

ZAŁĄCZNIK NR 8.2

do uchwały nr 71/2019 Senatu Politechniki Śląskiej
z dnia 15 lipca 2019 r.

Program studiów

Kierunek studiów:	budownictwo
Poziom studiów:	studia drugiego stopnia
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Formy studiów:	studia stacjonarne studia niestacjonarne
Liczba semestrów:	studia stacjonarne: 3 semestry studia niestacjonarne: 4 semestry
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	90 ECTS
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	magister inżynier
Kierunek studiów jest przyporządkowany do dyscyplin:	inżynieria lądowa i transport (100%) – dyscyplina wiodąca
Łączna liczba godzin zajęć:	studia stacjonarne: 1080 studia niestacjonarne: 832
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	studia stacjonarne: 90 ECTS studia niestacjonarne: 90 ECTS
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 ECTS
Wymiar oraz liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych:	program studiów nie przewiduje praktyki zawodowej
Zasady i forma odbywania praktyk zawodowych:	program studiów nie przewiduje praktyki zawodowej

Kategoria efektu	Symbol	Treść efektu uczenia się	Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (kod składnika opisu PRK)	Ogólne charakterystyki drugiego stopnia (kod składnika opisu PRK)	dla dziedziny sztuki / dla kompetencji inżynierskich (TAK/NIE)
Wiedza: zna i rozumie	K2A_W01	główne tendencje rozwojowe dyscypliny naukowej „inżynieria lądowa i transport”	P7U_W	P7S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K2A_W02	normy oraz wytyczne projektowania wybranych obiektów budownictwa ogólnego, przemysłowego i komunikacyjnego	P7U_W	P7S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K2A_W03	zasady konstruowania i wymiarowania elementów złożonych konstrukcji budowlanych: metalowych, żelbetonowych, zespolonych, drewnianych i murowych	P7U_W	P7S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K2A_W04	zasady wykonywania analiz obliczeniowych dotyczących statyki, stateczności i dynamiki złożonych konstrukcji prętowych, powierzchniowych oraz bryłowych	P7U_W	P7S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K2A_W05	zaawansowane zagadnienia wytrzymałości materiałów, modelowania materiałów i konstrukcji oraz podstawy teoretyczne Metody Elementów Skończonych oraz ogólne zasady wykonywania nieliniowych obliczeń konstrukcji inżynierskich	P7U_W	P7S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K2A_W06	zasady produkcji przemysłowej materiałów i elementów konstrukcji budowlanych oraz zaawansowane techniki badań materiałów budowlanych i gruntów, z uwzględnieniem elementów statystyki matematycznej	P7U_W	P7S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K2A_W07	metody zaawansowanej diagnostyki w budownictwie, a także współczesne sposoby wzmocnień i napraw budowli	P7U_W	P7S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K2A_W08	opisy zjawisk dotyczących migracji ciepła i wilgoci w elementach obiektów budowlanych, a także mechanizmów degradacji materiałów budowlanych	P7U_W	P7S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K2A_W09	zasady badań podłoża gruntowego oraz fundamentowania złożonych obiektów budowlanych	P7U_W	P7S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K2A_W10	zasady obliczeń, projektowania i optymalizacji konstrukcji obiektów budownictwa ogólnego, przemysłowego oraz infrastruktury transportu drogowego i szynowego, a także budownictwa specjalistycznego, z wykorzystaniem technologii BIM	P7U_W	P7S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K2A_W11	oraz stosuje przepisy Prawa Budowlanego	P7U_W	P7S_WK	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K2A_W12	programy komputerowe wspomagające analizę i projektowanie konstrukcji oraz przydatne do planowania przedsięwzięć budowlanych, z uwzględnieniem aplikacji wykorzystujących technologię BIM	P7U_W	P7S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K2A_W13	podstawy gospodarki finansowej przedsiębiorstw, zasady tworzenia procedur zarządzania jakością przedsięwzięć budowlanych oraz podstawy analizy efektywności, kosztów i czasu przedsięwzięć budowlanych w warunkach ryzyka i niepewności	P7U_W	P7S_WK	TAK

Wiedza: zna i rozumie	K2A_W14	ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości w branży budowlanej oraz podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego	P7U_W	P7S_WK	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K2A_W15	fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji, perspektywy rozwoju budownictwa oraz konsekwencje oddziaływania inwestycji budowlanych na środowisko, a także wpływu czynników środowiskowych na trwałość budowli	P7U_W	P7S_WK	TAK
Umiejętności: potrafi	K2A_U01	ocenić i wykonać zestawienie oraz normowe kombinacje dowolnych obciążeń działających na obiekty budowlane w różnych sytuacjach obliczeniowych i stanach granicznych	P7U_U	P7S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K2A_U02	dokonać klasyfikacji prostych i złożonych obiektów budowlanych	P7U_U	P7S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K2A_U03	zaprojektować detale, wybrane elementy oraz cały obiekt złożonej konstrukcji metalowej, żelbetowej, zespolonej, drewnianej oraz murowej	P7U_U	P7S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K2A_U04	wykonać klasyczną analizę statyczną, dynamiczną i stateczności ustrojów prętowych (kratownic, ram i ciągów) statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych oraz konstrukcji powierzchniowych (tarcz, płyt, membran i powłok)	P7U_U	P7S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K2A_U05	w środowisku Metody Elementów Skończonych poprawnie zdefiniować model obliczeniowy i przeprowadzić zaawansowaną analizę w zakresie liniowym złożonych konstrukcji inżynierskich oraz stosować techniki obliczeń nieliniowych na poziomie podstawowym	P7U_U	P7S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K2A_U06	krytycznie ocenić wyniki analizy numerycznej konstrukcji inżynierskich oraz wyniki badań materiałów budowlanych i badań diagnostycznych budowli	P7U_U	P7S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K2A_U07	ocenić zagrożenia przy realizacji przedsięwzięć budowlanych i wdrożyć odpowiednie zasady bezpieczeństwa oraz opracować zakładowe normy i normatywy pracy oraz procedury zarządzania jakością	P7U_U	P7S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K2A_U08	zaprojektować konstrukcje związane z realizacją inwestycji z zakresu infrastruktury transportu drogowego i szynowego oraz budownictwa podziemnego, wodnego, miejskiego i przemysłowego	P7U_U	P7S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K2A_U09	sporządzić dokumentację graficzną w środowisku wybranych programów CAD, a także korzystać w zakresie projektowania, pomiarów geodezyjnych, oceny bilansu cieplnego budowli, akustyki budowlanej, kosztorysowania, harmonogramowania, wykonawstwa i zarządzania budowlą z narzędzi oraz możliwości technologii BIM	P7U_U	P7S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K2A_U10	kierować pracą zespołu i współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach	P7U_U	P7S_UO	TAK

Umiejętności: potrafi	K2A_U11	samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie, dbać o rozwój fizyczny oraz dostrzegać również pozatechniczne aspekty w rozwoju zawodowym	P7U_U	P7S_UU	TAK
Umiejętności: potrafi	K2A_U12	komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców z użyciem specjalistycznej terminologii, w tym posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	P7U_U	P7S_UK	TAK
Umiejętności: potrafi	K2A_U13	wykorzystywać posiadaną wiedzę – formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz innowacyjnie wykonywać zadania w nieprzewidywalnych warunkach przez: - właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji, - dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanych technik informacyjno-komunikacyjnych - przystosowanie istniejących lub opracowanie nowych metod i narzędzi	P7U_U	P7S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K2A_U14	formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi oraz zaplanować i przeprowadzić eksperymenty laboratoryjne prowadzące do oceny jakości stosowanych materiałów, a także oceny wytrzymałości i trwałości elementów konstrukcji budowlanych	P7U_U	P7S_UW	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K2A_K01	krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu	P7U_K	P7S_KK	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K2A_K02	wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego, myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy	P7U_K	P7S_KO	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K2A_K03	odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych (projektanta, kierownika budowy, inspektora nadzoru budowlanego), z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym rozwijania dorobku zawodowego, podtrzymywania etosu zawodu inżyniera budownictwa oraz przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej	P7U_K	P7S_KR	TAK

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

L.p.	Nazwa sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się	Opis
1	Egzamin pisemny	Egzamin sprawdza wiedzę studenta na poziomie wyższym i wymaga od studenta łączenia faktów, odpowiedzi na pytania przekrojowe, a także rozwiązywania konkretnych problemów inżynierskich w formie rysunkowej lub obliczeń matematycznych.
2	Egzamin ustny	Egzamin ustny jest ukierunkowany na sprawdzenie wiedzy na poziomie wyższym i służy sprawdzeniu umiejętności studenta dotyczącej syntezy i analizy faktów, a także rozwiązywania problemów inżynierskich wskazanych przez egzaminatora.
3	Kolokwium	Kolkwium obejmuje zazwyczaj część lub całość wykładanego materiału w formie pytań przekrojowych, a także zadań inżynierskich do rozwiązania.
4	Sprawdzian	Sparwdzian to najczęściej jedno lub kilka krótkich pytań dotyczących oceny umiejętności lub wiedzy studenta z małego fragmentu ćwiczonego materiału.
5	Projekt	Projekt jest pismnym oprcowacowaniem rozwiązania zadania inżynierskiego, najczęściej w formie obliczeń i rysunków. Student projekt realizuje samodzielnie i konsultuje jego eatpy w trakcie zajęć projetowych.
6	Raport	Raport jest pisemnym sprawozdaniem z przebiegu badań i zawiera analizę wyników eksperymentów realizowanych w trakcie zajęć laboratoryjnych.
7	Prezentacja	Prezentacja realizowana jest przez studenta w trakcie zajęć seminaryjnych i dotyczy wskazanego przez prowadzącego tematu. Ma ona na celu spardzenie umiejętności studenta w znajdywaniu literatury technicznej oraz przekrojowego i krytycznego spojrzenia na prezentowany temat.
8	Obserwacja	Bezpośrednia obserwacja studenta ma na celu ocenę prawidłowości wykonywanych przez niego działań właściwych dla danego zadania zawodowego. Jest ona najczęściej stosowana w trakcie zajęć laboratoryjnych.
9	Praca dyplomowa	Praca dyplomowa jest realizowana w formie pisemnego opracowania dotyczącego zaawansowanych zagadnień inżynierii budowlanej, oceniana przez promotora i recenzenta. W czasie obrony pracy magisterskiej dyplomant przedstawia ją multimedialnie i odpowiada na pytania komisji egzaminacyjnej.

Zajęcia

L.p.	Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Liczba punktów ECTS	Efekty uczenia się (symbole)	Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się
1	Język obcy	2	K2A_U12	Tematyka, słownictwo, funkcje komunikacyjne i struktury gramatyczne zgodne z „Europejskim Systemem Opisu Kształcenia Językowego” na poziomie biegłości językowej B2
2	Język obcy	2	K2A_U12	Tematyka, słownictwo, funkcje komunikacyjne i struktury gramatyczne zgodne z „Europejskim Systemem Opisu Kształcenia Językowego” na poziomie biegłości językowej B2
3	Nauka o zarządzaniu	2	K2A_W13, K2A_U10	Geneza i systematyka nauki o zarządzaniu; Zarządzanie; Organizacja: Strategia; Przywództwo i motywowanie: Zarządzanie zespołem: Struktury i formy organizacji; Zarządzanie marketingowe; Zarządzanie projektami; Zarządzanie jakością; Zarządzanie finansami; Zarządzanie majątkiem; Zarządzanie ryzykiem; Współczesne koncepcje zarządzania (lean management, benchmarking, outsourcing, inne)
4	Social Communication	3	K2A_U12, K2A_K02	Podstawy komunikowania społecznego. Sposoby i formy porozumiewania się ludzi. Autoprezentacja. Wywieranie wpływu na ludzi. Efektywna współpraca. Komunikacja międzykulturowa.
5	Zajęcia sportowe		K2A_U11	Kształtowanie umiejętności ruchowych, rekreacyjno-sportowych oraz sprawności fizycznej z uwzględnieniem indywidualnych potrzeb i zainteresowań młodzieży akademickiej. Zainteresowanie kulturą fizyczną przyszłych inżynierów, propagowanie modelu zdrowego trybu życia w celu walki z wszechobecną frustracją, stresem, depresjami.
6	Metody statystyczne w badaniach	3	K2A_W06, K2A_U14	Wprowadzenie do statystyki i analizy danych. Prawdopodobieństwo. Dyskretne i ciągłe zmienne losowe. Zmienne losowe i ich rozkłady gęstości prawdopodobieństwa. Dystrybuanta. Wskaźniki położenia i rozproszenia zmiennych losowych. Podstawowe rozkłady w statystyce (rozkład normalny, Studenta itp.). Estymacja parametrów (estymacja punktowa, estymacja przedziałowa). Testowanie hipotez statystycznych. Regresja i korelacja.
7	Diagnostyka w budownictwie	3	K2A_W07, K2A_U06, K2A_U14	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami diagnostyki elementów budowlanych w zakresie różnego rodzaju konstrukcji np. konstrukcji betonowych, konstrukcji stalowych, konstrukcji murowych, konstrukcji geotechnicznych itp. W zakresie przedmiotu studenci zapoznają się z metodami badawczymi niezbędnymi do oceny stanu technicznego całej konstrukcji lub jej fragmentu. Metody badawcze związane będą z badaniami doświadczalnymi, analiza numeryczną zagadnienia, a także rozważaniami teoretycznymi.

8	Zaawansowane konstrukcje betonowe	5	K2A_W03, K2A_W02, K2A_U03, K2A_U05, K2A_W08	Pozasprężysta analiza konstrukcji żelbetowych: sztywność zginanych elementów żelbetowych, redystrybucja momentów zginających, stan graniczny zniszczenia – analiza plastyczna, podejście statyczne i kinematyczne, metoda plastycznego wyrównania momentów w zastosowaniu do płyt i belek, teoria nośności granicznej płyt, zasady obliczeń, metoda prac przygotowanych i równowagi granicznej, sklepieniowa i ciągnowa praca płyt krzyżowo zbrojonych, szacowanie nośności granicznej ram metodą kinematyczną, nośność graniczna stropów płaskich. Elementy skręcane: belki związane monolitycznie z płytą, belki zakrzywione w planie, sztywność skręcanych elementów zarysowanych. Trwałość konstrukcji żelbetowych: Zasięg uszkodzeń korozyjnych betonu, korozja elektrochemiczna i naprężeniowa (mikropęknięcia) stali zbrojeniowej, naprężenia efektywne w zbrojeniu i parametr uszkodzenia, opis korozyjnych uszkodzeń zbrojenia funkcją starzenia, siły przekrojowe w elemencie żelbetowym uszkodzonym korozyjnie, obciążenie graniczne belek żelbetowych ulegających korozji.
9	Zaawansowane konstrukcje metalowe	3	K2A_W03, K2A_W02, K2A_U03, K2A_U05, K2A_U01	Belki podsuwnicowe. Zmęczenie w belkach podsuwnicowych. Naprężenia i odkształcenia spawalnicze. Blachy fałdowe jako elementystężeń. Konstrukcje powłokowe. Węzły podatne w stalowych konstrukcjach prętowych. Imperfekcje przechyłowe i łukowe w analizie globalnej I i II rzędu.
10	Advanced Geotechnical Problems	3	K2A_W09, K2A_U05, K2A_W13	Review of the several case studies related with the geotechnical failures. Aspects related with interpretation of complex subsoil conditions, selecting appropriate types of foundations, soil improvement techniques, review of different designing methods, controlling procedures for the executions of improvement works. Characteristic of the deep excavations, structural components, construction methods and induced effects during construction. Introduction to the tunnelling giving basic characteristics of the cut and cover, conventional and mechanized methods. Description of the mechanized shields used for the tunnel construction in soft soils. Introduction to earthquake engineering: basic terminology, phenomena, types of seismic waves, response spectrum, site effects and soil liquefaction. Application of the Finite Element Method to solve geotechnical problems with emphasis on the constitutive models, selecting the appropriate soil testing procedure, review of various FEM packages.
11	Zaawansowane materiały i technologie w budownictwie	3	K2A_W06, K2A_W15, K2A_U07, K2A_U09, K2A_U10	Rozwój budownictwa i postęp materiałowo-technologiczny i czynniki je stymulujące, wstęp do inżynierii materiałowej, właściwości materiałów budowlanych i ich kształtowanie, przykłady zaawansowanych materiałów budowlanych i kształtowania ich właściwości, znaczenie technologii i technologiczności w budownictwie, projektowanie procesów technologicznych, przykłady zaawansowanych technologii, cykl życia materiałów i technologii w budownictwie, innowacyjność w budownictwie i jej znaczenie, zaawansowane materiały i technologie a zrównoważony rozwój w budownictwie. Współczesne metody badania właściwości materiałów budowlanych. Kształtowanie właściwości materiałów budowlanych. Identyfikacja fazy rozwoju technologii i możliwości jej usprawnienia. Zaawansowane materiały i technologie w budownictwie – studium wybranego przypadku.
12	Obiekty infrastruktury transportu publicznego	3	K2A_U08, K2A_W02, K2A_U02, K2A_W15	Pojęcia podstawowe z dziedziny budowy dróg, kolei, lotnisk, obiektów mostowych. Podstawy projektowania, budowy i wyposażenia obiektów transportu publicznego w tym dworców, lotnisk cywilnych z uwzględnieniem potrzeb osób niepełnosprawnych. Zasady kształtowania konstrukcji mostowych, wyposażenia mostów.
13	Mechanika materiałów i konstrukcji	3	K2A_W04, K2A_W05, K2A_U05, K2A_U04, K2A_W12	Krystalografia materiałów inżynierskich, defekty sieci krystalograficznej. Odkształcenia plastyczne materiałów. Definicja i podział materiałów kompozytowych. Powłoki laminatowe w budownictwie. Zachowanie materiałów kompozytowych w eksploatacji. Nieniszczące metody badań polimerów. Zasady doboru laminatu do wymagań użytkowych. Współczesne materiały kompozytowe. Teoretyczna wytrzymałość materiału, moduł Younga. Podstawy teorii sprężystości, tensor naprężenia, równania równowagi. Modelowanie i analiza wzmocnienia elementu stalowego warstwami kompozytu w programie ANSYS. Nauczanie projektowe, uczenie się przez działanie.
14	Mechanika materiałów i konstrukcji	3	K2A_W04, K2A_W05, K2A_U05, K2A_U04, K2A_W12	Mechanika powstawania uszkodzeń w laminatach stosowanych w budownictwie. Identyfikacja wad materiałowych w ujęciu mechaniki pękania. Pęknięcie i zmęczenie materiału: podstawy teoretyczne mechaniki pęknięcia, naprężenia i odkształcenia, kryteria pęknięcia, odporność na pęknięcie wybranych materiałów konstrukcyjnych, współczynnik intensywności naprężenia WIN. Ocena wytrzymałości konstrukcji zawierającej pęknięcia. Analiza wpływu wzmocnienia warstwami laminatu stalowego płaszcza zbiornika cylindrycznego o osi pionowej. Nauczanie projektowe, uczenie się przez działanie.

15	Prawo budowlane, ochrona własności intelektualnej	1	K2A_W14, K2A_W11, K2A_U13, K2A_K03	Samodzielne funkcje techniczne w budownictwie. Prawa i obowiązki uczestników procesu budowlanego. Postępowanie poprzedzające rozpoczęcie robót budowlanych. Budowa i oddawanie do użytku obiektów budowlanych. Utrzymanie obiektów budowlanych. Katastrofa budowlana. Organy administracji architektoniczno-budowlanej i nadzoru budowlanego. Przepisy karne. Odpowiedzialność zawodowa w budownictwie. Prawo autorskie i prawa pośrednie.
16	Seminarium dyplomowe	2	K2A_U13, K2A_U14, K2A_K01, K2A_U11, K2A_W01	Celem przedmiotu jest przedstawienie wymagań i przebiegu procedury dyplomowania, zasad formalnego opracowania pracy dyplomowej, struktury pracy dyplomowej oraz metodyki przygotowania pracy projektowej. Ponadto studenci mają możliwość zaprezentowania i dyskusji założeń i rezultatów swojej pracy. Dodatkowym celem jest również nabranie wprawy w przygotowywaniu i wykonywaniu krótkich prezentacji.
17	Praca dyplomowa	20	K2A_U13, K2A_U14, K2A_W10, K2A_W02, K2A_K01	Celem przedmiotu jest przygotowanie studenta do samodzielnej pracy inżyniera budownictwa. Wymiernym efektem jest sporządzenie Rozprawy Dyplomowej, która jest podsumowaniem pracy na studiach drugiego stopnia (magisterskich).
Specjalność BD-DK (Budownictwo Drogowe - Drogi Kolejowe)				
18	Drogi szynowe na terenach górniczych i ochrona środowiska		K2A_U08, K2A_W10, K2A_W15	Ogólna charakterystyka wpływu podziemnej eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu i liniowe obiekty infrastruktury transportowej oraz mosty, przepusty, kolejowe budowle ziemne i odwodnienie. Ocena odporności tych obiektów na wpływy górnicze, profilaktyka budowlana. Zagrożenia środowiska związane z transportem szynowym - drgania, hałas, zanieczyszczenia, zagrożenia ekologiczne związane z przewozem materiałów niebezpiecznych. Metody wyceny strat środowiskowych. Nowoczesne pro-ekologiczne rozwiązania w transporcie szynowym.
19	Technologia BIM w budownictwie drogowym		K2A_U08, K2A_U09, K2A_W12	Projektowanie w technologii BIM odcinka linii i stacji kolejowej: układ torowy w planie, profile podłużne i przekroje poprzeczne, przedmiar robót
20	Podtorze i nawierzchnia dróg szynowych wraz z diagnostyką		K2A_W08, K2A_W10, K2A_U06	Standardy konstrukcyjne, nawierzchnia kolejowa. Badania techniczne torów, rozjazdów, diagnostyka elementów nawierzchni, przejazdów, ocena stanu toru, urządzenia diagnostyczne. Diagnostyka podtorza, metody badań i dokumentacji oraz napraw, metody wzmacniania podtorza, nasypów, umocnienia skarp. Podtorze na odcinkach szczególnych, zwłaszcza na terenach górniczych.
21	Transport szynowy z logistyką		K2A_W10, K2A_U08, K2A_W15	Zagadnienia dotyczące obliczania konstrukcji nawierzchni, stateczności toru bezstykowego, oceny procesu pełzania szyn metodą punktów stałych oraz współpracy nawierzchni z pojazdami szynowymi. Transport szynowy w miastach - organizacja ruchu, budowa podtorza szynowego, zintegrowany system bezpieczeństwa. Centra logistyczne - wybrane zagadnienia teoretyczny logistyki, systemy telematyczne i informatyczne w centrach logistycznych.
22	Technologia BIM w budownictwie drogowym		K2A_W10, K2A_U08, K2A_W12, K2A_U09	Idea BIM (Building Information Modelling). BIM w drogownictwie: perspektywy, możliwości i ograniczenia. Rola modelowania przestrzennego i wizualizacji w projektowaniu rozwiązań konstrukcji betonowych obiektów inżynierskich w kolejnictwie. Zagadnienia związane z projektowaniem konstrukcji oporowych, przepustów i innych obiektów inżynierskich w pasie kolejowym. Na podstawie istniejącego projektu odcinka linii kolejowej i stacji wykonanie w technologii BIM projektu konstrukcji oporowych, przepustów i wybranych elementów stacji.
23	Koleje dużych prędkości		K2A_W10, K2A_U08, K2A_W15	Ogólne i szczegółowe zasady dotyczące kolei dużych prędkości (KDP). Projektowanie układów geometrycznych KDP. Podtorze na liniach dużych prędkości.
24	Komunikacyjne obiekty inżynierskie		K2A_W10, K2A_U01, K2A_U04, K2A_U05, K2A_U08	W ramach wykładu zostaną podane informacje związane z wykonaniem projektu mostu o złożonej konstrukcji. Zajęcia obejmują omówienie: zasad wstępnego projektowania konstrukcji inżynierskich o schematach statycznie niewyznaczalnych; zasad kształtowania konstrukcji ustoju nośnego; typów pomostów i metod ich obliczania; modelowania ustroju nośnego; wymiarowania dźwigara głównego. Podane zostaną informacje o wykorzystaniu arkusza kalkulacyjnego oraz zagadnień BIM w projektowaniu.

25 Geotechnika komunikacyjna	K2A_W09, K2A_U08, K2A_U01	Rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych podłoża dla potrzeb budowy i modernizacji dróg. Badania podłoża gruntowego w geotechnice komunikacyjnej. Charakterystyka słabego podłoża gruntowego i metody wzmocnienia podłoża gruntowego. Zagadnienia związane z wykonywaniem robót ziemnych. Odwodnienie gruntów. Parcie i odpór gruntu oraz zagadnienia związane ze statecznością skarp i zboczy.
26 Infrastruktura techniczna	K2A_U05, K2A_U06, K2A_W15	Rozszerzone informacje dotyczące sieci i obiektów infrastruktury technicznej, dotyczące zasad jej projektowania (współczesne rozwiązania materiałowe, zasady układania w pasie ulicznym i drogowym), budowy rurociągów w gruncie (metody wykopowe i bezwykopowe), w tunelach wieloprzewodowych i korytarzach technicznych. Zaawansowane analizy statyczno-wyrzymościowe rurociągów o zróżnicowanej sztywności (metody analityczne i numeryczne) a także zagadnienia związane z projektowaniem i eksploatacją sieci podziemnych na terenach górniczych. Gospodarka wodami opadowymi w terenach zurbanizowanych (retencja i infiltracja wód deszczowych).
27 Miernictwo komunikacyjne	K2A_U09, K2A_W02, K2A_U08	Układy odniesień przestrzennych i użytkowania map stosowanych w praktyce inżynierskiej, rachunek współrzędnych, dane do wyniesienia projektu w teren, współczesne metody tyczenia obiektów liniowych. GNSS, ogólne informacje o skanerach laserowych 3D, prace geodezyjne w procesie inwestycyjnym. Projekt trasy drogowej wraz z obliczeniami danych do jej wyniesienia w teren. Wykorzystanie programów geodezyjnych do obliczeń tras.
28 Technologia BIM w budownictwie drogowym	K2A_U09, K2A_W10, K2A_U08	Projektowanie w technologii BIM odcinka drogi i elementów węzła drogowego. Wykorzystanie chmury internetowej, zagadnienia BIM jako element projektowania.
29 Transport miejski i sterowanie ruchem	K2A_U08, K2A_W10	Ogólne i szczegółowe wymagania i zasady projektowania sygnalizacji świetlnej. Detektory ruchu drogowego. Systemy sterowania ruchem na drogach miejskich i autostradach. Charakterystyka ogólna i szczegółowa komunikacji miejskiej. Zasady kształtowania i modele urbanistyczne centrum. Rozkład i podział ruchu na podróże indywidualne i zbiorowe. Obciążenie ruchem sieci komunikacji zbiorowej. Więźba ruchu.
30 Modelowanie węzłów drogowych	K2A_U08, K2A_W10	Klasyfikacja ogólna i szczegółowe zasady kształtowania węzłów drogowych. Drogi główne i zbiorczo-rozdzielcze. Zasady geometrycznych rozwiązań wjazdów, zjazdów, łącznic i odcinków przeplatania.
31 Nawierzchnie drogowe - badania, projektowanie i utrzymanie	K2A_U08, K2A_W10, K2A_U06, K2A_U14	Omówienie zasad indywidualnego wymiarowania nawierzchni drogowych z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania. Przedstawienie zasad zarządzania siecią drogową. Omówienie i realizacja badań w zakresie oceny mieszanek mineralno - asfaltowych.
32 Technologia i badanie materiałów drogowych	K2A_W10, K2A_U06, K2A_U14	Technologie wykorzystywane w drogownictwie. Technologie wykonywania nowych nawierzchni, technologie utrzymaniowe (techniki napraw), technologie do remontów i przebudów istniejących nawierzchni. Prawne aspekty budowy dróg, sporządzanie dokumentacji technicznej w tym Specyfikacji Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych. Zagadnienia związane z produkcją, wprowadzaniem do obrotu i stosowaniem drogowych wyrobów budowlanych. Rola Zakładowej Kontroli Produkcji wyrobów budowlanych stosowanych w drogownictwie.
33 Technologia BIM w budownictwie drogowym	K2A_U09, K2A_W10, K2A_U08	Idea BIM (Building Information Modelling). BIM w drogownictwie: perspektywy, możliwości i ograniczenia. Rola modelowania przestrzennego i wizualizacji w projektowaniu rozwiązań konstrukcji betonowych obiektów inżynierskich w drogownictwie. Zagadnienia związane z projektowaniem konstrukcji oporowych, przepustów i innych obiektów inżynierskich w pasie drogowym. Chmura internetowa. Na podstawie istniejącego projektu odcinka drogi wykonanie w technologii BIM projektu konstrukcji oporowych i przepustów i wybranych elementów betonowych występujących w budownictwie drogowym.
34 Autostrady	K2A_W10, K2A_U08, K2A_W15	Zasady projektowania dróg wysokich klas (A i S). Wyposażenie techniczne autostrad Warunki techniczne, wyposażenie i zabezpieczenie dróg szybkiego ruchu.
35 Komunikacyjne obiekty inżynierskie	K2A_W10, K2A_U01, K2A_U04, K2A_U05, K2A_U08	W ramach wykładu zostaną podane informacje związane z wykonaniem projektu mostu o złożonej konstrukcji. Zajęcia obejmują omówienie: zasad wstępnego projektowania konstrukcji inżynierskich o schematach statycznie niewyznaczalnych; zasad kształtowania konstrukcji ustoju nośnego; typów pomostów i metod ich obliczania; modelowania ustroju nośnego; wymiarowania dźwigara głównego. Podane zostaną informacje o wykorzystaniu arkusza kalkulacyjnego oraz zagadnień BIM w projektowaniu.

36	Geotechnika komunikacyjna		K2A_W09, K2A_U08, K2A_U01	Rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych podłoża dla potrzeb budowy i modernizacji dróg. Badania podłoża gruntowego w geotechnice komunikacyjnej. Charakterystyka słabego podłoża gruntowego i metody wzmocnienia podłoża gruntowego. Zagadnienia związane z wykonywaniem robót ziemnych. Odwodnienie gruntów. Parcie i odpór gruntu oraz zagadnienia związane ze statecznością skarp i zboczy.
37	Infrastruktura techniczna		K2A_U05, K2A_U06, K2A_W15	Rozszerzone informacje dotyczące sieci i obiektów infrastruktury technicznej, dotyczące zasad jej projektowania (współczesne rozwiązania materiałowe, zasady układania w pasie ulicznym i drogowym), budowy rurociągów w gruncie (metody wykopowe i bezwykopowe), w tunelach wieloprzewodowych i korytarzach technicznych. Zaawansowane analizy statyczno- wytrzymałościowe rurociągów o zróżnicowanej sztywności (metody analityczne i numeryczne) a także zagadnienia związane z projektowaniem i eksploatacją sieci podziemnych na terenach górniczych. Gospodarka wodami opadowymi w terenach zurbanizowanych (retencja i infiltracja wód deszczowych).
38	Miernictwo komunikacyjne		K2A_U09, K2A_W02, K2A_U08	Układy odniesień przestrzennych i użytkowania map stosowanych w praktyce inżynierskiej, rachunek współrzędnych, dane do wyniesienia projektu w teren, współczesne metody tyczenia obiektów liniowych. GNSS, ogólne informacje o skanerach laserowych 3D, prace geodezyjne w procesie inwestycyjnym. Projekt trasy drogowej wraz z obliczeniami danych do jej wyniesienia w teren. Wykorzystanie programów geodezyjnych do obliczeń tras.
Specjalność IPB (Inżynieria Procesów Budowlanych)				
39	Technologia BIM w inżynierii procesów budowlanych	2	K2A_W12, K2A_W13, K2A_U07	Specyfika realizacji procesów budowlanych w ujęciu BIM. Technologiczność rozwiązań budowlanych w ujęciu BIM. Podstawowe struktury organizacyjne przedsięwzięć i procesów budowlanych w ujęciu BIM. Projektowanie BIM w ujęciu systemowym. Rodzaje problemów projektowych. Morfologia procesów projektowania. Formułowanie problemów projektowych. Wyznaczenie zbioru rozwiązań projektowych. Problemy wyboru i oceny rozwiązania w BIM. Elementy projektowania optymalnego w BIM. Metody planowania budowy w BIM. Zasady projektowania zaplecza i zagospodarowania placu budowy w BIM. Kierunki rozwojowe metod projektowania BIM. Planowanie sieciowe realizacji robót budowlanych w ujęciu BIM. Optymalizacja harmonogramów budowlanych z elementami BIM. Planowanie sieciowe realizacji robót budowlanych w ujęciu BIM. Optymalizacja harmonogramów budowlanych z elementami BIM.
40	Technologia BIM w zarządzaniu eksploatacją obiektów budowlanych	2	K2A_U09, K2A_W13	Zagadnienia związane z zarządzaniem i eksploatacją nieruchomości. Uwarunkowania eksploatacji nieruchomości. Cechy eksploatacyjne nieruchomości. Planowanie, ryzyko i koszty eksploatacji nieruchomości. Zagadnienia BIM jako element projektowania w zarządzaniu i eksploatacji nieruchomości budowlanej.
41	Zaawansowana technologia betonu	2	K2A_W15, K2A_W06	Beton w budownictwie, stan obecny i perspektywy rozwoju. Beton i technologia betonu a środowisko. Analiza Cyklu Życia (LCA) wyrobów i obiektów z betonu. Tendencje rozwoju technologii betonu. Właściwości betonu i metody ich badania. Technologie wykonywania konstrukcji i prefabrykatów z betonu. Beton wg PN-EN 206 i norm powiązane. Specyfikacja betonu. Kształtowanie właściwości betonu. Projektowanie betonów zwykłych i specjalnych.
42	Ochrona dziedzictwa kulturowego w budownictwie	2	K2A_W15, K2A_U13, K2A_K03, K2A_U11	Rozwój form ochrony dziedzictwa kulturowego. Ustawowe formy ochrony dziedzictwa kulturowego. Naukowe i prawne podstawy działań rehabilitacyjnych w zabytkach i obiektach o charakterze zabytkowym. Podstawowe formy i źródła informacji o zabytkach. Podstawowe formy działań w obiektach zabytkowych. Miejsce inżyniera budowlanego w procesie ochrony dziedzictwa kulturowego w budownictwie. Omówienie przykładów działań rehabilitacyjnych przy wybranych obiektach zabytkowych
43	Zarządzanie przedsiębiorstwem budowlanym	2	K2A_W13, K2A_W14, K2A_U10	Uwarunkowania i zasady działalności przedsiębiorstw na rynku budowlanym; Zarządzanie procesowe w PB; Dokumentacja organizacyjna przedsiębiorstwa; Marketing PB; Procesy ofertowania i zawierania umów, zarządzania produkcją, zaopatrzenie; Koszty działalności; Zarządzanie majątkiem; Zarządzanie finansowe; Analizy ekonomiczne i ich wykorzystanie w zarządzaniu PB; Zapewnienie jakości; Wybrane zagadnienia zarządzania zasobami ludzkimi. Struktura i szacunkowa wartość rocznych kosztów zatrudnienia - obliczenia wg ustalonych danych wejściowych. Obliczanie i interpretacja wskaźników ekonomicznych działalności przedsiębiorstwa. Projekt organizacji przedsiębiorstwa budowlanego - wybrane elementy. Analiza funkcjonowania przedsiębiorstwa. Prognoza przychodów i kosztów działalności z analizą efektywności i czynników ryzyka. Analiza przypadków i dyskusja dysfunkcji przedsiębiorstw budowlanych oraz ich przyczyn związanych z zarządzaniem. Formułowanie wniosków dotyczących rozwiązań zidentyfikowanych problemów.

44	Modele badań przedsięwzięć	2	K2A_W13, K2A_W14, K2A_U10	Przedmiot badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych. Metody optymalizacji rozwiązań technologicznych i organizacyjnych (programowanie liniowe, zbiory rozmyte, analizy wielokryterialne). Teoria podejmowania decyzji, systemy wspomaganie podejmowania decyzji. Harmonogramowanie i metody sieciowe w planowaniu inwestycji (metoda PERT, CPM). Metody oceny niezawodności i odnowy systemów w planowaniu inwestycji. Metody identyfikacji i oceny ryzyka realizacji inwestycji. Modelowanie cyklu życia produktu w ramach przedsięwzięcia budowlanego. Współczesne metody znajdowania rozwiązań optymalnych. Wspomaganie działań inżynierskich za pomocą systemów ekspertowych. Modele prekwalfikacji. Metoda diagnozy i sterowania relacjami partnerskimi przedsiębiorstwa budowlanego.
45	Ochrona środowiskowa w budownictwie	2	K2A_W15, K2A_U13	Przedstawienie zagadnień z zakresu wprowadzania inwestycji budowlanych do środowiska. Kwalifikacja inwestycji budowlanych i procedura OOŚ. Ocena oddziaływania na środowisko inwestycji budowlanych. Kwalifikacja akustyczna terenów podlegających ochronie przed hałasem. Pomiary hałasu środowiskowego. Modele akustyczne źródeł hałasu oraz propagacji hałasu w środowisku. Metody zabezpieczeń akustycznych w środowisku.
46	Remonty i modernizacja obiektów budowlanych	2	K2A_W07, K2A_W15, K2A_K03	Technologie wznoszenia budynków mieszkalnych i przemysłowych istniejących, pod kątem możliwości ich remontowania i modernizowania. Wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na trwałość elementów. Remont i termomodernizacja obiektów budowlanych pod kątem typowych uszkodzeń z uwzględnieniem likwidacji azbestu w budownictwie. Ocena stanu technicznego przegród budowlanych pod kątem remontu i termomodernizacji w budownictwie mieszkaniowym i przemysłowych. Bezpieczeństwo pracy przy robotach remontowych. Technologie prowadzenie typowych robót remontowych w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej.
47	Nowoczesne technologie w geotechnice	2	K2A_W09, K2A_W06	Zaawansowane technologie stosowane w geotechnice oraz geoinżynierii do wznoszenia nowych obiektów i wzmacniania słabego podłoża istniejących obiektów budowlanych i budowli geotechnicznych. Ściany szczelinowe wielokondygnacyjnych budowli podziemnych i naziemnych, mikrotuneliny z zastosowaniem przecisków i przewiertów sterowanych oraz maszyn TBM, wzmocnienie podłoża nasypów drogowych i kolejowych, posadowienie przyczółków obiektów inżynierskich takich jak wiadukty i mosty, wielkowymiarowe fundamenty płytowe obiektów przemysłowych.
49	Technologia BIM w inżynierii procesów budowlanych	2	K2A_W12, K2A_W13, K2A_U07	Zaawansowana specyfika realizacji procesów budowlanych w ujęciu BIM. Zaawansowana technologiczność rozwiązań budowlanych w ujęciu BIM. Zaawansowane struktury organizacyjne przedsięwzięć i procesów budowlanych w ujęciu BIM. Projektowanie BIM w ujęciu systemowym. Rodzaje problemów projektowych. Morfologia procesów projektowania. Formułowanie problemów projektowych. Wyznaczenie zbioru rozwiązań projektowych. Problemy wyboru i oceny rozwiązania w BIM. Elementy projektowania optymalnego w BIM. Zaawansowane metody planowania budowy w BIM. Zaawansowane zasady projektowania zaplecza i zagospodarowania placu budowy w BIM. Kierunki rozwojowe metod projektowania BIM. Zaawansowane planowanie sieciowe realizacji robót budowlanych w ujęciu BIM. Zaawansowana optymalizacja harmonogramów budowlanych z elementami BIM. Zaawansowane planowanie sieciowe realizacji robót budowlanych w ujęciu BIM.
50	Technologia BIM w zarządzaniu eksploatacją obiektów budowlanych	2	K2A_U09, K2A_W13	Projektowanie w technologii BIM uwzględniające wymagania projektów wielobranżowych. Modelowanie procesów, przepływu informacji oraz formułowanie wymagań funkcjonalnych. Efektywne prowadzenie koordynacji międzybranżowej obiektów na etapie eksploatacji i zarządzania obiektem budowlanym. Technologie informacyjne w BIM: pozyskiwanie, przetwarzanie i wymiana danych. Dokumentacja projektowa realizowana w technologii BIM i jej wykorzystanie w procesie zarządzania i eksploatacji obiektu. Wykorzystywanie modelu BIM do planowania harmonogramów prac oraz kosztorysu zaplanowanych działań w całym cyklu zarządzania obiektem budowlanym.
51	Rozwiązywanie problemów decyzyjnych	1	K2A_W13, K2A_W12, K2A_U07	Decyzje uczestników przedsięwzięć budowlanych - cele i uwarunkowania; Decyzje o inwestowaniu - podstawy informacyjne; Efektywność jako kryterium optymalizacji (wskaźniki SPBT, NPV, IRR); Optymalizacja rozwiązań projektowych - wariantowanie i analizy wielokryterialne; Analizy przyczynowo - skutkowe wybranych problemów związanych z realizacją przedsięwzięć budowlanych. Przygotowanie danych, wykonanie obliczeń optymalizacyjnych i interpretacja wyników dla wskazanych problemów decyzyjnych i metod ich rozwiązania. Opracowanie rozwiązań wskazanych problemów decyzyjnych związanych z przygotowaniem i realizacją przedsięwzięcia budowlanego.

52	Remonty i modernizacja obiektów budowlanych	1	K2A_W07, K2A_W15, K2A_K03	Technologie wznoszenia budynków mieszkalnych i przemysłowych istniejących, pod kątem możliwości ich remontowania i modernizowania. Wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na trwałość elementów. Remont i termomodernizacja obiektów budowlanych pod kątem typowych uszkodzeń z uwzględnieniem likwidacji azbestu w budownictwie. Ocena stanu technicznego przegród budowlanych pod kątem remontu i termomodernizacji w budownictwie mieszkaniowym i przemysłowych. Bezpieczeństwo pracy przy robotach remontowych. Technologie prowadzenie typowych robót remontowych w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej.
53	Metodologia diagnostyki eksploatacji	2	K2A_W07	Omiawia się możliwości i ograniczenia współczesnych metod diagnostycznych stosowanych do oceny stanu technicznego obiektów budowlanych w trakcie ich eksploatacji
54	Zarządzanie realizacją przedsięwzięć budowlanych	3	K2A_W13, K2A_W12, K2A_U07	Specyfika realizacji procesów budowlanych. Technologiczność rozwiązań budowlanych. Podstawowe struktury organizacyjne przedsięwzięć i procesów budowlanych. Projektowanie w ujęciu systemowym. Rodzaje problemów projektowych. Morfologia procesów projektowania. Formułowanie problemów projektowych. Wyznaczenie zbioru rozwiązań projektowych. Problemy wyboru i oceny rozwiązania. Elementy projektowania optymalnego. Metody planowania budowy. Zasady projektowania zaplecza i zagospodarowania placu budowy. Kierunki rozwojowe metod projektowania. Planowanie sieciowe realizacji robót budowlanych. Optymalizacja harmonogramów budowlanych.
Specjalność KBI-BMIP (Konstrukcje Budowlane i Inżynierskie - Budownictwo Miejskie i Przemysłowe)				
55	Technologia BIM w budownictwie miejskim		K2A_W02, K2A_W10, K2A_W12, K2A_U09, K2A_U03	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi zasadami projektowania typowych obiektów budownictwa miejskiego z wykorzystaniem technologii BIM. W zakresie przedmiotu studenci zapoznają się z możliwością wykorzystania technologii BIM przy tworzeniu dokumentacji projektowej obiektu budowlanego. Na zajęciach omówione zostaną m.in.: typy obiektów budownictwa miejskiego (najczęściej stosowane ustroje konstrukcyjne), nowoczesne rozwiązania stosowane w budownictwie miejskim, sztywność przestrzenna obiektów budowlanych, zastosowanie konstrukcji prefabrykowanych w budownictwie miejskim, analiza, konstrukcja i obliczanie połączeń prefabrykowanych.
56	Technologia BIM w budownictwie przemysłowym		K2A_W05, K2A_W10, K2A_W12, K2A_U09, K2A_U04	Wprowadzenie do założeń tworzenia dokumentacji projektowej w technologii BIM. Przedstawienie podstawowych typów pakietów oprogramowania BIM. Omówienie typów obiektów przemysłowych, układów konstrukcyjnych. Nowoczesne trendy w kształtowaniu i projektowaniu konstrukcji przemysłowych. Obciążenia dynamiczne wynikające z pracy urządzeń. Obciążenie dynamiczne wiatrem, kształtowanie i projektowanie obiektów przemysłowych z wykorzystaniem osiągnięć inżynierii wiatrowej. Przemysłowe budowle i konstrukcje wysokie. Projektowanie na terenach sejsmicznych i parasejsmicznych. Tłumienie drgań. Modelowanie i analiza konstrukcji przemysłowych obciążonych dynamicznie z wykorzystaniem nowoczesnych metod i narzędzi projektowania.
57	Metody komputerowe w teorii konstrukcji		K2A_W04, K2A_W05, K2A_U04, K2A_U05, K2A_U06	Modelowanie komputerowe, tworzenie i precyzja modelu a jego złożoność numeryczna. Sposoby weryfikacji.II. Opis matematyczny modelu dla dźwigarów powierzchniowych w teorii sprężystości. Równania biharmoniczne tarczy i płyty. Sformułowanie warunków brzegowych i możliwości jego rozwiązania. Metody analityczne i numeryczne rozwiązania. Zalety metod numerycznych.III. Wybrane metody komputerowe: metody energetyczne, metoda różnic skończonych (MRS), metoda elementów skończonych (MES)IV. Przykłady rozwiązania układów powierzchniowych za pomocą MRSV. Sformułowanie MES i jego interpretacja. Przykłady dyskretyzacji. Algorytm MES. Funkcje kształtu i aproksymacja lokalna. Macierz sztywności elementu i całego układu. Sformułowanie układu równań. Dokładność metody. Porównanie z MRS. Rozszerzenia klasycznego MES-u (opis nieciągłości deformacji, metody adaptacyjne).VI. Przykłady nieliniowych układów konstrukcyjnych w budownictwie: sposób modelowania i rozwiązywania.
58	Projektowanie i badania konstrukcji żelbetowych i sprężonych		K2A_W03, K2A_W10, K2A_U04, K2A_U03	Ramowe ustroje żelbetowe, dźwigarowo-słupowe konstrukcje hal żelbetowych, łuki i dachy łukowe, ustroje tarczownicowe i powłoki jednokrzywiznowe w przekryciach dachowych, powłoki dwukrzywiznowe, zbiorniki kołowe i prostokątne, zasady dylatowania konstrukcji. Rozszerzone podstawy konstrukcji sprężonych, strunobeton i kablobeton - kształtowanie i technologie produkcji, zasady projektowania zginanych i rozciąganych elementów sprężonych, w tym kablobetonowych sprężanych kablami z przyczepnością i bez przyczepności, strefa podporowa belki kablobetonowej, sprężane konstrukcje zespolone.

59	Projektowanie i badania konstrukcji murowych i drewnianych	K2A_W02, K2A_W03, K2A_U03	Wykłady z zakresu konstrukcji murowych obejmują złożone zagadnienia obliczania budynków murowanych poddawanych obciążeniami wywołanymi wpływami seismicznymi i/lub paraseismicznymi. Analizowane są podstawowe założenia analiz obliczeniowych oraz podane założenia konstrukcyjne, wynikające z zapisów Eurokodu 8. Natomiast wykłady z konstrukcji drewnianych dotyczą zasad projektowania i obliczania połączeń występujących w konstrukcjach drewnianych, zapewnieniu sztywności przestrzennej budynków drewnianych oraz metod badań konstrukcji drewnianych.
60	Technologia BIM w budownictwie miejskim	K2A_W02, K2A_W10, K2A_W12, K2A_U09, K2A_U03	Building Information Management jako całościowa platforma zarządzania, kontroli i wymiany informacji projektowanej budowli. Przykłady oprogramowania BIM stosowanego w projektowaniu budowlanym i architektonicznym. Reprezentacja obiektu budowlanego w postaci cyfrowej w BIM za pomocą sparametryzowanych trójwymiarowych elementów. Sposoby generacji modelu obliczeniowego konstrukcji na podstawie modelu BIM. Konieczność weryfikacji i ewentualnej modyfikacji modelu. Dokładność modelu numerycznego a jego złożoność numeryczna. Rodzaje wykorzystywanych analiz numerycznych i ich zastosowanie w obliczaniu obiektów budownictwa miejskiego. Analiza stateczności konstrukcji, statyczne i dynamiczne analizy z uwzględnieniem obciążeń pochodzenia górniczego i sejsmicznego. Odporność zabudowy na wpływy górnicze i parasejsmiczne. Uwzględnienie nieliniowości konstrukcji w modelu. Nieliniowość fizyczna i geometryczna. Modelowanie i obliczanie podatnych budowli wysokich lub budowli na podłożu silnie odkształcalnym. Opis pozasprężystych właściwości materiału w przyrostowej teorii plastyczności i kontynuualnej mechanice zniszczenia. Przykłady modeli konstytutywnych i ich parametrów. Numeryczne metody rozwiązywania zagadnień nieliniowych.
61	Technologia BIM w budownictwie przemysłowym	K2A_W05, K2A_W10, K2A_W12, K2A_U09, K2A_U04	Wpływy dynamiczne w budownictwie przemysłowym. Rodzaje maszyn i urządzeń. Klasyfikacja i wartości sił wzbudzających. Przypomnienie podstawowych określeń i zależności z zakresu dynamiki. Klasyfikacja, kształtowanie i materiały konstrukcyjne fundamentów maszyn. Fundament blokowy: równania przemieszczeń bloku na sprężystym podłożu, dynamiczne współczynniki podłoża, spektrum częstotliwości drgań własnych, amplitudy przemieszczeń, zasady konstruowania fundamentów blokowych i ustawiania maszyn na tych fundamentach Fundamenty ramowe: zasady projektowania i kształtowania, drgania własne układów ramowych, układy wysoko i nisko strojone, amplitudy drgań wymuszonych, obliczenia statyczno-wytrzymałościowe, zbrojenie ram żelbetowych. Fundamenty pod urządzenia udarowe: charakterystyka obciążeń, fundamenty pod młoty i kafary, konstrukcje fundamentów. Zasady projektowania wibroizolacji, środki techniczne wibroizolacji czynnej i biernej. Zasady obliczeń i konstruowania stropów obciążonych maszynami.
62	Projektowanie i badania konstrukcji murowych i drewnianych	K2A_W02, K2A_W03, K2A_U03	Murowane ściany wypełniające obciążenie, projektowanie i wykonawstwo. Projektowanie konstrukcji murowych z uwagi na warunki pożarowe wg PN-EN 1996-1-2. Podstawowe badania konstrukcji murowych. Określanie wytrzymałości murów istniejących.
63	Zaawansowane konstrukcje betonowe	K2A_W03, K2A_W10, K2A_U03, K2A_W07	Wykłady w pierwszej części obejmują zagadnienia projektowania konstrukcji wsporczych pod urządzenia transportu wewnętrznego (obciążenia wg PN-EN 1991-3, konstruowanie torowisk, obliczenia i konstruowanie żelbetowych belek podsuwnicowych prefabrykowanych i monolitycznych). Druga część wykładów obejmuje zasady projektowania i wzmacniania płyt żelbetowych na przebiecie z omówieniem na licznych przykładach wpływu poszczególnych czynników (beton, zbrojenie podłużne, zbrojenie poprzeczne, głowice, geometria) na zachowanie się węzła. W tej części omówione są procedury obliczania węzłów wg PN-EN 1992-1-1 oraz wg PN-B-03264:2002.
64	Zaawansowane konstrukcje metalowe	K2A_U03, K2A_W03, K2A_W06	Elementy z rur oraz kształtowników giętych w konstrukcjach nośnych budynków: zalety i wady, wytwarzanie, podstawowe zagadnienia projektowe, przykłady zastosowania.
Opcja S1			
65	Awarie i katastrofy	K2A_U13, K2A_W07, K2A_K01	Wykład obejmuje przekazanie podstawowych zasad analizy sytuacji awaryjnych oraz miejsce katastrof na wybranych przykładach. Przedstawione i omówione są także aspekty prawne związane ze zgłaszaniem przypadków wystąpienia awarii i katastrof oraz działania prowadzone przez GUNB.
66	Nowoczesne materiały budowlane	K2A_W06, K2A_W07, K2A_K01	Zapoznanie studentów z zagadnieniami obejmującymi nowoczesne materiały budowlane, w tym wykorzystywane do wzmocnienia i zbrojenia konstrukcji budowlanych.

67 Pomiary drgań konstrukcji budowlanych	K2A_W04, K2A_U14, K2A_U06	Zostaną przypomnienie podstawowe pojęcia z zakresu: wymuszeń dynamicznych, modelowania drgań, sztywności konstrukcji, tłumienia, równań drgań, stopni swobody, rodzajów wymuszeń. Zostanie przedstawiona aparatura pomiarowa do prowadzenia pomiarów (czujniki, układy analogowe i cyfrowe) i oprogramowanie. Omówione zostaną zagadnienia dotyczące analizy sygnałów w zakresie: szeregów Fouriera, przekształcenia Fouriera sygnałów ciągłych, przekształceń dyskretnych DFT, FFT, filtrowania sygnałów, funkcji okien, analizy wzajemnej sygnałów, dziedzin czasu i częstotliwości, wielkości charakteryzujących pomierzone sygnały. W czasie wykładu, w formie pokazu, z aktywnym udziałem studentów, przeprowadzone zostaną badania polegające na rejestracji drgań swobodnych konstrukcji budowlanych. Ponadto podczas zajęć studenci zaplanują i przeprowadzą eksperymenty polegające na pomiarze drgań swobodnych prostych konstrukcji wykonanych z: drewna, betonu i stali. Celem tych eksperymentów jest określenie okresów częstości drgań własnych i parametrów tłumienia odpowiadających postaciom drgań własnych.
68 Trwałość materiałów i konstrukcji	K2A_W08, K2A_W07, K2A_U14	Pojęcie trwałości budowli. Koncepcja odporności materiału i trwałości konstrukcji. Wpływ środowiska na konstrukcje, wymagania projektowe i technologiczne w zakresie ochrony antykorozyjnej betonu i konstrukcji metalowych. Metody diagnostyczne stosowane do oceny zagrożenia korozją konstrukcji betonowych. Badania czynników korozyjnych wnikających do otuliny betonowej. Ocena prawdopodobieństwa korozji: pomiary potencjału i rezystywności. Zaawansowane pomiary elektrochemiczne: koncepcja szybkości korozji - metoda grawimetryczna, metoda oporu polaryzacji liniowej (LPR), metoda impulsu galvanostaticznego (GP), metoda elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej (EIS); kryteria oceny ryzyka korozji. Nowoczesne metody ochrony antykorozyjnej i regeneracji konstrukcji betonowych. Ochrona powłokowa zbrojenia. Migracja inhibitorów korozji w betonie. Ochrona katodowa zbrojenia w betonie. Regeneracja betonu metodami elektrochemicznymi: metodą ekstrakcji chlorków i metodą elektrochemicznej realkalizacji skarbonatyzowanego betonu. Naprawa betonu przy użyciu polimerów.
Specjalność KBI-G (Konstrukcje Budowlane i Inżynierskie - Geotechnika)		
69 Technologia BIM w budownictwie miejskim	K2A_W02, K2A_W10, K2A_W12, K2A_U09, K2A_U03	W trakcie zajęć studenci poznają podstawowe rozwiązania konstrukcyjne oraz zasady kształtowania stropów płaskich. Omawiane są zagadnienia budowy numerycznych modeli obiektów z uwzględnieniem technologii BIM. Poznają zasady obliczania zbrojenia w fundamentach: stopach fundamentowych, ławach fundamentowych i płytach fundamentowych. Omawiane są techniki tworzenia dokumentacji technicznej w technologii BIM.
70 Technologia BIM w budownictwie przemysłowym	K2A_W05, K2A_W10, K2A_W12, K2A_U09, K2A_U04	Modelowanie numeryczne współpracy fundamentów posadowionych na palach z gruntem (wyznaczenie naprężeń i osiadań podłoża fundamentów). Projektowanie przekroju ścian szczelinowych (pionowa ściana oporowa w rejonie drogi). Analiza przemieszczeń i ugięć ścian szczelinowych, badanie warunków funkcjonowania ścian szczelinowych wg EC-7.
71 Geomechanika	K2A_W05, K2A_W06	Budowa gruntu a continuum. Wielofazowość gruntów i jej konsekwencje. Sztywność i wytrzymałość gruntów. Niezmienniki naprężenia i odkształcenia. Historia obciążenia i ścieżki naprężenia. Prekonsolidacja. Izotropowe i edometryczne ściskanie – charakterystyki i parametry stałe. Wytrzymałość gruntów w warunkach z odpływem. Stan krytyczny i rezydualny. Wytrzymałość gruntów w warunkach bez odpływu. Prawdziwa spójność. Stany szczytowe. Graniczna powierzchnia stanu. Założenia teorii stanu krytycznego. Modele konstytutywne gruntów. Rodzaje wody w gruncie. Filtracja. Konsolidacja jednowymiarowa. Stan graniczny wg Coulomba i wg Rankine'a.
72 Fundamentowanie na słabych gruntach	K2A_W09, K2A_W05, K2A_W06	Inżynieria geotechniczna i jej miejsce oraz znaczenie w działalności budowlanej. Istota, cel i mechanizmy wzmocnienia słabych podłoży gruntowych. Ogólny podział istniejących metod ulepszenia podłoża słabych i ich zwięzła charakterystyka. Szczegółowe omówienie i stosowanie wybranych metod wzmocnienia gruntu z grup: wymiana gruntu, dynamiczne zagęszczenie, prekonsolidacja.
73 Nowoczesne badania w geotechnice	K2A_W06, K2A_U06	Współczesne metody badań laboratoryjnych i kierunki ich rozwoju we współczesnej geotechnice. Dobór metod badawczych na potrzeby projektowania i analizy właściwości podłoża gruntowego. Dobór odpowiednich metod pobierania prób z podłoża gruntowego. Przeprowadzanie podstawowych i zaawansowanych badań laboratoryjnych mających na celu określenie cech fizycznych, mechanicznych i odkształceniowych gruntów wraz z analizą otrzymanych wyników i ich właściwym opracowaniem.

74 Zaawansowane projektowanie w geotechnice	K2A_W09, K2A_U08, K2A_W10	Metody obliczania i projektowania posadowienia złożonych konstrukcji budowlanych i budowli geotechnicznych z uwzględnieniem nowoczesnych metod badań podłoża gruntowego i technologii stosowanych we współczesnej geoinżynierii. Fundamenty bezpośrednie i pośrednie o złożonej konstrukcji, fundamenty głębokie budynków, ściany szczelinowe, nasypy drogowe i kolejowe, zapory ziemne i wały przeciwpowodziowe, mikrotuneling, przepusty i mosty o konstrukcji zamkniętej, stabilizacja słabego podłoża nasypów i budowli, zabezpieczenie głębokich wykopów. Zastosowanie metod analitycznych i numerycznych (MES).
75 Technologia BIM w budownictwie miejskim	K2A_W02, K2A_W10, K2A_W12, K2A_U09, K2A_U03	Przedstawienie ogólnych zasad technologii BIM. Zastosowanie BIM w projektowaniu konstrukcji budowlanych. Przedstawienie podstawowych określeń metod numerycznych i warunków prowadzenia obliczeń. Interpolacja. Aproksymacja. Analiza metodą różnic skończonych. Metoda elementów brzegowych. Metoda elementów skończonych. Zastosowanie metod numerycznych do zagadnień geotechniki. Wpływ parametrów na uzyskiwane wyniki.
76 Technologia BIM w budownictwie przemysłowym	K2A_W05, K2A_W10, K2A_W12, K2A_U09, K2A_U04	Zasady fundamentowania konstrukcji wieżowych na przykładzie stalowych wież telekomunikacyjnych wznoszonych na użytek telefonii cyfrowej. Posadowienie wieży telekomunikacyjnej na kołowych płytach i stopach fundamentowych - projektowanie fundamentów z zastosowaniem metod analitycznych i numerycznych (MES).
77 Fundamentowanie na słabych gruntach	K2A_W09, K2A_W05, K2A_W06	Kontynuacja zagadnień dotyczących wzmocnienia słabego podłoża gruntowego metodami z dziedziny inżynierii geotechnicznej. Szczegółowe omówienie i stosowanie wybranych metod wzmocnienia gruntu z grup: cementyzacja i stabilizacja, zbrojenie masywu gruntowego.
78 Zaawansowane konstrukcje betonowe	K2A_W03, K2A_W10, K2A_U03, K2A_W07	Wykłady w pierwszej części obejmują zagadnienia projektowania konstrukcji wsporczych pod urządzenia transportu wewnętrznego (obciążenia wg PN-EN 1991-3, konstruowanie torowisk, obliczenia i konstruowanie żelbetonowych belek podsuwnicowych prefabrykowanych i monolitycznych). Druga część wykładów obejmuje zasady projektowania i wzmocnienia płyt żelbetonowych na przebiecie z omówieniem na licznych przykładach wpływu poszczególnych czynników (beton, zbrojenie podłużne, zbrojenie poprzeczne, głowice, geometria) na zachowanie się węzła. W tej części omówione są procedury obliczania węzłów wg PN-EN 1992-1-1 oraz wg PN-B-03264:2002.
79 Zaawansowane konstrukcje metalowe	K2A_U03, K2A_W03, K2A_W06	Elementy z rur oraz kształtowników giętych w konstrukcjach nośnych budynków: zalety i wady, wytwarzanie, podstawowe zagadnienia projektowe, przykłady zastosowania.
Specjalność MTBIM (Mosty z Technologią BIM)		
80 Mosty stalowe z technologią BIM	K2A_W10, K2A_W12, K2A_U05, K2A_U08, K2A_U09	Zasady współpracy w zespole projektowym. Pomosty mostów stalowych. Konstrukcja i obliczanie pomostów otwartych i zamkniętych. Pomosty ortotropowe – metody obliczeń i konstruowanie. Kształtowanie i obliczanie dźwigarów stalowych ciągłych z uwzględnieniem faz budowy. Współpraca dźwigarów głównych z pomostem stalowym oraz płytą żelbetową (mosty zespolone). Uwzględnianie wpływów reologicznych (skurcz i pęcznienie) oraz wpływów temperatury w mostach zespolonych. Sprężenie zespolonych płyty pomostowych w strefach podporowych, przejście ścinania oraz projektowanie łączników. Zasady kształtowanie i obliczania mostów skrzynkowych, kratowych i łukowych. Klasyfikacja modeli numerycznych w MES. Opis modelu geometrii, materiału i obciążenia. Generowanie modeli numerycznych z wykorzystaniem narzędzi BIM. Tworzenie dokumentacji projektowej i wykonawczej z wykorzystaniem narzędzi BIM. W ramach przedmiotu są organizowane dwa wyjazdy na obiekty mostowe, gdzie studenci zapoznają się z technologiami ich budowy. Pokazanie zasad korzystania z narzędzi BIM w mostownictwie. Wykorzystywanie oprogramowania BIM. Integracja modeli i informacji.

81 Mosty betonowe z technologią BIM	K2A_W10, K2A_W12, K2A_U05, K2A_U08, K2A_U09	Zasady współpracy w zespole projektowym mostowym. Modelowanie mostów, modele BIM, modele MES, adekwatność modeli. Koncepcje, jako modele BIM. Mosty z betonu sprężonego. Definicja i systematyka konstrukcji sprężonych. Wymagania materiałowe i systemy sprężania. Technologia sprężania. Straty sprężenia. Projektowanie mostów sprężonych. Oddziaływanie cięgien na konstrukcję. Trasowanie cięgien. Obliczanie i zbrojenie na zginanie, ścinanie, skręcanie, przebiecie, ściskanie. Obliczanie i zbrojenie żelbetowych płyt pomostowych, przyczółków, pali fundamentowych. Omówienie wpływu eksploatacji górniczej na obiekty mostowe. Podanie zasad profilaktyki budowlanej: projektowania, napraw, zabezpieczeń obiektów mostowych na terenach górniczych. Omówienie typowych szkód górniczych w mostach i przepustach. Podanie zasad wymiany i gromadzenia informacji o oddziaływaniach górniczych wg standardów BIM.
81 Modele BIM w cyklu życia obiektów mostowych	K2A_U08, K2A_U13, K2A_U09	Technologia BIM i jej pokrewne. Specyfika obiektów mostowych ze względu na BIM. Cykle życia obiektów mostowych. BIM w planowaniu i projektowaniu mostów. BIM na budowie mostów. Modele BIM w utrzymaniu mostów.
82 Mosty stalowe z technologią BIM	K2A_W10, K2A_W12, K2A_U05, K2A_U08, K2A_U09	Przenoszenie obciążeń poziomych, rodzaje i układy stężeń mostów stalowych. Zagadnienia stateczności położenia konstrukcji, ogólnej poszczególnych jej elementów oraz stateczności miejscowej blach płaskich. Problem zmęczenia materiału. Wykonawstwo dużych mostów stalowych. Technologie budowy, podniesienie wykonawcze. Dokumentacja warsztatowa i montażowa. Technologia BIM w procesie projektowania, wykonawstwa i utrzymania mostów stalowych. Ogólne informacje o BIM 4D, 5D, 6D, 7D. Eksperymentalna analiza modalna belek ze stali, betonu lub drewna. Rejestracja przemieszczeń/przyspieszeń w wybranych punktach. Weryfikacja wyników na modelu numerycznym.
83 Mosty betonowe z technologią BIM	K2A_W10, K2A_W12, K2A_U05, K2A_U08, K2A_U09	Wpływ technologii wykonania na konstrukcję mostów betonowych. Nasuwanie podłużne. Mosty zespolone i z prefabrykatów. Betonowanie nawisowe. Montaż segmentowy. Mosty łukowe. Mosty wiszące, podwieszane, extradosed i wstęgowe. Strefy zakotwień w mostach sprężonych. Metoda BIM w procesie projektowania, wykonawstwa i utrzymania mostów betonowych. Ogólne informacje o zaintegrowanych w BIM z modelem: kosztorysach, harmonogramach i utrzymaniu (BIM 4D, 5D, 6D, 7D). Zapoznanie się z wybranymi metodami diagnostyki stanu technicznego mostów betonowych.