

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Modelowanie matematyczne, Matematyka w finansach i ekonomii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                              |
|-----------------------------------------|------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Nowoczesne finanse ilościowe |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Modern Quantitative Finance  |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WiT M oIIS C11 22/23         |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe        |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                         |
| SEMESTRY                                | 4                            |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | SEMINARIUM | PROJEKT |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|------------|---------|
| 4       | 30     | 0         | 0            | 0                                | 0          | 30      |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Przedstawienie zaawansowanych modeli stochastycznych przydatnych w: nowoczesnym ilościowym modelowaniu instrumentów finansowych; kwestiach zarządzania ryzykiem; konstrukcji wyrafinowanych strategii inwestycyjnych.

**Cel 2** Pełniejsze zrozumienie funkcjonowania współczesnych rynków finansowych oraz dynamiki procesów cen na różnych giełdach. Wykształcenie zdolności tworzenia projektów analitycznych z zakresu ilościowego ujęcia

zagadnień spotykanych w finansach (wycena i zastosowanie derywatów, kwantyfikacja ryzyka).

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Rachunek prawdopodobieństwa

2 Podstawy statystyki

3 Metody stochastyczne

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Znajomość asymetrycznych oraz progowych uogólnień modeli GARCH; wiedza na temat modeli z "długą pamięcią" FARIMA.

**EK2 Wiedza** Wiedza o dynamicznie ewoluujących współczesnych rynkach finansowych i związana z tym znajomość wybranych modeli wyceny egzotycznych instrumentów pochodnych notowanych na rynkach giełdowych i pozagiełdowych.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność zaawansowanego modelowania finansowych szeregów czasowych z użyciem specjalistycznych środowisk obliczeniowych (m. in. R, Matlab).

**EK4 Kompetencje społeczne** Wysoka konkurencyjność i elastyczność studenta w segmencie finansowym.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Oprocentowanie i dyskontowanie przy zmiennej stopie procentowej. Krzywe rentowności na poszczególnych rynkach walutowych i zjawisko ujemnych stóp procentowych. Terminowe kursy walutowe.                                                | 4                |
| <b>W2</b> | Specyfika notowań kontraktów forward/futures na przykładzie: indeksów giełdowych, rynków towarowych i niszowych instrumentów bazowych (indeks VIX, jednostki emisji CO2). Struktura terminowa: contango, backwardation, rolowania serii. | 3                |
| <b>W3</b> | Rynek pozagiełdowy - internetowe platformy foreksowe. Kontrakty różnic kursowych i specyfika ich notowań. Punkty swapowe.                                                                                                                | 3                |
| <b>W4</b> | Innowacyjne instrumenty finansowe i ich działanie: instrumenty pasywnego inwestowania (ETF), kryptowaluty, Credit Default Swaps. Wzmianka o ratingach państw nadawanych przez "wielką trójkę" agencji ratingowych.                       | 4                |
| <b>W5</b> | Zmienność historyczna i implikowana. Empiryczne studium niedoskonałości modelu Blacka-Scholesa. Wycena opcji w oparciu o model stochastycznej zmienności Hestona.                                                                        | 5                |
| <b>W6</b> | Asymetryczne uogólnienia modelu GARCH: T-GARCH, EGARCH, APGARCH i inne. Anatomia baniek spekulacyjnych i krachów. Wzmianka o multifraktalności.                                                                                          | 4                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                      |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                               | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W7</b> | Modelowanie zjawiska "długiej pamięci" w szeregach czasowych. Wykładnik Hursta, ułamkowy ruch Browna, model FARIMA. Stochastyczny opis zjawiska powrotu do średniej (mean reversion) i jego implikacje dla strategii inwestycyjnych. | 5                |
| <b>W8</b> | Zaliczenie końcowe wykładu.                                                                                                                                                                                                          | 2                |

| PROJEKT   |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                           | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Wycena instrumentów pochodnych typu liniowego (forward, futures) i ich zastosowanie w spekulacji i zarządzaniu ryzykiem. Konstrukcja strategii arbitrażowych.                                                                                                                    | 4                |
| <b>P2</b> | Studium działania platform foreksowych. Rachunki związane z punktami swapowymi.                                                                                                                                                                                                  | 4                |
| <b>P3</b> | Zastosowanie opcji europejskich w inżynierii finansowej w oparciu o model Blacka-Scholesa i wskaźniki greckie. Diagnoza niedoskonałości modelu Blacka-Scholesa. Obliczenia dla modelu Hestona. Modelowanie skośności i asymetrii w danych finansowych przy użyciu modeli xGARCH. | 8                |
| <b>P4</b> | Studium przypadku: specyfika notowań kryptowalut.                                                                                                                                                                                                                                | 2                |
| <b>P5</b> | Własności modeli z "długą pamięcią" i powracających do średniej.                                                                                                                                                                                                                 | 4                |
| <b>P6</b> | Elementy finansów behawioralnych: wskaźniki sentymentu a punkty zwrotne na rynkach. Handel algorytmiczny i HFT.                                                                                                                                                                  | 4                |
| <b>P7</b> | Grupowe prezentacje zadanych projektów tematycznych z zakresu nowoczesnych finansów ilościowych na podstawie całokształtu przedstawionych treści merytorycznych.                                                                                                                 | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady - również w formie zdalnej (platforma MS Teams)

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Praca w grupach

**N4** Zadania tablicowe - również w formie zdalnej

**N5** Praca na własnych komputerach

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 60                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 15                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 0                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 15                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 15                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>120</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Zaliczenie z wykładu (40 pkt)

**F2** Dwa grupowe projekty komputerowe (30 pkt)

**F3** Indywidualna praca pisemna (20 pkt)

**F4** Bieżąca aktywność (10 pkt)

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Suma punktów z ocen formujących przeliczona na ocenę końcową

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Ocena dst: uzyskanie przynajmniej 50% sumarycznej liczby punktów z wykładu i projektu przy jednoczesnym uzyskaniu minimum połowy punktów z zaliczenia końcowego na wykładzie, a także przy spełnionym kryterium obecności na projekcie (co najwyżej 4 nieobecności, w tym nie więcej niż 2 nieusprawiedliwione).

**W2** Oceny wyższe - progi co 10% z przewidzianej łącznej puli 60 pkt; przedziały dla ocen lewostronnie domknięte.

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

**B1** Bieżące monitorowanie postępów nauczania (punktacje i oceny cząstkowe).

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie wie nic, nie posiada też wiedzy z przedmiotów innych pokrewnych niniejszemu.                                                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w dostatecznym stopniu, ale z dużymi brakami posiada wiedzę o uogólnieniach modeli procesów stochastycznych stosowanych w nowoczesnych finansach ilościowych.                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi scharakteryzować zjawisko długiej pamięci przy użyciu funkcji autokowariancji. Potrafi wymienić choćby jedno uogólnienie modelu GARCH.                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna definicję oraz podstawowe własności modelu FARIMA. Posiada dobre rozeznanie w uogólnieniach modelu GARCH (A-PARCH, E-GARCH, T-GARCH).                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.5        | Student posiada ponad dobre rozeznanie w zakresie stosowalności omawianych modeli uogólnionych do modelowania danych empirycznych oraz wyceny instrumentów pochodnych - wiedza nt. modeli pozwala na wykorzystanie odpowiednich dedykowanych narzędzi obliczeniowych (pakiety, konkretne procedury). |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w bardzo dobrym stopniu przyswoił wiadomości przekazane na przedmiocie. Posiada wzorową wiedzę co do wyceny instrumentów pochodnych stosowanych w nowoczesnych finansach, a także posiada głęboką wiedzę nt. własności omówionych modeli.                                                    |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie posiada wiedzy nt. funkcjonowania rynków finansowych, nie wykazuje zainteresowania tematem.                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 3.0        | Student posiada dość skąpą i ograniczoną wiedzę nt. funkcjonowania współczesnych rynków finansowych, zdradza jednak znaczne luki w zdolnościach rozumowania matematycznego i zastosowania instrumentów finansowych w praktycznych problemach.                                                        |
| NA OCENĘ 3.5        | Student dość dobrze rozeznaje się w egzotycznych instrumentach finansowych typu opcje barierowe, opcje zależne od trajektorii, jednak nadal krępią go ograniczenia w wiedzy nt. ich wyceny.                                                                                                          |
| NA OCENĘ 4.0        | Znajomość modeli wyceny opcji dopuszczających stochastyczną zmienność (m. in. model Hestona).                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 4.5        | Poszerzona wiedza nt. specyfiki działania instrumentów egzotycznych, powiązana z umiejętnościami typu quant.                                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 5.0        | Student wzorowo operuje aparatem teoretycznym (modele, konstrukcja działania) oraz praktycznym (zastosowania, zaawansowane obliczenia) w zakresie finansów ilościowych - z użyciem najnowszych rozwiązań rynkowych.                                                                                  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie ma ani wiedzy, ani predyspozycji komputerowych wymaganych do realizacji celów przedmiotu.                                                                                                                                                                                                |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Student w bardzo ograniczonym zakresie potrafi modelować (często błędnie) finansowe szeregi czasowe, wykazując minimum umiejętności użycia środowisk obliczeniowych.                                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi w ograniczonym stopniu, z dość znacznymi lukami, wykorzystać dedykowany pakiet środowiska R do dopasowania i przeprowadzenia podstawowej diagnostyki statystycznej modelu GARCH.                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi zastosować przyswojoną wiedzę w poszerzonym studium modelarskim w dedykowanych pakietach i procedurach środowiska R.                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi wykorzystać wszechstronne funkcjonalności dedykowanych pakietów środowiska R (fGarch) do wizualizacji, dopasowania i przeprowadzenia diagnostyki statystycznej modelu GARCH i jego uogólnień.                                                                 |
| NA OCENĘ 5.0        | Student wzorowo stosuje zaawansowane narzędzia modelarskie oraz nowatorskie instrumenty finansowe w praktycznych zagadnieniach ilościowego ujęcia zjawisk na rynkach finansowych.                                                                                             |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie nadaje się do pracy w branży finansowej.                                                                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.0        | Student musi przebyć długą drogę w dążeniu do uzyskania wysokiej konkurencyjności zawodowej w segmencie finansowym.                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 3.5        | Student posiada ograniczenia w zakresie elastyczności i ciekawości dalszej wiedzy w segmencie finansowym i biznesowym.                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 4.0        | Student popiera zdobytą wiedzę i umiejętności dość wszechstronnym spojrzeniem praktycznym na finanse ilościowe, wykazując wysoki poziom interakcji zespołowej oraz własnej inicjatywy w rozwiązywaniu złożonych zagadnień typu projekt, wdrożenie modułu obliczeniowego, itp. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student oprócz wysokiej konkurencyjności w segmencie biznesowym prezentuje wysokie normy etyczno-moralne oraz jest elastyczny w zdobywaniu poszerzonej wiedzy szczegółowej z finansów i szeroko pojętego modelowania.                                                         |
| NA OCENĘ 5.0        | Student prezentuje wzorowe normy społeczne i moralne, predysponujące go do profesjonalnej współpracy w środowisku biznesowym branży finansowej.                                                                                                                               |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE          | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K_W09 K_W12                                                                    | Cel 1           | W3 W4 W5 W6<br>W7 W8       | N1 N2 N3              | P1            |
| EK2               | K_U16 K_U18<br>K_U22                                                           | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8 | N1 N2                 | P1            |
| EK3               | K_U13 K_U16<br>K_U18 K_U20                                                     | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8 | N1 N2 N3 N4 N5        | P1            |
| EK4               | K_K01 K_K03<br>K_K04 K_K06                                                     | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8 | N1 N2 N3              | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Wilmott P. — *Paul Wilmott Introduces Quantitative Finance*, New York, 2007, Wiley & Sons  
[2] | Hull J. C. — *Options, Futures and Other Derivatives*, Boston, 2012, Prentice Hall

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Internet — *specjalistyczne strony www*, , 0,

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Bartosz Stawiarski (kontakt: bstawiarski@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Bartosz Stawiarski (kontakt: bstawiarski@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....