**Karta modułu/ przedmiotu**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Wypełnia Zespół Kierunku | Nazwa modułu (bloku przedmiotów):  **WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW** | | | | | | Kod modułu: B.7 | | |
| Nazwa przedmiotu:  **WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW II** | | | | | | Kod przedmiotu: B.7.II | | |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot / moduł:  **INSTYTUT POLITECHNICZNY** | | | | | | | | |
| Nazwa kierunku:  **MECHANIKA I BUDOWA MASZYN** | | | | | | | | |
| Forma studiów:  **STACJONARNE** | | | Profil kształcenia:  **PRAKTYCZNY** | | | Specjalność: | | |
| Rok / semestr:  **2/III** | | | Status przedmiotu /modułu:  **OBOWIĄZKOWY** | | | Język przedmiotu / modułu:  **POLSKI** | | |
| Forma zajęć | wykład | ćwiczenia | | laboratorium | projekt | | seminarium | inne  (wpisać jakie) |
| Wymiar zajęć | **23** | **23** | | **8** | **-** | | **-** | **-** |

|  |  |
| --- | --- |
| Koordynator przedmiotu / modułu | **prof. dr hab. inż. Zbigniew Walczyk** |
| Prowadzący zajęcia | **prof. dr hab. inż. Zbigniew Walczyk**  **mgr inż. Bartosz Krzyżanowski** |
| Cel przedmiotu / modułu | Celem wykładu jest przedstawienie i wyjaśnienie studentowi niezbędnych ogólnych teoretycznych podstaw statyki odkształcalnych ciał stałych, w obrębie sprężystości i plastyczności, pozwalające mu w zakresie elementarnym zrozumieć teorię bezpieczeństwa stosowaną zarówno w fazie powstawania jak i eksploatowania konstrukcji.  Wykład zapoznaje studenta z charakterem „pracy” materiału prostych konstrukcji różnorodnie obciążanych (pręt, belka, kratownica) oraz z metodami oceny wytężenia materiału i wyznaczania jego stanów niebezpiecznych .  Ponadto wykład zapoznaje studentów z podstawami i metodami obliczeń wytrzymałościowych i przemieszczeniowych.  Szczególnym celem wykładu bieżącego semestru jest danie studentowi niezbędnych ogólnych teoretycznych podstaw zastosowania metod energetycznych w statyce odkształcalnych ciał stałych, w obrębie sprężystości . Pozwoli mu to, w zakresie elementarnym, zrozumieć i stosować powyższe metody do obliczania przemieszczeń prostych konstrukcji (pręt, belka, kratownica) oraz do oceny wytężenia materiału takich konstrukcji.  Celem ćwiczeń audytoryjnych jest nauczenie studentów rozwiązywania zadań w zakresie problemów będących przedmiotem wykładu.  Celem ćwiczeń laboratoryjnych jest zapoznanie studenta z metodami eksperymentalnego wyznaczania mechanicznych charakterystyk materiałów konstrukcyjnych i nauczenie go metod opracowywania wyników pomiarów. |
| Wymagania wstępne | Podstawowa znajomość algebry liniowej w zakresie rachunku macierzowego i układów równań algebraicznych. Ogólna znajomość algebry wektorów. Elementarna znajomość analizy funkcji wielu zmiennych (rachunek różniczkowy i całkowy). Elementarna znajomość teorii liniowych równań różniczkowych zwyczajnych o stałych współczynnikach. Efekty kształcenia uzyskane w przedmiotach: Mechanika techniczna I (w części dotyczącej statyki) oraz Wytrzymałość materiałów I. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **EFEKTY UCZENIA SIĘ** | | |
| Nr efektu uczenia się/ grupy efektów | Opis efektu uczenia się | Kod kierunkowego efektu  uczenia się |
| 01 | Posiada wiedzę na temat prostych i złożonych obciążeń elementów konstrukcji. Klasyfikuje i charakteryzuje różne przypadki obciążeń. | K1M\_W06  K1M\_W07  K1M\_W09 |
| 02 | Zna metody obliczeń dla różnych przypadków obciążeń. Potrafi wyjaśnić istotę metod obliczeniowych. Rozumie „filozofię” współczynnika bezpieczeństwa i powody dla których jest on stosowany. | K1M\_W06  K1M\_W07  K1M\_W09 |
| 03 | Potrafi rozwiązywać podstawowe przypadki wytrzymałości złożonej (stosować hipotezy wytrzymałościowe; przeprowadzić analizę wytrzymałości zmęczeniowej). | K1M\_W07  K1M\_U12  K1M\_U14 |
| 04 | Potrafi wykonywać obliczenia (badanie stateczności) prętów ściskanych. | K1M\_W07  K1M\_U12 |
| 05 | Potrafi stosować metodę energii sprężystej odkształcenia do wyznaczania odkształceń układów, w tym statycznie niewyznaczalnych. | K1M\_W07  K1M\_U12 |
| 06 | Potrafi uzasadnić konieczność przeprowadzania prób laboratoryjnych wyznaczania charakterystyk mechanicznych materiałów konstrukcyjnych i omówić teoretyczne podstawy wybranych prób. Potrafi opisać przebieg eksperymentu laboratoryjnego. | K1M\_W09  K1M\_U11 |
| 07 | Ma świadomość skutków podejmowanych decyzji, w tym ekonomicznych i społecznych. | K1M\_K02 |

|  |
| --- |
| **TREŚCI PROGRAMOWE** |
| **Wykład** |
| * Teoria stanu odkształcenia. Dwuwymiarowy stan odkształceń. Odkształcenia objętościowe i czysto postaciowe. Uogólnione prawo Hooke’a. Moduły sprężystości. Związek pomiędzy modułem Younga, modułem Kirchhoffa i liczbą Poissona. * Hipotezy wytężeniowe I. Wytężenie materiału. Złomy zniszczeniowe. Obliczenia wytrzymałościowe (metota σdop). Współczynniki bezpieczeństwa. Ciała sprężyste i kruche.   Hipoteza największego naprężenia normalnego. Hipoteza największego odkształcenia normalnego. Hipoteza największego naprężenia stycznego (hipoteza Treski).   * Omówienie zjawisk mających wpływ na wytrzymałość takich jak: spiętrzenie naprężeń, obciążenia dynamiczne, wytrzymałość zmęczeniowa, reologia (pełzanie, relaksacja naprężeń). Naprężenie tnące przy zginaniu belki. (belka lita, belka cienkościenna - np. dwuteowa). * Metody energetyczne. Energia sprężysta odkształcenia przy rozciąganiu, skręcaniu, zginaniu i ściskaniu pręta. * Twierdzenie Clapeyrona. Twierdzenia: Castigliano, Menabre’a (wielkości hiperstatyczne). * Obliczanie układów statycznie niewyznaczalnych. Metoda Maxwella-Mohra (algorytm Wereszczagina). * Metoda sił. Belki ciągłe. Równanie trzech momentów. * Hipotezy wytężeniowe II. Hipoteza energii odkształcenia postaciowego (hipoteza Hubera). * Wytrzymałość złożona prętów. * Cienkościenne powłoki obrotowe (zbiorniki walcowe i kuliste). Teoria bezmomentowa powłok. Naprężenia w zbiornikach cienkościennych obciążonych ciśnieniem. * Kratownice i ramy. Rodzaje statycznej niewyznaczalności kratownic. * Stateczność (wyboczenie) prętów ściskanych. Stateczność w zakresie sprężystym. Siła krytyczna Eulera. Stateczność w zakresie sprężysto-plastycznym (teorie przybliżone: Jasińskiego, Johnsona i metoda modułu stycznego). |
| **Ćwiczenia** |
| Rozwiązywanie przykładów rachunkowych stanowiących praktyczne zastosowanie teorii i metod przedstawionych na wykładzie:   * Rozkład sił tnących i momentów gnących w prostych belkach zginanych statycznie wyznaczalnych, * Charakterystyki geometryczne figur płaskich (momenty statyczne – środek ciężkości figury, momenty bezwładności, twierdzenie Steinera), * Zginanie pręta prostego (belki) - ugięcia, naprężenia, * Obliczenia wytrzymałościowe na zginanie (współczynnik bezpieczeństwa, dopuszczalne naprężenie normalne), * Płaski stan naprężenia (koło Mohra naprężeń, naprężenia główne, kierunki główne, maksymalne naprężenie tnące), * Przestrzenny stan naprężenia (koła Mohra naprężeń, naprężenia główne, kierunki główne, maksymalne naprężenie tnące), * Hipotezy wytężeniowe (naprężenia zredukowane):   + hipoteza największego naprężenia normalnego,   + hipoteza największego naprężenia tnącego (Tresci),   + hipoteza energii odkształcenia postaciowego (Hubera),      * Stateczność prętów ściskanych (warunki podparcia pręta, siła krytyczna Eulera, dopuszczalna długość pręta). |
| Laboratorium |
| * Statyczna próba rozciągania w temperaturze otoczenia wg PN-EN 10002-1 z wyznaczeniem Re, Rm, A5, Z  i modułu Younga E na podstawie wykresów z rzeczywistych prób rozciągania. * Omówienie sposobu wykonywania badań zmęczeniowych i mechaniki pękania na przykładzie maszyny dynamicznej INSTRON 1342. * Próba udarności sposobem Charpy’ego wg PN-EN 10045-1 – pomiar energii łamania i ocena przełomu. Temperatura przejścia w stan kruchy FATT50. * Sposoby badania własności technologicznych wyrobów. Wzorcowanie przyrządów do pomiaru siły i momentu siły. Omówienie czynników mających wpływ na wyniki badań mechanicznych |

|  |  |
| --- | --- |
| Literatura podstawowa | Wykład:  Walczyk Z.: *Wytrzymałość materiałów*, tom 1 i 2, Politechnika Gdańska,  Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłoś Z.: *Wytrzymałość materiałów*, tom 1 i 2, WNT,  Misiak J.: M*echanika techniczna*, tom 1(statyka i wytrzymałość materiałów), WNT,  Niezgodziński M.E., Niezgodziński T.: *Wytrzymałość materiałów,* WN PWN,  Niezgodziński M.E., Niezgodziński T.: *Wzory, wykresy i tablice wytrzymałościowe,*  WNT,  Ćwiczenia audytoryjne:  Banasiak M.: *Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów*, WNT,  Niezgodziński M.E., Niezgodziński T.: *Zadania z wytrzymałości materiałów,* WNT,  Kurowski R., Parczewski Z.: *Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów,* WNT  Ćwiczenia laboratoryjne:  Komar W., Nałęcz T.J., Pelc J.: *Laboratorium z wytrzymałości materiałów,*  ART. Olsztyn, ISBN 83-87443-23-9 |
| Literatura uzupełniająca | Huber M.T.: *Stereomechanika techniczna,* PWN  Hibbeler R.C.: *Mechanics of Materials,* Pearson, Prentice Hall,  Hibbeler R.C.: *Statics and Mechanics of Materials,* Pearson, Prentice Hall,  ISBN 013-129-011-8,  Muvdi B.B., McNabb J.W.: *Engineering Mechanics of Materials,* Macmillan Publ.  Comp., ISBN0-0238-5770-6,  Beer F.P., Johnston E.R.: *Mechanics of Materials,* McGraw-Hill, ISBN 0-07-004284-5,  Popov E.P.: *Introduction to Mechanics of Solid,* Prentice-Hall, Inc., Libr. of  Congr.Catal. Card Numb. 68-10135,  Shigley J.E.:*Mechanical Engineering Design,* McGraw-Hill Publ. Comp., ISBN0-07- 056899-5 |

|  |  |
| --- | --- |
| Metody kształcenia | Wykład częściowo multimedialny poparty wyjaśnieniami szczegółowymi na tablicy z użyciem „kredy”. „Budowanie wiedzy odbywa się głównie poziomo”, tzn. kolejne poruszane zagadnienia często nie wynikają z siebie, mając stosunkowo luźne wzajemne powiązania. Jednakże do ich wyłożenia muszą być użyte wspólne elementy (pojęcia, ogólne założenia, podstawowe twierdzenia), od których na ile to było możliwe, wykład rozpoczyna się.  Środek ciężkości wykładu przesunięty jest w stronę wyjaśniania fizycznej strony omawianych zagadnień z dużym uwypukleniem geometrycznych aspektów deformowania się ciała (aspektów „pracy materiału”) przy możliwie małej liczbie wzorów.  Ćwiczenia audytoryjne: Przedstawienie metod rozwiązywania zadań w zakresie problemów będących przedmiotem wykładu oraz nauczenie studentów rozwiązywania zadań. .  Ćwiczenia laboratoryjne. Student głównie jako obserwator i częściowo jago „grupowy uczestnik-wykonawca” praktycznie zapoznaje się z wykonywanym eksperymentem wykonywanym w laboratorium i następnie opracowuje sprawozdanie merytoryczne.  Konsultacje indywidualne: służą udzieleniu studentowi wyjaśnień problemów przez niego wskazanych i udzielaniu odpowiedzi na jego pytania. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Metody weryfikacji efektów uczenia się | | Nr efektu uczenia się/grupy efektów |
| Kolokwia na ćwiczeniach audytoryjnych | | 01 - 05 |
| Egzamin pisemny i ustny | | 01 – 05, 07 |
| Laboratorium | | 06 |
| Formy i warunki zaliczenia | * ocena z zaliczenia ćwiczeń: x 0,4 * ocena z egzaminu x 0,5 * ocena z laboratorium x 0,1   **Kolokwia\***: zadania ilustrujące poszczególne metody obliczeniowe + (na koniec) zadania polegające na rozwiązaniu prostych problemów inżynierskich – w miarę możliwości wymagających zastosowania różnych metod obliczeniowych.  **Laboratorium\*\***: zaliczenie na podstawie sprawozdań z przebiegu badań.  **Egzamin pisemny\*\*\***: teoria + zadania polegające na rozwiązaniu prostych problemów inżynierskich – w miarę możliwości wymagających zastosowania różnych metod obliczeniowych;  **Egzamin ustny\*\*\*:** dodatkowa weryfikacja zakładanych efektów kształcenia w zakresie wiedzy i umiejętności.  \*) nie ma zaliczenia ćwiczeń audytoryjnych jeżeli nieobecność nieusprawiedliwiona na nich wynosiła więcej niż 20% zajęć  \*\*) zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych jest możliwe tylko wtedy gdy zostały zaliczone wszystkie poszczególne ćwiczenia przewidziane programem  \*\*\*) nie ma możliwości przystąpienia do egzaminu jeżeli nieobecność nieusprawiedliwiona na wykładach wynosiła więcej niż 50% zajęć | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **NAKŁAD PRACY STUDENTA** | | |
| Rodzaj działań/zajęć | Liczba godzin | |
| Ogółem | W tym zajęcia powiązane  z praktycznym przygotowaniem zawodowym |
| Udział w wykładach | 23 | - |
| Samodzielne studiowanie | 13 | - |
| Udział w ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych | 31 | 22 |
| Samodzielne przygotowywanie się do ćwiczeń | 35 | 20 |
| Przygotowanie projektu / eseju / itp. | - | - |
| Przygotowanie się do egzaminu / zaliczenia | 14 | - |
| Udział w konsultacjach | 4 | - |
| Inne |  |  |
| **ŁĄCZNY nakład pracy studenta w godz.** | **120** | 42 |
| **Liczba punktów ECTS za przedmiot** | **4** | |
| Liczba punktów ECTS związana z zajęciami praktycznymi | **1,4** | |
| Liczba punktów ECTS za zajęciach wymagające bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich | **1,9** | |