

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra obchodu a financí



Diplomová práce

Oceňování úrokových swapů

Bc. Magda Bláhová

© 2017 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Magda Zahradníková

Podnikání a administrativa

Název práce

Oceňování úrokových swapů

Název anglicky

Valuation of Interest Rate Swaps

Cíle práce

Cílem diplomové práce bude na základě zvoleného modelu oceňování úrokových swapů, porovnat jejich hodnoty s vývojem tržních úrokových sazeb. Dílčím cílem bude charakteristika úrokového swapu jako nejvíce využívaného zajišťovacího instrumentu na finančních trzích.

Metodika

Literární rešerše bude zpracována metodou kompilace a následnou komparací poznatků, získaných studiem odborné literatury případně jiných dostupných zdrojů z oblasti finančních derivátů.

Pro zpracování praktické části budou využity matematické modely, které jsou využívány k oceňování úrokových swapů. Na základě analýzy dostupných dat o vývoji tržních úrokových sazeb a následné syntézy ze získaných podkladů, budou vyvozeny závěrečné poznatky o významu tohoto zajišťovacího instrumentu.

Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

Klíčová slova

bezkuponový dluhopis, bootstrapping, finanční deriváty, oceňování, úrokové riziko, úrokový swap, výnosová křivka, zajištění

Doporučené zdroje informací

- BAZ, Jamil; CHACKO, George. Financial derivatives: pricing, applications, and mathematics. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. 338 s. ISBN 978-0-521-81510-9.
- BLAHA, Zdenek Sid; JINDŘICHOVSKÁ, Irena. Opce, swap a futures – deriváty finančního trhu. 1. vyd. Praha: Management Press, 1995. 195 s. ISBN 80-85603-78-0.
- CIPRA, Tomáš. Finanční a pojistné vzorce. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2006. 374 s. ISBN 80-247-1633-X.
- HULL, John C. Options, futures, and other derivatives. 8th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2012. 841 s. ISBN 978-0-13-216494-8.
- JÍLEK, Josef. Finanční a komoditní deriváty v praxi. 2. upr. vyd. Praha: Grada Publishing, 2010. 630 s. ISBN 978-80-247-3696-9.
- JÍLEK, Josef. Finanční a komoditní deriváty. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002. 624 s. ISBN 80-247-0342-4.
- REJNUŠ, Oldřich. Finanční trhy. 3. rozš. vyd. Ostrava: Key Publishing, 2011. 690 s. ISBN 978-80-7418-128-3.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 ZS – PEF (únor 2018)

Vedoucí práce

Ing. Daniela Pfeiferová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra obchodu a financí

Elektronicky schváleno dne 17. 10. 2016

Ing. Helena Čermáková, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 10. 2016

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 30. 09. 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Oceňování úrokových swapů" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30. listopadu 2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Daniele Pfeiferové, Ph.D. za cenné připomínky a rady při zpracovávání této diplomové práce, za její čas a také za vstřícný přístup. Dále bych chtěla upřímně poděkovat svému manželovi, sedmi měsíční dceři a rodičům, kteří mi byli při psaní této práce velkou oporou.

Oceňování úrokových swapů

Souhrn

Tématem diplomové práce je oceňování úrokových swapů (IRS). Hlavním cílem je při využití matematických metod ocenit úrokové swapy a následně porovnat jejich hodnoty s vývojem tržních IRS sazeb. Dílčím cílem je charakteristika úrokového swapu, jako nejvíce využívaného zajišťovacího instrumentu na finančním trhu. Pro naplnění těchto cílů bylo provedeno studium odborné literatury a jiných adekvátních zdrojů se zaměřením na finanční deriváty a finanční matematiku. Samotná práce je rozdělena do tří částí. V první části, jsou zpracována „teoretická východiska“, která se zabývají historií a členěním derivátů podle různých hledisek, základní charakteristikou úrokového swapu a oceňováním těchto instrumentů. Ve druhé části „vlastní práce“ je pro naplnění dílčího cíle provedená analýza derivátového a finančního trhu. Pro naplnění hlavního cíle je na základě metodického postupu spočítána cena IRS a na základě vývoje výnosových křivek a jiných veličin provedena analýza budoucího vývoje úrokových sazeb. Ve třetí části „výsledky a diskuze“ je shrnutí zjištěných výsledků a porovnání výsledků s ostatními autory. Závěr obsahuje shrnutí celé práce a zhodnocení zda byly cíle a hypotézy naplněny.

Klíčová slova: bezkupónový dluhopis, bootstrapping, finanční deriváty, oceňování, úrokové riziko, úrokový swap, výnosová křivka, zajištění

Valuation of Interest Rate Swaps

Summary

The topic of this diploma thesis is the valuation of interest rate swaps (IRS). The main goal is to value interest rate swaps using mathematical methods and then compare their values with the development of market IRS rates. The partial objective is the characteristic of an interest rate swap as the most used hedging instrument in the financial market. The achievement of these objectives was accomplished by studying specialized literature and other adequate sources focusing on financial derivatives and financial mathematics. The work itself is divided into three parts. In the first part, the "theoretical basis" dealing with the history and the breakdown of derivatives according to various aspects, the basic characteristics of the interest rate swap and the valuation of these instruments is elaborated. In the second part "own work", the analysis of the derivative and financial market is performed so that the partial objective is achieved. In order to fulfill the main objective, the IRS price is calculated on the basis of the methodological procedure and an analysis of the future development of interest rates is made based on the development of yield curves and other variables. In the third part "Results and Discussion", there is a summary of the results found and a comparison of these results with other authors. The conclusion includes a summary of the work and an assessment of whether the goals and hypotheses were achieved.

Keywords: zero-coupon bond, bootstrapping, financial derivatives, valuation, interest rate risk, interest rate swap, yield curve, hedging

Obsah

1 Úvod.....	13
2 Cíl práce a metodika	14
2.1 Cíl práce	14
2.2 Metodika	14
3 Teoretická východiska	18
3.1 Úvod do derivátů.....	18
3.1.1 Vývoj derivátů a derivátového trhu	19
3.1.2 Druhy finančních rizik.....	20
3.1.3 Typy derivátů.....	20
3.1.4 Členění derivátů.....	21
3.1.5 Pozice u sjednaných obchodů.....	24
3.1.6 Účastníci derivátového trhu.....	24
3.2 Úrokový swap	24
3.2.1 Charakteristika a popis úrokových swapů	25
3.2.2 Rozdělení úrokových swapů.....	25
3.2.3 Využití úrokových swapů.....	26
3.3 Oceňování úrokových swapů.....	27
3.3.1 Výpočet a konstrukce výnosových křivek	28
3.3.2 Výpočet ceny IRS	33
3.3.3 Výpočet reálné hodnoty IRS.....	35
4 Vlastní práce.....	37
4.1 Analýza derivátů	37
4.1.1 Analýza rozdělení derivátového trhu.....	37
4.1.2 Analýza podkladových aktiv na OTC trhu	38
4.1.3 Analýza trhu úrokových OTC derivátů	41
4.1.4 Analýza IRS	43
4.2 Oceňování IRS	45
4.2.1 Vstupní údaje	45
4.2.2 Dopočet chybějících dat pomocí lineární interpolace.....	46
4.2.3 Výpočet spotové výnosové křivky.....	48
4.2.4 Výpočet forwardové výnosové křivky.....	50
4.2.5 Analýza výnosových křivek.....	52
4.2.6 Výpočet ceny IRS	54

4.2.7	Porovnání ceny IRS s vývojem tržních IRS sazeb	55
5	Výsledky a diskuze	57
5.1	Zhodnocení ceny IRS	57
5.2	Zhodnocení vývoje úrokových sazeb.....	59
6	Závěr.....	60
7	Seznam použitých zdrojů	62
8	Přílohy	66

Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozdělení finančních derivátů.....	22
Obrázek 2: Průběh plateb úrokových sazeb u klasického úrokového swapu	25
Obrázek 3: Hospodářský cyklus	26

Seznam tabulek

Tabulka 1: Americké státní dluhopisy	46
Tabulka 2: Prognóza FED vybraných makroekonomických indikátorů	54
Tabulka 3: Porovnání spravedlivé ceny IRS a tržních IRS sazeb.....	56
Tabulka 4: Lineární interpolace	58

Seznam vzorců

(1).....	29
(2).....	30
(3).....	30
(4).....	30
(5).....	31
(6).....	31
(7).....	31
(8).....	32
(9).....	32
(10).....	33
(11).....	33
(12).....	34
(13).....	34
(14).....	35
(15).....	35
(16).....	36

(17).....	36
-----------	----

Seznam grafů

Graf 1: Rozdělení derivátového trhu	37
Graf 2: Rozdělení OTC derivátů podle podkladového nástroje	38
Graf 3: Vývoj mezibankovních úrokových sazeb.....	39
Graf 4: Průběh globálního dluhu	40
Graf 5: Protistrana sjednaných úrokových derivátů	41
Graf 6: Doba splatnosti úrokových derivátů.....	42
Graf 7: Rozdělení úrokových derivátů.....	43
Graf 8: Vývoj IRS.....	44
Graf 9: Výnosová křivka výnosu do splatnosti amerických státních dluhopisů.....	47
Graf 10: Spotová výnosová křivka amerických státních dluhopisů	50
Graf 11: Forwardová výnosová křivka amerických státních dluhopisů	52
Graf 12: Porovnání výnosů	53
Graf 13: Prognóza FED vývoje úrokových sazeb	53
Graf 14: Vývoj mezibankovních a IRS sazeb.....	56

Seznam zkratk

30E/360 – (evropský standard, obchodní metoda) – v čitateli je vždy 30 dní a ve jmenovateli je 360 dní

ACT/360 – (francouzský standard, bankovní metoda) – v čitateli je skutečný počet dní a ve jmenovateli je 360 dní

BIS – (Bank for International Settlement) – Banka pro mezinárodní vypořádání

CBOT – (Chicago board of trade) – Chicagská burza

CIRS – (Cross-currency interest rate swap) – měnový a úrokový swap

ECB – (European Central Bank) – Evropská centrální banka

EMIR – (European Market Infrastructure Regulation) – nařízení o OTC derivátech, ústředních protistranách a registrech obchodních údajů

EONIA – (Euro OverNight Index Average) – jednodenní mezibankovní úroková sazba vybraných bank v eurozóně

ESMA – (European Securities and Markets Authority) – Evropský orgán dohledu pro cenné papíry a trhy

EURIBOR – (The Euro Interbank Offered Rate) – Evropská mezibankovní nabídková sazba

FED – (The Federal Reserve System) – Federální rezervní systém

IAS 39 – (International Accounting Standard 39) – mezinárodní účetní standard 39

IRS – (Interest Rate Swap) – úrokový swap

ISDA - (International Swaps and Derivatives Association) – mezinárodní asociace pro regulaci derivátů

LIBOR – (London InterBank Offered Rate) – londýnská mezibankovní nabídková sazba

OCT – (over the counter market) – mimoburzovní trh

p.a. – (per annum) – roční úrokové období

p.s. – (per semestre) – pololetní úrokové období

PRIBOR – (Prague InterBank Offered Rate) – pražská mezibankovní nabídková sazba

T+2 – dvoudenní lhůta pro vypořádání

1 Úvod

V 21. století je obchodování na globálních finančních trzích velmi rozvinutou disciplínou. Existuje nespočet subjektů, kteří mají přebytek finančních prostředků nebo naopak subjektů, kterým finanční prostředky chybí. Proto vstupují do vzájemných interakcí a finanční prostředky si navzájem vyměňují. Finanční trh je velmi provázaný s tržní ekonomikou. V ekonomice dochází k opakujícím se cyklům, které do určité míry řídí centrální banky svojí měnovou politikou. Mezi jednu z monetárních zbraní patří změna úrokových sazeb. S vývojem úrokových sazeb je spojená ochota subjektů se zadlužovat nebo své volné prostředky investovat do různě rizikových produktů. Je pochopitelné, že s rozvojem finančního trhu u subjektů vznikla potřeba svá portfolia, proti volatilitě úrokových sazeb co nejvíce chránit. Proto vznikly úrokové deriváty, které mají zajišťovatele chránit, proti změně těchto úrokových sazeb.

Diplomová práce se zabývá oceňováním klasických úrokových swapů (IRS). Výběr IRS nebyl náhodný, ale protože podle autorů odborných knih patří k nejvíce využívaným úrokovým derivátům. Toto tvrzení se pokusí diplomová práce potvrdit nebo vyvrátit. Při klasickém IRS dochází k výměně plateb odvíjejících se na jedné straně od fixní a na druhé straně od pohyblivé úrokové sazby. Právě zmíněna výše fixní sazby je cenou IRS. Primárně cenu IRS nastavují finanční instituce – dealeri, kteří ji navyšují o rizikovost sjednaného obchodu. Jelikož se k oceňování využívají výnosové křivky, které patří podle autorů odborných knih mezi kvalitní prognostické nástroje a podle jejich strmosti a tvaru může každý subjekt předvídat budoucí vývoj finančního trhu a tím lépe řídit svá finanční rozhodnutí, je z tohoto důvodu část tématu diplomové práce vhodná i pro širokou veřejnost.

K výpočtu ceny IRS se používají spotové a forwardové výnosové křivky. Spotová výnosová křivka, jinak také známá pod názvem bezkupónová výnosová křivka by se měla odvozovat od bezkupónových dluhopisů. Bude vysvětleno proč se namísto bezkupónových dluhopisů začaly používat kupónové dluhopisy a na základě výpočtu bude demonstrováno, jaké komplikace mohou při sestrojování výnosových křivek nastat. Na základě syntézy získaných poznatků se práce pokusí dát odpověď, zda se dají výnosové křivky jako prognóza vývoje úrokových sazeb použít.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavní cíl této diplomové práce je za využití matematických metod ocenit úrokové swapy a následně porovnat jejich hodnoty s vývojem tržních úrokových sazeb.

Dílčí cíl je charakteristika úrokového swapu jako nejvíce využívaného zajišťovacího instrumentu na finančním trhu.

2.2 Metodika

Metodiku této práce lze rozdělit na tři fáze – kompilace s následnou komparací výchozí znalostní báze, analýza dostupných dat o finančním trhu, samotný výpočet ceny úrokového swapu (IRS) a agregaci získaných poznatků.

První fáze probíhala od listopadu 2016 do července 2017. Na začátku tohoto období bylo provedeno studium odborné literatury a jiných adekvátních zdrojů se zaměřením na finanční deriváty a finanční matematiku. Na základě kompilace teoretických dovedností s následnou komparací byla zpracována kapitola teoretická východiska. Tato kapitola byla rozdělena na tři podkapitoly. První podkapitola hlouběji vysvětluje pojem finanční derivát, jeho historii a rozdělení. Druhá podkapitola je zaměřena na charakteristiku, rozdělení a využití IRS. V poslední podkapitole, na základě matematických metod byl objasněn postup oceňování úrokových swapů.

Druhá a třetí fáze probíhala od srpna 2017 do listopadu 2017. Všechny výpočty a grafy byly prováděny v MS Excel. Na základě analýzy z dostupných údajů o finančním trhu, vývoji úrokových sazeb a na základě matematických metod, které přispěly k výpočtu ceny IRS byla na základě syntézy zjištěných skutečností zpracována kapitola vlastní práce. Tato kapitola je rozdělena na dvě podkapitoly. V první podkapitole byla provedena analýza finančních derivátů, globálního dluhu a úrokových sazeb. Předmětem sledování bylo období od roku 2006 do roku 2016. Data byla čerpána ze statistiky webové stránky Bank for International Settlement (BIS). Hodnoty o derivátech jsou uvedeny v nominálních částkách a v násobcích miliardách USD. Hodnoty o globálním dluhu jsou uvedeny vždy k 31. prosince adekvátního roku a ukazují zbývající částku nesplaceného dluhu

v násobcích miliardách USD. Hodnoty o úrokových sazeb jsou průměrné a byly čerpány z webové stránky Global – rates. Na základě syntézy získaných poznatků bylo vysvětleno, proč je IRS nejvíce využívaným instrumentem mezi finančními deriváty. V druhé podkapitole byl proveden samotný výpočet ceny IRS, podle metodického postupu, který je detailně popsán v části teoretická východiska v kapitole 3.3 oceňování úrokových swapů. Daný postup byl proveden v šesti krocích. Oceňovány byly IRS sjednané 25. září 2017, pro splatnosti 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30 let s pololetním úrokovým obdobím a pohyblivou referenční sazbou 6M USD LIBOR. V prvním kroku byly vybrány státní americké dluhopisy ze dne 25. září 2017, data byla čerpána z webových stránek Bloomberg. Dluhopisy byly zjištěny pro splatnosti 6 měsíců, 1, 2, 5, 10 a 30 let. Ve druhém kroku byl proveden dopočet výnosů, kupónových sazeb a vnitřních hodnot u zbývajících padesáti čtyř chybějících dluhopisů pomocí lineární interpolace podle vzorce (7)

$$i_{tt} = i_{t_0} + \frac{i_{t_n} - i_{t_0}}{t_n - t_0} * (t_t - t_0)$$

Kde:

i_{tt} výnos hledaného dluhopisu

i_{t_n} výnos dluhopisu s delší splatností

i_{t_0} výnos dluhopisu s kratší splatností

t_n počet let do splatnosti dluhopisu s delší splatností

t_0 počet let do splatnosti dluhopisu s kratší splatností

t_t počet let do splatnosti hledaného dluhopisu (Choudhry, 2004, s. 107 – 108; Radová, 2008, s. 131).

Po dopočítání všech potřebných výnosů, byla provedena konstrukce výnosové křivky výnosů do splatnosti dluhopisů. Ve třetím kroku, byl proveden výpočet spotové výnosové křivky. Aby mohla být provedena konstrukce této křivky, byly nejdříve dopočítány kupónové platby podle vzorce (2)

$$C_n = i_n \times NH$$

Kde:

C_n kupónová platba, vyplacená v n-tém roce držby dluhopisu

- NH umořovací hodnota dluhopisu (nominální/jmenovitá hodnota)
 i_n kupónová úroková míra v n-tém roce.

Následoval výpočet diskontních faktorů podle vzorce (5) odvozeného ze základního vzorce (1) od autorů Baz (2004, s. 80), Cipra (2013, s. 54 – 55), Johnson (2010 s. 28)

$$df_n = \frac{V_{0;n} - C_n \times (\sum_{i=1}^{n-1} df_i)}{NH + C_n}$$

Kde:

- df_n diskontní faktor v n-tém roce držby dluhopisu
 $V_{0;n}$ vnitřní hodnota dluhopisu (tržní/současná hodnota) v n-tém roce
 C_n kupónová platba, vyplacená v n-tém roce držby dluhopisu
 NH umořovací hodnota dluhopisu (nominální/jmenovitá hodnota).

Pro dopočet spotových sazeb, byl použit vzorce (6) odvozený ze základního vzorce (1) od autorů Baz (2004, s. 80), Cipra (2013, s. 54 – 55), Johnson (2010 s. 28)

$$i_{0,n} = \left(\frac{1}{df_n}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Kde:

- $i_{0,n}$ spotová úroková míra (tržní) pro období splatnosti n
 df_n diskontní faktor v n-tém roce držby dluhopisu
 n n-té období.

Ve čtvrtém kroku, byla sestrojena forwardová výnosová křivka. Aby mohla být provedena konstrukce této křivky, byly nejdříve dopočítány forwardové sazby podle vzorce (9) odvozeného ze základního vzorce (8) od autorů Cipra (2013, s. 52), Strouhal (2013, s. 141)

$$i_{n-1;n} = \frac{(1 + i_{0;n})^{t_n}}{(1 + i_{0;n-1})^{t_{n-1}}} - 1$$

Kde:

- $i_{0;n}$ spotová úroková míra (tržní) pro období splatnosti t_n
 $i_{n-1;n}$ forwardová úroková míra pro období splatnosti n
 t_n počet let do splatnosti.

V páté části byla provedena analýza vypočítaných křivek. Na základě syntézy zjištěných jevů byl odhadnut budoucí vývoj úrokových sazeb. Tento odhad byl podpořen prognózou vydanou Federálním rezervním systémem (FED) a dosavadním vývojem úrokových sazeb provedených v kapitole 4.1.2. V šesté části byl proveden výpočet ceny IRS, tedy její fixní sazby na základě vzorce (14) odvozeného ze základního vzorce (10) od Hulla (2012, s. 154 – 162)

$$i_{fix} = \frac{\sum \frac{i_{n-1;n}}{(1 + i_{0;n})^{t_n}}}{\sum \frac{1}{(1 + i_{0;n})^{t_n}}}$$

Kde:

- i_{fix} fixní úroková míra – cena IRS
 $i_{n-1;n}$ forwardová úroková míra pro období splatnosti n
 $i_{0;n}$ spotová úroková míra (tržní) pro období splatnosti t_n
 t_n počet let do splatnosti.

Vypočítané hodnoty byly následně v poslední části porovnány s aktuálními tržními IRS sazbami kótovanými dne 25. září 2017. Kótované sazby, byly čerpány z webové stránky PATRIA. V závěru práce byl na základě syntézy proveden odhad vývoje IRS sazeb na základě vývoje mezibankovních úrokových sazeb čerpaných z webových stránek Global – rates a ostatních zjištěných skutečností.

V kapitole Výsledky a diskuze bylo provedeno zhodnocení zjištěných skutečností v porovnání s ostatními autory odborných knih. V první části bylo na příkladu demonstrováno, kde mohla při samotném výpočtu chybějících dluhopisů vzniknout chyba a tím mohlo dojít ke zkreslení výsledku. V druhé části bylo provedeno zhodnocení, zda má konstrukce výnosové křivky v praxi využití.

3 Teoretická východiska

3.1 Úvod do derivátů

Pojem derivát je autory vnímán v různých rovinách. Podle Plívy (2009, s. 146) všechny deriváty, mají společné tři vlastnosti a vycházejí z mezinárodních standardů IAS 39.

„Derivát (derivative) je finanční nástroj nebo jiná smlouva spadající do působnosti tohoto standardu vyznačující se těmito třemi znaky:

- *jeho hodnota se mění v závislosti na změně úrokové míry, ceny finančního nástroje, ceny komodity, měnového kurzu, cenového nebo úrokového indexu, úvěrového ratingu či úvěrového indexu nebo jiné proměnné (underlying); pokud tato proměnná nemá finanční charakter, nesmí být specifická pro některou ze smluvních stran,*
- *nevyžaduje žádnou počáteční investici nebo vyžaduje počáteční investici nižší, než jaká by byla požadována u ostatních typů smluv, u kterých by bylo možné očekávat podobnou reakci na změny tržních podmínek a*
- *bude vypořádán v budoucnosti“* (Jílek, Svobodová, 2013, s. 221).

Derivát, je tedy finanční nástroj, jehož **reálná hodnota se mění**, v závislosti na změně hodnoty určitého podkladového aktiva/nástroje například nějaké komodity, dluhopisu, cizí měny, případně jiných investičních nástrojů. Jedná se o **termínový obchod**. To znamená, že derivát je smluven a vypořádán v předem dohodnutém termínu v budoucnu, přičemž doba sjednání obchodu do jeho vypořádání je delší než u spotového obchodu. Hranici mezi spotovým a termínovým obchodem je podle Cipry (2006, s. 75) složité určit. Vychází se z daných uzancí a tržních zvyklostí. Dalo by se říci, že každá vypořádaná transakce dnes je spotová a termínová je vypořádaná v budoucnu. Ale i u spotových transakcí nelze v některých případech obchod vypořádat v daný den. Proto se vychází z toho, že od uzavření spotového obchodu až k jeho vypořádání dochází v daný den nebo v nejbližším možném termínu, obvykle v den T+2. Termín vypořádání se může lišit podle toho na jakém trhu nebo s jakou komoditou se obchoduje. Dalším důležitým rysem je, že za sjednání derivátu se platí **minimální částka** v poměru hodnoty podkladového nástroje a s tím je spojen pákový efekt. Princip pákového efektu spočívá v použití velmi malého počátečního kapitálu. Ten činní,

několik málo procent z hodnoty podkladového nástroje, oproti možnému dosažení vysokého zisku nebo naopak vysoké ztráty.

3.1.1 Vývoj derivátů a derivátového trhu

Jílek (2002, s. 99) uvádí, že první obchody mající charakter komoditních derivátů se dají nalézt již před více jak 3 800 lety. „*Přesto se vznik opcí obvykle připisuje řeckému filosofovi Thalesovi, který žil před 1 200 lety. Původ forwardových kontraktů spadá zřejmě do antického období, kdy si římscí panovníci takto opatřovali dodávky egyptského obilí*“ (Jílek, 2002, s. 100).

Autoři Hull (2012, s. 2), Jílek (2002, s. 101) a Plíva (2009, s. 149) shodně uvádějí, že první burza Chicago board of trade dále jen CBOT, na které se začalo obchodovat, vznikla v roce 1848 v USA. *Ačkoliv zpočátku se obchodovalo se zrnem na spotových trzích s dodávkou na určitém předem stanoveném místě, výrobci a kupující si brzy uvědomili výhodu kontraktů na prodej nebo koupi v blízké budoucnosti. CBOT se stala velice populární právě rostoucím používáním kontraktů „to arrive“, tj. kontraktů, které se teprve uskuteční*“ (Jílek, 2002, s. 101). V roce 1851 se uskutečnil první takový forwardový obchod. Uzavřené obchody pomohly zlepšit řízení finančních rizik u kupujícího i prodávajícího, které byly spojeny s nepředvídatelnými změnami cen u budoucích obchodů. Jelikož obchodníci nemuseli dodržovat své závazky, byla burza nucena v roce 1865 forwardové obchody standardizovat a tím vznikla dnešní podoba futures.

Původně se na CBOT obchodovalo jenom se zemědělskými komoditami. Na konci 19. století se začalo přecházet na průmyslové komodity, drahé kovy a v druhé polovině 20. století i k moderním finančním derivátům, kde podkladovým nástrojem byla například měna nebo úrok. V roce 1973 se začalo obchodovat s opcemi a v roce 1979 se swapy.

Stejně tak, jak prošly velkým vývojem podkladové nástroje, tak během několika let prošly velkým dynamickým vývojem i deriváty. Vznikly nové varianty zkombinované ze základních typů. Například opce na futures, swopce, exotické opce a mnoho jiných.

V České republice dosud neexistuje burza pro obchodování s deriváty, a proto tuzemští klienti sjednávají derivátové obchody na zahraničních burzách prostřednictvím tuzemských bank nebo se zahraničními finančními institucemi či si je subjekty sjednají mezi sebou (Cipra, 2013, s. 191; Jílek, 2002, s. 119 – 120).

3.1.2 Druhy finančních rizik

Jílek (2002, s. 132 - 135) uvádí, že každý subjekt, který se pohybuje na finančním trhu, musí čelit různým finančním rizikům. Platí zde obecné pravidlo, že čím vyšší je očekávaný výnos nebo delší období do výplaty, tím vyšší je možné riziko ztráty. Míra rizikovosti se určuje jako poměr potenciální ztráty a nominální hodnoty. Mezi nejrizikovější patří finanční deriváty a to z toho důvodu, že je s nimi spojen pákový efekt. Vzhledem k tomu, že při uzavírání derivátového obchodu není zapotřebí tak velkého počátečního kapitálu, které činní jen zanedbatelné procento z hodnoty podkladového nástroje, může i nepatrná změna tržní ceny tohoto nástroje, vyvolat velké snížení jeho tržní hodnoty. K nejběžnějším rizikům spojených s obchodováním derivátů patří úvěrové, tržní, likvidní, operační a mnoho dalších.

- **Riziko likvidity**, je rizikem ztráty schopnosti dostat svých finančních závazků v době jejich splatnosti. Při nedostání svých závazků, ať už z důvodu platební neschopnosti nebo vlastní nevěle nastává **úvěrové riziko**, které je rizikem ztráty ze selhání obchodního partnera. S úvěrovým rizikem se můžeme setkat pouze na OTC trhu, na burzovním trhu k tomu nedochází, a to z toho důvodu, že zde dochází k dennímu přecenění a vyrovnání uzavřených obchodů;
- **Tržní riziko**, je rizikem ztráty ze změny tržních cen podkladových nástrojů. Tržní riziko se dále člení na úrokové, měnové, akciové a komoditní riziko;
 - **Úrokové riziko**, které je rizikem ztráty ze změn cen podkladových nástrojů citlivých na úrokové míry;
 - **Měnové (devizové) riziko**, které je rizikem ztráty ze změn cen podkladových nástrojů citlivých na měnové kurzy;
 - **Akciové riziko**, které je rizikem ztráty ze změn cen podkladových nástrojů citlivých na ceny akcií;
 - **Komoditní riziko**, které je rizikem ztráty ze změn cen podkladových nástrojů citlivých na ceny komodit.

3.1.3 Typy derivátů

Deriváty prošly během posledních několika let velkým vývojem. Vznikly nové sofistikované druhy, které jsou odvozeny od základních čtyř typů, do kterých patří forward, futures, swap a opce.

- **Forward** – OTC derivát s vypořádáním obou podkladových nástrojů v jednom okamžiku v budoucnosti;
- **Futures** – standardizovaný forward obchodovatelný na derivátové burze;
- **Swap** – OTC derivát s vypořádáním podkladových nástrojů ve více okamžicích v budoucnosti;
- **Opce** – OTC nebo burzovní derivát s právem kupujícího opce na vypořádání obou podkladových nástrojů v jednom okamžiku v budoucnosti (Cipra, 2006, s. 75 - 90; Plíva, 2009, s. 151 – 157; Rejnuš, 2016, s. 248 - 263).

3.1.4 Členění derivátů

Všechny typy derivátů se dají rozdělit podle několika dalších hledisek a to:

- Podle podkladového nástroje;
- Podle charakteru práva smluvních stran;
- Podle způsobu obchodování;
- Podle účelu a motivace sjednání.

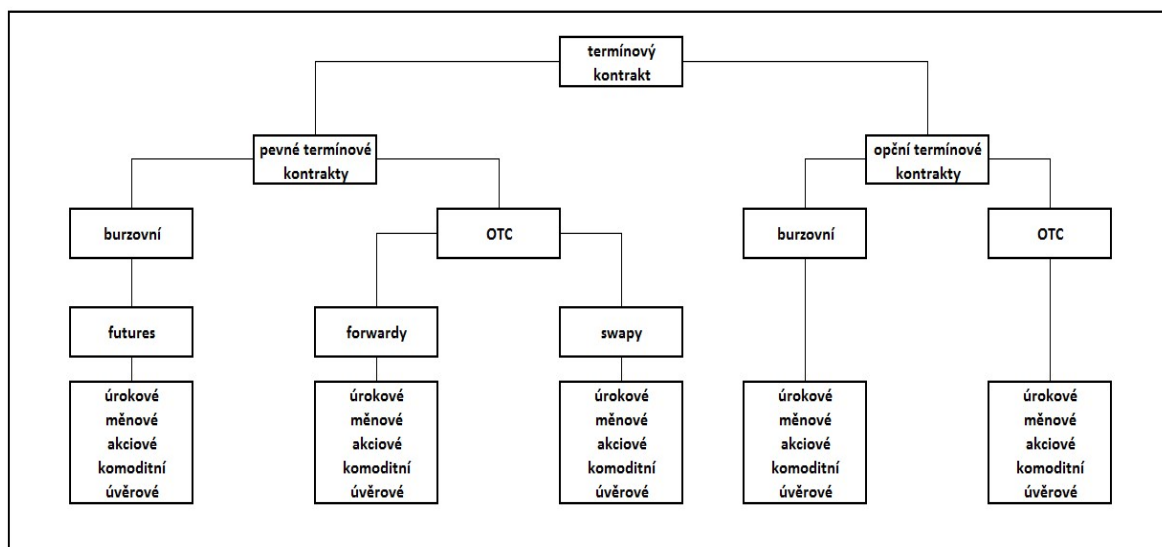
Podle **podkladového nástroje** se dají deriváty rozdělit na finanční a reálné deriváty. U reálných derivátů je podkladovým nástrojem určité fyzické aktivum (nějaká komodita, nemovitost, movitá věc atd.). U finančních derivátů je podkladovým nástrojem určitý finanční nástroj (úrok, měna, akcie a úvěr). U finančních derivátů ve většině případů nedochází k vlastní výměně podkladových nástrojů, tak jako u komoditních, ale pouze k vypořádání peněžních rozdílů (Cipra, 2006, s. 75; Rejnuš, 2016, s. 246 - 247).

Podle **práva smluvních stran** se deriváty dělí na pevné (nepodmíněné) termínové obchody a opční (podmíněné) termínové obchody.

- Do **pevných** termínových obchodů patří forwardy, futures a swapy. Při uzavření obchodu se neprovádí žádná platba a bez vzájemné dohody obou stran nelze sjednaný obchod zrušit;
- U **opčních** termínových obchodů má kupující právo nikoliv povinnost na vypořádání obchodu, proto se na počátku vyžaduje určitá platba tzv. opční prémie, která zajistí prodávajícímu určitou protihodnotu, pokud by se kupující rozhodl obchod nezrealizovat (Cipra, 2013, s. 189; Plíva, 2009, s. 150 - 151).

Podle způsobu obchodování se deriváty člení podle toho, na jakém trhu se s nimi obchoduje a to na **mimoburzovní „OTC“ trh** a **burzovní trh**. Každý trh má klady a zápory. Na OTC trhu jsou podmínky obchodu stanoveny smlouvou, kterou si obě strany sjednávají individuálně, dle požadavků obou partnerů, a proto jsou některé nestandardní deriváty velmi nelikvidní. Naproti tomu na burzovním trhu se sjednávají standardní deriváty, které jsou vysoce likvidní. Obchody uzavřené na OTC jsou levnější, protože nepodléhají žádným burzovním poplatkům (Jílek, 2002, s. 51 – 52; Plíva, 2009, s. 151; Rejnuš, 2016, s. 67 - 68). Naproti tomu „*chod burzy financujících účastníci trhu, a proto je burzovní obchodování pro účastníky dražší. To je také důvod, proč burzovní derivátové obchody ve světě již několik let stagnují, zatímco OTC derivátové obchody stále prudce rostou*“ (Jílek, 2002, s. 52). Dalším rozdílem je, že na OTC trhu má derivát jedno či více vypořádání a na burzovním trhu má derivát denní vypořádání, tím dochází k eliminaci úvěrového rizika obou partnerů.

Obrázek 1: Rozdělení finančních derivátů



Zdroj: upraveno dle Rejnuše (2016, s. 246)

Účel a motivace sjednání - Hull (2012, s. 10 - 15), Jílek (2002, s. 69 - 71), Rejnuš (2016, s. 245) a Cipra (2006, s. 75) uvádí, že deriváty jsou v dnešní době nedílnou součástí finančních trhů a měly by primárně sloužit k řízení a k ochraně finančních rizik, zejména tedy pro zajištění a arbitráž. Dále, se ve velké míře používají pro spekulativní obchodování, proto „*jsou obecně považovány za hrozbu pro ekonomiku každé země. Důvodem je fakt, že deriváty vnášejí do ekonomické aktivity podnikatelů prvek finančního hazardu,*

a to nad rámec vlastního podnikatelského rizika“ (Jílek, 2002, s. 23). To znamená, že deriváty **nejsou investičními nástroji**, a proto nelze účastníky derivátového trhu v žádném případě považovat za investory. Aby deriváty přinášely účastníkům obchodu užitek, měly by je realizovat pouze ti z nich, kteří mají sofistikované a odborné znalosti v oblasti finančních trhů a jsou schopni racionálně přistoupit k rizikům spojených s těmito transakcemi.

- **Derivát zajišťovací** – slouží k řízení a k ochraně finančních rizik (tržních a úvěrových). Prodejce derivátu se nachází v krátké pozici a kupující v dlouhé pozici. Oba partneři si tímto obchodem vytvářejí uzavřené pozice. Ve své podstatě je dlouhá pozice v určitém nástroji, kompenzována krátkou pozicí v témže nástroji a naopak. Výsledkem této operace, je snížení celkového rizika daného portfolia tzv. jedná se vzájemnou kompenzací rizik;
- **Derivát spekulativní** – oproti zajišťovacím derivátům, spekulativní deriváty vytváří otevřenou pozici a slouží ke zvýšení finančních rizik (spekulaci) konečných uživatelů a tvůrců trhu (spekulantů). To znamená, že spekulant sjednává derivát s cílem co nejvíce profitovat na budoucím vývoji kurzu podkladového nástroje. *„Je známou skutečností, že naprostá většina derivátů, které subjekty označují za zajišťovací, jsou ve skutečnosti deriváty spekulativními, neboť nesplňují všechny předepsané podmínky. Zajišťovacích derivátů je velice málo, pokud vůbec u některých subjektů existují“* (Jílek, 2002, s. 69);
- **Derivát tvorby trhu** – je derivát sjednáván na základě předchozí veřejné kotace. Je zde snaha stále udržovat spárované pozice. Deriváty tvorby trhu sjednávají tvůrci trhu a důvodem sjednání je zisk z rozpětí kotace nabídky a poptávky. *„Tvorba trhu přispívá k likviditě trhu, neboť tvůrci trhu jsou vždy ochotni (či mají povinnost) sjednávat daný finanční nástroj za kotovanou cenu“* (Jílek, 2002, s. 71);
- **Derivát jako forma odměny** - není sjednáván za tržních podmínek. A rozdíl mezi cenou sjednaného derivátu a jeho reálnou hodnotou je odměna zaměstnanci či členu statutárního orgánu;
- **Derivát podvodný** - je využíván k podvodnému převodu peněz mezi různými subjekty. Důvodem je krácení daní nebo tunelování některého subjektu.

3.1.5 Pozice u sjednaných obchodů

Jílek (2002, s. 57 – 58) uvádí, že se při obchodování s deriváty, stejně tak jako u jiných finančních instrumentů, lze setkat se čtyřmi základními pozicemi, ve kterých se mohou investoři nacházet a to v krátké, dlouhé, uzavřené a otevřené pozici.

- **Krátkou pozicí** se rozumí situace, kdy subjekt vlastní určitý podkladový nástroj a prostřednictvím derivátu tento nástroj prodal s tím, že se vypořádání uskuteční v budoucnosti;
- **Dlouhou pozicí** se rozumí situace, kdy subjekt koupil prostřednictvím derivátu určitý podkladový nástroj s tím, že vypořádání se uskuteční v budoucnosti;
- **Uzavřená pozice** je stav, kdy dlouhá pozice v určitém nástroji se rovná krátké pozici v témže nástroji. Situace se někdy také označuje jako spárované pozice;
- **Otevřená pozice** je stav, kdy dlouhá pozice v určitém nástroji se nerovná krátké pozici v témže nástroji.

3.1.6 Účastníci derivátového trhu

Podle Jílka (2002, s. 24) mezi účastníky derivátového trhu patří samotní tvůrci trhu a koneční uživatelé. Tvůrci trhu, mezi něž patří komerční banky či obchodníci s cennými papíry, stanovují ceny finančních nástrojů a svojí činností vytvářejí nabídku a poptávku po derivátech a tím přispívají k likviditě trhu. Tvůrcům trhu se jednotně říká dealeri a své podnikání mohou provádět na základě licence, kterou uděluje komise pro cenné papíry a v případě některých derivátů Česká národní banka. Koneční uživatelé představují širokou skupinu podniků a institucí, mezi něž patří i samotní tvůrci trhu.

3.2 Úrokový swap

„Úrokový swap můžeme považovat za termínovou smlouvu, v níž se dvě smluvní strany vzájemně zavazují převést si předem dohodnuté finanční toky odpovídající úrokovým platbám za teoreticky si vzájemně poskytnuté stejně velké úvěry, demotivované ve stejné měně“ (Rejnuš, 2016, s. 256).

3.2.1 Charakteristika a popis úrokových swapů

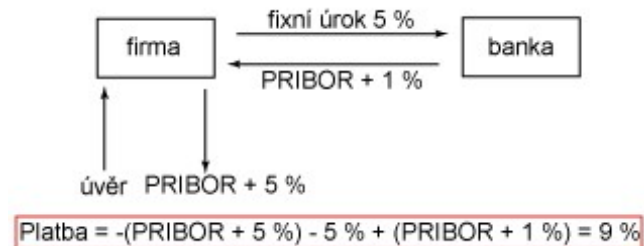
Úrokový swap (Interest Rate Swap) dále jen IRS, se objevil začátkem 80. let 20. století a velice rychle se na finančním trhu rozšířil. IRS představuje dohodu dvou stran o pravidelné výměně peněžních toků v jedné měně, vypočítaných z dohodnuté pomyslné nominální hodnoty a úrokových sazeb po sjednané časové období (Hull, 2012, s. 148; Jílek, 2010, s. 324).

Jelikož je nominální hodnota ve stejné měně, není na počátku ani na konci obchodu mezi partnery směňována, tím se snižujeme kreditní riziko. Při vypořádání ve sjednaných termínech, dochází buď k výměně úrokových plateb, nebo k výměně úrokového rozdílu, kde provádí platbu pouze jeden z partnerů, jehož swapová úroková platba má vyšší hodnotu. Vyplacená částka je závislá na budoucí spotové bezrizikové úrokové míře a naopak na ní nemá vliv riziková úroková a úvěrová míra subjektu. A to z toho důvodu, že zde nedochází ke změně vlastnických práv, a proto jsou oba partneři po celou dobu sjednaného obchodu odpovědní za své původní úrokové závazky, které jsou předmětem IRS. Jinými slovy pracuje se pouze s úrokem a nikoliv s jistinou (Cipra, 2006, s. 81; Rejnuš, 2016, s. 256 - 257).

3.2.2 Rozdělení úrokových swapů

V praxi se lze setkat se dvěma typy IRS a to **klasickým úrokovým swapem** a **bazickým úrokovým swapem**. Nejběžnějším typem je klasický úrokový swap. Jedna strana přijímá nebo platí platbu založenou na pohyblivé úrokové sazbě, stanovené podle referenční sazby PRIBOR, LIBOR, EURIBOR apod. a druhá strana přijímá nebo platí platbu založenou na pevné sazbě, která je stanovená pro celé období IRS.

Obrázek 2: Průběh plateb úrokových sazeb u klasického úrokového swapu



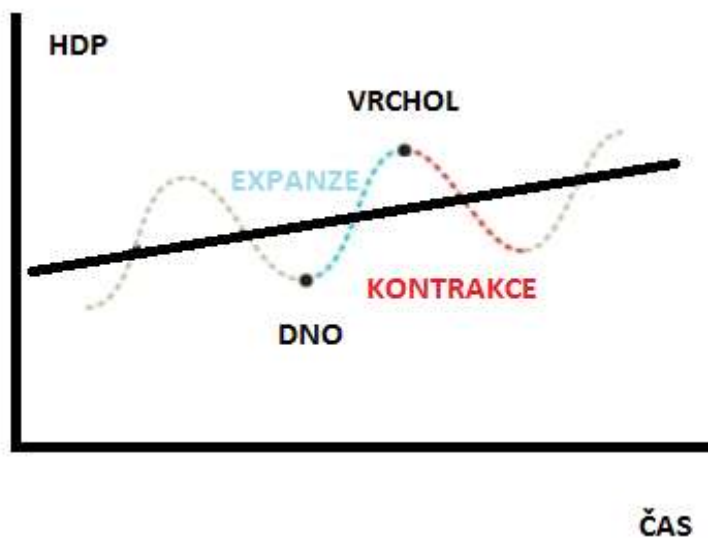
Zdroj: upraveno dle Jílka (2010, s. 330)

Méně častým typem je bazický swap. U něho dochází ke směně plateb vycházejících ze dvou pohyblivých úrokových plateb s rozdílnou referenční bází (Jílek, 2010, s. 325 – 326; Rejnuš, 2016, s. 505 – 507).

3.2.3 Využití úrokových swapů

Motivy použití IRS se u účastníků trhu liší. Hlavní důvody předkládá Cipra (2013, s. 226) a Jílek (2010, s. 329), kteří shodně říkají, že všechny úrokové deriváty, tak i IRS jsou dlouhodobé instrumenty a slouží tvůrcům trhu i konečným uživatelům k zajištění a ochraně dříve přijatých úvěrů, proti očekávanému nepříznivému vývoji úrokových sazeb nebo ke spekulaci, v ojedinělých případech může subjekt IRS použít jako svoji komparativní výhodu. „Swapy se používají k získání levnějšího financování, kdy jeden partner měl komparativní výhodu v pevné úrokové míře a druhý partner komparativní výhodu v proměnlivé úrokové míře“ (Jílek, 2010, s. 329). Navíc pro tvůrce trhu IRS představuje zdroj zisků z poplatků za zprostředkování transakce.

Obrázek 3: Hospodářský cyklus



Zdroj: Lembák (2016)

V ekonomice dochází k určitým opakujícím se hospodářským cyklům. Průběh a délka cyklu je v čase nepravidelný. Pokud se ekonomika nachází v expanzi, firmy nabírají nové pracovníky, zvyšují výrobu a začínají investovat. Reálný produkt a ekonomika rostou. Pokud

se ekonomika blíží ke svému vrcholu, centrální banka se bojí přehřátí, a proto začíná zvyšovat úrokové sazby, aby uměle navýšila náklady firem a nebylo pro subjekty už výhodné si brát úvěry a investovat, tím dochází ke zpomalení ekonomiky. Pokud se ekonomika nachází v kontrakci, firmám se začínají hromadit zásoby, začínají propouštět zaměstnance a tím snižují výrobu. Nastává pokles reálného produktu. Když se ekonomika blíží, ke svému dnu začíná centrální banka snižovat úrokové sazby, aby opět nastartovala ekonomiku (Jurečka, 2010, s. 237 - 265).

Z výše uvedeného je patrné, že během času dochází ke změně úrokové sazby. Z důvodu nejistoty, která je spojená s budoucím pohybem úrokových sazeb, se chce každý subjekt, který má závazek nebo pohledávku závislou na úrokové míře, zajistit proti riziku ze změny úrokové sazby, navíc chce nebo by měl chtít naplnit podstatu svého podnikání a dosahovat co největších výnosů, díky IRS může transformovat své fixně úročené závazky a pohledávky za pohyblivě úročené a naopak a tím zmírnit rizikovost finanční ztráty ze změn úrokových sazeb v čase a může tím lépe řídit svá finanční rizika.

3.3 Oceňování úrokových swapů

Při oceňování derivátů jsou důležité dva pojmy a to **cena swapu** a **hodnota swapu**. Při klasickém IRS dochází k výměně plateb odvíjejících se na jedné straně od fixní a na druhé straně od pohyblivé úrokové míry. Právě zmíněna výše fixní sazby je cenou IRS. Cenu mezi sebou dohodnou kupující a prodávající IRS. Obvykle se liší od momentální spotové ceny a to z toho důvodu, že jsou do ceny započítány faktory, které sebou nesou rizikovost sjednaného obchodu např. doba do splatnosti, důvěryhodnost společnosti, regulace, tržní likvidita, provize aj.

Hodnota IRS je jeho reálnou hodnotou. Dle Jílka (2010, s. 23 - 24) je reálná hodnota rovna součtu rozdílu současné hodnoty všech budoucích příjmů a výdajů plynoucích z IRS. V okamžiku uzavření obchodu je hodnota IRS rovna nule nebo je blízká nule a to z toho důvodu, aby bylo zajištěno rovného postavení partnerů sjednaného obchodu. Během životnosti IRS se mění pohyblivá úroková míra a díky tomu se mění i hodnota IRS. S růstem úrokové míry roste i hodnota IRS a naopak.

Postup výpočtu:

1. **Výpočet a konstrukce výnosových křivek**
2. **Výpočet ceny IRS**
3. **Výpočet reálné hodnoty IRS**

3.3.1 Výpočet a konstrukce výnosových křivek

Výnosová křivka je základem pro oceňování úrokových derivátů. Je to grafické znázornění závislosti výnosnosti do splatnosti dluhopisů na jejich splatnosti. Do grafu na osu Y se zanáší výnosy dluhopisů a na osu X doba jejich splatnosti. Pro výpočet a konstrukci výnosové křivky se nejčastěji používají státní dluhopisy s nejvyšším stupněm ratingu, kteří se vyznačují stejnými vlastnostmi a liší se pouze dobou splatnosti (Jílek 2010, s. 34 – 36; Kohout, 2010, s. 55). Jedná se vlastně o očekávání trhu ohledně budoucího vývoje úrokových sazeb, inflace a dalších veličin, které jsou s úrokovými sazbami spojeny. Strmost a tvar křivky může napomoci v předvídání budoucího vývoje finančního trhu, proto se řadí mezi kvalitní prognostické nástroje. Výnosové křivky lze definovat podle tvaru, nebo podle typu. Existují tři základní tvary výnosových křivek a to rostoucí, klesající a plochá. Dále existují kombinace předešlých křivek a anomální tvary křivek jako třeba U-křivka, nulová křivka aj.

- **Rostoucí (standardní, pozitivně skloněná)** – vyskytuje se tehdy, pokud trh neočekává výrazné změny. Při růstu úrokových sazeb a inflace její strmost roste;
- **Klesající (inverzní)** – vyskytuje se tehdy, pokud trh očekává výrazný pokles úrokových sazeb a inflace před a v době recese. Vyskytuje se vzácně a to většinou tehdy, pokud centrální banka začne regulovat trh, například po měnových krizích;
- **Plochá** – jedná se o mezistupeň mezi rostoucí a klesající. Vyskytuje se tehdy, pokud se očekává pokles úrokových sazeb (Kohout, 2010, s. 56 - 58).

Podle typu lze rozlišit několik křivek a to spotovou, forwardovou a jiné výnosové křivky.

- **Forwardová výnosová křivka** – „znázorňuje závislost mezi forwardovými výnosy do splatnosti a dobou do splatnosti bezkupónových či kupónových dluhopisů“ (Cipra, 2013, s. 51);
- **Spotová výnosová křivka** – jinak se také nazývá výnosová křivka s nulovým kupónem. Z teoretického hlediska se za nejčistší pro konstrukci spotové výnosové křivky považují bezkupónové státní dluhopisy. V praxi se od toho upouští, protože zde není pravidelný výnos jako u kupónových dluhopisů a tím dochází k vyšší duraci, díky které by bezkupónové dluhopisy s delší splatností vykazovaly nižší likviditu a byly by zatíženy rizikovou přírážkou. Navíc trh s bezkupónovými dluhopisy není příliš aktivní. Proto se konstrukce výnosové křivky nejčastěji provádí za pomoci **metody svépomocí** jinak také zvané **bootstrapping**, která je založená na předpokladu, že je kupónový dluhopis tvořen z několika bezkupónových dluhopisů. Pro výpočet se používají kupónové dluhopisy s různou dobou splatností, které se seřadí podle data splatnosti a postupným krokováním jednotlivých kupónových úrokových sazeb se odhadnou hypotetické výnosy bezkupónových dluhopisů. Výpočet se provádí postupně pro každé období zvlášť. Z vypočítaných hodnot se sestaví výnosová křivka (Cipra, 2013, s. 53; Johnson, 2010 s. 465). „Existují však i jiné metody, např. různé vyhlazovací a splínové postupy (splines) založené především na statistické regresi“ (Cipra, 2013, s. 53).

I. Výpočet spotové výnosové křivky. Pro výpočet výnosu pro první rok lze použít kupónový dluhopis a odhadnout hypotetickou výnosnost bezkupónového dluhopisu. Výpočet se provede přes základní vzorec pro výpočet vnitřní hodnoty kuponového dluhopisu s pevným úročením

$$V_{0;n} = \sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1 + i_{0;n-1})^{t_{n-1}}} + \frac{C_n + NH}{(1 + i_{0;n})^{t_n}} \quad (1)$$

Kde:

$V_{0;n}$ vnitřní hodnota dluhopisu (tržní/současná hodnota) v n-tém roce

NH	umořovací hodnota dluhopisu (nominální/jmenovitá hodnota)
C_n	kupónová platba, vyplacená v n-tém roce držby dluhopisu
$i_{0;n}$	spotová úroková míra (tržní) pro období splatnosti t_n
t_n	počet let do splatnosti (Baz, 2004, s. 80; Cipra, 2013, s. 54 – 55; Johnson, 2010 s. 28).

Kupónová platba se vypočítá za pomoci vzorce

$$C_n = i_n \times NH \quad (2)$$

Kde:

C_n	kupónová platba, vyplacená v n-tém roce držby dluhopisu
NH	umořovací hodnota dluhopisu (nominální/jmenovitá hodnota)
i_n	kupónová úroková míra v n-tém roce.

Dopočítání spotové úrokové míry za první období je jednoduché. Problém nastává při výpočtu spotové úrokové míry za druhé a každé další období. Vytknutí exponentu druhého a vyšších řádů je velmi složitý a početně náročný proces, a proto se výpočet provádí přes diskontní faktor, který umožňuje odhadnout následující spotové úrokové míry.

Po vytknutí diskontního faktoru ze základního vzorce (1) se dostane vzorec

$$df_n = \frac{1}{(1 + i_{0;n})^{t_n}} \quad (3)$$

Kde:

df_n	diskontní faktor v n-tém roce držby dluhopisu
t_n	počet let do splatnosti
$i_{0;n}$	spotová úroková míra (tržní) pro období splatnosti t_n .

Po dosazení diskontního faktoru do vzorce (1) vznikne nový vzorec

$$V_{0;n} = \sum_{n=1}^N C_n \times df_{n-1} + (C_n + NH) \times df_n \quad (4)$$

Kde:

- $V_{0;n}$ vnitřní hodnota dluhopisu (tržní/současná hodnota) v n-tém roce
 NH umořovací hodnota dluhopisu (nominální/jmenovitá hodnota)
 C_n kupónová platba, vyplacená v n-tém roce držby dluhopisu
 df_n diskontní faktor v n-tém roce držby dluhopisu.

Nyní lze odvodit finální vzorec diskontního faktoru pro n-té období

$$df_n = \frac{V_{0;n} - C_n \times (\sum_{i=1}^{n-1} df_i)}{NH + C_n} \quad (5)$$

Kde:

- df_n diskontní faktor v n-tém roce držby dluhopisu
 $V_{0;n}$ vnitřní hodnota dluhopisu (tržní/současná hodnota) v n-tém roce
 C_n kupónová platba, vyplacená v n-tém roce držby dluhopisu
 NH umořovací hodnota dluhopisu (nominální/jmenovitá hodnota).

Kde spotovou úrokovou míru pro n-té období lze vyjádřit jako

$$i_{0,n} = \left(\frac{1}{df_n} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (6)$$

Kde:

- $i_{0,n}$ spotová úroková míra (tržní) pro období splatnosti n
 df_n diskontní faktor v n-tém roce držby dluhopisu
 n n-té období.

II. Z vypočítaných hodnot lze sestavit spotovou výnosovou křivku. V praxi, se často stává, že ne vždy se na trhu nachází dluhopis s požadovanou dobou splatnosti. Pokud se tak stane, lze chybějící mezeru dopočítat pomocí **lineární interpolace**. Výpočet chybějící kupónové sazby se provede za pomoci vzorce

$$i_{tt} = i_{t_0} + \frac{i_{t_n} - i_{t_0}}{t_n - t_0} * (t_t - t_0) \quad (7)$$

Kde:

i_{tt} výnos hledaného dluhopisu

i_{tn} výnos dluhopisu s delší splatností

i_{t_0} výnos dluhopisu s kratší splatností

t_n počet let do splatnosti dluhopisu s delší splatností

t_0 počet let do splatnosti dluhopisu s kratší splatností

t_t počet let do splatnosti hledaného dluhopisu (Choudhry, 2004, s. 107 – 108; Radová, 2008, s. 131).

Pro výpočet vnitřní hodnoty dluhopisu slouží stejný vzorec. Pouze se namísto výnosu, zadá vnitřní hodnota dluhopisu.

III. Z vypočítaných spotových sazeb lze nyní **odvodit forwardové sazby**. Výpočet je založen na principu **čisté teorie očekávání**, podle které se očekává, že budoucí vývoj spotových sazeb zcela odráží očekávání trhu. Forwardovou úrokovou míru za druhé období lze odvodit ze vzorce

$$(1 + i_{0;n})^{t_n} = (1 + i_{0;n-1})(1 + i_{n-1;n}) \quad (8)$$

Kde:

$i_{0;n}$ spotová úroková míra (tržní) pro období splatnosti t_n

$i_{n-1;n}$ forwardová úroková míra pro období splatnosti n

t_n počet let do splatnosti (Cipra, 2013, s. 52; Strouhal, 2013, s. 141).

Základní vztah lze upravit pro požadované zjištění a dostat tím forwardovou úrokovou míru

$$i_{n-1;n} = \frac{(1 + i_{0;n})^{t_n}}{(1 + i_{0;n-1})^{t_{n-1}}} - 1 \quad (9)$$

IV. Po odvození všech výnosů se může sestrojít forwardová výnosová křivka. Výnos za první období je stejný jako spotový výnos.

3.3.2 Výpočet ceny IRS

V kapitole 3.3 bylo vysvětleno, že reálná hodnota IRS se rovna součtu rozdílu současné hodnoty všech budoucích příjmů a výdajů plynoucích z IRS a v okamžiku uzavření obchodu je hodnota swapu nula nebo velmi blízká nule. U klasického IRS jedna strana platí platbu založenou na fixní a druhá na pohyblivé úrokové míře. Výše popsané tvrzení shrnují vzorce (10)

$$\begin{aligned}RH_{swap} &= RH_f - RH_p = 0 \\RH_{swap} &= RH_p - RH_f = 0 \\RH_f &= RH_p\end{aligned}\tag{10}$$

Kde:

- RH_{swap} je současnou (reálnou) hodnotou swapu
- RH_p je současnou (reálnou) hodnotou všech budoucích peněžních toků odvozených od pohyblivé (referenční) úrokové sazby
- RH_f je současnou (reálnou) hodnotou všech budoucích peněžních toků odvozených od fixní úrokové sazby (Hull, 2012, s. 154 – 162).

Podle Hulla (2012, s. 160) lze na IRS pohlížet jako na portfolio kupónových dluhopisů s fixním a pohyblivým kupónem, nebo jako na portfolio úrokových forwardů (FRA). Pokud se bude na IRS pohlížet jako na portfolio dvou kupónových dluhopisů, lze snadno dopočítat reálnou hodnotu těchto dluhopisů, za předpokladu, že oba dluhopisy budou mít stejnou dobu splatnosti, budou mít stejnou frekvenci výplat kupónu a budou znít na stejnou nominální hodnotu ve stejné měně a samozřejmě budou mít stejnou výši fixní a úrokové sazby jako má IRS. Potom lze reálnou hodnotu dluhopisů a cenu IRS dopočítat podle následujícího postupu.

I. Jako první se vypočítají očekávané budoucí toky peněžních příjmů dluhopisu odvozených z pohyblivé úrokové sazby. Cash-flow bude vypočítaná podle vzorce

$$CF_{p;n} = NH \times (i_{n-1;n})\tag{11}$$

Kde:

$CF_{p;n}$ Cash-flow dluhopisu založené na pohyblivé úrokové sazbě v n-tém roce držby dluhopisu

NH umořovací hodnota (nominální/jmenovitá hodnota)

$i_{n-1;n}$ forwardová úroková míra pro období splatnosti n.

II. Vypočítané cash-flow se převede na současnou hodnotu za pomoci diskontního faktoru ze vzorce (3).

III. Ze základních vzorců pro budoucí tok a diskontní faktor, lze odvodit vzorec pro reálnou hodnotu dluhopisu založenou na pohyblivé úrokové sazbě. Stejnou analogií se dospěje i ke vzorci pro reálnou hodnotu vycházející z fixní úrokové sazby. V posledním roce je u dluhopisů navíc výplata nominální hodnoty, u IRS se nominální hodnota nevyplácí. Jelikož zní na stejnou hodnotu, vzájemně se započítává a k vyplacení nedochází

$$RH_p = \sum_{n=1}^N \frac{CF_{p;n}}{(1 + i_{0;n})^{t_n}} + \frac{NH}{(1 + i_{0;n})^{t_n}} \quad (12)$$

$$RH_f = \sum_{n=1}^N \frac{CF_{f;n}}{(1 + i_{0;n})^{t_n}} + \frac{NH}{(1 + i_{0;n})^{t_n}} \quad (13)$$

Kde:

RH_p je současnou (reálnou) hodnotou všech budoucích peněžních toků odvozených od pohyblivé (referenční) úrokové sazby

RH_f je současnou (reálnou) hodnotou všech budoucích peněžních toků odvozených od fixní úrokové sazby

$CF_{p;n}$ Cash-flow dluhopisu založené na pohyblivé úrokové sazbě v n-tém roce držby dluhopisu

$CF_{f;n}$ Cash-flow dluhopisu založené na fixní úrokové sazbě v n-tém roce držby dluhopisu

NH umořovací hodnota (nominální/jmenovitá hodnota)

$i_{0;n}$ spotová úroková míra (tržní) pro období splatnosti t_n

t_n počet let do splatnosti.

IV. Cenou IRS je fixní sazba a na začátku musí platit rovnost reálných hodnot mezi fixně a pohyblivě úročenou sazbou, proto lze od vzorců (12) a (13) snadno odvodit fixní sazbu a tím získat spravedlivou cenu IRS

$$i_{fix} = \frac{\sum \frac{i_{n-1;n}}{(1+i_{0;n})^{t_n}}}{\sum \frac{1}{(1+i_{0;n})^{t_n}}} \quad (14)$$

Kde:

i_{fix} fixní úroková míra – cena IRS

$i_{n-1;n}$ forwardová úroková míra pro období splatnosti n

$i_{0;n}$ spotová úroková míra (tržní) pro období splatnosti t_n .

3.3.3 Výpočet reálné hodnoty IRS

Jak vypočítat reálnou hodnotu IRS bylo vysvětleno v předešlé kapitole, ale to bylo za předpokladu, že se reálná hodnota počítala k datu sjednání IRS z aktuální spotové sazby. Často se stává, že účetní jednotky potřebují znát hodnotu IRS i v jiném období, např. k datu výplaty IRS nebo na konci účetního období, kdy mají účetní jednotky povinnost účtovat závazky či pohledávky v reálných hodnotách. Aby se mohl udělat odhad forwardových sazeb a diskont budoucích plateb, je zapotřebí znát aktuální spotovou sazbu ze dne, ke kterému se bude počítat reálná hodnota. Změna spotové úrokové sazby bude mít za následek, že už nebude platit rovnost reálných hodnot, jako tomu bylo ve vzorci (10). Pokud se počítá reálná hodnota k datu výplaty IRS stačí k výpočtu stejný vzorec jako dosud, jenom původní spotová hodnota se vymění za aktuální a jednotlivé hodnoty se přepočítají. Problém nastane, pokud se bude počítat reálná hodnota k jinému datu než je výplata IRS. Do teď se počítaly hodnoty od jedné výplaty k druhé, za období t. Teď se budou počítat s přesnými dny od zjišťování reálné hodnoty k výplatám IRS a tím se změní základní vzorec (8), (12) a (13). Úrokové období vychází z konvence ACT/360, který se používá na peněžním trhu. To znamená, že v čitateli je skutečný počet dní mezi dvěma daty a ve jmenovateli je 360 dní.

Nový vzorec pro výpočet forwardové úrokové míry zde

$$(1+i_{0;n})^{\frac{t_n}{360}} = (1+i_{0;n-1})^{\frac{t_{n-1}}{360}} (1+i_{n-1;n}) \quad (15)$$

Kde:

$i_{0;n}$ spotová úroková míra (tržní) pro období splatnosti t_n

$i_{n-1;n}$ forwardová úroková míra pro období splatnosti n

$\frac{t_n}{360}$ počet dní do splatnosti (Strouhal, 2013, s. 140).

Reálná hodnota se stále musí rovnat součtu rozdílu současné hodnoty všech budoucích příjmů a výdajů. To znamená, že do výpočtu se již nezahrnují příjmy a výdaje realizované.

Nový vzorec pro výpočet reálných hodnot IRS založené na pohyblivé a fixní úrokové míře zde

$$RH_p = \sum_{n=1}^N \frac{CF_{p;n}}{(1 + i_{0;n})^{\frac{t_n}{360}}} + \frac{(1 + i_{n-1;n})NH}{(1 + i_{0;n})^{\frac{t_n}{360}}} \quad (16)$$

$$RH_f = \sum_{n=1}^N \frac{CF_{f;n}}{(1 + i_{0;n})^{\frac{t_n}{360}}} + \frac{(1 + i_f)NH}{(1 + i_{0;n})^{\frac{t_n}{360}}} \quad (17)$$

Kde:

$CF_{p;n}$ Cash flow dluhopisu založené na pohyblivé úrokové sazbě v n -tém roce držby dluhopisu

$CF_{f;n}$ Cash flow dluhopisu založené na fixní úrokové sazbě v n -tém roce držby dluhopisu

NH umořovací hodnota (nominální/jmenovitá hodnota)

i_f fixní úroková míra

$i_{0;n}$ spotová úroková míra (tržní) pro období splatnosti t_n

$i_{n-1;n}$ forwardová úroková míra pro období splatnosti n

$\frac{t_n}{360}$ počet dní do splatnosti (Jílek, 2010, s. 345 – 346; Strouhal, 2013, s. 140).

4 Vlastní práce

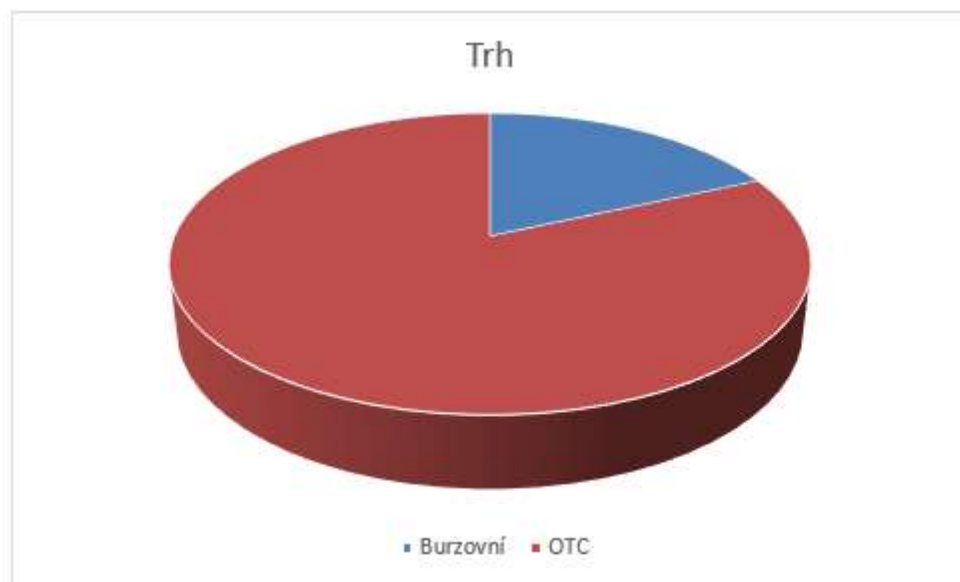
4.1 Analýza derivátů

V této části, se diplomová práce pokusí objasnit, proč je úrokový swap nejvíce využívaným zajišťovacím instrumentem mezi deriváty.

4.1.1 Analýza rozdělení derivátového trhu

Podle způsobu obchodování se deriváty člení na OTC a burzovní trh. Jak je patrné z grafu číslo 1, který zobrazuje ve sledovaném období vzájemnou průměrnou relaci mezi těmito trhy, převažovaly deriváty obchodovány na OTC trhu, v průměru činily 82 % ze všech obchodů. Převaha obchodů na tomto trhu je dána tím, že je možné na OTC trhu sjednat i nestandardní deriváty podle specifických požadavků klientů, navíc není OTC trh zatížen burzovními poplatky a je pro klienty dostupnější. Má to i záporné stránky, sjednání specifického derivátu sebou nese riziko malé až nulové likvidity.

Graf 1: Rozdělení derivátového trhu



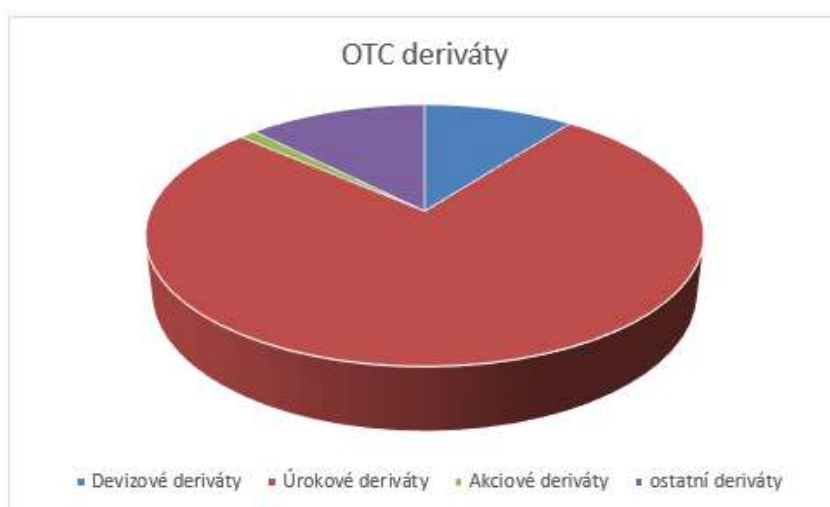
Zdroj: vlastní zpracování podle údajů z BIS (2017a; 2017b)

Z tohoto důvodu je žádoucí, aby každý trh, tak i ten OTC směřoval k určité standardizaci a regulaci pro zvýšení likvidity obchodování a vybudování stabilního trhu, a proto v roce 1985 vznikla asociace International Swaps and Derivatives Association (ISDA). Jedná se o mezinárodní asociace pro regulaci derivátů se sídlem v USA, která má v této chvíli 850 členů z 67 zemí světa. Hlavním cílem asociace je zajistit snížení úvěrového rizika, zvýšení transparentnosti a zlepšení provozní infrastruktury v tomto odvětví (ISDA, 2017).

Ani evropská unie nezůstala pozadu a po celosvětové finanční krizi v letech 2007/2008, prostřednictvím evropské komise, pověřila výbor, aby zanalyzoval příčiny finanční krize, posoudil stávající systém a z něj plynoucí rizika. Výsledek šetření mimo jiné ukázal, jak nebezpečné deriváty a OCT trh dokážou být, pokud se nebudou ve větší míře regulovat a kontrolovat. Následně na to, evropská komise zřídila Evropský orgán pro cenné papíry a trhy (ESMA), který má za úkol dohled nad celou infrastrukturou finančního trhu. Dne 16. srpna 2012 vstoupila v platnost Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 648/2012 o OTC derivátech, ústředních protistranách a registrech obchodních údajů a jeho prováděcí nařízení (EMIR), který má za cíl zvýšení transparentnosti derivátových obchodů sjednávaných na OTC trhu, snížení systémového rizika a ochranu trhu proti zneužívání (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 648/2012).

4.1.2 Analýza podkladových aktiv na OTC trhu

Graf 2: Rozdělení OTC derivátů podle podkladového nástroje

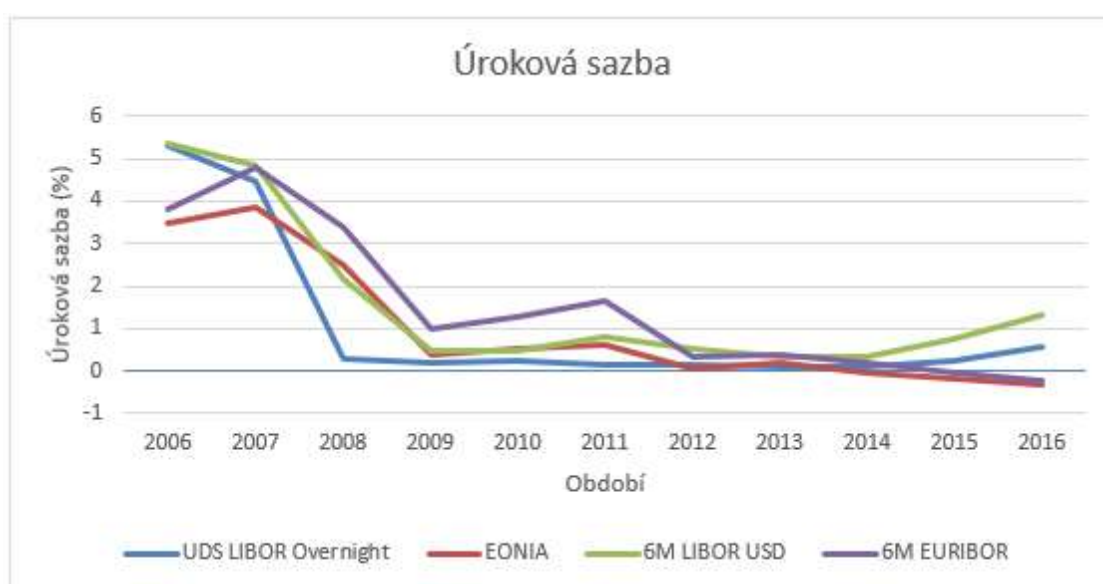


Zdroj: vlastní zpracování podle údajů z BIS (2017b)

Podle podkladového aktiva byl největší objem obchodů ve sledovaném období realizován na úrokové sazby. Na OTC trhu činily úrokové deriváty v průměru 76 % ze všech obchodů a na burzovním dokonce 99 %. Obliba jakýchkoliv finančních nástrojů je závislá na jejich determinantech, v případě úrokových derivátů tedy na globální zadluženosti a vývoji úrokových sazeb. Mělo by zde platit pravidlo přímé úměry, čím jsou úrokové sazby nižší, tím roste poptávka po cizím kapitálu, který je levnější než vlastní.

Tržní ekonomika se zmítá v určitém hospodářském cyklu, který má své specifické zákonitosti. Hospodářský cyklus se do určité míry snaží řídit centrální banky svou měnovou politikou. Mezi monetární zbraně mimo jiné patří změny úrokových sazeb. Pokud se ekonomika blíží ke svému dnu, sníží úrokové sazby, aby podpořily investování, a tím pádem růst HDP a pokud se ekonomika blíží ke svému vrcholu a hrozí přehřátí ekonomiky, centrální banky zvýšením úrokových sazeb se snaží tento dopad zpomalit. Úrokové sazby jsou tedy závislé na aktuální kondici ekonomiky.

Graf 3: Vývoj mezibankovních úrokových sazeb



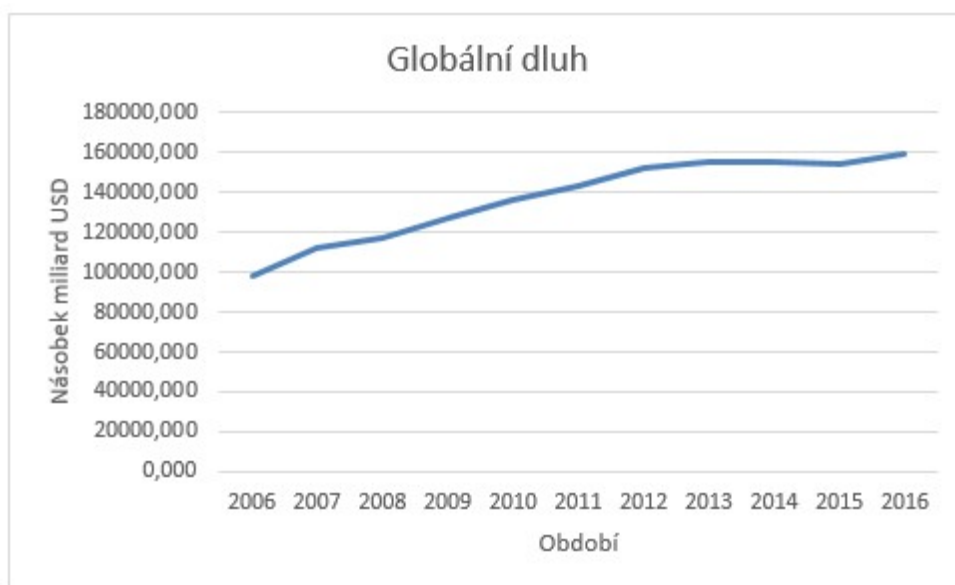
Zdroj: vlastní zpracování podle údajů z Global – rates (2017a; 2017b)

O proměnlivosti úrokových sazeb svědčí graf číslo 3. Je z něho patrné, jak se vyvíjely nejčastěji používané mezibankovní úrokové sazby USD LIBOR a EURIBOR při jednodenní a šestiměsíční splatnosti. V roce 2007 odstartovala ekonomická krize, která se postupně přeměnila v globální finanční krizi. V roce 2008 USA a o rok později i EU výrazně snížily

úrokové sazby, aby nastartovaly ekonomiku a co nejrychleji se z této krize dostaly. Evropská centrální banka (ECB) navíc zašla ještě dál a v roce 2014 zavedla nový instrument monetární politiky - záporné úrokové sazby na vklady. Od roku 2015 Federální rezervní systém (FED) pozvolna uvolňuje měnovou politiku a začíná zvyšovat úrokové sazby, a je jen otázkou času, kdy k tomuto kroku přistoupí i ECB.

ECB chtěla zavedením záporných úrokových sazeb přimět banky, aby své přebytečné hotovostní rezervy neukládaly u ní a raději je prostřednictvím levných půjček převedly na nefinanční subjekty a tím podpořily zvýšení investic, aby se ekonomika rychleji vrátila do normálu. Na grafu číslo 4 je vidět, že predikce chování finančního trhu příliš nezafungovala. Do roku 2013 zadluženost prudce rostla, ale po zavedení záporných úrokových sazeb spíše stagnuje, ale i tak globální zadluženost 31. prosince 2016 dosahovala k neuvěřitelným 160 bilionům USD, z toho 40 bilionů připadá na domácnosti, 63 bilionů na korporátní klientelu a 57 bilionů na státní dluhy. Do statistiky jsou zahrnuty úvěry, dluhové cenné papíry, měny a vklady. Je tedy vidět, že přímo úměrně s vývojem úrokových sazeb, narůstala i globální zadluženost.

Graf 4: Průběh globálního dluhu



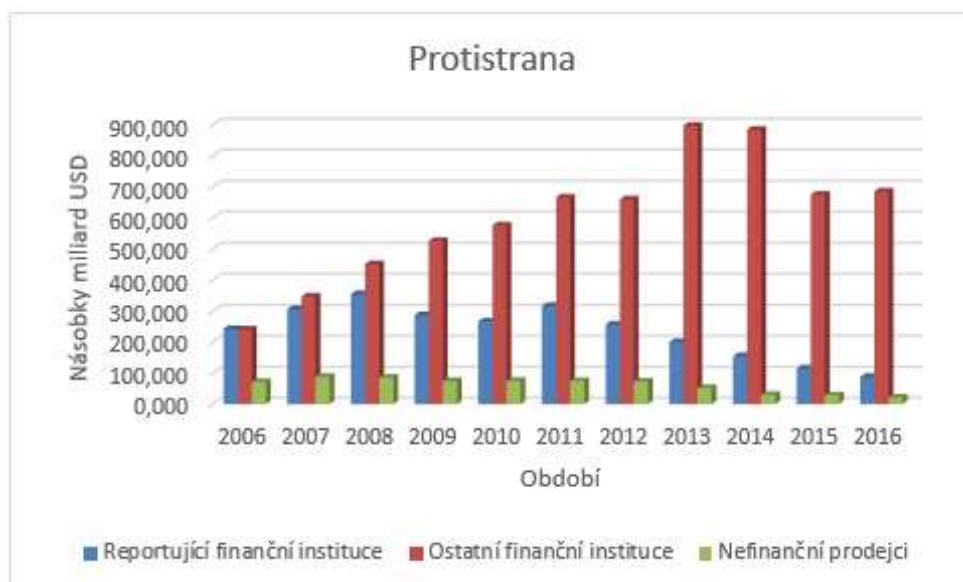
Zdroj: vlastní zpracování podle údajů z BIS (2017c)

Z výše uvedeného je patrné, že během několika let bylo uzavřeno mnoho úvěrů nebo vydáno dluhových cenných papírů úročených s velmi nízkými úrokovými sazbami. Z dlouhodobého hlediska a vývojem ekonomiky, dřív či později centrální banky přistoupí ke zvyšování úrokových sazeb. U smluv, které jsou znějící na pohyblivou úrokovou sazbu, by mohly v budoucnu představovat riziko ze zvýšení této sazby. Je zřejmé, že čím větší je poptávka po finančních produktech, které jsou závislé na vývoji úrokových sazeb, tím roste potřeba pro zajištění vzniklých otevřených pozic prostřednictvím úrokových derivátů.

4.1.3 Analýza trhu úrokových OTC derivátů

Mezi účastníky derivátového trhu patří tvůrci trhu a koneční uživatelé. BIS rozděluje konečné uživatele na reportující finanční instituce, kam patří velké komerční a investiční banky a obchodníci s cennými papíry ze 13 států světa včetně jejich dceřiných společností mimo tyto státy, na ostatní finanční instituce, kam patří například penzijní fondy, stavební spořitelny, leasingové společnosti, pojišťovny, malé komerční banky, centrální banky a na nefinanční instituce, kam patří především korporátní firmy a vlády.

Graf 5: Protistrana sjednaných úrokových derivátů

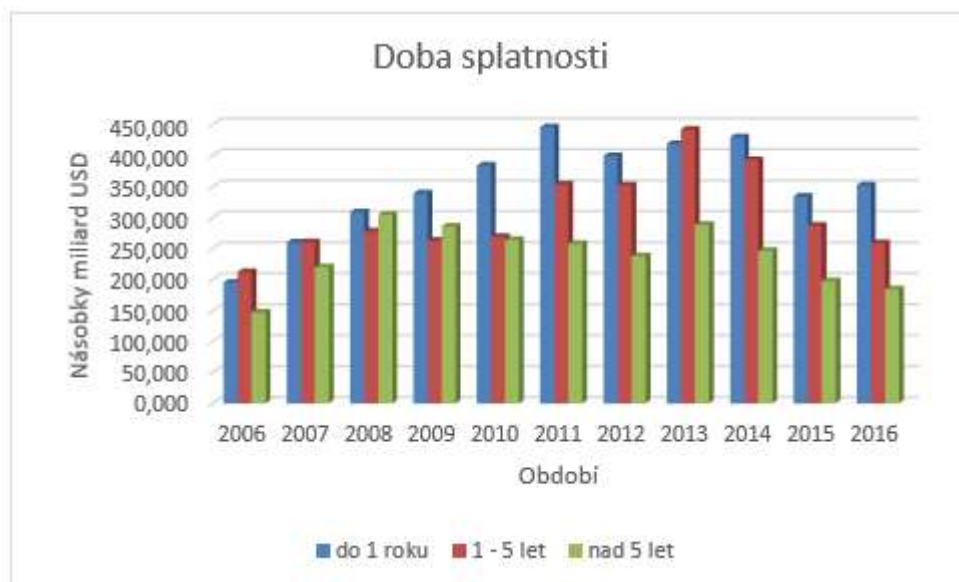


Zdroj: vlastní zpracování podle údajů z BIS (2017b)

Za poslední roky se poměr konečných uživatelů, výrazně změnil. Do roku 2008 je poměr mezi reportujícími a ostatními finančními institucemi vyrovnaný. V roce 2009 začínají ostatní finanční instituce převažovat a od roku 2010 se poměr ještě více zvětšuje. Ve sledovaném období se s finančními institucemi uskutečnilo v průměru 67 % ze všech obchodů. Ve 26 % procentech byly protistranou reportující finanční instituce a v 7 % nefinanční prodejci. Rozvoj úrokových derivátových obchodů se tedy děje především mezi finančními institucemi.

K tomu trendu přispívá globální zadluženost. Jak bylo popsáno výše, nefinanční sektor je velmi zadlužen, ale právě finanční sektor ve většině případů tyto úvěry realizoval. Na jedné straně je tedy nefinanční sektor, který přijal úvěr nebo vydal dluhové cenné papíry a tím mu vznikla otevřená pozice, kterou si chce uzavřít zřízením úrokového derivátu a na druhé straně je finanční sektor, který úvěr uskutečnil nebo uzavřel dohodu o úrokovém derivátu a i jemu v obou případech vznikla otevřená pozice, proti které se potřebuje zajistit. Je tedy zřejmé, že struktura rizik je zde rozdílná a finanční sektor navíc operuje s mnohem větším objemem finančních aktiv, které nesou riziko ztráty ze změn cen podkladových nástrojů citlivých na úrokové sazby.

Graf 6: Doba splatnosti úrokových derivátů



Zdroj: vlastní zpracování podle údajů z BIS (2017b)

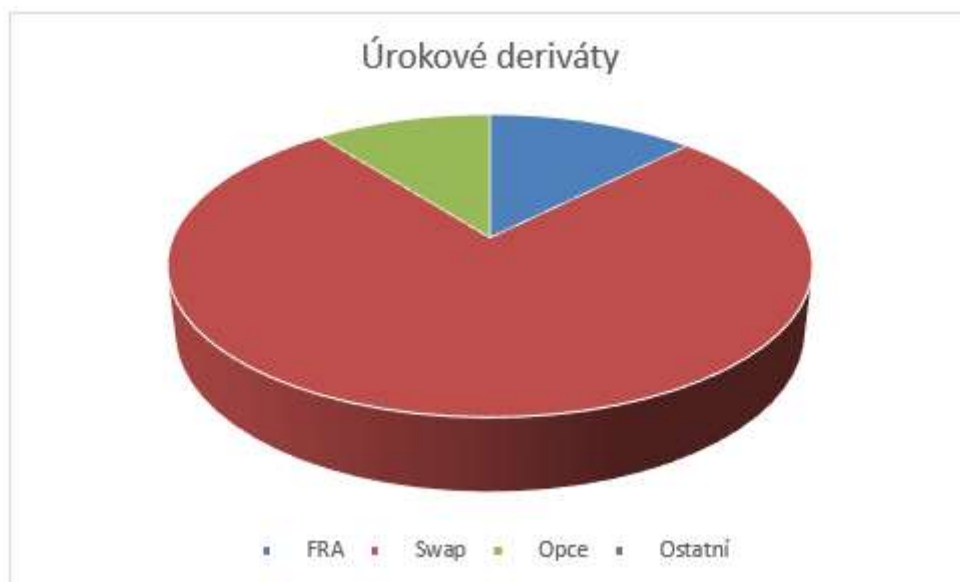
Tak jako všechny finanční aktiva, tak i úrokové deriváty se dají sledovat podle doby splatnosti. Sjednávají se úrokové deriváty se splatností do jednoho roku, které slouží k řízení krátkodobých rizik, se splatností od jednoho do pěti let k řízení střednědobých rizik s neposlední řadě deriváty se splatností delší jak pět let k řízení dlouhodobých rizik. Ve sledovaném období převažovaly převážně úrokové deriváty se splatností do jednoho roku a nejméně se využívaly dlouhodobé deriváty. V průměrné relaci tento rozdíl není tak výrazný. Úrokové deriváty se splatností do jednoho roku činí 39 % ze všech obchodů, se splatností od jednoho roku do pět let 34 % a u úrokových derivátů se splatností nad pět let 27 %.

Nejčastěji využívanými měnami jsou s 37 % EUR, s 33 % USD, s 12 % JPY, s 9 % GBP, ostatní měny mají dohromady 9 %. Na tomto zjištění není nic neobvyklého a souvisí to s velikostí a s vyspělostí ekonomiky jednotlivých států.

4.1.4 Analýza IRS

Nejrozšířenějším úrokovým derivátem je swap. Ten v průměru činí 77 % ze všech sjednaných úrokových derivátů na OTC trhu.

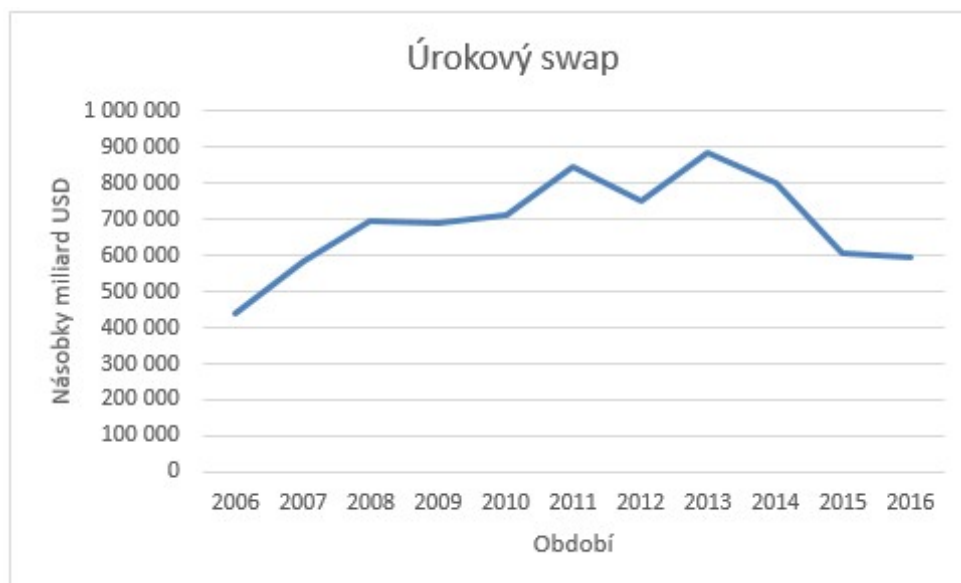
Graf 7: Rozdělení úrokových derivátů



Zdroj: vlastní zpracování podle údajů z BIS (2017b)

To je dáno povahou jednotlivých typů derivátů. Jak již bylo vysvětleno v teoretické části, swap jako jediný má vypořádání v několika okamžicích v budoucnu, oproti ostatním derivátům, které mají pouze jedno vypořádání. IRS se používají jako zajišťovací instrument převážně u finančních produktů, kteří mají také několik vypořádání během jejich životů.

Graf 8: Vývoj IRS



Zdroj: vlastní zpracování podle údajů z BIS (2017b)

Přestože je IRS nejpoužívanějším úrokovým zajišťovacím instrumentem, podle grafu číslo 8 od roku 2014 objem těchto obchodů výrazně klesá. Jak již bylo vysvětleno v teoretické části, nejčastěji se používá klasický úrokový swap, který je založený na tom, že jedna strana přijímá nebo platí platbu založenou na pohyblivé úrokové sazbě, stanovené podle referenční sazby PRIBOR, LIBOR, EURIBOR apod. a druhá strana přijímá nebo platí platbu založenou na pevné sazbě, která je stanovená pro celé období IRS. Také bylo zjištěno, že nejčastější použitou měnou u sjednaných úrokových derivátů bylo EUR a právě poslední zmiňovaná referenční sazba, která od roku 2014 začala nabývat záporných hodnot, může u vypořádávání obchodů vyvolávat paradoxní situace, díky kterým může popularita tohoto zajišťovacího instrumentu klesat. Pohyblivé referenční sazby se používají pro výpočet cash-flow. Straně platící fixní úrokovou platbu vzniká závazek uhradit do určité doby tuto platbu protistraně, která má zase závazek uhradit protistraně variabilní úrokovou platbu. Se změnou znaménka u referenční sazby rázem vzniká pohledávka a očekává se, že strana

platicí fixní úrokovou platbu bude muset uhradit i variabilní úrokovou platbu. U nových obchodů, kterými si subjekty zajišťují instrument znějící na záporný úrok, se nic nemění. Situace je stejná jako před zavedením záporného úroku, ale u starých obchodů, to může vyvolávat nežádoucí efekt a proto jsou již sjednané obchody rušeny a tím došlo ke snížení objemu těchto obchodů.

Závěrem lze jenom dodat, že jenom čas ukáže, zda ECB zavedením záporných úrokových sazeb udělala dobře nebo ne. Zatím převažují mínusy nad plusy. Bylo napsáno, že na úvěry to mělo opačný efekt a ekonomiku to naopak utlumilo. Zároveň tímto krokem přivedla finanční i nefinanční svět do velké nejistoty, kde jasně daná pravidla přestala platit. Nejenom, že ze závazků se začaly stávat pohledávky a opačně, ale pro finanční subjekty, který zvyšují svůj zisk prostřednictvím výnosů z úroků, mohou zavedením záporných úrokových sazeb o část tohoto zisku přijít, a může tím být ohrožena jejich stabilita. Nefinanční subjekty se zase mohou dostat do dluhové pasti. Dostupnějšími úvěry mohou více riskovat a půjčit si potřebnou hotovost na projekty, na které by za normálních okolností nedosáhly a až se úrokové sazby začnou zvyšovat, nemusí mít na splácení úvěrů.

4.2 Oceňování IRS

V této stěžejní části bude proveden samotný výpočet ceny IRS s následným porovnáním tržních IRS sazeb. Oceňovat se budou IRS sjednané 25. září 2017, pro splatnosti 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30 let s pololetním úrokovým obdobím a pohyblivou referenční sazbou 6M USD LIBOR. Na peněžním trhu se obvykle používá konvence ACT/360, ale pro zjednodušení se použije konvence 30E/360 kapitálového trhu. Pro názornost jsou vypočítány vždy první tři hodnoty, zbytek dopočítaných hodnot je uveden v příloze číslo 1 a 2 této práce.

4.2.1 Vstupní údaje

Jak bylo vysvětleno v teoretické části, pro ocenění IRS metodou bootstrapping, která se provádí na základě konstrukce spotové a forwardové výnosové křivce, je nejvhodnější pro konstrukci těchto křivek použít kupónové státní dluhopisy, které mají stejné vlastnosti a mají pouze rozdílnou dobu splatnosti. Pro výpočet se proto použijí americké státní kupónové dluhopisy s nominální hodnotou 100 USD. Kupónová sazba

a výnos dluhopisu jsou uvedeny v % s ročním úrokovým obdobím, při použité konvenci 30E/360.

V tabulce číslo 1 je znázorněno šest různých splatností. Pro výpočet ceny nejdelšího třiceti letého IRS, který má pololetní úrokové období je zapotřebí mít šedesát splatností. Je tedy vidět, že na finančním trhu neexistují všechny dluhopisy s požadovanými intervaly splatností, které je potřeba ke konstrukci výnosových křivek.

Tabulka 1: Americké státní dluhopisy

Doba splatnosti	Kuponová sazba (v % p.a.)	Obchodovaná cena	Výnos dluhopisu (v % p.a.)
6 měsíců	0,00	99,37	1,27
1 rok	0,00	98,59	1,42
2 roky	1,50	99,79	1,61
5 let	1,88	99,12	2,06
10 let	2,25	98,28	2,45
30 let	2,75	95,91	2,96

Zdroj: vlastní zpracování podle údajů z BLOOMBERG

4.2.2 Dopočet chybějících dat pomocí lineární interpolace

Pokud jsou známi dluhopisy jenom s některými dobami splatností, je nejjednodušší metodou, kterou se dají chybějící mezery dopočítat lineární interpolace. Z tabulky číslo 1 lze vyčíst, že jsou známi dluhopisy se splatností půl roku, jeden a dva roky. Pro správné ocenění tedy chybí dluhopis se splatností jeden a půl roků, výnos tohoto dluhopisu se dopočítá podle vzorce (7)

$$i_{tt} = i_{t_0} + \frac{i_{t_n} - i_{t_0}}{t_n - t_0} * (t_t - t_0)$$

Kde:

i_{tt} výnos hledaného dluhopisu

i_{t_n} výnos dluhopisu s delší splatností

i_{t_0} výnos dluhopisu s kratší splatností

t_n počet let do splatnosti dluhopisu s delší splatností

- t_0 počet let do splatnosti dluhopisu s kratší splatností
 t_t počet let do splatnosti hledaného dluhopisu (Choudhry, 2004, s. 107 – 108; Radová, 2008, s. 131).

Po dosažení:

$$i_{1,5} = 1,42 + \frac{1,61 - 1,42}{3 - 1} * (2 - 1) ; i_{1,5} = 1,52 \% \text{ p. a.}$$

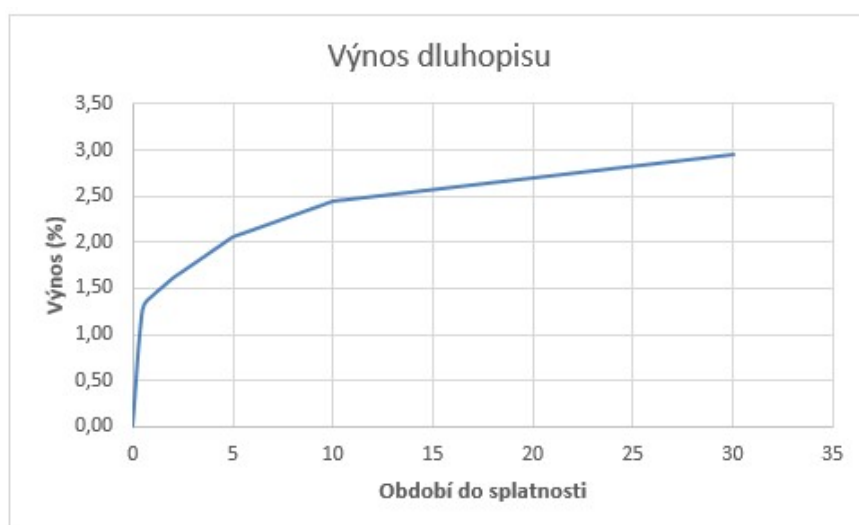
Mezi druhým a pátým rokem chybí pět splatností, ty se dopočítají podle stejného vzorce.

$$i_{2,5} = 1,61 + \frac{2,06 - 1,61}{7 - 1} * (2 - 1) ; i_{2,5} = 1,69 \% \text{ p. a.}$$

$$i_3 = 1,61 + \frac{2,06 - 1,61}{7 - 1} * (3 - 1) ; i_3 = 1,76 \% \text{ p. a.}$$

Výnos pro dluhopis se splatností jeden a půl roků je 1,52 %, se splatností dva a půlroků je 1,69 % a se splatností tři roky je 1,76 %. Stejnou analogií se dopočítá zbytek výnosů, kupónové sazby a vnitřní hodnoty chybějících dluhopisů. Seznam všech dopočítaných údajů je v příloze číslo 1 na konci této práce.

Graf 9: Výnosová křivka výnosu do splatnosti amerických státních dluhopisů



Zdroj: vlastní zpracování

4.2.3 Výpočet spotové výnosové křivky

Nejdříve se musí vypočítat kupónová platba. Ta se spočítá podle vzorce (2)

$$C_n = i_n \times NH$$

Kde:

- C_n kupónová platba, vyplacená v n-tém roce držby dluhopisu
 NH umořovací hodnota dluhopisu (nominální/jmenovitá hodnota)
 i_n kupónová úroková míra v n-tém roce.

Po dosazení:

$$C_{1,5} = 0,0075 \times 100 ; C_{1,5} = 0,75$$

$$C_2 = 0,015 \times 100 ; C_2 = 1,5$$

$$C_{2,5} = 0,0156 \times 100 ; C_{2,5} = 1,56$$

Jelikož je výnos dluhopisu v ročním vyjádření, proto je kupónová platba také provedená v ročním vyjádření. Na půlroční úrokové období se vše převede v následujících výpočtech. Kupónová platba má tedy stejnou hodnotu jako kupónová sazba.

Nyní lze přistoupit k oddiskontování dluhopisů. Pro výpočet diskontního faktoru se použije vzorec (5) odvozený ze základního vzorce (1) od autorů Baz (2004, s. 80), Cipra (2013, s. 54 – 55), Johnson (2010 s. 28)

$$df_n = \frac{V_{0;n} - C_n \times (\sum_{i=1}^{n-1} df_i)}{NH + C_n}$$

Kde:

- df_n diskontní faktor v n-tém roce držby dluhopisu
 $V_{0;n}$ vnitřní hodnota dluhopisu (tržní/současná hodnota) v n-tém roce
 C_n kupónová platba, vyplacená v n-tém roce držby dluhopisu
 NH umořovací hodnota dluhopisu (nominální/jmenovitá hodnota).

Po dosazení:

$$df_1 = \frac{99,37 - 0 \times \left(\frac{1}{2}\right)}{100 + 0 \times \left(\frac{1}{2}\right)} ; df_1 = 0,9937$$

$$df_2 = \frac{98,59 - \left(0 \times \left(\frac{1}{2}\right) \times 0,9937\right)}{100 + 0 \times \left(\frac{1}{2}\right)} ; df_2 = 0,9859$$

$$df_3 = \frac{98,86 - \left(0,75 \times \left(\frac{1}{2}\right) \times (0,9937 + 0,9859)\right)}{100 + 0,75 \times \left(\frac{1}{2}\right)} ; df_3 = 0,9775108344$$

Diskontní faktor pro první úrokové období je 0,9937, pro druhé je 0,9859 a pro třetí je 0,9775108344. Stejnou analogií se dopočítá zbytek diskontních faktorů, které jsou uvedené v příloze 2 na konci této práce.

Po oddiskontování jsou známy všechny údaje pro dopočítání spotové sazby. Ta se spočítá podle vzorce (6) odvozeného ze základního vzorce (1) od autorů Baz (2004, s. 80), Cipra (2013, s. 54 – 55), Johnson (2010 s. 28)

$$i_{0,n} = \left(\frac{1}{df_n}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Kde:

$i_{0,n}$ spotová úroková míra (tržní) pro období splatnosti n

df_n diskontní faktor v n -tém roce držby dluhopisu

n n -té období.

Po dosazení:

$$i_{0,1} = \left(\frac{1}{0,9937}\right)^{\frac{1}{1}} - 1 ; i_{0,1} = 0,635 \% \text{ p. s. } \times 2 ; i_{0,1} = 1,27 \% \text{ p. a.}$$

$$i_{0;2} = \left(\frac{1}{0,9859} \right)^{\frac{1}{2}} - 1 ; i_{0;2} = 0,715 \% \text{ p. s. } \times 2 ; i_{0;2} = 1,43 \% \text{ p. a.}$$

$$i_{0;3} = \left(\frac{1}{0,9775108344} \right)^{\frac{1}{3}} - 1 ; i_{0;3} = 0,76 \% \text{ p. s. } \times 2 ; i_{0;3} = 1,52 \% \text{ p. a.}$$

Diskontní faktor je spočítán pro půlroční úročení, proto je nutné pro následnou porovnatelnost všech výnosových křivek, opět převést sazby na roční bázi. Spotová sazba pro první úrokové období je 1,27 % a pro druhé je 1,43 %. Stejnou analogií se dopočítá zbytek spotových sazeb, které jsou uvedené v příloze 2 na konci diplomové práce. Po dopočítání všech sazeb lze sestavit spotovou výnosovou křivku, která je znázorněná na grafu číslo 10.

Graf 10: Spotová výnosová křivka amerických státních dluhopisů



Zdroj: vlastní zpracování

4.2.4 Výpočet forwardové výnosové křivky

Nyní lze přistoupit k sestavení forwardové výnosové křivky. Ta se vypočítá na základě forwardových úrokových sazeb, které lze odvodit ze spotových úrokových sazeb. Forwardová sazba pro první úrokové období je totožná se spotovou sazbou, tedy 1,27 %.

Zbytek forwardových sazeb se vypočítá podle vzorce (9) odvozeného ze základního vzorce (8) od autorů Cipra (2013, s. 52), Strouhal (2013, s. 141)

$$i_{n-1;n} = \frac{(1 + i_{0;n})^{t_n}}{(1 + i_{0;n-1})^{t_{n-1}}} - 1$$

Kde:

$i_{0;n}$ spotová úroková míra (tržní) pro období splatnosti t_n

$i_{n-1;n}$ forwardová úroková míra pro období splatnosti n

t_n počet let do splatnosti.

Po dosazení:

$$i_{1;2} = \frac{(1 + 0,0143 \times (\frac{1}{2}))^2}{(1 + 0,0127 \times (\frac{1}{2}))^1} - 1 ; i_{1;2} = 0,79 \% \text{ p. s. } \times 2 ; i_{1;2} = 1,58 \% \text{ p. a.}$$

$$i_{2;3} = \frac{(1 + 0,0152 \times (\frac{1}{2}))^3}{(1 + 0,0143 \times (\frac{1}{2}))^2} - 1 ; i_{2;3} = 0,86 \% \text{ p. s. } \times 2 ; i_{2;3} = 1,72 \% \text{ p. a.}$$

$$i_{3;4} = \frac{(1 + 0,0161 \times (\frac{1}{2}))^4}{(1 + 0,0152 \times (\frac{1}{2}))^3} - 1 ; i_{3;4} = 0,935 \% \text{ p. s. } \times 2 ; i_{3;4} = 1,87 \% \text{ p. a.}$$

Forwardová sazba pro druhé úrokové období je 1,58 %, pro třetí je 1,72 % a pro čtvrté 1,87 %. Stejnou analogií se dopočítá zbytek forwardových sazeb, které jsou uvedené v příloze 2 na konci této práce. Na grafu číslo 11 je vyobrazená vypočítaná forwardová křivka.

Graf 11: Forwardová výnosová křivka amerických státních dluhopisů



Zdroj: vlastní zpracování

4.2.5 Analýza výnosových křivek

Výnosové křivky neslouží jenom pro ocenění IRS, ale slouží také jako kvalitní prognostický nástroj. Podle jejich postavení, strmosti a tvaru mohou subjekty předvídat budoucí vývoj finančního trhu a tím lépe řídit svá finanční rozhodnutí.

Jelikož je spotová sazba odvozená z výnosu dluhopisu a forwardová sazba ze spotové sazby. Měla by zde platit dvě všeobecná pravidla. Za prvé, pokud je výnos dluhopisu do splatnosti rostoucí, měla by být rostoucí i spotová a forwardová výnosová křivka a opačně. Dále by mělo platit pravidlo, že při rostoucí úrokové sazbě je křivka výnosu dluhopisu do splatnosti nejnižší položená, dále je kopírovaná spotovou křivkou a nejvýše položenou křivkou by měla být forwardová výnosová křivka, při klesající úrokové sazbě je tomu naopak.

Na grafu číslo 12 je vidět průběh výše vypočítaných křivek. Tvar křivek je rostoucí a konkávní. Jedná se o nejběžnější tvar křivek, kdy na jejich začátku je jejich strmost silně rostoucí a na jejich dlouhých koncích je růst pozvolný. Rostoucí tvar naznačuje, že v budoucnu úrokové sazby porostou.

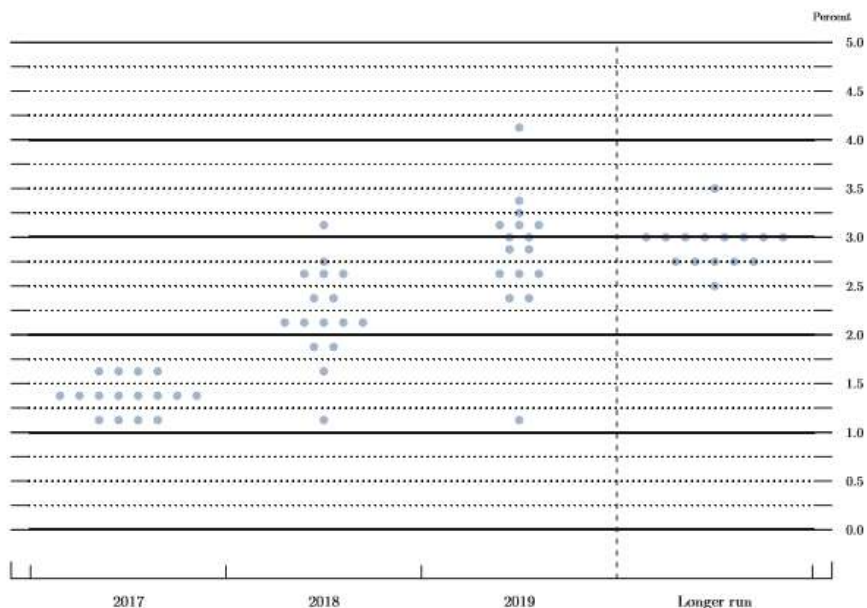
Graf 12: Porovnání výnosů



Zdroj: vlastní zpracování

Zjištěné tvrzení lze doložit z grafu číslo 13, který vychází z tabulky číslo 2. Jedná se o prognózu z června 2017 vydanou Federálním rezervním systémem (FED). Ten predikuje, že by úroková sazba ze stávajících 1,5 % do roku 2019 mohla vzrůst až na 3 %.

Graf 13: Prognóza FED vývoje úrokových sazeb



Zdroj: FED (2017)

Tabulka 2: Prognóza FED vybraných makroekonomických indikátorů

Economic projections of Federal Reserve Board members and Federal Reserve Bank presidents under their individual assessments of projected appropriate monetary policy, June 2017
 Advance release of table 1 of the Summary of Economic Projections to be released with the FOMC minutes

Percent												
Variable	Median ¹				Central tendency ²				Range ³			
	2017	2018	2019	Longer run	2017	2018	2019	Longer run	2017	2018	2019	Longer run
Change in real GDP	2.2	2.1	1.9	1.8	2.1–2.2	1.8–2.2	1.8–2.0	1.8–2.0	2.0–2.5	1.7–2.3	1.4–2.3	1.5–2.2
March projection	2.1	2.1	1.9	1.8	2.0–2.2	1.8–2.3	1.8–2.0	1.8–2.0	1.7–2.3	1.7–2.4	1.5–2.2	1.6–2.2
Unemployment rate	4.3	4.2	4.2	4.6	4.2–4.3	4.0–4.3	4.1–4.4	4.5–4.8	4.1–4.5	3.9–4.5	3.8–4.5	4.5–5.0
March projection	4.5	4.5	4.5	4.7	4.5–4.6	4.3–4.6	4.3–4.7	4.7–5.0	4.4–4.7	4.2–4.7	4.1–4.8	4.5–5.0
PCE inflation	1.6	2.0	2.0	2.0	1.6–1.7	1.8–2.0	2.0–2.1	2.0	1.5–1.8	1.7–2.1	1.8–2.2	2.0
March projection	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8–2.0	1.9–2.0	2.0–2.1	2.0	1.7–2.1	1.8–2.1	1.8–2.2	2.0
Core PCE inflation ⁴	1.7	2.0	2.0		1.6–1.7	1.8–2.0	2.0–2.1		1.6–1.8	1.7–2.1	1.8–2.2	
March projection	1.9	2.0	2.0		1.8–1.9	1.9–2.0	2.0–2.1		1.7–2.0	1.8–2.1	1.8–2.2	
Memo: Projected appropriate policy path												
Federal funds rate	1.4	2.1	2.9	3.0	1.1–1.6	1.9–2.6	2.6–3.1	2.8–3.0	1.1–1.6	1.1–3.1	1.1–4.1	2.5–3.5
March projection	1.4	2.1	3.0	3.0	1.4–1.6	2.1–2.9	2.6–3.3	2.8–3.0	0.9–2.1	0.9–3.4	0.9–3.9	2.5–3.8

Zdroj: FED (2017)

4.2.6 Výpočet ceny IRS

Nyní jsou známi všechny potřebné údaje pro výpočet ceny IRS, tedy její fixní sazby. Pro výpočet fixní sazby se použije vzorec (14) odvozeného ze základního vzorce (10) od Hulla (2012, s. 154 – 162)

$$i_{fix} = \frac{\sum \frac{i_{n-1;n}}{(1 + i_{0;n})^{t_n}}}{\sum \frac{1}{(1 + i_{0;n})^{t_n}}}$$

Kde:

i_{fix} fixní úroková míra – cena IRS

$i_{n-1;n}$ forwardová úroková míra pro období splatnosti n

$i_{0;n}$ spotová úroková míra (tržní) pro období splatnosti t_n

t_n počet let do splatnosti.

Po dosazení:

$$i_{fix1} = \frac{\sum \frac{0,0127 \times \left(\frac{1}{2}\right)}{(1 + 0,0127 \times \left(\frac{1}{2}\right))^1}}{\sum \frac{1}{(1 + 0,0127 \times \left(\frac{1}{2}\right))^1}} ; i_{fix1} = 0,635 \% \text{ p.s.} \times 2 ; i_{fix1} = 1,27 \% \text{ p.a.}$$

$$i_{fix2} = \frac{\sum \frac{0,0159 \times \left(\frac{1}{2}\right)}{(1 + 0,0143 \times \left(\frac{1}{2}\right))^2}}{\sum \frac{1}{(1 + 0,0143 \times \left(\frac{1}{2}\right))^2}} ; i_{fix2} = 0,715 \% \text{ p.s.} \times 2 ; i_{fix2} = 1,43 \% \text{ p.a.}$$

$$i_{fix3} = \frac{\sum \frac{0,0172 \times \left(\frac{1}{2}\right)}{(1 + 0,0152 \times \left(\frac{1}{2}\right))^3}}{\sum \frac{1}{(1 + 0,0152 \times \left(\frac{1}{2}\right))^3}} ; i_{fix3} = 0,76 \% \text{ p.s.} \times 2 ; i_{fix3} = 1,52 \% \text{ p.a.}$$

Fixní sazba pro první úrokové období je 1,27 %, pro druhé 1,43 % a pro třetí 1,52 %. Stejnou analogií se dopočítá zbytek fixních sazeb, které jsou uvedené v příloze 2 na konci diplomové práce.

4.2.7 Porovnání ceny IRS s vývojem tržních IRS sazeb

V tabulce číslo 3 je vidět vypočítaná cena IRS a kótované ceny IRS ze dne 25. září 2017. Je důležité si uvědomit, že vypočítaná cena IRS je spravedlivou cenou, to znamená, že se jedná o cenu, která je vypočítaná z bezrizikové spotové úrokové míry a nenese sebou žádné riziko. Spravedlivou cenu primárně nastavují finanční instituce, kteří tuto cenu navyšují o rizikovost sjednaného obchodu. Tržní úroková IRS sazba je tedy spravedlivou cenou navýšenou o rizikovou přírážku. Mělo by zde platit pravidlo, že tržní IRS sazba by měla být vyšší než spravedlivá cena IRS. Toto tvrzení platí pouze do splatnosti pěti letého IRS. U deseti letého IRS je vypočítaná cena vyšší o 0,04 % a s vyšší splatností se tento rozdíl zvětšuje. U 30 – ti letého je vypočítaná cena dokonce vyšší až o 0,3 % než je kótovaná sazba.

Tabulka 3: Porovnání spravedlivé ceny IRS a tržních IRS sazeb

Splatnost IRS	Cena IRS (% p.a.)	Nákup (% p.a.)	Prodej (% p.a.)	Střed (% p.a.)
1	1,43	1,61	1,63	1,62
2	1,61	1,81	1,85	1,83
3	1,78	1,94	1,98	1,96
4	1,92	2,01	2,05	2,03
5	2,07	2,10	2,14	2,12
10	2,44	2,38	2,42	2,40
15	2,56	2,52	2,56	2,54
20	2,69	2,59	2,63	2,61
25	2,82	2,61	2,65	2,63
30	2,95	2,62	2,66	2,64

Zdroj: vlastní zpracování na základě vlastního výpočtu a podle údajů z PATRIA (2017)

Na grafu číslo 14 je znázorněn vývoj mezibankovních a kótovaných IRS sazeb. Je na něm vidět, že sazby mezi sebou úzce souvisí, pokud se změní jedna sazba, změní se stejným směrem i ostatní sazby. Podle zjištěných skutečností z kapitoly 4.2.5, lze předpokládat, že cena IRS poroste společně s ostatními sazbami.

Graf 14: Vývoj mezibankovních a IRS sazeb



Zdroj: vlastní zpracování podle údajů z Global – rates (2017a); PATRIA (2017)

5 Výsledky a diskuze

5.1 Zhodnocení ceny IRS

Podle Hulla (2012, s. 160) lze na IRS pohlížet jako na portfolio kupónových dluhopisů s fixním a pohyblivým kupónem, nebo jako na portfolio úrokových forwardů (FRA). V této práci, byla cena IRS počítána prvním způsobem. K tomu bylo zapotřebí spočítat spotovou a forwardovou výnosovou křivku. Ke konstrukci spotové výnosové křivky se používá metoda bootstrapping. Touto metodou byly oceněny IRS se splatností 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30 let.

Na základě provedeného porovnání vypočítaných a kótovaných IRS sazeb bylo zjištěno, že pět z deseti dopočítaných IRS sazeb mělo vyšší hodnotu než tržně kótované sazby. Tento fakt, mohl vzniknout tím, že se při výpočtu přistoupilo k určitým zjednodušením. Změnila se konvence, byl použit malý počáteční vzorek dluhopisů. Právě málo aktivní trh bezkupónových dluhopisů je podle autorů Cipry (2013, s. 53) a Johnsona (2010 s. 465) jeden z důvodů, proč se v praxi ke konstrukci spotové výnosové křivky začaly namísto bezkupónových dluhopisů používat kupónové státní dluhopisy. Pro finanční instituce, které mají přístup k velké škále dluhopisů je to bezesporu dobrá metoda, ale pro ostatní subjekty nebo jednotlivce, kteří si velmi obtížně mohou dohledat potřebné dluhopisy, představuje tato metoda stejné komplikace, jako díky kterým se odstoupilo od konstrukce výnosové spotové křivky z bezkupónových dluhopisů.

Na dopočítání zbývajících dluhopisů se použila lineární interpolace. Podle Choudhry, (2004, s. 107 – 108) má lineární interpolace své nedostatky, například že se u ní předpokládá, že pokud mají výnosy mezi dvěma známými dluhopisy rostoucí tendenci, tak všechny dluhopisy mezi nimi budou mít také rostoucí tendenci a mohou tím vznikat lokální extrémy a tím může dojít ke zkreslení výsledku. Také uvádí, že by se metoda neměla použít v každém případě, ale měla by se používat určitá flexibilita k narovnání nepřesností. S tímto tvrzením se dá jenom souhlasit. Například nepřesnost mohla vzniknout u dopočítané kupónové sazby u jeden a půl letého IRS, která je mezi bezkupónovým a kupónovým dluhopisem. V tabulce číslo 4, která je převzata z přílohy číslo 1, je uveden dopočet podle lineární interpolace. Žlutě označené jsou dohledané dluhopisy. Jednoletý dluhopis, který je bezkupónový má kupón 0 %, Dvouletý dluhopis, který je kupónový má kupón 1,5 %.

Tabulka 4: Lineární interpolace

Výplata úrokové období	Splatnost dluhopisu	Kuponová sazba (% p.a.)	Výnos dluhopisu (% p.a.)	Obchodovaná cena
1	0,5	0,00	1,27	99,37
2	1	0,00	1,42	98,59
3	1,5	0,75	1,52	98,86
4	2	1,50	1,61	99,79
5	2,5	1,56	1,69	99,68
6	3	1,63	1,76	99,57
7	3,5	1,69	1,84	99,46
8	4	1,75	1,91	99,34
9	4,5	1,82	1,99	99,23
10	5	1,88	2,06	99,12

Zdroj: vlastní zpracování

Lineární interpolace je postavena na tom, že hledá přibližnou hodnotu v intervalu pomocí funkce. Je pochopitelné, že mezi 0 a 1,5 výpočtem vyšlo 0,75. Je na zvážení, zda je tento výsledek správný. Pokud se vezme v úvahu, jaký je interval mezi dalšími dvěma známými dluhopisy, tedy mezi dvouletým a pětiletým, tak se hodnota zvyšuje o 0,06 – 0,07 do dalšího dluhopisu. V příloze číslo 1 se dá přesvědčit, že mezi dalšími splatnostmi se hodnota mezi dluhopisy ještě více snižuje. Dalo by se tedy předpokládat, že i hodnota od jeden a půl letého do dvouletého dluhopisu nebude 0,75, ale spíše okolo 0,1. Kuponová sazba by tedy mohla být 1,42 %. Pochopitelně by se tím musela upravit i obchodovaná cena, která se dá dopočítat podle vzorce (1), přepočtem by se změnila na 99,85. Nebo by se dokonce dalo uvažovat, že se může jednat o bezkuponový dluhopis a kuponová sazba by byla 0 % a obchodovaná cena 98,50. Zde záleží, na subjektivním přístupu každého analytika jaký postup zvolí, zda bude volit hladkost nebo určitou přiměřenost při výpočtech. Samozřejmě by se tím musely přepočítat všechny dosavadní výpočty a dospělo by se k trochu jiným cenám IRS.

5.2 Zhodnocení vývoje úrokových sazeb

Jak již bylo řečeno, výnosové křivky neslouží jenom pro ocenění IRS, ale podle Kohouta (2010, s. 56 - 58) mohou sloužit jako kvalitní prognostický nástroj. Tento nástroj používají převážně centrální banky a finanční instituce. Centrální banky, sledují vývoj výnosových křivek, aby zjistily zdraví ekonomiky a v případě potřeby svými monetárními zbraněmi toto prostředí narovnávaly. Velmi zjednodušeně, by se dalo říci, že na základě strmosti a tvaru této křivky nastavují základní úrokové sazby. Samozřejmě to není úplně přesné a k nastavení úrokových sazeb používají i jiné makroekonomické indikátory jako je vývoj HDP, inflace, nezaměstnanost, státní dluh, růst určitých komodit atd. Finanční instituce, zase sledují vývoj výnosových křivek, aby zjistily budoucí vývoj úrokových sazeb a mohly lépe řídit nastavování úrokových sazeb u finančních produktů, které nabízejí svým klientům.

Provedením výpočtu a sestavením výnosových křivek v této práci bylo na základě jejich tvaru a strmosti predikováno, že v budoucnu úrokové sazby porostou. Tuto hypotézu navíc potvrdila prognóza z června 2017 vydaná Federálním rezervním systémem (FED). Dále bylo dokázáno, že vývoj mezibankovních sazeb, které na základě vývoje výnosových křivek nastavují centrální banky, úzce souvisí s vývojem ostatních sazeb. Proto bylo konstatováno, že je reálné se domnívat, že i IRS sazby v budoucnu porostou.

Na začátku práce bylo napsáno, že je práce vhodná pro širokou veřejnost. Proto i nefinanční instituce a jednotlivci by měly sledovat prostřednictvím vývoje výnosové křivky budoucí vývoj úrokových sazeb a tím lépe řídit svá finanční rozhodnutí. Přestože, bylo řečeno, že pro nefinanční instituce představuje sběr vstupních údajů, pro sestavení výnosové křivky jisté obtíže a použitím dalších statisticko-matematických metod může dojít k lokálním extrémům a výpočet nemusí být proveden tak čistě jako u velké základny dat, ale to bylo bráno z pohledu výpočtu ceny IRS, která je pro 100 % ocenění citlivá na správném uchycení výnosové křivky. Nicméně na tvar a průběh křivky to nemělo vliv, což dokázala provedená analýza vývoje úrokových sazeb. I přes zmíněné komplikace se dá konstatovat, že výnosové křivky jsou kvalitní prognostický nástroj.

6 Závěr

Teoretická východiska diplomové práce se zabývala historií a členěním derivátů podle různých hledisek, základní charakteristikou úrokového swapu, motivy sjednávání v interakci s vývojem hospodářského cyklu a oceňováním těchto instrumentů.

Pro naplnění dílčího cíle byla v kapitole vlastní práce provedena podrobná analýza finančních derivátů. Bylo zjištěno, že nejvíce obchodů se provádí na OTC trhu a to z toho důvodu, že se na tomto trhu mohou sjednávat nestandardní deriváty podle specifických požadavků klientů a navíc oproti burzovnímu trhu není zatížen burzovními poplatky. Obchodování na OTC trhu je aktivnější i přes to, že sebou může nést riziko malé likvidity a úvěrové riziko ze selhání jednoho z partnerů. Následně bylo zjištěno, že nejvíce obchodů je uzavíráno na úrokové deriváty. Obliba těchto instrumentů byla demonstrována na přímé závislosti jejich determinantů, tedy vývoji globálního zadlužení a vývoji úrokových sazeb. Bylo zjištěno, že na vývoji úrokových sazeb má velký podíl hospodářský cyklus. Podle toho v jaké fázi se hospodářský cyklus nachází, centrální banky nastavují základní úrokové sazby. Od poslední globální finanční krize mezi roky 2007 – 2008 centrální banky přistoupily k prudkému snížení úrokových sazeb, aby co nejrychleji navrátily ekonomiku do normálu. Během posledních pár let se úrokové sazby drží na historickém minimu. Přímě úměrně se snižováním úrokových sazeb narůstala globální zadluženost. Během posledních pár let, tedy bylo uzavřeno mnoho finančních produktů závislých na změně úrokových sazeb. Proto u subjektů vznikla potřeba se proti těmto situacím chránit a to tím, že si vniklé otevřené pozice uzavírají prostřednictvím úrokových derivátů, aby eliminovaly možné riziko ze změn úrokových sazeb. Další zjištění vedlo k tomu, že nejvíce využívaným úrokovým derivátem je swap, to je způsobeno charakteristikou tohoto nástroje. Jako jediný má vypořádání v několika okamžicích v budoucnu a proto lépe koresponduje s otevřenými pozicemi u finančních produktů. Od roku 2014 objem úrokových swapů výrazně klesl. Bylo zjištěno, že možnou příčinou poklesu těchto obchodů, může být zavedení záporných úrokových sazeb Evropskou centrální bankou, která tímto krokem přivedla finanční svět do velké nejistoty, kde jasně daná pravidla přestala platit. Tento problém byl naznačen jenom okrajově, protože svým rozsahem by byl nad rámec této práce. Lze se tedy domnívat, že položená hypotéza o úrokovém swapu jako nejvíce využívaném zajišťovacím instrumentu byla potvrzena.

Pro naplnění hlavního cíle byl proveden na základě metodického postupu samotný výpočet ceny IRS s následnou analýzou možného vývoje úrokových IRS sazeb. Výpočet spravedlivé ceny IRS byl proveden pro deset různých splatností. Kótovaná cena se od spravedlivé liší tím, že je navýšena o rizikovou přírážku, proto by spravedlivá cena měla mít nižší hodnotu. Bylo zjištěno, že pět z deseti těchto IRS vykazovalo naopak větší hodnotu než tržně kótované IRS sazby. Jako možnou příčinu bylo uvedeno, že pro samotný výpočet byl použit velmi malý vzorek vstupních dluhopisů a musel se u padesáti čtyř chybějících dluhopisů použít dopočet lineární interpolací, která má své nedostatky a mohou vznikat lokální extrém. Bylo uvedeno, že by se lineární interpolace neměla používat v každém případě, ale naopak by se měla používat určitá flexibilita k narovnání vzniklých extrém. Na příkladu bylo demonstrováno, kde mohla při samotném výpočtu chybějících dluhopisů vzniknout chyba a tím mohlo dojít ke zkreslení výsledku. Toto tvrzení nelze empiricky doložit a je tedy na subjektivním přístupu každého analytika jaký postup zvolí, zda bude při výpočtu volit hladkost nebo určitou přiměřenost. Pro pochopení vývoje úrokových sazeb byly zkonstruovány a zanalyzovány výnosové křivky. Tvar vykonstruovaných křivek byl rostoucí a konkávní. Na základě tohoto tvaru bylo predikováno, že by měly úrokové sazby v budoucnu růst. Tuto hypotézu navíc potvrdila prognóza z června 2017 vydaná Federálním rezervním systémem (FED). Dále bylo dokázáno, že vývoj mezibankovních sazeb, které na základě vývoje výnosových křivek nastavují centrální banky, úzce souvisí s vývojem ostatních sazeb, proto je možné se domnívat, že i IRS sazby v budoucnu porostou. I přes zmíněné komplikace při sestrojování výnosových křivek se dá konstatovat, že výnosové křivky jsou kvalitní prognostický nástroj. I v tomto případě byla hypotéza o využití výnosových křivek, jako kvalitního prognostického nástroje potvrzena.

7 Seznam použitých zdrojů

Monografie a knižní publikace

BAZ, Jamil; CHACKO, George. *Financial derivatives: pricing, applications, and mathematics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. 338 s. ISBN 0-521-81510-X.

CIPRA, Tomáš. *Finanční a pojistné vzorce* 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2006. 374 s. ISBN 80-247-1633.

CIPRA, Tomáš. *Matematika cenných papírů*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2013. 288 s. ISBN 978-80-7431-079-9.

HULL, John C. *Options, futures, and other derivatives*. 8th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2012. 841 s. ISBN 978-0-13-216494-8.

CHOUDHRY, Moorad. *Analysing and interpreting the yield curve*. 1st ed. New York: John Wiley & Sons, 2004. 359 s. ISBN 0470821256.

JÍLEK, Josef. *Finanční a komoditní deriváty*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002. 624 s. ISBN 80-247-0342-4.

JÍLEK, Josef. *Finanční a komoditní deriváty v praxi*. 2. upr. vyd. Praha: Grada Publishing, 2010. 630 s. ISBN 978-80-247-3696-9.

JÍLEK, Josef; SVOBODOVÁ, Jitka. *Účetnictví podle mezinárodních standardů účetního výkaznictví 2013*. 5 110. vyd. Praha: Grada Publishing, 2013. 448 s. ISBN 978-80-247-4710-1.

JOHNSON, Stafford R. *Bond Evaluation, Selection, and Management*. 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010. 888 s. ISBN 978-0-470-47835-6.

JUREČKA, Václav. *Makroekonomie: teorie, monitorování, analýza, prognóza*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2010. 332 s. ISBN 978-80-247-3258-9.

KOHOUT, Pavel. *Investiční strategie pro třetí tisíciletí*. 6. přeprac. vyd. Praha: Grada Publishing, 2010. 296 s. ISBN 978-80-247-3315-9.

PLÍVA, Stanislav, ELEK Štefan a kol. *Bankovní obchody*. 1. vyd. Praha: ASPI, 2009. 220 s. ISBN 978-80-7357-433-8.

RADOVÁ, Jarmila a kol. *Finanční matematika pro každého - příklady*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2008. 227 s. ISBN 978-80-247-2364-8.

REJNUŠ, Oldřich. *Finanční trhy*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2016. 384 s. ISBN 978-80-247-5871-8.

STROUHAL, Jiří a kol. *Oceňování v účetnictví*. 1.vyd. Praha: Wolters Kluwer, 2013. 417 s. ISBN 978-80-7478-366-1.

VESELÁ, Jitka. *Investování na kapitálových trzích*. 2. akt. vyd. Praha: Wolters Kluwer, 2011. 798 s. ISBN 978-80-7357-647-9.

Internetové zdroje

BIS: *Statistics – Derivatives - Exchange-traded derivatives statistics* [online]. 2017a. [cit. 2017-22-09], dostupné z <<http://www.bis.org/statistics/extderiv.htm?m=6%7C32%7C616>>

BIS: *Statistics – Derivatives - Semiannual OTC derivatives statistics* [online]. 2017b. [cit. 2017-22-09], dostupné z <<http://www.bis.org/statistics/derstats.htm?m=6%7C32%7C71>>

BIS: *Statistics – Credit - Credit to the non-financial sector* [online]. 2017c. [cit. 2017-22-09], dostupné z <<https://www.bis.org/statistics/totcredit.htm?m=6%7C380%7C669>>

BLACK Jeff, HIRSCH Julie. *BLOOMBERG: Negative Rates for the People Arrive as German Bank Gives In* [online]. 2017. [cit. 2017-05-10], dostupné z <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-08-11/negative-rates-for-the-people-arrive-as-german-bank-gives-in>>

BLOOMBERG: *Markets United States Rates & Bonds* [online]. 2017. [cit. 2017-25-09], dostupné z <<https://www.bloomberg.com/markets/rates-bonds/government-bonds/us>>

ESMA: *About ESMA* [online]. 2017. [cit. 2017-27-09], dostupné z <<https://www.esma.europa.eu/about-esma/who-we-are>>

FED: *Home – New & Events – Press Releases* [online]. 2017. [cit. 2017-25-09], dostupné z <<https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/fomcprojtabl20170614.htm>>

GLOBAL-RATES: *LIBOR - current LIBOR interest rates* [online]. 2017a. [cit. 2017-29-09], dostupné z <<http://www.global-rates.com/interest-rates/libor/libor.aspx>>

GLOBAL-RATES: *Euribor - current Euribor interest rates* [online]. 2017b. [cit. 2017-29-09], dostupné z <<http://www.global-rates.com/interest-rates/euribor/euribor.aspx>>

ISDA: *About ISDA* [online]. 2017. [cit. 2017-27-09], dostupné z <<http://www2.isda.org/about-isda/>>

LEMBÁK Martin. *PRO INVESTORY: Co predikovat pro americké akcie?* [online]. 2016. [cit. 2017-27-07], dostupné z <<http://proinvestory.cz/co-predikovat-pro-americke-akcie>>

PATRIA: *Měny & sazby – Sazby – Detail* [online]. 2017. [cit. 2017-25-09], dostupné z <<https://www.patria.cz/kurzy/CZK/1Y/irs/graf.html>>

Zákony a vyhlášky

EU. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 648/2012 ze dne 4. července 2012 o OTC derivátech, ústředních protistranách a registrech obchodních údajů. Dostupné také z <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1425566420676&uri=CELEX:32012R0648>>

8 Přílohy

Příloha 1: Kupónová sazba, výnos dluhopisu a vnitřní hodnota dluhopisu.....	LXVII
Příloha 2: Diskontní faktor, spotová, forwardová a IRS sazba.....	LXIX

Příloha 1: Kupónová sazba, výnos dluhopisu a vnitřní hodnota dluhopisu

Výplata úrokové období	Splatnost dluhopisu	Kupónová sazba (% p.a.)	Výnos dluhopisu (% p.a.)	Obchodovaná cena
1	0,5	0,00	1,27	99,37
2	1	0,00	1,42	98,59
3	1,5	0,75	1,52	98,86
4	2	1,50	1,61	99,79
5	2,5	1,56	1,69	99,68
6	3	1,63	1,76	99,57
7	3,5	1,69	1,84	99,46
8	4	1,75	1,91	99,34
9	4,5	1,82	1,99	99,23
10	5	1,88	2,06	99,12
11	5,5	1,92	2,10	99,04
12	6	1,95	2,14	98,95
13	6,5	1,99	2,18	98,87
14	7	2,03	2,22	98,78
15	7,5	2,07	2,26	98,70
16	8	2,10	2,29	98,62
17	8,5	2,14	2,33	98,53
18	9	2,18	2,37	98,45
19	9,5	2,21	2,41	98,36
20	10	2,25	2,45	98,28
21	10,5	2,26	2,46	98,22
22	11	2,28	2,48	98,16
23	11,5	2,29	2,49	98,10
24	12	2,30	2,50	98,04
25	12,5	2,31	2,51	97,98
26	13	2,33	2,53	97,92
27	13,5	2,34	2,54	97,87
28	14	2,35	2,55	97,81
29	14,5	2,36	2,56	97,75
30	15	2,38	2,58	97,69
31	15,5	2,39	2,59	97,63
32	16	2,40	2,60	97,57
33	16,5	2,41	2,62	97,51
34	17	2,43	2,63	97,45
35	17,5	2,44	2,64	97,39

Zdroj: vlastní zpracování

Výplata úrokové období	Splatnost dluhopisu	Kupónová sazba (% p.a.)	Výnos dluhopisu (% p.a.)	Obchodovaná cena
36	18	2,45	2,65	97,33
37	18,5	2,46	2,67	97,27
38	19	2,48	2,68	97,21
39	19,5	2,49	2,69	97,15
40	20	2,50	2,71	97,10
41	20,5	2,51	2,72	97,04
42	21	2,53	2,73	96,98
43	21,5	2,54	2,74	96,92
44	22	2,55	2,76	96,86
45	22,5	2,56	2,77	96,80
46	23	2,58	2,78	96,74
47	23,5	2,59	2,79	96,68
48	24	2,60	2,81	96,62
49	24,5	2,61	2,82	96,56
50	25	2,63	2,83	96,50
51	25,5	2,64	2,85	96,44
52	26	2,65	2,86	96,38
53	26,5	2,66	2,87	96,32
54	27	2,68	2,88	96,27
55	27,5	2,69	2,90	96,21
56	28	2,70	2,91	96,15
57	28,5	2,71	2,92	96,09
58	29	2,73	2,93	96,03
59	29,5	2,74	2,95	95,97
60	30	2,75	2,96	95,91

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 2: Diskontní faktor, spotová, forwardová a IRS sazba

Výplata úrokové období	Splatnost dluhopisu	Diskontní faktor	Spotová sazba (% p.a.)	Forwardová sazba (% p.a.)	IRS sazba (% p.a.)
1	0,5	0,9937000000	1,27	1,27	1,27
2	1	0,9859000000	1,43	1,58	1,43
3	1,5	0,9775108344	1,52	1,72	1,52
4	2	0,9684582320	1,61	1,87	1,61
5	2,5	0,9586053698	1,70	2,06	1,70
6	3	0,9482297790	1,78	2,19	1,78
7	3,5	0,9373456139	1,86	2,32	1,85
8	4	0,9259675444	1,93	2,46	1,92
9	4,5	0,9141107281	2,01	2,59	2,00
10	5	0,9017907825	2,08	2,73	2,07
11	5,5	0,8906542124	2,12	2,50	2,10
12	6	0,8792990402	2,16	2,58	2,14
13	6,5	0,8677336608	2,19	2,67	2,18
14	7	0,8559665385	2,23	2,75	2,22
15	7,5	0,8440061991	2,27	2,83	2,25
16	8	0,8318612212	2,31	2,92	2,29
17	8,5	0,8195402276	2,36	3,01	2,33
18	9	0,8070518773	2,40	3,09	2,37
19	9,5	0,7944048572	2,44	3,18	2,40
20	10	0,7816078733	2,48	3,27	2,44
21	10,5	0,7711737364	2,49	2,71	2,45
22	11	0,7607616404	2,50	2,74	2,46
23	11,5	0,7503732661	2,51	2,77	2,48
24	12	0,7400102697	2,52	2,80	2,49
25	12,5	0,7296742818	2,54	2,83	2,50
26	13	0,7193669079	2,55	2,87	2,51
27	13,5	0,7090897277	2,56	2,90	2,52
28	14	0,6988442951	2,58	2,93	2,53
29	14,5	0,6886321380	2,59	2,97	2,55
30	15	0,6784547583	2,60	3,00	2,56
31	15,5	0,6683136315	2,62	3,03	2,57
32	16	0,6582102066	2,63	3,07	2,58
33	16,5	0,6481459060	2,65	3,11	2,60
34	17	0,6381221255	2,66	3,14	2,61
35	17,5	0,6281402341	2,67	3,18	2,62

Zdroj: vlastní zpracování

Výplata úrokové období	Splatnost dluhopisu	Diskontní faktor	Spotová sazba (% p.a.)	Forwardová sazba (% p.a.)	IRS sazba (% p.a.)
36	18	0,6182015737	2,69	3,22	2,63
37	18,5	0,6083074594	2,71	3,25	2,65
38	19	0,5984591791	2,72	3,29	2,66
39	19,5	0,5886579937	2,74	3,33	2,67
40	20	0,5789051368	2,75	3,37	2,69
41	20,5	0,5692018146	2,77	3,41	2,70
42	21	0,5595492065	2,78	3,45	2,71
43	21,5	0,5499484641	2,80	3,49	2,72
44	22	0,5404007120	2,82	3,53	2,74
45	22,5	0,5309070474	2,83	3,58	2,75
46	23	0,5214685401	2,85	3,62	2,76
47	23,5	0,5120862329	2,87	3,66	2,78
48	24	0,5027611412	2,89	3,71	2,79
49	24,5	0,4934942530	2,90	3,76	2,80
50	25	0,4842865294	2,92	3,80	2,82
51	25,5	0,4751389043	2,94	3,85	2,83
52	26	0,4660522845	2,96	3,90	2,84
53	26,5	0,4570275500	2,98	3,95	2,86
54	27	0,4480655537	3,00	4,00	2,87
55	27,5	0,4391671219	3,01	4,05	2,88
56	28	0,4303330542	3,03	4,11	2,90
57	28,5	0,4215641234	3,05	4,16	2,91
58	29	0,4128610761	3,07	4,22	2,92
59	29,5	0,4042246326	3,09	4,27	2,94
60	30	0,3956554867	3,11	4,33	2,95

Zdroj: vlastní zpracování