

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Biomedyczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: L

Stopień studiów: I

Specjalności: Biomechanika urazów, Inżynieria kliniczna

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                          |
|-----------------------------------------|--------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Mechanika przepływu krwi |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Mechanics of blood flow  |
| KOD PRZEDMIOTU                          | L415                     |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe    |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                     |
| SEMESTRY                                | 6                        |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 6       | 15     | 15        | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z właściwościami reologicznymi krwi i ścianek dużych naczyń krwionośnych

**Cel 2** Zapoznanie studentów z zagadnieniami ustalonego przepływu krwi w sztywnych naczyniach krwionośnych

**Cel 3** Zapoznanie studentów z zagadnieniami pulsacyjnego przepływu krwi w dużych naczyniach krwionośnych

**Cel 4** Zapoznanie studentów z zagadnieniami pomiaru ciśnienia i strumienia przepływu krwi

Cel 5 Nabycie umiejętności pracy w zespole

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

1 Zaliczone przedmioty: Fizyka, Mechanika płynów

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna modele reologiczne krwi i materiału ścianek dużych naczyń krwionośnych

**EK2 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć lepkość krwi oraz odkształcalność i moduł sprężystości materiału ścianki tętnicy

**EK3 Wiedza** Student zna prawo Hagen - Poiseuille'a

**EK4 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć straty ciśnienia przy przepływie krwi przez odcinek tętnicy i przez zastawki sercowe

**EK5 Wiedza** Student zna metodę Womersley'a i Fry'ego analizy przepływu pulsacyjnego krwi

**EK6 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć profil prędkości w pulsacyjnym przepływie krwi przy zadanym sinusoidalnie zmiennym gradientcie ciśnienia

**EK7 Wiedza** Student zna metody pomiaru ciśnienia i strumienia przepływu krwi

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                          |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Właściwości fizyczne i reologiczne krwi oraz innych płynów biologicznych. Właściwości mechaniczne ścianek naczyń krwionośnych                                            | 2                |
| <b>W2</b> | Równania Navier - Stokesa opisujące ruch krwi. Analiza ustalonego przepływu krwi w dużych naczyniach krwionośnych.                                                       | 5                |
| <b>W3</b> | Analiza pulsacyjnego przepływu krwi w dużych naczyniach krwionośnych. Metoda Womersley'a i Fry'ego badania ruchu pulsacyjnego krwi. Niestabilność przepływu pulsacyjnego | 6                |
| <b>W4</b> | Metody pomiaru ciśnienia i strumienia przepływu krwi                                                                                                                     | 2                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                                        |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                 | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Wyznaczanie lepkości krwi i innych płynów biologicznych. Obliczanie wartości naprężenia stycznego na ściankach naczyń krwionośnych. Wyznaczanie wartości modułu sprężystości materiału ścianki tętnicy | 4                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                           |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                    | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C2</b> | Wyznaczanie spadków ciśnienia w przepływie przez nieodkształcalne naczynia krwionośne. Wyznaczanie spadków ciśnienia w przepływie przez zastawki sercowe. | 5                |
| <b>C3</b> | Wyznaczanie rozkładów prędkości i wartości strumienia przepływu w pulsacyjnym ruchu krwi. Wyznaczanie szybkości fali tętna                                | 4                |
| <b>C4</b> | Wyznaczanie ciśnienia i strumienia przepływu krwi w dużych naczyniach krwionośnych                                                                        | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Konsultacje

**N4** Prezentacje multimedialne

## 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                                                               | 30                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 4                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 4                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 22                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 0                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>60</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 2.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Test

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia

W2 Ocena końcowa ustalana jest na podstawie średniej arytmetycznej ocen ze wszystkich przeprowadzonych testów

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                    |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna modeli reologicznych do opisu właściwości krwi                                     |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna wybrane modele reologiczne płynów reostabilnych                                        |
| NA OCENĘ 3.5        | _____                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | _____                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.5        | _____                                                                                              |
| NA OCENĘ 5.0        | _____                                                                                              |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                    |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna metod oznaczania lepkości krwi                                                     |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wyliczyć wartość lepkości krwi na podstawie przytoczonych parametrów pomiaru       |
| NA OCENĘ 3.5        | _____                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | _____                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.5        | _____                                                                                              |
| NA OCENĘ 5.0        | _____                                                                                              |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                    |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi objaśnić podstawowych pojęć ruchu płynu lepkiego w rurce                       |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wykorzystać prawo Hagen - Poiseuille'a do wyznaczenia lepkości przepływającej krwi |
| NA OCENĘ 3.5        | _____                                                                                              |

|                     |                                                                                                   |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | _____ -                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | _____ -                                                                                           |
| NA OCENĘ 5.0        | _____ -                                                                                           |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna zależności oporów przepływu od prędkości krwi                                     |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wyliczyć spadek ciśnienia w przepływie przez prosty odcinek naczynia krwionośnego |
| NA OCENĘ 3.5        | _____ -                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.0        | _____ -                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | _____ -                                                                                           |
| NA OCENĘ 5.0        | _____ -                                                                                           |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna podstawowych pojęć przepływu pulsacyjnego                                         |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi zdefiniować liczbę Womersley'a i podać jej interpretację fizyczną                 |
| NA OCENĘ 3.5        | _____ -                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.0        | _____ -                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | _____ -                                                                                           |
| NA OCENĘ 5.0        | _____ -                                                                                           |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |                                                                                                   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna równań opisujących pulsacyjny ruch krwi w naczyniach krwionośnych                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wyznaczyć zmiany w czasie profilu prędkości w ruchu pulsacyjnym krwi              |
| NA OCENĘ 3.5        | _____ -                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.0        | _____ -                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | _____ -                                                                                           |
| NA OCENĘ 5.0        | _____ -                                                                                           |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 7 |                                                                                                   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi objaśnić podstawowych pojęć ruchu krwi w naczyniach krwionośnych              |

|              |                                                      |
|--------------|------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0 | Student zna metody pomiaru strumienia przepływu krwi |
| NA OCENĘ 3.5 | _____                                                |
| NA OCENĘ 4.0 | _____                                                |
| NA OCENĘ 4.5 | _____                                                |
| NA OCENĘ 5.0 | _____                                                |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K1_W01<br>K1_W12<br>K1_UO01<br>K1_UP08<br>K1_K02                               | Cel 1           | C1                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2         |
| EK2               | K1_W01<br>K1_W12<br>K1_UO01<br>K1_UP08<br>K1_K02                               | Cel 2           | C2                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2         |
| EK3               | K1_W01<br>K1_W12<br>K1_UO01<br>K1_UP08<br>K1_K02                               | Cel 2           | C2                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2         |
| EK4               | K1_W01<br>K1_W12<br>K1_UO01<br>K1_UP08<br>K1_K02                               | Cel 2           | C2                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2         |
| EK5               | K1_W01<br>K1_W12<br>K1_UO01<br>K1_UP08<br>K1_K02                               | Cel 3           | C3                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2         |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK6               | K1_W01<br>K1_W12<br>K1_UO01<br>K1_UP08<br>K1_K02                               | Cel 4           | C3 C4             | N1 N2 N3 N4           | F1 F2         |
| EK7               | K1_W01<br>K1_W12<br>K1_UO01<br>K1_UP08<br>K1_K02                               | Cel 4 Cel 5     | C4                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Lee Waite, Jerry Fine — *Applied Biofluid Mechanics*, New York, 2002, McGraw - Hill
- [2] | Krishnan Chandran, Ajit Yoganathan, Stanley Rittgers — *Biofluid Mechanics*, New York, 2007, CRC Press
- [3] | Andrzej Pilawski — *Podstawy biofizyki*, Warszawa, 1981, PZWL

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Ryszard Gryboś — *Podstawy mechaniki płynów*, Warszawa, 2002, PWN
- [2] | Eustachy Burka, Tomasz Nałęcz — *Mechanika płynów w przykładach. Teoria, zadania, rozwiązania*, Warszawa, 1994, PWN

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Kazimierz Rup (kontakt: [krup@pk.edu.pl](mailto:krup@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof.dr hab.inż. Kazimierz Rup (kontakt: [krup@pk.edu.pl](mailto:krup@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....