

## Swap (IRS) i FRA

### Przykład 1. Standardowy swap procentowy

Dealer proponuje następujące stałe stopy dla standardowej "plain vanilla" procentowej transakcji swap.

Termin wygaśnięcia	Stopa dla obligacji skarbowych	Marża zakupu bid (pkb)	Marża sprzedaży ask (pkb)	Efektywna stała stopa swap
2	9,76%	26	29	10,02% - 10,05%
3	9,92%	28	31	10,20% - 10,23%
4	10,10%	30	33	10,40% - 10,43%
5	10,41%	27	31	10,68% - 10,72%
7	10,64%	36	40	11,00% - 11,04%
10	10,82%	38	42	11,20% - 11,24%
15	11,09%	58	63	11,67% - 11,72%

Dealer zawiera umowę z klientem X. Warunki umowy swap są następujące:

Termin początkowy:	15-sty-00
Termin końcowy:	15-sty-05
Kapitał (hipotetyczny)	10 000 000
Płacący stopę stałą:	Klient X
Staća stopa oprocentowania:	10,72%
Staća stopa oprocentowania, dni	365
Otrzymujący stopę stałą:	Dealer
Stopa zmienna:	6 mies. WIBOR
Stopa zmienna, dni	360
Dni rozliczenia:	15 stycznia i 15 lipca każdego roku
Sposób ustalenia WIBOR	Ustalana z góry, płatna z dołu

Dealer zawiera umowę z klientem Y. Warunki umowy swap są następujące:

Termin początkowy:	15-sty-00
Termin końcowy:	15-sty-05
Kapitał (hipotetyczny)	10 000 000
Płacący stopę stałą:	Dealer
Staća stopa oprocentowania:	10,68%
Staća stopa oprocentowania, dni	365
Otrzymujący stopę stałą:	Klient Y
Stopa zmienna:	6 mies. WIBOR
Stopa zmienna, dni	360
Dni rozliczenia:	15 stycznia i 15 lipca każdego roku
Sposób ustalenia WIBOR	Ustalana z góry, płatna z dołu

**Polecenia:**

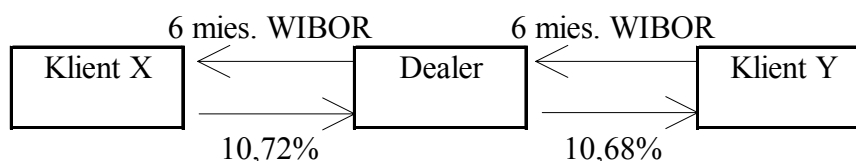
1. Narysować diagram dla transakcji swap oraz zaznaczyć stopy procentowe.
2. Jak będą kształtowały się strumienie pieniężne (rozliczenia netto), gdyby 6-miesięczna stopa WIBOR w poszczególnych dniach rozliczeń wynosiła:

Data rozliczenia	WIBOR
15-sty-00	10,400%
15-lip-00	10,600%
15-sty-01	9,100%
15-lip-01	8,100%
15-sty-02	7,600%
15-lip-02	9,100%
15-sty-03	10,100%
15-lip-03	10,500%
15-sty-04	10,600%
15-lip-04	8,400%
15-sty-05	10,200%

3. Wyznaczyć prowizję dealera w poszczególnych terminach rozliczeniowych. Ile wynosiłaby prowizja w każdym terminie rozliczenia, gdyby rozliczenie było dokonywane co pół 360 dniowego roku ?

**Rozwiązanie**

Ad 1.



Ad 2.

Data rozliczenia	Liczba dni	WIBOR	Płatność wg stopy zmiennej	Płatność wg stopy stałej	Klient X Wpływy netto
15-sty-00	-	10,400%	-	-	-
15-lip-00	182	10,600%	525 778	534 532	-8 754
15-sty-01	184	9,100%	541 778	540 405	1 372
15-lip-01	181	8,100%	457 528	531 595	-74 067
15-sty-02	184	7,600%	414 000	540 405	-126 405
15-lip-02	181	9,100%	382 111	531 595	-149 483
15-sty-03	184	10,100%	465 111	540 405	-75 294
15-lip-03	181	10,500%	507 806	531 595	-23 789
15-sty-04	184	10,600%	536 667	540 405	-3 739
15-lip-04	182	8,400%	535 889	534 532	1 357
15-sty-05	184	10,200%	429 333	540 405	-111 072
			4 796 000	5 365 874	-569 874

**Przykład 2. Cena swap na podstawie obligacji z odsetkami co pół roku**

Dane są informacje o obligacjach skarbowych z odsetkami płatnymi co pół roku.

Termin wykupu	Stopa kuponowa	Stopa zwrotu
1	0,0%	6,0%
2	0,0%	6,4%
3	6,0%	7,0%
4	7,0%	7,5%
5	9,0%	7,8%
6	8,0%	8,1%

Dzisiejszy dzień: 20-11-98.

Stała kwota kapitału wynosi 100 mln zł.

Polecenia:

- Wyznaczyć ceny rynkowe obligacji, teoretyczne stopy spot oraz stopy forward.
- Porównać strumienie pieniężne odsetek wg stopy kuponowej i zwrotu kapitału
  - zdyskontowane wg stóp spot
  - zdyskontowane wg wewnętrznej stopy zwrotu (YTM) dla obligacji z trzyletnim terminem wykupu
- Ile wynosi suma strumieni pieniężnych odsetek wg stóp forward i zwrotu kapitału zaktualizowanych wg stóp spot ?
- Wyznaczyć stałą stopę dla swapu 3-letniego na podstawie stóp forward przyjmując, że odsetki wg stałej stopy będą obliczane
  - w konwencji 30/360
  - w konwencji a/365
  - w konwencji a/360
- Ile wynoszą roczne stopy forward ? Ile wynoszą stałe stopy swap wyznaczone na podstawie rocznych stóp forward ? Porównaj wyniki z wynikami polecenia 4.

**Rozwiązanie**

Ad 1.

t	$c_t$	YTM	$P_M$	$z_t$	$1/(1+z_t/2)^t$	$f_{t-1}$
1	0,0000%	3,0000%	97,09	6,0000%	0,971	6,0000%
2	0,0000%	3,2000%	93,89	6,4000%	0,939	6,8008%
3	3,0000%	3,5000%	98,60	7,0226%	0,902	8,2733%
4	3,5000%	3,7500%	99,09	7,5471%	0,862	9,1287%
5	4,5000%	3,9000%	102,68	7,8766%	0,824	9,1997%
6	4,0000%	4,0500%	99,74	8,1891%	0,786	9,7588%

Stopy spot są wyznaczone w sposób iteracyjny:

$$97,09 = \frac{100}{\left(1 + \frac{z_1}{2}\right)^1}, \text{ stąd } z_1 = 6,0000\%$$

$$93,89 = \frac{0}{(1 + 0,03)^1} + \frac{100}{\left(1 + \frac{z_2}{2}\right)^2}, \text{ stąd } z_2 = 6,4000\%$$

$$98,60 = \frac{3}{(1 + 0,03)^1} + \frac{3}{(1 + 0,032)^2} + \frac{103}{\left(1 + \frac{z_3}{2}\right)^3}, \text{ stąd } z_3 = 7,0226\%$$

$$99,09 = \frac{3,5}{(1 + 0,03)^1} + \frac{3,5}{(1 + 0,032)^2} + \frac{3,5}{(1 + 0,035113)^3} + \frac{103,5}{\left(1 + \frac{z_4}{2}\right)^4},$$

stąd  $z_4 = 7,5471\%$ , itd.

Stopy forward są wyznaczone również w sposób iteracyjny:

$${}_1f_0 = 6,0000\%$$

$${}_2f_1 = 2 \left[ \frac{(1 + 3,2000\%)^2}{(1 + 3,0000\%)^1} - 1 \right] = 6,8008\%$$

$${}_3f_2 = 2 \left[ \frac{(1 + 3,5113\%)^3}{(1 + 3,2000\%)^2} - 1 \right] = 8,2733\%$$

$${}_4f_3 = 2 \left[ \frac{(1 + 3,7735\%)^4}{(1 + 3,5113\%)^3} - 1 \right] = 9,1287\%$$

itd.

Wyznaczone stopy forward są stopami półrocznymi wyrażonymi w skali roku.

Ad 2.

Bez względu na sposób dyskontowania strumieni pieniężnych otrzymujemy cenę obligacji.

t	Str. pien.	St. dysk. = st. spot		St. dysk. = YTM	
		Wsp.dys.	Str. zdysk.	Wsp.dys.	Str. zdysk.
1	4,0000%	0,971	3,8835%	0,961	3,8443%
2	4,0000%	0,939	3,7558%	0,924	3,6947%
3	4,0000%	0,902	3,6066%	0,888	3,5509%
4	4,0000%	0,862	3,4492%	0,853	3,4126%
5	4,0000%	0,824	3,2975%	0,820	3,2798%
6	104,0000%	0,786	81,7458%	0,788	81,9560%
		Σ	99,7383%	Σ	99,7383%

Ad 3.

Wartość odsetek liczonych wg stóp forward i zwrotu kapitału zdyskontowana wg stóp spot jest równa dzisiejszej wartości kapitału (100%).

t	Str. pien.	Wsp.dys.	Str. zdysk.
1	3,0000%	0,971	2,9126%
2	3,4004%	0,939	3,1928%
3	4,1367%	0,902	3,7298%
4	4,5643%	0,862	3,9358%
5	4,5998%	0,824	3,7920%
6	104,8794%	0,786	82,4370%
		Σ	100,0000%

Ad 4.

t	termin	$p_t$	$\left(1 + \frac{z_t}{2}\right)^t$	$\frac{1}{\left(1 + \frac{z_t}{2}\right)^t}$	$1 + \frac{{}_t f_{t-1}}{2}$	${}_t f_{t-1}$
1	20-05-99	181	103,00%	97,09%	103,00%	6,00%
2	20-11-99	184	106,50%	93,89%	103,40%	6,80%
3	20-05-00	182	110,91%	90,16%	104,14%	8,27%
4	20-11-00	184	115,97%	86,23%	104,56%	9,13%
5	20-05-01	181	121,30%	82,44%	104,60%	9,20%
6	20-11-01	184	127,22%	78,60%	104,88%	9,76%

t	$K_t$	$\sum_{t=1}^T \frac{{}_t f_{t-1}}{2} K_t$	$\sum_{t=1}^T \frac{1}{2} K_t$	$s_{30/360}$	$\sum_{t=1}^T \frac{p_t}{\left(1 + \frac{z_t}{2}\right)^t} K_t$	$s_{a/365}$	$\sum_{t=1}^T \frac{p_t}{\left(1 + \frac{z_t}{2}\right)^t} K_t$	$s_{a/360}$
1	100	2,9	48,5	6,00%	48,1	6,05%	48,8	5,97%
2	100	6,1	95,5	6,39%	95,5	6,39%	96,8	6,31%
3	100	9,8	140,6	7,00%	140,4	7,00%	142,4	6,91%
4	100	13,8	183,7	7,50%	183,9	7,49%	186,5	7,39%
5	100	17,6	224,9	7,81%	224,8	7,81%	227,9	7,71%
6	100	21,4	264,2	8,10%	264,4	8,09%	268,1	7,98%

Przeciętna dla rozpiętości bid-ask stała stopa umowy swap w konwencji 30/360 wynosi 8,0990%, w konwencji a/365 wynosi 8,0929%, a w konwencji a/360 wynosi 7,9820%.

Ad 5.

Stopy wyznaczone w poleceniu pierwszym są półrocznymi stopami forward wyrażonymi w skali roku. Jak wyznaczyć roczne stopy forward ?

Sposób 1.

Stopy spot na koniec każdego roku są dane.

Na podstawie tych stóp spot wyznaczamy stopy forward.

Termin	Spot	Forward
1	6,4000%	6,4000%
2	7,5471%	8,7066%
3	8,1891%	9,4846%

Sposób 2.

Wyznaczamy stopy spot oraz stopy forward na podstawie stóp kuponowych i stóp zwrotu dla obligacji z terminami wykupu przypadającymi dla równych lat.

t	$c_t$	YTM	$P_M$	$z_t$	$1/(1+z_t)^t$	$f_t$
1	0,0000%	6,4000%	93,98	6,4000%	0,940	6,4000%
2	7,0000%	7,5000%	99,10	7,5391%	0,865	8,6904%
3	8,0000%	8,1000%	99,74	8,1801%	0,790	9,4737%

Wyznaczone stałe stopy swap na podstawie rocznych stóp forward różnią się od stóp wyznaczonych na podstawie półrocznych stóp forward.

t	Stopy swap			Różnice (pkb) w stos. do stóp swap z pol. 4	
	Polec. 4	Sposób 1	Sposób 2		
1	6,394%	6,400%	6,400%	0,6	0,6
2	7,497%	7,505%	7,498%	0,8	0,1
3	8,099%	8,108%	8,099%	0,9	0,0

**Przykład 3. Wycena wartości rynkowej umowy swap**

Kilka lat temu zawarto umowę swap. Kapitał (NP) wynosi 1 000 000 zł. Stała stopa w umowie wynosi 6,0% rocznie. Terminy rozliczenia ustalono co pół roku. Dziś, na dwa lata przed wygaśnięciem umowy, poziom rynkowej stałej stopy swap dla umowy z terminem 2-letnim wynosi 7,0% rocznie.

Polecenia:

1. Jaka jest wartość MTM (marked-to-market) na cztery okresy półroczne do wygaśnięcia umowy dla płażącego stopę stałą?
2. Jaka jest wartość MTM dla otrzymującego stopę stałą ?

**Rozwiązanie**

Ad 1.

Sposób I

	0	1	2	3	4	
Strumień	100,00%	-3,00%	-3,00%	-3,00%	-103,00%	
Stopa dyskontowa	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	
Wsp. dysk.	1,0000	0,9662	0,9335	0,9019	0,8714	Σ
Strumień zdysk.	100,00%	-2,90%	-2,80%	-2,71%	-89,76%	1,84%

Suma zaktualizowanych strumieni pieniężnych wynosi 1,84%, zatem

$MTM = 1,84\% * 1\ 000\ 000 = 18\ 365\ \text{zł}$ .

Sposób II

Wartość MTM może być również wyznaczona jako wartość dzisiejsza różnic pomiędzy aktualną rynkową stopą swap a stałą stopą z umowy. Stopą aktualizacji jest aktualna rynkowa stopa swap.

	0	1	2	3	4	
Strumień		0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	Σ
Strumień zdysk.		0,48%	0,47%	0,45%	0,44%	1,84%

Suma zaktualizowanych strumieni pieniężnych wynosi 1,84%, zatem

$MTM = 1,84\% * 1\ 000\ 000 = 18\ 365\ \text{zł}$ .

Ad 2.

Wartość dla otrzymującego stałą stopę ma znak przeciwny.