



KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	SD-02-IL-FR3
Nazwa przedmiotu	Zaawansowane metody projektowania konstrukcji cienkościennych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Advanced methods of designing thin-walled structures
Obowiązuje od roku akademickiego	2023/24

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Szkoła Doktorska
Poziom kształcenia	III stopień
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne
Dyscyplina naukowa	Inżynieria lądowa, geodezja i transport
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Wytrzymałości Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, WBiA
Koordynator przedmiotu	dr hab. inż. Andrzej Szychowski, prof. PŚk
Zatwierdził	dr hab. inż. Łukasz Bąk, prof. PŚk

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do bloku przedmiotów	BLOK B – Zajęcia do wyboru z programu dyscypliny
Status przedmiotu	Do wyboru
Język prowadzenia zajęć	Polski
Usytuowanie w planie studiów - semestr	Semestr V
Wymagania wstępne	-
Egzamin (TAK/NIE)	Nie
Liczba punktów ECTS	1

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	15				

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Zna modele obliczeniowe elementów cienkościennych o podatnym konturze przekroju.	K_W01 K_W02
	W02	Zna zasady tworzenia modeli numerycznych zagadnień związanych z projektowaniem prętów cienkościennych.	K_W01 K_W02
	W03	Ma wiedzę na temat specyfiki obliczania elementów o przekrojach spawanych z blach i kształtowników profilowanych na zimno.	K_W01 K_W02
	W04	Zna normy oraz wytyczne projektowania konstrukcji cienkościennych wrażliwych na różne postacie niestateczności.	K_W01 K_W02
Umiejętności	U01	Potrafi wykonać analizę statyczną, analizę stateczności i wyznaczyć nośność przekroju cienkościennego w zakresie nadkrytycznym.	K_U02
	U02	Potrafi wyznaczyć nośność elementów cienkościennych w prostych i interakcyjnych formach utraty stateczności.	K_U02
	U03	Potrafi wybrać narzędzia analityczne oraz numeryczne do rozwiązania zagadnień projektowania elementów cienkościennych oraz rozumie konieczność ciągłego podnoszenia swoich kwalifikacji.	K_U04 K_U09
Kompetencje społeczne	K01	Rozumie potrzebę analizowania literatury i najnowszych osiągnięć związanych z projektowaniem konstrukcji metalowych	K_K01
	K02	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny, jest gotowy do poszukiwania innowacyjnych rozwiązań.	K_K02
	K03	Jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac.	K_K04

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modele fizyczne, analityczne i numeryczne prętowych elementów cienkościennych. Zakres ważności Teorii Własowa. Podział przekroju na płyty (ścianki) składowe. Metody analizy stateczności płyt. 2. Elementy cienkościennie o podatnym konturze przekroju. Zjawiska niestateczności pręta cienkościennego na poziomie przekroju (wyboczenie lokalne). Wyboczenie ścianek przekroju w warunkach wzdłużnej i poprzecznej zmienności naprężeń. Lokalna nośność krytyczna przekroju. 3. Stan nadkrytyczny przekroju. Obliczeniowa nośność graniczna. Nośność przekroju przy ścinaniu. Warunki sprężystego zamocowania ścianek. Wyznaczanie nośności przekroju Metodą Płyty Krytycznej (Critical Plate Method CPM). Cienkościennie przekroje spawane. Wpływ naprężeń spawalniczych. Stateczność płytowych elementów konstrukcyjnych (blachownice, pomosty, płyty uźebrowane). 4. Specyfika elementów profilowanych na zimno. Właściwości geometryczne przekrojów. Naprężenia własne. Wyboczenie dystorsyjne segmentu. Modele obliczeniowe. Interakcja wyboczenia lokalnego i dystorsyjnego. Zastosowanie metody DSM (Direct Strength Method). 5. Przestrzenna (międzywęzłowa) utrata stateczności (wyboczenie giętno-skrętne). Zwichrzenie belek o przekrojach smukłościennych. Zachowanie się elementów profilowanych na zimno stężonych poszyciem. Model obliczeniowy złożonego stanu naprężenia. Interakcja lokalnej, dystorsyjnej i giętno-skrętnej postaci wyboczenia. 6. Komputerowa analiza elementów cienkościennych. Zasady modelowania elementów, warunków brzegowych, obciążenia. Metoda pasm skończonych (program CUFSM). Metoda elementów skończonych (program ABAQUS). 7. Skręcanie prętów cienkościennych o przekrojach otwartych i zamkniętych. Skręcanie swobodne, nieswobodne i deplanacyjne. Lokalny bimoment krytyczny. Obliczeniowa nośność graniczna przy skręcaniu. Zasady żebrowania, usztywniania i stężania kształowników cienkościennych.

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X			
W02			X			
W03			X			
W04			X			
U01			X			
U02			X			
U03			X			
K01			X			
K02			X			
K03			X			

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Uzyskanie oceny pozytywnej z kolokwium zaliczeniowego

NAKLAD PRACY DOKTORANTA

Bilans punktów ECTS							
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie doktoranta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15					h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2					h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	17					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą doktorant uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	0,7					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy doktoranta	8					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą doktorant uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,3					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	0					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą doktorant uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	0,0					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą doktoranta	25					h
10.	Punkty ECTS za modul <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	1					ECTS

LITERATURA

1. Bródka J., Brodniewicz M., Gizejowski M.: „Kształtowniki gięte. Poradnik Projektanta”, Polskie Wydawnictwo Techniczne 2006.
2. Bródka J., Garncarek R., Miłaszewski K.: „Blachy fałdowe w budownictwie stalowym”, Arkady, Warszawa 2000.
3. Recent Trends in Cold-Formed Steel Construction, Edited by Cheng Yu, Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering: Number 65, Elsevier 2016.
4. Kotełko M., Nośność i mechanizmy zniszczenia konstrukcji cienkościennych, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2011.
5. Bródka J., Łubiński M.: „Lekkie konstrukcje stalowe”, Arkady, Warszawa 1978.
6. Goczek J., Supeł Ł., Gajdziński M.: „Przykłady obliczeń konstrukcji stalowych”, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2011.
7. Goczek J., Supeł Ł.: „Kształtowniki gięte w obudowie hal”, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2007.
8. Kurzawa Z., Rzeszut K., Szumigała M.: „Stalowe konstrukcje prętowe, Część III”. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. Poznań 2017.
9. Bulson, P.S. The Stability of Flat Plates; Chatto and Windus: London, UK, 1970.
10. Szychowski, A. Computation of thin-walled cross-section resistance to local buckling with the use of the Critical Plate Method. Arch. Civ. Eng. 2016, 62, 229–264.
11. Goczek J., Supeł Ł.: „Płatwie z kształtowników profilowanych na zimno”, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2014.
12. Łubiński M., Filipowicz A., Żółtowski W.: „Konstrukcje metalowe cz. I”, Arkady, Warszawa 2001.
13. Szychowski, A. A theoretical analysis of the local buckling in thin-walled bars with open cross-section subjected to warping torsion. Thin-Walled Struct. 2014, 76, 42–55.
14. Brzezińska, K.; Szychowski, A. Stability and resistance of steel continuous beams with thin-walled boxsections. Arch. Civ. Eng. 2018, 64, 123–143.

15. Gardner, L.; Fieber, A.; Macorini, L. Formulae for calculating elastic local buckling stresses of full structural cross-sections. *Structures* 2019, 17, 2–20.
16. Szychowski, A. Stability of cantilever walls of steel thin-walled bars with open cross-section. *Thin-Walled Struct.* 2015, 94, 348–358.
17. Hibbitt, Karlsson&Sorensen Inc. 2000 ABAQUS/CAE User's Manual; Hibbitt, Karlsson&Sorensen: Pawtucket, RI, USA, 2000.
18. Szychowski A., Brzezińska K., Local Buckling and Resistance of Continuous Steel Beams with Thin-Walled I-Shaped Cross-Sections, *Applied Sciences* 2020, 10, 4461; doi:10.3390/app10134461
19. PN-EN 1993-1-1:2006/AC:2009 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
20. PN-EN 1993-1-3:2008 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-3: Reguły ogólne. Reguły uzupełniające dla konstrukcji z kształowników i blach profilowanych na zimno.
21. PN-EN 1993-1-5:2008 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-5: Blachownice