

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Ustroje nośne**

Nazwa w języku angielskim: **Load-carrying structures**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechanika i Budowa Maszyn**

Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM031107 (MMM031357)**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0.6			1.4	

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

1. Podstawy wytrzymałości materiałów, analizy wytrzymałościowej układów prętowych, tarczowych i płytowych. Znajomość rodzajów materiałów inżynierskich.
2. Podstawy metody elementów skończonych.
3. Potrafi przeprowadzić analizy wytrzymałościowe w zakresie sprężystym prostych elementów konstrukcyjnych.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z zasadami kształtowania ustrojów nośnych maszyn o strukturze prętowej, blachownicowej i grubościennej.
- C2. Przedstawienie problemów związanych z prawidłowym kształtowaniem połączeń i węzłów konstrukcyjnych ustrojów nośnych poddanych obciążeniom stałym i zmiennym.
- C3. Nabycie umiejętności wymiarowania ustrojów prostych struktur nośnych z wykorzystaniem metod komputerowego wspomagania projektowania, w tym szczególnie CAD/CAE.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Wiedza w zakresie projektowania ustrojów nośnych maszyn poddanych obciążeniom zmiennym, narażonych na pęknięcia zmęczeniowe (ramy, kratownice, blachownice, ustroje grubościennne).

PEK\_W02 - Posiada wiedzę w zakresie zasad projektowania węzłów konstrukcyjnych i połączeń elementów ustrojów nośnych

PEK\_W03 - Wiedza w zakresie wymiarowania ustrojów nośnych w oparciu o normy (dźwignice, projektowanie konstrukcji stalowych) według kryterium wytrzymałości, sztywności i trwałości

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi opracować model obliczeniowy prostych ustrojów nośnych maszyn do zagadnień wytrzymałości, stateczności i drgań własnych

PEK\_U02 - Potrafi poprawnie sformułować warunki kinetyczne i kinematyczne, jakim poddawany jest ustrój nośny

PEK\_U03 - Potrafi prawidłowo zinterpretować wyniki analiz obliczeń numerycznych

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Nabywa umiejętności ponoszenia odpowiedzialności za wykonaną pracę

PEK\_K02 - Myśleć i działać w sposób kreatywny

PEK\_K03 - Nabywa umiejętność pracy zespołowej

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Przegląd rodzajów ustrojów nośnych stosowanych w budowie maszyn	1
Wy2	Analiza awarii i katastrof ustrojów nośnych maszyn	2
Wy3	Modelowanie ustrojów nośnych maszyn	2
Wy4	Zasady łączenia ustrojów nośnych maszyn poddanych obciążeniom zmiennym	2
Wy5	Zasady projektowania ustrojów nośnych cienkościennych, zagadnienie stateczności lokalnej i globalnej	2
Wy6	Zasady projektowania węzłów konstrukcyjnych	2
Wy7	Metody obliczeniowe stosowane w wymiarowaniu ustrojów nośnych - metoda naprężeń dopuszczalnych, metoda stanów granicznych	2
Wy8	Zagadnienie zmęczenia ustrojów nośnych maszyn	2
		Suma: 15
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Omówienie programu zajęć laboratoryjnych. Wprowadzenie do środowiska programu obliczeniowego.	2
Proj2	Projektowanie, modelowanie grubościennych ustrojów nośnych	2
Proj3	Warunki brzegowe: zasady definiowania podparć, utwierdzeń, symetrii, obciążeń kinetycznych i kinematycznych oraz analiza wytrzymałościowa	2
Proj4	Optymalizacja postaci geometrycznej grubościennego ustroju nośnego (minimalizacja masy)	2
Proj5	Projektowanie i modelowanie cienkościennych ustrojów nośnych (dźwigary dwuteowe, skrzynkowe)	2

Proj6	Optimalizacja postaci geometrycznej cienkościennego ustroju nośnego (minimalizacja masy)	4
Proj7	Projektowanie i modelowanie prętowych struktur nośnych (przestrzenna kratownica)	2
Proj8	Projektowanie i modelowanie węzłów konstrukcyjnych (sztywnych, podatnych i przegubowych)	4
Proj9	Projektowanie i modelowanie ramowych struktur nośnych maszyn i pojazdów	4
Proj10	Optimalizacja postaci konstrukcyjnej struktury nośnej ramowej	2
Proj11	Definiowanie elementarnych obciążeń i ich kojarzeń dla ustrojów nośnych dźwignic	2
Proj12	Analizy drgań własnych, stateczności sprężystej (wyboczenia) struktur nośnych	2
		Suma: 30

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Praca własna - przygotowanie do projektu
- N2. Ćwiczenia problemowe
- N3. Prezentacja multimedialna
- N4. Prezentacja projektu

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	Kolokwium i ewentualna poprawa ustnie
P = F1		

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (Projekt)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	Ocena przygotowania projektów
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Rusiński E., Czmochoński J., Smolnicki T. Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000  
 Rusiński E.: Metoda elementów skończonych, System COSMOS/M, WKiŁ, Warszawa 1994  
 Rusiński E.: Mikrokomputerowa analiza ram i nadwozi pojazdów i maszyn roboczych, WKiŁ, Warszawa 1990  
 Rusiński E.: Zasady projektowania konstrukcji nośnych pojazdów samochodowych. Oficyna Wyd. PWR Wrocław 2002

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Augustyn J., Śledziwski, Technologiczność stalowych konstrukcji spawanych, Arkady, Warszawa 1981  
 Augustyn J.: Połączenia spawane i zgrzewane, Arkady, Warszawa 1987  
 Dudczak A.: Koparki. Teoria i projektowanie, PWN, Warszawa 2000  
 Ferenc K., Ferenc J.: Konstrukcje spawane. Projektowanie połączeń. WNT, Warszawa 2000  
 Pieczonka K.: Inżynieria maszyn roboczych. Część I. Podstawy urabiania, jazdy, podnoszenia i obrotu, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007  
 Żmuda J.: Podstawy projektowania konstrukcji metalowych, Arkady, Warszawa 1997  
 PN-EN 1993-1 Eurokod 3 Projektowanie konstrukcji stalowych

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Ustroje nośne** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Mechanika i Budowa Maszyn**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	K1MBM_KM_W01, K1MBM_KM_W02, K1MBM_W19	C1	Wy1 – Wy3	N2, N3
PEK_W02	K1MBM_KM_W02	C2	Wy4 - Wy6	N2, N3
PEK_W03	K1MBM_W09	C3	Wy7, Wy8	N2, N3
PEK_U01	K1MBM_KM_U01, K1MBM_KM_U02, K1MBM_U19, K1MBM_U22	C1 - C3	Proj1 – Proj10	N1, N4
PEK_U02	K1MBM_KM_U01, K1MBM_KM_U02, K1MBM_U19, K1MBM_U22	C2	Proj1 – Proj10	N1, N4
PEK_U03	K1MBM_KM_U01, K1MBM_KM_U02, K1MBM_U19, K1MBM_U22	C3	Proj11 – Proj12	N1, N4
PEK_K01-PEK_K03	K1MBM_K04, K1MBM_K05	C1-C3	Proj1 – Proj12	N1, N4

## OPIEKUN PRZEDMIOTU



## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Ustroje nośne**

Name in English: **Load-carrying structures**

Main field of study (if applicable): **Mechanical Engineering and Machine Building**

Level and form of studies: **I level, full-time**

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM031107 (MMM031357)**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15			30	
Number of hours of total student workload (CNPS)	30			60	
Form of crediting	Crediting with grade			Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points	1			2	
including number of ECTS points for practical (P) classes				2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	0.6			1.4	

### PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Strength of materials fundamentals; trusses , beams, plates and shells analysis. Fundamentals of materials science.
2. Fundamentals of Finite Element Method
3. Ability to perform numerical strength analysis of basic elements in the elastic range behavior.

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Recommendations for trusses, thin and thick plates elements design
- C2. Presentation of problem related to proper design of connections and structural nodes under static and alternating loads
- C3. Ability to design basic load carryings structures with use of the CAD/CAE software

## SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Knowledge in the field of design of load carrying structure under alternating loads, prone to fatigue (trusses, frames, thin shell, solid elements)

PEK\_W02 - Knowledge in the field of designing of structural nodes and connections of load carrying structures

PEK\_W03 - Knowledge in the field of designing on the basis of standards (cranes, steel structures) with respect to the stiffness and durability criterion

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Ability to develop numerical model of basic structural elements for strength, buckling and vibrations analysis

PEK\_U02 - Ability to define proper kinetic, kinematic boundaries to the structure

PEK\_U03 - Ability to proper results interpretation

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Acquire skills in the responsibility of performed tasks

PEK\_K02 - Acquire skills of creative engineering

PEK\_K03 - Acquire skills of team work

## PROGRAMME CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Survey of the machines load carrying structures	1
Lec2	Failures and disasters analysis of load carrying structures	2
Lec3	Load carrying structures modeling	2
Lec4	Recommendations for connecting structure elements under alternating loads	2
Lec5	Recommendations for design of thin shell elements. Local and global stability approach.	2
Lec6	Recommendations for structural nodes design	2
Lec7	Calculation methods in load carrying structures design – permissible stresses method, limiting stresses method	2
Lec8	Fatigue phenomenon of load carrying structures	2
		Total hours: 15
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Description and scope of the project classes. Introduction to the software.	2
Proj2	Designing, modeling of volume/solid elements structures	2
Proj3	Boundary conditions: support definition; symmetry, kinetic and kinematic load, strength analysis	2
Proj4	Optimization of the solid elements structures (mass minimization)	2
Proj5	Designing and modeling of thin shell elements ( I profiles, box profiles)	2
Proj6	Designing and modeling of thin shell elements ( mass minimization)	4
Proj7	Designing and modeling of truss elements ( 3D truss)	2
Proj8	Designing and modeling of structural nodes (rigid, elastic and revolute joints)	4

Proj9	Designing and modeling of 3D beam structures of machines and vehicles	4
Proj10	Design optimization of the 3D beam structure	2
Proj11	Definition and combination of fundamental loads for cranes	2
Proj12	Natural frequencies and linear buckling analysis of load carrying structures	2
		Total hours: 30

#### TEACHING TOOLS USED

- N1. Individual work – project development
- N2. Design tasks assignments
- N3. Multimedia presentation
- N4. Project presentation

#### EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT (Lecture)

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	Colloquium and possible orally improvement
P = F1		

#### EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT (Project)

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	Assessment of project preparation
P = F1		

#### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE



#### PRIMARY LITERATURE

Rusinski E., Czmochoński J., Smolnicki T.: The advanced finite element method in the construction of load-bearing (in Polish), Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000

Rusiński E.: Finite Element Method. COSMOS/M (in Polish) System, WKiŁ, Warszawa 1994

Rusiński E.: Computer analysis of frames and bodies of vehicles and work machines (in Polish), WKiŁ, Warszawa 1990

Rusiński E.: Principles of design of bearing structures of vehicles (in Polish). Oficyna Wyd. PWR Wrocław 2002

#### SECONDARY LITERATURE

Augustyn J., Śledziwski E.: Technology of steel welded constructions (in Polish), Arkady, Warszawa 1981

Augustyn J.: Welded and spot-welded joints (in Polish), Arkady, Warszawa 1987

Dudczak A.: Excavators. Theory and design (in Polish), PWN, Warszawa 2000

Ferenc K., Ferenc J.: Welded constructions. Designing connections. (in Polish) WNT, Warszawa 2000

Pieczonka K.: Engineering of work machines. Part I. The basics of mining, driving, lifting and turning (in Polish), Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007

Żmuda J.: Basic design of metal structures (in Polish), Arkady, Warszawa 1997

EN 1993-1 Eurokod 3 Design of steel structures

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT  
Load-carrying structures  
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY  
Mechanical Engineering and Machine Building**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)	Subject objectives	Programme content	Teaching tool number
PEK_W01	K1MBM_KM_W01, K1MBM_KM_W02, K1MBM_W19	C1	Lec1 – Lec3	N2, N3
PEK_W02	K1MBM_KM_W02	C2	Lec4 - Lec6	N2, N3
PEK_W03	K1MBM_W09	C3	Lec7, Lec8	N2, N3
PEK_U01	K1MBM_KM_U01, K1MBM_KM_U02, K1MBM_U19, K1MBM_U22	C1 - C3	Proj1 – Proj10	N1, N4
PEK_U02	K1MBM_KM_U01, K1MBM_KM_U02, K1MBM_U19, K1MBM_U22	C2	Proj1 – Proj10	N1, N4
PEK_U03	K1MBM_KM_U01, K1MBM_KM_U02, K1MBM_U19, K1MBM_U22	C3	Proj11 – Proj12	N1, N4
PEK_K01-PEK_K03	K1MBM_K04, K1MBM_K05	C1-C3	Proj1 – Proj12	N1, N4

**SUBJECT SUPERVISOR**

dr hab. inż. Jerzy Czmochoński tel.: 71 320 42 84 email: jerzy.czmochoński@pwr.edu.pl