

# Zestaw 7 - kontrakty terminowe

Artur Fortuna  
AGH

# Co to jest kontrakt terminowy?

**Kontrakt terminowy** to papier wartościowy będący umową między dwoma stronami.

# Co to jest kontrakt terminowy?

**Kontrakt terminowy** to papier wartościowy będący umową między dwoma stronami. Jedna zobowiązuje się sprzedać, a druga zobowiązuje się kupić określoną ilość walorów po z góry zadanej cenie w z góry zadany terminie.

# Co to jest kontrakt terminowy?

**Kontrakt terminowy** to papier wartościowy będący umową między dwoma stronami. Jedna zobowiązuje się sprzedać, a druga zobowiązuje się kupić określoną ilość walorów po z góry zadanej cenie w z góry zadany termin. Jeśli umowa dotyczy przedmiotu fizycznego (np. jakiegoś towaru) to jest w niej określone miejsce dostawy (tzw. *loco*).

# Co to jest kontrakt terminowy?

**Kontrakt terminowy** to papier wartościowy będący umową między dwoma stronami. Jedna zobowiązuje się sprzedać, a druga zobowiązuje się kupić określoną ilość walorów po z góry zadanej cenie w z góry zadany termin. Jeśli umowa dotyczy przedmiotu fizycznego (np. jakiegoś towaru) to jest w niej określone miejsce dostawy (tzw. *loco*). My przyjmować będziemy, że kontrakt zawsze dotyczy jednej sztuki, cena realizacji to  $F$ , a termin to  $T$  (choć tu akurat będą wyjątki).

# Co to jest kontrakt terminowy?

**Kontrakt terminowy** to papier wartościowy będący umową między dwoma stronami. Jedna zobowiązuje się sprzedać, a druga zobowiązuje się kupić określoną ilość walorów po z góry zadanej cenie w z góry zadany termin. Jeśli umowa dotyczy przedmiotu fizycznego (np. jakiegoś towaru) to jest w niej określone miejsce dostawy (tzw. *loco*). My przyjmować będziemy, że kontrakt zawsze dotyczy jednej sztuki, cena realizacji to  $F$ , a termin to  $T$  (choć tu akurat będą wyjątki). Kontrakt terminowy to dobrowolna umowa obu stron, dlatego cena kontraktu to 0 - nikt nikomu nic nie płaci za zawarcie umowy.

# Co to jest kontrakt terminowy?

**Kontrakt terminowy** to papier wartościowy będący umową między dwoma stronami. Jedna zobowiązuje się sprzedać, a druga zobowiązuje się kupić określoną ilość walorów po z góry zadanej cenie w z góry zadany termin. Jeśli umowa dotyczy przedmiotu fizycznego (np. jakiegoś towaru) to jest w niej określone miejsce dostawy (tzw. *loco*). My przyjmować będziemy, że kontrakt zawsze dotyczy jednej sztuki, cena realizacji to  $F$ , a termin to  $T$  (choć tu akurat będą wyjątki). Kontrakt terminowy to dobrowolna umowa obu stron, dlatego cena kontraktu to 0 - nikt nikomu nic nie płaci za zawarcie umowy. Podkreślmy: zawarcie kontraktu terminowego jest dobrowolne, ale wykonanie go jest już obowiązkowe dla obu stron.

# Co to jest kontrakt terminowy?

Jeśli strona zawiera kontrakt terminowy, w którym zobowiązuje się kupić coś w przyszłości to będziemy mówić o kontrakcie terminowym kupna, albo o **kupieniu kontraktu terminowego**.



# Co to jest kontrakt terminowy?

Jeśli strona zawiera kontrakt terminowy, w którym zobowiązuje się kupić coś w przyszłości to będziemy mówić o kontrakcie terminowym kupna, albo o **kupieniu kontraktu terminowego**.  
Podkreślmy nic nie jest - jeszcze - kupowane, to taka nazwa tylko.

# Co to jest kontrakt terminowy?

Jeśli strona zawiera kontrakt terminowy, w którym zobowiązuje się kupić coś w przyszłości to będziemy mówić o kontrakcie terminowym kupna, albo o **kupieniu kontraktu terminowego**. Podkreślmy nic nie jest - jeszcze - kupowane, to taka nazwa tylko. Inne określenie to **zajęcie długiej pozycji**.

# Co to jest kontrakt terminowy?

Jeśli strona zawiera kontrakt terminowy, w którym zobowiązuje się kupić coś w przyszłości to będziemy mówić o kontrakcie terminowym kupna, albo o **kupieniu kontraktu terminowego**. Podkreślmy nic nie jest - jeszcze - kupowane, to taka nazwa tylko. Inne określenie to **zajęcie długiej pozycji**. Analogicznie będziemy mówić o kontrakcie terminowym sprzedaży, **sprzedaniu kontraktu terminowego**, albo o **zajęciu pozycji krótkiej**.

# Co to jest kontrakt terminowy?

Jeśli strona zawiera kontrakt terminowy, w którym zobowiązuje się kupić coś w przyszłości to będziemy mówić o kontrakcie terminowym kupna, albo o **kupieniu kontraktu terminowego**. Podkreślmy nic nie jest - jeszcze - kupowane, to taka nazwa tylko. Inne określenie to **zajęcie długiej pozycji**. Analogicznie będziemy mówić o kontrakcie terminowym sprzedaży, **sprzedaniu kontraktu terminowego**, albo o **zajęciu pozycji krótkiej**. A co do innych krótszych rzeczy to dalej już będę pisał KT.

# Po co są kontrakty terminowe?

Kontrakty terminowe zawiera się, aby zapewnić sobie pewną gwarantowaną cenę w przyszłości.

# Po co są kontrakty terminowe?

Kontrakty terminowe zawiera się, aby zapewnić sobie pewną gwarantowaną cenę w przyszłości. Jeśli jesteśmy np. producentem cebuli to gwarantujemy sobie KT sprzedaży stałą cenę na nasze plony niezależnie od urodzaju lub nie.

# Po co są kontrakty terminowe?

Kontrakty terminowe zawiera się, aby zapewnić sobie pewną gwarantowaną cenę w przyszłości. Jeśli jesteśmy np. producentem cebuli to gwarantujemy sobie KT sprzedaży stałą cenę na nasze plony niezależnie od urodzaju lub nie. Dla odmiany rafineria zawiera KT kupna, aby zapewnić sobie dostawy ropy po cenach nie uzależnionych od wahań na rynku.

# Po co są kontrakty terminowe?

Kontrakty terminowe zawiera się, aby zapewnić sobie pewną gwarantowaną cenę w przyszłości. Jeśli jesteśmy np. producentem cebuli to gwarantujemy sobie KT sprzedaży stałą cenę na nasze plony niezależnie od urodzaju lub nie. Dla odmiany rafineria zawiera KT kupna, aby zapewnić sobie dostawy ropy po cenach nie uzależnionych od wahań na rynku. Być może bez KT można by w przyszłości kupić taniej lub sprzedać drożej, ale równie dobrze mogłoby być na odwrót. Rezygnujemy z potencjalnego wyższego zysku jednocześnie zabezpieczając się przed potencjalną stratą.



## Po co są kontrakty terminowe?

Kontrakty terminowe zawiera się, aby zapewnić sobie pewną gwarantowaną cenę w przyszłości. Jeśli jesteśmy np. producentem cebuli to gwarantujemy sobie KT sprzedaży stałą cenę na nasze plony niezależnie od urodzaju lub nie. Dla odmiany rafineria zawiera KT kupna, aby zapewnić sobie dostawy ropy po cenach nie uzależnionych od wahań na rynku. Być może bez KT można by w przyszłości kupić taniej lub sprzedać drożej, ale równie dobrze mogłoby być na odwrót. Rezygnujemy z potencjalnego wyższego zysku jednocześnie zabezpieczając się przed potencjalną stratą. Przy takim podejściu KT jest czymś w rodzaju ubezpieczenia przed zmianą cen.

## Po co są kontrakty terminowe?

Kontrakty terminowe zawiera się, aby zapewnić sobie pewną gwarantowaną cenę w przyszłości. Jeśli jesteśmy np. producentem cebuli to gwarantujemy sobie KT sprzedaży stałą cenę na nasze plony niezależnie od urodzaju lub nie. Dla odmiany rafineria zawiera KT kupna, aby zapewnić sobie dostawy ropy po cenach nie uzależnionych od wahań na rynku. Być może bez KT można by w przyszłości kupić taniej lub sprzedać drożej, ale równie dobrze mogłoby być na odwrót. Rezygnujemy z potencjalnego wyższego zysku jednocześnie zabezpieczając się przed potencjalną stratą. Przy takim podejściu KT jest czym w rodzaju ubezpieczenia przed zmianą cen. Ale kontrakty mają jeszcze zupełnie przeciwne oblicze, ale o tym za chwilę.

# Ile się zarabia na KT?

Umówmy się, że kontrakt terminowy jest zawierany na walor dziś (w chwili 0) kosztujący  $S_0$ .

# Ile się zarabia na KT?

Umówmy się, że kontrakt terminowy jest zawierany na walor dziś (w chwili 0) kosztujący  $S_0$ . W przyszłości, w chwili  $T$  cena waloru będzie wynosiła nieznaną dziś wartość  $S_T$ .

# Ile się zarabia na KT?

Umówmy się, że kontrakt terminowy jest zawierany na walor dziś (w chwili 0) kosztujący  $S_0$ . W przyszłości, w chwili  $T$  cena waloru będzie wynosiła nieznaną dziś wartość  $S_T$ . To czy opłacało się zawrzeć kontrakt, czy nie, zależy właśnie od  $S_T$ .

# Ile się zarabia na KT?

Umówmy się, że kontrakt terminowy jest zawierany na walor dziś (w chwili 0) kosztujący  $S_0$ . W przyszłości, w chwili  $T$  cena waloru będzie wynosiła nieznaną dziś wartość  $S_T$ . To czy opłacało się zawrzeć kontrakt, czy nie, zależy właśnie od  $S_T$ . Przypomnijmy, że cena realizacji KT to  $F$ .

# Ile się zarabia na KT?

Umówmy się, że kontrakt terminowy jest zawierany na walor dziś (w chwili 0) kosztujący  $S_0$ . W przyszłości, w chwili  $T$  cena waloru będzie wynosiła nieznaną dziś wartość  $S_T$ . To czy opłacało się zawrzeć kontrakt, czy nie, zależy właśnie od  $S_T$ . Przypomnijmy, że cena realizacji KT to  $F$ . KT kupna przyniesie zatem zysk w wysokości  $S_T - F$ , który może być ujemny lub dodatni.

# Ile się zarabia na KT?

Umówmy się, że kontrakt terminowy jest zawierany na walor dziś (w chwili 0) kosztujący  $S_0$ . W przyszłości, w chwili  $T$  cena waloru będzie wynosiła nieznaną dziś wartość  $S_T$ . To czy opłacało się zawrzeć kontrakt, czy nie, zależy właśnie od  $S_T$ . Przypomnijmy, że cena realizacji KT to  $F$ . KT kupna przyniesie zatem zysk w wysokości  $S_T - F$ , który może być ujemny lub dodatni. Zaś KT sprzedaży da zysk (lub stratę) równą  $F - S_T$ .



# Ile się zarabia na KT?

Naszukujemy sobie **funkcję wypłaty**. Taki wykres będzie nam mówił ile wyniesie wypłata z danego papieru wartościowego w chwili  $T$  w zależności od  $S_T$ .

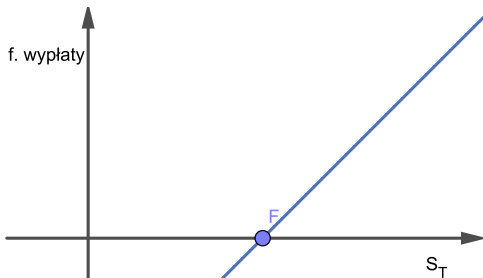
# Ile się zarabia na KT?

Naszukujemy sobie **funkcję wypłaty**. Taki wykres będzie nam mówił ile wyniesie wypłata z danego papieru wartościowego w chwili  $T$  w zależności od  $S_T$ . Druga funkcja jaką będziemy szkicować to **funkcja zysku** czyli wypłata pomniejszona o cenę kupna papieru wartościowego.

# Ile się zarabia na KT?

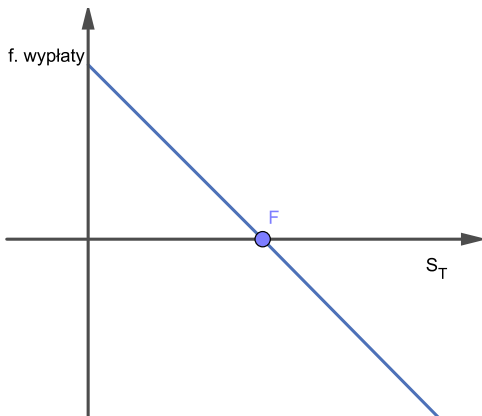
Naszukujemy sobie **funkcję wypłaty**. Taki wykres będzie nam mówił ile wyniesie wypłata z danego papieru wartościowego w chwili  $T$  w zależności od  $S_T$ . Druga funkcja jaką będziemy szkicować to **funkcja zysku** czyli wypłata pomniejszona o cenę kupna papieru wartościowego. Dla KT obie funkcje będą identyczne, wszak cena kontraktu to 0.

# Kontrakt terminowy kupna



Kontrakt terminowy kupna

# Kontrakt terminowy sprzedaży



Kontrakt terminowy sprzedaży

# Odmiany kontraktów terminowych

Istnieją dwie odmiany kontraktów terminowych.

# Odmiany kontraktów terminowych

Istnieją dwie odmiany kontraktów terminowych. W kontraktach typu **forward** standardem jest rzeczywista dostawa waloru. Takie kontrakty są popularne na giełdach towarowych i rolnych.

# Odmiany kontraktów terminowych

Istnieją dwie odmiany kontraktów terminowych. W kontraktach typu **forward** standardem jest rzeczywista dostawa waloru. Takie kontrakty są popularne na giełdach towarowych i rolnych. W kontraktach typu **futures** nie dostarcza się waloru - jedna ze stron wypłaca drugiej różnicę między ceną realizacji  $F$ , a aktualną ceną waloru  $S_T$ . Takie kontrakty są popularne na giełdach papierów wartościowych i zazwyczaj ściśle regulowane przez władze giełdy i przepisy prawa.



# Odmiany kontraktów terminowych

Istnieją dwie odmiany kontraktów terminowych. W kontraktach typu **forward** standardem jest rzeczywista dostawa waloru. Takie kontrakty są popularne na giełdach towarowych i rolnych. W kontraktach typu **futures** nie dostarcza się waloru - jedna ze stron wypłaca drugiej różnicę między ceną realizacji  $F$ , a aktualną ceną waloru  $S_T$ . Takie kontrakty są popularne na giełdach papierów wartościowych i zazwyczaj ściśle regulowane przez władze giełdy i przepisy prawa. W kontraktach futures strony umowy ... nie znajdują się. Danego dnia emisji jakaś grupa inwestorów kupuje KT, inna sprzedaje, nie jest ważne kto od kogo.

# Odmiany kontraktów terminowych

Istnieją dwie odmiany kontraktów terminowych. W kontraktach typu **forward** standardem jest rzeczywista dostawa waloru. Takie kontrakty są popularne na giełdach towarowych i rolnych. W kontraktach typu **futures** nie dostarcza się waloru - jedna ze stron wypłaca drugiej różnicę między ceną realizacji  $F$ , a aktualną ceną waloru  $S_T$ . Takie kontrakty są popularne na giełdach papierów wartościowych i zazwyczaj ściśle regulowane przez władze giełdy i przepisy prawa. W kontraktach futures strony umowy ... nie znajdują się. Danego dnia emisji jakaś grupa inwestorów kupuje KT, inna sprzedaje, nie jest ważne kto od kogo. Takimi kontraktami można potem handlować na giełdzie.

# Po co są kontrakty terminowe?

I tu pojawia się drugie oblicze kontraktów terminowych.

# Po co są kontrakty terminowe?

I tu pojawia się drugie oblicze kontraktów terminowych. Jeśli nie ma fizycznej dostawy waloru to kontrakt może zawrzeć każdy, nawet ktoś kto nie ma tego waloru.

# Po co są kontrakty terminowe?

I tu pojawia się drugie oblicze kontraktów terminowych. Jeśli nie ma fizycznej dostawy waloru to kontrakt może zawrzeć każdy, nawet ktoś kto nie ma tego waloru. Koszt kontraktu to 0, potencjalny zysk jest zatem ... nieskończony. Strata niestety też.

## Po co są kontrakty terminowe?

I tu pojawia się drugie oblicze kontraktów terminowych. Jeśli nie ma fizycznej dostawy waloru to kontrakt może zawrzeć każdy, nawet ktoś kto nie ma tego waloru. Koszt kontraktu to 0, potencjalny zysk jest zatem ... nieskończony. Strata niestety też. KT mogą zatem służyć do spekulacji.

# Po co są kontrakty terminowe?

I tu pojawia się drugie oblicze kontraktów terminowych. Jeśli nie ma fizycznej dostawy waloru to kontrakt może zawrzeć każdy, nawet ktoś kto nie ma tego waloru. Koszt kontraktu to 0, potencjalny zysk jest zatem ... nieskończony. Strata niestety też. KT mogą zatem służyć do spekulacji. W praktyce giełdy żądają od stron depozytów - tym większych im bliżej końca kontraktu i im większa różnica do dopłaty.

## Po co są kontrakty terminowe?

I tu pojawia się drugie oblicze kontraktów terminowych. Jeśli nie ma fizycznej dostawy waloru to kontrakt może zawrzeć każdy, nawet ktoś kto nie ma tego waloru. Koszt kontraktu to 0, potencjalny zysk jest zatem ... nieskończony. Strata niestety też. KT mogą zatem służyć do spekulacji. W praktyce giełdy żądają od stron depozytów - tym większych im bliżej końca kontraktu i im większa różnica do dopłaty. Nadal jednak mamy dźwignię finansową, potencjalne zyski są wielokrotnie wyższe od pierwotnego depozytu.



# Wycena kontraktu terminowego

Przez **arbitraż** rozumiemy taką sytuację, w której możliwy jest zysk bez ponoszenia ryzyka.

# Wycena kontraktu terminowego

Przez **arbitraż** rozumiemy taką sytuację, w której możliwy jest zysk bez ponoszenia ryzyka. Często definicję tę rozszerza się na sytuację, w której bez podejmowania ryzyka istnieje dodatnie prawdopodobieństwo osiągnięcia zysku.

Przez **arbitraż** rozumiemy taką sytuację, w której możliwy jest zysk bez ponoszenia ryzyka. Często definicję tę rozszerza się na sytuację, w której bez podejmowania ryzyka istnieje dodatnie prawdopodobieństwo osiągnięcia zysku. Sekwencja operacji prowadzących do osiągnięcia takiego zysku to **strategia arbitrażowa**.

# Wycena kontraktu terminowego

Przez **arbitraż** rozumiemy taką sytuację, w której możliwy jest zysk bez ponoszenia ryzyka. Często definicję tę rozszerza się na sytuację, w której bez podejmowania ryzyka istnieje dodatnie prawdopodobieństwo osiągnięcia zysku. Sekwencja operacji prowadzących do osiągnięcia takiego zysku to **strategia arbitrażowa**. W matematyce finansowej zakładamy, że nie ma arbitrażu.

# Wycena kontraktu terminowego

Przez **arbitraż** rozumiemy taką sytuację, w której możliwy jest zysk bez ponoszenia ryzyka. Często definicję tę rozszerza się na sytuację, w której bez podejmowania ryzyka istnieje dodatnie prawdopodobieństwo osiągnięcia zysku. Sekwencja operacji prowadzących do osiągnięcia takiego zysku to **strategia arbitrażowa**. W matematyce finansowej zakładamy, że nie ma arbitrażu. Czyli, że nie istnieją nie tylko darmowe obiady, ale i darmowe losy na loterię.

# Wycena kontraktu terminowego

Przez **arbitraż** rozumiemy taką sytuację, w której możliwy jest zysk bez ponoszenia ryzyka. Często definicję tę rozszerza się na sytuację, w której bez podejmowania ryzyka istnieje dodatnie prawdopodobieństwo osiągnięcia zysku. Sekwencja operacji prowadzących do osiągnięcia takiego zysku to **strategia arbitrażowa**. W matematyce finansowej zakładamy, że nie ma arbitrażu. Czyli, że nie istnieją nie tylko darmowe obiady, ale i darmowe losy na loterię. Okazuje się, że jeśli nie arbitrażu to jest tylko jedna możliwa wartość  $F$ !

# Wycena kontraktu terminowego

Przez **arbitraż** rozumiemy taką sytuację, w której możliwy jest zysk bez ponoszenia ryzyka. Często definicję tę rozszerza się na sytuację, w której bez podejmowania ryzyka istnieje dodatnie prawdopodobieństwo osiągnięcia zysku. Sekwencja operacji prowadzących do osiągnięcia takiego zysku to **strategia arbitrażowa**. W matematyce finansowej zakładamy, że nie ma arbitrażu. Czyli, że nie istnieją nie tylko darmowe obiady, ale i darmowe losy na loterię. Okazuje się, że jeśli nie arbitrażu to jest tylko jedna możliwa wartość  $F$ ! W rzeczywistości arbitraż zdarza się, ale zazwyczaj bardzo krótko i jest szybko wyłapywany przez oprogramowanie analizujące takie sytuacje i cena wraca do jedynie słusznej.

# Wycena kontraktu terminowego

Żeby określić wzór na  $F$  należy skonstruować dwie strategie arbitrażowe.



# Wycena kontraktu terminowego

Żeby określić wzór na  $F$  należy skonstruować dwie strategie arbitrażowe. Jeśli jedna strategia arbitrażowa pozwala zarabiać gdy  $F > A$ , a druga gdy  $F < A$  to skoro zakładamy brak arbitrażu to musi zachodzić  $F = A$ .

# Wycena kontraktu terminowego

Żeby określić wzór na  $F$  należy skonstruować dwie strategie arbitrażowe. Jeśli jedna strategia arbitrażowa pozwala zarabiać gdy  $F > A$ , a druga gdy  $F < A$  to skoro zakładamy brak arbitrażu to musi zachodzić  $F = A$ . Spróbujmy określić taką strategię dla zwykłej akcji.

# Wycena kontraktu terminowego

Żeby określić wzór na  $F$  należy skonstruować dwie strategie arbitrażowe. Jeśli jedna strategia arbitrażowa pozwala zarabiać gdy  $F > A$ , a druga gdy  $F < A$  to skoro zakładamy brak arbitrażu to musi zachodzić  $F = A$ . Spróbujmy określić taką strategię dla zwykłej akcji. Nawet nie musimy znać wzoru, który udowadniamy - sam nam wyjdzie.

# Wycena kontraktu terminowego

Żeby określić wzór na  $F$  należy skonstruować dwie strategie arbitrażowe. Jeśli jedna strategia arbitrażowa pozwala zarabiać gdy  $F > A$ , a druga gdy  $F < A$  to skoro zakładamy brak arbitrażu to musi zachodzić  $F = A$ . Spróbujmy określić taką strategię dla zwykłej akcji. Nawet nie musimy znać wzoru, który udowadniamy - sam nam wyjdzie. Zakładamy, że na starcie nie mamy nic - ani akcji ani pieniędzy. Stopa procentowa to  $r$ , stosujemy kapitalizację ciągłą.

Żeby określić wzór na  $F$  należy skonstruować dwie strategie arbitrażowe. Jeśli jedna strategia arbitrażowa pozwala zarabiać gdy  $F > A$ , a druga gdy  $F < A$  to skoro zakładamy brak arbitrażu to musi zachodzić  $F = A$ . Spróbujmy określić taką strategię dla zwykłej akcji. Nawet nie musimy znać wzoru, który udowadniamy - sam nam wyjdzie. Zakładamy, że na starcie nie mamy nic - ani akcji ani pieniędzy. Stopa procentowa to  $r$ , stosujemy kapitalizację ciągłą. Zrobimy tabelę, w której będziemy zapisywać:

- czas
- wykonywane operacje
- stan konta w zł
- stan konta w liczbie akcji

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	sprzedajemy KT	-	-
$T$			

Sprzedajemy kontrakt, czyli w chwili  $T$  musimy go zrealizować (sprzedać akcję).

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	sprzedajemy KT	-	-
$T$	realizujemy KT	$+F$	-1

Nie możemy kupić akcji w chwili  $T$ , bo nie chcemy by nasza strategia zależała od nieznanej dziś ceny  $S_T$ . W takim razie musimy kupić ją w chwili 0.

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	sprzedajemy KT	-	-
	kupujemy akcję	$-S_0$	+1
$T$	realizujemy KT	$+F$	-1

Ale potrzebujemy na to pieniędzy - musimy je zatem pożyczyć.



# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	sprzedajemy KT	-	-
	kupujemy akcję	$-S_0$	+1
	pożyczamy zł	$+S_0$	-
$T$	realizujemy KT	$+F$	-1

Wypadałoby zwrócić pożyczkę.

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	sprzedajemy KT	-	-
	kupujemy akcję	$-S_0$	+1
	pożyczamy zł	$+S_0$	-
T	realizujemy KT	$+F$	-1
	splacamy pożyczkę	$-S_0 e^{rT}$	-

Kolejność może wydawać się dziwna, ale przecież robimy to w jednej chwili. Dla porządku możemy zrobić tak.

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	1. sprzedajemy KT	-	-
	3. kupujemy akcję	$-S_0$	+1
	2. pożyczamy zł	$+S_0$	-
T	4. realizujemy KT	$+F$	-1
	5. spłacamy pożyczkę	$-S_0e^{rT}$	-

W chwili 0 wychodzimy na 0, z akcjami ostatecznie też. Cały zysk jest skupiony w chwili  $T$  i wynosi  $F - S_0e^{rT}$ .

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	1. sprzedajemy KT	-	-
	3. kupujemy akcję	$-S_0$	+1
	2. pożyczamy zł	$+S_0$	-
T	4. realizujemy KT	$+F$	-1
	5. spłacamy pożyczkę	$-S_0e^{rT}$	-

Ale przecież strategie arbitrażowe miały być niemożliwe! W takim razie właśnie udowodniliśmy, że  $F - S_0e^{rT} \leq 0$ , czyli  $F \leq S_0e^{rT}$ .

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	1. sprzedajemy KT	-	-
	3. kupujemy akcję	$-S_0$	+1
	2. pożyczamy zł	$+S_0$	-
$T$	4. realizujemy KT	$+F$	-1
	5. spłacamy pożyczkę	$-S_0e^{rT}$	-

Czas na drugą strategię.

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	kupujemy KT	-	-
$T$			

Kupujemy kontrakt, czyli w chwili  $T$  musimy go zrealizować (kupić akcję).

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	kupujemy KT	-	-
$T$	realizujemy KT	$-F$	+1

Nie możemy sprzedać akcji w chwili  $T$ , bo nie chcemy by nasza strategia zależała od nieznannej dziś ceny  $S_T$ . W takim razie musimy ją ... pożyczyć w chwili 0 (krótka sprzedaż pamiętacie?).

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	kupujemy KT	-	-
	pożyczamy akcję	-	+1
$T$	realizujemy KT	$-F$	+1

Teraz w chwili  $T$  w kolumnie akcja pojawi się potrzebne nam  $-1$ , bo zwrócimy akcję.



# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	kupujemy KT	-	-
	pożyczamy akcję	-	+1
$T$	realizujemy KT	$-F$	+1
	oddajemy akcję	-	-1

Akcja w chwili 0 nie jest nam do niczego potrzebna, sprzedajemy ją.

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	kupujemy KT	-	-
	pożyczamy akcję	-	+1
	sprzedajemy akcję	$+S_0$	-1
$T$	realizujemy KT	$-F$	+1
	oddajemy akcję	-	-1

A zarobione pieniądze lokujemy w banku.

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	kupujemy KT	-	-
	pożyczamy akcję	-	+1
	sprzedajemy akcję	$+S_0$	-1
	zakładamy lokatę w zł	$-S_0$	-
$T$	realizujemy KT	$-F$	+1
	oddajemy akcję	-	-1

No to w chwili  $T$  wyciągamy je z banku.

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	kupujemy KT	-	-
	pożyczamy akcję	-	+1
	sprzedajemy akcję	$+S_0$	-1
	zakładamy lokatę w zł	$-S_0$	-
$T$	realizujemy KT	$-F$	+1
	oddajemy akcję	-	-1
	likwidujemy lokatę w zł	$+S_0 e^{rT}$	-

Zróbmy porządek z kolejnością.

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	1. kupujemy KT	-	-
	2. pożyczamy akcję	-	+1
	3. sprzedajemy akcję	$+S_0$	-1
	4. zakładamy lokatę w zł	$-S_0$	-
$T$	6. realizujemy KT	$-F$	+1
	7. oddajemy akcję	-	-1
	5. likwidujemy lokatę w zł	$+S_0 e^{rT}$	-

W chwili 0 wychodzimy na 0, z akcjami ostatecznie też. Cały zysk jest skupiony w chwili  $T$  i wynosi  $S_0 e^{rT} - F$ .

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	1. kupujemy KT	-	-
	2. pożyczamy akcję	-	+1
	3. sprzedajemy akcję	$+S_0$	-1
	4. zakładamy lokatę w zł	$-S_0$	-
$T$	6. realizujemy KT	$-F$	+1
	7. oddajemy akcję	-	-1
	5. likwidujemy lokatę w zł	$+S_0 e^{rT}$	-

Ale przecież strategie arbitrażowe miały być niemożliwe! W takim razie właśnie udowodniliśmy, że  $S_0 e^{rT} - F \leq 0$ , czyli  $F \geq S_0 e^{rT}$ .

# Wycena kontraktu terminowego

czas	operacja	zł	akcje
0	1. kupujemy KT	-	-
	2. pożyczamy akcję	-	+1
	3. sprzedajemy akcję	$+S_0$	-1
	4. zakładamy lokatę w zł	$-S_0$	-
$T$	6. realizujemy KT	$-F$	+1
	7. oddajemy akcję	-	-1
	5. likwidujemy lokatę w zł	$+S_0 e^{rT}$	-

Wniosek z obu strategi jest prosty  $F = S_0 e^{rT}$ .

# Wycena kontraktu terminowego

Do zrobienia:



# Wycena kontraktu terminowego

Do zrobienia:

b) KT na walutę obcą (ma własną ciągłą stopę procentową  $R$ )

# Wycena kontraktu terminowego

Do zrobienia:

- b) KT na walutę obcą (ma własną ciągłą stopę procentową  $R$ )
- c) KT na surowiec ze stopą zużycia (ubywa go w sposób ciągły w procencie  $y$ )

# Wycena kontraktu terminowego

Do zrobienia:

- b) KT na walutę obcą (ma własną ciągłą stopę procentową  $R$ )
- c) KT na surowiec ze stopą zużycia (ubywa go w sposób ciągły w procencie  $y$ )
- d) KT na towar generujący jednorazowe koszty przechowywania (w wysokości  $M$ , płacone w chwili  $T$ )

# Wycena kontraktu terminowego

Do zrobienia:

- b) KT na walutę obcą (ma własną ciągłą stopę procentową  $R$ )
- c) KT na surowiec ze stopą zużycia (ubywa go w sposób ciągły w procencie  $y$ )
- d) KT na towar generujący jednorazowe koszty przechowywania (w wysokości  $M$ , płatne w chwili  $T$ )
- e) KT na akcję wypłacającą dywidendę (zakładamy, że KT jest na czas  $T_2$ , ale wcześniej w chwili  $T_1$  spółka wypłaca posiadaczom akcji dywidendę w wysokości  $D$  - czyli część zarobionego przez siebie zysku)

# Wycena kontraktu terminowego

Do zrobienia:

- b) KT na walutę obcą (ma własną ciągłą stopę procentową  $R$ )
- c) KT na surowiec ze stopą zużycia (ubywa go w sposób ciągły w procencie  $y$ )
- d) KT na towar generujący jednorazowe koszty przechowywania (w wysokości  $M$ , płatne w chwili  $T$ )
- e) KT na akcję wypłacającą dywidendę (zakładamy, że KT jest na czas  $T_2$ , ale wcześniej w chwili  $T_1$  spółka wypłaca posiadaczom akcji dywidendę w wysokości  $D$  - czyli część zarobionego przez siebie zysku)
- f) KT na stopę procentową

Ostatnie sobie wyjaśnijmy.

# Wycena kontraktu terminowego

Ostatnie sobie wyjaśnijmy. Realizacja kontraktu na stopę procentową przebiega dwuetapowo.

# Wycena kontraktu terminowego

Ostatnie sobie wyjaśnijmy. Realizacja kontraktu na stopę procentową przebiega dwuetapowo.

*Kupić KT na stopę procentową* oznacza, że w chwili  $T_1$  mamy obowiązek założyć lokatę u sprzedawcy kontraktu terminowego.

Mamy obowiązek ulokować 1 zł. W chwili  $T_2$  otrzymamy wpłaconą kwotę wraz z odsetkami naliczonymi wg ciągłej stopy procentowej  $F$ .



# Wycena kontraktu terminowego

Ostatnie sobie wyjaśnijmy. Realizacja kontraktu na stopę procentową przebiega dwuetapowo.

*Kupić KT na stopę procentową* oznacza, że w chwili  $T_1$  mamy obowiązek założyć lokatę u sprzedawcy kontraktu terminowego. Mamy obowiązek ulokować 1 zł. W chwili  $T_2$  otrzymamy wpłaconą kwotę wraz z odsetkami naliczonymi wg ciągłej stopy procentowej  $F$ .

*Sprzedzić KT na stopę procentową* oznacza, że w chwili  $T_1$  mamy obowiązek przyjąć depozyt od nabywcy kontraktu terminowego. Mamy obowiązek przyjąć 1 zł. W chwili  $T_2$  musimy zwrócić wpłaconą kwotę wraz z odsetkami naliczonymi wg ciągłej stopy procentowej  $F$ .

Powodzenia!  
Proszę pytać jeśli coś jest niejasne.