

# I. KARTA PRZEDMIOTU

1. Nazwa przedmiotu: **MECHANIKA PŁYNÓW**
2. Kod przedmiotu: **Kh**
3. Jednostka prowadząca: **Wydział Mechaniczno-Elektryczny**
4. Kierunek: **Mechanika i budowa maszyn**
5. Specjalność: **Eksploatacja Siłowni Okrętowych**
6. Moduł: **treści podstawowych**
7. Poziom studiów: **I stopnia**
8. Forma studiów: **stacjonarne**
9. Semestr studiów: **IV**
10. Profil: **praktyczny**
11. Prowadzący: **dr hab. inż. Marek Sperski**

## CEL PRZEDMIOTU

|           |   |
|-----------|---|
| <b>C1</b> | Zapoznanie słuchaczy z podstawowymi pojęciami mechaniki płynów, modelami obliczeniowymi oraz rodzajami sił kształtujących przepływy                         |
| <b>C2</b> | Zapoznanie studentów ze sposobami formułowania różniczkowych równań równowagi płynu oraz wyrobienie umiejętności rozwiązywania tych równań.                 |
| <b>C3</b> | Zapoznanie słuchaczy z pojęciem naporu hydrostatycznego oraz sposobami obliczania sił naporu na ściany płaskie i zakrzywione                                |
| <b>C4</b> | Zapoznanie studentów z pojęciami pływalności i stateczności pływania oraz sposobami obliczania wysokości metacentrycznych.                                  |
| <b>C5</b> | Zapoznanie słuchaczy ze sposobami formułowania różniczkowych równań ruchu płynu nielepkiego oraz metodami całkowania tych równań                            |
| <b>C6</b> | Zapoznanie słuchaczy z pojęciem potencjału prędkości przepływu oraz metodami badań przepływów potencjalnych   |
| <b>C7</b> | Zapoznanie słuchaczy ze sposobami formułowania i rozwiązywania różniczkowych równań ruchu płynów lepkich.   |
| <b>C8</b> | Wyrobienie umiejętności obliczania strat ciśnienia podczas przepływów w rurociągach oraz oporów ruchu konstrukcji przemieszczających się w płynach lepkich. |

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

|          |   |
|----------|---|
| <b>1</b> | Znajomość podstawowych twierdzeń mechaniki klasycznej.            |
| <b>2</b> | Znajomość matematyki z algebrą wektorów i podstawami teorii pola. |
| <b>3</b> | Umiejętność posługiwania się rysunkiem technicznym.               |

## EFEKTY KSZTAŁCENIA

|            |  |
|------------|--|
| <b>EK1</b> | Student zna podstawowe pojęcia mechaniki płynów, właściwości ośrodków nazywanych płynami, rodzaje sił działających na elementy płynu oraz modele matematyczne i fizyczne służące do opisu przepływów.  |
| <b>EK2</b> | Student potrafi formułować różniczkowe równania równowagi płynu, rozwiązać je oraz sporządzać wykresy rozkładu ciśnień hydrostatycznych na ściany konstrukcji inżynierskich w stanie równowagi bezwzględnej i względnej.   |
| <b>EK3</b> | Student potrafi obliczać wartości, miejsca przyłożenia i kierunki sił naporu hydrostatycznego na płaskie i zakrzywione ściany konstrukcji inżynierskich oraz wstępnie ocenić skutki oddziaływania tych sił.  |
| <b>EK4</b> | Student potrafi obliczać głębokości zanurzenia podwodnych elementów konstrukcji pływającej na powierzchni cieczy, obliczać wysokości metacentryczne oraz oceniać na ich podstawie zdolność powracania wychylonej konstrukcji do położenia równowagi.   |
| <b>EK5</b> | Student potrafi formułować różniczkowe równania ruchu płynu nielepkiego, całkować je wzdłuż linii prądu, posługiwać się równaniem Bernoulliego w opisach przepływów, obliczać czas opróżniania i zalewania zbiorników oraz reakcje hydrodynamiczne.  |
| <b>EK6</b> | Student zna podstawowe metody badań przepływów bezwirowych, potrafi obliczyć rozkład linii prądu podczas opływu ciał o nieskomplikowanych kształtach, rozkład ciśnień na powierzchni tych ciał oraz współczynniki mas wody towarzyszącej w prostych przypadkach ruchu ciał w płynie nielepkim. |

|             |   |
|-------------|---|
| <b>EK7</b>  | Student zna sposoby formułowania różniczkowych równań ruchu płynów lepkich, ogólną postać równań Naviera-Stokes'a oraz rezultaty całkowania tych równań dla przepływów w rurociągach i w warstwie przyściennej.   |
| <b>EK8</b>  | Student potrafi obliczyć straty ciśnienia w przepływach cieczy lepkich w rurociągach oraz siły oporów ruchu konstrukcji inżynierskich przemieszczających się w płynach lepkich ze szczególnym uwzględnieniem oporów ruchu okrętu.   |
| <b>EK9</b>  | Student uważnie śledzi treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem, dyskutuje podczas zajęć, w celu lepszego zrozumienia materiału wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł.  |
| <b>EK10</b> | Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.  |
| <b>EK11</b> | Aktywnie uczestniczy w wykładzie, ćwiczeniu, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści. Zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium. Dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium. |

## TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY      |  | Liczba godzin |
|--------------|--|---------------|
| <b>W1</b>    | Pojęcia podstawowe mechaniki płynów. Definicje, właściwości, modele obliczeniowe, siły działające na płyn, stany naprężeń, podział płynów.   | <b>2</b>      |
| <b>W2</b>    | Zastosowanie teorii pola skalarne i pola wektorowego do opisu przepływów.  | <b>1</b>      |
| <b>W3</b>    | Równowaga bezwzględna i równowaga względna płynu w potencjalnym polu sił masowych. Różniczkowe równania równowagi płynu oraz całkowanie tych równań.   | <b>1</b>      |
| <b>W4</b>    | Napór hydrostatyczny płynu na ściany płaskie i zakrzywione. Metody wyznaczania składowych oraz miejsc przyłożenia sił naporu.  | <b>1</b>      |
| <b>W5</b>    | Prawo Archimedes'a. Pływanie ciał. Równowaga i stateczność pływania  | <b>1</b>      |
| <b>W6</b>    | Postawowe pojęcia kinematyki płynów: pole prędkości przepływu, linia prądu, tor elementu płynu, rurka i włókno prądu, objętościowe i masowe natężenie przepływu.   | <b>2</b>      |
| <b>W7</b>    | Różniczkowe równania ruchu płynu nielepkiego. Warunki brzegowe i początkowe. Równanie ciągłości przepływu. Całkowanie równań ruchu wzdłuż linii prądu (równania Bernoulliego i Eulera). Metody pomiarów ciśnień, prędkości i natężenia przepływów. | <b>2</b>      |
| <b>W8</b>    | Przepływy potencjalne. Potencjał prędkości przepływu i funkcja prądu. Rozkład ciśnień na powierzchniach opływanych ciał. Równania ruchu ciała sztywnego w przepływie potencjalnym. Współczynniki mas wody towarzyszącej.                           | <b>2</b>      |
| <b>W9</b>    | Ogólne równania różniczkowe ruchu płynu lepkiego.  | <b>2</b>      |
| <b>W10</b>   | Model płynu Newtona. Równania Naviera-Stokes'a; całki tych równań dla przepływu w rurach i w warstwie przyściennej. Dynamiczne podobieństwo przepływów.  | <b>2</b>      |
| <b>W11</b>   | Siły działające na ciała sztywne przemieszczające się w płynach lepkich. Metody obliczania oporu okrętu na podstawie badań modelowych.   | <b>2</b>      |
| <b>Razem</b> |  | <b>18</b>     |
| ĆWICZENIA    |  |               |
| <b>Ć1</b>    | Obliczanie rozkładu ciśnień na ściany konstrukcji inżynierskich stykających się z cieczą w stanie równowagi bezwzględnej i względnej.  | <b>2</b>      |
| <b>Ć2</b>    | Obliczanie sił naporu hydrostatycznego na ściany płaskie.  | <b>1</b>      |
| <b>Ć3</b>    | Obliczanie sił naporu hydrostatycznego na ściany zakrzywione.  | <b>1</b>      |
| <b>Ć4</b>    | Obliczanie głębokości zanurzenia elementów konstrukcji pływających   | <b>1</b>      |
| <b>Ć5</b>    | Obliczanie wysokości metacentrycznych konstrukcji pływających.   | <b>1</b>      |
| <b>Ć6</b>    | Obliczanie prędkości i ciśnień w przepływach oraz czasu napełniania i opróżniania zbiorników.  | <b>2</b>      |
| <b>Ć7</b>    | Obliczanie reakcji hydrodynamicznych na ściany rurociągów i kanałów otwartych .  | <b>2</b>      |
| <b>Ć8</b>    | Obliczanie rozkładów ciśnień na powierzchniach opływanych ciał oraz współczynników mas wody towarzyszącej w nieskomplikowanych przypadkach ruchu.  | <b>2</b>      |
| <b>Ć9</b>    | Obliczanie strat ciśnienia podczas przepływów płynów lepkich w rurociągach.  | <b>2</b>      |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>Ć10</b> | Obliczanie oporów ruchu ciał sztywnych przemieszczających się w płynach lepkich. | <b>2</b>  |
| <b>Ć11</b> | Obliczanie oporów ruchu okrętu na podstawie wyników badań modelowych.            | <b>2</b>  |
|            | <b>Razem</b>   | <b>18</b> |

### NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|          |                           |
|----------|---------------------------|
| <b>1</b> | Notebook z projektorem    |
| <b>2</b> | Tablica i kolorowe pisaki |
| <b>3</b> | Pomoce naukowe .....      |

### SPOSOBY OCENY

#### FORMUJĄCA

|           |                                |               |
|-----------|--------------------------------|---------------|
| <b>F1</b> | Odpowiedź ustna                | EK1, EK5, EK7 |
| <b>F2</b> | Wykonanie zadań obliczeniowych | EK3-EK5, EK8  |

#### PODSUMOWUJĄCA

|           |                         |         |
|-----------|-------------------------|---------|
| <b>P1</b> | Kolokwium nr 1          | EK1-EK4 |
| <b>P2</b> | Kolokwium nr 2          | EK5-EK8 |
| <b>P3</b> | Egzamin pisemny i ustny | EK1-EK8 |

### OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności                        | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |           |           |
|---|---|-----------|-----------|
|   | semestr   | IV        | razem     |
| Godziny kontaktowe z nauczycielem       |   | 36        | 36        |
| Przygotowanie się do wykładów i ćwiczeń |   | 18        | 18        |
| Samodzielne opracowanie zagadnień       |   | 21        | 21        |
| <b>SUMA GODZIN W SEMESTRZE</b>          |   | <b>75</b> | <b>75</b> |
| <b>PUNKTY ECTS W SEMESTRZE</b>          |   | <b>3</b>  | <b>3</b>  |

### LITERATURA

#### PODSTAWOWA

|          |   |
|----------|---|
| <b>1</b> | W. Prosnak: Równania klasycznej mechaniki płynów. PWN, Warszawa 2006                            |
| <b>2</b> | K. Jeżowiecka-Kabsch, H. Szewczyk: Mechanika płynów. Politechnika Poznańska 2001 (w internecie) |
| <b>3</b> | B. Chlebny, W. Sobieraj: Mechanika płynów. WAT, Warszawa 2001                                   |
| <b>4</b> | E. Kruszczyński, J. Świtek: Hydromechanika. AMW, Gdynia 1984                                    |

### PROWADZĄCY PRZEDMIOT

|          |   |
|----------|---|
| <b>1</b> | dr hab. inż. Marek Sperski, m.sperski@amw.gdynia.pl |
|----------|---|

## Formy oceny

| Efekt | Na ocenę 2   | Na ocenę 3   | Na ocenę 4   | Na ocenę 5   |
|-------|--|--|--|--|
| EK1   | <i>Student zna podstawowe pojęcia mechaniki płynów, właściwości ośrodków nazywanych płynami, rodzaje sił działających na elementy płynu oraz modele matematyczne i fizyczne służące do opisu przepływów.</i>                               |  |  |  |
|       | Student wymienia podstawowe pojęcia mechaniki płynów lecz nie potrafi ich poprawnie zdefiniować. .   | Student potrafi zdefiniować pojęcia elementu płynu, gęstości, ściśliwości, lepkości, ciśnienia, stanu naprężeń, pola skalarnego i wektorowego oraz zapisać podstawowe wielkości teorii pola w kartezjańskim układzie odniesienia.  | Student zna podstawowe pojęcia mechaniki płynów, potrafi je objaśnić popierając rysunkami i przykładami, oraz zapisać twierdzenia całkowite teorii pola w postaci wektorowej   | Student definiuje i objaśnia podstawowe pojęcia mechaniki płynów, potrafi uzasadnić potrzebę zastosowań teorii pola do opisu przepływów oraz wydedukować z definicji zapisy podstawowych wielkości teorii pola we współrzędnych kartezjańskich.  |
| EK2   | <i>Student potrafi formułować różniczkowe równania równowagi płynu, rozwiązać je oraz sporządzać wykresy rozkładu ciśnień hydrostatycznych na ściany konstrukcji inżynierskich w stanie równowagi bezwzględnej i względnej.</i>            |  |  |  |
|       | Student potrafi zapisać wyuczone na pamięć różniczkowe równania równowagi płynu bez objaśnienia oznaczeń występujących w tych równaniach i bez wskazania sposobu całkowania tych równań. Nie rozóżnia równowagi względnej od bezwzględnej. | Student potrafi zapisać różniczkowe równania równowagi płynu w kartezjańskim układzie współrzędnych, wskazać sposoby całkowania tych równań oraz znać rozwiązanie w jednorodnym polu sił masowych. Potrafi też sporządzić wykres rozkładu ciśnień hydrostatycznych na ściany konstrukcji inżynierskiej w stanie równowagi względnej i bezwzględnej | Student potrafi formułować i rozwiązywać różniczkowe równania równowagi płynu w stanie równowagi bezwzględnej i względnej w jednorodnym polu siły ciężkości oraz sporządzać wykresy ciśnień hydrostatycznych ściany konstrukcji o bardziej skomplikowanych kształtach. | Student potrafi sformułować, objaśnić i rozwiązać różniczkowe równania równowagi płynu ściśliwego i nieściśliwego w dowolnym polu sił masowych oraz sporządzać wykresy ciśnień hydrostatycznych w stanie równowagi względnej i bezwzględnej na ściany konstrukcji o dowolnych kształtach.                |
| EK3   | <i>Student potrafi obliczać wartości, miejsca przyłożenia i kierunki sił naporu hydrostatycznego na płaskie i zakrzywione ściany konstrukcji inżynierskich oraz wstępnie ocenić skutki oddziaływania tych sił.</i>                         |  |  |  |
|       | Student potrafi zdefiniować pojęcie naporu hydrostatycznego oraz środka naporu, nie potrafi jednak obliczyć wartości i kierunku oraz współrzędnych punktu przyłożenia tej siły.  | Student zna definicje siły naporu hydrostatycznego, potrafi obliczyć wartości oraz współrzędne przyłożenia składowych tej siły, działających na płaskie i zakrzywione ściany typowych konstrukcji inżynierskich.   | Student zna pojęcia naporu hydrostatycznego na ściany płaskie i zakrzywione, potrafi sformułować równania matematyczne umożliwiające obliczenie składowych siły naporu i środka naporu oraz wykazuje umiejętność posługiwania się tymi równaniami.                     | Student potrafi sformułować i objaśnić równania matematyczne umożliwiające obliczenie siły naporu hydrostatycznego i współrzędnych środka naporu, wykazuje biegłą umiejętność posługiwania się tymi równaniami oraz potrafi wstępnie ocenić skutki oddziaływania sił naporu na konstrukcje inżynierskie. |

|     |   |   |   |  |
|-----|---|---|---|--|
| EK4 | <i>Student potrafi obliczać głębokości zanurzenia podwodnych elementów konstrukcji pły-wającej na powierzchni cieczy, obliczać wysokości metacentryczne oraz oceniać na ich podstawie zdolność powracania wychylonej konstrukcji do położenia równowagi.</i>  |   |   |  |
|     | Student definiuje pojęcia siły wyporu, środka wyporu, pływerności konstrukcji i stateczności pływania, nie potrafi jednak zapisać miar tych pojęć w formie matematycznych równań, ani też posługiwać się tymi równaniami  | Student zna podstawowe pojęcia pływerności i stateczności pływania, potrafi zapisać ich miary w formie matematycznych równań, obliczyć głębokości zanurzenia dowolnie wybranych elementów konstrukcji pływającej oraz obliczać początkowe wysokości metacentryczne. | Student potrafi sformułować i objaśnić matematyczne równania umożliwiające obliczenie podstawowych miar pływerności i stateczności pływania oraz wykazuje umiejętność praktycznego posługiwania się tymi równaniami.                    | Student definiuje i objaśnia podstawowe pojęcia oraz miary pływerności i stateczności pływania potrafi sformułować równania matematyczne umożliwiające obliczenie tych miar oraz obliczać je w przypadkach złożonych konstrukcji inżynierskich.  |
| EK5 | <i>Student potrafi formułować różniczkowe równania ruchu płynu nielepkiego, całkować je wzdłuż linii prądu, posługiwać się równaniem Bernoulliego w opisach przepływów, obliczać czas opróżniania i zalewania zbiorników oraz reakcje hydrodynamiczne.</i>  |   |   |  |
|     | Student zna różniczkowe równania ruchu płynu nielepkiego oraz ich podstawowe całki, ale nie potrafi się nimi posługiwać w obliczeniach praktycznych   | Student zna równania Bernoulliego i Eulera, równanie pochodnej pędu dla przepływów w rurociągach i kanałach otwartych, potrafi posługiwać się tymi równaniami w obliczeniach praktycznych   | Student potrafi sformułować i objaśnić równania Bernoulliego i Eulera, równanie pochodnej pędu płynu nielepkiego, obliczać ciśnienia i prędkości w przepływach, czas napełniania i opróżniania zbiorników oraz reakcje hydrodynamiczne. | Student potrafi sformułować różniczkowe równania ruchu płynu nielepkiego, wyznaczyć ich najprostsze całki, wyprowadzić równanie pochodnej pędu dla przepływu w rurociągach i kanałach otwartych oraz wykazuje biegłą umiejętność posługiwania się tymi równaniami w obliczeniach praktycznych. |
| EK6 | <i>Student zna podstawowe metody badań przepływów bezwirowych, potrafi obliczyć rozkład linii prądu podczas opływu ciał o nieskomplikowanych kształtach, rozkład ciśnień na powierzchni tych ciał oraz współczynniki mas wody towarzyszącej w prostych przypadkach ruchu ciał w płynie nielepkim.</i> |   |   |  |
|     | Student zna pojęcia przepływu potencjalnego, potencjału prędkości przepływu oraz związki Cauchy'ego-Riemanna, lecz nie potrafi zastosować tych związków do obliczeń praktycznych  | Posługując się związkami Cauchy'ego-Riemanna student potrafi sporządzić wykresy linii prądu opływów półciała i walca kołowego prądem jednostajnym oraz obliczyć rozkłady ciśnień na powierzchni tych ciał.  | Student potrafi wyznaczyć równania potencjału prędkości i funkcji prądu dla prostych i złożonych przepływów potencjalnych oraz wykazuje umiejętność posługiwania się tymi równaniami w obliczeniach praktycznych.                       | Student biegle posługuje się równaniami typowych przepływów potencjalnych, potrafi sformułować i objaśnić równania ruchu ciała sztywnego w płynie nielepkim oraz wyznaczyć współczynniki mas wody towarzyszącej w prostszych przypadkach ruchu.  |
| EK7 | <i>Student zna sposoby formułowania różniczkowych równań ruchu płynów lepkich, ogólną postać równań Naviera-Stokes'a oraz rezultaty całkowania tych równań dla przepływów w rurociągach i w warstwie przyściennej.</i>  |   |   |  |
|     | Student zna pojęcie płynu lepkiego oraz rozkład naprężeń na ściankach elementu płynu, jednak nie potrafi sformułować równań ruchu ani też posługiwać się rozwiązaniami tych równań  | Student zna wektorową i skalarną postać równań Naviera-Stokesa oraz całki tych równań dla przepływów w rurociągach i w warstwie przyściennej.   | Student potrafi zapisać równania Naviera-Stokes'a we współrzędnych kartezjańskich oraz objaśnić sposoby całkowania tych równań dla przepływów w rurociągach i w warstwie przyściennej.  | Student zna sposoby formułowania i całkowania różniczkowych równań ruchu płynów lepkich, potrafi posługiwać się rozwiązaniami tych równań w obliczeniach praktycznych oraz omówić teorię podobieństwa dynamicznego przepływów  |

|             |  |   |  |   |
|-------------|--|---|--|---|
|             | <i>Student potrafi obliczyć straty ciśnienia w przepływach cieczy lepkich w rurociągach oraz siły oporów ruchu konstrukcji inżynierskich przemieszczających się w płynach lepkich ze szczególnym uwzględnieniem oporów ruchu okrętu.</i>   |   |  |   |
| <b>EK8</b>  | Student zna rozwiązania równań Naviera-Stokesa dla przepływów w rurociągach i w warstwie przyściennej, nie potrafi jednak zastosować tych równań do obliczeń praktycznych.   | Posługując się poznanymi rozwiązaniami równań Naviera-Stokesa student potrafi obliczać straty ciśnienia w rurociągach oraz opory ciał przemieszczających się w płynach lepkich. Zna składniki oporu okrętu. | Student potrafi omówić sposób całkowania równań Naviera-Stokesa dla przepływów w rurociągach i w warstwie przyściennej oraz stosować uzyskane rozwiązania w obliczeniach praktycznych. | Student swobodnie posługuje się poznanymi rozwiązaniami różniczkowych równań ruchu płynu newtonowskiego oraz kryteriami podobieństwa dynamicznego przepływów w obliczeniach konstrukcji inżynierskich . |
|             | <i>Student uważnie śledzi treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem, dyskutuje podczas zajęć, w celu lepszego zrozumienia materiału wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł.</i>  |   |  |   |
| <b>EK9</b>  | Nie słucha uważnie treści wykładu, nie zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem   | Słucha uważnie treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem  | dyskutuje trudniejsze fragmenty zajęć w celu lepszego zrozumienia  | wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł  |
|             | <i>Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.</i>  |   |  |   |
| <b>EK10</b> | Student nie przestrzega zasad obowiązujących na wykładach  | Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach   | student dba o przestrzeganie zasad obowiązujących na wykładach przez innych studentów  | student wskazuje możliwe modyfikacje zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów   |
|             | <i>Aktywnie uczestniczy w wykładzie, ćwiczeniu, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści. Zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium. dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium.</i> |   |  |   |
| <b>EK11</b> | Biernie uczestniczy w wykładzie, laboratorium i nie zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści   | Aktywnie uczestniczy w wykładzie, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści   | zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium  | dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium   |