



Monitor Prawny Politechniki Śląskiej

poz. 74

UCHWAŁA NR 4/2026 SENATU POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ z dnia 26 stycznia 2026 r.

w sprawie ustalenia programu studiów rozpoczynających się od roku akademickiego 2027/2028 dla studiów drugiego stopnia o profilu ogólnoakademickim na kierunku „Structural health monitoring of civil infrastructure”

Działając na podstawie art. 28 ust. 1 pkt 11 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571, z późn. zm.), Senat Politechniki Śląskiej postanawia, co następuje:

§ 1

Ustala się program studiów rozpoczynających się od roku akademickiego 2027/2028 dla studiów drugiego stopnia o profilu ogólnoakademickim na kierunku „Structural health monitoring of civil infrastructure” stanowiący załącznik do niniejszej uchwały.

§ 2

Uchwała wchodzi w życie z dniem 1 października 2027 roku.

Rektor PS: *M. Pawełczyk*

Program studiów

Kierunek studiów:	Structural health monitoring of civil infrastructure
Poziom studiów:	studia drugiego stopnia
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Formy studiów:	studia stacjonarne
Liczba semestrów:	4
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	120
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	magister inżynier
Kierunek studiów jest przyporządkowany do dyscyplin:	inżynieria lądowa, geodezja i transport: 100% – dyscyplina wiodąca
Łączna liczba godzin zajęć:	1280
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	60
Liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych – w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne:	5
Wymiar oraz liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych:	nie dotyczy
Zasady i forma odbywania praktyk zawodowych:	nie dotyczy

Efekty uczenia się dla studiów

Symbol	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się Polskiej Ramy Kwalifikacji
Wiedza: zna i rozumie		
K2A_W1	w pogłębionym stopniu procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych powiązanych z inżynierią lądową oraz główne tendencje rozwojowe związane ze studiowanym kierunkiem	P7S_WG P7S_WG inż.
K2A_W2	zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości	P7S_WK inż.
K2A_W3	społeczne, ekonomiczne, prawne, etyczne i inne, pozatechniczne uwarunkowania działalności inżynierskiej, w tym zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego	P7S_WK
K2A_W4	problemy współczesnej cywilizacji w odniesieniu do osiągnięć nauki i techniki	P7S_WK
K2A_W5	w pogłębionym stopniu aspekty metody elementów skończonych (MES), w tym dyskretyzację, interpolację, analizę 1D (np. element belki), 2D i 3D (elementy płaskie, powłoki, płyty), modele w SHM oraz hybrydowe bazy danych do diagnostyki uszkodzeń	P7S_WG P7S_WK
K2A_W6	w pogłębionym stopniu zagadnienia dotyczące systemów monitorowania stanu konstrukcji (SHM), w tym ich definicje, cele, historię rozwoju, typy czujników systemów akwizycji danych, metody badań, przetwarzania sygnałów, rozpoznawania wzorców oraz zastosowań SHM w różnych typach konstrukcji, nowe technologie w SHM	P7S_WG P7S_WK
Umiejętności: potrafi		
K2A_U1	projektować badania i formułować problemy badawcze, przeprowadzać przegląd literatury i efektywnie wyszukiwać informacje, w tym z wykorzystaniem inżynierskich baz danych i dużych modeli językowych	P7S_UW

K2A_U2	analizować i interpretować dane z systemów SHM, w tym dane statyczne i dynamiczne; wykorzystywać techniki przetwarzania sygnałów, rozpoznawania wzorców i ekstrakcji cech do oceny stanu konstrukcji	P7S_UW P7S_UK
K2A_U3	budować i aktualizować modele MES dla konstrukcji inżynierskich, symulować ekstremalne warunki eksploatacji i scenariusze uszkodzeń oraz tworzyć hybrydowe bazy danych do diagnostyki uszkodzeń	P7S_UW P7S_UK
K2A_U4	przeprowadzać analizę ryzyka i niezawodności konstrukcji, oceniać odporność i stosować zasady zrównoważonego projektowania; potrafi również analizować koszty i korzyści w zarządzaniu infrastrukturą	P7S_UW P7S_UK P7S_UU
K2A_U5	właściwie dobierać źródła i informacje z nich pochodzące, dokonywać oceny, krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji; potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, z użyciem specjalistycznej terminologii i nowoczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych, prowadzić debatę	P7S_UK
K2A_U6	posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią, z uwzględnieniem terminologii charakterystycznej dla tematyki studiów	P7S_UK
K2A_U7	dobierać i korzystać z właściwych, zaawansowanych technik, umiejętności i nowoczesnych narzędzi inżynierskich, formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz innowacyjnie wykonywać zadania w nieprzewidywalnych warunkach, opracowując nowe metody i narzędzia	P7S_UW P7S_UW inż.
K2A_U8	samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie	P7S_UU
K2A_U9	współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach, kierować pracą zespołu	P7S_U0
Kompetencje społeczne: jest gotów do		
K2A_K1	krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu	P7S_KK
K2A_K2	wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego, inicjowania działań na rzecz interesu publicznego, myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	P7S_K0
K2A_K3	odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, rozwijania dorobku zawodu, podtrzymywania etosu zawodu, przestrzegania i rozwijania etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad; ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej	P7S_KR

Zajęcia i grupy zajęć

Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Liczba punktów ECTS	Efekty uczenia się (symbol) przypisane do zajęć lub grupy zajęć	Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się
Grupa zajęć z dziedziny nauk humanistycznych, ekonomicznych i społecznych (HES) (minimum 1 ECTS zajęcia obieralne)	5	K2A_W1 K2A_U1 K2A_U5 K2A_U7 K2A_K1	Metody badawcze (projektowanie badań i formułowanie problemów; przegląd literatury). Wyszukiwanie informacji (przegląd baz danych inżynierskich; strategie wyszukiwania; duże modele językowe). Etyka badań (zasady i wytyczne etyczne; odpowiedzialne postępowanie w badaniach). Pisanie i komunikacja naukowa (pisanie raportów technicznych; przedstawianie wyników badań). Planowanie projektu badawczego (opracowywanie wniosków badawczych; zarządzanie projektem). Nowe trendy i wyzwania.
Grupa zajęć kierunkowych (realizowane przez LUS + SUT)	50	K2A_W1 K2A_W2 K2A_W3 K2A_W4 K2A_W5 K2A_W6 K2A_U1 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U4 K2A_U5 K2A_U6 K2A_U7 K1A_U8 K1A_U9 K2A_K1 K2A_K2 K2A_K3	Nowoczesne technologie stosowane w ocenie stanu technicznego, projektowaniu i utrzymaniu konstrukcji inżynierskich. Monitorowanie stanu konstrukcji (SHM), metody elementów skończonych (MES), analiza ryzyka i odporności, inżynieria śledcza, degradacja materiałów oraz projektowanie konstrukcji. 1. Systemy monitorowania stanu konstrukcji (SHM): definicje, cele oraz historia rozwoju SHM. Typy czujników (tensometry, akcelerometry, LVDT), systemy akwizycji danych, metody badań (statyczne i dynamiczne), przetwarzanie sygnałów, rozpoznawanie wzorców, a także zastosowania SHM w mostach, budynkach i obiektach specjalnych. Nowe technologie, takie jak IoT, UAV czy rozszerzona rzeczywistość. 2. Metoda elementów skończonych (MES): podstawy MES, w tym dyskretyzacja i interpolacja, analiza 1D (np. element belki), 2D i 3D (elementy płaskie, powłoki, płyty). W stopniu pogłębionym nieliniowość, aktualizacja modeli w SHM oraz hybrydowe bazy danych do diagnostyki uszkodzeń. 3. Ryzyko, odporność i zrównoważony rozwój: analiza decyzji w warunkach niepewności, modelowanie probabilistyczne, ocena niezawodności konstrukcji oraz ramy oceny ryzyka, zasady inżynierii odporności, strategie zrównoważonego projektowania i wykorzystanie teorii informacji w analizie ryzyka i odporności. Zagadnienia związane z zarządzaniem ryzykiem, ryzykiem systemowym, metrykami odporności oraz

			przyszłymi kierunkami badań. 4. Zaawansowane technologie czujników: nowoczesne czujniki, w tym światłowodowe, MEMS, piezoelektryczne, sieci bezprzewodowe, a także systemy opierające się na nanotechnologii, UAV czy IoT. Systemy gromadzenia i przetwarzania danych oraz integracja i fuzja czujników w wielosensorowych systemach SHM. 5. Inżynieria śledcza i analiza awarii konstrukcji: metody analizy awarii, w tym badania nieniszczące, modelowanie i symulacje, a także mechanizmy uszkodzeń (np. zmęczeniowe, korozyjne, materiałowe). Analiza awarii spowodowana błędami ludzkimi, degradacją, przeciążeniami i zjawiskami naturalnymi (trzęsienia ziemi, powodzie, wiatr), a także przypadki awarii infrastruktury morskiej i dużej skali. 6. Dynamika konstrukcji i inżynieria sejsmiczna: układy drgające (1DOF i MDOF), odpowiedzi dynamiczne, analiza modalna, widma odpowiedzi i analiza sejsmiczna. 7. Degradacja materiałów i jej wpływ na zrównoważony rozwój: degradacja różnych materiałów konstrukcyjnych – betonu, stali, drewna, murów, fundamentów, kabli – wraz z mechanizmami fizykochemicznymi oraz metodami diagnostycznymi (m.in. badania NDT, elektrochemiczne, profilowanie chlorków). Zarządzanie integralnością konstrukcji i wykorzystanie technik predykcyjnych. 8. Projektowanie konstrukcyjne: podstawy projektowania konstrukcji, projektowanie probabilistyczne i oparte na niezawodności, zasady bezpieczeństwa oraz analizy uszkodzeń i mechaniki materiałów. Projektowanie mostów, budynków, tuneli, konstrukcji przybrzeżnych, turbin wiatrowych, a także integracja SHM z projektowaniem i zarządzaniem integralnością. 9. Uczenie maszynowe w SHM: wykorzystanie ML w analizie danych SHM – przetwarzanie danych, ekstrakcja cech, metody nadzorowane i bez nadzoru, analiza szeregów czasowych, ML oparty na fizyce oraz transfer learning. Integracja metod sztucznej inteligencji z klasycznym modelowaniem konstrukcji.
Grupa zajęć wybieralnych realizowanych w ramach specjalności: Digital (realizowane przez UTW)	20	K2A_W1 K2A_W2 K2A_W3 K2A_W4 K2A_W5 K2A_W6 K2A_U1 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U4 K2A_U5 K2A_U6 K2A_U7 K1A_U8 K1A_U9 K2A_K1 K2A_K2 K2A_K3	Nowoczesne systemy monitorowania stanu technicznego inteligentnej infrastruktury cywilnej, ze szczególnym uwzględnieniem mostów i dużych obiektów inżynierskich. Podstawowe koncepcje monitorowania stanu konstrukcji (Structural Health Monitoring – SHM) oraz ich rola w zapewnieniu bezpieczeństwa, niezawodności i długoterminowej trwałości infrastruktury. Podejścia statyczne i dynamiczne w SHM, a także przegląd metod badań nieniszczących (NDT) i mało niszczących (MDT) stosowanych w diagnostyce konstrukcji. Różne typy czujników oraz wskaźniki uszkodzeń, metody optymalnego rozmieszczenia sensorów, a także techniki analizy trendów długoterminowych i filtracji wpływów środowiskowych oraz szumów pomiarowych. Monitoring oparty na drganiach, obejmujący identyfikację systemów w dziedzinie częstotliwości (FFT, metody spektralne) oraz w dziedzinie czasu (modele przestrzeni stanów, metody parametryczne). Procedury aktualizacji modeli MES na podstawie danych pomiarowych oraz wykorzystanie zaktualizowanych modeli do oceny stanu konstrukcji. Zagadnienia wykrywania i lokalizacji uszkodzeń, systemów wczesnego ostrzegania, propagacji uszkodzeń oraz mechanizmów postępującego zawalenia. Analiza aktualnej literatury naukowej. Rola cyfryzacji w zarządzaniu łańcuchami dostaw w budownictwie i infrastrukturze oraz jej wpływ na efektywność, odporność i zrównoważony rozwój procesów inwestycyjnych. Współczesne wyzwania sektora budowlanego związane z globalizacją, presją kosztową, ryzykiem przerw w dostawach oraz rosnącymi wymaganiami środowiskowymi i społecznymi. Struktura i funkcjonowanie łańcuchów dostaw w projektach infrastrukturalnych, w tym przepływ materiałów, informacji i zasobów finansowych. Cyfrowe narzędzia wspierające planowanie, koordynację i optymalizację procesów, takie jak platformy informacyjne, systemy zarządzania danymi, technologie IoT oraz rozwiązania oparte na analizie danych. Wpływ cyfryzacji na przejrzystość i odporność łańcuchów dostaw, zarządzanie ryzykiem, śledzenie pochodzenia materiałów oraz

			ograniczanie strat i opóźnień. Aspekty zrównoważonego rozwoju, w tym redukcja śladu węglowego, efektywne wykorzystanie zasobów oraz integracja zasad gospodarki o obiegu zamkniętym w procesach budowlanych. Studia przypadków rzeczywistych projektów infrastrukturalnych oraz analiza wpływu cyfryzacji na podejmowanie decyzji w skali projektu i całego cyklu życia obiektu. Metodyka Building Information Modelling (BIM) jako kluczowe narzędzie cyfrowe w projektowaniu, realizacji i zarządzaniu obiektami infrastrukturalnymi. Podstawowe koncepcje BIM, modelowanie trójwymiarowe, struktura obiektów BIM oraz zarządzanie informacją w środowisku współpracy wielobranżowej. Zasady tworzenia modeli bogatych w dane oraz ich wykorzystanie w koordynacji projektowej, analizach technicznych i planowaniu procesów budowlanych. Integracja modeli BIM z systemami monitorowania stanu konstrukcji (SHM), umożliwiającą powiązanie danych projektowych z danymi pomiarowymi i eksploatacyjnymi. Zagadnienia interoperacyjności i standardów danych, w tym wspólne środowiska danych (Common Data Environment) oraz międzynarodowe standardy BIM i cyfrowych bliźniaków (np. ISO 19650). Zastosowanie BIM w zarządzaniu infrastrukturą, analizie cyklu życia obiektów oraz ocenie wpływu środowiskowego i zrównoważonego rozwoju. Koncepcja cyfrowych bliźniaków (Digital Twins) jako zaawansowanego narzędzia integrującego dane geometryczne, materiałowe, eksploatacyjne i pomiarowe w zarządzaniu infrastrukturą cywilną. Podstawy teoretyczne cyfrowego bliźniakowania oraz różnice pomiędzy modelami BIM, modelami symulacyjnymi i pełnymi cyfrowymi bliźniakami. Metody tworzenia cyfrowych bliźniaków infrastruktury z wykorzystaniem skanowania 3D, technik przechwytywania rzeczywistości oraz integracji z systemami SHM. Zagadnienia zarządzania danymi, aktualizacji modeli w czasie rzeczywistym oraz wykorzystania cyfrowych bliźniaków do analiz scenariuszowych, prognozowania degradacji i wspomagania decyzji utrzymaniowych. Zastosowanie cyfrowych bliźniaków w analizie cyklu życia obiektów, planowaniu konserwacji predykcyjnej oraz ocenie odporności i zrównoważonego rozwoju infrastruktury. Wyzwania techniczne i organizacyjne związane z wdrażaniem cyfrowych bliźniaków w praktyce inżynierskiej.
Grupa zajęć wybieralnych realizowanych w ramach specjalności: Sustainable Management (realizowane przez UPC)	20	K2A_W1 K2A_W2 K2A_W3 K2A_W4 K2A_W5 K2A_W6 K2A_U1 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U4 K2A_U5 K2A_U6 K2A_U7 K2A_U8 K2A_U9 K2A_K1 K2A_K2 K2A_K3	Monitorowanie stanu technicznego konstrukcji inżynierskich, ze szczególnym uwzględnieniem obiektów mostowych, budynków oraz infrastruktury specjalnej. Podstawowe koncepcje monitorowania stanu konstrukcji (Structural Health Monitoring – SHM) oraz ich znaczenie w ocenie bezpieczeństwa, trwałości i strategii utrzymania obiektów istniejących. Podejście statyczne i dynamiczne w SHM, przegląd metod badań nieniszczących (NDT) oraz ich zastosowanie w diagnostyce konstrukcji. Typy czujników, wskaźniki uszkodzeń, algorytmy optymalnego rozmieszczenia sensorów oraz metody analizy danych pomiarowych, w tym filtracja wpływów środowiskowych i szumów. Monitoring dynamiczny oparty na analizie drgań, obejmujący identyfikację systemów w dziedzinie częstotliwości (FFT, metody spektralne) oraz w dziedzinie czasu (modele przestrzeni stanów, metody parametryczne). Procedury aktualizacji modeli MES na podstawie danych statycznych i dynamicznych oraz wykorzystanie zaktualizowanych modeli do oceny stanu konstrukcji. Wykrywanie i lokalizacja uszkodzeń, systemy wczesnego ostrzegania, analiza propagacji uszkodzeń i mechanizmów postępującego zawalenia. Diagnostyka, analiza i konserwacja konstrukcji zabytkowych, ze szczególnym uwzględnieniem obiektów murowych i historycznych systemów konstrukcyjnych. Podstawowe pojęcia i kryteria ochrony, konserwacji oraz restauracji obiektów dziedzictwa kulturowego, na podstawie międzynarodowych wytycznych, kart konserwatorskich oraz obowiązujących regulacji. Klasyczne i współczesne metody analizy konstrukcyjnej, w tym statyka graficzna, analiza kinematyczna oraz wprowadzenie do metod obliczeniowych stosowanych w ocenie konstrukcji zabytkowych. Zachowanie konstrukcyjne tradycyjnych materiałów budowlanych, takich

			jak mur, kamień i drewno, oraz typowe mechanizmy uszkodzeń i katastrof. Zagadnienia związane z zachowaniem sejsmicznym konstrukcji murowych, diagnostyką uszkodzeń oraz oceną ich przyczyn. Inspekcja wizualna, dokumentacja stanu technicznego, analiza uszkodzeń oraz projektowanie interwencji wzmacniających i naprawczych. Zarządzanie konstrukcjami inżynierskimi w całym cyklu ich życia, ze szczególnym uwzględnieniem oceny bezpieczeństwa, trwałości użytkowej oraz strategii utrzymania obiektów istniejących. Podstawowe pojęcia zarządzania konstrukcjami, definicja i klasyfikacja wad oraz etapy procesu decyzyjnego w eksploatacji infrastruktury. Mechanizmy degradacji materiałów konstrukcyjnych, w szczególności betonu, stali i konstrukcji zespolonych, a także metody badań materiałowych i konstrukcyjnych stosowane w ocenie stanu technicznego. Zasady i filozofia oceny konstrukcji, cele i metody oceny oraz różnice pomiędzy projektowaniem nowych obiektów a oceną konstrukcji istniejących. Zagadnienia bezpieczeństwa konstrukcji, kwantyfikacji niezawodności oraz metod deterministycznych i probabilistycznych stosowanych w ocenie nośności i trwałości. Techniki napraw i wzmacniania konstrukcji, w tym metody osłonowe, wzmacnianie elementów na ściskanie i zginanie, sprężanie zewnętrzne oraz zastosowanie materiałów kompozytowych FRP. Zagadnienia technicznej konserwacji obiektów infrastrukturalnych, napraw nawierzchni betonowych, pęknięć i połączeń oraz analiza najczęstszych uszkodzeń mostów betonowych, stalowych i murowanych, wraz z przykładami działań naprawczych i wzmacniających. Zrównoważony rozwój w budownictwie i infrastrukturze, ze szczególnym uwzględnieniem ilościowej oceny wpływu obiektów na środowisko w całym cyklu ich życia. Rola środowiska zabudowanego w realizacji celów zrównoważonego rozwoju oraz wpływ budynków i infrastruktury na aspekty środowiskowe, społeczne i ekonomiczne. Teoretyczne podstawy zrównoważonego rozwoju, w tym różnice pomiędzy słabą i silną zrównoważonością, zagadnienia etyczne oraz ramy zarządzania w kontekście rozwoju infrastruktury. Metody kwantyfikacji zrównoważonego rozwoju, ze szczególnym uwzględnieniem analizy cyklu życia (Life Cycle Assessment – LCA) oraz kosztu cyklu życia (Life Cycle Costing – LCC). Wskaźniki zrównoważonego rozwoju zorientowane na człowieka, takie jak wskaźniki jakości życia, QALY i DALY, oraz ich zastosowanie w analizach decyzyjnych. Strategie zrównoważonego projektowania na etapie koncepcyjnym i szczegółowym, metody optymalizacji materiałowej konstrukcyjnej oraz wykorzystanie nowoczesnych technologii, takich jak prefabrykacja, cyfrowe bliźniaki i inteligentne materiały. Zagadnienia zrównoważonego budownictwa i eksploatacji, certyfikacji środowiskowych (LEED, BREEAM, DGNB), wydłużania okresu użytkowania obiektów, adaptacyjnego ponownego wykorzystania oraz strategii zakończenia eksploatacji, w tym dekonstrukcji i recyklingu zgodnie z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym.
Zajęcia obieralne, realizowane jako Project/Problem Based Learning (PBL)	15	K2A_W1 K2A_W2 K2A_W3 K2A_W4 K2A_W5 K2A_W6 K2A_U1 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U4 K2A_U5 K2A_U6 K2A_U7 K2A_U8 K2A_U9 K2A_K1 K2A_K2 K2A_K3	Zintegrowane, długoterminowe projekty inżynierskie z zakresu monitorowania stanu technicznego infrastruktury cywilnej. Ich celem jest stopniowe przejście od akwizycji danych pomiarowych, przez analizę i klasyfikację stanu konstrukcji, aż do podejmowania decyzji eksploatacyjnych opartych na analizie ryzyka. Zajęcia podzielone są też na trzy obszary tematyczne. 1. Akwizycja danych i modelowanie konstrukcji (Project-based SHM: Data Acquisition) Projektowanie i wdrażanie systemu monitorowania stanu technicznego wybranego obiektu infrastrukturalnego (np. mostu). Systemy monitorowania SHM, typy czujników oraz strategię ich rozmieszczenia, systemy akwizycji danych i metody przetwarzania sygnałów. Numeryczny model konstrukcji metodą elementów skończonych (MES), procedury aktualizacji modelu na podstawie danych pomiarowych oraz symulowane scenariusze ekstremalnych warunków eksploatacyjnych i uszkodzeń. Hybrydowa baza danych (numeryczno-eksperymentalna).

			2. Analiza danych i klasyfikacja stanu konstrukcji (Problem-based SHM: Classification Models) Analiza danych SHM z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego. Wstępne przetwarzanie danych oraz ekstrakcja cech istotnych z punktu widzenia diagnostyki konstrukcji. Algorytmy uczenia się bez nadzoru do wykrywania anomalii oraz metody uczenia nadzorowanego do klasyfikacji stanu technicznego konstrukcji. Analiza podejścia głębokiego uczenia, techniki walidacji modeli oraz metody wykrywania i lokalizacji uszkodzeń. 3. Podejmowanie decyzji i zarządzanie infrastrukturą (Challenge-based SHM: Decision Making). Wykorzystanie wyników monitoringu i analizy danych do podejmowania decyzji dotyczących zarządzania infrastrukturą. Ramy oceny ryzyka dla konstrukcji inżynierskich, analiza kosztów i korzyści, strategie utrzymania i interwencji oraz planowanie reagowania awaryjnego. Interpretacja danych wskazujących na stany nieprawidłowe, scenariusze decyzyjne dla różnych poziomów zagrożenia oraz protokoły działań utrzymaniowych. Zagadnienia etyczne i społeczne związane z podejmowaniem decyzji inżynierskich.
Praca dyplomowa magisterska i seminarium dyplomowe	30	K2A_W1 K2A_U1 K2A_U2 K2A_U3 K2A_U5 K2A_U6 K2A_U7 K2A_K1 K2A_K2 K2A_K3	Zastosowanie interdyscyplinarnej wiedzy i umiejętności nabytych podczas studiów na drugim stopniu kierunku <i>Structural health monitoring of civil infrastructure</i> do całościowego rozwiązania zaawansowanego problemu inżynierskiego z zakresu kierunku studiów. Opracowanie treści pracy dyplomowej magisterskiej w konsultacji z promotorem. Zredagowanie końcowej wersji pracy dyplomowej magisterskiej zgodnie z wymaganiami Uczelni i dobrą praktyką. Przygotowanie dokumentacji wymaganej do dopuszczenia dyplomanta do egzaminu dyplomowego.

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia

Nazwa sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się	Opis sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się
Egzamin pisemny	Jako formy egzaminów pisemnych należy stosować: eseje, raporty, krótkie, ustrukturyzowane pytania lub testy jedno- i/lub wielokrotnego wyboru, wielokrotnej odpowiedzi, wyboru tak/nie i dopasowanie odpowiedzi w formie zadań do rozwiązania. Pytania otwarte, na które student przygotowuje odpowiedź w formie pisemnej, przy zachowaniu określonych rygorów czasowych.
Egzamin ustny	Egzamin ustny jest ukierunkowany na sprawdzenie wiedzy na poziomie wyższym i nie ogranicza się wyłącznie do znajomości faktów, w szczególności służy sprawdzeniu poziomu zrozumienia, umiejętności przeprowadzania analiz, syntezy i rozwiązywania problemów.
Egzamin dyplomowy	W przypadku drugiego poziomu studiów egzamin dyplomowy składa się z trzech zasadniczych części, tj. przedstawienia komisji pracy dyplomowej w formie prezentacji, dyskusji nad przedstawionymi wynikami pracy i oceny tej dyskusji, a także oceny odpowiedzi na pytania otwarte, zadane przez członków komisji, mieszczące się w tematyce studiów drugiego stopnia.
Praca dyplomowa magisterska	Praca dyplomowa magisterska ma charakter projektu. Oceniana jest przez promotora i recenzenta.
Zaliczenie pisemne	Jako formę zaliczeń pisemnych stosuje się kartkówki i/lub kolokwia, które mogą mieć charakter: esejów, raportów, krótkich ustrukturyzowanych pytań lub testów jedno- i/lub wielokrotnego wyboru, wielokrotnej odpowiedzi, wyboru tak/nie i dopasowania odpowiedzi w formie zadań do rozwiązania.
Zaliczenie ustne	Zaliczenie ustne jest ukierunkowane na sprawdzenie wiedzy na poziomie wyższym i nie ogranicza się wyłącznie do znajomości faktów, w szczególności służy sprawdzeniu poziomu zrozumienia, umiejętności przeprowadzania analiz, syntezy i rozwiązywania problemów.
Prezentacje multimedialne/referat	Prezentacje multimedialne/referaty mogą być indywidualne bądź zespołowe. Są ukierunkowane na przekazanie wiedzy na określony temat.
Aktywność na zajęciach	W ramach aktywności na zajęciach ocenia się przygotowanie studenta do zajęć, prowadzenie dyskusji, odpowiadanie na pytania prowadzącego, zadawanie pytań, wyrażanie własnych poglądów itp.
Udział w dyskusji	W trakcie dyskusji oceniane są: zaangażowanie w dyskusję, umiejętność podsumowania, umiejętność wartościowania. Dyskusje mogą mieć różnorodny charakter: dialog, wywiad, dyskusja obserwowana (panel), okrągły stół, dyskusja typu seminaryjnego.
Projekty	Projekt polega na rozwiązywaniu przez studentów konkretnych problemów na podstawie posiadanych wiedzy, umiejętności oraz kompetencji społecznych i personalnych. Studenci pracują w małych zespołach projektowych lub indywidualnie.
Raport z badań	Raport z badań może dotyczyć prezentacji założeń pracy dyplomowej, badań dotyczących analizy dokumentów źródłowych, artykułów, książek, aktów prawnych i innych opracowań specjalistycznych, opracowań ilościowych i jakościowych danych zastanych i wywołanych.
Sprawozdanie z laboratorium	Sprawozdanie może mieć formę papierową bądź elektroniczną. Może mieć formę artykułu lub raportu, w którym należy podać przebieg oraz cel wykonanych pomiarów, badań i obserwacji bądź też rozwiązania badań problemowych z wykorzystaniem specjalistycznego sprzętu/oprogramowania.
Obserwacja	Bezpośrednia obserwacja studenta w czasie wykonywania przez niego działań właściwych dla określonego obszaru zawodowego. Ocena pełnienia powierzonych studentowi funkcji w zespole.