelor thesis is the theory of yield curve and their construction. Work with regard to the definition of yield curves, shape and theoretical approaches explaining its curvature. The findings are applied to the computational structure of several yield curves of the Czech Republic's government bonds at a certain time horizon and a comparison with the yield curves of selected states.

Keywords: bond, yield curve, yield to maturity yield curve

Přehled použité literatury

- [1] Blake, D. (1995). Analýza finančních trhů. Praha: Grada.
- [2] Bureš, J. (2011). Úvod do problematiky výnosových křivek [Online]. In (p. 21). Retrieved from http://hp482.wz.cz/matpred/text_bures_yieldcurve.pdf
- [3] Cipra, T. (2013). Matematika cenných papírů. Praha: Professional Publishing.
- [4] Hull, J. (c2012). Options, futures, and other derivatives (8th ed). Boston: Prentice Hall
- [5] In J. Málek, J. Radová, & F. Štěrba (2007), *Politická ekonomie* [Online]. (pp. 792-808). Retrieved from <https://www.vse.cz/polek/download.php?jnl=polek&pdf=624.pdf>
- [6] Ježek, T. (2002). Peníze a trh. Praha: Portál.
- [7] Kotásek, J. (2014). Právo cenných papírů. V Praze: C.H. Beck.
- [8] Radová, J., Dvořák, P., & Málek, J. (2009). Finanční matematika pro každého (7., aktualiz. vyd). Praha: Grada.
- [9] Rejnuš, O. (2005). Peněžní ekonomie: (finanční trhy). Brno: Akademické nakladatelství CERM.
- [10] Rose, P. S., & Marquis, M. H. (2009). Money and Capital Markets: Financial Institutions and Instruments in a Global Marketplace (tenth edition).
- [11] Sharpe, W. F., Alexander, G. J., & Šlehofer, Z. (1994). Investice (4. vyd). Praha: Victoria Publishing.
- [12] Veselá, J., 2011. Investování na kapitálových trzích. 2. aktualiz. vyd. Praha: Wolters Kluwer, 792s.
- [13] Zákon č.190/2004 Sb., o dluhopisech

Seznam obrázků

Obrázek 1: Alikvótní výnos	16
Obrázek 2: Tvar výnosové křivky	21
Obrázek 3: Lineární interpolace	27
Obrázek 4: Polynomická aproximace	28
Obrázek 5: Výnosová křivka YTM českých dluhopisů (2019)	32
Obrázek 6: Promptní výnosová křivka českých dluhopisů (2019)	34
Obrázek 7: Výnosové křivky českých dluhopisů v čase	35
Obrázek 8: Srovnání výnosových křivek (2014-2019)	38
Obrázek 9: Výnosová křivka polských dluhopisů	39
Obrázek 10: Výnosová křivka slovenských dluhopisů	41
Obrázek 11: Výnosová křivka maďarských dluhopisů	42

Seznam tabulek

Tabulka 1: Státní dluhopisy ČR (2019)	31
Tabulka 2: Výnosy českých dluhopisů metodou bootstrapping	33
Tabulka 3: Sklon výnosových křivek	36
Tabulka 4: Polské dluhopisy	39
Tabulka 5: Slovenské státní dluhopisy	40
Tabulka 6: Maďarské dluhopisy	42
Tabulka 7: Ratingové hodnocení	43

Seznam příloh

- 1) Vstupní data českých státních dluhopisů od roku 2014 do roku 2019 a vypočtené výnosnosti pro konstrukci výnosových křivek:

DLUHOPIS	ISIN	SPLAT- NOST	TRŽNÍ CENA	DURACE	VÝNOS
2014					
CZGB 3.80 11/04/15	CZ0001001143	11.04.15	104,655	1,2	0,10 %
CZGB 6.95 26/01/16	CZ0001000749	26.01.16	113,85	1,9	0,18 %
CZGB 4.000 11/04/17	CZ0001001903	11.04.17	110,75	3,1	0,66 %
CZGB 4.60 18/08/18	CZ0001000822	18.08.18	115,98	4,2	1,03 %
CZGB 5.000 11/04/19	CZ0001002471	11.04.19	118,675	4,7	1,30 %
CZGB 3.75 12/09/20	CZ0001001317	12.09.20	111,385	6	1,92 %
CZGB 3.850 29/09/21	CZ0001002851	29.09.21	111,775	6,9	2,18 %
CZGB 4.700 12/09/22	CZ0001001945	12.09.22	118,315	7,5	2,34 %
CZGB 5.700 25/05/24	CZ0001002547	25.05.24	128,14	8,4	2,58 %
2015					
CZGB 6.95 26/01/16	CZ0001000749	26.01.16	107,325	1	0,01 %
CZGB 4.000 11/04/17	CZ0001001903	11.04.17	108,695	2,2	0,15 %
CZGB 0.850 17/03/18	CZ0001004246	17.03.18	102,17	3,1	0,17 %
CZGB 5.000 11/04/19	CZ0001002471	11.04.19	120,389	3,9	0,19 %
CZGB 3.75 12/09/20	CZ0001001317	12.09.20	120,04	5,2	0,20 %
CZGB 3.850 29/09/21	CZ0001002851	29.09.21	124,02	6,1	0,25 %
CZGB 4.700 12/09/22	CZ0001001945	12.09.22	132,83	6,7	0,36 %
CZGB 5.700 25/05/24	CZ0001002547	25.05.24	148,065	7,7	0,46 %
CZGB 2.400 17/09/25	CZ0001004253	17.09.25	117,245	9,6	0,72 %
2016					
CZGB 4.000 11/04/17	CZ0001001903	11.04.17	105,697	1,2	-0,48 %
CZGB 0.850 17/03/18	CZ0001004246	17.03.18	102,415	2,2	-0,25 %
CZGB 5.000 11/04/19	CZ0001002471	11.04.19	117,007	3	-0,19 %
CZGB 3.75 12/09/20	CZ0001001317	12.09.20	117,785	4,4	-0,04 %
CZGB 3.850 29/09/21	CZ0001002851	29.09.21	121,965	5,3	0,02 %
CZGB 4.700 12/09/22	CZ0001001945	12.09.22	130,836	5,9	0,07 %
CZGB 0.450 25/10/23	CZ0001004600	25.10.23	101,536	7,7	0,25 %
CZGB 5.700 25/05/24	CZ0001002547	25.05.24	144,936	7	0,27 %
CZGB 2.400 17/09/25	CZ0001004253	17.09.25	117,685	8,8	0,52 %
CZGB 1.000 26/06/26	CZ0001004469	26.06.26	104,236	10	0,58 %
2017					
CZGB 0 22/01/18	CZ0001004709	22.01.18	100,94	1,1	-0,89 %
CZGB 5.000 11/04/19	CZ0001002471	11.04.19	113,418	2,1	-0,83 %
CZGB 3.75 12/09/20	CZ0001001317	12.09.20	115,539	3,5	-0,42 %
CZGB 3.850 29/09/21	CZ0001002851	29.09.21	119,515	4,4	-0,24 %

CZGB 4.700 12/09/22	CZ0001001945	12.09.22	127,49	5,1	-0,11 %
CZGB 0.450 25/10/23	CZ0001004600	25.10.23	101,711	6,7	0,20 %
CZGB 5.700 25/05/24	CZ0001002547	25.05.24	140,8	6,3	0,15 %
CZGB 2.400 17/09/25	CZ0001004253	17.09.25	117,485	8	0,36 %
CZGB 1.000 26/06/26	CZ0001004469	26.06.26	105,255	9,1	0,43 %
CZGB 2.500 25/08/28	CZ0001003859	25.08.28	120,711	10,4	0,65 %
2018					
CZGB 5.000 11/04/19	CZ0001002471	11.04.19	105,959	1,2	0,29 %
CZGB 3.75 12/09/20	CZ0001001317	12.09.20	108,9	2,6	0,41 %
CZGB 3.850 29/09/21	CZ0001002851	29.09.21	111,709	3,5	0,67 %
CZGB 4.700 12/09/22	CZ0001001945	12.09.22	118,503	4,3	0,68 %
CZGB 0.450 25/10/23	CZ0001004600	25.10.23	97	5,7	0,98 %
CZGB 5.700 25/05/24	CZ0001002547	25.05.24	129,073	5,5	0,98 %
CZGB 2.400 17/09/25	CZ0001004253	17.09.25	107,806	7,1	1,33 %
CZGB 1.000 26/06/26	CZ0001004469	26.06.26	96,591	8,1	1,43 %
CZGB 2.500 25/08/28	CZ0001003859	25.08.28	107,756	9,5	1,70 %
2019					
CZGB 0 10/02/20	CZ0001005011	10.02.20	98,247	1,1	1,62 %
CZGB 0.750 23/02/21	CZ0001005367	23.02.21	98,16	2,1	1,63 %
CZGB 4.700 12/09/22	CZ0001001945	12.09.22	110,805	3,4	1,65 %
CZGB 0.450 25/10/23	CZ0001004600	25.10.23	94,141	4,8	1,73 %
CZGB 5.700 25/05/24	CZ0001002547	25.05.24	121,61	4,7	1,50 %
CZGB 2.400 17/09/25	CZ0001004253	17.09.25	103,57	6,3	1,83 %
CZGB 1.000 26/06/26	CZ0001004469	26.06.26	93,965	7,2	1,87 %
CZGB 0.250 10/02/27	CZ0001005037	10.02.27	88,426	8	1,80 %
CZGB 2.500 25/08/28	CZ0001003859	25.08.28	105,715	8,7	1,85 %
CZGB 2.750 23/07/29	CZ0001005375	23.07.29	107,471	9,3	1,96 %