

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Matematyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Modelowanie matematyczne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                       |
|-----------------------------------------|-----------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Metody stochastyczne  |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Stochastic methods    |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WFMiI M oIIS B4 16/17 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty podstawowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 6.00                  |
| SEMESTRY                                | 1                     |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | SEMINARIUM | PROJEKT |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|------------|---------|
| 1       | 45     | 15        | 0            | 15                               | 0          | 0       |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zaprezentowanie studentom podstawowej wiedzy z modelowania stochastycznego koniecznej w zastosowaniach finansowych, ekonomicznych i ubezpieczeniowych.

**Cel 2** WYROBIENIE W STUDENTACH NAWYKU MYśLENIA EMPIRYCZNEGO I POPRAWNEJ ANALIZY DANYCH FINANSOWYCH ORAZ EKONOMICZNYCH Z WYKORZYSTANIEM WIEDZY PRZEDSTAWIONEJ NA WYKŁADZIE.

**Cel 3** Prezentacja podstawowych narzędzi obliczeniowych (pakiety Matlab i R) do analizy finansowych i ekonomicznych szeregów czasowych za pomocą modeli stochastycznych.

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

- 1 Przestrzeń probabilistyczna, zmienna losowa, rozkład prawdopodobieństwa i jego parametry, prawa wielkich liczb, centralne twierdzenie graniczne,
- 2 mierzalność, całka Lebesgue'a, przestrzeń Hilberta
- 3 warunkowa wartość oczekiwana
- 4 ciągłość, różniczkowalność, całka Riemanna funkcji zmiennej rzeczywistej, pochodna cząstkowa

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna podstawowe modele stochastyczne oparte na procesach stochastycznych, szeregach czasowych i procesach punktowych. Student zna dowody podstawowych twierdzeń oraz potrafi wskazać na ważne założenia, konieczne do stosowania prezentowanych modeli.

**EK2 Wiedza** Student zna zasady modelowania stochastycznego dla potrzeb danych finansowych i ekonomicznych. Potrafi wskazać, gdzie należy stosować procesy stochastyczne, gdzie szeregi czasowe, a gdzie procesy punktowe. Potrafi rozwiązać podstawowe zagadnienia modelowania związane z: dopasowaniem modelu, estymacją jego parametrów, a także decyzjami finansowymi i ekonomicznymi. Umie zinterpretować otrzymane wyniki w obszarze finansów i ekonomii.

**EK3 Wiedza** Student zna podstawowe narzędzia modelowania stochastycznego, począwszy od pakietu Excel, poprzez ITSM, a następnie Matlab i R.

**EK4 Umiejętności** Student sprawnie posługuje się podstawowymi rezultatami modelowania stochastycznego. Potrafi wskazać klasyczne techniki dowodowe występujące w różnych twierdzeniach.

**EK5 Umiejętności** Student poznaje praktyczne przykłady z finansów, ekonomii i ekonometrii; potrafi wskazać w jaki sposób poznane modele rozwiązują praktyczne zagadnienia w tych dziedzinach.

**EK6 Umiejętności** Student poznaje techniki analizy w dziedzinie czasu i częstotliwości dla szeregów czasowych. Poznał modele Coxa opisujące ryzyko i potrafi je zastosować w praktyce.

**EK7 Kompetencje społeczne** Student zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia się, szanuje własność intelektualną własną i cudzą.

**EK8 Kompetencje społeczne** Student potrafi precyzyjnie formułować pytania służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania, korzysta z fachowej literatury.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                 |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                          | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Definicja procesu stochastycznego, rozkłady skończone wymiarowe procesu, wartość średnia, funkcja kowariancji, pojęcie stacjonarności, procesy alfa-mieszające. | 6                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                      |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                               | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W2</b> | Proces Wienera. Proces Poissona. Własności: ciągłość, różniczkowalność. Twierdzenie Girsanowa. Zastosowanie: równanie Ito. Podstawowe zastosowania: wycena opcji (m. in. model Blacka-Scholesa).                     | 6                |
| <b>W3</b> | Szeregi czasowe. Analiza w dziedzinie czasu. Funkcja autokowariancji i autokorelacji. Szeregi czasowe okresowo skorelowane. Modele liniowe typu ARMA.                                                                | 6                |
| <b>W4</b> | Twierdzenie Wolda. Estymacja w modelu ARMA. Modele ARIMA, SARIMA.                                                                                                                                                    | 6                |
| <b>W5</b> | Analiza w dziedzinie częstotliwości. Koherencja spektralna. Podstawy zastosowań szeregów czasowych: prognozowanie dla danych finansowych i ekonomicznych; analiza sygnałów.                                          | 6                |
| <b>W6</b> | Podstawy matematyczne i probabilistyczne teorii przeżycia. Wiadomości wstępne. Funkcja przeżycia, całka produktowa, funkcja hazardu, cenzurowanie.                                                                   | 6                |
| <b>W7</b> | Procesy punktowe, podejście martyngałowe, intensywność stochastyczna, kompensator. Proces wariacji prognozowalnej $>$ oraz opcjonalnej $[m]$ . Funkcja wiarygodności. Filtracja, czas zatrzymania. Procesy "cadlag". | 3                |
| <b>W8</b> | Modele współzawodniczących ryzyk. Model masyfikatywnej intensywności (MIM).                                                                                                                                          | 3                |
| <b>W9</b> | Modele typu regresyjnego ze zmiennymi objaśniającymi niezależnymi od czasu. Model regresji Coxa.                                                                                                                     | 3                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                                         |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Przykłady podstawowych procesów stochastycznych. Realizacje i ich własności. Charakterystyki kowariancyjne procesów stacjonarnych i niestacjonarnych. Aproksymacje dyskretne procesów z czasem ciągłym. | 3                |
| <b>C2</b> | Procesy z czasem ciągłym a procesy z czasem dyskretnym. Obliczanie funkcji autokorelacji wybranych szeregów czasowych. Techniki identyfikacji modeli ARMA.                                              | 3                |
| <b>C3</b> | Analiza szeregów czasowych drugiego rzędu. Modele warunkowo heteroskedastyczne (m. in. model GARCH).                                                                                                    | 3                |
| <b>C4</b> | Analiza szeregów czasowych w dziedzinie częstotliwości. Funkcja koherencji spektralnej. Aktualne problemy modelowania sygnałów z wykorzystaniem technik spektralnych.                                   | 3                |
| <b>C5</b> | Modele ryzyk współzawodniczących. Estymatory parametrów w modelu semiparametrycznym Coxa. Zastosowanie w ekonomii, finansach, biologii.                                                                 | 3                |

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |                                                                                                                                                               |                  |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                        | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Symulacja zmiennych losowych o wybranych, znanych rozkładach. Symulacja procesu Wienera oraz procesu Poissona. Równanie Ito a model CAPM. Zastosowania.       | 3                |
| <b>K2</b>                | Identyfikacja modeli ARMA w praktyce. Wybór modeli autoregresyjnych i średnich ruchomych z zastosowaniem pakietów Excel, ITSM, Matlab, R.                     | 3                |
| <b>K3</b>                | Dopasowanie modelu GARCH dla danych giełdowych i finansowych. Zjawisko klastrowania zmienności. Wartość narażona na ryzyko a model GARCH. Pakiet RiskMetrics. | 3                |
| <b>K4</b>                | Techniki obliczeniowe w dziedzinie spektralnej. Filtry dolno- i górnoprzepustowe. Wygładzanie danych spektralnych. Periodogram.                               | 3                |
| <b>K5</b>                | Model Coxa w pakiecie R. Zastosowania.                                                                                                                        | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

**N4** Konsultacje

## 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                                                               | 75                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 2                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 6                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 95                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 0                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 2                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>180</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 6.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Odpowiedź ustna

**F3** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Test

**P2** Egzamin pisemny

**P3** Zaliczenie pisemne

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | suma zdobytych punktów jest mniejsza niż 50%                                                                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 50% do 59%, student zna podstawowe definicje i twierdzenia i rozumie ich dowody |
| NA OCENĘ 3.5        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 60% do 69%                                                                      |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 70% do 79%, student zna podstawowe metody zastosowań a także zna dowody                                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.5        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 80% do 89%                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 5.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 90% do 100%, student zna wszystkie definicje, twierdzenia oraz dowody. Potrafi przeprowadzić dyskusję zastosowań modeli z czasem ciągłym i dokonać interpretacji wyników obliczeń. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | suma zdobytych punktów jest mniejsza niż 50%                                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 3.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 50% do 59%, student zna podstawowe modele stochastyczne z wykładu                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.5        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 60% do 69%                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 4.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 70% do 79%, jak na ocenę 3.0, ponadto student potrafi podać przykłady zastosowań modeli stochastycznych w zagadnieniach finansowych i ekonomicznych                                |
| NA OCENĘ 4.5        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 80% do 89%                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 5.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 90% do 100%, jak na ocenę 4.0, ponadto student potrafi przedstawić zasady wnioskowania statystycznego w modelach stochastycznych i zinterpretować otrzymane wyniki                 |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | suma zdobytych punktów jest mniejsza niż 50%                                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 3.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 50% do 59%, student zna podstawowe komendy pakietów Excel, ITSM, Matlab, R                                                                                                         |
| NA OCENĘ 3.5        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 60% do 69%                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 4.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 70% do 79%, student rozumie metodykę konstruowania kodów do modelowania stochastycznego                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.5        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 80% do 89%                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 5.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 90% do 100%, student zna zasady wnioskowania w modelach stochastycznych z wykorzystaniem pakietów Excel, ITSM, Matlab i R                                                          |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | suma zdobytych punktów jest mniejsza niż 50%                                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 3.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 50% do 59%, umie sformułować podstawowe definicje i twierdzenia, rozumie dowody tych twierdzeń                                                                                     |
| NA OCENĘ 3.5        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 60% do 69%                                                                                                                                                                         |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 70% do 79%, jak na 3.0, ponadto umie przeprowadzić dowody tych twierdzeń                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.5        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 80% do 89%                                                                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 5.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 90% do 100%, umie sformułować wszystkie definicje i twierdzenia, twierdzenia umie udowodnić                                                                                                                                         |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | suma zdobytych punktów jest mniejsza niż 50%                                                                                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 50% do 59%, student zna podstawowe przykłady zastosowań w finansach i ekonomii                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 3.5        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 60% do 69%                                                                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 4.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 70% do 79%, jak na 3.0, ponadto student student potrafi wskazać techniki modelowania stochastycznego rozwiązujące podstawowe zagadnienia modelowania danych finansowych i ekonomicznych                                             |
| NA OCENĘ 4.5        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 80% do 89%                                                                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 5.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 90% do 100%, student wykazuje dogłębne zrozumienie modelowania stochastycznego w ekonomii i finansach; potrafi interpretować wyniki obliczeniowe w kontekście praktycznych zagadnień finansowych, ekonomicznych i ekonometrycznych. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | suma zdobytych punktów jest mniejsza niż 50%                                                                                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 50% do 59%, student zna podstawy modelowania za pomocą szeregów czasowych w domenie czasu; potrafi zidentyfikować model ARMA w prostych przykładach                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 60% do 69%                                                                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 4.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 70% do 79%, student rozumie różnice pomiędzy podejściem czasowym a częstotliwościowym w modelach szeregów czasowych; potrafi wskazać zasadnicze elementy modelu regresji Coxa i zastosować je do badania ryzyka.                    |
| NA OCENĘ 4.5        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 80% do 89%                                                                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 5.0        | suma zdobytych punktów mieści się w przedziale od 90% do 100%, student wykazuje dogłębne zrozumienie modeli ryzyka, a także potrafi rozwiązać zagadnienia identyfikacji i prognozy z wykorzystaniem szeregów czasowych i procesów punktowych                                          |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 7 |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zdaje sobie sprawy z ograniczeń własnej wiedzy i nie rozumie potrzeby dalszego kształcenia się                                                                                                                                                                            |

|                     |                                                                                                                       |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Student słabo zdaje sobie sprawę z ograniczeń własnej wiedzy i bardzo słabo rozumie potrzebę dalszego kształcenia się |
| NA OCENĘ 3.5        | Student słabo zdaje sobie sprawę z ograniczeń własnej wiedzy i słabo rozumie potrzebę dalszego kształcenia się        |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zdaje sobie sprawę z ograniczeń własnej wiedzy i słabo rozumie potrzebę dalszego kształcenia się              |
| NA OCENĘ 4.5        | Student zdaje sobie sprawę z ograniczeń własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia się                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zdaje sobie sprawę z ograniczeń własnej wiedzy i przejawia zamiar dalszego kształcenia się                    |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 8 |                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi sformułować pytania ani nie potrafi dostrzec brakujących elementów rozumowania                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi sformułować pytania niezbyt precyzyjnie, nie potrafi dostrzec brakujących elementów rozumowania       |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi sformułować pytania niezbyt precyzyjnie, dostrzega niektóre z brakujących elementów rozumowania       |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi sformułować pytania precyzyjnie, dostrzega niektóre z brakujących elementów rozumowania               |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi sformułować pytania precyzyjnie, dostrzega brakujące elementy rozumowania                             |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi sformułować pytania precyzyjnie, dostrzega brakujące elementy rozumowania i stara się je uzupełnić    |

## 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_W05                                                                          | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 C1 C2 C3<br>C4 C5 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1 P2 P3 |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE                                                    | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY  |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|
| EK2               | K_K02                                                                          | Cel 1 Cel 2          | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 C1 C2 C3<br>C4 C5 K1 K2 K3<br>K4 K5 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2 P3 |
| EK3               | K_U18                                                                          | Cel 1 Cel 2          | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 C1 C2 C3<br>C4 C5 K1 K2 K3<br>K4 K5 | N3 N4                 | F1 F2 P1 P2 P3 |
| EK4               | K_K07                                                                          | Cel 1                | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 C1 C2 C3<br>C4 C5                   | N1 N2 N4              | F1 F2 P1 P2 P3 |
| EK5               | K_K04                                                                          | Cel 2 Cel 3          | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 C1 C2 C3<br>C4 C5 K1 K2 K3<br>K4 K5 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2 P3 |
| EK6               | K_U19                                                                          | Cel 1                | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 C1 C2 C3<br>C4 C5 K1 K2 K3<br>K4 K5 | N1 N2 N4              | F1 F2 P1 P2 P3 |
| EK7               | K_U01                                                                          | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 C1 C2 C3<br>C4 C5 K1 K2 K3<br>K4 K5 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2 P3 |
| EK8               | K_W02                                                                          | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 C1 C2 C3<br>C4 C5 K1 K2 K3<br>K4 K5 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2 P3 |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] | R. Lipcer, A. Szirjajew — *Statystyka procesów stochastycznych*, Warszawa, 1981, PWN

[2] | R. H. Shumway, D. S. Stoffer — *Time series analysis and its applications*, Nowy Jork, 2000, Springer

[3] | O. Aalen, O. Borgan, H. Gjessing — *Survival and event history analysis*, Nowy Jork, 2008, Springer

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] | A. Janicki, A. Izydorczyk — *Komputerowe metody w modelowaniu stochastycznym*, Warszawa, 2001, WNT

[2] | A. Plucińska, E. Pluciński — *Probabilistyka*, Warszawa, 2000, WNT

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. Jacek LEŚKOW (kontakt: jleskow@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 Dr hab. inż. Jacek LEŚKOW (kontakt: leskow@wsb-nlu.edu.pl)

2 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)

.....

.....