

Podstawowe informacje o module

Nazwa modułu: **Teoria sprężystości i plastyczności**

Nazwa jednostki prowadzącej studia: **Wydział Budownictwa, Inżynierii środowiska i Architektury**

Nazwa kierunku studiów: **Budownictwo**

Obszar kształcenia: **nauki techniczne**

Profil kształcenia: **ogólnoakademicki**

Poziom kształcenia: **drugiego stopnia**

Forma studiów: **stacjonarne**

Specjalności na kierunku: **Drogi i Mosty BUD, Drogi i Mosty BUM, Konstrukcje Budowlane Inżynierskie BZ, Konstrukcje Budowlane Inżynierskie KBI**

Tytuł otrzymywany po ukończeniu studiów: **magister**

Nazwa jednostki prowadzącej moduł: **Katedra Mechaniki Konstrukcji**

Kod modułu: **1305**

Status modułu: **obowiązkowy dla programu**

Układ modułu w planie studiów: **sem: 1 / W30 C15 / 4 ECTS**

Język wykładowy: **polski**

Imię i nazwisko koordynatora 1: **prof. dr hab. inż. Leonard Ziemiański**

Dane kontaktowe koordynatora 1: **budynek , pokój , tel. , ziele@prz.edu.pl**

Imię i nazwisko koordynatora 2: **dr inż. Marzena Kłós**

Dane kontaktowe koordynatora 2: **budynek P, pokój 312, tel. 17 865 1620, marklos@prz.edu.pl**

Terminy konsultacji koordynatora: **zgodnie z aktualnym rozkładem zajęć**

Pozostałe osoby prowadzące moduł

semestr 1: **dr inż. Marek Kolczuga, termin konsultacji zgodnie a aktualnym rozkładem zajęć**

Cel kształcenia i wykaz literatury

Główny cel kształcenia: **uzyskanie odpowiedniej wiedzy i umiejętności w zakresie formułowania i zastosowania równań teorii sprężystości i plastyczności**

Ogólne informacje o module kształcenia: **przedmiot "teoria sprężystości i plastyczności" przekazuje informacje dotyczące stanu naprężenia, odkształcenia i przemieszczenia konstrukcji. Zapoznaje z zachowaniem się tarcz w stanie sprężystym. Uczy analizy plastycznych stanów granicznych i formułowania problemów brzegowych mechaniki ośrodka ciągłego.**

Wykaz literatury, wymaganej do zaliczenia modułu

Literatura wykorzystywana podczas zajęć wykładowych

1.	S. Timoshenko	Teoria sprężystości	Arkady, Warszawa., 1962
2.	N. I. Biezucho	Teoria sprężystości i plastyczności	PWN, Warszawa., 1957
3.	M. T. Huber	Teoria sprężystości	PWN, Warszawa., 1954

Literatura wykorzystywana podczas zajęć ćwiczeniowych/laboratoryjnych/innych

1.	M. Paluch	Podstawy teorii sprężystości i plastyczności z przykładami	PK, Kraków., 2006
2.	G. Rakowski	Sprężystość problemy i rozwiązania metody analityczne i numeryczne	Politechnika Świętokrzyska, Kielce., 2001

Literatura do samodzielnego studiowania

1.	M. Kolczuga	Podstawy teorii stanu naprężenia i odkształcenia	Politechnika Rzeszowska, Rzeszów., 1998
----	-------------	--	---

Literatura uzupełniająca

1.	W. Nowacki	Teoria sprężystości	PWN, Warszawa., 1970
2.	W. Krzyś	Sprężystość i plastyczność-wybór zadań i przykładów	PWN, Warszawa., 1962

Materiały dydaktyczne: **Materiały dostępne na stronie Katedry Mechaniki Konstrukcji PRz: <http://kmk.portal.prz.edu.pl>**

Wymagania wstępne w kategorii wiedzy/umiejętności/kompetencji społecznych

Wymagania formalne: **Ukończenie studiów inżynierskich**

Wymagania wstępne w kategorii Wiedzy: **Znajomość materiału zawartego w przedmiotach wytrzymałość materiałów i mechanika budowli**

Wymagania wstępne w kategorii Umiejętności: **Umiejętność rozwiązywania układów statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych. Umiejętność obliczania naprężeń w płaskich elementach konstrukcji.**

Wymagania wstępne w kategorii Kompetencji społecznych:

Efekty kształcenia dla modułu

MEK	Student, który zaliczył moduł	Formy zajęć/metody dydaktyczne prowadzące do osiągnięcia danego efektu kształcenia	Sposoby weryfikacji każdego z wymienionych efektów kształcenia	Związki z KEK	Związki z OEK
01.	Zna teorię stanu naprężenia i odkształcenia, ma wiedzę o związkach fizycznych pomiędzy naprężeniami i odkształceniami,	wykład	zaliczenie cz. pisemna	K_W001+	T2A_W03+ T2A_W04+
02.	Potrafi obliczyć naprężenia w punkcie w stanie wyjściowym, w układzie obróconym, naprężenia główne, maksymalne naprężenia styczne i narysować ich obrazy graficzne.	ćwiczenia rachunkowe	zaliczenie cz. pisemna,	K_U014+	T2A_U05+ T2A_U10+
03.	Umie obliczyć macierz odkształceń w punkcie dla zadanego pola przemieszczeń, odkształcenia główne	ćwiczenia rachunkowe	zaliczenie cz. pisemna	K_U014++	T2A_U05+ T2A_U10+
04.	Zna hipotezy wyężeniowe.Ma wiedzę na temat energii sprężystej układów.	wykład	zaliczenie cz. pisemna	K_W001+ K_W003+	T2A_W03+ T2A_W04+ T2A_W05+ T2A_W07+
05.	Potrafi policzyć naprężenia zredukowane wg. różnych hipotez wyężeniowych.Potrafi obliczyć energię sprężystą prostych układów	ćwiczenia rachunkowe	zaliczenie cz. pisemna,	K_U014++	T2A_U05+ T2A_U10+
06.	Zna stan naprężenia i przemieszczenia krążka sprężystego i rury grubościennej	wykład	zaliczenie cz. pisemna	K_W001+++	T2A_W03++ T2A_W04++
07.	Ma wiedzę na temat zagadnienia dwuwymiarowego. Zna teorię plastyczności oraz nośności granicznej.	wykład	zaliczenie cz. pisemna	K_W001++ K_W009+	T2A_W03+ T2A_W04+ T2A_W07+
08.	Umie obliczyć obciążenie tarczy tak aby funkcja $F(x,y)$ była dla niej funkcją naprężeń Airy'ego.	ćwiczenia rachunkowe	zaliczenie cz. pisemna	K_U005++ K_U014+++	T2A_U05++ T2A_U10+++
09.	Potrafi obliczyć wskaźnik sprężystości i plastyczny zadanego przekroju, oraz nośność graniczną belek i ram płaskich	ćwiczenia rachunkowe	zaliczenie cz. pisemna	K_U014+	T2A_U05+ T2A_U10++
10.	Zna wybrane zagadnienia liniowej teorii sprężystości. Zna siły wewnętrzne powłok obrotowych wg. teorii błonowej.	wykład	zaliczenie cz. pisemna	K_W001+++ K_W009+++ K_K003++	T2A_W03+ T2A_W04+ T2A_W07+++ T2A_K01+
11.	Ma świadomość obszerności zagadnień teorii sprężystości i plastyczności i wynikające z nich konieczności samokształcenia się.Rozumie konieczność stałego dokształcania się i pogłębiania własnej wiedzy. Potrafi odpowiednio zarządzać czasem i powierzone zadania wykonuje terminowo. Jest odpowiedzialny za własną pracę i szanuje pracę innych ludzi .	wykład, ćwiczenia rachunkowe	zaliczenie cz. pisemna	K_K003++	T2A_K01++

Treści kształcenia dla modułu

Sem. TK	Treści kształcenia	Realizowane na	MEK
1 TK01	Wprowadzenie, wybrane pojęcia i podstawy matematyczne. Przestrzenny i płaski stan naprężenia	W01,W02, W03, C01,C02,C03,C04	MEK01 MEK02 MEK11
1 TK02	Stan odkształcenia.	W04, W05,C05	MEK01 MEK03 MEK11
1 TK03	Właściwości mechaniczne i proste modele materiałów.	W06	MEK01 MEK11
1 TK04	Hipotezy wyężeniowe.	W07,C06	MEK04 MEK05 MEK11
1 TK05	Energia sprężysta układów	W08, C07,C08	MEK04 MEK05 MEK11
1 TK06	Stan kołowo symetryczny	W09, C09	MEK06 MEK11
1 TK07	Analiza tarcz metodą funkcji naprężeń.	W10,W11, C10,C11	MEK07 MEK08 MEK11
1 TK08	Równania i modele teorii sprężystości. Wybrane zagadnienia liniowej teorii sprężystości.	W12, W13,C12	MEK01 MEK04 MEK07 MEK11
1 TK09	Podstawy klasycznej teorii plastyczności i stany graniczne konstrukcji.	W14, C13,C14,C15	MEK07 MEK09 MEK11
1 TK10	Powłoki obrotowe, stan błonowy powłoki.	W15	MEK10 MEK11

Nakład pracy studenta

Forma zajęć	Praca przed zajęciami	Udział w zajęciach	Praca po zajęciach
Wykład (sem. 1)	Przygotowanie do kolokwium: 10.00 godz./sem.	Godziny kontaktowe: 30.00 godz./sem.	Uzupełnienie/studiowanie notatek: 25.00 godz./sem. Studiowanie zalecanej literatury: 5.00 godz./sem.
Ćwiczenia/Lektorat (sem. 1)	Przygotowanie do ćwiczeń: 10.00 godz./sem. Przygotowanie do kolokwium: 5.00 godz./sem.	Godziny kontaktowe: 15.00 godz./sem.	Dokończenia/studiowanie zadań: 2.00 godz./sem.
Konsultacje (sem. 1)	Przygotowanie do konsultacji: 2.00 godz./sem.	Udział w konsultacjach: 5.00 godz./sem.	
Zaliczenie (sem. 1)	Przygotowanie do zaliczenia: 5.00 godz./sem.	Zaliczenie pisemne: 2.00 godz./sem.	

Warunki zaliczenia modułu

Student, który zaliczył moduł

na ocenę 3	na ocenę 3.5	na ocenę 4	na ocenę 4.5	na ocenę 5
Zna teorię stanu naprężenia i odkształcenia, ma wiedzę o związkach fizycznych pomiędzy naprężeniami i odkształceniami,	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 4	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również posiada ugruntowaną wiedzę w zakresie przedmiotu uzupełnioną wiadomościami z zalecanej literatury.	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 5	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również posiada poszerzoną wiedzę z zakresu przedmiotu wraz z dogłębną znajomością zagadnień z nim związanych, po przeprowadzeniu dodatkowych, samodzielnych studiów zalecanej literatury.
Potrafi obliczyć naprężenia w punkcie w stanie wyjściowym, w układzie obróconym, naprężenia główne, maksymalne naprężenia styczne i narysować ich obrazy graficzne.	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 4	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również potrafi rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności.	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 5	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również umiejętność rozwiązywania przykładów o wysokim stopniu trudności, wymagającą studiów zalecanej literatury.
Umie obliczyć macierz odkształceń w punkcie dla zadanego pola przemieszczeń, odkształcenia główne	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 4	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również potrafi rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności.	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 5	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również umiejętność rozwiązywania przykładów o wysokim stopniu trudności, wymagającą studiów zalecanej literatury.
Zna hipotezy wyteżeniowe. Ma wiedzę na temat energii sprężystej układów.	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 4	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również posiada ugruntowaną wiedzę w zakresie przedmiotu uzupełnioną wiadomościami z zalecanej literatury.	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 5	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również posiada poszerzoną wiedzę z zakresu przedmiotu wraz z dogłębną znajomością zagadnień z nim związanych, po przeprowadzeniu dodatkowych, samodzielnych studiów zalecanej literatury.
Potrafi policzyć naprężenia zredukowane wg. różnych hipotez wyteżeniowych. Potrafi obliczyć energię sprężystą prostych układów	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 4	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również potrafi rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności.	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 5	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również umiejętność rozwiązywania przykładów o wysokim stopniu trudności, wymagającą studiów zalecanej literatury.
Zna stan naprężenia i przemieszczenia krążka sprężystego i rury grubościennej	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 4	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również posiada ugruntowaną wiedzę w zakresie przedmiotu uzupełnioną wiadomościami z zalecanej literatury.	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 5	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również posiada poszerzoną wiedzę z zakresu przedmiotu wraz z dogłębną znajomością zagadnień z nim związanych, po przeprowadzeniu dodatkowych, samodzielnych studiów zalecanej literatury.
Ma wiedzę na temat zagadnienia dwuwymiarowego. Zna teorię plastyczności oraz nośności granicznej.	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 4	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również posiada ugruntowaną wiedzę w zakresie przedmiotu uzupełnioną wiadomościami z zalecanej literatury.	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 5	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również posiada poszerzoną wiedzę z zakresu przedmiotu wraz z dogłębną znajomością zagadnień z nim związanych, po przeprowadzeniu dodatkowych, samodzielnych studiów zalecanej literatury.
Umie obliczyć obciążenie tarczy tak aby funkcja $F(x,y)$ była dla niej funkcją naprężeń Airy'ego.	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 4	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również potrafi rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności.	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 5	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również umiejętność rozwiązywania przykładów o wysokim stopniu trudności, wymagającą studiów zalecanej literatury.
Potrafi obliczyć wskaźnik sprężystości i plastyczny zadanego przekroju, oraz nośność graniczną belek i ram płaskich	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 4	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również potrafi rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności.	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 5	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również umiejętność rozwiązywania przykładów o wysokim stopniu trudności, wymagającą studiów zalecanej literatury.
Zna wybrane zagadnienia liniowej teorii sprężystości. Zna siły wewnętrzne powłok obrotowych wg. teorii błonowej.	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 4	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 3, ale również	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również co najmniej 50% dodatkowych wymagań na ocenę 5	nie tylko osiągnął poziom wiedzy i umiejętności wymagany na ocenę 4, ale również

Ma świadomość obszerności zagadnień teorii sprężystości i plastyczności i wynikające z nich konieczności samokształcenia się. Rozumie konieczność stałego dokształcania się i pogłębiania własnej wiedzy. Potrafi odpowiednio zarządzać czasem i powierzone zadania wykonuje terminowo. Jest odpowiedzialny za własną pracę i szanuje pracę innych ludzi .		Cechuje się określonymi kompetencjami społecznymi		Cechuje się określonymi kompetencjami społecznymi
--	--	---	--	---

Student, który osiągnął zakładany poziom wiedzy, posiadał wymagane umiejętności, cechuje się określonymi kompetencjami społecznymi, które są zdefiniowane w efektach kształcenia dla modułu, zalicza moduł kształcenia

Student, który nie osiągnął zakładanych efektów kształcenia, nie zalicza modułu kształcenia

Sposób wystawiania ocen składowych modułu i oceny końcowej

Forma zajęć	Sposób wystawiania oceny podsumowującej
Wykład	Na podstawie kolokwium zaliczeniowego.
Ćwiczenia/Lektorat	Na podstawie zaliczonego kolokwium
Ocena końcowa	ocena z kolokwium zaliczeniowego .

Strona: 8

Przykładowe zadania

Wymagane podczas egzaminu/zaliczenia	
Realizowane podczas zajęć ćwiczeniowych/laboratoryjnych/projektowych	
Inne	

Czy podczas egzaminu/zaliczenia student ma możliwość korzystania z materiałów pomocniczych: **tak**

Dostępne materiały: **Konспекты wykładów**

Strona: 9

Treści modułu kształcenia powiazane są z prowadzonymi badaniami naukowymi: tak

Publikacje naukowe

1. B. Markiewicz; L. Ziemiański	Analysis of modal parameters of box shaped laminated shells	2018
2. B. Miller; L. Ziemiański	Numerical analysis of free vibrations of a tube shaped laminated cantilever	2018
3. A. Borowiec; L. Ziemiański	Badania dynamiczne odbieraka prądu lekkiego pojazdu szynowego	2017
4. M. Jurek; K. Majewska; M. Mieloszyk; W. Ostachowicz; L. Ziemiański	Analiza połączenia płyta GFRP – usztywnienie z wykorzystaniem wibrotermografii	2017
5. B. Markiewicz; L. Ziemiański	Analiza dynamiczna kompozytowych konstrukcji cienkościennych	2017
6. G. Piątkowski; L. Ziemiański	Eksperymentalna analiza modalna dźwigara kompozytowego FRP z kompozytową płytą pomostową	2017
7. B. Miller; G. Piątkowski; D. Ziaja; L. Ziemiański	Dynamic measurements of Grot-Rowecki bridge in Warsaw	2017
8. P. Nazarko; L. Ziemiański	Force identification in bolts of flange connections for structural health monitoring and failure prevention	2017
9. P. Nazarko; L. Ziemiański	Anomaly detection in composite elements using Lamb waves and soft computing methods	2017
10. T. Burczyński; L. Ziemiański	Proceedings of the ECCOMAS International Conference on Inverse Problems in Mechanics of Structure and Materials	2017
11. P. Nazarko; L. Ziemiański	Force identification in bolts of flange connections – preliminary results	2017
12. P. Nazarko; L. Ziemiański	Force prediction in bolts of flange connections – elastic waves and soft computing approach	2017
13. P. Nazarko; L. Ziemiański	Damage detection in aluminum and composite elements using neural networks for Lamb waves signal processing	2016
14. A. Borowiec; L. Ziemiański	Badanie wibracyjne odbieraka prądu 120ECI	2016
15. M. Górski; A. Kozłowski; L. Ziemiański	Critical moment of the purlin on the various support condition	2016
16. P. Nazarko; L. Ziemiański	Application of the elastic waves and neural networks as a tool of damage detection and health monitoring in aircraft's structures	2015
17. K. Pereta; L. Ziemiański	Evaluation of the efficiency of an noise barrier along the railway line Rzeszow - Medyka	2015
18. B. Markiewicz; L. Ziemiański	Numerical Modal Analysis of the FRP Composite Beam	2015
19. K. Pereta; L. Ziemiański	Wpływ bram wjazdowych na skuteczność ekranu akustycznego	2015
20. A. Kozłowski; L. Ziemiański	Neural network identification of bolt forces os semi-rigid steel connections basing on dynamic data	2015
21. P. Nazarko; L. Ziemiański	Soft computing applied to defect detection in composite materials	2015
22. L. Janas; R. Klich; M. Kulpa; B. Miller; K. Pereta; G. Piątkowski; T. Siwowski; D. Ziaja; L. Ziemiański	Wykonanie badań konstrukcji stalowej mostu Grota-Roweckiego w Warszawie.	2014
23. L. Janas; M. Kulpa; K. Pereta; G. Piątkowski; T. Siwowski; D. Ziaja; L. Ziemiański	Kompleksowe badania statyczne i dynamiczne belki kompozytowej - etap III, IV,V.	2013

24. J. Konkol; L. Ziemiański	58. Konferencja Naukowa Rzeszów-Krynica 2012	„ 2013
25. J. Konkol; L. Ziemiański	58. Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB	„ 2013
26. M. Kłós; Z. Waszczyszyn; D. Ziąja	Application of the method of Gaussian processes to identific and soil mechanics	„ 2013
27. P. Nazarko; L. Ziemiański	Sensitivity and robustness of the novelty detection system in the aspect of elastic wave measurement accuracy	„ 2013
28. M. Jurek; L. Ziemiański	Detection and localization of stress field concentration in CFRP panel	„ 2013