



Výnosové křivky

Jan Šrámek

7. listopadu 2003



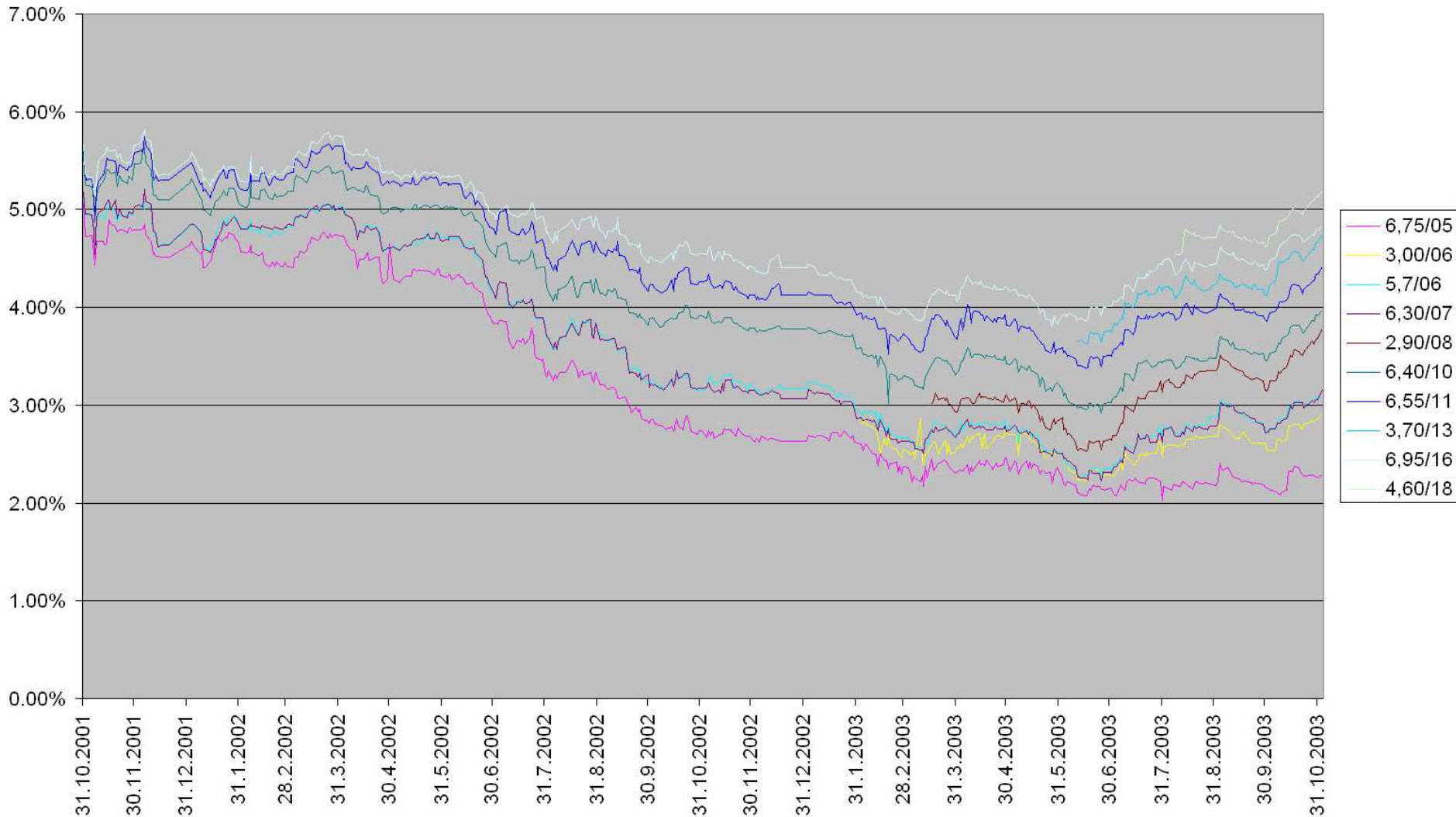
Obsah

- **Teorie tvaru YC**
- **Bezrizikové úrokové míry**
 - Zdroje dat
 - Standardy počtu dní
- **Nelson-Siegel**
- **Bootstrap – odvození zero křivky**
- **Forwardové sazby**

Teorie výnosových křivek

- **Termínová struktura úrokových měr**
- **Výnosová křivka (YC)**
- **Teorie tvaru YC**
 - **Teorie očekávání**
 - forwardy = očekávané spot zero-sazby
 - **Teorie oddělených trhů**
 - krátko-, středně- a dlouhodobé sazby jsou určeny odděleně nabídkou a poptávkou v těchto segmentech
 - **Teorie preferovaných umístění**
 - investoři radši ukládají na krátko (chrání si likviditu)
 - dlužníci si radši půjčují fix na dlouho
 - => zvýšené dlouhodobé sazby přinášejí rovnováhu

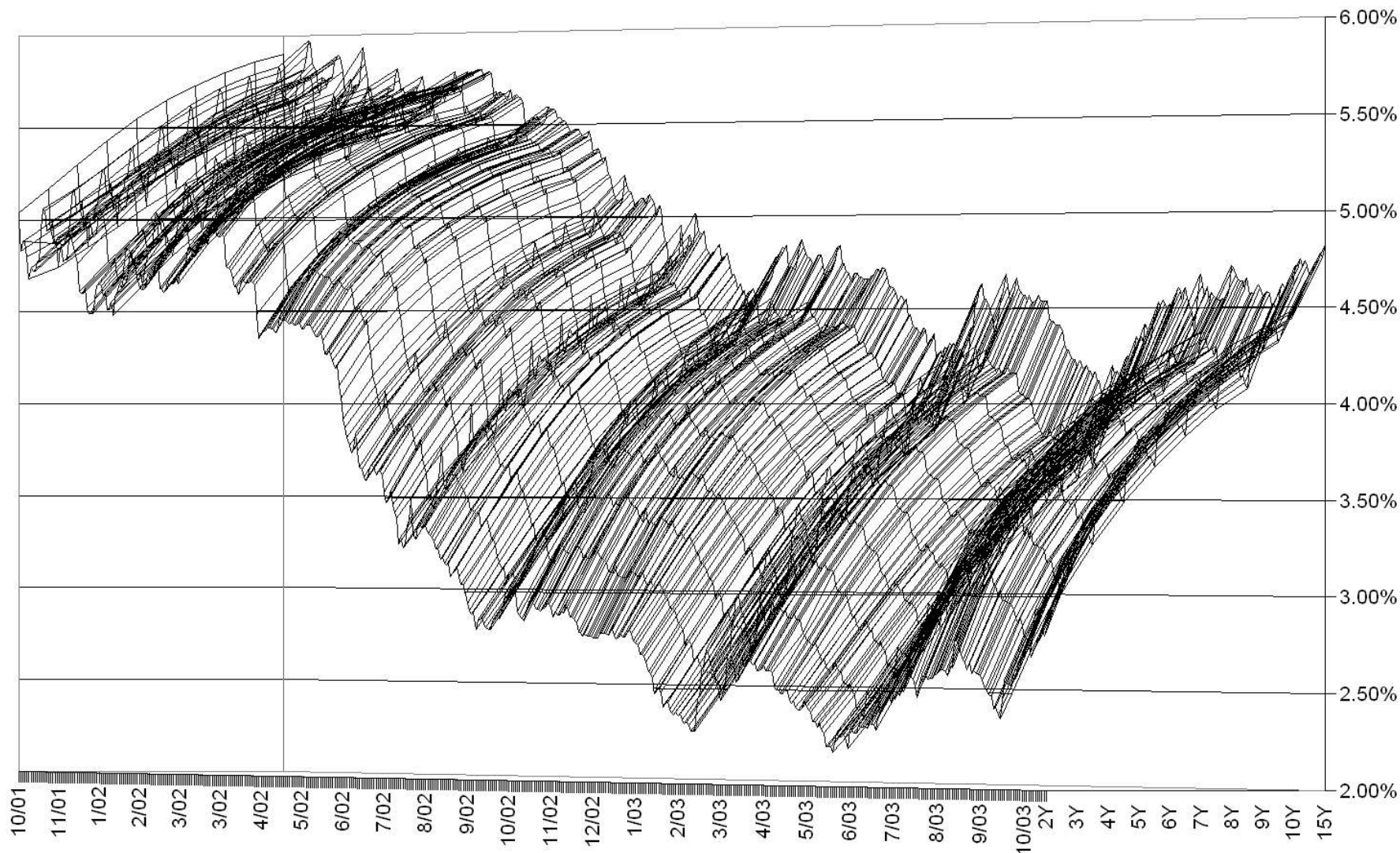
Vývoj sazeb SD (posl. 2 roky)



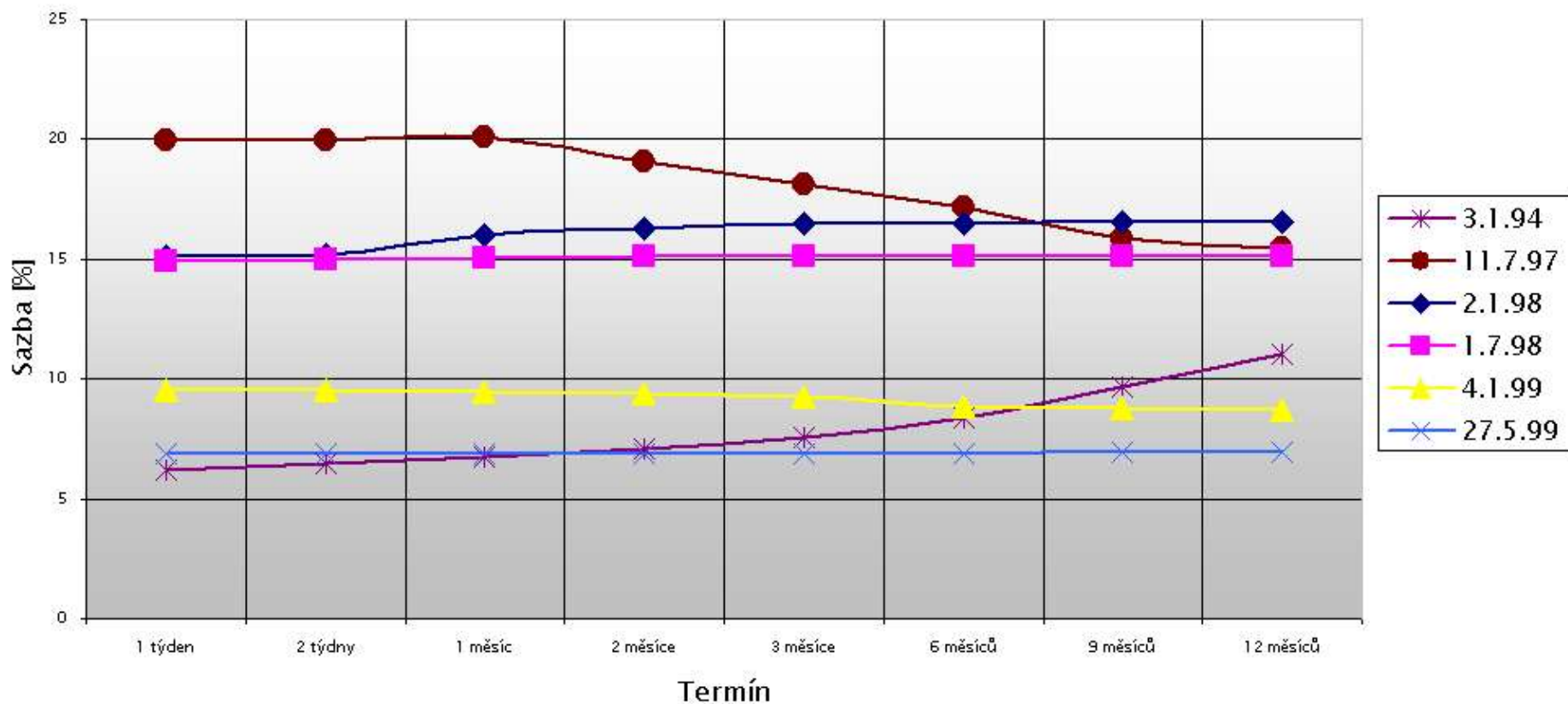
Vývoj sazeb swapů (posl. 2 roky)



Vývoj sazeb swapů (posl. 2 roky)



Tvary výnosové křivky – PRIBOR



Bezriziková úroková míra (RFR)

- **Státní dluhopisy**

- malé množství instrumentů
- nutnost silně interpolovat, neboť doba do splatnosti je neceločíselná, každý den se zkracuje
- kupony se vyplácejí v neregulárních datech a v různé výši => stěží se odvodí zero-křivku

- **Swapy**

- na efektivních trzích nízký spread vůči SD
- dostatečně likvidní
- snadno se odvodí zero-křivka
- vazba na *IBOR (cena kapitálu alternativních příležitostí = RFR; užívá se při oceňování derivátů)

- **Jiné metody**

Zdroje dat

- **Bloomberg**
- **Reuters**
- **(www.Patria.cz)**
- **Jiné**

GRAB

Curncy **IYC**

Hit <PAGE> for graph or <MENU> for list of curves.

YIELD CURVE - CZECH REPUBLIC

Page 2/2

DATE 11/ 5/03

	DESCRIPTION	PRICE	SRC	LAST UPDATE	YIELD	HEDGED YIELD
3MO	1) CZECH PRIBOR/BID	M 2.0100	BLP	11:09	2.0100	2.0600
6MO	2) CZECH PRIBOR/BID	M 2.0500	BLP	11:09	2.0500	2.1000
1YR	3) CZGB 6 ³ / ₄ 02/18/05	M105.3000	AAPG	12:22	2.4548	2.5699
2YR	4) CZGB 3 01/20/06	M100.1500	AAPG	13:05	2.9253	2.9967
3YR	5) CZGB 5.7 10/26/06	M107.0000	AAPG	13:05	3.1843	3.2357
4YR	6) CZGB 2.9 03/17/08	M 96.5500	AAPG	13:22	3.7712	3.8100
5YR	7)					
6YR	8)					
7YR	9) CZGB 6.4 04/14/10	M113.6000	AAPG	14:31	3.9569	3.9817
8YR	10) CZGB 6.55 10/05/11	M114.1500	AAPG	14:31	4.3904	4.4115
9YR	11)					
10YR	12) CZGB 3.7 06/16/13	M 92.2000	AAPG	14:31	4.7268	4.7476
15YR	13) CZGB 4.6 08/18/18	M 94.1500	AAPG	14:31	5.1742	5.1895
20YR	14)					
30YR	15)					

To change price source for securities, use <FMPS>.

Yields are based on STANDARD settlement and are Conventional

Australia 61 2 9777 8600

Brazil 5511 3048 4500

Europe 44 20 7330 7500

Germany 49 69 920410

Hong Kong 852 2977 6000 Japan 81 3 3201 8900 Singapore 65 6212 1000 U.S. 1 212 318 2000

Copyright 2003 Bloomberg L.P.
G585-915-2 05-Nov-03 14:57:26



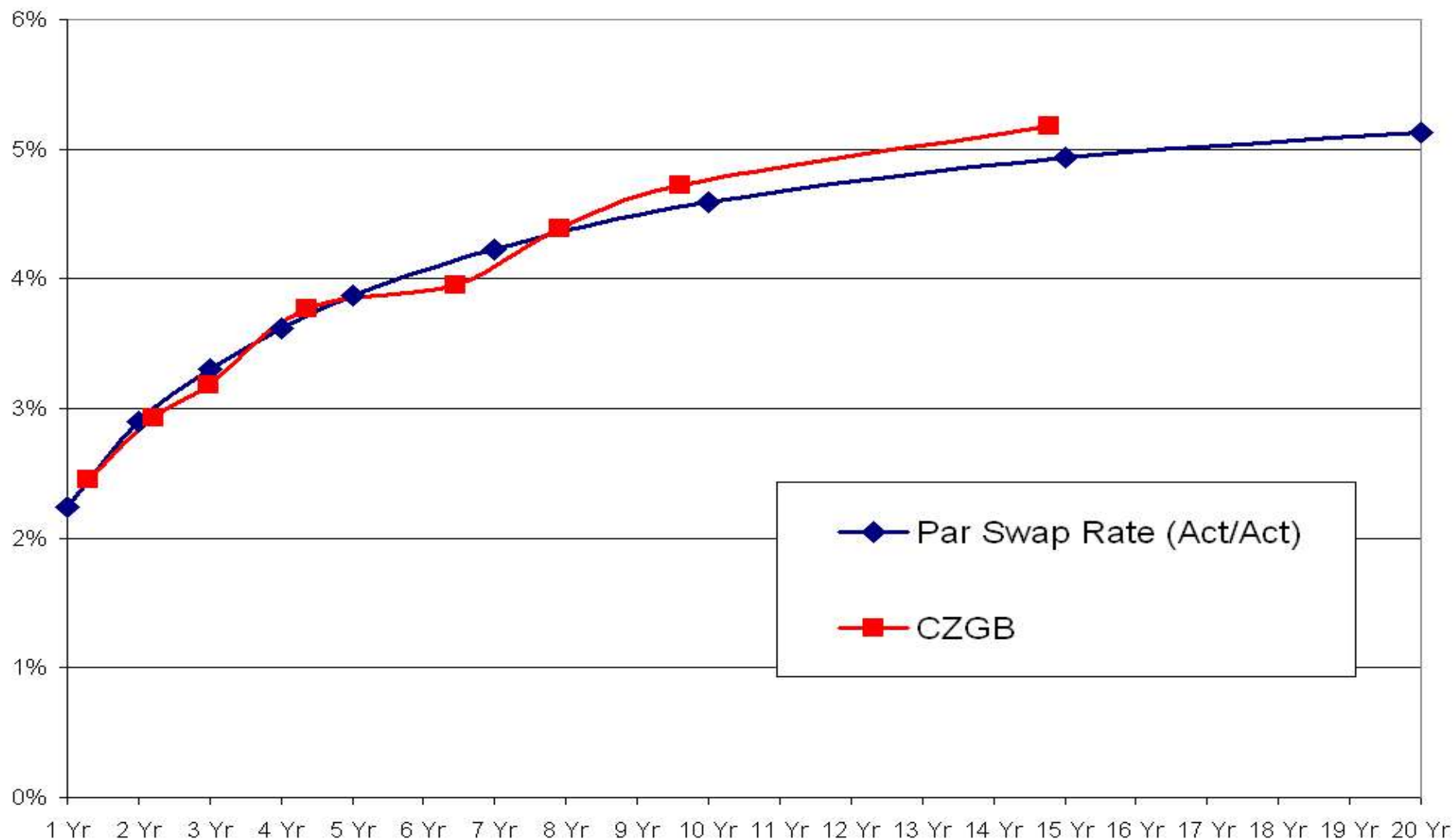
FORWARD CURVE ANALYSIS

Czech Republic

BASE CURVE DEFAULTS - BGN			TERM	YIELD	2/ 9/04	P	5/ 7/04	P	11/ 8/04	P
Curve Dated: 11/ 5/03				1 Wk	2.0300		2.0946	R	2.1774	R
Settlement Date: 11/ 7/03			D	1 Mo	2.0400		2.1046	O	2.1900	O
Coupon/Spot: C			E R	2 Mo	2.0500		2.1186	J	2.2058	J
Bid/Ask/Mid: M			P A	3 Mo	2.0600		2.1331	E	2.2232	E
FMC # or SWDF # 37			O T	4 Mo	2.0727		2.1507	C	2.2397	C
			S E	5 Mo	2.0864		2.1676	T	2.2565	T
			I S	6 Mo	2.1000		2.1847	E	2.2742	E
			T	9 Mo	2.1500		2.2386	D	2.5342	D
				1 Yr	2.2000		2.4513		2.7526	
				2 Yr	2.8600		3.0850		3.3122	
			S R	3 Yr	3.2600		3.4574		3.6483	
			W A	4 Yr	3.5700		3.7435		3.9064	
			A T	5 Yr	3.8100		3.9646		4.1106	
			P E	7 Yr	4.1700		4.2977		4.4177	
			S	10Yr	4.5200		4.6114		4.6964	
				15Yr	4.8600		4.9415		5.0173	
				20Yr	5.0500		n/a		n/a	

- 1 Graph
- 2 Update Curve
- 3 Forwards Analysis

Zdroje dat – Bloomberg (5. 11. 2003)



Standardy počtu dní

- **Actual/360 (Swapy)**

- pro získání ročních sazeb je nutné přenásobit kotovanou sazbu zlomkem:

$$\frac{\textit{skutečný počet dní}}{360}$$

- sazba přesahující svým obdobím přestupný 29. únor ???

- všude 365/360
- geom. průměr (př. 4-letá sazba)

$$\frac{\sqrt[4]{366 \cdot 365 \cdot 365 \cdot 365}}{360}$$

- **30/360 (CZGB) – není nutná úprava**

Nelson-Siegel – teorie

- Výnosová křivka $Y(t)$ se proloží následující křivkou:

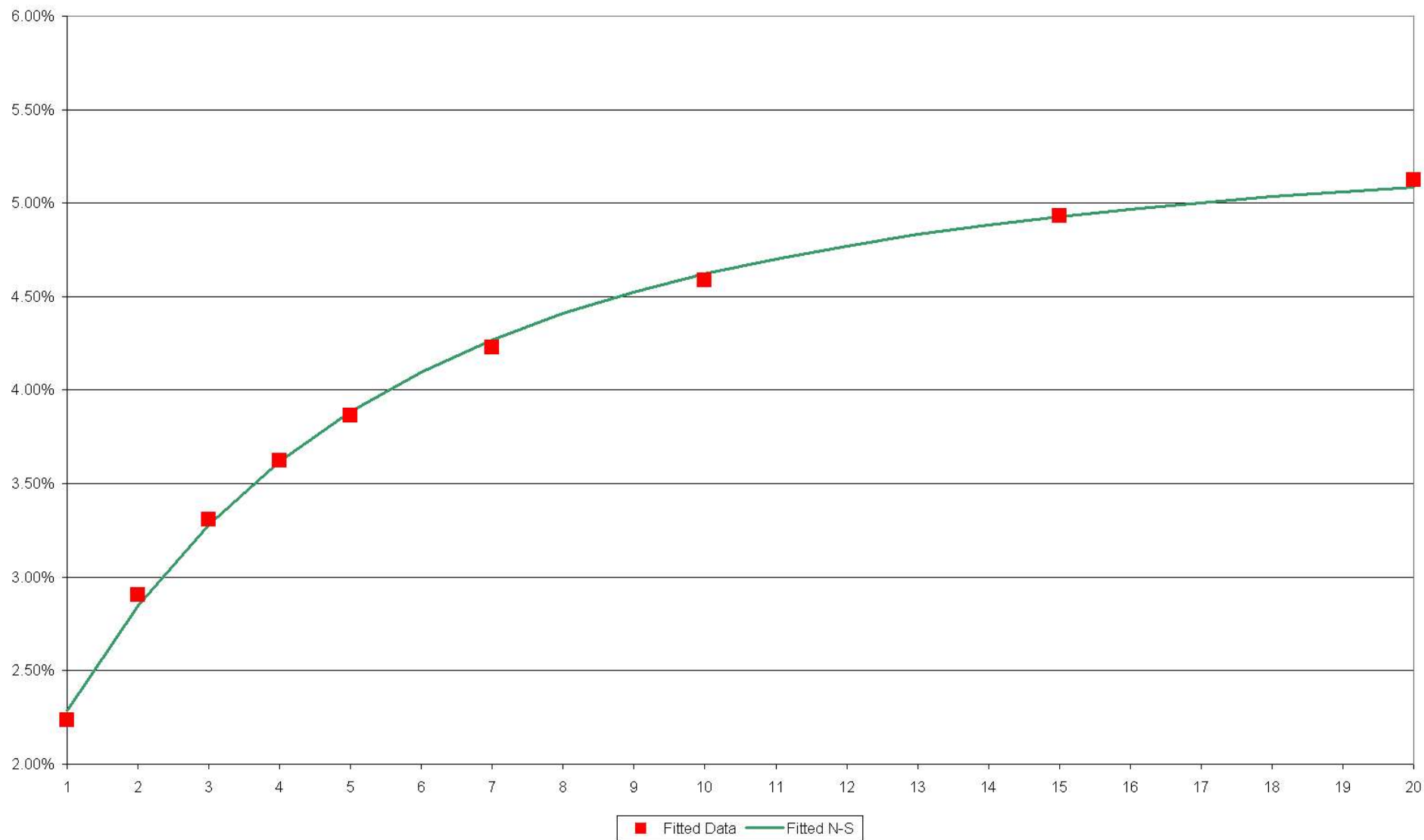
$$Y(t) = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) \frac{1 - e^{-t/\gamma}}{t/\gamma} - \beta_2 e^{-t/\gamma}$$

- tato křivka má příznivé vlastnosti – dokáže velmi dobře napodobit většinu tvarů YC , které se ve skutečnosti objevují
- Parametry β_i se odhadnou pomocí regrese
- Parametr γ se odhadne minimalizací reziduálního součtu čtverců

N-S interpolace

- Abychom mohli odvodit zero-křivku z kupónové křivky, musím znát kupónové sazby pro vš. tenory => nutnost interpolace
 - Lineárně => vychází nehladká křivka forwardů
 - Nelson-Siegel, kubické spliny apod.
- N-S proložením všech dostupných dat dostaneme dobré přiblížení, které však není přesným proložením.

N-S interpolace všech dat



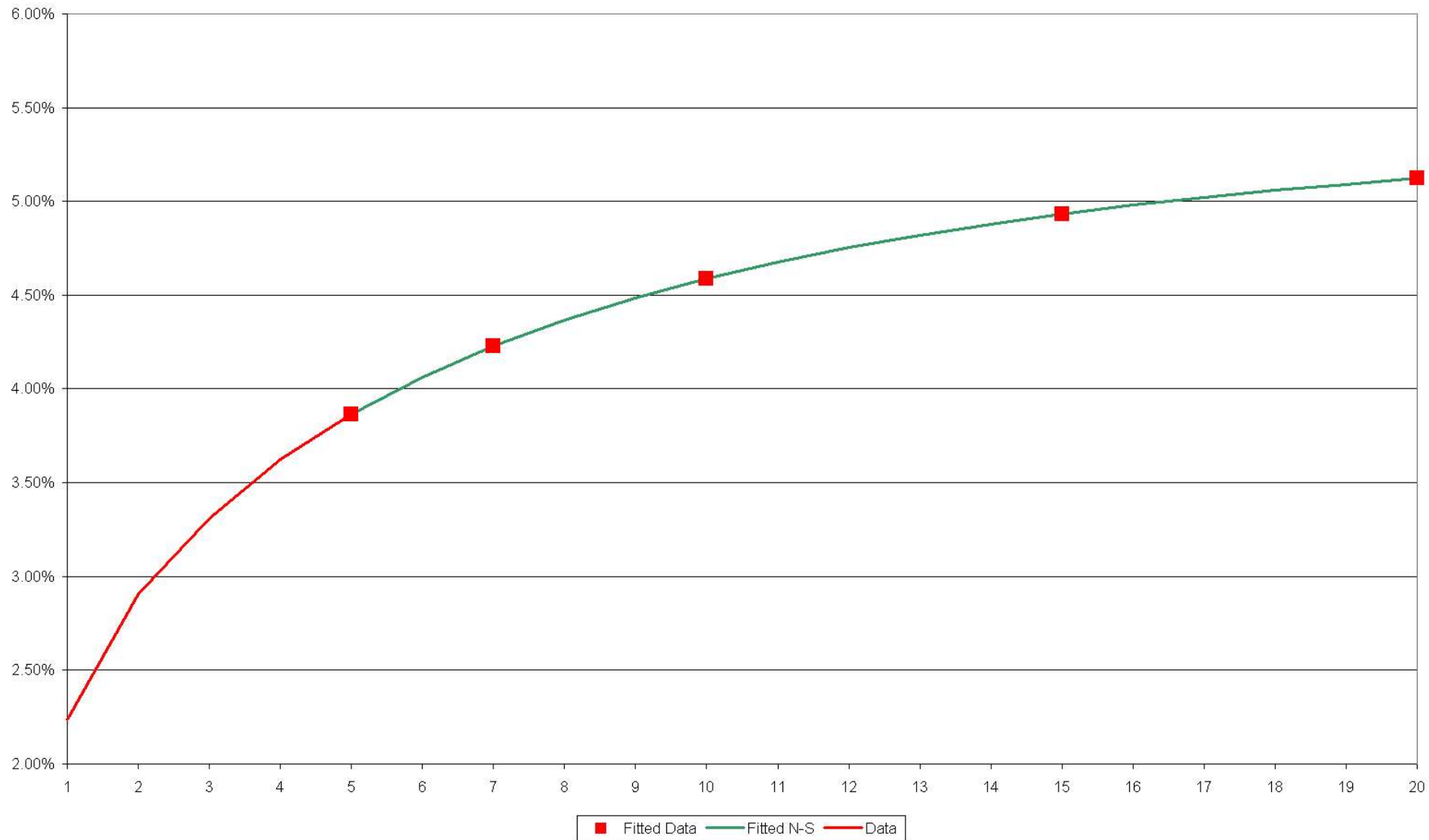
N-S interpolace (pokr.)

- Hodnoty do 5 let známe přesně, není je tedy třeba prokládat
- K získání lepšího proložení použijeme jen hodnoty dat nad 5Y (tj. 5Y, 7Y, 10Y, 15Y a 20Y) – ty proložíme N-S
- Výsledkem je celkem přesná interpolace, která ve výsledku vede k hladkým forwardům

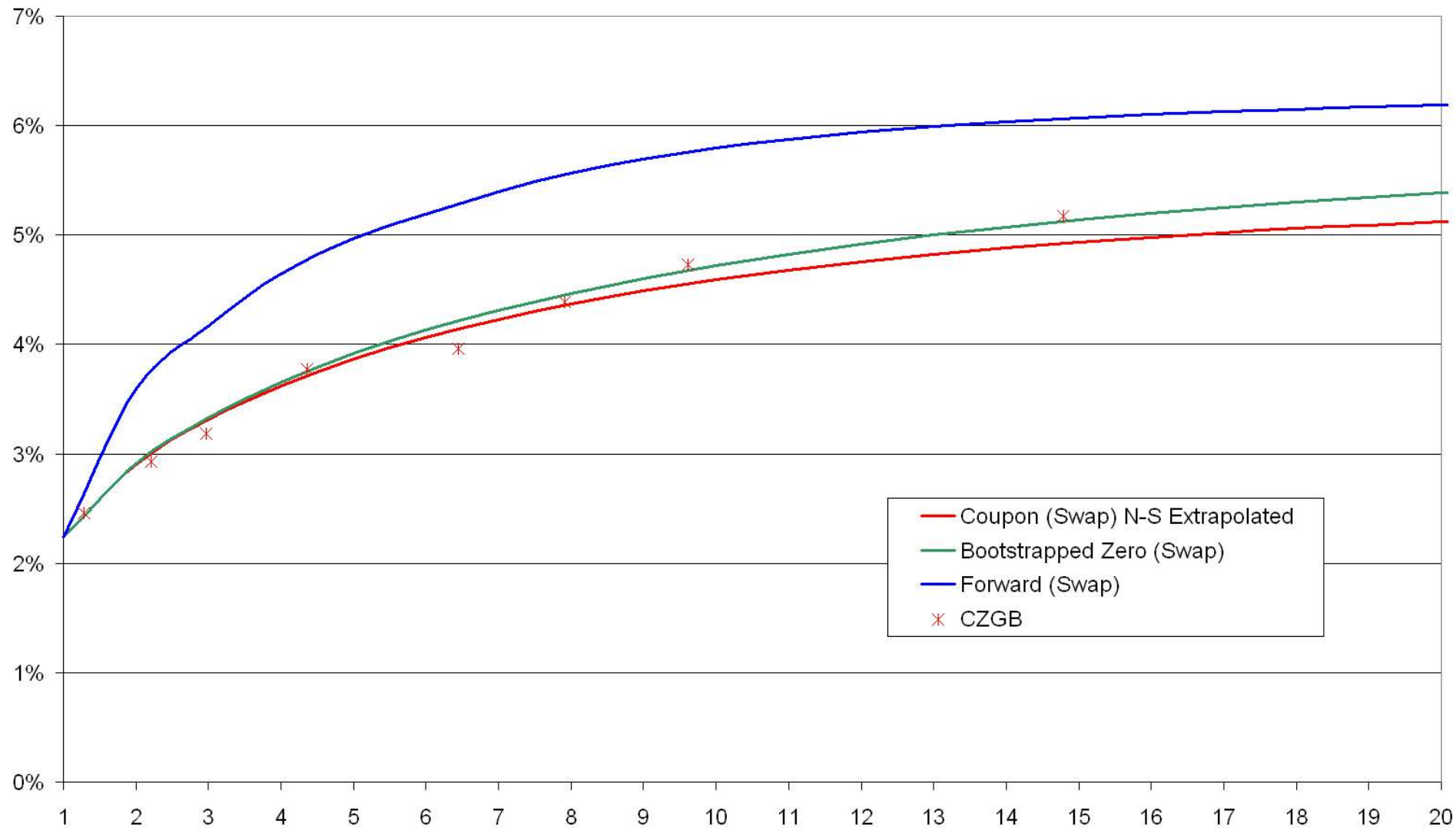
Bootstrap

- Nyní máme kupónové sazby swapů od 1Y do 20Y (a více) po letech.
- Nasadíme metodu bootstrap na odvození zero-křivky.
- Výsledek je pro roky 1Y-20Y vyhovující, při následném odvození forwardových sazeb však dostaneme nepříznivý tvar forwardové YC pro větší tenory => nutnost extrapolovat zero-křivku „rozumným“ způsobem => N-S

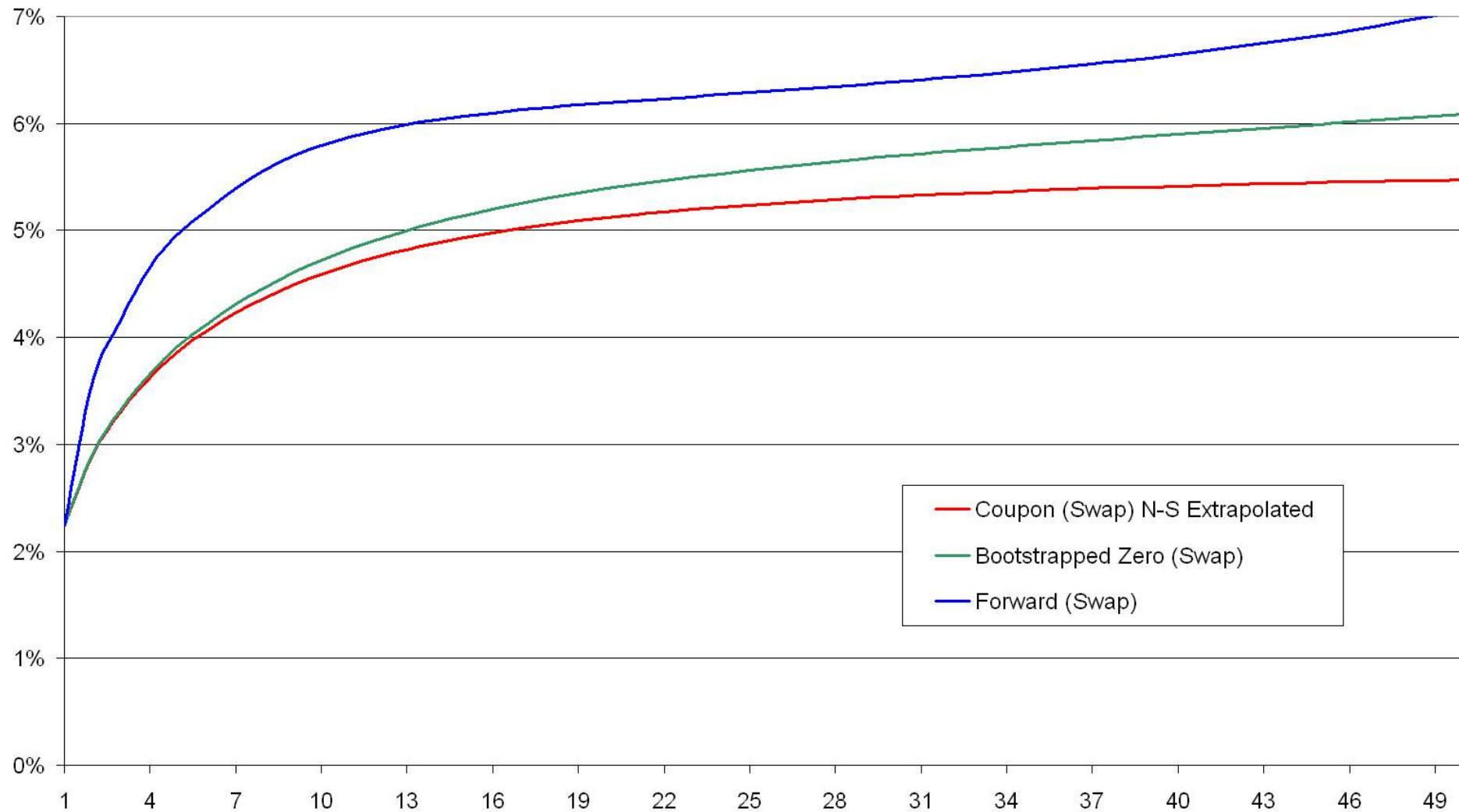
N-S interpolace nad 5Y



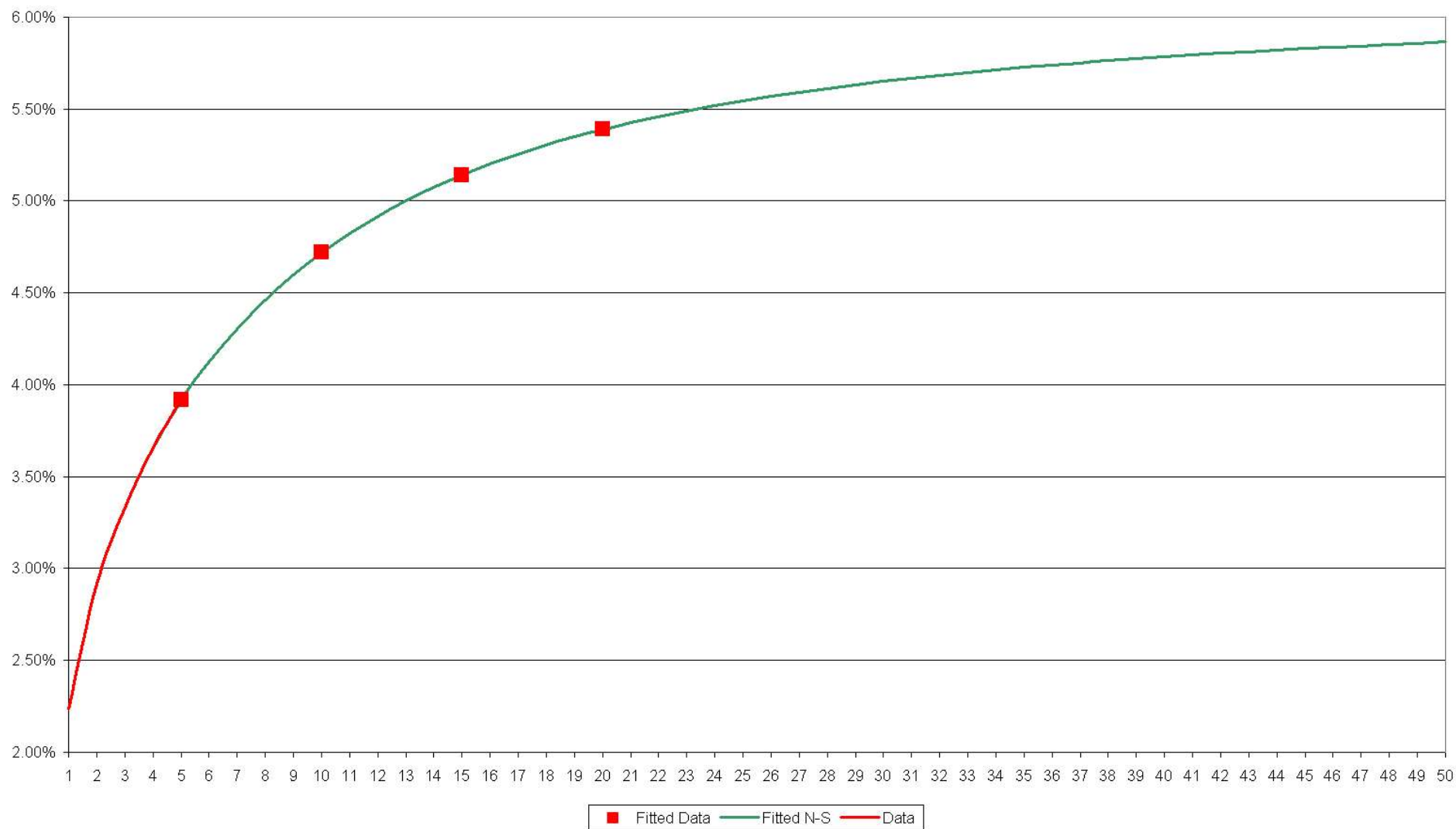
Bootstrap (pokr.)



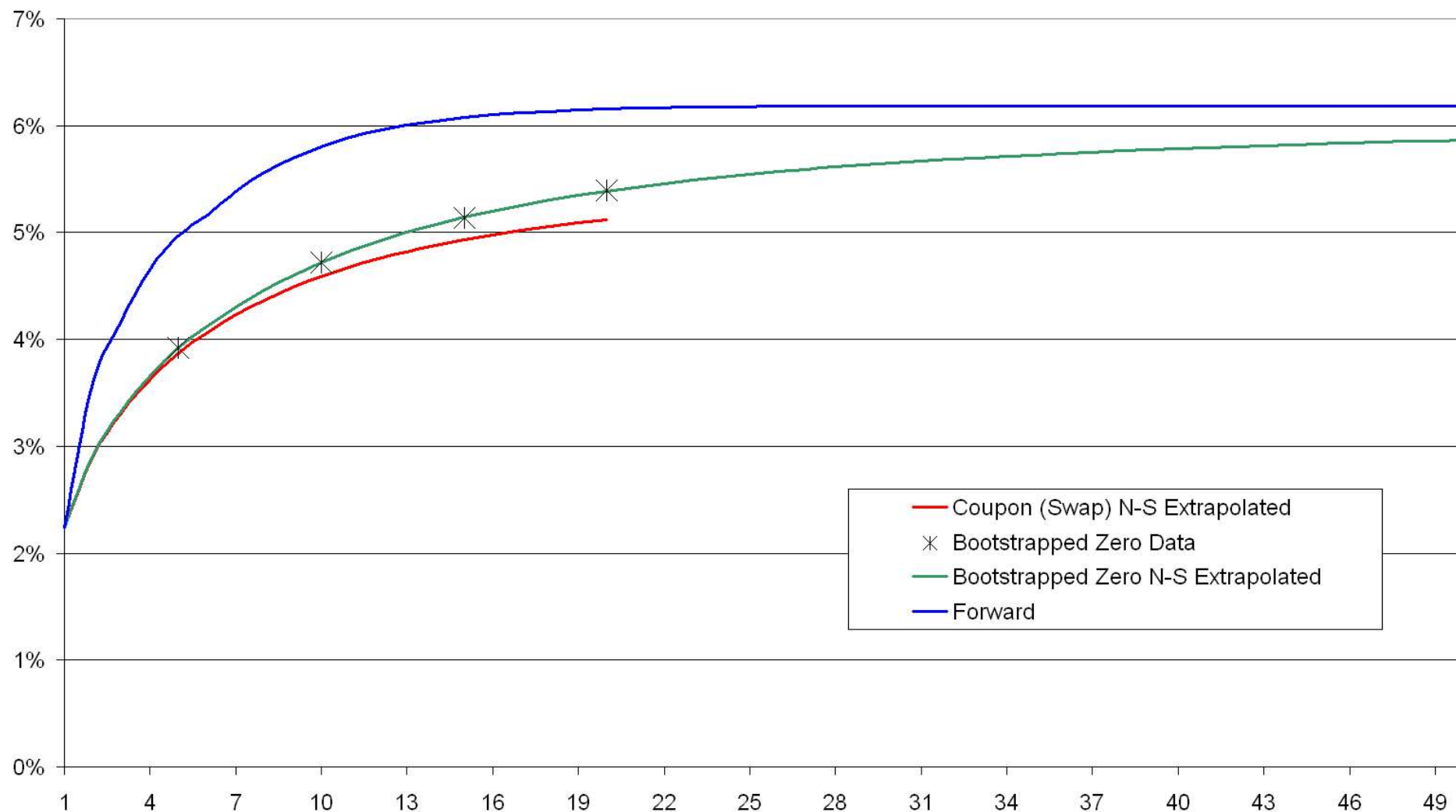
Bootstrap (pokr.)



N-S extrapolace zero-křivky



Výpočet forwardových sazeb = RFR



Bezrizikové sazby (5. 11. 2003)

Term	Coupon (Swap) N-S Extrapolated	Bootstrapped Zero (Swap)	Forward (Swap)	Bootstrapped Zero N-S Extrapolated	Forward	Term	Coupon (Swap) N-S Extrapolated	Bootstrapped Zero (Swap)	Forward (Swap)	Bootstrapped Zero N-S Extrapolated	Forward
1	2.24%	2.24%	2.24%	2.24%	2.24%	26	5.26%	5.59%	6.31%	5.57%	6.18%
2	2.90%	2.91%	3.59%	2.91%	3.59%	27	5.27%	5.62%	6.32%	5.59%	6.18%
3	3.31%	3.33%	4.17%	3.33%	4.17%	28	5.29%	5.64%	6.34%	5.61%	6.18%
4	3.62%	3.66%	4.65%	3.66%	4.65%	29	5.30%	5.67%	6.36%	5.63%	6.18%
5	3.87%	3.92%	4.96%	3.92%	4.96%	30	5.32%	5.69%	6.38%	5.65%	6.18%
6	4.06%	4.13%	5.19%	4.12%	5.17%	31	5.33%	5.71%	6.41%	5.67%	6.19%
7	4.23%	4.31%	5.40%	4.30%	5.39%	32	5.34%	5.74%	6.43%	5.68%	6.19%
8	4.37%	4.47%	5.56%	4.46%	5.56%	33	5.35%	5.76%	6.45%	5.70%	6.19%
9	4.49%	4.60%	5.69%	4.60%	5.70%	34	5.36%	5.78%	6.48%	5.71%	6.19%
10	4.59%	4.72%	5.79%	4.72%	5.81%	35	5.37%	5.80%	6.50%	5.73%	6.19%
11	4.68%	4.82%	5.87%	4.82%	5.89%	36	5.38%	5.82%	6.53%	5.74%	6.19%
12	4.75%	4.92%	5.94%	4.92%	5.95%	37	5.39%	5.84%	6.55%	5.75%	6.19%
13	4.82%	5.00%	5.99%	5.00%	6.01%	38	5.40%	5.86%	6.58%	5.76%	6.19%
14	4.88%	5.07%	6.03%	5.08%	6.05%	39	5.41%	5.88%	6.61%	5.77%	6.19%
15	4.93%	5.14%	6.07%	5.14%	6.08%	40	5.41%	5.90%	6.64%	5.78%	6.19%
16	4.98%	5.20%	6.10%	5.20%	6.10%	41	5.42%	5.92%	6.68%	5.79%	6.19%
17	5.02%	5.25%	6.13%	5.26%	6.12%	42	5.43%	5.94%	6.71%	5.80%	6.19%
18	5.06%	5.30%	6.15%	5.30%	6.13%	43	5.43%	5.95%	6.75%	5.81%	6.19%
19	5.09%	5.35%	6.17%	5.35%	6.15%	44	5.44%	5.97%	6.79%	5.82%	6.19%
20	5.12%	5.39%	6.19%	5.39%	6.16%	45	5.45%	5.99%	6.83%	5.83%	6.19%
21	5.15%	5.43%	6.21%	5.42%	6.16%	46	5.45%	6.01%	6.87%	5.84%	6.19%
22	5.17%	5.47%	6.23%	5.46%	6.17%	47	5.46%	6.03%	6.91%	5.84%	6.19%
23	5.20%	5.50%	6.25%	5.49%	6.17%	48	5.46%	6.05%	6.96%	5.85%	6.19%
24	5.22%	5.53%	6.27%	5.52%	6.18%	49	5.47%	6.07%	7.01%	5.86%	6.19%
25	5.24%	5.56%	6.29%	5.54%	6.18%	50	5.47%	6.09%	7.06%	5.86%	6.19%

Závěr

- **Otázky?**

Děkuji za Váš za pozornost