

Metodologia wyznaczania greckich współczynników.

(1) Dane wejściowe.

Greckie współczynniki kalkulowane są po zamknięciu sesji na podstawie następujących danych:

- S – wartość zamknięcia indeksu WIG20 (pkt),
- X – kurs wykonania opcji (pkt),
- r – wolna od ryzyka stopa procentowa (%) – wyznaczana zgodnie z zasadami określonymi w załączniku nr 1
- q – roczna stopa dywidendy dla indeksu (%) – wyznaczona zgodnie z zasadami określonymi w załączniku nr 3
- zm – zmienność indeksu WIG20 (%) – wyznaczona zgodnie z zasadami określonymi w załączniku nr 2
- T – czas do wygaśnięcia w latach (T = liczba dni do dnia wygaśnięcia opcji / 365 dni).

(2) Określenie wartości dystrybuanty rozkładu normalnego w punktach d1 oraz d2.

Wartości punktów d1, d2 określa się wg następujących wzorów:

$$d1 = \frac{\ln(S/X) + (r - q + zm^2/2) \times T}{zm \times \sqrt{T}} \quad (\text{wzór 1})$$

$$d2 = d1 - zm \times \sqrt{T} \quad (\text{wzór 2})$$

Dla w/w punktów wyznaczane są wartości dystrybuanty rozkładu normalnego:

- wartość dystrybuanty rozkładu normalnego w punkcie d1 oznaczana jest jako N(d1).
- wartość dystrybuanty rozkładu normalnego w punkcie d2 oznaczana jest jako N(d2)

Dystrybuantę rozkładu normalnego w punkcie d1 określa się wg następujących wzorów (dystrybuantę rozkładu normalnego w punkcie d2 wyznacza się w identyczny sposób).

W przypadku gdy zmienna d1 jest większa równa zero dystrybuanta wynosi:

$$N(d1) = 1 - (\alpha_1 k + \alpha_2 k^2 + \alpha_3 k^3) N'(d1) \quad (\text{wzór 3})$$

W przypadku gdy zmienna d1 jest mniejsza od zera dystrybuanta wynosi:

$$N(d1) = 1 - N(-d1) \quad \text{dla } d1 < 0 \quad (\text{wzór 4})$$

gdzie:

$$N'(d1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{d1^2}{2}} \quad (\text{wzór 5})$$

$$\alpha = 0,33267$$

$$a_1 = 0,4361836$$

$$a_2 = -0,1201676$$

$$a_3 = 0,937298$$

$$k = 1 / (1 + \alpha d_1)$$

(3) Wzory na kalkulację poszczególnych greckich współczynników.

- Współczynnik Delta (Δ) (wzór 6)

- Współczynnik delta dla europejskiej opcji kupna
delta opcji kupna = $N(d_1) \times e^{-qT}$

- Współczynnik delta dla europejskiej opcji sprzedaży
delta opcji sprzedaży = $(N(d_1) - 1) \times e^{-qT}$

- Współczynnik Gamma (Γ) (wzór 7)

Współczynnik gamma dla europejskich opcji kupna i sprzedaży

$$gamma = \frac{N'(d_1) \times e^{-qT}}{S \times zm \times \sqrt{T}} \quad (wzór 8)$$

gdzie

$N'(d_1)$ określane jest zgodnie ze wzorem 5

- Współczynnik Theta (Θ)

- Współczynnik theta dla europejskiej opcji kupna

$$theta = \frac{-\frac{S \times N'(d_1) \times zm \times e^{-qT}}{2 \times \sqrt{T}} + qSN(d_1)e^{-qT} - r \times X \times e^{-rT} \times N(d_2)}{365} \quad (wzór 9)$$

gdzie:

$N'(d_1)$ określane jest zgodnie ze wzorem 5

$N(d_2)$ określane jest zgodnie ze wzorem 3 lub 4 dla zmiennej d_2

- Współczynnik theta dla europejskiej opcji sprzedaży

$$theta = \frac{-\frac{S \times N'(d_1) \times zm \times e^{-qT}}{2 \times \sqrt{T}} - qSN(-d_1)e^{-qT} + r \times X \times e^{-rT} \times N(-d_2)}{365} \quad (wzór 10)$$

gdzie:

$N'(d_1)$ określane jest zgodnie ze wzorem 5

$N(d_2)$ określane jest zgodnie ze wzorem 3 lub 4 dla zmiennej $-d_2$

- Współczynnik Kappa (K) - Vega

Współczynnik kappa dla europejskich opcji kupna i sprzedaży:

$$kappa = \frac{S \times \sqrt{T} \times N'(d1)}{100} \times e^{-qT} \quad (\text{wzór 11})$$

gdzie

$N'(d1)$ określone jest zgodnie ze wzorem 5

- Współczynnik Rho (P)

- Współczynnik rho dla europejskiej opcji kupna

$$rho = \frac{X \times T \times e^{-rT} \times N(d2)}{100} \quad (\text{wzór 12})$$

gdzie:

$N(d2)$ określone jest zgodnie ze wzorem 3 lub 4 dla zmiennej $d2$

- Współczynnik rho dla europejskiej opcji sprzedaży

$$rho = \frac{-X \times T \times e^{-rT} \times N(-d2)}{100} \quad (\text{wzór 13})$$

gdzie:

$N(-d2)$ określone jest zgodnie ze wzorem 3 lub 4 dla zmiennej $-d2$

Załączniki

- 1 – Algorytmy wyznaczania wysokości stopy wolnej od ryzyka,
- 2 – Algorytm wyznaczania zmienności implikowanej indeksu WIG20,
- 3 – Algorytm kalkulacji stopy dywidendy dla indeksu WIG20,

Załącznik 1

Algorytmy wyznaczania wysokości stopy wolnej od ryzyka.

1. Stopa wolna od ryzyka jest wyznaczana dla każdego terminu wygaśnięcia opcji (opcje wygasają w dwóch najbliższych miesiącach marcowego cyklu kwartalnego obejmującego miesiąc: marzec, czerwiec, wrzesień, grudzień).
2. Dane potrzebne do kalkulacji
 - i. Stopa procentowa WIBOR dla terminów – 1 tydzień, 2 tygodnie, 1 miesiąc, 3 miesiące, 6 miesięcy, 9 miesięcy
 - ii. Stopa procentowa WIBID dla terminów – 1 tydzień, 2 tygodnie, 1 miesiąc, 3 miesiące, 6 miesięcy, 9 miesięcy
3. Przeliczamy wszystkie w/w stopy procentowe WIBOR/WIBID wyrażone przy kapitalizacji rocznej na stopy przy kapitalizacji ciągłej wg następujących wzorów.

$$\text{WIBOR}_{\text{kapitalizacja_ciągła}} = \ln(1 + \text{WIBOR}_{\text{kapitalizacja_roczna}}) \quad (\text{wzór 14})$$

$$\text{WIBID}_{\text{kapitalizacja_ciągła}} = \ln(1 + \text{WIBID}_{\text{kapitalizacja_roczna}}) \quad (\text{wzór 15})$$

4. Kalkulujemy stopy WIMEAN, które stanowią średnią ze stóp procentowych WIBOR, WIBID dla terminów – 1 tydzień, 2 tygodnie, 1 miesiąc, 3 miesiące, 6 miesięcy, 9 miesięcy.
5. Kalkulujemy czas pozostały do terminów wygaśnięcia opcji (wyrażony w dniach).
6. Dla każdego z terminów wygaśnięcia opcji określamy stopy procentowe WIMEAN o terminie wcześniejszym oraz późniejszym (przyjmujemy, że 1 miesiąc ma 30 dni – czyli WIMEAN 3 miesięczny ma 90 dni),
7. Kalkulujemy stopy procentowe dla każdego z terminów wygaśnięcia poprzez interpolację liniową dostępnych stóp WIMEAN określonych zgodnie z punktem 6,
8. W przypadku, jeżeli termin wygaśnięcia jest krótszy niż 1 tydzień, za szukaną stopę procentową uznaje się WIMEAN 1 tygodniowy.

Stopa wyznaczana jest w wartościach dziesiętnych z dokładnością do szóstego miejsca po przecinku.

Przykład

Kalkulacja stopy procentowej dla określonego terminu wygaśnięcia opcji.

- Wyznaczamy stopę procentową dla opcji o terminie wygaśnięcia przypadającym za 117 dni,
- Dostępne terminy stóp procentowych WIBOR oraz WIBID wcześniejsze oraz późniejsze od terminu 117 dni to 3 miesiące (3 x 30 dni = 90 dni) oraz 6 miesięcy (6 x 30 dni = 180 dni),

Termin	WIBOR	WIBID
3 miesiące	5.52%	5.33%
6 miesięcy	5.64%	5.45%

- Przeliczamy stopy WIBOR oraz WIBID z kapitalizacji rocznej na ciągłą.

WIBOR 3M (kapitalizacja ciągła) = $\ln(1 + 5,52\%) = 5,37\%$
 WIBOR 6M (kapitalizacja ciągła) = $\ln(1 + 5,64\%) = 5,49\%$
 WIBID 3M (kapitalizacja ciągła) = $\ln(1 + 5,33\%) = 5,19\%$
 WIBID 6M (kapitalizacja ciągła) = $\ln(1 + 5,45\%) = 5,31\%$

- Wyznaczamy stopy WIMEAN (jako średnia ze stóp WIBOR oraz WIBID)

Termin	WIBOR	WIBID	WIMEAN
3 miesiące (90 dni)	5,28%	5,28%	5,28%
6 miesięcy (180 dni)	5,40%	5,40%	5,40%

- Wyznaczamy stopę procentową dla terminu 117 dni poprzez interpolację liniową stóp WIMEAN 3 miesięczny oraz 6 miesięczny wg wzoru.

$$r_s = ((r_2 - r_1) \times (t_s - t_1)) / (t_2 - t_1) + r_1 \quad (\text{wzór 16})$$

gdzie:

r_s – szukana stopa procentowa,

t_s – czas do wygaśnięcia opcji (termin dla szukanej stopy procentowej) – 117 dni,

t_1 – termin wcześniejszy, $t_1 < t_s$, - 90 dni,

t_2 – termin późniejszy $t_2 > t_s$, - 180 dni,

r_1 – stopa procentowa dla terminu t_1 , - 5,28%,

r_2 – stopa procentowa dla terminu t_2 , - 5,40%.

$$r_s = ((r_2 - r_1) \times (t_s - t_1)) / (t_2 - t_1) + r_1 = [(5,40\% - 5,28\%) \times (117 - 90)] / (180 - 90) + 5,28\% = 5,32\%$$

Załącznik nr 2

Algorytm wyznaczania zmienności implikowanej indeksu WIG20.

Zmienność implikowana indeksu WIG20 jest zmiennością indeksu kalkulowaną na podstawie kursów opcji na indeks WIG20.

(1) Zasady kalkulacji zmienności implikowanej w przypadku, jeżeli na danej sesji były zawarte transakcje daną serią opcji.

Zmienność implikowana obliczana jest dla każdej serii z wykorzystaniem modelu wyceny opcji Black'a-Scholes'a określonego następującymi wzorami.

Wartość teoretyczna opcji kupna

$$c = Se^{-qT} N(d1) - Xe^{-rT} N(d2) \quad (\text{wzór 17})$$

Wartość teoretyczna opcji sprzedaży

$$p = Xe^{-rT} N(-d2) - Se^{-qT} N(-d1) \quad (\text{wzór 18})$$

gdzie

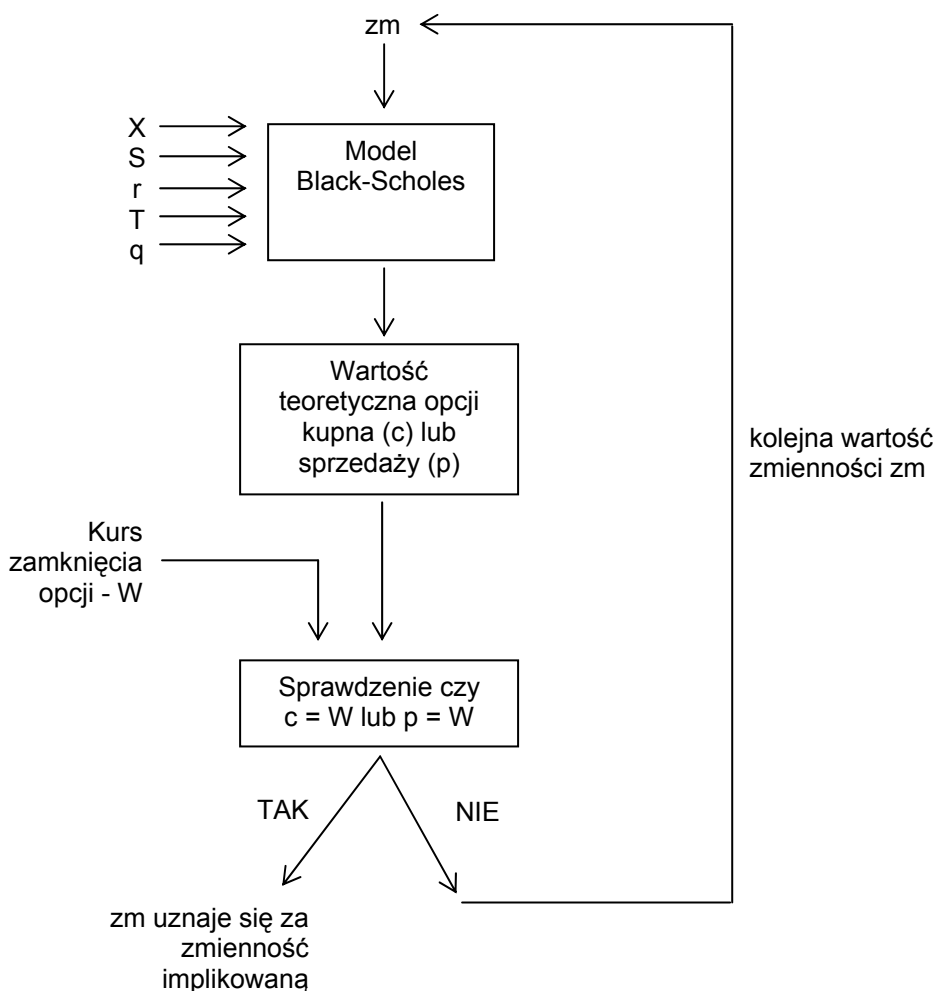
- S – wartość zamknięcia indeksu WIG20 (pkt),
- X – kurs wykonania opcji określony w punktach indeksowych (pkt),
- r – wolna od ryzyka stopa procentowa (%) – wyznaczana zgodnie z zasadami określonymi w załączniku nr 1,
- q – roczna stopa dywidendy dla indeksu (%) – wyznaczona zgodnie z zasadami określonymi w załączniku nr 3,
- **zm – zmienność indeksu WIG20 (%)**,
- T – czas do wygaśnięcia w latach (T = liczba dni do dnia wygaśnięcia opcji / 365 dni),
- N(d1), N(d2), N(-d1), N(-d2) – określone zgodnie ze wzorem (3) lub (4).

Kalkulacji zmienności implikowanej dokonywana jest metodą iteracyjną (poszukiwania).

Zmienność dla opcji kupna = f(c,S,X,r,q,T) gdzie:
c – kurs zamknięcia odpowiedniej serii opcji kupna.

Zmienność dla opcji sprzedaży = f(p,S,X,r,q,T) gdzie:
p – kurs zamknięcia odpowiedniej serii opcji sprzedaży.

Schemat poszukiwania zmienności implikowanej dla opcji.



W przypadku, jeżeli wyznaczona zmienność implikowana jest bliska zera wówczas za zmienność przyjmuje się zmienność równą 0,01%.

(2) Zasady kalkulacji zmienności implikowanej w przypadku, jeżeli na danej sesji nie było transakcji daną serią opcji.

1. W przypadku, jeżeli dla danej serii opcji nie było transakcji wówczas zmienność wyznaczana jest poprzez interpolację liniową zmienności wyznaczonych dla serii opcji o tym samym typie (typ opcji kupna, typ opcji sprzedaży) oraz tym samym terminie do wygaśnięcia, ale różnym kursie wykonania
2. W przypadku, jeżeli interpolacja liniowa nie jest możliwa zmienność wyznacza się metodą ekstrapolacji liniowej
3. W przypadku, jeżeli dla danej serii opcji w wyniku ekstrapolacji otrzymujemy zmienność:
 - mniejszą niż 5% wówczas dla tej serii opcji za zmienność przyjmujemy najmniejszą zmienność wyznaczoną dla serii opcji tego samego typu oraz z tym samym terminem wygaśnięcia,

- większa niż 100% wówczas dla tej serii opcji za zmienność przyjmujemy największą zmienność wyznaczoną dla serii opcji tego samego typu oraz z tym samym terminem wygaśnięcia.
4. W przypadku, jeżeli interpolacja/ekstrapolacja liniowa nie jest możliwa ze względu na to, że:
 - a. została wyznaczona zmienność tylko dla jednej serii opcji posiadającej ten sam typ oraz termin do wygaśnięcia – wówczas zmienność tę przyjmuje się jako zmienność dla pozostałych serii opcji o tym samym typie i terminie do wygaśnięcia,
 - b. nie została wyznaczona zmienność dla żadnej serii opcji posiadającej ten sam typ oraz termin do wygaśnięcia – wówczas za zmienność przyjmuje się zmienność wyznaczoną dla serii opcji o tym samym kursie wykonania, tym samym terminie do wygaśnięcia ale innym typie opcji.
 5. W przypadku, gdy po wyznaczeniu zmienności metodami określony w pkt 4a) i 4b) wciąż istnieją serie, dla których nie są wyznaczone zmienności wówczas należy powtórzyć procedurę określoną w pkt. 2-3.
 6. W przypadku, gdy nie jest możliwe wyznaczenie zmienności dla wszystkich serii opcji z danym terminem wygaśnięcia wówczas za zmienność przyjmuje się zmienność wyznaczoną dla serii opcji z tym samym kursem wykonania, tym samym typie, ale ustaloną dla drugiego terminu wygaśnięcia. W przypadku, gdy wciąż istnieją serie, dla których nie są wyznaczone zmienności wówczas należy powtórzyć procedurę z pkt 2-3.
 7. W przypadku, jeżeli na sesji nie było transakcji na żadnej serii opcji wówczas przyjmuje się wartości zmienności określone na poprzedniej sesji giełdowej.
 8. Po ustaleniu zmienności dla poszczególnych serii opcji, do kalkulacji greckich współczynników stosuje się zmienność stanowiącą średnią arytmetyczną ze zmienności obliczonych oddzielnie dla serii opcji kupna i dla serii opcji sprzedaży o tym samym terminie do wygaśnięcia oraz kursie wykonania.
 9. W przypadku, jeżeli w obrocie giełdowym znajduje się seria opcji o kursie wykonania, dla którego nie została wprowadzona na ten sam termin wygaśnięcia serie opcji innego typu wówczas, przyjmuje się, że taka seria opcji znajduje się w obrocie giełdowym (hipotetyczna seria opcji), oraz dla niej wyznacza się zmienność stosując zasady z pkt 2-3. Do kalkulacji greckich współczynników stosuje się w takim przypadku zmienność stanowiącą średnią arytmetyczną ze zmienności wyznaczonej dla serii opcji znajdującej się w obrocie giełdowym oraz serii opcji hipotetycznej.

Zmienność wyznaczana jest w wartościach dziesiętnych z dokładnością do szóstego miejsca po przecinku.

Przykład

Kalkulacja zmienności poprzez interpolację (ekstrapolację) liniową zmienności wyznaczonych dla serii opcji tego samego typu o tym samym terminie wygaśnięcia.

$$zm_s = [(zm_2 - zm_1) * (X_s - X_1)] / (X_2 - X_1) + zm_1 \quad (\text{wzór 19})$$

gdzie:

- X_s – kurs wykonania dla serii opcji dla której obliczamy zmienność implikowaną,
- zm_s – szukana zmienność implikowana,
- X_1, X_2 – kursy wykonania dla serii opcji dla których wyznaczono zmienność implikowaną, posiadające ten sam typ opcji oraz termin do wygaśnięcia co seria opcji z kursem wykonania X_s ,
- zm_1 – zmienność implikowana wyznaczona dla serii opcji z kursem wykonania X_1
- zm_2 – zmienność implikowana wyznaczona dla serii opcji z kursem wykonania X_2

Interpolacja liniowa.

Kursy wykonania	Zmienności
1400	30%
1500	31%
1600	brak = szukana
1700	32%

Do kalkulacji bierzemy pod uwagę serie z kursami wykonania 1500 oraz 1700 a zatem:

$$X_1 = 1500$$

$$X_2 = 1700$$

$$X_s = 1600$$

$$zm_1 = 31\%$$

$$zm_2 = 32\%$$

$$zm_s = ???$$

$$zm_s = [(zm_2 - zm_1) * (X_s - X_1)] / (X_2 - X_1) + zm_1 = [(32\% - 31\%) * (1600 - 1500)] / (1700 - 1500) + 31\% = (1\% * 100) / 200 + 31\% = 31,5\%.$$

Zm_s (zmienność dla opcji z kursem wykonania 1600) = 31,5%

Ekstrapolacja liniowa.

Kursy wykonania	Zmienności
1400	30%
1500	31%

1600	32%
1700	brak = szukana

Do kalkulacji bierzemy pod uwagę serie z kursami wykonania 1500 oraz 1600 a zatem:

$$X_1 = 1500$$

$$X_2 = 1600$$

$$X_s = 1700$$

$$zm_1 = 31\%$$

$$zm_2 = 32\%$$

$$zm_s = ???$$

$$zm_s = [(zm_2 - zm_1) * (X_s - X_1)] / (X_2 - X_1) + zm_1 = [(32\% - 31\%) * (1700 - 1500)] / (1600 - 1500) + 31\% = (1\% * 200) / 100 + 31\% = 33\%.$$

zm_s (zmiennosc dla opcji z kursem wykonania 1700) = 33%

Przykład

Przykłady stosowania zasad kalkulacji zmienności implikowanej w przypadku, jeżeli, na określonych seriach opcji nie było transakcji na sesji.

lp	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Termin wygaśnięcia	Typ opcji	Nazwa serii	Kursy wykonania	Zmienności implikowane wyznaczona na podstawie kursów opcji	Zmienność wyznaczona zgodnie z zasadami w określonych punktach						
						1,2,3	4a	4b	5	9	Zestawienie wyników	8
			hipotetyczna	1500						23,00%	23,00%	
1	wrz-04	kupna	OW20I4160	1600		24,75%					24,75%	24,75%
2			OW20I4170	1700	26,50%						26,50%	26,50%
3			OW20I4180	1800		28,25%					28,25%	28,25%
4			OW20I4190	1900	30,00%						30,00%	30,00%
5			OW20I4200	2000	31,00%						31,00%	31,38%
6		sprzedaży	OW20U4150	1500					23,00%		23,00%	23,00%
7			OW20U4160	1600				24,75%			24,75%	24,75%
8			OW20U4170	1700				26,50%			26,50%	26,50%
9			OW20U4180	1800				28,25%			28,25%	28,25%
10			OW20U4190	1900				30,00%			30,00%	30,00%
			hipotetyczna	2000						31,75%	31,75%	
			hipotetyczna	1400						25,50%	25,50%	
11	gru-04	kupna	OW20L4150	1500			25,50%				25,50%	26,75%
12			OW20L4160	1600	25,50%						25,50%	39,75%
13			OW20L4170	1700			25,50%				25,50%	52,75%
14			OW20L4180	1800			25,50%				25,50%	52,75%
15			OW20L4190	1900			25,50%				25,50%	52,75%
16		sprzedaży	OW20X4140	1400		28,00%					28,00%	26,75%
17			OW20X4150	1500	28,00%						28,00%	26,75%
18			OW20X4160	1600		54,00%					54,00%	39,75%
19			OW20X4170	1700	80,00%						80,00%	52,75%
20			OW20X4180	1800		80,00%					80,00%	52,75%
			hipotetyczna	1900						80,00%	80,00%	

Zmienność wyznaczona z ekstrapolacji wynosi 106%.
Jest to wartość, powyżej 100% dlatego dla tej serii opcji za zmienność przyjmujemy największą zmienność wyznaczoną dla pozostałych serii opcji, czyli 80%

Zmienność wyznaczona z ekstrapolacji wynosi 2%.
Jest to wartość, poniżej 5% dlatego dla tej serii opcji za zmienność przyjmujemy najmniejszą zmienność wyznaczoną dla pozostałych serii opcji, czyli 28%

Załącznik nr 3
Zasady kalkulacji stopy dywidendy dla indeksu WIG20.

(1). Kalkulacja stopy dywidendy dla terminów wygaśnięcia opcji.

Stopa dywidendy kalkulowana jest wg. następującej formuły.

$$DY_Index = \frac{\sum KD \times Pakiet}{KAP_Index} \quad (\text{wzór 20})$$

gdzie:

KAP_Index – kapitalizacja portfela danego indeksu na dany zamknięcie dnia,

KD – kwota dywidendy na jedną akcję,

Pakiet – liczba akcji danej spółki w portfelu danego indeksu.

Przykład – Kalkulacja stopy dywidendy dla indeksu WIG20.

Spółka	Pakiet	KAP	KD	KD x Pakiet
AGORA	473	20 765,00 zł		- zł
MILLENNIUM	4384	14 730,00 zł		- zł
BPHPBK	127	51 816,00 zł	5,60	711,20 zł
BRE	278	27 022,00 zł		- zł
BUDIMEX	151	6 221,00 zł		- zł
BZWBK	295	25 547,00 zł	0,74	218,30 zł
SWIECIE	108	7 927,00 zł	8,83	953,64 zł
COMPLAND	113	13 052,00 zł		- zł
COMARCH	95	4 788,00 zł	0,60	57,00 zł
DEBICA	56	7 196,00 zł	5,60	313,60 zł
KETY	109	13 789,00 zł	2,00	218,00 zł
KGHM	2147	69 992,00 zł		- zł
PGF	95	4 636,00 zł	5,00	475,00 zł
NETIA	2967	13 055,00 zł		- zł
ORBIS	359	9 657,00 zł	0,40	143,60 zł
PEKAO	476	60 214,00 zł	4,18	1 989,68 zł
PKNORLEN	2356	69 266,00 zł	0,18	424,08 zł
PROKOM	183	39 345,00 zł		- zł
SOFTBANK	566	15 565,00 zł		- zł
TPSA	3191	53 768,00 zł	0,10	319,10 zł
	KAP_Index	528 351,00 zł	SUM (KD x Pakiet)	5 823,20 zł
			DY_Index	1,10%

Dane na podstawie, których następuje kalkulacja stopy dywidendy

- Do kalkulacji stopy dywidendy przyjmuje się dane dotyczące dywidend ustalonych na Walnym Zgromadzeniu Akcjonariuszy w bieżącym roku. Dywidendy takie w dalszej części opracowania będziemy nazywać „bieżącymi”.

- Do czasu zgłoszenia tej informacji przez spółkę do kalkulacji przyjmuje się dane dotyczące wypłaconych przez spółkę dywidend w roku poprzednim. Przyjmuje się, że w roku bieżącym spółka będzie wypłacała dywidendę tej samej kwoty oraz w tych samych terminach, co w roku poprzednim. Dywidendy takie w dalszej części opracowania będziemy nazywać „przeniesionymi”.

Przykład.

W roku 2003 spółka wypłaciła dywidendę w kwocie 5 zł, gdzie dzień ustalenia prawa do dywidendy został ustalony na 24 czerwca 2003.

Do kalkulacji stopy dywidendy w roku 2004 do czasu ogłoszenia przez spółkę wypłaty dywidendy w tym roku zakłada się, że zostanie ona wypłacona w kwocie 5 zł oraz, że termin ustalenia prawa do dywidendy przypada na 24 czerwca 2004.

Stopy dywidendy kalkulowane są dla każdego terminu wygaśnięcia opcji (opcje wygasają w dwóch najbliższych miesiącach marcowego cyklu kwartalnego obejmującego miesiące: Marzec, Czerwiec, Wrzesień, Grudzień).

Do kalkulacji stopy dywidendy brane są pod uwagę tylko te dywidendy („bieżące” lub „przeniesione”), których data ostatniego dnia notowania akcji z dywidendą jest:

- mniejsza lub równa dacie wygaśnięcia opcji oraz,
- większa lub równa od daty w której kalkulujemy stopę dywidendy.

Przykład.

Kalkulacja stopy dywidendy dla przykładowego indeksu złożonego z 3 spółek w okresie życia grudniowej serii opcji na ten indeksu.

Skład oraz wagi spółek w indeksie są następujące:

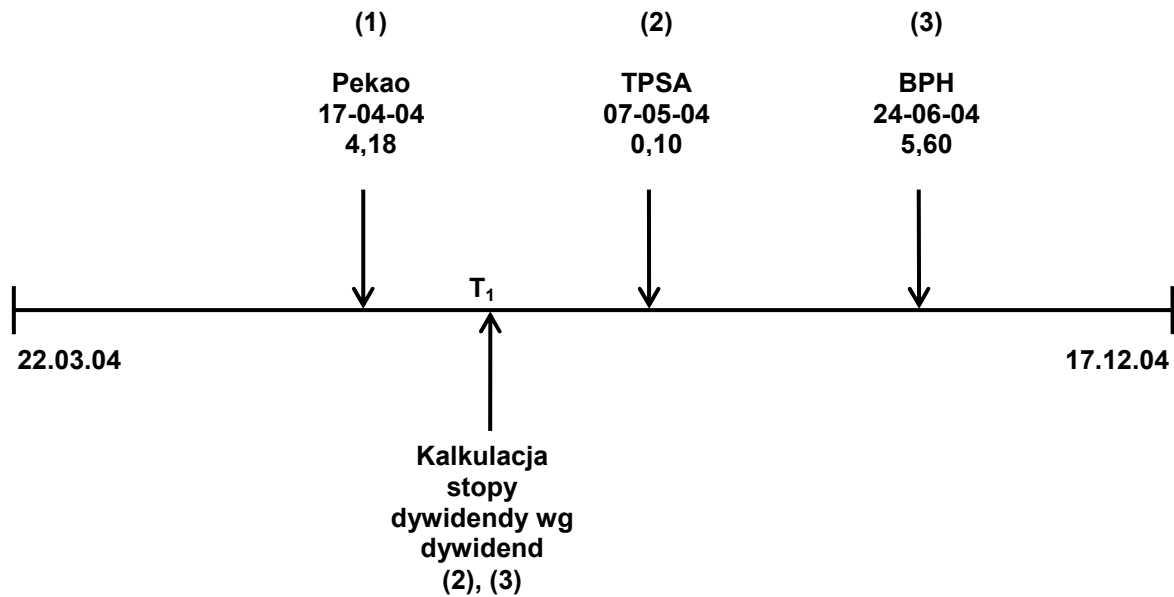
Spółka	Liczba akcji Pakiet	Kursy akcji	Kapitalizacja KAP
PEKAO	300	125	37.500
TPSA	200	15	3.000
BPH	100	420	42.000
		RAZEM	82.500

- Grudniowa seria opcji na ten indeks pozostaje w obrocie od 22 marca 2004 roku do 17 grudnia 2004 roku.
- Przenosimy dane z roku poprzedniego na rok bieżący tzn. szukamy dywidend dla spółek z w/w indeksu, których ostatni dzień notowania akcji z dywidendą przypada przed lub jest równy dacie 17 grudnia 2003 roku (termin wygaśnięcia opcji grudniowych).

Spółka	Ostatni dzień notowania	Przeniesienie	Dywidenda na
--------	-------------------------	---------------	--------------

Wariant (2)

Kalkulacja stopy dywidendy na dzień przypadający po ostatnim dniu notowania akcji z dywidendą dla spółki Pekao w dniu T_1 . Uwzględniane są tylko dywidendy (2) i (3)

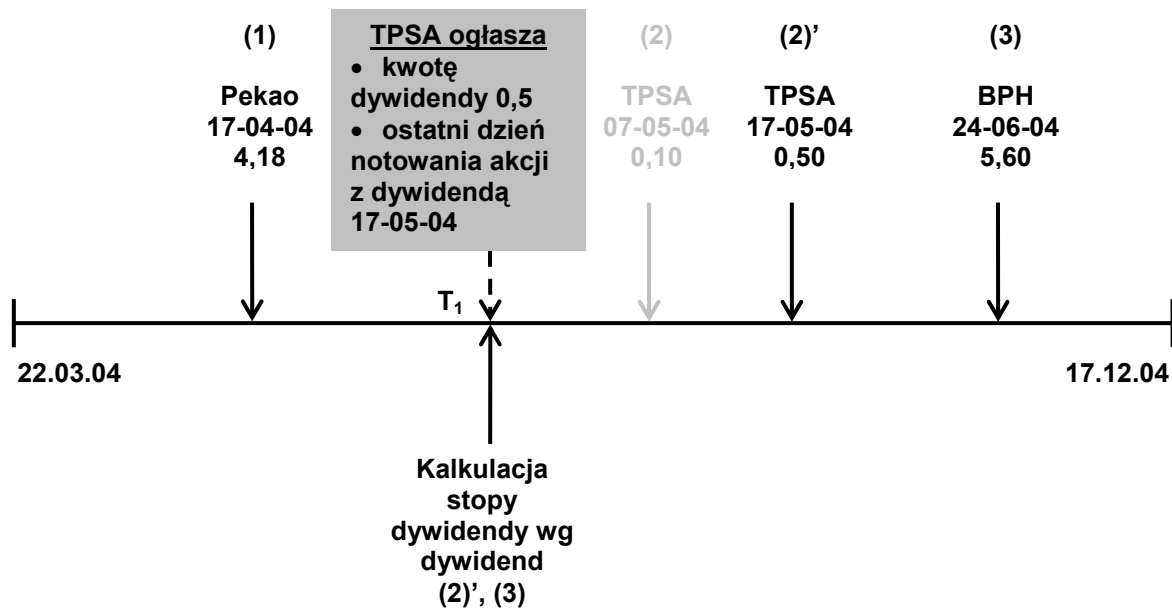


Kalkulacja stopy dywidendy

Spółka	Liczba akcji Pakiet	Kursy akcji	Kapitalizacja KAP	Kwota dywidendy KD	KD x Pakiet
PEKAO	300	125	37.500	0	0
TPSA	200	15	3.000	0,10	20
BPH	100	420	42.000	5,60	560
		RAZEM	82.500		580
			Stopa dywidendy		0,70%

Wariant (3)

TPSA ogłasza informację o dywidendzie w roku bieżącym. Zmienia datę oraz kwotę. Od dnia ogłoszenia do obliczeń uwzględnia się dywidendę (2)'.

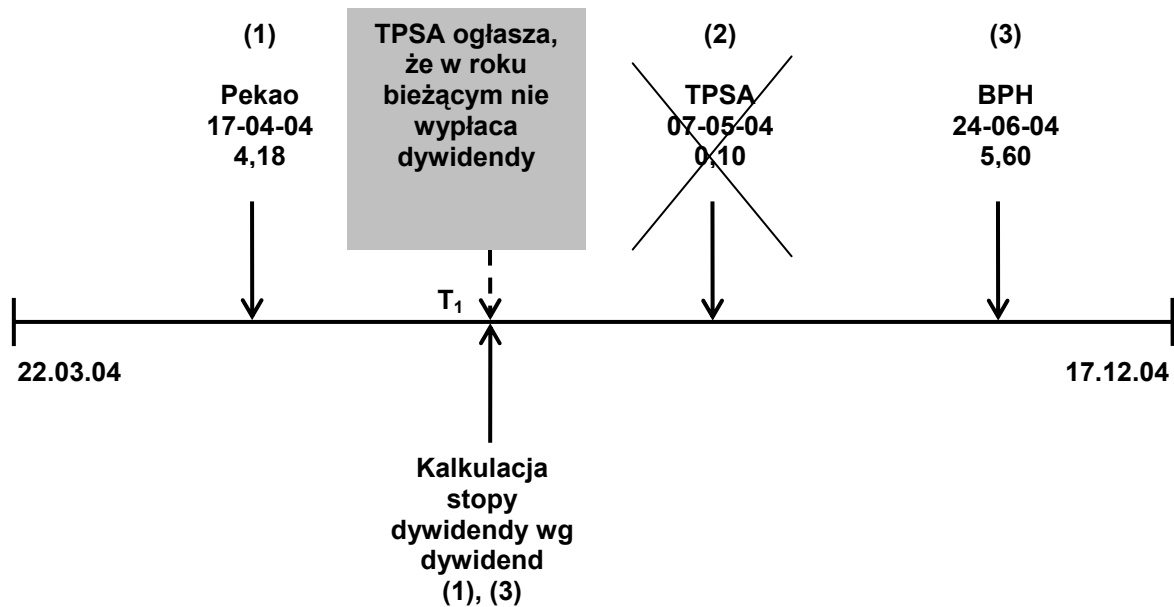


Kalkulacja stopy dywidendy

Spółka	Liczba akcji Pakiet	Kursy akcji	Kapitalizacja KAP	Kwota dywidendy KD	KD x Pakiet
PEKAO	300	125	37.500	0	0
TPSA	200	15	3.000	0,50	100
BPH	100	420	42.000	5,60	560
		RAZEM	82.500		660
			Stopa dywidendy		0,80%

Wariant (3)

TPSA ogłasza, że w roku bieżącym nie wypłaca dywidendy. Stopa dywidendy kalkulowana jest tylko wg dywidendy (3).

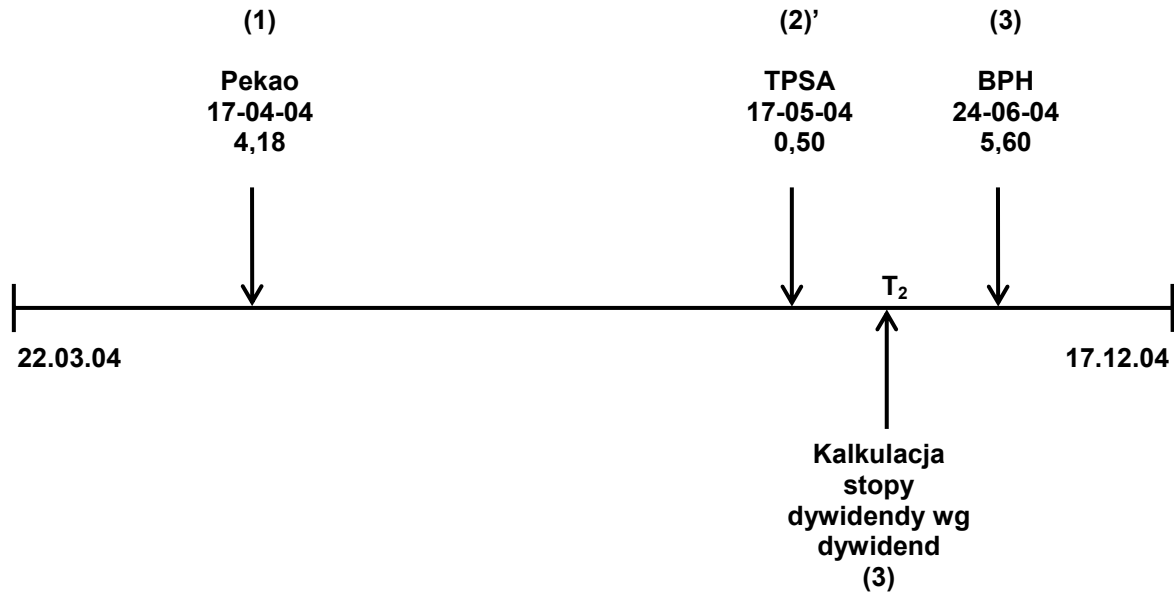


Kalkulacja stopy dywidendy

Spółka	Liczba akcji Pakiet	Kursy akcji	Kapitalizacja KAP	Kwota dywidendy KD	KD x Pakiet
PEKAO	300	125	37.500	0	0
TPSA	200	15	3.000	0	0
BPH	100	420	42.000	5,60	560
		RAZEM	82.500		560
			Stopa dywidendy		0,68%

Wariant (4)

Kalkulacja stopy dywidendy na dzień przypadający po ostatnim dniu notowania akcji z dywidendą dla spółki TPSA. Stopa dywidendy kalkulowana jest tylko wg dywidendy (3).



Spółka	Liczba akcji Pakiet	Kursy akcji	Kapitalizacja KAP	Kwota dywidendy KD	KD x Pakiet
PEKAO	300	125	37.500	0	0
TPSA	200	15	3.000	0	0
BPH	100	420	42.000	5,60	560
		RAZEM	82.500		560
			Stopa dywidendy		0,68%

(2). Kalkulacja rocznej stopy dywidendy przy kapitalizacji rocznej

Po wyliczeniu stóp dywidendy zgodnie ze wzorem 20, w kolejnym etapie należy wyznaczyć je w skali rocznej. Dokonujemy tego poprzez wzór.

$$DY_Index_{roczna} = DY_Index \times \frac{365}{n} \quad (\text{wzór 21})$$

gdzie:

n – liczba dni od sesji na którą wyznaczmy stopę dywidendy do dnia wygaśnięcia odpowiedniej serii futures.

Przykład.

DY_Index = 0,68%,

n = 180,

$$DY_Index_{roczna} = 0,68\% \times \frac{365}{180} = 1,38\%$$

(3). Kalkulacja rocznej stopy dywidendy przy kapitalizacji ciągłej

Stopę przy kapitalizacji rocznej przeliczamy na stopę przy kapitalizacji ciągłej wg wzoru

$$DY_Index_{roczna_ciagla} = \ln(1 + DY_Index_{roczna}) \quad (\text{wzór 22})$$

Stopa dywidendy wyznaczana jest w wartościach dziesiętnych z dokładnością do szóstego miejsca po przecinku.

Przykład.

DY_Index_{roczna} = 1,38%

$$DY_Index_{roczna_ciagla} = \ln(1 + 1,38\%) = 1,37\%$$