



## Subject card

Subject name and code	, PG_00057339						
Field of study	Ocean Engineering						
Date of commencement of studies	February 2022	Academic year of realisation of subject				2022/2023	
Education level	second-cycle studies	Subject group			Optional subject group Subject group related to scientific research in the field of study		
Mode of study	Full-time studies	Mode of delivery			at the university		
Year of study	1	Language of instruction			Polish		
Semester of study	2	ECTS credits			4.0		
Learning profile	general academic profile	Assessment form			assessment		
Conducting unit	Institute of Ocean Engineering and Ship Technology -> Faculty of Mechanical Engineering and Ship Technology						
Name and surname of lecturer (lecturers)	Subject supervisor		dr hab. inż. Paweł Dymarski				
	Teachers		dr hab. inż. Paweł Dymarski				
Lesson types and methods of instruction	Lesson type	Lecture	Tutorial	Laboratory	Project	Seminar	SUM
	Number of study hours	15.0	15.0	15.0	0.0	0.0	45
	E-learning hours included: 0.0						
Learning activity and number of study hours	Learning activity	Participation in didactic classes included in study plan	Participation in consultation hours		Self-study	SUM	
	Number of study hours	45	10.0		45.0	100	
Subject objectives	The aim of the course is to familiarize students with the existing types of marine support structures for wind turbines and to introduce students to the methods used to analyze (hydro) statics and the dynamics of structures subjected to the influence of the marine environment. Students learn about the methodology of model tests of floating and bottom-fixed structures.						
Learning outcomes	Course outcome		Subject outcome			Method of verification	
	[K7_W07] has knowledge on the development perspectives of ocean technology objects and systems, knows the newest and most relevant achievements in ocean technology		Student knows the types of supporting structures (floating and bottom-fixed) used for offshore wind turbines			[SW1] Assessment of factual knowledge	
	K7_W04		Student has knowledge of the methods used in computer systems for the analysis of offshore wind turbines			[SW1] Assessment of factual knowledge	
	[K7_U05] can conduct an initial economic analysis of an investment in the range of ocean technology, indicate detailed rules of law and branch regulations		n.d.			[SU1] Assessment of task fulfilment	
	[K7_U07] in compliance with a formulated specification and with the aid of appropriate tools and methods, is able to complete an advanced engineering task within the range of design, construction and operation of ocean technology objects and systems		The student is able to use the appropriate methods and tools to determine the loads on supporting structures and to model the dynamics of the supporting structure subjected to the environment			[SU4] Assessment of ability to use methods and tools	

Subject contents	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Znajomość pojęć z zakresu mechaniki ogólnej: <ul style="list-style-type: none"> <li>-- siła, moment siły</li> <li>-- rozkład siły na składowe</li> </ul> </li> <li>- Znajomość podstaw wytrzymałości materiałów a zwłaszcza: <ul style="list-style-type: none"> <li>-- charakterystyk przekroju belki</li> <li>-- podstawy teorii zginania belki (podstawowe rozwiązania)</li> <li>-- rozumienie pojęć: kratownica, rama, ruszt.</li> </ul> </li> <li>- podstawy mechaniki płynów: <ul style="list-style-type: none"> <li>-- statyka płynów, pojęcie ciśnienia hydrostatycznego</li> <li>-- siła naporu i siła wyporu</li> <li>-- równanie Bernoulliego</li> </ul> </li> <li>- Dynamika środowiska morskiego (1 semestr) <ul style="list-style-type: none"> <li>-- prądy</li> <li>-- pływy</li> <li>-- fala regularna i nieregularna</li> <li>-- model wiatru</li> </ul> </li> <li>1. Podstawowe informacje o typach konstrukcji wsporczych <ul style="list-style-type: none"> <li>- konstrukcje pływające</li> <li>- konstrukcje posadowione</li> </ul> </li> <li>2. Hydrostatyka obiektów morskich <ul style="list-style-type: none"> <li>- pływalność i hydrostatyka obiektów pływających</li> <li>- mechanizmy stateczności w zależności od typu konstrukcji</li> <li>- siły hydrostatyczne działające na obiekty posadowione</li> </ul> </li> <li>3. Układy kotwiczenia pływających konstrukcji wsporczych <ul style="list-style-type: none"> <li>- kotwiczenie za pomocą łańcuchów (catenary mooring system)</li> <li>- kotwiczenie z wykorzystaniem cięgien elastycznych (taut system)</li> <li>- układ kotwiczenia typu pionowego (platformy TLP)</li> <li>- typowe charakterystyki układów kotwiczenia (w zależności od typu)</li> </ul> </li> <li>4. Oddziaływanie środowiska na konstrukcje offshore <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Wyznaczanie sił hydrodynamicznych na obiekty offshore <ul style="list-style-type: none"> <li>- siły od działania fali</li> <li>-- równanie Morisona,</li> <li>-- metoda Froude'a-Kryłowa,</li> <li>-- metody źródło-upust (metoda dyfrakcji) - opływ potencjalny</li> <li>-- metody opływu lepkiego RANSE-CFD.</li> </ul> </li> <li>- siły od działania prądów morskich, znaczenie tych sił</li> <li>4.2 Wyznaczanie sił aerodynamicznych.</li> </ul> </li> <li>5. Wprowadzenie do dynamiki obiektów pływających <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Podstawowe własności układu dynamicznego o jednym stopniu swobody (1 st.s.) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Omówienie własności układu liniowego masa na sprężynie z elementem tłumiącym,</li> <li>-- podstawowe pojęcia: masa i masa wody towarzyszącej, tłumienie (współczynnik tłumienia), siła przywracająca (współczynnik sztywności układu)</li> <li>-- charakterystyka odpowiedzi układu w stosunku do wymuszenia w funkcji częstości. Pojęcie częstości własnej, częstości okolo rezonansowej, reżimy "odpowiedzi" konstrukcji. Wpływ tłumienia na charakterystykę odpowiedzi.</li> </ul> </li> <li>5.2 Omówienie ruchów obiektu pływającego w 6-ciu stopniach swobody. Nazwy i charakter poszczególnych ruchów.</li> <li>5.3 Równania ruchu obiektów o jednym stopniu swobody: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nurzania,</li> <li>- kołysania wzdłużne i boczne,</li> <li>- kołysania postępowe (na przykładzie TLP)</li> <li>- omówienie sił działających na obiekt podczas jego ruchu.</li> </ul> </li> <li>5.4 Współczynniki sił hydrodynamicznych</li> <li>5.5 Rozwiązywanie równań ruchu obiektu <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metody analityczne stosowane do uzyskania "rozwiązań podstawowych"</li> <li>- Metody numeryczne (algorytmy) stosowane do rozwiązywania równań ruchu</li> <li>- Rozwiązanie równań ruchu na drodze numerycznej dla przykładowych obiektów</li> <li>-- spar</li> <li>-- TLP</li> </ul> </li> <li>5.6 Ruch w 6-ciu stopniach swobody. <ul style="list-style-type: none"> <li>- sformułowania równania ruchu,</li> <li>- omówienie współczynników równania,</li> <li>- sprzężenia pomiędzy ruchami</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>6. Badania modelowe obiektów offshore <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1 badania modelowe pływających turbin wiatrowych <ul style="list-style-type: none"> <li>- omówienie stosowanych praw podobieństwa. Zagadnienie efektu skali</li> <li>- badania oscylacji swobodnych - wyznaczanie okresu własnego oraz podstawowych współczynników hydrodynamicznych</li> <li>- badania na faliregularnej (wyznaczania charakterystyki amplitudowej)</li> <li>- badania na fali nieregularnej</li> <li>-- badania konstrukcji typu spar</li> </ul> </li> <li>6.2 (opcjonalnie) badania konstrukcji typu TLP/konstrukcji posadowionej</li> <li>6.3 Wykonanie prognozy krótkoterminowej ruchów konstrukcji wsporczej na podstawie badań na fali regularnej (dla zadanych warunków pogodowych/falowania)</li> </ul> </li> </ul>
------------------	---

	<p>1. Basic information about the types of support structures</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- floating structures</li> <li>- bottom-fixed structures</li> </ul> <p>2. Hydrostatics of marine objects</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- buoyancy and hydrostatics of floating objects</li> <li>- stability mechanisms depending on the type of structure</li> <li>- hydrostatic forces acting on bottom-fixed structures</li> </ul> <p>3. Anchoring systems for floating support structures</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- chain anchoring (catenary mooring system)</li> <li>- anchoring with the use of elastic tendons (taut system)</li> <li>- tension leg system (TLP platforms)</li> <li>- typical characteristics of anchorages (depending on type)</li> </ul> <p>4. Environmental impact on offshore structures</p> <p>4.1 Determination of hydrodynamic forces on offshore structures</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wave forces</li> <li>- Morison's equation,</li> <li>- the Froude-Krylov method,</li> <li>- source-sink methods (diffraction method) - potential flow</li> <li>- RANSE-CFD viscous flow methods.</li> <li>- forces caused by sea currents, the significance of these forces</li> </ul> <p>4.2 Determination of aerodynamic forces.</p> <p>5. Introduction to the dynamics of floating structures</p> <p>5.1 Basic properties of a dynamic system with one degree of freedom (1 DoF)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Discussion of the properties of the linear system - mass on a spring with a damping element,</li> <li>-- basic concepts: mass and added mass, damping (damping coefficient), restoring force (system stiffness coefficient)</li> <li>-- characteristic of the system response to the excitation as a function of frequency. The concept of natural frequency, resonant frequency, "response" regimes of the structure. Effect of damping on the response characteristics.</li> </ul> <p>5.2 Discussion of the motions of a floating object in 6 degrees of freedom. The names and nature of the subspecific movements.</p> <p>5.3 Equations of motion of objects with one degree of freedom:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- heave,</li> <li>- pitch/roll,</li> <li>- surge (on the example of TLP)</li> <li>- discussion of the forces acting on an object during its movement.</li> </ul> <p>5.4 Coefficients of hydrodynamic forces</p> <p>5.5. Solving equations of motion of an object</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analytical methods used to obtain "basic solutions"</li> <li>- Numerical methods (algorithms) used to solve equations of motion</li> <li>- Solution of equations of motion on a numerical route for example objects</li> <li>-- spar</li> <li>-- TLP</li> </ul> <p>5.6 Movement in 6 degrees of freedom.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- formulation of the equation of motion,</li> <li>- discussion of equation coefficients,</li> <li>- couplings between degrees of freedom</li> </ul> <p>6. Model tests of offshore structures</p> <p>6.1 model testing of floating wind turbines</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- discussion of the applied similarity laws. The issue of the scale effect</li> <li>- studies of free decay test - determination of the natural period and basic hydrodynamic coefficients</li> <li>- regular wave tests (determining the amplitude characteristics)</li> <li>- irregular wave tests</li> <li>-- spar structure model tests</li> </ul> <p>6.2 (optional) model tests of TLP type structure / bottom-fixed structure</p> <p>6.3 Preparation of a short-term forecast of the support structure movements based on regular wave tests (for given weather conditions / waves)</p>
<p>Prerequisites and co-requisites</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge of terms in the field of general mechanics: <ul style="list-style-type: none"> <li>-- strength, moment of force</li> <li>-- distribution of force into components</li> </ul> </li> <li>- Knowledge of the basics of material strength, in particular: <ul style="list-style-type: none"> <li>-- characteristics of the beam section</li> <li>-- basics of beam bending theory (basic solutions)</li> <li>-- understanding the terms: truss, frame, grate.</li> </ul> </li> <li>- Fundamentals of fluid mechanics: <ul style="list-style-type: none"> <li>-- fluid statics, the concept of hydrostatic pressure</li> <li>-- thrust force and buoyancy force</li> <li>-- Bernoulli equation</li> </ul> </li> <li>- Dynamics of the marine environment (1 semester) <ul style="list-style-type: none"> <li>-- currents</li> <li>-- tides</li> <li>-- regular and irregular wave</li> <li>-- wind model</li> </ul> </li> </ul>

Assessment methods and criteria	Subject passing criteria	Passing threshold	Percentage of the final grade
	kolokwium + raporty	60.0%	50.0%
	kolokwium	60.0%	50.0%
Recommended reading	Basic literature	1. S.K. Chakrabarti Hydrodynamics of Offshore Structures 2. J.F. Wilson "Dynamics of Offshore Structures" 3. G.Clauss, E.Lehmann, C.Östergaard Offshore Structures vol. 1 4. Jan Dudziak Teoria okrętu	
	Supplementary literature	5. A.R.J.M. Lloyd SEAKEEPING: Ship Behaviour in Rough Weather 6. O.M. Faltinsen Sea Loads on Ships and Offshore Structures 7. G.J Feikema, J.E.W. Wichers The Effect of Wind Spectra on the Low-Frequency Motions of a Tanker in Survival Condition. OTC 1991 8. T. Sarpkaya: "Wave Forces on Offshore Structures" 9. S.K. Chakrabarti "Handbook of Offshore Engineering" 10. L. Castro-Santos, V. Diaz-Casas "Floating Offshore Wind Farms" 11. S. Chandrasekaran "Dynamic Analysis and Design of Offshore Structures"	
	eResources addresses		
Example issues/ example questions/ tasks being completed			
Work placement	Not applicable		