

**METODYKA SPAN® RYNEK TERMINOWY**

## SPIS TREŚCI

1	WSTĘP .....	2
2	OGÓLNY OPIS ELEMENTÓW MODELU SPAN® .....	3
2.1	Depozyt za ryzyko scenariusza (scanning risk) .....	3
2.2	Depozyt za spread wewnątrz klasy (inter-month spread charge).....	3
2.3	Depozyt za dostawę (delivery charge/spot charge).....	3
2.4	Kredyt za spread pomiędzy klasami (inter commodity spread credit).....	3
2.5	Minimalny depozyt za pozycję krótką w opcji (short option minimum).....	3
2.6	Obliczenie depozytu zabezpieczającego .....	4
3	SZCZEGÓŁOWE ZASADY OBLICZANIA WYMAGAŃ DEPOZYTOWYCH.....	6
3.1	Parametry ryzyka.....	6
3.2	Depozyt za ryzyko scenariusza .....	6
3.3	Wyznaczanie aktywnego scenariusza.....	7
3.4	Koncepcja delty .....	7
3.5	Obliczanie delty netto .....	8
3.6	Depozyt za spread wewnątrz klasy .....	8
3.7	Depozyt za dostawę .....	9
3.8	Kredyt za spread pomiędzy klasami .....	9
4	PRZYKŁADY PRAKTYCZNE OBLICZANIA WYMAGAŃ DEPOZYTOWYCH.....	12
4.1	Przykład 1. Portfel kontraktów na indeks.....	12
4.2	Przykład 2. Portfel kontraktów na koszyk obligacji .....	20
5	SŁOWNIK POJĘĆ.....	23

## 1 WSTĘP

Niniejszy dokument prezentuje sposób obliczania wymagań depozytowych dla portfela instrumentów rynku terminowego w oparciu o metodykę SPAN®.

Portfel jest określony jako zbiór pozycji zapisanych na koncie rozliczeniowym danego uczestnika rozliczającego. Obliczanie depozytów zabezpieczających przy użyciu metodyki SPAN® dla instrumentów pochodnych oparte jest na wyznaczeniu spadku/wzrostu wartości portfela przy założeniu realizacji określonego scenariusza rynkowego opisanego zmianą ceny i zmienności cen instrumentu bazowego. Scenariusz największego spadku wartości portfela jest podstawą do określenia wymaganego depozytu zabezpieczającego.

Scenariusze ryzyka uwzględniają wpływ:

- Zmiany ceny instrumentu bazowego
- Zmiany zmienności cen instrumentu bazowego
- Zmiany ceny opcji wywołanej zmianą czasu do wygaśnięcia

Ostateczne wymaganie depozytowe jest szacowane na podstawie następujących obliczeń cząstkowych:

- depozytu za ryzyko scenariusza,
- depozytu za spread wewnątrz klasy,
- depozytu za dostawę,
- kredytu za spread pomiędzy klasami,
- minimalnego depozytu za pozycje krótkie w opcjach.

## **2 OGÓLNY OPIS ELEMENTÓW MODELU SPAN®**

### **2.1 Depozyt za ryzyko scenariusza (scanning risk)**

Depozyt za ryzyko scenariusza obliczany na podstawie analizy zachowania się wartości portfela w danej klasie w poszczególnych scenariuszach ryzyka jest równy wartości ryzyka przy założeniu realizacji najgorszego scenariusza rynkowego (w konwencji SPAN® jest to scenariusz z najwyższą wartością dodatnią ryzyka).

### **2.2 Depozyt za spread wewnątrz klasy (inter-month spread charge)**

W procesie wyznaczania wartości depozytu za ryzyko scenariusza zakłada się, że ceny terminowe w ramach danej klasy instrumentów charakteryzują się doskonałą korelacją. W rzeczywistości tak nie jest. Konieczne zatem jest obliczanie specjalnego depozytu, który zakłada możliwość ukształtowania się na rynku innej korelacji cen terminowych.

### **2.3 Depozyt za dostawę (delivery charge/spot charge)**

Depozyt zabezpieczający dostawę służy zabezpieczeniu dodatkowego ryzyka związanego z rozliczeniem transakcji poprzez fizyczną dostawę instrumentu bazowego.

Depozyt ten może być także wykorzystany dla pozycji spreadowych rozliczanych pieniężnie o różnych terminach wygaśnięcia, dla których jedna noga jest bliska terminu wygaśnięcia. Wówczas depozyt ten zapewnia dodatkowe zabezpieczenie w sytuacji „odkrycia” pozycji w pozostałych nogach spreadu.

Metodyka SPAN® wyróżnia 2 rodzaje depozytu zabezpieczającego dostawę:

- Depozyt naliczany na pozycje będące w spreadzie z innymi pozycjami
- Depozyt zabezpieczający naliczany na pozycje niezabezpieczone

Przy obliczaniu depozytu zabezpieczającego dostawę nie są uwzględniane pozycje, w stosunku do których dokonano blokady instrumentu bazowego na koncie dostawy uczestnika.

### **2.4 Kredyt za spread pomiędzy klasami (inter commodity spread credit)**

Ponieważ pomiędzy klasami instrumentów mogą występować względnie trwałe korelacje, to dla niektórych par pozycji z różnych klas może być przyznany kredyt.

Posiadanie przeciwstawnych pozycji w tych klasach może przyczynić się do redukcji ryzyka całego portfela.

### **2.5 Minimalny depozyt za pozycję krótką w opcji (short option minimum)**

Portfele z pozycjami krótkimi w opcjach zawierają pewne ryzyko rezydualne. Depozyt ten sprawia, że wymagany depozyt zabezpieczający portfel nie może być niższy niż pewien określony przez KDPW\_CCP limit.

Wartość minimalnego depozytu za pozycję krótką w opcjach ( $mdko$ ) obliczamy w następujący sposób:

**Wzór 1-1**

$$mdko_{pk} = ko_{pk} \times dm_k$$

$ko$  - liczba krótkich pozycji w opcjach

$dm$  - minimalny depozyt dla pojedynczej pozycji krótkiej w opcji

$p$  - indeks portfela

$k$  - indeks klasy

## 2.6 Obliczenie depozytu zabezpieczającego

Depozyt zabezpieczający ryzyko zmiany wartości instrumentów należących do 1 portfela w danej klasie  $DZW_{pk}$ , w założonym horyzoncie czasowym obliczany jest jako suma depozytu za ryzyko scenariusza, depozytu za spread wewnątrz klasy i depozytu za dostawę, pomniejszona o wartość kredytu za spread pomiędzy klasami. Obliczony w powyższy sposób depozyt nie może być jednak mniejszy niż wartość depozytu minimalnego za pozycje krótkie w opcjach w tym portfelu.

**Wzór 1-2**

$$DZW_{pk} = \max\{drsc_{pk} + dswk_{pk} + dd_{pk} - cspk_p; mdko_{pk}\}$$

$drsc$  - depozyt za ryzyko scenariusza

$dswk$  - depozyt za spread wewnątrz klasy

$dd$  - depozyt za dostawę

$cspk$  - kredyt za spread pomiędzy klasami

$mdko$  - depozyt minimalny za pozycje krótkie w opcjach

$p$  - indeks portfela

$k$  - indeks klasy

Powyższy depozyt zabezpiecza jedynie ryzyko zmiany wartości, aby obliczyć właściwy depozyt zabezpieczający na portfel w danej klasie należy od obliczonego depozytu odjąć wartość pozycji netto w opcjach.

**Wzór 1-3**

$$DZK_{pk} = \max(DZW_{pk} - PNO_{pk}; 0)$$

$DZK_{pk}$  - depozyt zabezpieczający ryzyko w portfelu  $p$  i klasie  $k$  danego UR

$PNO_{pk}$  - wartość pozycji netto w opcjach (iloczyn salda liczby pozycji i ceny opcji)

W sytuacji, gdy wartość  $(DZW_{pk} - PNO_{pk}; 0)$  przyjmuje wartość dodatnią, to stanowi ona wymaganie depozytowe dla danej klasy w portfelu. W sytuacji, gdy wartość  $(DZW_{pk} - PNO_{pk})$  przyjmuje wartość ujemną, to wartość ta jest wyodrębniana jako  $NOD_{pk}$  i zostanie użyta w celu zmniejszenia wymagań depozytowych w innych klasach w danym portfelu.

**Wzór 1-4**

$$NOD_{pk} = -\min(DZW_{pk} - PNO_{pk}; 0)$$

$NOD_{pk}$  - nadwyżka wartości pozycji długich w opcjach w portfelu  $p$  i klasie  $k$

Wartość wymaganego właściwego depozytu zabezpieczającego  $DZP$  na portfel  $p$  danego uczestnika rozliczającego jest wartością maksymalną z: różnicy pomiędzy sumą depozytów zabezpieczających w poszczególnych klasach a sumą nadwyżki wartości pozycji długich obliczonych dla wszystkich klas i zera.

**Wzór 1-5**

$$DZP_p = \max\left\{\sum_k DZK_{pk} - \sum_k NOD_{pk}; 0\right\}$$

Powyższe umożliwia kompensację depozytów zabezpieczających w jednej klasie poprzez dodatnią wartość pozycji netto w opcjach w innej klasie.

Wartość wymaganego depozytu zabezpieczającego  $DZU$  na uczestnika rozliczającego jest sumą wartości wymaganych właściwych depozytów zabezpieczających dla poszczególnych portfeli uczestnika.

**Wzór 1-6**

$$DZU = \sum_p DZP_p$$

### 3 SZCZEGÓŁOWE ZASADY OBLICZANIA WYMAGAŃ DEPOZYTOWYCH

#### 3.1 Parametry ryzyka

Obliczanie wymagań depozytowych wg metodyki SPAN® odbywa się na podstawie parametrów ryzyka określanych codziennie przez KDPW\_CCP na podstawie bieżącej analizy ryzyka. KDPW\_CCP udostępnia codziennie plik zawierający w szczególności wartości scenariuszy ryzyka dla pojedynczych pozycji dłużych w poszczególnych instrumentach oraz:

- wartość delty dla poszczególnych instrumentów,
- zakres zmiany ceny,
- zakres zmiany zmienności,
- zmienność referencyjną opcji,
- stopę wolną od ryzyka,
- stopę dywidendy,
- poziom depozytu minimalnego za pozycję krótką w opcji,
- definicje poziomów,
- definicje spreadów wewnątrz klasy,
- definicje spreadów pomiędzy klasami,
- poziom depozytu za rozliczenie poprzez dostawę.

#### 3.2 Depozyt za ryzyko scenariusza

SPAN® zakłada analizę zmiany wartości portfela wg 16 scenariuszy zmiany ceny i zmienności.

Tabela 2-1 Definicja scenariuszy ryzyka

Nr scenariusza	Zmiana ceny instrumentu bazowego	Zmiana zmienności	Część uwzględnionego zysku/straty (waga)
1	0	+1	100%
2	0	-1	100%
3	+1/3	+1	100%
4	+1/3	-1	100%
5	-1/3	+1	100%
6	-1/3	-1	100%
7	+2/3	+1	100%
8	+2/3	-1	100%
9	-2/3	+1	100%
10	-2/3	-1	100%
11	+1	+1	100%
12	+1	-1	100%
13	-1	+1	100%
14	-1	-1	100%
15	+3	0	32%
16	-3	0	32%

Wartość ryzyka w danym scenariuszu obliczana jest jako iloczyn różnicy pomiędzy teoretyczną a bieżącą (rynkową) ceną instrumentu i wagi.

Teoretyczna wartość instrumentu obliczana jest przy założeniu zdefiniowanego upływu czasu oraz zmiany ceny instrumentu bazowego i jego zmienności związanej z danym scenariuszem ryzyka. Do wyceny teoretycznej wartości opcji używa się właściwego modelu wyceny.

W niektórych przypadkach KDPW\_CCP zamiast ceny rynkowej do ustalenia wartości bieżącej opcji może wykorzystać cenę teoretyczną opcji zakładając ten sam model wyceny, aktualny czas do wygaśnięcia, aktualną wartość instrumentu bazowego i odpowiednią wartość stopy procentowej.

W przypadku obliczeń scenariuszy ryzyka dla kontraktów futures uwzględniany jest wyłącznie wpływ zmiany ceny, natomiast w przypadku opcji uwzględnia się zarówno zmianę ceny, jak i zmianę zmienności oraz upływ czasu.

Wszystkie parametry modelu są aktualizowane i udostępniane przez KDPW\_CCP.

### **3.3 Wyznaczanie aktywnego scenariusza**

Depozyt za ryzyko scenariusza równy jest największej dodatniej wartości ryzyka wyznaczonej wśród wszystkich 16 scenariuszy. Wyznaczony w ten sposób scenariusz nazywa się aktywnym scenariuszem.

W sytuacji kiedy w skład portfela wchodzi kilka instrumentów, ryzyko portfela w danym scenariuszu obliczane jest jako suma ryzyk dla poszczególnych instrumentów w danym scenariuszu.

W sytuacji, gdy więcej niż jeden scenariusz daje w wyniku tą samą dodatnią wartość ryzyka, to za depozyt za ryzyko scenariusza przyjmuje się wartość portfela w scenariuszu o najniższym numerze.

W przypadku, gdy wśród 16 scenariuszy ryzyka nie ma scenariusza z wartością dodatnią, to depozyt za ryzyko scenariusza przyjmuje wartość zerową.

Uwaga: scenariusze zawierają jedynie wartości ryzyka, dopiero na późniejszym etapie wartość ryzyka jest korygowana o wartość netto opcji znajdujących się w portfelu.

### **3.4 Koncepcja delty**

Aby ujednoczyć podejście do obliczania wymagań depozytowych dla kontraktów futures i opcji należy wykonać obliczenia delty. Delta jest miarą wrażliwości ceny instrumentu pochodnego na zmianę ceny instrumentu bazowego.

Delta jest obliczana w celu wykonania obliczeń:

- depozytu za spread wewnątrz klasy
- depozytu za dostawę

- kredytu za spread pomiędzy klasami

Z definicji delta dla pojedynczej długiej pozycji wynosi:

- dla opcji call – od 0 do 1
- dla opcji put – od -1 do 0
- dla kontraktów futures – 1

### 3.5 Obliczanie delty netto

Wartość delty dla pojedynczej pozycji oblicza się mnożąc liczbę pozycji przez określaną przez KDPW\_CCP referencyjną wartość delty dla danego instrumentu i współczynnik skalujący delty. Zadaniem współczynników skalujących jest wyrównanie różnic pomiędzy wartościami nominalnymi kontraktów.

Każda pozycja wyrażona w delcie jest agregowana do określonego miesiąca w przyszłości.

W przypadku kontraktów futures delta agregowana jest do terminu wygaśnięcia kontraktu, natomiast w przypadku opcji delta agregowana jest albo do terminu wygaśnięcia opcji albo do terminu wygaśnięcia instrumentu bazowego.

Dla każdego wyodrębnionego przyszłego miesiąca wyznaczana jest wartość delty netto, będącej sumą delt wszystkich pozycji dla danego miesiąca.

Z pojęciem delty związane jest pojęcie *poziomu*. Poziom jest zakresem obejmującym kilka miesięcy wygaśnięcia, np. 2006-01, 2006-02, 2006-03. Dla każdego poziomu obliczana jest dodatnia i ujemna wartość delty (suma delt dodatnich i suma delt ujemnych). Celem tworzenia poziomów jest określenie grup przyszłych miesięcy wygaśnięć zbliżonych pod względem ryzyka, co umożliwi definiowanie i przetwarzanie mniejszej liczby spreadów.

### 3.6 Depozyt za spread wewnątrz klasy

Spread wewnątrz klasy wyrażony jest najczęściej przez dwie przeciwstawne pozycje (wyrażone w delcie) w instrumentach pochodnych w danej klasie (możliwe są też spready zawierające więcej niż dwie *nogi*). Aby spread mógł zostać utworzony, pozycje muszą przynależeć do poziomów określonych w definicji spreadu podanej przez KDPW\_CCP.

Przy obliczaniu depozytu za scenariusz wykorzystuje się założenie, że ceny terminowe są doskonale skorelowane. SPAN® uwzględnia powyższe zakładając, że ryzyko związane z pozycją długą w jednym miesiącu jest w pełni kompensowane ryzykiem związanym z pozycją krótką w innym przyszłym miesiącu.

W rzeczywistości jednak tak nie jest. Straty na pozycji wygasającej w jednym miesiącu w przyszłości nie muszą być dokładnie skompensowane zyskami na pozycji wygasającej w innym miesiącu. Zabezpieczeniu tego dodatkowego ryzyka służy depozyt za spread wewnątrz klasy.



Definicja spreadu określona przez KDPW\_CCP zawiera określenie poszczególnych nóg spreadu, ich stron rynku (pozycja krótka lub długa), poziomu depozytu za spread, liczby delt przypadającej na daną nogę spreadu i priorytetu spreadu.

Jako pierwszy tworzony jest spread o priorytecie 1, następnie 2, 3 itd. Depozyt za spread obliczany jest na wartość pozycji tworzących spread wyrażonych w delcie.

*Przykładowo, jeśli 1 noga spreadu zawiera 5 delt ujemnych, 2 noga spreadu 7 delt dodatnich, a definicja spreadu określa, że do jego utworzenia potrzebnych jest po jednej delcie z każdego poziomu, to może zostać utworzony spread w wysokości:  $\min(|-5|; |7|)=5$ .*

Dostępne wartości delty dla kolejnego spreadu są każdorazowo pomniejszane o wartość spreadu wykorzystanego do sformowania poprzedniego spreadu.

### 3.7 Depozyt za dostawę

Depozyt za dostawę służy zabezpieczeniu dodatkowego ryzyka dla instrumentów pochodnych związanego z rozliczeniem poprzez fizyczną dostawę instrumentu bazowego.

Metodyka SPAN® umożliwia uwzględnienie różnic w ryzyku związanych z posiadaniem:

- niezabezpieczonych pozycji rozliczanych poprzez dostawę
- pozycji rozliczanych poprzez dostawę będących w spreadzie z innymi pozycjami

KDPW\_CCP rozpoczyna naliczanie wyższego depozytu począwszy od pierwszego dnia tygodnia wygaśnięcia kontraktu.

Depozyt za dostawę nalicza się na wartość delty pozycji rozliczanych poprzez dostawę.

### 3.8 Kredyt za spread pomiędzy klasami

Kredyt za spread pomiędzy klasami umożliwia redukcję ryzyka w przypadku posiadania przeciwstawnych pozycji w różnych klasach, ale o zbliżonej charakterystyce ryzyka instrumentu bazowego. KDPW\_CCP określa definicję spreadu zawierającą określenie poszczególnych nóg spreadu, ich strony rynku, liczbę delt przypadających na daną nogę spreadu, stopę kredytu oraz priorytet spreadu.

Algorytm SPAN® umożliwia wyznaczenie kredytu w oparciu o ryzyko zmiany ceny instrumentów. Ryzyko zmiany ceny wyznacza się na podstawie następującej zależności:

#### Wzór 2-1

ryzyko scenariusza =  
= ryzyko zmiany ceny + ryzyko zmiany zmienności (*volatility*) + ryzyko czasowe

Wartość ryzyka zmiany ceny wyznacza się przekształcając powyższą zależność, tzn. odejmując od wartości ryzyka danego scenariusza ryzyko zmiany zmienności oraz ryzyko czasowe.

Wartość ryzyka zmiany zmienności eliminujemy znajdując scenariusz sparowany z aktywnym nr scenariusza dla danej klasy. Scenariusze parowane są w ten sposób, aby każdy z nich zakładał identyczny kierunek zmiany ceny, ale przeciwny kierunek zmiany zmienności.

Scenariusze nr 15 i 16 parowane są same z sobą, jako że oba nie zakładają zmiany zmienności.

**Tabela 2-2 Pary scenariuszy**

nr scenariusza ryzyka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Scenariusz sparowany	2	1	4	3	6	5	8	7	10	9	12	11	14	13	15	16

Np. Jeśli aktywnym scenariuszem jest scenariusz 13, to sparowanym scenariuszem jest scenariusz 14. Zatem ryzyko scenariusza skorygowane o ryzyko zmiany zmienności otrzymujemy na podstawie wzoru:

**Wzór 2-2**

Ryzyko scenariusza skorygowane o ryzyko zmiany zmienności=  
 = (ryzyko aktywnego scenariusza + ryzyko sparowanego scenariusza)/2

Ryzyko czasowe także obliczamy na podstawie scenariuszy ryzyka. Można zauważyć, że scenariusze nr 1 i nr 2 nie zakładają zmiany ceny instrumentu bazowego, a jedynie zmianę zmienności. Uśredniając ryzyko ze scenariuszy 1 i 2 eliminujemy ryzyko zmienności (są to bowiem scenariusze sparowane) i pozostaje nam czyste ryzyko czasowe. Zatem ryzyko czasowe możemy obliczyć na podstawie wzoru:

**Wzór 2-3**

Ryzyko czasowe = (ryzyko scenariusza nr 1 + ryzyko scenariusza nr 2)/2

Ostatecznie ryzyko zmiany ceny obliczamy wg wzoru:

**Wzór 2-4**

Ryzyko zmiany ceny =  
 = ryzyko zmiany scenariusza skorygowane o ryzyko zmiany zmienności – ryzyko czasowe  
 Aby obliczyć wartość kredytu należy obliczyć również jednostkowe ryzyko zmiany ceny. Oblicza się je dzieląc wartość ryzyka zmiany ceny przez całkowitą wartość delty netto w danej klasie.

**Wzór 2-5**

Jednostkowe ryzyko zmiany ceny =  
 = Ryzyko zmiany ceny / całkowita delta netto

Wartość kredytu przyznawana jest w stosunku do wartości delty znajdującej się w spreadzie międzyklasowym. Aby spread międzyklasowy mógł zostać utworzony, delty w spreadzie muszą posiadać strony rynku takie, jak w definicji spreadu określonej przez KDPW\_CCP.

Ostatecznie wartość kredytu dla danej klasy obliczamy na podstawie wzoru:

**Wzór 2-6**

Wartość kredytu =

= Jednostkowe ryzyko zmiany ceny x delta w spreadzie x liczba delt na spread x stopa kredytu

Kredyt obliczany jest w stosunku do każdej z nóg tworzących spread.

#### 4 PRZYKŁADY PRAKTYCZNE OBLICZANIA WYMAGAŃ DEPOZYTOWYCH

##### 4.1 Przykład 1. Portfel kontraktów na indeks

Portfel A

- 5 pozycji krótkich w kontrakcie FW20H6
- 6 pozycje długich w kontrakcie FW20M6
- 1 pozycje długa w kontrakcie FW20U6
- 4 pozycje długie w opcji kupna OW20C6290 (kurs wykonania 2900), premia 116
- 10 pozycji krótkich w opcji kupna OW20C6300 (kurs wykonania 3000), premia 63
- 1 pozycja krótka w kontrakcie FMIDM6

Obliczenia depozytu rozpoczyna się od wyznaczenia wartości całkowitego ryzyka pozycji w danym scenariuszu. W tym celu należy posłużyć się scenariuszami ryzyka udostępnianymi przez KDPW\_CCP. Scenariusze ryzyka zawierają wartości ryzyka dla pojedynczej pozycji długiej. Aby otrzymać faktyczne wartości ryzyka dla pozycji w portfelu należy przemnożyć wartości ryzyka udostępnione przez KDPW\_CCP przez liczbę pozycji w danym instrumencie.

**Tabela 3-1 Obliczenie scenariuszy ryzyka dla pozycji w portfelu**

Nr scenariusza	OW20C6300		
	ryzyko pojedynczej pozycji długiej	liczba pozycji	ryzyko całkowite
	[1]	[2]	[3] = [2] x [1]
1	-191	-10	1 910
2	209	-10	-2 090
3	-429	-10	4 290
4	-12	-10	120
5	10	-10	-100
6	373	-10	-3 730
7	-704	-10	7 040
8	-294	-10	2 940
9	175	-10	-1 750
10	484	-10	-4 840
11	-1015	-10	10 150
12	-632	-10	6 320
13	306	-10	-3 060
14	554	-10	-5 540
15	-1081	-10	10 810
16	200	-10	-2 000

**Tabela 3-2 Obliczanie depozytu za ryzyko scenariusza dla portfela**

Nr scenariusza	zmiana ceny	zmiana zmienności	waga	FW20H6	FW20M6	FW20U6	OW20C6290	OW20C6300	KLASA W20	FMIDM6	KLASA MID
1	0	1	1	0	0	0	-752	1 910	1 158,00	0	0
2	0	-1	1	0	0	0	840	-2 090	-1 250,00	0	0
3	0,33	1	1	2 500	-3 000	-500	-1 992	4 290	1 298,00	367	367
4	0,33	-1	1	2 500	-3 000	-500	-500	120	-1 380,00	367	367
5	-0,33	1	1	-2 500	3 000	500	344	-100	1 244,00	-367	-367
6	-0,33	-1	1	-2 500	3 000	500	1 960	-3 730	-770,00	-367	-367
7	0,67	1	1	5 000	-6 000	-1 000	-3 360	7 040	1 680,00	733	733
8	0,67	-1	1	5 000	-6 000	-1 000	-2 024	2 940	-1 084,00	733	733
9	-0,67	1	1	-5 000	6 000	1 000	1 300	-1 750	1 550,00	-733	-733
10	-0,67	-1	1	-5 000	6 000	1 000	2 852	-4 840	12,00	-733	-733
11	1,00	1	1	7 500	-9 000	-1 500	-4 848	10 150	2 302,00	1 100	1 100
12	1,00	-1	1	7 500	-9 000	-1 500	-3 704	6 320	-384,00	1 100	1 100
13	-1,00	1	1	-7 500	9 000	1 500	2 108	-3 060	2 048,00	-1 100	-1 100
14	-1,00	-1	1	-7 500	9 000	1 500	3 516	-5 540	976,00	-1 100	-1 100
15	3,00	0	0,32	7 200	-8 640	-1 440	-4 892	10 810	3 038,00	1 056	1 056
16	-3,00	0	0,32	-7 200	8 640	1 440	1 460	-2 000	2 340,00	-1 056	-1 056

W portfelu A możemy wyróżnić 2 klasy instrumentów: W20 oraz MID. Aktywnym scenariuszem ryzyka (czyli scenariuszem, w którym realizuje się największa strata) dla klasy W20 jest scenariusz nr 15 natomiast dla klasy MID – scenariusz nr 11. Zatem depozyt za ryzyko scenariusza dla obu klas wynosi odpowiednio 3.038 zł i 1.100 zł.

Aby przejść do obliczania kolejnych składowych wymagania depozytowego należy obliczyć wartości delty w poszczególnych poziomach. Wartość delty w poszczególnych poziomach oblicza się na podstawie informacji o wartości delty referencyjnej dla poszczególnych instrumentów udostępnionej przez KDPW\_CCP oraz na podstawie definicji poziomów.

**Tabela 3-3 Wartości delty referencyjnej dla poszczególnych instrumentów portfela**

instrument	FW20H6	FW20M6	FW20U6	OW20C6290	OW20C6300	FMIDM6
Delta	1	1	1	0,591014	0,41955	1

**Tabela 3-4 Definicje poziomów dla klasy W20**

Nr poziomu	Nr kolejnego miesiąca wygaśnięcia
Poziom 1	1 (futures)
Poziom 2	2 (futures)
Poziom 3	3 (futures)
Poziom 4	opcje

Kontrakty terminowe przypisywane są do poziomów na podstawie ich dat wygaśnięcia, natomiast opcje przypisywane są do poziomu obejmujący tzw. miesiąc instrumentu bazowego. W praktyce oznacza to, że wszystkie opcje na indeksy przypisywane są do poziomu obejmującego technicznie wyróżniony „miesiąc” – „999999”.

Na podstawie powyższych informacji oblicza się wartość delty dla poszczególnych miesięcy. Np. wartość delty dla OW20C6290 otrzymujemy mnożąc liczbę pozycji (4) przez wartość delty (0,591014) i przez współczynnik skalujący delty ( $4 \times 0,591014 \times 10 = 23,6406$ )

Poprzez współczynnik skalujący delty uwzględnia się ewentualne różnice w wartości nominalnej kontraktów.

**Tabela 3-5 Obliczenie delty dla poszczególnych miesięcy**

Nazwa instrumentu	FW20H6	FW20M6	FW20U6	OW20C6290	OW20C6300	FMIDM6
Miesiąc delty	200603	200606	200609	999999	999999	200606
Współczynnik skalujący delty	10	10	10	10	10	10

Wartość delty	-50	60	10	23,6406	-41,9550	-10
---------------	-----	----	----	---------	----------	-----

W następnym kroku obliczamy wartości delty netto w poszczególnych miesiącach. Przykładowe obliczenia dla „poziomu 4” wyglądają następująco:

$$999999: 23,6406 + (-41,9550) = 18,3144$$

Po obliczeniu delt netto dla poszczególnych miesięcy obliczamy sumę delt netto ujemnych i dodatnich dla poszczególnych poziomów.

Zatem wartości delty zaalokowane do poszczególnych poziomów dla klasy W20 przedstawiają się następująco:

**Tabela 3-6 Delta w poziomach**

Klasa W20		
Nr poziomu	Delta dodatnia	Delta ujemna
Poziom 1		-50,0000
Poziom 2	60,0000	
Poziom 3	10,0000	
Poziom 4		-18,3144

Wykorzystując definicję spreadów obliczamy wartość depozytu za spread wewnątrz klasy.

**Tabela 3-7 Definicje spreadów wewnątrz klasy**

Klasa	Priorytet	Noga 1	Strona rynku	Noga 2	Strona rynku	Depozyt
W20	1	1N1	A	1N2	B	20
	2	1N1	A	1N3	B	25
	3	1N2	A	1N3	B	25
	4	1N1	A	1N4	B	25
	5	1N2	A	1N4	B	25
	6	1N3	A	1N4	B	25

Spready muszą być tworzone wyłącznie wg zdefiniowanych priorytetów. Delta „zużyta” na utworzenie spreadu pomniejsza wartość delty dostępnej dla spreadów o niższych priorytetach. Zapis „1N1” oznacza, że na utworzenie nogi spreadu zostanie zużyta 1 delta z Poziomu 1. Zapis „1N2” oznacza, że na utworzenie nogi spreadu zostanie zużyta 1 delta z Poziomu 2, itd. Spread może zostać utworzony, gdy delty w poszczególnych nogach spreadu znajdują się po określonych stronach rynku. W tym

wypadku, jeśli jedna noga spreadu jest pozycją dodatnią w delcie, to druga musi być pozycją ujemną i odwrotnie, co odpowiada literom A i B.

**Tabela 3-8 Delta w spreadzie**

Priorytet	Noga 1	Noga 2	Delta w spreadzie
1	-50,0000	60,0000	50,0000

Priorytet	Noga 1	Noga 2	Delta w spreadzie
2	0,0000	10,0000	0,0000

Priorytet	Noga 1	Noga 2	Delta w spreadzie
3	10,0000	10,0000	0,0000

Priorytet	Noga 1	Noga 2	Delta w spreadzie
4	0,0000	-18,3144	0,0000

Priorytet	Noga 1	Noga 2	Delta w spreadzie
5	10,0000	-18,3144	10,0000

Priorytet	Noga 1	Noga 2	Delta w spreadzie
6	10,0000	-8,3144	8,3144

Dla priorytetu 1 obie nogi spreadu znajdują się po przeciwnej stronie rynku, zatem jest możliwe utworzenie spreadu, który wyniesie:

$$\text{Min}(|-50,0000/1|; |60,0000/1|) = 50,0000.$$

Jednocześnie wartość delty dostępnej dla utworzenia kolejnych spreadów wyniesie:

$$\text{dla poziomu 1: } -50,0000 - (-50,0000) = 0$$

$$\text{dla poziomu 2: } 60,0000 - 50,0000 = 10,0000$$

Dla priorytetu 2 pierwsza noga spreadu ma wartość delty 0,0000, a druga 10,0000. Nie jest zatem możliwe utworzenie spreadu.

Dla priorytetu 3 pierwsza noga spreadu ma wartość delty 10,0000, a druga również 10,0000. Nie jest zatem możliwe utworzenie spreadu.

Dla priorytetu 4 pierwsza noga spreadu ma wartość delty 0,0000, a druga -18,3144. Nie jest zatem możliwe utworzenie spreadu.



Dla priorytetu 5 pierwsza noga spreadu ma wartość delty 10,0000, a druga -18,3144, zatem jest możliwe utworzenie spreadu w wysokości:

$$\min(|10,0000/1|; |-18,3144/1|) = 10,0000$$

Jednocześnie wartość delty dostępnej dla utworzenia kolejnych spreadów wyniesie:

$$\text{dla poziomu 2: } 10,0000 - 10,0000 = 0$$

$$\text{dla poziomu 4: } -18,3144 - (-10,0000) = -8,3144$$

Dla priorytetu 6 pierwsza noga spreadu ma wartość delty 10,0000, a druga -8,3144, zatem jest możliwe utworzenie spreadu w wysokości:

$$\min(|10,0000/1|; |-8,3144/1|) = 8,3144.$$

Jednocześnie wartość delty dostępnej dla utworzenia kolejnych spreadów wyniesie:

$$\text{dla poziomu 3: } 10,0000 - 8,3144 = 1,6856$$

$$\text{dla poziomu 6: } -8,3144 - (-8,3144) = 0$$

Ostatecznie depozyt za spread wewnątrz klasy dla klasy W20 obliczymy:

$$50,0000 \times 20 + 0,0000 \times 25 + 0,0000 \times 25 + 0,0000 \times 25 + 0,0000 \times 25 + 10,0000 \times 25 + 8,3144 \times 25 = 1.458 \text{ zł}$$

Depozyt za spread wewnątrz klasy dla klasy MID wyniesie 0 zł ponieważ w tej klasie nie jest możliwe sformowanie żadnego spreadu (w portfelu jest tylko pojedyncza pozycja w kontrakcie futures).

W następnej kolejności należy przystąpić do obliczenia depozytu za spread między klasami. W tym celu należy posłużyć się definicją spreadu pomiędzy klasami.

**Tabela 3-9 Definicja spreadu pomiędzy klasami**

Priorytet	Stopa kredytu	Noga 1 / Kod klasy	Liczba delt	Strona rynku	Noga 2 / Kod klasy	Liczba delt	Strona rynku
+1	70%	W20	1	A	MID	1	B

Powyższa definicja oznacza, że na każdy sformowany spread pomiędzy klasami WIG20 i MID (dla obu nóg spreadu) zostanie przyznany kredyt w wysokości 70%.

Aby obliczyć wartość kredytu należy wyznaczyć jednostkowe ryzyko zmiany ceny.

Dla klasy W20 obliczenia wyglądają następująco:

$$\text{Ryzyko scenariusza skorygowane o ryzyko zmiany zmienności} = (\text{ryzyko aktywnego scenariusza} + \text{ryzyko sparowanego scenariusza}) / 2$$

$$(3.038 + 3.038) / 2 = 3.038$$

$$\text{Ryzyko czasowe} = (\text{ryzyko scenariusza nr 1} + \text{ryzyko scenariusza nr 2}) / 2$$

$$(1.158 + (-1.250)) / 2 = -46$$

Ryzyko zmiany ceny =

ryzyko zmiany scenariusza skorygowane o ryzyko zmiany zmienności – ryzyko czasowe

$$(3.038 - (-46)) = 3.084$$

Wartość delty netto w całej klasie W20 wynosi 1,6856 (suma wartości długich i krótkich pozycji wyrażonych w delcie).

Zatem wartość jednostkowego ryzyka zmiany ceny oblicza się:

Jednostkowe ryzyko zmiany ceny = Ryzyko zmiany ceny / całkowita delta netto

$$(3.084 / 1,6856) = 1.829,62$$

Dla klasy MID obliczenia wyglądają następująco:

Ryzyko scenariusza skorygowane o ryzyko zmiany zmienności=

(ryzyko aktywnego scenariusza + ryzyko sparowanego scenariusza) / 2

$$(1100 + 1100) / 2 = 1100$$

Ryzyko czasowe = (ryzyko scenariusza nr 1 + ryzyko scenariusza nr 2) / 2

$$(0 + 0) / 2 = 0$$

Ryzyko zmiany ceny =

ryzyko zmiany scenariusza skorygowane o ryzyko zmiany zmienności – ryzyko czasowe

$$(1100 - 0) = 1100$$

Wartość delty netto w całej klasie MID wynosi -10 (suma wartości długich i krótkich pozycji wyrażonych w delcie)

Zatem wartość jednostkowego ryzyka zmiany ceny oblicza się:

Jednostkowe ryzyko zmiany ceny = Ryzyko zmiany ceny / całkowita delta netto

$$(1100 / 10) = 110$$

W następnym kroku należy obliczyć liczbę delt znajdujących się w spreadzie międzyklasowym.

Liczba ta jest obliczana w następujący sposób:

$$\min(|1,6856|; |-10|) = 1,6856$$

Ostateczną wartość kredytu dla spreadu oblicza się wg wzoru:

Wartość kredytu =

Jednostkowe ryzyko zmiany ceny x delta w spreadzie x liczba delt x stopa kredytu

Obliczenie wartości kredytu dla klasy W20

$$(1.829,62 \times 1,6856 \times 1 \times 70\%) = 2.159 \text{ zł}$$

Obliczenie wartości kredytu dla klasy MID

$$(110 \times 1,6856 \times 1 \times 70\%) = 130 \text{ zł}$$

Kolejnym elementem, który należy uwzględnić w obliczeniach to depozyt minimalny dla pozycji krótkiej w opcjach (Wzór 1-1)

**Tabela 3-10 Depozyt minimalny dla opcji**

Klasa	Depozyt minimalny dla pozycji krótkiej w opcji
W20	10

Depozyt minimalny =  $10 \times 10 = 100$  zł

Wymaganie z tytułu depozytu zabezpieczającego dla klasy W20 obliczymy zatem jako (Wzór 1-2):

$$\max(3.038 + 1.458 - 2.159 ; 100) = 2.337$$

W kolejnym etapie należy uwzględnić wartość salda pozycji netto w opcjach. Wartość pozycji krótkich zostanie częściowo skompensowana wartością pozycji długich, zatem wartość salda pozycji netto w opcjach obliczymy:

$$4 \times 10 \times 116 + (-10 \times 10 \times 63) = -1.660$$

Zatem wartość wymaganego depozytu po uwzględnieniu wartości salda w opcjach wyniesie (Wzór 1-3):

$$\max(2.337 - (-1.660); 0) = 3.997$$

Ostateczny depozyt na klasę W20 wynosi zatem 3.997 zł.

Ponieważ saldo  $(DZW_{pk} - PNO_{pk})$  dla klasy jest wartością dodatnią zatem  $NOD_{pk} = 0$ , co oznacza, że żadna wartość nie zostanie użyta do skompensowania ryzyka w innych klasach.

Wymaganie z tytułu depozytu zabezpieczającego dla klasy MID obliczymy jako (Wzór 1-2):

$$\max(1.100 + 0 - 130; 0) = 970 \text{ zł}$$

Ponieważ w danej klasie nie ma pozycji w opcjach i żadna nadwyżka pozycji długich w opcjach z klasy W20 nie zostanie użyta do kompensacji ryzyka, kwota ta stanowi całkowite wymaganie depozytowe dla klasy.

Wymagany depozyt na portfel oblicza się następująco (Wzór 1-5):

$$(3.997 + 970) = \underline{\underline{4.967 \text{ zł}}}$$

#### 4.2 Przykład 2. Portfel kontraktów na koszyk obligacji

Portfel B

- 2 pozycje krótkie w kontrakcie FPS5H6

- 1 pozycja długa w kontrakcie FPS5M6

Tabela 3-11 Obliczanie depozytu za ryzyko scenariusza

Nr scenariusza	zmiana ceny	zmiana zmienności	waga	FPS5H6	FPS5M6	KLASA PS5
1	0	1	1	0	0	0
2	0	-1	1	0	0	0
3	0,33	1	1	1 333	-667	666
4	0,33	-1	1	1 333	-667	666
5	-0,33	1	1	-1 333	667	-666
6	-0,33	-1	1	-1 333	667	-666
7	0,67	1	1	2 667	-1 333	1 334
8	0,67	-1	1	2 667	-1 333	1 334
9	-0,67	1	1	-2 667	1 333	-1 334
10	-0,67	-1	1	-2 667	1 333	-1 334
11	1,00	1	1	4 000	-2 000	2 000
12	1,00	-1	1	4 000	-2 000	2 000
13	-1,00	1	1	-4 000	2 000	-2 000
14	-1,00	-1	1	-4 000	2 000	-2 000
15	3,00	0	0,32	3 840	-1 920	1 920
16	-3,00	0	0,32	-3 840	1 920	-1 920

W portfelu B występuje wyłącznie 1 klasa instrumentów: PS5. Aktywnym scenariuszem ryzyka (czyli scenariuszem, w którym realizuje się największa strata) jest scenariusz nr 11. Zatem ryzyko scenariusza wynosi 2.000 zł.

Wartość delty referencyjnej dla kontraktów futures wynosi 1. Wartość współczynnika skalującego również wynosi 1.

Na podstawie powyższych informacji oblicza się wartość delty dla poszczególnych miesięcy. Np. wartość delty dla FPS5H6 otrzymujemy mnożąc liczbę pozycji (-2) przez wartość delty (1) i przez współczynnik skalujący delty (1). W wyniku otrzymujemy -2 ( $-2 \times 1 \times 1 = -2$ ).

**Tabela 3-12 Obliczenie delty dla poszczególnych miesięcy**

Nazwa instrumentu	FPS5H6	FPS5M6
Miesiąc delty	200603	200606
Współczynnik skalujący delty	1	1
Wartość delty	-2	1

Dla klasy PS5 zdefiniowano szczególny rodzaj spreadu typu 1T1, który oznacza, że wyróżnia się 1 poziom obejmujący wszystkie miesiące wygaśnięć.

**Tabela 3-13 Definicja spreadu wewnątrz klasy**

Klasa	Priorytet	Noga 1	Strona rynku	Noga 2	Strona rynku	Depozyt
PS5	1	1T1	A	1T1	B	200

Zagregowane wartości delty oraz liczba delt w spreadzie dla klasy PS5 przedstawiają się następująco:

**Tabela 3-14 Delta w poziomie**

Klasa PS5			
Nr poziomu	Delta ujemna	Delta dodatnia	Delta w spreadzie
Poziom 1	-2	1	1

W tym wypadku zdefiniowano tylko 1 spread, który może zostać utworzony, gdy delty w poszczególnych nogach spreadu znajdują się po przeciwnych stronach rynku. W tym wypadku, jeśli jedna noga spreadu jest pozycją dodatnią w delcie, to druga musi być pozycją ujemną i odwrotnie, co odpowiada literom A i B.

Dla priorytetu 1 jedna noga spreadu ma wartość delty -2, a druga 1. Jest zatem możliwe utworzenie spreadu, który wyniesie:

$$\min(|-2/1|; |1/1|) = 1.$$

Ostatecznie depozyt za spread wewnątrz klasy dla klasy PS5 obliczymy:

$$1 \times 200 = 200 \text{ zł}$$

W następnej kolejności należy przystąpić do obliczenia depozytu za dostawę. Dla potrzeb przykładu zakłada się, że w danym momencie obliczeniowym depozyt za dostawę wymagany jest w stosunku do pozycji w FPS5H6. Poziomy depozytów za dostawę są parametrami KDPW\_CCP.

**Tabela 3-15 Depozyty za dostawę w klasie PS5**

pozycje spreadowe	1700 zł
pozycje niezabezpieczone	2000 zł

Depozyt za dostawę na pozycje spreadowe obliczamy w oparciu o definicje spreadów wewnątrz klasy. Ponieważ poprzednio obliczyliśmy, że w spreadzie znajduje się pozycja o równowartości 1 delty to depozyt za dostawę na pozycje spreadowe obliczymy:

$$(1 \times 1700 = 1700 \text{ zł})$$

Po sformowaniu spreadu pozostanie pozycja niezabezpieczona o równowartości 1 delty (pozycja krótka), zatem konieczne jest obliczenie depozytu za dostawę na pozycje niezabezpieczone:

$$(1 \times 2000 = 2000 \text{ zł})$$

**Tabela 3-16 Obliczenie wymaganego depozytu**

depozyt za ryzyko scenariusza	2 000
depozyt za spread wewnątrz klasy	200
depozyt za dostawę (pozycje spreadowe)	1 700
depozyt za dostawę (pozycje niezabezpieczone)	2 000
Razem	5 900

Ostateczny depozyt na klasę PS5 wynosi zatem 5.900 zł.

## 5 SŁOWNIK POJĘĆ

### **Delta**

Jeden z tzw. współczynników greckich, określający wrażliwość premii opcyjnej na zmianę wartości instrumentu bazowego, w zależności od rodzaju opcji i strony pozycji może przyjmować wartości z przedziału (-1;1).

### **Delta referencyjna**

Średnia ważona delta obliczona dla danego instrumentu. W obliczeniach zakłada się upływ czasu i realizację 1 z 7 scenariuszy zmiany ceny. Wagami są założone prawdopodobieństwa realizacji poszczególnych scenariuszy.

### **Klasa**

Zbiór instrumentów opartych na tym samym instrumencie bazowym.

### **Konto rozliczeniowe**

Konto oznaczone co do kodu instytucji, typu własności, typu uczestnictwa, Id umowy reprezentacji, rodzaju konta, NKK i portfela

### **Nadwyżka pozycji długiej**

Jest to sytuacja, w której dodatnie saldo netto wartości opcji w danej klasie przewyższa wartość wymaganego depozytu w tej klasie. Nadwyżka pozycji długiej jest wykorzystywana do kompensowania ryzyka w pozostałych klasach portfela.

### **Parametry ryzyka**

Zestaw parametrów określanych i udostępnianych przez KDPW\_CCP służący obliczeniu depozytów zabezpieczających przy wykorzystaniu metodyki SPAN®.

### **Portfel na rynku terminowym**

Zbiór pozycji zapisanych na koncie rozliczeniowym danego uczestnika rozliczającego.

### **Poziom**

Zbiór miesięcy wygaśnięć instrumentów pochodnych. Wykorzystywany przy tworzeniu spreadów wewnątrz klasy.

### **Premia**

Cena opcji – rynkowa lub teoretyczna; w celu określenia ryzyka i obliczenia wymagań depozytowych KDPW\_CCP oblicza teoretyczne wartości premii dla zestawu scenariuszy ryzyka. W tym celu wykorzystywana jest zmienność referencyjna.

### **Ryzyko cenowe**

Ryzyko zmiany ceny instrumentu po wyłączeniu wpływu ryzyka czasowego i zmienności.

### **Ryzyko czasowe**

Ryzyko zmiany wartości premii za opcje związane z upływem czasu. Uwzględniane przy obliczeniach kredytu za spread pomiędzy klasami.

**Ryzyko zmienności**

Ryzyko zmiany wartości premii za opcje związane ze zmianą zmienności instrumentu bazowego.

**Scenariusze ryzyka**

Zestaw 16 scenariuszy zmiany ceny i zmienności służący do obliczania depozytów zabezpieczających. KDPW\_CCP udostępnia codziennie scenariusze ryzyka dla wszystkich rozliczanych przez siebie instrumentów pochodnych.

**Spread**

Zdefiniowany przez KDPW\_CCP układ 2 (spread o 2 nogach) lub większej liczby pozycji. Wykorzystywany do obliczania depozytów zabezpieczających i kredytu.

**Wartość opcji netto**

Saldo netto z rynkowej wartości opcji znajdujących się w portfelu.

**Współczynnik skalujący delty**

Liczba, przez którą mnożona jest wartość delty. Służy uwzględnieniu różnic pomiędzy wartościami nominalnymi kontraktów.

**Zmienność**

Może występować w kilku ujęciach:

- jako zmienność historyczna instrumentu bazowego,
- jako zmienność implikowana ceną rynkową opcji,
- jako zmienność referencyjna określona przez KDPW\_CCP na podstawie przyjętych zasad.