Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Inżynieria Środowiska — Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: niestacjonarne — Kod kierunku: 2

Stopień studiów: II

Specjalności: Zaopatrzenie w wodę i unieszkodliwianie ścieków i odpadów

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Niezawodność systemów inżynierskich
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Reliability of engineering systems
Kod przedmiotu	WIŚIE IŚ oIIN C11 21/22
Kategoria przedmiotu	Przedmioty kierunkowe
Liczba punktów ECTS	4.00
Semestry	3

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Cwiczenia	Laboratoria	Laboratoria komputerowe	Projekt	Seminarium
3	9	0	0	0	18	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Nabycie przez Studentów podstawowej wiedzy nt. niezawodności funkcjonowania systemów inżynierskich, w tym o metodach oceny ich niezawodności i sposobach jej podnoszenia, ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych.

Cel 2 Nabycie przez Studentów umiejętności oceny niezawodności systemów inżynierskich (różnymi metodami i wskaźnikami)i jej podnoszenia, ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych.

Cel 3 Nabycie przez Studentów umiejętności pracy indywidualnej i zespołowej.

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Podstawowa wiedza nt. systemów wodociągowych i kanalizacyjnych.

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Student zna podstawowe pojęcia i definicje z zakresu teorii niezawodności, zna zasady tworzenia schematów niezawodnościowych dla systemów inżynierskich i ich elementów składowych (obiektów), oraz zasady doboru i wyznaczania miar ich niezawodności, ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych.

EK2 Wiedza Student zna metody oceny niezawodności systemów inżynierskich i ich elementów składowych (obiektów) oraz zasady ich doboru, zna kryteria wymaganego poziomu niezawodności, zna i rozumie zasadę niezawodnościowej równorzędności dla systemów tworzących struktury mieszane, zna metody podnoszenia niezawodności systemów i ich elementów składowych (obiektów), ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych.

EK3 Umiejętności Student potrafi skonstruować schemat niezawodnościowy systemu oraz wyznaczyć pojedyncze i kompleksowe miary (wskaźniki) niezawodności obiektów i systemów (prostych, złożonych) różnymi metodami (jednoparametrycznymi, dwuparametrycznymi), potrafi porównać zastosowane metody i oszacować ich błąd, potrafi przeprowadzić analizę otrzymanych wyników i sformułować wnioski, ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych.

EK4 Umiejętności Student potrafi pracować zarówno samodzielnie jak i w zespole, jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników, dotrzymuje wyznaczonych terminów.

6 Treści programowe

Projekt		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin

Projekt		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
P1	Projekt (realizowany w zespole) podzielony jest na zadania: Zad. 1: Skonstruowanie schematów niezawodnościowych z wykorzystaniem minimalnych dróg sprawności (przepływu) dla zadanego schematu technicznego systemu (pompowni wodociągowej) i różnych struktur jego rezerwowania. Zad. 2: Skonstruowanie schematów niezawodnościowych 6-cio agregatowej pompowni (z wykorzystaniem minimalnych dróg sprawności) dla różnej jej wydajności wymaganej Qw w stosunku do założonej wydajności nominalnej Qn. Zad. 3: Wyznaczenie za pomocą metody przeglądu częściowego wartości wskaźnika gotowości Ks dla systemu o znanym schemacie niezawodnościowym i różnych poziomach niezawodności Ki jego elementów (wraz z oszacowaniem popełnianego błędu). Zad. 4: Wyznaczenie z wykorzystaniem metody przeglądu zupełnego dla systemu wodociągowego o trzech zróżnicowanych pod względem wydajności i niezawodności układów zasilania w wodę (UZW) wartości jego stacjonarnego wskaźnika gotowości K(SW) oraz wartości uogólnionego wskaźnika niezawodności Ku. Zad. 5: Wyznaczenie za pomocą metody minimalnych przekrojów niesprawności dla zadanego schematu technicznego systemu (pompowni wodociągowej lub nieokreślonego) jego systemowych wskaźników niezawodności: intensywności uszkodzeń s, średniego czasu poprawnej pracy pomiędzy awariami Tps, średniego czasu naprawy Tns i wskaźnika gotowości Ks. Każde z zadań wymaga podsumowania go dyskusją uzyskanych wyników i sformułowaniem wniosków. W ramach zajęć przewidziane są: spotkanie organizacyjne (sprecyzowanie wymagań merytorycznych i formalnych dotyczących projektu, określenie zasad i warunków jego zaliczenia), omówienie na przykładach rozwiązania poszczególnych zadań, przedstawienie wytycznych do przeprowadzenia dyskusji wyników i opracowania wniosków, konsultacje, kolokwium sprawdzające indywidualną wiedzę i umiejętności Studenta nabyte w trakcie realizacji projektu.	18

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Przydatność teorii niezawodności (TN). Podstawowe pojęcia (system, podsystem, obiekt, element, dekompozycja). Systemy strategiczne, systemy biotechniczne (SBT). Specyfika systemu wodociągowego (SW) i systemu kanalizacyjnego (SK). Etapy w stosowania TN. Deskryptywna definicja niezawodności. Obiekty dwu- i wielostanowe. Obiekty nieodnawialne i odnawialne - charakterystyka.	2
W2	Miary (wskaźniki) niezawodności elementów (obiektów) nieodnawialnych i odnawialnych i ich estymatory. Odnowa natychmiastowa i odnowa z rzeczywistym czasem trwania. Elementy wysoce niezawodne (WN). Elementy dostatecznie niezawodne (DN).	2
W3	Matematyczne metody wyznaczania niezawodności systemu - metody jednoparametryczne (metody przeglądu: zupełnego (MPZ) i częściowego (MPCz), metoda wzorów analitycznych (MWA)).	2

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W4	Matematyczne metody wyznaczania niezawodności systemu - metody dwuparametryczne (metoda częstości uszkodzeń (MCzU), metoda minimalnych przekrojów niesprawności (MPN)).	2
W5	Aplikacje metod niezawodnościowych do wybranych obiektów systemów wodociągowych i kanalizacyjnych (alternatywnie: ujęć wody, pompowni, przesyłu wody, sieci dystrybucji, zbiorników sieciowych, sieci kanalizacyjnej).	0.5
W6	Wymagany poziom niezawodności systemu. Zasada niezawodnościowej równorzędności. Podstawowe sposoby podnoszenia niezawodności systemu (obiektu).	0.5

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Prezentacje multimedialne

N4 Konsultacje

N5 Praca w grupach

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	27
Konsultacje przedmiotowe	6
Egzaminy i zaliczenia w sesji	8
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	39
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**100**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	4.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Projekt zespołowy

F2 Kolokwium

Ocena podsumowująca

P1 Egzamin pisemny

P2 Średnia ważona ocen formujących

Warunki zaliczenia przedmiotu

W1 Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie pozytywnych ocen formujących

W2 Ocena formująca (z projektu) = 0,2*ocena z projektu +0,8*ocena z kolokwium.

W3 Ocena z egzaminu = 0,5*ocena z części teoretycznej + 0,5* ocena z części zadaniowej

W4 Ćw. projektowe - obowiązkowa obecność na zajęciach wprowadzających do projektu (omówieniu poszczególnych zadań).

W5 Ocena końcowa = 0,4*średnia ważona ocen formujących (P2) + 0,6*ocena z egzaminu (P1)

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	Student nie posiada wystarczającej wiedzy na temat podstawowych pojęć i definicji z zakresu teorii niezawodności, zasad tworzenia schematów niezawodnościowych dla systemów inżynierskich i ich elementów składowych (obiektów), doboru miar niezawodności i ich wyznaczania, ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych; nie potrafi wymienić i opisać większości z nich; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał poniżej 55% punktów za prawidłowe odpowiedzi.
Na ocenę 3.0	Student posiada dostateczną wiedzę na temat podstawowych pojęć i definicji z zakresu teorii niezawodności, zasad tworzenia schematów niezawodnościowych dla systemów inżynierskich i ich elementów składowych (obiektów), doboru miar niezawodności i ich wyznaczania - ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych; co najmniej potrafi wymienić i opisać ogólnie niektóre z nich; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał pomiędzy 55% a 65% punktów za prawidłowe odpowiedzi.
Na ocenę 3.5	Student posiada ogólną wiedzę na temat podstawowych pojęć i definicji z zakresu teorii niezawodności, zasad tworzenia schematów niezawodnościowych, doboru miar niezawodności i ich wyznaczania - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (obiektów) wodociągowych i kanalizacyjnych; co najmniej potrafi wymienić i opisać ogólnie większość z nich; W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia Student uzyskał pomiędzy 66% a 75% punktów za prawidłowe odpowiedzi.

Na ocenę 4.0	Student posiada utrwaloną wiedzę na temat podstawowych pojęć i definicji z zakresu teorii niezawodności, zasad tworzenia schematów niezawodnościowych, doboru miar niezawodności i ich wyznaczania - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (obiektów) wodociągowych i kanalizacyjnych; potrafi wymienić i opisać ogólnie wszystkie z nich; W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia Student uzyskał pomiędzy 76% a 85% punktów za prawidłowe odpowiedzi.
Na ocenę 4.5	Student posiada utrwaloną wiedzę na temat podstawowych pojęć i definicji z zakresu teorii niezawodności, zasad tworzenia schematów niezawodnościowych, doboru miar niezawodności i ich wyznaczania - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (obiektów) wodociągowych i kanalizacyjnych; potrafi wymienić i opisać dokładnie wszystkie z nich; W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia Student uzyskał pomiędzy 86% a 95% punktów za prawidłowe odpowiedzi.
Na ocenę 5.0	Student posiada utrwaloną wiedzę na temat podstawowych pojęć i definicji z zakresu teorii niezawodności, zasad tworzenia schematów niezawodnościowych, doboru miar niezawodności i ich wyznaczania - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (obiektów) wodociągowych i kanalizacyjnych; potrafi wymienić i opisać dokładnie wszystkie z nich; W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia Student uzyskał powyżej 95% punktów za prawidłowe odpowiedzi.
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	Student nie posiada dostatecznej wiedzy na temat metod oceny niezawodności systemów inżynierskich i ich elementów składowych (obiektów), oraz zasad ich doboru, kryteriów wymaganego poziomu niezawodności, zasady niezawodnościowej równorzędności dla systemów tworzących struktury mieszane, metod podnoszenia niezawodności systemów i ich elementów składowych (obiektów), ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych; nie potrafi wymienić i opisać większości z wymienionych zagadnień; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał pomiędzy 55% a 65% punktów za prawidłowe odpowiedzi.
Na ocenę 3.0	Student posiada dostateczną wiedzę na temat metod oceny niezawodności systemów inżynierskich i ich elementów składowych (obiektów) oraz zasad ich doboru, kryteriów wymaganego poziomu niezawodności, zasady niezawodnościowej równorzędności dla systemów tworzących struktury mieszane, metod podnoszenia niezawodności systemów, ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych; potrafi co najmniej wymienić i opisać ogólnie niektóre z wymienionych zagadnień; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał pomiędzy 55% a 65% punktów za prawidłowe odpowiedzi.
Na ocenę 3.5	Student posiada podstawową wiedzę na temat metod oceny niezawodności systemów (obiektów, elementów) inżynierskich i zasad ich doboru, kryteriów wymaganego poziomu niezawodności, zasady niezawodnościowej równorzędności dla systemów i obiektów tworzących struktury mieszane, metod podnoszenia niezawodności systemów (ob., elem.) - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (ob.) wodociągowych i kanalizacyjnych; potrafi wymienić i opisać ogólnie większość z wymienionych zagadnień; W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia Student uzyskał pomiędzy 66% a 75% punktów za prawidłowe odpowiedzi.

Na ocenę 4.0	Student posiada utrwaloną wiedzę podstawową na temat metod oceny niezawodności systemów (obiektów, elementów) inżynierskich i zasad ich doboru, kryteriów wymaganego poziomu niezawodności, zasady niezawodnościowej równorzędności dla systemów i obiektów tworzących struktury mieszane, metod podnoszenia niezawodności systemów (ob., elem.) - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (ob.) wodociągowych i kanalizacyjnych; potrafi wymienić i ogólnie opisać wszystkie z wymienionych zagadnień; W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia Student uzyskał pomiędzy76% a 85% punktów za prawidłowe odpowiedzi.
Na ocenę 4.5	Student posiada utrwaloną wiedzę podstawową na temat metod oceny niezawodności systemów (obiektów, elementów) inżynierskich i zasad ich doboru, kryteriów wymaganego poziomu niezawodności, zasady niezawodnościowej równorzędności dla systemów i obiektów tworzących struktury mieszane, metod podnoszenia niezawodności systemów (ob., elem.) - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (ob.) wodociągowych i kanalizacyjnych; potrafi wymienić i dokładnie opisać wszystkie z wymienionych zagadnień; W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia Student uzyskał pomiędzy 86% a 95% punktów za prawidłowe odpowiedzi.
Na ocenę 5.0	Student posiada utrwaloną wiedzę podstawową na temat metod oceny niezawodności systemów (obiektów, elementów) inżynierskich i zasad ich doboru, kryteriów wymaganego poziomu niezawodności, zasady niezawodnościowej równorzędności dla systemów i obiektów tworzących struktury mieszane, metod podnoszenia niezawodności systemów (ob., elem.) - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (ob.) wodociągowych i kanalizacyjnych; potrafi swobodnie poruszać się w przedmiotowej problematyce; W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia Student uzyskał powyżej 95% punktów za prawidłowe odpowiedzi.
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	Student nie potrafi: wykonać poprawnie projektu obejmującego wyznaczenie pojedynczych i kompleksowych miar (wskaźników) niezawodności obiektów i systemów inżynierskich (prostych, złożonych) różnymi metodami (jednoparametrycznymi, dwuparametrycznymi), porównać zastosowanych metod i oszacować ich błędów, skonstruować schematów niezawodnościowych systemów inżynierskich, ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych, a także przeprowadzić analizy otrzymanych wyników i sformułować wniosków i/lub uzyskał poniżej 55% punktów z kolokwium; oddane przez jego Zespół po drugiej poprawie projekty zawierają nadal poważne błędy merytoryczne i/lub nie spełniają wymagań prowadzącego zajęcia.
Na ocenę 3.0	Student potrafi wykonać poprawnie projekt obejmujący wyznaczenie pojedynczych i kompleksowych miar (wskaźników) niezawodności obiektów i systemów (prostych, złożonych) różnymi metodami (jednoparametrycznymi, dwuparametrycznymi), porównać zastosowane metody i oszacowania ich błędów, skonstruować schematy niezawodnościowe systemów inżynierskich, ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych, a także przeprowadzić analizę otrzymanych wyników i sformułować wnioski, oraz uzyskał 55-65 % punktów z kolokwium; oddany przez jego Zespół po pierwszej lub drugiej poprawie projekt oparty jest ściśle na wzorcu z wprowadzenia do zajęć, nie zawiera poważniejszych błędów merytorycznych, ale ma liczne niedociągnięcia w części obliczeniowej i/lub wnioskowej.

Na ocenę 3.5	Student potrafi wykonać poprawnie projekt obejmujący wyznaczenie pojedynczych i kompleksowych miar (wskaźników) niezawodności obiektów i systemów (prostych, złożonych) różnymi metodami (jednoparametrycznymi, dwuparametrycznymi), porównać zastosowane metody i oszacowania ich błędów, skonstruować schematy niezawodnościowych systemów inżynierskich, ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych, a także przeprowadzić analizę otrzymanych wyników i sformułować wnioski, oraz uzyskał 66-75 % punktów z kolokwium; oddany przez jego Zespół po pierwszej lub drugiej poprawie projekt odpowiada wymaganiom, ale zawiera jeszcze spore niedociągnięcia w części obliczeniowej i/lub wnioskowej.
Na ocenę 4.0	Student potrafi wykonać poprawnie projekt obejmujący wyznaczenie pojedynczych i kompleksowych miar (wskaźników) niezawodności obiektów i systemów (prostych, złożonych) różnymi metodami (jednoparametrycznymi, dwuparametrycznymi), porównać zastosowane metody i oszacowania ich błędów, skonstruować schematy niezawodnościowe systemów inżynierskich, ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych, a także przeprowadzić analizę otrzymanych wyników i sformułować wnioski, oraz uzyskał 76-85 % punktów z kolokwium; oddany przez jego Zespół po pierwszej poprawie projekt w pełni odpowiada wymaganiom, ale zawiera jeszcze pewne niedociągnięcia w części obliczeniowej i/lub wnioskowej.
Na ocenę 4.5	Student potrafi wykonać poprawnie projekt obejmujący wyznaczenie pojedynczych i kompleksowych miar (wskaźników) niezawodności obiektów i systemów (prostych, złożonych) różnymi metodami (jednoparametrycznymi, dwuparametrycznymi), porównać zastosowane metody i oszacowania ich błędów, skonstruować schematy niezawodnościowe systemów inżynierskich, ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych, a także przeprowadzić analizę otrzymanych wyników i sformułować wnioski, oraz uzyskał 86-95 % punktów z kolokwium; oddany przez jego Zespół po ewentualnej poprawie projekt zawiera elementy oryginalnych rozwiązań (sposób przedstawienia i dyskusji wyników obliczeń, komentarze do poszczególnych etapów obliczeń), ale zawiera jeszcze drobne niedociągnięcia w części opisowej i/lub wnioskowej.
Na ocenę 5.0	Student potrafi wykonać poprawnie projekt obejmujący wyznaczenie pojedynczych i kompleksowych miar (wskaźników) niezawodności obiektów i systemów (prostych, złożonych) różnymi metodami (jednoparametrycznymi, dwuparametrycznymi), porównać zastosowane metody i oszacowania ich błędów, skonstruować schematy niezawodnościowe systemów inżynierskich, ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych, a także przeprowadzić analizę otrzymanych wyników i sformułować wnioski, oraz uzyskał powyżej 95 % punktów z kolokwium; oddany przez jego Zespół po ewentualnej poprawie projekt odpowiada wymaganiom na ocenę 4,5, nie zawiera niedociągnięć i jest wyjątkowo starannie opracowany.
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	Student nie chce lub nie potrafi pracować samodzielnie ani w Zespole; podczas zaliczenia pisemnego nie pracował samodzielnie; nie dotrzymuje terminów zgodnych z harmonogramem (nawet poprawkowych); projekt wykonany w Zespole zawiera elementy plagiatu.

Na ocenę 3.0	Projekt wykonany w Zespole, ale Student potwierdził podczas jego konsultowania i zaliczenia swój udział w nim w zadowalającym stopniu (zna podstawowe elementy projektu, potrafi scharakteryzować ogólnie zawarte w nim obliczenia); praca wykonana w terminie poprawkowym.
Na ocenę 3.5	Projekt wykonany w Zespole, ale Student potwierdził podczas jego konsultowania i zaliczenia swój udział w nim w zadowalającym stopniu (zna podstawowe elementy projektu, potrafi scharakteryzować ogólnie zawarte w nim obliczenia); praca wykonana w terminie zasadniczym.
Na ocenę 4.0	Projekt wykonany w Zespole, ale Student potwierdził podczas jego konsultowania i zaliczenia swój udział w nim w znaczącym stopniu (zna większość elementów projektu, potrafi scharakteryzować zawarte w nim obliczenia); praca wykonana w terminie zasadniczym.
Na ocenę 4.5	Projekt wykonany w zespole, ale Student potwierdził podczas jego konsultowania i zaliczenia swój pełny w nim udział (zna wszystkie elementy projektu, potrafi szczegółowo scharakteryzować zawarte w nim obliczenia); wykazał się szczególną aktywnością.
Na ocenę 5.0	Projekt wykonany w zespole, ale Student potwierdził podczas jego konsultowania i zaliczenia swój pełny w nim udział (zna wszystkie elementy projektu, potrafi szczegółowo scharakteryzować zawarte w nim obliczenia); wykazał się szczególną aktywnością oraz cechami lidera Zespołu; praca wykonana w terminie zasadniczym.

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1	K_W03 K_W06	Cel 1	W1 W2	N1 N3 N4	P1
EK2	K_W03 K_W06	Cel 1	W3 W4 W5 W6	N1 N3 N4	P1
EK3	K_U07 K_U08 K_U09 K_U12	Cel 2	P1	N2 N3 N4 N5	F1 F2 P2
EK4	K_U17	Cel 3	P1	N2 N4 N5	F1

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] Bajer J., Iwanejko R., Kapcia J. — *Niezawodność systemów wodociągowych i kanalizacyjnych w zadaniach*, Kraków, 2006, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej

[2] Wieczysty A. — *Niezawodność systemów wodociągowych i kanalizacyjnych, Cz. I i II,*, Kraków, 1990, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej

[3] Kwietniewski M., Roma M., Kłoss-Trębaczkiewicz H. — *Niezawodność wodociągów i kanalizacji*, Warszawa, 1993, Wydawnictwo Arkady

Literatura uzupełniająca

[1] Kwietniewski M., Rak J. — *Niezawodność infrastruktury wodociągowej i kanalizacyjnej w Polsce*, Warszawa, 2010, KILiW PAN

[2] Królikowska J. — *Niezawodność funkcjonowania i bezpieczeństwa sieci kanalizacyjnej*, Kraków, 2011, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej

[3] red. Migdalski J. — *Inżynieria niezawodności. Poradnik*, Warszawa, 1992, ATR Bydgoszcz/ZETOM Warszawa

[4] red. Migdalski J. — *Poradnik niezawodności. Podstawy matematyczne*, Warszawa, 1982, Wydawnictwa Przemysłu Maszynowego WEMA

Literatura dodatkowa

[1] red. Wieczysty A. — *Metody oceny i podnoszenia niezawodności działania komunalnych systemów zaopatrzenia w wodę*, Kraków, 2002, PAN

[2] red. Rak J. — *Metody oceny niezawodności i bezpieczeństwa dostawy wody do odbiorców*, Rzeszów, 2013, Oficyna wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

dr inż. Jarosław Bajer (kontakt: jaroslaw.bajer@pk.edu.pl)

Osoby prowadzące przedmiot

1 dr inż. Jarosław Bajer (kontakt: jaroslaw.bajer@pk.edu.pl)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....