

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Inżynieria Środowiska

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

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 oIIS C8 19/20
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	2

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
2	15	0	0	0	30	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Nabycie przez Studentów podstawowej wiedzy nt. niezawodności funkcjonowania systemów inżynierskich ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych.

**Cel 2** Nabycie przez Studentów wiedzy o metodach oceny niezawodności systemów inżynierskich i sposobach jej podnoszenia ze szczególnym uwzględnieniem systemów wodociągowych i kanalizacyjnych.

**Cel 3** Nabycie przez Studentów umiejętności oceny niezawodności obiektów (różnymi metodami i wskaźnikami) ze szczególnym uwzględnieniem obiektów wodociągowych i kanalizacyjnych.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawowa wiedza nt. wodociągów i kanalizacji.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

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

**EK2 Wiedza** Student zna metody oceny niezawodności systemów (obiektów, elementów) i zasady ich doboru, zna kryteria wymaganego poziomu niezawodności, zna i rozumie zasadę niezawodnościowej równorzędności dla systemów i obiektów tworzących struktury mieszane, zna metody podnoszenia niezawodności systemów (ob., elem.) - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (ob.) 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), umie porównać zastosowane metody i oszacować ich błąd, potrafi przeprowadzić analizę otrzymanych wyników i sformułować wnioski - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (ob.) wodociągowych i kanalizacyjnych.

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

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	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
<b>W2</b>	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
<b>W3</b>	Matematyczne metody wyznaczania niezawodności systemu - metody jednoparametryczne (metody przeglądu: zupełnego (MPZ) i częściowego (MPCz), metoda wzorów analitycznych (MWA)).	2
<b>W4</b>	Matematyczne metody wyznaczania niezawodności systemu - metody dwuparametryczne (metoda częstości uszkodzeń (MCzU), minimalnych przekrojów niesprawności (MPN), metoda drzewa uszkodzeń (MDU)).	3

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W5</b>	Aplikacje metod niezawodnościowych do wybranych obiektów systemów wodociągowych i kanalizacyjnych (ujęć wody, pompowni, przesyłu wody, sieci dystrybucji, zbiorników sieciowych, sieci kanalizacyjnej).	4
<b>W6</b>	Wymagany poziom niezawodności systemu. Zasada niezawodnościowej równorzędności. Podstawowe sposoby podnoszenia niezawodności dowolnego systemu. Wybrane sposoby podnoszenia niezawodności systemów wodociągowych	2

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	Projekt (realizowany w zespole) podzielony jest na zadania: Zad. 1: Wyznaczenie metodą przeglądu zupełnego oraz wzorów analitycznych wartości stacjonarnego wskaźnika $K_s$ gotowości systemu (pompowni wodociągowej) dla różnej jego wydajności wymaganej $Q_w$ w stosunku do założonej wydajności nominalnej systemu $Q_n$ . Zad. 2: Wyznaczenie funkcji niezawodności $R(t)$ dla $n$ -elementowych systemów o szeregowej i równoległej strukturze niezawodnościowej oraz jednakowych wartościach tego wskaźnika dla elementów. Zad. 3: Wyznaczenie, z wykorzystaniem metody dekompozycji, funkcji niezawodności $R(t)$ dla zadanej mieszanej struktury niezawodnościowej i różnych wartościach tego wskaźnika dla elementów. 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.	10

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P2	<p>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: Wyznaczenie za pomocą metody przeglądu częściowego wartości wskaźnika gotowości <math>K_s</math> dla systemu o znanym schemacie niezawodnościowym i różnych poziomach niezawodności <math>K_i</math> jego elementów (wraz z oszacowaniem popełnianego błędu). Zad. 3: 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 <math>K(SW)</math> oraz wartości uogólnionego wskaźnika niezawodności <math>K_u</math>. Zad. 4: Wyznaczenie za pomocą metody minimalnych przekrojów niesprawności dla zadanego schematu technicznego systemu (pompowni wodociągowej lub nieokreślonego) jego systemowych wskaźników niezawodności: intensywności uszkodzeń <math>s</math>, średniego czasu poprawnej pracy pomiędzy awariami <math>T_{ps}</math>, średniego czasu naprawy <math>T_{ns}</math> i wskaźnika gotowości <math>K_s</math>. 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.</p>	20

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Prezentacje multimedialne

N4 Konsultacje

N5 Zadania tablicowe

N6 Praca w grupach

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	10
Egzaminy i zaliczenia w sesji	8
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	0
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	57
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>120</b>
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 projektów 1 i 2) =  $0,2 \cdot \text{ocena z projektu} + 0,8 \cdot \text{ocena z kolokwium}$ .

W3 Ocena z egzaminu =  $0,5 \cdot \text{ocena z części teoretycznej} + 0,5 \cdot \text{ocena z części zadaniowej}$ .

W4 Wykłady - obecności powyżej 70%, ćw. projektowe - obowiązkowa obecność na zajęciach wprowadzających.

W5 Ocena końcowa =  $0,4 \cdot \text{średnia ważona ocen formujących (P2)} + 0,6 \cdot \text{ocena z egzaminu (P1)}$ .

### 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, doboru miar niezawodności i ich wyznaczania - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (obiektów) 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, doboru miar niezawodności i ich wyznaczania - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (obiektów) 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.
<b>EFEKT KSZTAŁCENIA 2</b>	
NA OCENĘ 2.0	Student nie posiada dostatecznej wiedzy 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 strukturę mieszane, metod podnoszenia niezawodności systemów (ob., elem.) - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (ob.) 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 (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 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 pomiędzy 76% 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 projektów (1 i 2), obejmujących wyznaczenie pojedynczych i kompleksowych miar (wskaźników) niezawodności obiektów i systemów inżynierskich (prostych, złożonych) różnymi metodami (jednoparametrycznymi, dwuparametrycznymi), porównać zastosowane metody i oszacować ich błąd, skonstruować schematy niezawodnościowe systemów inżynierskich - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (ob.) wodociągowych i kanalizacyjnych - a także przeprowadzić analizy otrzymanych wyników i sformułować wnioski 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 projekty(1 i 2), obejmujące wyznaczenie pojedynczych i kompleksowych miar (wskaźników) niezawodności obiektów i systemów (prostych, złożonych) różnymi metodami (jednoparametrycznymi, dwuparametrycznymi), porównać zastosowane metody i oszacować ich błąd, skonstruować schematy niezawodnościowe systemów inżynierskich - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (ob.) 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 projekty(1 i 2), obejmujące wyznaczenie pojedynczych i kompleksowych miar (wskaźników) niezawodności obiektów i systemów (prostych, złożonych) różnymi metodami (jednoparametrycznymi, dwuparametrycznymi), porównać zastosowane metody i oszacować ich błąd, skonstruować schematy niezawodnościowe systemów inżynierskich - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (ob.) 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 projekty(1 i 2), obejmujące wyznaczenie pojedynczych i kompleksowych miar (wskaźników) niezawodności obiektów i systemów (prostych, złożonych) różnymi metodami (jednoparametrycznymi, dwuparametrycznymi), porównać zastosowane metody i oszacować ich błąd, skonstruować schematy niezawodnościowe systemów inżynierskich - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (ob.) 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 projekty(1 i 2), obejmujące wyznaczenie pojedynczych i kompleksowych miar (wskaźników) niezawodności obiektów i systemów (prostych, złożonych) różnymi metodami (jednoparametrycznymi, dwuparametrycznymi), porównać zastosowane metody i oszacować ich błąd, skonstruować schematy niezawodnościowe systemów inżynierskich - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (ob.) 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 projekty(1 i 2), obejmujące wyznaczenie pojedynczych i kompleksowych miar (wskaźników) niezawodności obiektów i systemów (prostych, złożonych) różnymi metodami (jednoparametrycznymi, dwuparametrycznymi), porównać zastosowane metody i oszacować ich błąd, skonstruować schematy niezawodnościowe systemów inżynierskich - ze szczególnym uwzględnieniem systemów (ob.) 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 kolokwium nie pracował samodzielnie; nie dotrzymuje terminów zgodnych z harmonogramem (nawet poprawkowych); projekt wykonany w zespole zawiera elementy plagiatu.
NA OCENĘ 3.0	Projekt (dotyczy obu realizowanych) wykonany w zespole, ale Student potwierdził podczas jego konsultowania i zaliczenia swój udział w nim w zadowalającym stopniu (potrafi opisać podstawowe elementy projektu oraz scharakteryzować ogólnie zawarte w nim obliczenia); praca wykonana w terminie poprawkowym.
NA OCENĘ 3.5	Projekt (dotyczy obu realizowanych) wykonany w zespole, ale Student potwierdził podczas jego konsultowania i zaliczenia swój udział w nim w zadowalającym stopniu (potrafi opisać podstawowe elementy projektu oraz scharakteryzować ogólnie zawarte w nim obliczenia); praca wykonana w terminie zasadniczym.
NA OCENĘ 4.0	Projekt (dotyczy obu realizowanych) wykonany w zespole, ale Student potwierdził podczas jego konsultowania i zaliczenia swój udział w nim w znaczącym stopniu (potrafi opisać większość elementów projektu oraz scharakteryzować zawarte w nim obliczenia); praca wykonana w terminie zasadniczym.
NA OCENĘ 4.5	Projekt (dotyczy obu realizowanych) wykonany w zespole, ale Student potwierdził podczas jego konsultowania i zaliczenia swój pełny w nim udział (potrafi opisać wszystkie elementy projektu oraz szczegółowo scharakteryzować zawarte w nim obliczenia); wykazał się szczególną aktywnością; praca wykonana w terminie zasadniczym.

NA OCENĘ 5.0	Projekt (dotyczy obu realizowanych) wykonany w zespole, ale Student potwierdził podczas jego konsultowania i zaliczenia swój pełny w nim udział (potrafi opisać wszystkie elementy projektu oraz 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_U10 K_K06 K_K07	Cel 1	W1 W2	N1 N3 N4	P1
EK2	K_W03 K_W07 K_U11 K_U12 K_K06	Cel 2	W3 W4 W5 W6	N1 N3 N4	P1
EK3	K_W09 K_U05 K_U07 K_U09 K_U12 K_K02	Cel 3	P1 P2	N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 P2
EK4	K_U17	Cel 3	W2 W3 P1 P2	N2 N3 N6	F1 F2 P2

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Bajer J., Iwanejko R., Kaptcia J. — *Niezawodność systemów wodociagowych i kanalizacyjnych w zadaniach*, Kraków, 2006, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej
- [2] Wiczysty A. — *Niezawodność systemów wodociagowych i kanalizacyjnych, Cz. I i II*, Kraków, 1990, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej
- [3] Kwietniewski M., Roma M., Kłoss-Trębaczkiwicz H. — *Niezawodność wodociągów i kanalizacji*, Warszawa, 1993, Wydawnictwo Arkady

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] Kwietniewski M., Rak J. — *Niezawodność infrastruktury wodociagowej 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, Wydawnictwo 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, Wydawnictwo PAN
- [2 ] **red. Rak J.** — *Metody oceny niezawodności i bezpieczeństwa dostawy wody do odbiorców*, Rzeszów, 2013, Oficyna wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej
- [3 ] **J. Bajer, J. Królikowska** — *Materiały pomocnicze (niepublikowane) dla Studentów: kserokopie lub wersje elektroniczne plasz objaśnianych na zajęciach (wykładach, , ćw. projektowych), , 0,*

## 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: jbajer@vistula.wis.pk.edu.pl)

2 dr hab. inż., Prof. PK Jadwiga Królikowska (kontakt: jkpaczia@vistula.wis.pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....