

# 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

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                            |
|-----------------------------------------|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Analiza szeregów czasowych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Time Series Analysis       |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WiT M oIIS D3 22/23        |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 7.00                       |
| SEMESTRY                                | 3                          |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | SEMINARIUM | PROJEKT |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|------------|---------|
| 3       | 30     | 30        | 0            | 0                                | 0          | 0       |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z kilkoma ważnymi modelami szeregów czasowych.

**Cel 2** Przedstawienie metod modelowania i analizy szeregów czasowych, w szczególności: opanowanie technik diagnostycznych, zastosowania w prognozowaniu.

## 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 kilku podstawowych modeli szeregów czasowych, wykorzystywanych do opisu danych empirycznych oraz wiedza na temat ich własności.

**EK2 Umiejętności** Dokonanie wstępnej analizy, wizualizacji oraz obróbki szeregu czasowego: badanie stacjonarności; stacjonaryzacja (eliminacja trendu, sezonowości); wygładzanie; wyrównywanie sezonowe.

**EK3 Umiejętności** Dopasowanie do danych modelu typu ARIMA, GARCH. Następnie wnioskowanie statystyczne w oparciu o model, diagnostyka modelu i wykorzystanie do prognozowania (przy użyciu środowiska R, ewentualnie MATLAB).

**EK4 Kompetencje społeczne** Zdolność do pracy grupowej nad złożonymi zagadnieniami modelowania danych przy użyciu szeregów czasowych w poszanowaniu norm etycznych i społecznych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Zadania rachunkowe dotyczące błędzenia losowego. Modelowanie prostych gier losowych i dyskretnego procesu ceny przy użyciu błędzenia losowego. Błądzenie z dryfem. Testowanie hipotezy o białym szumie.                                                                                                                                                  | 4                |
| C2        | Transformacje szeregów czasowych w praktyce: wygładzanie za pomocą średnich ruchomych prostych i wykładniczych. Zastosowanie filtrów liniowych do eliminacji niestacjonarności. (Praca na własnych laptopach m. in. w środowisku R.)                                                                                                                     | 4                |
| C3        | Wyrównywanie sezonowe i multiplikatywne. Wykorzystanie twierdzenia o rzutowaniu do konstrukcji prognoz optymalnych w sensie średniokwadratowym. Praktyczne stosowanie modelu Holta-Wintersa. Pomiar dokładności prognoz. (Praca na własnych laptopach m. in. w środowisku R.)                                                                            | 6                |
| C4        | Prognozowanie w klasie modeli ARIMA. (Praca na własnych laptopach m. in. w środowisku R.)                                                                                                                                                                                                                                                                | 4                |
| C5        | Użycie testów statystycznych do detekcji efektów typu GARCH. Modelowanie stóp zwrotu i zmienności przy użyciu klasy GARCH. Numeryczna estymacja parametrów modelu i diagnostyka. Zastosowanie w dynamicznej kontroli ryzyka inwestycji. Symulacja i estymacja modeli uogólnionych: APGARCH, EGARCH. (Praca na własnych laptopach m. in. w środowisku R.) | 6                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C6</b> | Symulacje i analiza modeli z nagłą zmianą średniej i/lub wariancji (modele progowe). Stochastyczna analiza baniek spekulacyjnych. Anatomia krachów. Wstępne obliczenia z zakresu modeli VAR oraz kointegracji. (Praca na własnych laptopach m. in. w środowisku R.) | 6                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                               | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Szereg czasowy jako proces stochastyczny. Empiryczne zbiory danych jako szeregi czasowe - przykłady z różnych dziedzin, wizualizacja. Finansowe szeregi czasowe. Słaby i mocny biały szum, błędzenie losowe.                                                                                                                                         | 3                |
| <b>W2</b> | Filtry liniowe. Przyczynowość. Twierdzenie o dekompozycji Wolda.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2                |
| <b>W3</b> | Niestacjonarność. trend deterministyczny, pierwiastki jednostkowe, sezonowość. Wygładzanie za pomocą filtrów liniowych, transformacje stacjonaryzujące.                                                                                                                                                                                              | 3                |
| <b>W4</b> | Wyrównywanie sezonowe addytywne i multiplikatywne. Model klasycznej dekompozycji.                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3                |
| <b>W5</b> | Prognozowanie szeregów czasowych. Model Holta-Wintersa. Miary jakości prognoz: RMSE, MAPE.                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                |
| <b>W6</b> | Estymacja, diagnostyka i zastosowanie modeli ARIMA. Notka o modelach SARIMA.                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4                |
| <b>W7</b> | Modelowanie zmienności: klasa modeli warunkowo heteroskedastycznych typu GARCH. Podstawowe własności i twierdzenia. Estymacja metodą QML. Model hybrydowy ARMA-GARCH. Wybrane uogólnienia modeli GARCH.                                                                                                                                              | 6                |
| <b>W8</b> | Modelowanie długiej pamięci - notka o modelu FARIMA. Szeregi czasowe z punktami nagłej zmiany (structural breaks) - modele progowe. Modele eksplozywne i bańki spekulacyjne. Notka o modelach wielowymiarowych w kontekście opisu wektorowych finansowych szeregów czasowych. Wzmianka o kointegracji. Dane high-frequency (intraday, tick-by-tick). | 6                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady - również w trybie zdalnym (np. MS Teams)

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Zadania tablicowe

**N4** Grupowy projekt domowy z wykorzystaniem środowisk obliczeniowych

## 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                                                                         | 30                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 15                                                      |
| dodatkowe warsztaty laboratoryjne                                                                | 5                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 30                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 20                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 20                                                      |
| Przygotowanie do egzaminu końcowego                                                              | 30                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>210</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 7.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Zadanie tablicowe

**F3** Ćwiczenie praktyczne (wykorzystanie laptopów)

**F4** Projekt zespołowy

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin pisemny

**P2** Sumaryczna punktacja z ćwiczeń

**P3** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Wykład: uzyskanie minimum 50% punktów z egzaminu końcowego (25 z 50 pkt)

**W2** Ćwiczenia: uzyskanie minimum 40% puli punktów przydzielonych na ćwiczenia (kolokwium, kartkówka, prezentacja grupowa, bieżąca aktywność - sumarycznie 50 pkt)

**W3** Co najwyżej 4 nieobecności na ćwiczeniach, w tym co najwyżej 2 nieusprawiedliwione

**W4** Cały przedmiot: uzyskanie minimum 50% łącznej puli (100 pkt) przy spełnieniu warunków W1-W3

#### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

**B1** Bieżący monitoring postępów nauczania (punktacje cząstkowe).

#### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna podstawowych modeli szeregów czasowych, wykazuje rażącą niewiedzę z zakresu dotychczasowego toku studiów.                                                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.0        | Student posiada elementarną wiedzę z zakresu technik obróbki szeregów czasowych; słabo zna postać modelu ARIMA, wykazuje minimalną wiedzę nt. modeli GARCH.                                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.5        | Student dodatkowo posiada umiarkowaną wiedzę z zakresu modelu klasycznej dekompozycji szeregu czasowego oraz filtrów liniowych.                                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 4.0        | Student posiada satysfakcjonującą wiedzę nt. własności modeli ARIMA, GARCH, zna główne twierdzenia oraz ma wiedzę nt. różnych technik obróbki szeregów czasowych.                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.5        | Student posiada wiedzę pozwalającą przeprowadzić szkice dowodów głównych wyników teoretycznych zaprezentowanych w ramach przedmiotu. Zna kilka podstawowych uogólnień przedstawionych modeli.                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 5.0        | Student prezentuje wzorowo ugruntowaną wiedzę z zakresu analizy szeregów czasowych w interakcji z wiedzą nabytą na innych przedmiotach pokrewnych. Posiada wiedzę nt. możliwych uogólnień zaprezentowanych modeli i diagnozuje zjawiska nietypowe (bańki spekulacyjne). Posiada bardzo dobre predyspozycje do praktycznego wykorzystania tej wiedzy. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi dokonać elementarnej analizy szeregu czasowego, ani jego obróbki pod kątem eliminacji niestacjonarności. Nie porusza się w żadnym środowisku obliczeniowym.                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | Student posiada mocno ograniczone zdolności analizy szeregu czasowego. Potrafi, mimo znacznych braków warsztatowych, elementarnie przetworzyć szereg czasowy.                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi wygładzać szereg czasowy metodami średnich kroczących, umie różnicować 1- i wielokrotnie; potrafi wykryć zachowania sezonowe.                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 4.0        | Student prezentuje dobry poziom umiejętności w zakresie detekcji i eliminacji źródeł niestacjonarności w szeregu czasowym, przy jednoczesnej zręczności w obsłudze funkcjonalności środowisk obliczeniowych w zakresie prezentacji i wizualizacji danych. Potrafi dokonać wyrównań sezonowych.                                                       |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi dostrzec różne łączne aspekty występowania trendu i sezonowości, znając niezbędne filtry liniowe i inne transformacje umie w kilku etapach "zestacjonaryzować" szereg czasowy, przeprowadzić analizę reszt w modelu klasycznej dekompozycji.                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 5.0        | Student biegle posługuje się technikami wizualizacji oraz obróbki szeregów czasowych, wraz z umiejętnością umotywowania czynionych operacji na szeregu czasowym w odniesieniu do posiadanej ugruntowanej wiedzy z zakresu przedmiotu. Umie wykorzystać szeroki wachlarz funkcji i procedur dostępnych m. in. w środowisku R. Wykazuje ponadto chęć dalszego samodzielnego poznawania komputerowych narzędzi analizy szeregów czasowych. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie posiada elementarnych umiejętności wykorzystania dedykowanych środowisk obliczeniowych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 3.0        | Student prezentuje elementarną znajomość środowisk obliczeniowych w zakresie dopasowania przedstawionych modeli; w sposób mocno ograniczony wykorzystuje gotowe funkcje i procedury, przeprowadza szczątkową diagnostykę modelu.                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.5        | Student zadowalająco potrafi dobrać do danych model ARMA oraz GARCH w oparciu o gotowe funkcje. Prezentuje ograniczony warsztat z zakresu wnioskowania statystycznego co do postaci modeli, mało wie o diagnostyce.                                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.0        | Student rozróżnia modele ARMA od ARIMA, dobiera optymalny model w oparciu o odpowiednie kryteria; przeprowadza przekonujące rozumowanie w zakresie analizy reszt i dość wszechstronnej diagnostyki modelu, podpierając się zastosowaniem funkcji wizualizacyjnych dedykowanych środowisk obliczeniowych.                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 4.5        | Student operuje praktycznie modelami ARMA, ARIMA, GARCH w zastosowaniach empirycznych, posiadając jednocześnie świadomość ograniczeń tych modeli. Zna także dodatkowe funkcjonalności procedur numerycznych, pozwalających na symulację lub dopasowywanie modeli uogólnionych xGARCH.                                                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 5.0        | Student bardzo dobrze sprawdza się w praktycznych studiach analizy szeregów czasowych z różnych dziedzin badawczych, płynnie stosując warsztat obliczeniowy i komputerowy oraz wizualizacyjny, poparty doskonałym, merytorycznym wnioskowaniem statystycznym także w bardziej zawiłych aspektach diagnostyki rozważanych modeli, m. in. prognozowaniu.                                                                                  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 2.0        | Całkowita niezdolność do pracy grupowej w badanym zakresie, wynikająca z niewiedzy. Ignorancja norm etycznych i społecznych w postępowaniu zawodowym, brak uczciwości i samodzielności.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Student wykazuje elementarne poszanowanie norm społecznych i etycznych przy ograniczonej zdolności do pracy grupowej.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w pewnym zakresie włącza się do twórczej dyskusji merytorycznej nt. modelowania danych za pomocą szeregów czasowych, nie żerując egoistycznie na dorobku intelektualnym innych.                                                                                                                                                                                                                                                 |

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0 | Student prezentuje nieco podwyższoną aktywność w pracy grupowej, a w sytuacjach moralnie i etycznie nagannych napomina osoby uchybiające odpowiednim normom zachowań. Wykazuje znacznie rozwiniętą sumienność w wykonywaniu prac nad projektami zawodowymi/komercyjnymi.                                       |
| NA OCENĘ 4.5 | Student niemal wzorowo kooperuje w ramach zespołu, udzielając w razie potrzeby innym niezbędnych konsultacji i dzieląc się przyswojoną wiedzą oraz umiejętnościami.                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 5.0 | Wzorowa postawa etyczna i społeczna, poparta wysokimi zdolnościami kooperacyjnymi, znaczna motywacja wynikająca z biegle przyswojonej wiedzy. Wysokie predyspozycje do pracy w zespołach międzynarodowych, wzorowa interaktywność i dalsza silna motywacja do samodoskonalenia oraz rozwoju w kręgu zawodowym. |

## 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 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7                            | N1 N2                 | F1 F2 P1 P2 P3 |
| EK2               | K_U16 K_U18<br>K_U22                                                           | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4                                        | N1 N2 N3 N4           | F2 F3 F4 P1 P2 |
| EK3               | K_U13 K_U16<br>K_U18                                                           | Cel 1 Cel 2     | C3 C4 C5 W5<br>W6 W7 W8                            | N1 N2 N3 N4           | F3 F4 P1 P2 P3 |
| EK4               | K_K01 K_K03<br>K_K04 K_K06                                                     | Cel 1 Cel 2     | C1 C2 C3 C4 C5<br>C6 W1 W2 W3<br>W4 W5 W6 W7<br>W8 | N1 N2 N3 N4           | F4 P1          |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Brockwell P. J., Davis R. A. — *Introduction to Time Series and Forecasting*, New York, 2002, Springer
- [2] | Shumway R. H., Stoffer D. S. — *Time Series Analysis and Its Applications*, New York, 2006, Springer
- [3] | www — *Specjalistyczne strony internetowe*, , 0,

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

- [1 ] Tsay R. S. — *Analysis of Financial Time Series*, New Jersey, 2010, Wiley
- [2 ] Suchwałko A., Zagdański A. — *Analiza i prognozowanie szeregów czasowych*, Warszawa, 2015, PWN

**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)

.....