

Program studiów

# Elektrotechnika drugiego stopnia

Profil studiów: ogólnoakademicki



## 1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	Elektrotechnika
Poziom studiów	drugiego stopnia
Profil studiów	ogólnoakademicki

Nazwa dyscypliny wiodącej, w ramach której uzyskiwana jest ponad połowa efektów uczenia się wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla dyscypliny wiodącej w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny wiodącej	Udział
automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne	90 %

Nazwy pozostałych dyscyplin wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla pozostałych dyscyplin w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny	Udział
informatyka techniczna i telekomunikacja	10 %

Liczba semestrów	studia stacjonarne i studia niestacjonarne: 3
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	90
Łączna liczba godzin zajęć	studia stacjonarne: 1100 studia niestacjonarne: 635
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	magister inżynier
Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia	Studia dają poszerzoną wiedzę i umiejętności w zakresie elektrotechniki. Absolwent uzyskuje wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w elektrotechnice. Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami badawczymi, właściwie dobranymi środowiskami programistycznymi, umożliwiającymi projektowanie i oprogramowanie zaawansowanych urządzeń lub systemów elektrycznych. Ma wiedzę na temat wykorzystywania odnawialnych źródeł energii, w tym energii słonecznej, wiatrowej i geotermalnej. Studenci mają możliwość uczestniczenia w pracach badawczych i rozwojowych w obszarze elektrotechniki, w badaniach zjawisk związanych z przetwarzaniem energii elektrycznej.

	Absolwenci są przygotowani do wdrażania nowych technologii, projektowania innowacyjnych urządzeń elektrycznych. Dzięki tym umiejętnościom znajdują zatrudnienie w firmach badawczo-rozwojowych. Studia drugiego stopnia przybliżają do kierowniczych stanowisk w działach elektrycznych i energetycznych wielu przedsiębiorstw.
--	---

## 2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Ma poszerzoną wiedzę w zakresie matematyki, wykorzystywaną do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich z zakresu elektrotechniki.	P7S_WG
K_W02	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w elektrotechnice i pokrewnych dyscyplinach naukowych.	P7S_WK
K_W03	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z elektrotechniki.	P7S_WG
K_W04	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę na temat występowania i ograniczania zakłóceń w urządzeniach i układach elektroenergetycznych.	P7S_WG
K_W05	Ma podstawową wiedzę w zakresie formułowania problemów decyzyjnych oraz komputerowego wspomaganie decyzji.	P7S_WG
K_W06	Ma podstawową wiedzę w zakresie pomiarów wielkości elektrycznych i nieelektrycznych.	P7S_WG
K_W07	Ma wiedzę w zakresie wybranych pakietów oprogramowania oraz doboru odpowiednich narzędzi informatycznych do określonych zadań.	P7S_WG
K_W08	Ma wiedzę w zakresie podstawowych metod, wybranych technik oraz narzędzi przetwarzania i analizy sygnałów.	P7S_WG
K_U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji oraz krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.	P7S_WK P7S_UU
K_U02	Potrafi używać języka specjalistycznego i porozumiewać się przy użyciu różnych form przekazu informacji (także w języku angielskim) ze specjalistami w zakresie elektrotechniki oraz z osobami spoza grona specjalistów.	P7S_UK
K_U03	Potrafi przygotować, w języku polskim, opracowanie naukowe oraz, w języku obcym, doniesienie naukowe poświęcone wynikom realizacji prostego zadania badawczego.	P7S_UK P7S_UU
K_U04	Potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną, poświęconą wynikom realizacji prostego zadania badawczego.	P7S_UK P7S_UU
K_U05	Ma umiejętność porozumiewania się w języku obcym na poziomie B2+ ESOKJ oraz czytania ze zrozumieniem: kart katalogowych, not aplikacyjnych, instrukcji obsługi urządzeń i narzędzi informatycznych oraz podobnych dokumentów.	P7S_UK
K_U06	Potrafi formułować oraz testować hipotezy związane z modelowaniem i projektowaniem prostych urządzeń lub systemów elektrycznych.	P7S_UK P7S_UU

K_U07	Potrafi - przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań obejmujących projektowanie elementów, urządzeń lub systemów elektrycznych - ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technik i technologii oraz rozwiązań o charakterze innowacyjnym.	P7S_WK P7S_UW
K_U08	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne do rozwiązywania zadań inżynierskich z zakresu elektrotechniki.	P7S_UW
K_U09	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami badawczymi, umożliwiającymi pomiary podstawowych wielkości charakteryzujących zaawansowane urządzenia lub systemy elektryczne.	P7S_UW P7S_UO
K_U10	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi środowiskami programistycznymi, umożliwiającymi projektowanie i oprogramowanie zaawansowanych urządzeń lub systemów elektrycznych.	P7S_UW
K_U11	Potrafi przeanalizować sposób funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne urządzeń lub systemów elektrycznych.	P7S_UW
K_U12	Potrafi zaproponować ulepszenia istniejących rozwiązań technicznych urządzeń lub systemów elektrycznych.	P7S_UW P7S_UO
K_U13	Potrafi sformułować specyfikację złożonych oraz nietypowych zadań inżynierskich z zakresu elektrotechniki.	P7S_UK
K_U14	Potrafi ocenić przydatność oraz dostrzec ograniczenia właściwych metod i narzędzi, służących do rozwiązywania charakterystycznych zadań inżynierskich z zakresu elektrotechniki.	P7S_UW
K_U15	Potrafi - uwzględniając aspekty środowiskowe i ekonomiczne - zaprojektować i zrealizować (w całości lub części) złożone urządzenie lub system elektryczny, wykorzystując istniejące lub opracowując nowe metody i narzędzia.	P7S_UW P7S_UU
K_U16	Potrafi/posiada umiejętność analizy układów w dziedzinie operatorowej, częstotliwościowej i czasowej.	P7S_UW
K_U17	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami badawczymi umożliwiającymi pomiary podstawowych wielkości nieelektrycznych.	P7S_UW
K_K01	Jest odpowiedzialny za pracę własną i skutki podejmowanych decyzji; potrafi podporządkować się zasadom pracy w grupie w roli lidera i członka zespołu; jest odpowiedzialny za wspólnie realizowane zadania.	P7S_UO P7S_KO
K_K02	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P7S_WK P7S_KK P7S_KO
K_K03	Potrafi zadbać o jakość i staranność wykonywanych zadań.	P7S_KR
K_K04	Potrafi zadbać o poprawność językową formułowanych wniosków i opinii.	P7S_KK
K_K05	Rozumie potrzebę praktycznego stosowania nabytej wiedzy.	P7S_KO P7S_KR

Opis efektów uczenia się zawiera efekty uczenia się, o których mowa w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji i uwzględnienia uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w tej ustawie oraz charakterystyki drugiego stopnia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 3 tej ustawy, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich..


Szczegółowe informacje o:

1. związkach efektów uczenia się z efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach;
2. kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunku jest przyporządkowany;
3. rozwinięciu kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych na stronie internetowej wydziału. Karty modułów zajęć stanowią integralną część programu studiów.

3. Wykaz zajęć, parametry programu studiów, metody weryfikacji efektów uczenia się oraz treści programowe- studia stacjonarne

### 3.1 Przedmioty wspólne dla kierunku, niezależne od wyboru studentów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ES	Historia odkryć naukowych	15	15	0	0	30	2	N	
1	DJ	Język obcy w nauce i technice	0	30	0	0	30	3	N	
1	ET	Metody numeryczne w elektrotechnice	30	0	30	0	60	5	T	
2	EX	Seminarium dyplomowe	0	15	0	0	15	1	N	
2	EU	Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroenergetyki. (w j. obcym)	15	0	0	20	35	3	N	
3	EX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	10	N	
3	EA	Rozproszone systemy automatyki	15	0	0	15	30	2	N	
3	EX	Seminarium dyplomowe	0	15	0	0	15	1	N	
3	ET	Wykład monograficzny	30	0	0	0	30	2	N	

Uwaga, niezaliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.2 Wykaz bloków tematycznych do wyboru- studia stacjonarne

- BN - Bezpieczeństwo i niezawodność systemów elektrycznych
- OZ - Odnawialne źródła energii i technika świetlna
- SN - Sterowanie napędami elektrycznymi

#### 3.2.1. Blok tematyczny: BN - Bezpieczeństwo i niezawodność systemów elektrycznych

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ET	Kompatybilność elektromagnetyczna	30	15	15	0	60	5	T	
1	EE	Metody wspomagania decyzji w energetyce	20	0	0	20	40	2	N	
1	ET	Technologie wodorowe w wytwarzaniu i magazynowaniu energii elektrycznej	20	0	0	20	40	2	N	
1	ED	Wybrane zagadnienia modelowania CAD (BN)	20	0	20	0	40	2	N	
1	EE	Wysokonapięciowe systemy przesyłowo-rozdzielcze	25	15	20	0	60	5	T	
1	ET	Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej	20	0	15	15	50	4	N	
2	ET	Bezpieczeństwo elektrowni jądrowych	15	0	0	10	25	2	N	
2	ED	Diagnostyka układów elektromaszynowych	25	0	20	0	45	3	N	
2	ED	Elektrochemiczne magazyny energii (BN)	20	0	20	0	40	4	T	
2	EE	Moduł wybierany I (BN)	15	0	0	15	30	2	N	
2	ED	Moduł wybierany II (BN)	15	0	0	15	30	2	N	
2	EE	Niekonwencjonalne źródła energii (BN)	20	0	0	20	40	4	T	

2	ET	Sieci inteligentne	20	0	15	15	50	3	N	
2	EE	Technologia BIM w zarządzaniu instalacjami elektrycznymi	20	0	0	20	40	2	N	
2	ET	Układy elektromagnetyczne w energoelektronice	20	0	20	0	40	4	T	
3	ZE	Bezpieczeństwo energetyczne Unii Europejskiej	20	0	0	20	40	2	N	
3	EU	Ekologia pola elektromagnetycznego	15	0	10	10	35	3	N	
3	EM	Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych (BN)	30	0	30	0	60	3	N	
3	EE	Zakłócenia w układach elektroenergetycznych	25	0	20	0	45	4	T	
3	ET	Zarządzanie energetyką prosumencką (BN)	25	0	0	20	45	3	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
2	ED	Modelowanie matematyczne układów elektromaszynowych (MW)	15	0	0	15	30	2	N	
2	ED	Projektowanie elektromaszynowych układów potrzeb własnych elektrowni (MW)	15	0	0	15	30	2	N	
2	EE	Projektowanie układów świetlnooptycznych (MW)	15	0	0	15	30	2	N	
2	EE	Przekształtniki energii ze źródeł odnawialnych (MW)	15	0	0	15	30	2	N	
2	EE	Układy energoelektroniczne specjalnego zastosowania (MW)	15	0	0	15	30	2	N	

2	EE	Układy rekonfigurowalne (MW)	15	0	0	15	30	2	N	
2	ED	Zaawansowane systemy sterowania elektromaszynowymi przetwornikami energii (MW)	15	0	0	15	30	2	N	

### Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	44 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	55 ECTS
Łączna 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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	75 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	6 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	–

### Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	7
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	5
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	10
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	140
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	22
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	13



Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	11
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	12
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	44
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	134
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	15
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	94

### 3.2.2. Blok tematyczny: OZ - Odnawialne źródła energii i technika świetlna

#### Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ED	Eksploatacja generatorów	20	0	25	0	45	4	N	
1	EE	Modelowanie układów świetlnooptycznych	15	0	20	0	35	3	N	
1	EM	Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych	30	0	30	0	60	5	T	
1	EE	Przetwarzanie danych i prognozowanie w energetyce	30	15	15	0	60	5	T	
1	ET	Wytwarzanie rozproszonej energii elektrycznej (OZ)	15	0	20	0	35	3	N	
2	ET	Energetyka jądrowa	30	0	0	20	50	3	N	

2	EE	Logika procesów przetwarzania energii	20	0	30	15	65	5	T	
2	ED	Modelowanie układów energetyki odnawialnej	30	0	15	15	60	5	T	
2	ED	Moduł wybierany I (OZ)	15	0	0	15	30	2	N	
2	ET	Moduł wybierany II (OZ)	15	0	0	15	30	2	N	
2	EE	Niekonwencjonalne źródła energii	15	0	0	20	35	2	N	
2	ET	Układy elektromagnetyczne w energoelektronice (OZ)	30	15	15	0	60	4	T	
2	EE	Wybrane zagadnienia jakości energii elektrycznej (OZ)	30	0	20	0	50	3	N	
3	EE	Kogeneracja i systemy rozproszone	20	0	0	30	50	3	N	
3	EE	Projektowanie iluminacji	20	0	25	0	45	3	N	
3	ZE	Wspólny rynek energii Unii Europejskiej	20	0	0	20	40	2	N	
3	EE	Zaawansowane układy przekształcania energii	30	0	0	25	55	4	T	
3	ET	Zarządzanie energetyką prosumencką (OZ)	30	0	0	20	50	3	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
2	ED	Diagnostyka układów elektromechanicznego przetwarzania energii (MW)	15	0	0	15	30	2	N	
2	ET	Kompatybilność elektromagnetyczna (MW)	15	0	0	15	30	2	N	

2	ET	Ochrona odgromowa turbin wiatrowych i instalacji fotowoltaicznych (MW)	15	0	0	15	30	2	N	
2	ED	Projektowanie elektromaszynowych układów potrzeb własnych elektrowni (MW)	15	0	0	15	30	2	N	
2	ET	Sieci inteligentne (MW)	15	0	0	15	30	2	N	
2	ED	Zaawansowane systemy sterowania elektromaszynowymi przetwornikami energii (MW)	15	0	0	15	30	2	N	

### Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	45 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	61 ECTS
Łączna 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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	75 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	6 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

### Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	7
---	---

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	1
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	11
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	2
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	137
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	20
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	16
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	9
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	15
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	11
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	36
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	12
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	126
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	15
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	103

### 3.2.3. Blok tematyczny: SN - Sterowanie napędami elektrycznymi

#### Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	EU	Interfejsy komunikacyjne w przemyśle	30	0	30	0	60	5	N	
1	EM	Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych	30	0	30	0	60	5	T	
1	ED	Użytkowanie systemów przetwarzania energii	30	0	30	0	60	6	T	

1	ED	Wybrane zagadnienia modelowania CAD (SN)	30	0	30	0	60	4	N	
2	ED	Diagnostyka systemów przetwarzania energii elektrycznej	30	0	25	0	55	4	T	
2	ED	Elektrochemiczne magazyny energii	30	0	20	0	50	4	T	
2	EM	Komputerowe projektowanie systemów pomiarowych	25	0	30	0	55	3	N	
2	ED	Modelowanie elektromechanicznych systemów napędowych	30	0	25	15	70	5	T	
2	EE	Moduł wybierany I (SN)	15	0	0	15	30	2	N	
2	ET	Moduł wybierany II (SN)	15	0	0	15	30	2	N	
2	ET	Systemy zasilania zakładów przemysłowych	30	0	0	20	50	3	N	
2	EE	Wybrane zagadnienia jakości energii elektrycznej (SN)	30	0	20	0	50	3	N	
3	ZE	Bezpieczeństwo energetyczne Unii Europejskiej	20	0	0	20	40	2	N	
3	ED	Projektowanie i modelowanie przetworników elektromaszynowych	30	0	25	15	70	6	T	
3	EE	Układy programowalne	30	0	30	0	60	3	N	
3	EE	Zaawansowane układy przekształcania energii (SN)	30	0	30	0	60	4	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
2	EE	Energoelektroniczne wysokonapięciowe	15	0	0	15	30	2	N	

		przekształtniki trakcyjne (MW)								
2	ET	Kompatybilność elektromagnetyczna (MW)	15	0	0	15	30	2	N	
2	EE	Projektowanie układów świetlno-optycznych (MW)	15	0	0	15	30	2	N	
2	ET	Sieci inteligentne (MW)	15	0	0	15	30	2	N	
2	EE	Wysokosprawne przekształtniki mocy dla systemów transportowych zasilanych energią elektryczną (MW)	15	0	0	15	30	2	N	
2	ET	Zaawansowane metody sterowania w elektroenergetyce (MW)	15	0	0	15	30	2	N	

#### Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	44 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	63 ECTS
Łączna 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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	75 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	6 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	–

#### Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	7
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	1
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	9
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	1
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	121
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	18
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	11
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	5
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	6
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	13
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	67
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	90
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	16
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	106

### 3.3 Treści programowe- studia stacjonarne

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych na stronie wydziału.

Bezpieczeństwo elektrowni jądrowych	K_W02, K_W03, K_U01, K_U11, K_U15, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do współczesnej energetyki jądrowej: rozwój energetyki jądrowej w Polsce i na świecie, zadania organizacji atomistyki, rola elektrowni jądrowych w bilansie energetycznym.</li> <li>• Technologia pracy elektrowni jądrowej: funkcjonowanie i budowa współczesnych elektrowni jądrowych, wyposażenie i oprzyrządowanie pomiarowe reaktora.</li> <li>• Elektrownie jądrowe - szanse i zagrożenia. Wybór lokalizacji elektrowni jądrowych. Problemy związane funkcjonowaniem i zamykaniem elektrowni jądrowych. Utylizacja zużytego paliwa jądrowego i odpadów promieniotwórczych związanych z procesami wydobywania rudy uranu i jego wzbogacania. Proliferacja jądrowa.</li> <li>• Praca elektrowni jądrowych w systemie elektroenergetycznym. Udział elektrowni jądrowych w pokrywaniu dobowego obciążenia systemu elektroenergetycznego. Rola średnich i małych modułowych elektrowni jądrowych.</li> <li>• Kluczowe zagadnienia bezpieczeństwa elektrowni jądrowych: ochrona fizyczna przed atakami terrorystycznymi i zjawiskami naturalnymi, cyberprzestępczość i cyberterrorizm, bezpieczeństwo elektrowni jądrowych w systemie elektroenergetycznym, kultura bezpieczeństwa w energetyce jądrowej.</li> <li>• Trendy rozwoju energetyki jądrowej: koncepcja długoterminowej eksploatacji elektrowni jądrowych. Rozwój elektrowni termojądrowych. Realizowane projekty w zakresie energetyki termojądrowej. Podsumowanie.</li> </ul>	
Bezpieczeństwo energetyczne Unii Europejskiej	K_W02, K_U01, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcie i zakres bezpieczeństwa energetycznego.</li> <li>• Teorie integracji rynku gazu i energii elektrycznej</li> <li>• Cele polityki energetycznej i klimatycznej UE</li> <li>• Otoczenie regulacyjne rynku energii UE</li> <li>• Gospodarka surowcami energetycznymi na rynku energii</li> <li>• Geopolityczne wyzwania wspólnego rynku energii UE</li> <li>• Znaczenie infrastruktury energetycznej na wspólnym rynku energii UE</li> <li>• Struktura bilansu energetycznego a cele klimatyczne 2030</li> <li>• Szanse i wyzwania dla polskich spółek energetycznych na wspólnym rynku EU</li> <li>• Handel surowcami energetycznymi i energią na wspólnym rynku</li> <li>• Znaczenie handlu uprawnieniami do emisji (ETS) dla sektora energetycznego</li> <li>• Znaczenie giełd energii w UE.</li> <li>• Rola instytucji ENTSOG, ENTSOE, ACER.</li> </ul>	
Diagnostyka systemów przetwarzania energii elektrycznej	K_W05, K_W06, K_U08, K_U17, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zjawiska niszczące</li> <li>• Ograniczenia obciążalności</li> <li>• Stany pracy nieustalonej</li> <li>• Wyższe harmoniczne</li> <li>• Awaryjność oraz wybrane stany pracy awaryjnej</li> <li>• Diagnostyka stanu pracy systemu</li> </ul>	
Diagnostyka układów elektromaszynowych	K_W05, K_W06, K_U08, K_U17, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zjawiska niszczące</li> <li>• Ograniczenia obciążalności</li> <li>• Stany pracy nieustalonej</li> <li>• Wyższe harmoniczne</li> <li>• Awaryjność oraz wybrane stany pracy awaryjnej</li> <li>• Diagnostyka stanu pracy systemu</li> </ul>	
Ekologia pola elektromagnetycznego	K_W02, K_W03, K_U01, K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy oddziaływania pola elektromagnetycznego na organizmy żywe i naturalne środowisko człowieka</li> <li>• Uregulowanie prawne i zalecenia normatywne w zakresie bezpiecznego użytkowania systemów elektroenergetycznych i telekomunikacyjnych jako źródeł PEM</li> <li>• Metody i urządzenia do pomiarów wybranych parametrów pola</li> </ul>	



elektromagnetycznego • Symulacje, pomiary i raportowanie danych o PEM dla wybranych zakresów i obszarów oddziaływania pola elektromagnetycznego • Implementacja przepisów i procedur zawartych w uregulowaniach prawnych i normatywnych na wybranych przykładach	
Eksploatacja generatorów	K_W03, K_W06, K_U09, K_U11, K_K01, K_K05
• Turbogenerator jako element systemu elektroenergetycznego • Konstrukcje turbogeneratorów • Stany nieustalone i niesymetryczne turbogeneratorów • Parametry charakterystyczne turbogenerators • Kołysania i stabilność pracy równoległej • Perspektywy wzrostu mocy granicznych • Uszkodzenia eksploatacyjne • Straty i sprawność generatorów synchronicznych • Nietypowe stany pracy turbogeneratorów • Praca wyspowa generatora indukcyjnego • Praca generatora indukcyjnego na sieć sztywną • Generatory synchroniczne z magnesami trwałymi	
Elektrochemiczne magazyny energii	K_W02, K_W03, K_U08, K_U11, K_K01, K_K03
• Elektrochemiczne metody magazynowania energii - wprowadzenie • Elektrochemiczne magazyny energii: - ogniwa pierwotne i wtórne - akumulatory przepływowe, - superkondensatory. • Elektroniczne systemy balansowania ogniw elektrochemicznych • Algorytmy zarządzania pracą magazynów elektrochemicznych (BMS) • Bezpieczeństwo użytkowania elektrochemicznych magazynów energii • Metody wytwarzania i przechowywania wodoru • Ogniwa paliwowe - wymagania i warunki prawidłowej pracy • Współpraca elektrochemicznych magazynów energii z sieciami OFF-Grid i ON-Grid • Wpływ warunków środowiskowych na parametry eksploatacyjne akumulatorów elektrochemicznych	
Elektrochemiczne magazyny energii (BN)	K_W02, K_W03, K_U08, K_U11, K_K01, K_K03
• Elektrochemiczne metody magazynowania energii - wprowadzenie • Elektrochemiczne magazyny energii: - ogniwa pierwotne i wtórne - akumulatory przepływowe, - superkondensatory. • Elektroniczne systemy balansowania ogniw elektrochemicznych • Algorytmy zarządzania pracą magazynów elektrochemicznych (BMS) • Bezpieczeństwo użytkowania elektrochemicznych magazynów energii • Metody wytwarzania i przechowywania wodoru • Ogniwa paliwowe - wymagania i warunki prawidłowej pracy • Współpraca elektrochemicznych magazynów energii z sieciami OFF-Grid i ON-Grid • Wpływ warunków środowiskowych na parametry eksploatacyjne akumulatorów elektrochemicznych	
Energetyka jądrowa	K_W02, K_W03, K_U01, K_U11, K_U15, K_K04
• Wprowadzenie do współczesnej energetyki jądrowej: rozwój energetyki jądrowej w Polsce i na świecie, zadania organizacji atomistyki, rola elektrowni jądrowych w bilansie energetycznym. • Technologia pracy elektrowni jądrowej: funkcjonowanie i budowa współczesnych elektrowni jądrowych, wyposażenie i oprzyrządowanie pomiarowe reaktora. • Stabilność pracy reaktorów jądrowych: efekty reaktywnościowe, produkty rozszczelnienia (trucizny reaktorowe), zmiany reaktywności w stanie ustalonym i nieustalonym • Zasilanie urządzeń elektrowni jądrowych i współpraca z systemem elektroenergetycznym: elektryczny system zasilania elektrowni jądrowej, redundancja ważnych urządzeń i układów zasilających, zasilanie awaryjne i dla potrzeb własnych, most energetyczny, udział elektrowni jądrowych w pokrywaniu dobowego obciążenia systemu elektroenergetycznego. • Kluczowe zagadnienia bezpieczeństwa elektrowni jądrowych: ochrona fizyczna przed atakami terrorystycznymi i zjawiskami naturalnymi, cyberprzestępczość i cyberterrorizm, bezpieczeństwo elektrowni jądrowych w systemie elektroenergetycznym, kultura bezpieczeństwa w energetyce jądrowej. • Trendy rozwoju energetyki jądrowej: koncepcja długoterminowej eksploatacji elektrowni jądrowych, rozwój elektrowni termojądrowych, Międzynarodowy Termojądrowy Reaktor Eksperymentalny ITER, Połączony Torus Europejski (JET), Testowy Reaktor Fuzji Tokamak (TFTR), Reaktor z wykorzystaniem pojemnika inercyjnego, Podsumowanie.	

Historia odkryć naukowych	K_W02, K_U15, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koncepcja ewolucji paradygmatów. Thomas Kuhn. Struktura rewolucji naukowych.</li> <li>• System: definicja, podział, cechy charakterystyczne, przykłady. Podejście systemowe.</li> <li>• Determinizm i mechanistyczny obraz świata.</li> <li>• Losowość. Termodynamika. Entropia. Ekstensywność.</li> <li>• Fraktale, chaos deterministyczny. Samopodobieństwo. Zależności długoterminowe.</li> <li>• Teoretyczne podstawy informatyki (wybrane zagadnienia). Algorytmy.</li> <li>• Grafy – podstawowe parametry. Sieci proste i złożone</li> </ul>	
Interfejsy komunikacyjne w przemyśle	K_W02, K_W03, K_U08, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Współczesne interfejsy komunikacyjne: definicje, podział, standardy, protokoły</li> <li>• Interfejsy przewodowe: protokoły, routing, sygnalizacja, usługi</li> <li>• Interfejsy bezprzewodowe: podstawy telekomunikacji cyfrowej, protokoły, trendy</li> <li>• Wybrane interfejsy przemysłowe i ich właściwości</li> <li>• Projektowanie i symulacja wybranych interfejsów komunikacyjnych</li> <li>• Uruchamianie i testowanie wybranych interfejsów komunikacyjnych</li> </ul>	
Język obcy w nauce i technice	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia elektryki, użyteczne słownictwo związane z tym zagadnieniem</li> <li>• Zasada przyciągania i odpychania się ciał</li> <li>• Międzynarodowy układ jednostek miar</li> <li>• Przewody elektryczne i ich typologia</li> <li>• Pojęcie prądu stałego i zmiennego</li> <li>• Przekaz prądu zmiennego i systemy dystrybucji</li> <li>• Charakterystyka słupów wysokiego napięcia</li> <li>• Typologia transformatorów</li> <li>• Typy generatorów</li> <li>• Charakterystyka turbogeneratorów</li> <li>• Silniki elektryczne</li> <li>• Montaż komutatorów</li> <li>• Przekaz wysokiego napięcia prądu stałego</li> </ul>	
Kogeneracja i systemy rozproszone	K_W01, K_W02, K_W03, K_W05, K_U01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definicja poligeneracji, definicja generacji rozproszonej, przyczyny rozwoju wytwarzania rozproszonego, technologia wytwarzania energii w jednostkach generacji rozproszonej</li> <li>• Energetyka rozproszona z wykorzystaniem silników tłokowych, turbin i mikroturbin gazowych oraz silników Stirlinga. Ogniwa paliwowe w źródłach energii elektrycznej i ciepła.</li> <li>• Wykorzystanie odnawialnych zasobów energii w energetyce rozproszonej</li> <li>• Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w źródłach rozproszonych, Hybrydowe układy poligeneracji</li> <li>• Sterowanie i nadzór w energetyce rozproszonej</li> <li>• Aspekty ekonomiczne rozproszonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła</li> <li>• Wybrane zagadnienia pracy rozproszonych źródeł energii w systemie elektroenergetycznym</li> <li>• Przyłączanie rozproszonych źródeł energii do systemu elektroenergetycznego</li> <li>• Techniczno-ekonomiczna kalkulacja eksploatacji elektrowni (rozproszonych źródeł energii)</li> <li>• Optymalny rozdział obciążeń na jednostki wytwórcze energetyczne</li> </ul>	
Kompatybilność elektromagnetyczna	K_W02, K_W04, K_U01, K_U02, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definicja EMC, terminologia i podstawowe jednostki, charakterystyka zaburzeń elektromagnetycznych (EM) w dziedzinie czasu i częstotliwości, strefy pola wokół źródeł zaburzeń EM</li> <li>• Źródła, klasyfikacja i parametry zaburzeń elektromagnetycznych, propagacja zaburzeń EM i mechanizmy sprzęgania z instalacjami przewodzącymi i urządzeniami</li> <li>• Zaburzenia elektromagnetyczne dużej mocy (LEMP, SEMP i NEMP) i ich oddziaływanie na systemy elektroenergetyczne i instalacje elektryczne. Środki i metody ochrony przed przed zaburzeniami typu LEMP (SPD, ekranowanie, ekwipotencjalizacja, trasowanie przewodów, filtry)</li> <li>• Ochrona awioniki statków powietrznych przed zaburzeniami typu LEMP, uregulowania prawne, typy testów i standardowych impulsów, metody badań odporności awioniki na zaburzenia pochodzące od bezpośrednich wyładowań piorunowych w samolot i w jego pobliżu</li> <li>• Emisyjność i odporność urządzeń elektrycznych i elektronicznych oraz metody badań laboratoryjnych, uregulowania prawne i normy dotyczące emisyjności i odporności urządzeń, wyładowania elektrostatyczne (ESD), środki i metody ograniczania ESD</li> </ul>	

Komputerowe projektowanie systemów pomiarowych	K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_U10, K_U14, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do przyrządów wirtualnych. Wprowadzenie do użytkowania środowiska DASyLab. Współpraca DASyLab z wybranymi modułami akwizycji danych i przyrządami pomiarowymi. Wprowadzenie do użytkowania środowiska VEE. Współpraca VEE z wybranymi przyrządami pomiarowymi. Wprowadzenie do użytkowania środowiska LabVIEW. Przykłady zastosowania wybranych środowisk do analizy sygnałów pomiarowych.</li> </ul>	
Logika procesów przetwarzania energii	K_W01, K_U01, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie, literatura przedmiotu. Ogólna charakterystyka systemów logicznych. • Podstawowe elementy systemów logicznych w układach energetycznych • Sieci przekaźnikowe • Systemy logiczne bistabilne w układach energetycznych • Modelowanie cyfrowe systemów energetycznych</li> </ul>	
Metody numeryczne w elektrotechnice	K_W01, K_W03, K_U08, K_U16, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metoda równań Lagrange'a do obliczania dynamiki układów elektromechanicznych • Metody numerycznego rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych • Metoda elementów skończonych</li> </ul>	
Metody numeryczne w elektrotechnice (SN)	K_W01, K_W03, K_U08, K_U16, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metoda równań Lagrange'a do obliczania dynamiki układów elektromechanicznych • Metody numerycznego rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych • Metoda elementów skończonych</li> </ul>	
Metody wspomagania decyzji w energetyce	K_W05, K_W08, K_U01, K_U04, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historia metod wspierających procesy decyzyjne, systemy CAPD oraz wykorzystanie AI w podejmowaniu decyzji. • Analiza przedsięwzięć o efekcie energetycznym pod kątem przyjętych kryteriów • Metody wspomagania decyzji dla danych pewnych. • Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w warunkach ryzyka • Metody wielokryterialnego wspomagania decyzji dla danych niepewnych • Wspomaganie danych w warunkach dodatkowych informacji</li> </ul>	
Modelowanie elektromechanicznych systemów napędowych	K_W01, K_W02, K_W03, K_U01, K_U06, K_U08, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematyka modelowania układów elektromechanicznych i złożonych układów napędowych. Podstawy teorii elektromechanicznego przetwarzania energii, analogie elektromechaniczne, równania Hamiltona i Lagrange'a • Formułowanie równań modeli matematycznych układów elektromechanicznych o ruchu liniowym i obrotowym. Identyfikacja parametrów, obliczanie rozkładu pola magnetycznego, obliczanie współczynników indukcyjności • Zarys teorii transformacji współrzędnych, warunek niezmienniczości mocy • Metody rozwiązywania równań układów elektromechanicznych dla analizy stanów nieustalonych, stanów ustalonych, analizy pól i momentów • Narzędzia komputerowego wspomagania prac inżynierskich, budowa modelu symulacyjnego układu napędowego, przykłady symulacji w pakiecie Matlab/Simulink • Podstawy modelowania układów zasilających przetworniki elektromechaniczne. Modelowanie matematyczne i badania symulacyjne maszyn elektrycznych: indukcyjnej, synchronicznej, maszyn komutatorowych • Modele matematyczne i symulacyjne maszyn elektrycznych z komutatorem elektronicznym typu: maszyny reluktancyjne przełączalne (SRM), maszyny z magnesami trwałymi (PMSM i BLDC) • Modelowanie złożonych systemów napędu elektrycznego</li> </ul>	
Modelowanie układów energetyki odnawialnej	K_W01, K_W07, K_U10, K_K02

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematyka modelowania układów elektromechanicznych . Podstawy teorii elektromechanicznego przetwarzania energii, analogie elektromechaniczne, równania Hamiltona i Lagrange'a</li> <li>• Formułowanie równań modeli matematycznych układów elektromechanicznych. Identyfikacja parametrów, obliczanie rozkładu pola magnetycznego, obliczanie współczynników indukcyjności</li> <li>• Zarys teorii transformacji współrzędnych, warunków niezmienniczości mocy. Metody rozwiązywania równań układów elektromechanicznych.</li> <li>• Narzędzia komputerowego wspomagania prac inżynierskich, budowa modelu symulacyjnego układu elektromechanicznego. Przykłady symulacji w pakiecie Matlab/Simulink.</li> <li>• Modelowanie matematyczne transformatorów, maszyn elektrycznych indukcyjnych i synchronicznych.</li> <li>• Modelowanie matematyczne maszyn elektrycznych z komutatorem elektronicznym typu: maszyny reluktancyjne przełączalne (SRM), maszyny z magnesami trwałymi (PMSM i BLDC)</li> <li>• Energetyka wodna, modelowanie zespołu turbina - generator synchroniczny.</li> <li>• Energetyka wiatrowa, modelowanie elektrowni wiatrowych i farm wiatrowych.</li> <li>• Energetyka słoneczna, modelowanie kolektorów słonecznych i ogniw fotowoltaicznych.</li> </ul>	
Modelowanie układów świetlnooptycznych	K_W02, K_W03, K_U01, K_U06, K_U13, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omówienie podstawowych zagadnień związanych z rolą odbłyśników w kształtowaniu biegu promieni świetlnych. Zapoznanie się z tokiem komputerowego projektowania opraw oświetleniowych.</li> <li>• Omówienie właściwości refleksyjno-transmisyjnych materiałów stosowanych do budowy układów optycznych. Wpływ geometrii i cech refleksyjno-transmisyjnych układu optycznego i właściwości świetlnych źródła światła na bryłę fotometryczną oprawy oświetleniowej.</li> <li>• Podstawy geometryczne kształtowania bryły fotometrycznej opraw oświetleniowych. Obliczenia fotometryczne opraw oświetleniowych.</li> <li>• Definiowanie wymagań fotometrycznych oprawy oświetleniowej. Metody projektowania układów optycznych opraw oświetleniowych. Projektowanie reflektorów obrotowo-symetrycznych.</li> <li>• Metody kształtowania bryły fotometrycznej źródeł liniowych. Projektowanie reflektorów symetrycznych i asymetrycznych.</li> <li>• Metody kształtowania bryły fotometrycznej źródeł LED. Projektowanie soczewek i kolimatorów dla źródeł LED.</li> <li>• Metody kształtowania bryły fotometrycznej wieloźródłowych matryc LED. Projektowanie układów optycznych dla wieloźródłowych matryc LED.</li> </ul>	
Niekonwencjonalne źródła energii	K_W02, K_W03, K_U11, K_K02, K_K03, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• energia geotermalna, energia z biomasy i biogazu, biopaliwa, energia odpadowa, pompy ciepła, ogniwa paliwowe i paliwo wodorowe, energia fal i pływów morskich</li> <li>• 1. Zadanie projektowe z obliczenia zapotrzebowania mocy i energii do ogrzewania wybranego obiektu budowlanego z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii.</li> <li>2. Zadanie z energetyki wiatrowej (obliczenie możliwej do uzyskania w ciągu roku energii z elektrowni wiatrowej na podstawie danego rocznego rozkładu prędkości wiatru, wysokości zainstalowanej turbiny oraz średnicy łopat ).</li> <li>• ogniwa fotowoltaiczne, moduły fotowoltaiczne, proste systemy fotowoltaiczne, proste systemy kolektorów słonecznych, energetyka wiatrowa, turbiny wiatrowe, farmy wiatrowe lądowe, farmy wiatrowe morskie, zasobniki energii</li> </ul>	
Niekonwencjonalne źródła energii (BN)	K_W02, K_W03, K_U11, K_K02, K_K03, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• energia geotermalna, energia z biomasy i biogazu, biopaliwa, energia odpadowa, pompy ciepła, ogniwa paliwowe i paliwo wodorowe, energia fal i pływów morskich</li> <li>• 1. Zadanie projektowe z obliczenia zapotrzebowania mocy i energii do ogrzewania wybranego obiektu budowlanego z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii.</li> <li>2. Zadanie z energetyki wiatrowej (obliczenie możliwej do uzyskania w ciągu roku energii z elektrowni wiatrowej na podstawie danego rocznego rozkładu prędkości wiatru, wysokości zainstalowanej turbiny oraz średnicy łopat ).</li> <li>• ogniwa fotowoltaiczne, moduły fotowoltaiczne, proste systemy</li> </ul>	

fotowoltaiczne, proste systemy kolektorów słonecznych, energetyka wiatrowa, turbiny wiatrowe, farmy wiatrowe lądowe, farmy wiatrowe morskie, zasobniki energii	
Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych	K_W01, K_W06, K_U09, K_U17, K_K01, K_K03, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do MEWN. Opis właściwości sygnałów i przetworników pomiarowych. Czujniki parametryczne i generacyjne. Elektryczne układy przetwarzające i układy kondycjonowania sygnałów. Systemy zbierania i przetwarzania danych pomiarowych. Pomiary temperatury. Specjalizowane moduły systemów pomiarowych: kondycjonery, wzmacniacze pomiarowe, multipleksery, przetworniki A/C i C/A, liczniki, interfejsy komunikacyjne. Pomiary siły, masy, ciśnienia. Pomiar wielkości geometrycznych. Pomiar wielkości kinematycznych. Pomiary hałasów i wibracji. Pomiary fizykochemiczne. Przykłady stosowania analizy sygnałów. Metody zmniejszania błędów pomiarów.</li> </ul>	
Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych (BN)	K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_U10, K_U14, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do MEWN. Opis właściwości sygnałów i przetworników pomiarowych. Czujniki parametryczne i generacyjne. Elektryczne układy przetwarzające i układy kondycjonowania sygnałów. Systemy zbierania i przetwarzania danych pomiarowych. Wprowadzenie do użytkowania oprogramowania LabVIEW. Zastosowanie środowiska LabVIEW do pomiarów wybranych wielkości nieelektrycznych. Pomiary temperatury. Specjalizowane moduły systemów pomiarowych: kondycjonery, wzmacniacze pomiarowe, multipleksery, przetworniki A/C i C/A, liczniki, interfejsy komunikacyjne. Pomiary siły, masy, ciśnienia. Pomiar wielkości geometrycznych. Pomiar wielkości kinematycznych. Pomiary hałasów i wibracji. Pomiary fizykochemiczne. Przykłady stosowania analizy sygnałów w pomiarach wielkości nieelektrycznych.</li> </ul>	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U03, K_U11, K_U12, K_U15
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dyskusje na temat realizowanej pracy dyplomowej.</li> </ul>	
Projektowanie i modelowanie przetworników elektromaszynowych	K_W01, K_W02, K_W03, K_U01, K_U06, K_U08, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Projektowanie i modelowanie maszyn indukcyjnych • Projektowanie i modelowanie maszyn synchronicznych ze wzbudzeniem elektromagnetycznym • Projektowanie i modelowanie maszyn synchronicznych z magnesami trwałymi • Projektowanie i modelowanie maszyn synchronicznych reluktancyjnych • Projektowanie i modelowanie maszyn reluktancyjnych przełączalnych</li> </ul>	
Projektowanie iluminacji	K_W01, K_W05, K_W07, K_U07, K_U08, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Omówienie podstawowych zagadnień związanych z psychofizjologią widzenia w porze nocnej. • Omówienie wielkości fotometrycznych stosowanych w iluminacji. • Podstawy geometryczne kształtowania bryły fotometrycznej opraw oświetleniowych. Dobór opraw oświetleniowych • Opracowanie koncepcji iluminacji. Definiowanie obszarów pozbawionych oświetlenia. • Wykorzystanie w iluminacji zasad iluminacji. • Opracowanie wizualizacji komputerowej oraz ilustracji rozkładu luminancji na elewacji obiektu architektonicznego.</li> </ul>	
Przetwarzanie danych i prognozowanie w energetyce	K_W01, K_W08, K_U01, K_U14, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prezentacja danych statystycznych . Parametry statystyczne. Charakterystyki stosowane w energetyce. • Statystyczna analiza i przetwarzanie danych z TGE, URE i KSE, a w szczególności danych dla RDN, RB , raportów URE i KSE . • Analiza możliwości zastosowania sieci neuronowych do prognozowania szeregów czasowych w energetyce. • Prezentacja</li> </ul>	

danych statystycznych .Rozkłady empiryczne i miary. • Szeregi czasowe i prognozowanie w energetyce . Ocena prognoz. • Parametry i charakterystyki danych wykorzystywanych w energetyce. • Wykorzystanie sztucznej inteligencji w prognozowaniu szeregów czasowych.	
Rozproszone systemy automatyki	K_W03, K_W05, K_U06, K_U11, K_K03, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do sieci przemysłowych i rozproszonych systemów sterowania. Cechy charakterystyczne sieci przemysłowych. Metody dostępu do łącza. Modele wymian komunikatów. • Architektura rozproszonych systemów sterowania DCS. Stacje procesowe, operatorskie i inżynierskie. Architektura systemu Freelance ABB. Środowisko inżynierskie Control Builder F. • Programowanie w językach normy IEC1131-3. Język FBD. Schemat FBD. Drzewo projektu. • Tworzenie wizualizacji w DigiVis. Sygnalizacja alarmowa budynku. Alarmowanie i ostrzeganie. Ruch dyskretny i ciągły. Widoczność. • Konfiguracja obrazów standardowych. Stacyjka operatorska – faceplate. Parametryzacja on-line. Biblioteczne elementy animowane. • Języki normy IEC 61131-3 w środowisku inżynierskim CPDev. Rozproszony system kontrolno-pomiarowy ze sterownikiem SMC. • Protokół Modbus. System rozproszony ze sterownikiem PLC, komunikacją Modbus oraz wizualizacją SCADA.</li> </ul>	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U07
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura pracy, podział treści na rozdziały i podrozdziały. • Zasady tworzenia części teoretycznej i praktycznej pracy. • Prezentacja części teoretycznej pracy. Dopracowanie spisu treści, tezy, celu, zakresu. • Omówienie zasad prezentacji pracy w zakresie części praktycznej. • Prezentacje części praktycznej prac.</li> </ul>	
Sieci inteligentne	K_W02, K_W03, K_W04, K_U03, K_U08, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do zastosowania inteligentnych metod komputerowych w energetyce. • Instalacje i systemy w inteligentnych budynkach lub Inteligentny budynek – projektowanie i użytkowanie. Zdalne odczyty – bezpieczeństwo stosowane. Bezprzewodowe sieci czujników w internecie rzeczy. • BIG data w energetyce jako jeden z elementów leżących u podstaw idei Przemysłu 4.0. Metodologia analizy sieci – zbierania danych, przetwarzania i ich interpretacji. • Audyting energetyczny - podstawowe określenia. Sposoby podejścia podczas realizacji audytingu. Cel audytingu, przygotowanie i gromadzenie informacji, pomiary, zestawienie bilansu energetycznego. • Automatyka i sterowanie - Robotyzacja i automatyzacja. Przemysł 4.0. Wizja nowoczesnego przemysłu. Cyberbezpieczeństwo w zakładzie przemysłowym. Wprowadzenie systemu informatycznego w przemyśle na przykładzie. • Integracja odnawialnych źródeł energii i magazynowania w inteligentnych sieciach. Rozproszony system kryptoanalizy szyfrów opartych na krzywych eliptycznych. Ochrona danych pomiarowych oraz przeciwdziałania atakom.</li> </ul>	
Systemy zasilania zakładów przemysłowych	K_W01, K_W02, K_U01, K_U11, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe informacje dotyczące systemów elektroenergetycznych w przemyśle. Podstawowe parametry sieci zasilających. Klasyfikacja odbiorników i ich wymagania. Układy zasilania z sieci publicznych i własnych źródeł. Struktura sieci elektroenergetycznych: sieci niskiego, średniego i wysokiego napięcia, rozdzielnie i stacje transformatorowe, zabezpieczenia i automatyka w systemach przemysłowych. • Obliczenia techniczne sieci przemysłowych niskiego i średniego napięcia: spadków napięcia w sieci, strat mocy i energii elektrycznej, dobór przewodów na długotrwałą obciążalność i przeciążalność prądową oraz na warunki zwarciov. • Dobór transformatorów. Zabezpieczenia transformatorów SN/nn i stacji transformatorowo-rozdzielczej SN/nn. Obliczenia niezawodnościowe sieci przemysłowych: wskaźników nieciągłości zasilania wybranych układów sieci, Obliczanie wskaźników zawodności bloków sieciowych. • Obliczenia ekonomiczne sieci</li> </ul>	

<p>przemysłowych: metoda kosztów rocznych i zdyskontowanych kosztów rocznych, wartości bieżącej netto (NPV), zmodyfikowanych kosztów rocznych, minimalnych kosztów wieloletnich sieci przemysłowych, kosztów krańcowych, wewnętrznej stopy zwrotu (IRR). Analiza finansowa i ocena efektywności projektów inwestycyjnych w elektroenergetyce. • Analiza strat mocy w zakładach przemysłowych, kompensacja mocy biernej, jakość energii elektrycznej i metody jej poprawy. Projektowanie układów zasilających dla różnych sektorów przemysłowych.</p>	
Technologia BIM w zarządzaniu instalacjami elektrycznymi	K_W02, K_W03, K_U06, K_U08, K_K03, K_K04
<p>• Wprowadzenie do technologii BIM. • Wielowymiarowość oraz informacje zawarte w modelach BIM. • Narzędzia komputerowe wspomagające projektowanie w technologii BIM. • Metody kosztorysowania robót budowlanych. • Przedmiarowanie w oparciu o technologię BIM. • Kosztorysowanie z wykorzystaniem technologii BIM.</p>	
Technologie wodorowe w wytwarzaniu i magazynowaniu energii elektrycznej	K_W02, K_W03, K_U08, K_U11, K_K03, K_K04
<p>• Omówienie podstawowych pojęć związanych z wodorem jako nośnikiem energii. Znaczenie wodoru dla transformacji energetycznej i neutralności klimatycznej. • Charakterystyka głównych technologii produkcji wodoru: elektroliza wody (z odnawialnych źródeł energii), reforming parowy metanu, piroza biomasy, fotokataliza. • Rodzaje elektrolizerów: alkaliczne, PEM (Proton Exchange Membrane), SOEC (Solid Oxide). Ich zastosowanie w produkcji "zielonego wodoru". • Omówienie metod magazynowania wodoru: sprężanie, skraplanie, magazynowanie w formie chemicznej (np. wodorki metali). • Budowa i zasada działania ogniw paliwowych. Typy ogniw: PEMFC, SOFC, MCFC, AFC. Przykłady zastosowań w energetyce i transporcie. • Zastosowanie wodoru do bilansowania systemu energetycznego, stabilizacji sieci i integracji odnawialnych źródeł energii. • Opis koncepcji P2H2P: magazynowanie nadwyżek energii elektrycznej poprzez produkcję wodoru i jego późniejsze wykorzystanie w ogniwach paliwowych. • Analiza zagrożeń związanych z produkcją, magazynowaniem i transportem wodoru. Normy bezpieczeństwa i dobre praktyki w projektowaniu instalacji wodorowych. • Przykłady zastosowań wodoru: w mikrosieciach, gospodarstwach domowych, zakładach przemysłowych i magazynach energii wielkoskalowej. • Nowe technologie produkcji i magazynowania wodoru, rozwój ogniw paliwowych, wodór jako surowiec przemysłowy, inicjatywy rządowe i międzynarodowe strategie.</p>	
Układy elektromagnetyczne w energoelektronice	K_W01, K_W02, K_U11, K_U12, K_K01, K_K04
<p>• Program przedmiotu. Zasady zaliczania. Literatura przedmiotu. Modele obwodowe i polowe układów elektromagnetycznych. Metoda elementów skończonych w symulacji układów elektromagnetycznych. • Modelowanie dynamiki układów elektromagnetycznych. Straty w układach elektromagnetycznych. Modelowanie zjawiska histerezy oraz prądów wirowych. • Uproszczona analiza układów prostowniczych z autotransformatorem. Dławiki IPT, ZSBT, HBR. • Topologie wielopulsowych układów prostowniczych o połączeniu równoległym zasilanych z autotransformatorów bez użycia dławików IPT. Sposoby połączeń uzwojeń autotransformatora umożliwiające uzyskanie wielofazowych napięć wyjściowych. Parametry charakterystyczne autotransformatorów zasilających układy prostownicze 18-pulsowe. • Układy prostownicze z autotransformatorem o połączeniu gwiazdowym i trójkątnym. Zwiększanie liczby pulsów prostownika 12-pulsowego za pomocą dławików IPT oraz diod. Układy prostownicze wielopulsowe (12/24-pulsowe) z zastosowaniem łączników o zwiększonej częstotliwości łączeń. • Układy prostownicze 12, 24, 30-pulsowe z dławikami niesprężonymi magnetycznie. • Metody zmniejszania THD prądów układów wielopulsowych</p>	

z wykorzystaniem układów aktywnych. Prostownik 6-pulsowy z dodatkową generacją prądów piłokształtnych. Prostownik 12-pulsowy z dławikami niesprzężonymi i dodatkową modulacją prądu. Prostownik 18-pulsowy z autotransformatorem i przekształtnikami typu Boost.	
Układy elektromagnetyczne w energoelektronice (OZ)	K_W01, K_W02, K_U11, K_U12, K_K01, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Program przedmiotu. Zasady zaliczania. Literatura przedmiotu. Modele obwodowe i polowe układów elektromagnetycznych. Metoda elementów skończonych w symulacji układów elektromagnetycznych.</li> <li>• Modelowanie dynamiki układów elektromagnetycznych. Straty w układach elektromagnetycznych. Modelowanie zjawiska histerezy oraz prądów wirowych.</li> <li>• Uproszczona analiza układów prostowniczych z autotransformatorem. Dławiki IPT, ZSBT, HBR.</li> <li>• Topologie wielopulsowych układów prostowniczych o połączeniu równoległym zasilanych z autotransformatorów bez użycia dławików IPT. Sposoby połączeń uzwojeń autotransformatora umożliwiające uzyskanie wielofazowych napięć wyjściowych. Parametry charakterystyczne autotransformatorów zasilających układy prostownicze 18-pulsowe.</li> <li>• Układy prostownicze z autotransformatorem o połączeniu gwiazdowym i trójkątnym. Zwiększanie liczby pulsów prostownika 12-pulsowego za pomocą dławików IPT oraz diod. Układy prostownicze wielopulsowe (12/24-pulsowe) z zastosowaniem łączników o zwiększonej częstotliwości łączeń.</li> <li>• Układy prostowniczy 12, 24, 30-pulsowe z dławikami niesprzężonymi magnetycznie.</li> <li>• Metody zmniejszania THD prądów układów wielopulsowych z wykorzystaniem układów aktywnych. Prostownik 6-pulsowy z dodatkową generacją prądów piłokształtnych. Prostownik 12-pulsowy z dławikami niesprzężonymi i dodatkową modulacją prądu. Prostownik 18-pulsowy z autotransformatorem i przekształtnikami typu Boost.</li> </ul>	
Układy programowalne	K_W02, K_W03, K_U01, K_U14, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• rys historyczny, terminologia</li> <li>• Środowiska wspierające komputerowo konfigurację układów programowalnych</li> <li>• Struktura układów arytmetycznych</li> <li>• Układy elektroniczne o programowalnej strukturze, ich rozwój i stan obecny</li> <li>• Struktura i cechy układów PAL i PLA. Przykłady realizacji wybranych układów cyfrowych</li> <li>• Układy CPLD (Complex Programmable Logic Device). Struktura wewnętrzna makrokomórek logicznych, bloków funkcjonalnych, zdolności łączeniowe matryc łączeniowych kluczy</li> <li>• Układy programowalne FPGA (Field Programmable Gate Array). Omówienie struktury i możliwości podstawowych rodzin układów FPGA. Realizacja układów mikroprogramowalnych</li> <li>• Wykorzystanie struktur programowalnych do sterowania i modelowania obiektów w czasie rzeczywistym.</li> <li>• Koncepcja układów elektronicznych typu ASIC</li> <li>• Podstawy języka opisu sprzętu VHDL</li> </ul>	
Użytkowanie systemów przetwarzania energii	K_W02, K_W03, K_U08, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbogenerator jako element systemu elektroenergetycznego</li> <li>• Konstrukcje turbogeneratorów</li> <li>• Stany nieustalone i niesymetryczne turbogeneratorów</li> <li>• Parametry charakterystyczne turbogenerators</li> <li>• Kołysania i stabilność pracy równoległej</li> <li>• Perspektywy wzrostu mocy granicznych</li> <li>• Uszkodzenia eksploatacyjne</li> <li>• Straty i sprawność generatorów synchronicznych</li> <li>• Nietypowe stany pracy turbogeneratorów</li> <li>• Praca wyspowa generatora indukcyjnego</li> <li>• Praca generatora indukcyjnego na sieć sztywną</li> <li>• Generatory synchroniczne z magnesami trwałymi</li> </ul>	
Wspólny rynek energii Unii Europejskiej	K_W02, K_U01, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcie i zakres bezpieczeństwa energetycznego.</li> <li>• Teorie integracji rynku gazu i energii elektrycznej</li> <li>• Cele polityki energetycznej i klimatycznej UE</li> <li>• Otoczenie regulacyjne rynku energii UE</li> <li>• Gospodarka surowcami energetycznymi na rynku energii</li> <li>• Geopolityczne wyzwania wspólnego rynku energii UE</li> <li>• Znaczenie infrastruktury energetycznej na wspólnym</li> </ul>	



rynku energii UE • Struktura bilansu energetycznego a cele klimatyczne 2030 • Szanse i wyzwania dla polskich spółek energetycznych na wspólnym rynku EU • Handel surowcami energetycznymi i energią na wspólnym rynku • Znaczenie handlu uprawnieniami do emisji (ETS) dla sektora energetycznego • Znaczenie giełd energii w UE. • Rola instytucji ENTSOG, ENTSOE, ACER.	
Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroenergetyki. (w j. obcym)	K_W02, K_U02, K_K04
• Wybrane zagadnienia dotyczące elektrotechniki oraz elektroniki • Wybrane zagadnienia związane z architekturą komputerów oraz ich działaniem	
Wybrane zagadnienia jakości energii elektrycznej (OZ)	K_W03, K_W04, K_W06, K_U09, K_U11, K_K01, K_K03
• Jakość energii elektrycznej, parametry jakości • Rodzaje zaburzeń i zakłóceń elektromagnetycznych, Normy i rozporządzenia związane z jakością energii elektrycznej i kompatybilnością elektromagnetyczną • Napięcie jako parametr jakości energii elektrycznej, odchylenia i wahania napięcia, sposoby regulacji, asymetria napięć w układach trójfazowych • Odkształcenia napięć i prądów - składowe harmoniczne przebiegów • Niezawodność zasilania • Wyznaczanie podstawowych parametrów jakości energii elektrycznej • Wpływ parametrów jakości energii elektrycznej na pracę odbiorników i na sieć zasilającą • Układy energoelektroniczne do poprawy jakości energii	
Wybrane zagadnienia jakości energii elektrycznej (SN)	K_W03, K_W04, K_W06, K_U09, K_U11, K_K01, K_K03
• Jakość energii elektrycznej, parametry jakości • Rodzaje zaburzeń i zakłóceń elektromagnetycznych, Normy i rozporządzenia związane z jakością energii elektrycznej i kompatybilnością elektromagnetyczną • Napięcie jako parametr jakości energii elektrycznej, odchylenia i wahania napięcia, sposoby regulacji, asymetria napięć w układach trójfazowych • Odkształcenia napięć i prądów - składowe harmoniczne przebiegów • Niezawodność zasilania • Wyznaczanie podstawowych parametrów jakości energii elektrycznej • Wpływ parametrów jakości energii elektrycznej na pracę odbiorników i na sieć zasilającą • Układy energoelektroniczne do poprawy jakości energii	
Wybrane zagadnienia modelowania CAD (BN)	K_W03, K_W05, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03
• Omówienie zagadnień związanych z projektowaniem inżynierskim . Przegląd oprogramowania CAX. • Modelowanie parametryczne w procesie projektowania inżynierskiego • Modelowanie bryłowe • Modelowanie zespołów • Tworzenie dokumentacji rysunkowej 2D • Zaawansowane techniki modelowania 3D • Projekt zaliczeniowy	
Wybrane zagadnienia modelowania CAD (SN)	K_W03, K_W05, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03
• Omówienie zagadnień związanych z projektowaniem inżynierskim . Przegląd oprogramowania CAX. • Modelowanie parametryczne w procesie projektowania inżynierskiego • Modelowanie bryłowe • Modelowanie zespołów • Tworzenie dokumentacji rysunkowej 2D • Zaawansowane techniki modelowania 3D • Projekt zaliczeniowy	
Wykład monograficzny	K_W02, K_W03, K_K05
• Wyładowania atmosferyczne a środowisko naturalne, globalny obwód elektryczny, fale Schumanna, zagrożenia infrastruktury technicznej i istot żywych związane z oddziaływaniem wyładowań atmosferycznych, parametry wyładowań atmosferycznych, modelowanie kanału piorunowego z prądem udarowym, systemy lokalizacji wyładowań atmosferycznych • Impuls elektromagnetyczny LEMP i mechanizmy jego sprzężenia z układami przewodzącymi. Modelowanie wpływu prądu piorunowego i LEMP na linie elektroenergetyczne i instalacje elektryczne, symulacje komputerowe rozkładu prądu piorunowego w instalacji odgromowej i	

<p>przepięć atmosferycznych w liniach elektroenergetycznych • Przegląd równań różniczkowych zwyczajnych, układy równań. Metoda zmiennych stanu. Przegląd równań różniczkowych cząstkowych: równania Laplace’a i Poisson’a; równanie przewodzenia ciepła (równanie dyfuzji); równanie falowe, równania biharmoniczne i bifalowe; równan Przegląd równań całkowych Volterra i Fredholma. Rodzaje sformułowań zagadnień granicznych: klasyczne, wariacyjne: silne, słabe i odwrotne. Różnice skończone, ilorazy różnicowe (rodzaje), metoda różnic skończonych (FDM). Metoda elementów skończonych (FEM): funkcje kształtu, wyprowadzenie równoważnego układu równań algebraicznych, analiza, zastosowanie. Metoda elementów brzegowych (BEM): wyprowadzenie równoważnego układu równań algebraicznych, analiza, zastosowanie. Metoda Trefftza: T-funkcje, metoda Trefftza-Herrery, metoda Trefftza-Jirouska, metoda Trefftza-Kupradze. Przegląd metod brzegowych hybrydowych. Zastosowanie metod numerycznych w elektrotechnice: pole elektrostatyczne, zagadnienie brzegowe teorii rozchodzenia się dźwięku, zagadnienia brzegowe teorii pola elektromagnetycznego.</p>	
Wysokonapięciowe systemy przesyłowo-rozdzielcze	K_W02, K_W03, K_U08, K_U09, K_K01, K_K04
<p>• Ogólna charakterystyka i tendencje rozwojowe sieci elektroenergetycznych. Organizacja elektroenergetyki krajowej • Struktura sieci elektroenergetycznej • Straty i spadki napięć, straty mocy i energii, metody zmniejszania strat. • Przesył energii liniami najwyższych napięć AC i DC • Niezawodność elektroenergetycznych systemów sieciowych • Układy rozdzielni wysokich i najwyższych napięć • Urządzenia stacyjne • Połączenia elementów systemów rozdzielczych</p>	
Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej	K_W01, K_W02, K_W03, K_U06, K_U11, K_K02, K_K04
<p>• Wprowadzenie do generacji rozproszonej: przyczyny i stan rozwoju, definicje oraz klasyfikacja wytwarzania rozproszonego, stosowane technologie i źródła energii, miejsce w systemie elektroenergetycznym. • Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w energetyce rozproszonej. Analiza stosowanych technologii. Stan obecny i prognozowany. Aktualne trendy rozwojowe. Budowa systemów rozproszonej generacji w oparciu o zasoby odnawialne. Przykłady zastosowań. Sposoby szacowania ilości generowanej energii. • Technologie generacji rozproszonej w oparciu o zasoby nieodnawialne. Klasyfikacja, obszary zastosowań, przedstawianie wad i zalet stosowanych obecnie rozwiązań. Budowa systemów rozproszonej generacji w oparciu o silniki spalinowe i turbiny gazowe. Analiza sprawności generacji energii i metody jej poprawy. Przykłady wybranych realizacji. • Hybrydowe systemy wytwórcze i wytwarzanie skojarzone. Definicja kogeneracji, założenia, wymagania i wyzwania. Charakterystyka układów kogeneracyjnych. Metody obniżenia strat. Ocena efektywności energetycznej elektrociepłowni pracujących z wykorzystaniem wybranych technologii. Analiza przykładowych realizacji układów kogeneracyjnych w wybranych elektrociepłowniach. • Sterowanie, nadzór i integracja źródeł rozproszonych. Charakterystyka Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) w kontekście generacji rozproszonej. Cele działania oraz stosowane układy systemów sterowania i nadzoru. System zarządzania i integracja źródeł rozproszonych z KSE. Przykłady stosowanych rozwiązań. • Formalno-prawne i ekonomiczne aspekty energetyki rozproszonej. Podział, charakterystyka i metodyka obliczania kosztów wytwarzania energii elektrycznej lub cieplnej. Udział kosztów w nakładzie inwestycyjnym. Formy wsparcia finansowego w generacji rozproszonej.</p>	
Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej (OZ)	K_W01, K_W02, K_W03, K_U06, K_U11, K_K02, K_K04

• Wprowadzenie do generacji rozproszonej: przyczyny i stan rozwoju, definicje oraz klasyfikacja wytwarzania rozproszonego, stosowane technologie i źródła energii, miejsce w systemie elektroenergetycznym. • Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w energetyce rozproszonej. Analiza stosowanych technologii. Stan obecny i prognozowany. Aktualne trendy rozwojowe. Budowa systemów rozproszonej generacji w oparciu o zasoby odnawialne. Przykłady zastosowań. Sposoby szacowania ilości generowanej energii. • Technologie generacji rozproszonej w oparciu o zasoby nieodnawialne. Klasyfikacja, obszary zastosowań, przedstawianie wad i zalet stosowanych obecnie rozwiązań. Budowa systemów rozproszonej generacji w oparciu o silniki spalinowe i turbiny gazowe. Analiza sprawności generacji energii i metody jej poprawy. Przykłady wybranych realizacji. • Hybrydowe systemy wytwórcze i wytwarzanie skojarzone. Definicja kogeneracji, założenia, wymagania i wyzwania. Charakterystyka układów kogeneracyjnych. Metody obniżenia strat. Ocena efektywności energetycznej elektrociepłowni pracujących z wykorzystaniem wybranych technologii. Analiza przykładowych realizacji układów kogeneracyjnych w wybranych elektrociepłowniach. • Sterowanie, nadzór i integracja źródeł rozproszonych. Charakterystyka Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) w kontekście generacji rozproszonej. Cele działania oraz stosowane układy systemów sterowania i nadzoru. System zarządzania i integracja źródeł rozproszonych z KSE. Przykłady stosowanych rozwiązań. • Formalno-prawne i ekonomiczne aspekty energetyki rozproszonej. Podział, charakterystyka i metodyka obliczania kosztów wytwarzania energii elektrycznej lub ciepłej. Udział kosztów w nakładzie inwestycyjnym. Formy wsparcia finansowego w generacji rozproszonej.

Zaawansowane układy przekształcania energii

K\_W02, K\_W03, K\_U08, K\_U11, K\_U13, K\_K03, K\_K05

• Wprowadzenie, Literatura przedmiotu. Nowoczesne przyrządy półprzewodnikowe mocy: moduły mocy, inteligentne moduły mocy . • Przekształtniki energoelektroniczne o dwukierunkowym przepływie energii. Podział: ze względu na sposób przekształcania energii elektrycznej, ze względu na budowę, zwrot napięcia. Prostowniki (AC/DC), Przetworniki prądu stałego (DC/DC). Falowniki (DC/AC), Badanie modułu tranzystorowego. Badanie dwukierunkowych przekształtników AC/DC • Zastosowania przekształtników wielopoziomowych w zakresie napędów z silnikami prądu stałego i przemiennego i zasilania urządzeń elektrotermicznych. Zastosowania przekształtników energoelektronicznych w zakresie zasilania urządzeń oświetlenia elektrycznego, Badanie przekształtnika o odwróconym kierunku napięcia wyjściowego. • Zastosowania przekształtników energoelektronicznych w zakresie układów rezerwowego zasilania prądu przemiennego 50 Hz stosowane w sieciach komputerowych, w telekomunikacji i w medycynie, stabilizowane źródła napięcia i prądu. Badanie falownika do zasilania lampy fluorescencyjnej.

Zaawansowane układy przekształcania energii (SN)

K\_W02, K\_W03, K\_U08, K\_U11, K\_U13, K\_K03, K\_K05

• Wprowadzenie, Literatura przedmiotu. Nowoczesne przyrządy półprzewodnikowe mocy: moduły mocy, inteligentne moduły mocy . • Przekształtniki energoelektroniczne o dwukierunkowym przepływie energii. Podział: ze względu na sposób przekształcania energii elektrycznej, ze względu na budowę, zwrot napięcia. Prostowniki (AC/DC), Przetworniki prądu stałego (DC/DC). Falowniki (DC/AC), Badanie modułu tranzystorowego. Badanie dwukierunkowych przekształtników AC/DC • Zastosowania przekształtników wielopoziomowych w zakresie napędów z silnikami prądu stałego i przemiennego i zasilania urządzeń elektrotermicznych. Zastosowania przekształtników energoelektronicznych w zakresie zasilania urządzeń oświetlenia elektrycznego, Badanie przekształtnika o odwróconym kierunku napięcia wyjściowego. • Zastosowania przekształtników energoelektronicznych w zakresie układów rezerwowego zasilania prądu przemiennego 50

Hz stosowane w sieciach komputerowych, w telekomunikacji i w medycynie, stabilizowane źródła napięcia i prądu. Badanie falownika do zasilania lampy fluorescencyjnej.	
Zakłócenia w układach elektroenergetycznych	K_W02, K_W04, K_U01, K_U13, K_K01, K_K03
<p>• Zwarcia; przyczyny i skutki; metody obliczania przebiegów prądu zwarciovego w układach elektroenergetycznych. Ograniczanie skutków zwarć. • Przepięcia wewnętrzne i zewnętrzne w sieciach elektroenergetycznych; rozchodzenie się przepięć. Ochrona przeciwprzepięciowa urządzeń elektrycznych. • Wahania napięcia i odchylenia częstotliwości, spowodowane zmianami obciążenia sieci. Powstawanie wyższych harmoniczných w sieci, spowodowane dużymi odbiornikami nieliniowymi. Sposoby ograniczania wahań napięcia i wyższych harmoniczných. • Stabilność systemu elektroenergetycznego; stabilność lokalna i globalna, środki poprawy stabilności. • Wykonanie ćwiczeń komputerowych obejmujących symulację wybranych zakłóceń w zadanych układach elektroenergetycznych.</p>	
Zarządzanie energetyką prosumencką (BN)	K_W02, K_U11, K_U12, K_K01, K_K04
<p>• Mikroinstalacje jako kluczowy kierunek rozwoju technologii prosumenckich. Mechanizmy wsparcia inwestycji w OZE i ekonomiczna efektywność inwestycji. podstawowe uwarunkowania wykorzystania OZE w gminie; założenia i cele nowej ustawy o odnawialnych źródłach energii; prosumpcja energii odnawialnej; fotowoltaika w gminie – oświetlenie fotowoltaiczne, farmy fotowoltaiczne, produkcja energii na własne potrzeby; MEW-y (małe elektrownie wodne i wiatrowe); podłączanie prosumenów do sieci – aspekty techniczne i organizacyjne; rozwój sieci instalacji fotowoltaicznych na budynkach komunalnych; kolorowe certyfikaty; Krajowy Plan Działań w zakresie OZE. • Wykorzystanie analizy fraktalnej do przewidywania mocy generacji wiatrowej w instalacjach prosumenckich • Rozwój energetyki prosumenckiej a bezpieczeństwo energetyczne. Efektywność energetyczna w domu i na co dzień. jak policzyć zużycie energii przez elektroprzęt?; etykieta energetyczna – jak czytać; certyfikat energetyczny budynku; inteligentny dom; inteligentna sieć domowa; pasywne rozwiązania architektoniczne; Inteligentna energia – w domu i w Sieci. • Wirtualne Sieci Referencyjnych Prosumenckich Mikroinstalacji Energetycznych. produkcja – konsumpcja – prosumpcja - zielona gospodarka; niekoncesjonowane mikroinstalacje OZE; tworzenie grup przyłączeniowych do sieci – rozkład kosztów; dołączanie się do grona prosumenów – aspekty techniczne, organizacyjne i proceduralne aspekty proceduralne i podatkowe (VAT); aktywny udział odbiorcy końcowego w wytwarzaniu i zużyciu energii (aktualne sygnały cenowe); mała fotowoltaika – perspektywy inwestowania i wsparcia; małe turbiny gazowe, małe instalacje CHP, ogniwa paliwowe, mała energetyka wiatrowa i wodna MEW, pompy ciepła. • Symulacje komputerowe systemu zarządzania mocą i energią w mikrosieci. Inteligentne Sieci Energetyczne ISE. definicja i rola inteligentnych sieci energetycznych; rynek e-energii; Smart Metering - pomiary i Smart Grid – zarządzanie; infrastruktura ISE – teleinformatyka, magazynowanie energii; kompleksowe pomiary zużycia mediów energetycznych i zapewnienie dostępności wyników; współpraca z dostawcami energii w zakresie wykorzystywania wyników pomiarów; koncepcja Smart City, Smart Gminy i Smart Regionu; wsparcie teleinformatyki dla procesów efektywności energetycznej; komputerowe systemy monitorowania i zarządzania mediami energetycznymi; ryzyka związane z zakupem technologii Smart Grids; ryzyko opłacalności inwestycji w inteligentne sieci - modele biznesowe; ryzyko cyberataku i manipulacji taryfami energii – możliwości zabezpieczeń; ryzyko związane z integrowaniem i synchronizacją zaawansowanej Infrastruktury Pomiarowej AMI – integracja systemów zarządzających pomiarami firm energetycznych z urządzeniami teletransmisyjnymi i nowymi licznikami; ryzyko przepięć, przekroczenia rezerwy mocy i awarii sieci – metody szacowania, pilotaż, dotychczasowe doświadczenia; ryzyko nieuczciwej konkurencji firm energetycznych - identyfikacja i przeciwdziałanie. • Klasyfikacja</p>	

i charakterystyka narzędzi wykorzystywanych w procesie prognozowania zapotrzebowania na energię. DSM jest efektywne wykorzystanie energii oraz sterowanie obciążeniem, czyli zmniejszenie obciążenia lub przesunięcie obciążenia na okres poza szczytem • Samochód jako źródło i zasobnik dla PME. Prosumencka mikroinstalacja fotowoltaiczna na przykładzie domu jednorodzinnego. Wnioskowanie rozmyte w układzie sterowania prosumenckiej mikroinstalacji energetycznej PME.

Zarządzanie energetyką prosumencką (OZ)

K\_W02, K\_U11, K\_U12, K\_K01, K\_K04

• Mikroinstalacje jako kluczowy kierunek rozwoju technologii prosumenckich. Mechanizmy wsparcia inwestycji w OZE i ekonomiczna efektywność inwestycji. podstawowe uwarunkowania wykorzystania OZE w gminie; założenia i cele nowej ustawy o odnawialnych źródłach energii; prosumpcja energii odnawialnej; fotowoltaika w gminie – oświetlenie fotowoltaiczne, farmy fotowoltaiczne, produkcja energii na własne potrzeby; MEW-y (małe elektrownie wodne i wiatrowe); podłączanie prosumentów do sieci – aspekty techniczne i organizacyjne; rozwój sieci instalacji fotowoltaicznych na budynkach komunalnych; kolorowe certyfikaty; Krajowy Plan Działań w zakresie OZE. • Wykorzystanie analizy fraktalnej do przewidywania mocy generacji wiatrowej w instalacjach prosumenckich • Rozwój energetyki prosumenckiej a bezpieczeństwo energetyczne. Efektywność energetyczna w domu i na co dzień. jak policzyć zużycie energii przez elektroprzęty?; etykieta energetyczna – jak czytać; certyfikat energetyczny budynku; inteligentny dom; inteligentna sieć domowa; pasywne rozwiązania architektoniczne; Inteligentna energia – w domu i w Sieci. • Wirtualne Sieci Referencyjnych Prosumenckich Mikroinstalacji Energetycznych. produkcja – konsumpcja – prosumpcja - zielona gospodarka; niekoncesjonowane mikroinstalacje OZE; tworzenie grup przyłączeniowych do sieci – rozkład kosztów; dołączanie się do grona prosumentów – aspekty techniczne, organizacyjne i proceduralne aspekty proceduralne i podatkowe (VAT); aktywny udział odbiorcy końcowego w wytwarzaniu i zużyciu energii (aktualne sygnały cenowe); mała fotowoltaika – perspektywy inwestowania i wsparcia; małe turbiny gazowe, małe instalacje CHP, ogniwa paliwowe, mała energetyka wiatrowa i wodna MEW, pompy ciepła. • Symulacje komputerowe systemu zarządzania mocą i energią w mikro sieci. Inteligentne Sieci Energetyczne ISE. definicja i rola inteligentnych sieci energetycznych; rynek e-energii; Smart Metering - pomiary i Smart Grid – zarządzanie; infrastruktura ISE – teleinformatyka, magazynowanie energii; kompleksowe pomiary zużycia mediów energetycznych i zapewnienie dostępności wyników; współpraca z dostawcami energii w zakresie wykorzystywania wyników pomiarów; koncepcja Smart City, Smart Gminy i Smart Regionu; wsparcie teleinformatyki dla procesów efektywności energetycznej; komputerowe systemy monitorowania i zarządzania mediami energetycznymi; ryzyka związane z zakupem technologii Smart Grids; ryzyko opłacalności inwestycji w inteligentne sieci - modele biznesowe; ryzyko cyberataku i manipulacji taryfami energii – możliwości zabezpieczeń; ryzyko związane z integrowaniem i synchronizacją zaawansowanej Infrastruktury Pomiarowej AMI – integracja systemów zarządzających pomiarami firm energetycznych z urządzeniami teletransmisyjnymi i nowymi licznikami; ryzyko przebiegów, przekroczenia rezerwy mocy i awarii sieci – metody szacowania, pilotaż, dotychczasowe doświadczenia; ryzyko nieuczciwej konkurencji firm energetycznych - identyfikacja i przeciwdziałanie. • Klasyfikacja i charakterystyka narzędzi wykorzystywanych w procesie prognozowania zapotrzebowania na energię. DSM jest efektywne wykorzystanie energii oraz sterowanie obciążeniem, czyli zmniejszenie obciążenia lub przesunięcie obciążenia na okres poza szczytem • Samochód jako źródło i zasobnik dla PME. Prosumencka mikroinstalacja fotowoltaiczna na przykładzie domu jednorodzinnego. Wnioskowanie rozmyte w układzie sterowania prosumenckiej mikroinstalacji energetycznej PME.

Diagnostyka układów elektromechanicznego przetwarzania energii (MW)

K\_W05, K\_W06, K\_U08, K\_U17, K\_K01, K\_K03

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnostyka techniczna zespołów maszynowych.</li> <li>• Ogólna analiza awaryjności w elektrowniach. Generator synchroniczny jako element układu przetwarzania energii. Konstrukcje turbogeneratorów i hydrogeneratorów.</li> <li>• Parametry i charakterystyki podstawowe generatora synchronicznego. Przyczyny ograniczenia obciążalności.</li> <li>• Charakterystyczne zaburzenia i stany awaryjne generatorów synchronicznych</li> <li>• Typowe uszkodzenia w generatorach synchronicznych, ich diagnostyka.</li> <li>• Analiza awaryjności w układach przetwarzania energii z maszyną indukcyjną.</li> <li>• Wybrane stany nieustalone układu elektromaszynowego z silnikiem indukcyjnym</li> <li>• Uszkodzenia maszyn indukcyjnych, ich skutki i sposoby diagnostyki.</li> <li>• Uszkodzenia i diagnostyka łożysk</li> <li>• Oddziaływanie przepięć oraz impulsowego napięcia na uzwojenia maszyn elektrycznych.</li> <li>• Diagnostyka uzwojeń maszyn elektrycznych</li> <li>• Awaryjność i diagnostyka transformatorów</li> <li>• Diagnostyka drganiowa.</li> </ul>	
Energoelektroniczne wysokonapięciowe przekształtniki trakcyjne (MW)	K_W02, K_W03, K_U01, K_U07, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologie/architektury napędów trakcyjnych. Przekształtniki dla pojazdów zasilanych prądem przemiennym z transformatorem konwencjonalnym</li> <li>• Przekształtniki dla pojazdów zasilanych prądem przemiennym z transformatorem elektronicznym (e-transformatorem)</li> <li>• Przekształtniki dla pojazdów zasilanych prądem stałym</li> <li>• Komponenty stosowane dla różnych topologii przekształtników</li> <li>• Konfiguracja falownika trakcyjnego przy zasilaniu z sieci prądu stałego i sieci prądu przemiennego</li> <li>• Falowniki trakcyjne wielosystemowych pojazdów trakcyjnych</li> <li>• Przekształtniki trakcyjne w pojazdach z silnikiem wysokoprężnym z przekładnią elektryczną</li> </ul>	
Kompatybilność elektromagnetyczna (MW)	K_W02, K_W04, K_U01, K_U02, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definicja EMC, terminologia i podstawowe jednostki, charakterystyka zaburzeń elektromagnetycznych (EM) w dziedzinie czasu i częstotliwości, strefy pola wokół źródeł zaburzeń EM</li> <li>• Źródła, klasyfikacja i parametry zaburzeń elektromagnetycznych, propagacja zaburzeń EM i mechanizmy sprzęgania z instalacjami przewodzącymi i urządzeniami</li> <li>• Zaburzenia elektromagnetyczne dużej mocy (LEMP, SEMP i NEMP) i ich oddziaływanie na systemy elektroenergetyczne i instalacje elektryczne. Środki i metody ochrony przed zaburzeniami typu LEMP (SPD, ekranowanie, ekwipotencjalizacja, trasowanie przewodów, filtry)</li> <li>• Ochrona awioniki statków powietrznych przed zaburzeniami typu LEMP, uregulowania prawne, typy testów i standardowych impulsów, metody badań odporności awioniki na zaburzenia pochodzące od bezpośrednich wyładowań piorunowych w samolot i w jego pobliżu</li> <li>• Emisyjność i odporność urządzeń elektrycznych i elektronicznych oraz metody badań laboratoryjnych, uregulowania prawne i normy dotyczące emisyjności i odporności urządzeń, wyładowania elektrostatyczne (ESD), środki i metody ograniczania ESD</li> </ul>	
Modelowanie matematyczne układów elektromaszynowych (MW)	K_W01, K_W02, K_U08, K_U11, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modele matematyczne obwodowe maszyn asynchronicznych we współrzędnych fazowych i prostokątnych.</li> <li>• Modele matematyczne obwodowe maszyn synchronicznych we współrzędnych fazowych i prostokątnych.</li> <li>• Modelowanie matematyczne przekształtników półprzewodnikowych.</li> <li>• Aplikacja komputerowa modeli matematycznych układów elektromaszynowych.</li> <li>• Formowanie modeli matematycznych złożonych układów elektromaszynowych z wykorzystaniem teorii wielobiegunników.</li> <li>• Metody algebraizacji równań różniczkowych do analizy systemów elektrotechnicznych. Metoda wartości średnich napięć na kroku całkowania numerycznego i jej stosowanie do modelowania układów elektromaszynowych.</li> </ul>	
Ochrona odgromowa turbin wiatrowych i instalacji fotowoltaicznych (MW)	K_W02, K_W03, K_W05, K_W08, K_U01, K_U07, K_U13, K_K05

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klasyfikacja zaburzeń elektromagnetycznych. Wyładowania atmosferyczne doziemne i piorunowy impuls elektromagnetyczny.</li> <li>• Przepięcia indukowane wyładowaniami atmosferycznymi. Modelowanie matematyczne, fizyczne i symulacje komputerowe oddziaływań piorunowych na elektrownie wiatrowe i fotowoltaiczne.</li> <li>• Strefowa koncepcja ochrony odgromowej i przeciwpięciowej turbin wiatrowych i elektrowni fotowoltaicznych.</li> <li>• Środki ograniczające zaburzenia elektromagnetyczne stosowane w turbinach wiatrowych i elektrowniach fotowoltaicznych: uziemienia, masy, ekwipotencjalizacja, filtry, ograniczniki przepięć, ekranowanie, topologia instalacji.</li> <li>• Przykładowe rozwiązania nowoczesnej ochrony odgromowej i przepięciowej turbin wiatrowych i elektrowni fotowoltaicznych.</li> </ul>	
Projektowanie elektromaszynowych układów potrzeb własnych elektrowni (MW)	K_W02, K_W03, K_U08, K_U11, K_U12, K_K03, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Process technologiczny przetwarzania energii na elektrowni konwencjonalnej. Urządzenia i układy potrzeb własnych elektrowni.</li> <li>• Klasyfikacja napędów potrzeb własnych elektrowni. Wymagania do zasilania.</li> <li>• Określenie mocy silnika napędzającego w zależności od rodzaju pracy. Dobór silników do układów napędowych z uwzględnieniem zmienności obciążenia i prędkości wirowania.</li> <li>• Procesy przejściowe w napędach potrzeb własnych elektrowni. Modele matematyczne do analizy stanów przejściowych.</li> <li>• Zwiększenie energooszczędności układów napędowych urządzenia potrzeb własnych elektrowni.</li> <li>• Regulacja częstotliwościowa silników indukcyjnych. Zasady sterowania wektorowego.</li> <li>• Dobór przemienników częstotliwości do napędów indukcyjnych. Przykładowe schematy podłączenia.</li> </ul>	
Projektowanie układów świetlno-optycznych (MW)	K_W02, K_W03, K_U01, K_U06, K_U13, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omówienie podstawowych zagadnień związanych z rolą odbłyśników w kształtowaniu biegu promieni świetlnych. Zapoznanie się z tokiem komputerowego projektowania opraw oświetleniowych.</li> <li>• Omówienie właściwości refleksyjno-transmisyjnych materiałów stosowanych do budowy układów optycznych. Wpływ geometrii i cech refleksyjno-transmisyjnych układu optycznego i właściwości świetlnych źródła światła na bryłę fotometryczną oprawy oświetleniowej.</li> <li>• Podstawy geometryczne kształtowania bryły fotometrycznej opraw oświetleniowych. Obliczenia fotometryczne opraw oświetleniowych.</li> <li>• Definiowanie wymagań fotometrycznych oprawy oświetleniowej. Metody projektowania układów optycznych opraw oświetleniowych. Projektowanie reflektorów obrotowo-symetrycznych.</li> <li>• Metody kształtowania bryły fotometrycznej źródeł liniowych. Projektowanie reflektorów symetrycznych i asymetrycznych.</li> <li>• Metody kształtowania bryły fotometrycznej źródeł LED. Projektowanie soczewek i kolimatorów dla źródeł LED.</li> <li>• Metody kształtowania bryły fotometrycznej wieloźródłowych matryc LED. Projektowanie układów optycznych dla wieloźródłowych matryc LED.</li> </ul>	
Przekształtniki energii ze źródeł odnawialnych (MW)	K_W02, K_W03, K_U01, K_U07, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologie przekształtników energoelektronicznych dla paneli fotowoltaicznych i ogniw paliwowych</li> <li>• Topologie przekształtników energoelektronicznych dla turbin wiatrowych</li> <li>• Falowniki: Falowniki trójfazowe pracujące na sieć rozdzieloną</li> <li>• Falowniki: Falowniki trójfazowe podłączone do linii zasilającej. Praca wyspowa</li> <li>• Modelowanie komputerowe podłączenia źródła OZE z linią zasilającą</li> </ul>	
Sieci inteligentne (MW)	K_W02, K_W03, K_W04, K_U03, K_U08, K_K01, K_K03


<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do zastosowania inteligentnych metod komputerowych w energetyce.</li> <li>• Instalacje i systemy w inteligentnych budynkach lub Inteligentny budynek – projektowanie i użytkowanie. Zdalne odczyty – bezpieczeństwo stosowane. Bezprzewodowe sieci czujników w internecie rzeczy.</li> <li>• BIG data w energetyce jako jeden z elementów leżących u podstaw idei Przemysłu 4.0. Metodologia analizy sieci – zbierania danych, przetwarzania i ich interpretacji.</li> <li>• Audyting energetyczny - podstawowe określenia. Sposoby podejścia podczas realizacji audytingu. Cel audytingu, przygotowanie i gromadzenie informacji, pomiary, zestawienie bilansu energetycznego.</li> <li>• Automatyka i sterowanie - Robotyzacja i automatyzacja. Przemysł 4.0. Wizja nowoczesnego przemysłu. Cyberbezpieczeństwo w zakładzie przemysłowym. Wprowadzenie systemu informatycznego w przemyśle na przykładzie.</li> <li>• Bezpieczeństwo w systemach przemysłowych. Rozproszony system kryptoanalizy szyfrów opartych na krzywych eliptycznych. Ochrona danych pomiarowych oraz przeciwdziałania atakom.</li> </ul>	
Układy energoelektroniczne specjalnego zastosowania (MW)	K_W02, K_W03, K_U08, K_U11, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zasilacze jedno i trójfazowe o jednostkowym współczynniku mocy.</li> <li>• Trójfazowe 1-kwadrantowe prostowniki tyrystorowe (z diodami rozładowczymi).</li> <li>• Jednofazowe tyrystorowe rezonansowe falowniki prądu dla nagrzewnic indukcyjnych</li> <li>• Przekształtniki dc/dc buck, boost, buck boost i ich zastosowanie w fotowoltaice i energetyce odnawialnej</li> <li>• Półmostkowy układ impulsowy dla jednokierunkowego napędu z obcowzbudną maszyną prądu stałego</li> <li>• Sterowniki i łączniki prądu przemiennego oraz ich zastosowania,</li> <li>• Tranzystorowe falowniki autonomiczne: 1 i 3 fazowe falowniki napięcia (PWM);</li> <li>• Trójfazowe tyrystorowe falowniki prądu dla napędu indukcyjnego dużej mocy,</li> <li>• Wielopoziomowe trójfazowe falowniki napięcia</li> <li>• Energoelektronika w transporcie (układy impulsowe dla zasilania silników szeregowych prądu stałego, izolowane przetwornice trakcyjne dc/dc i dc/ac.</li> <li>• Przekształtniki buck to buck i koncepcja inteligentnego transformatora.</li> <li>• Energoelektronika w elektroenergetyce (wzbudzenie generatorów, napędy pomp i wentylatorów, układy kompensacji mocy biernej, itp.)</li> <li>• Układy energoelektroniczne dla elektronarzędzi i sprzętu powszechnego użytku</li> <li>• Układy energoelektroniczne dla energetyki odnawialnej (fotowoltaika, energetyka wiatrowa).</li> </ul>	
Układy rekonfigurowalne (MW)	K_W02, K_W03, K_U08, K_U10, K_K02, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• rys historyczny, terminologia</li> <li>• Układy elektroniczne o programowalnej strukturze, ich rozwój i stan obecny</li> <li>• Struktura i cechy układów PAL i PLA. Przykłady realizacji wybranych układów cyfrowych</li> <li>• Układy CPLD (Complex Programmable Logic Device). Struktura wewnętrzna makrokomórek logicznych, bloków funkcjonalnych, zdolności łączeniowe matryc łączeniowych kluczy</li> <li>• Układy programowalne FPGA (Field Programmable Gate Array). Omówienie struktury i możliwości podstawowych rodzin układów FPGA. Realizacja układów mikroprogramowalnych</li> <li>• Wykorzystanie struktur programowalnych do sterowania i modelowania obiektów w czasie rzeczywistym.</li> </ul>	
Wysokosprawne przekształtniki mocy dla systemów transportowych zasilanych energią elektryczną (MW)	K_W02, K_W03, K_U01, K_U07, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Łączniki energoelektroniczne z węgla krzemu (SiC).</li> <li>• Sprawności przekształtników a straty łączeniowe.</li> <li>• Wysokosprawne przekształtniki sieciowe AC-DC z łącznikami z węgla krzemu wybrane topologie.</li> <li>• Wysokosprawne przekształtniki sieciowe DC-DC z łącznikami z węgla krzemu -wybrane topologie.</li> <li>• Wysokosprawne przekształtniki sieciowe DC-AC z łącznikami z węgla krzemu -wybrane topologie.</li> <li>• Hybrydowe łączniki półprzewodnikowe: IGBT-Si, dioda Schottky'ego-SiC</li> </ul>	



Zaawansowane metody sterowania w elektroenergetyce (MW)	K_W02, K_W03, K_U10, K_U13, K_K03, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Program przedmiotu. Zasady zaliczania. Literatura przedmiotu. Wprowadzenie do zaawansowanych metod sterowania.</li> <li>• Synchronizacja sieci w trójfazowych przekształtnikach mocy. Sterowanie przekształtnikiem sieciowym dla turbiny wiatrowej.</li> <li>• Zaawansowane sterowanie przekształtnikami sieciowymi w warunkach awarii sieci. Sterowanie prądem sieci.</li> <li>• Projektowanie sterowania w ślizgowego dla przekształtników mocy</li> <li>• Projektowanie sterowania opartego na funkcji Lapunowa dla przekształtników mocy.</li> <li>• Projektowanie sterowania predykcyjnego.</li> </ul>	
Zaawansowane systemy sterowania elektromaszynowymi przetwornikami energii (MW)	K_W02, K_W03, K_U10, K_U13, K_K03, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parametry i charakterystyki podstawowe asynchronicznych i synchronicznych maszyn.</li> <li>• Procesy przejściowe w napędach potrzeb własnych systemów przetwarzania energii</li> <li>• Modele matematyczne maszyn indukcyjnych do analizy stanów przejściowych i syntezy systemów sterowania.</li> <li>• Sposoby regulacji częstotliwościowej prędkości napędów asynchronicznych oraz synchronicznych.</li> <li>• Sposoby sterowania wektorowego silnikami indukcyjnymi - field oriented control FOC, direct torque control DTC. Osobliwości sterowania wektorowego maszynami synchronicznymi.</li> <li>• Systemy sterowania maszynami asynchronicznymi pierścieniowymi obustronnie zasilanymi w napędach oraz w układach generacji energii elektrycznej.</li> <li>• Systemy regulacji automatycznej wzbudzenia maszyn synchronicznych w układach elektromechanicznego przetwarzania energii</li> </ul>	

4. Wykaz zajęć, parametry programu studiów, metody weryfikacji efektów uczenia się oraz treści programowe- studia niestacjonarne

#### 4.1 Przedmioty wspólne dla kierunku, niezależne od wyboru studentów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ES	Historia odkryć naukowych	10	10	0	0	20	2	N	
1	DJ	Język obcy w nauce i technice	0	30	0	0	30	3	N	
1	ET	Metody numeryczne w elektrotechnice	15	0	15	0	30	5	T	
2	EX	Seminarium dyplomowe	0	10	0	0	10	1	N	
2	EU	Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroenergetyki. (w j. obcym)	10	0	0	10	20	3	N	
3	EX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	10	N	

3	EA	Rozproszone systemy automatyki	10	0	0	10	20	2	N	
3	EX	Seminarium dyplomowe	0	10	0	0	10	1	N	
3	ET	Wykład monograficzny	15	0	0	0	15	2	N	

Uwaga, niezaliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

## 4.2 Wykaz bloków tematycznych do wyboru- studia niestacjonarne

### 4.2.1. Blok tematyczny: BN - Bezpieczeństwo i niezawodność systemów elektrycznych

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ET	Kompatybilność elektromagnetyczna	10	10	10	0	30	5	T	
1	EE	Metody wspomagania decyzji w energetyce	10	0	0	10	20	2	N	
1	ET	Technologie wodorowe w wytwarzaniu i magazynowaniu energii elektrycznej	10	0	0	10	20	2	N	
1	ED	Wybrane zagadnienia modelowania CAD (BN)	10	0	10	0	20	2	N	
1	EE	Wysokonapięciowe systemy przesyłowo-rozdzielcze	10	10	10	0	30	5	T	
1	ET	Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej	10	0	10	10	30	4	N	
2	ET	Bezpieczeństwo elektrowni jądrowych	10	0	0	10	20	2	N	
2	ED	Diagnostyka układów elektromaszynowych	10	0	15	0	25	3	N	
2	ED	Elektrochemiczne magazyny energii (BN)	10	0	10	0	20	4	T	
2	ED	Moduł wybierany I (BN)	10	0	0	10	20	2	N	

2	EE	Moduł wybierany II (BN)	10	0	0	10	20	2	N	
2	EE	Niekonwencjonalne źródła energii (BN)	10	0	0	10	20	4	T	
2	ET	Sieci inteligentne	10	0	10	10	30	3	N	
2	EE	Technologia BIM w zarządzaniu instalacjami elektrycznymi	10	0	0	10	20	2	N	
2	ET	Układy elektromagnetyczne w energoelektronice	15	0	15	0	30	4	T	
3	ZE	Bezpieczeństwo energetyczne Unii Europejskiej	10	0	0	10	20	2	N	
3	EU	Ekologia pola elektromagnetycznego	10	0	10	10	30	3	N	
3	EM	Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych (BN)	10	0	15	0	25	3	N	
3	EE	Zakłócenia w układach elektroenergetycznych	10	0	15	0	25	4	T	
3	ET	Zarządzanie energetyką prosumencką (BN)	15	0	0	10	25	3	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
2	ED	Modelowanie matematyczne układów elektromaszynowych (MW)	10	0	0	10	20	2	N	
2	ED	Projektowanie elektromaszynowych układów potrzeb własnych elektrowni (MW)	10	0	0	10	20	2	N	
2	EE	Projektowanie układów świetlno-optycznych (MW)	10	0	0	10	20	2	N	
2	EE	Przekształtniki energii ze źródeł odnawialnych (MW)	10	0	0	10	20	2	N	

2	EE	Układy energoelektroniczne specjalnego zastosowania (MW)	10	0	0	10	20	2	N	
2	EE	Układy rekonfiguralne (MW)	10	0	0	10	20	2	N	
2	ED	Zaawansowane systemy sterowania elektromaszynowymi przetwornikami energii (MW)	10	0	0	10	20	2	N	

### Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	26 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	49 ECTS
Łączna 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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	75 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	6 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	–

### Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	7
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	12
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0

Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	164
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	22
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	10
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	4
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	16
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	12
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	54
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	243
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	16
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	140

#### 4.2.2. Blok tematyczny: OZ - Odnawialne źródła energii i technika świetlna

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ED	Eksploatacja generatorów	10	0	10	0	20	4	N	
1	EE	Modelowanie układów świetlnooptycznych	10	0	10	0	20	3	N	
1	EM	Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych (OZ)	20	0	20	0	40	5	T	
1	EE	Przetwarzanie danych i prognozowanie w energetyce	20	10	10	0	40	5	T	

1	ET	Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej (OZ)	10	0	10	0	20	3	N	
2	ET	Energetyka jądrowa	15	0	0	10	25	3	N	
2	EE	Logika procesów przetwarzania energii	15	0	15	10	40	5	T	
2	ED	Modelowanie układów energetyki odnawialnej	15	0	10	10	35	5	T	
2	ED	Moduł wybierany I (OZ)	10	0	0	10	20	2	N	
2	ET	Moduł wybierany II (OZ)	10	0	0	10	20	2	N	
2	EE	Niekonwencjonalne źródła energii	10	0	0	10	20	2	N	
2	ET	Układy elektromagnetyczne w energoelektronice (OZ)	15	10	10	0	35	4	T	
2	EE	Wybrane zagadnienia jakości energii elektrycznej (OZ)	15	0	15	0	30	3	N	
3	EE	Kogeneracja i systemy rozproszone	10	0	0	10	20	3	N	
3	EE	Projektowanie iluminacji	15	0	10	0	25	3	N	
3	ZE	Wspólny rynek energii Unii Europejskiej	10	0	0	10	20	2	N	
3	EE	Zaawansowane układy przekształcania energii	15	0	0	10	25	4	T	
3	ET	Zarządzanie energetyką prosumencką (OZ)	15	0	0	10	25	3	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
2	ED	Diagnostyka układów elektromechanicznego przetwarzania energii	10	0	0	10	20	2	N	

		(MW)								
2	ET	Kompatybilność elektromagnetyczna (MW)	10	0	0	10	20	2	N	
2	ET	Ochrona odgromowa turbin wiatrowych i instalacji fotowoltaicznych (MW)	10	0	0	10	20	2	N	
2	ED	Projektowanie elektromaszynowych układów potrzeb własnych elektrowni (MW)	10	0	0	10	20	2	N	
2	ET	Sieci inteligentne (MW)	10	0	0	10	20	2	N	
2	ED	Zaawansowane systemy sterowania elektromaszynowymi przetwornikami energii (MW)	10	0	0	10	20	2	N	

#### Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	26 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	59 ECTS
Łączna 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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	75 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	6 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

#### Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	7
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	1
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	11
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	1
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	181
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	20
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	17
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	5
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	11
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	11
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	51
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	12
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	217
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	15
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	141

#### 4.2.3. Blok tematyczny: SN - Sterowanie napędami elektrycznymi

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego



Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	EU	Interfejsy komunikacyjne w przemyśle	10	0	10	0	20	5	N	
1	EM	Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych (SN)	15	0	20	0	35	5	T	
1	ED	Użytkowanie systemów przetwarzania energii	20	0	20	0	40	6	T	
1	ED	Wybrane zagadnienia modelowania CAD (SN)	15	0	15	0	30	4	N	
2	ED	Diagnostyka systemów przetwarzania energii elektrycznej	20	0	15	0	35	4	T	
2	ED	Elektrochemiczne magazyny energii	20	0	15	0	35	4	T	
2	EM	Komputerowe projektowanie systemów pomiarowych	15	0	15	0	30	3	N	
2	ED	Modelowanie elektromechanicznych systemów napędowych	20	0	15	10	45	5	T	
2	EE	Moduł wybierany I (SN)	10	0	0	10	20	2	N	
2	ET	Moduł wybierany II (SN)	10	0	0	10	20	2	N	
2	ET	Systemy zasilania zakładów przemysłowych	15	0	0	10	25	3	N	
2	EE	Wybrane zagadnienia jakości energii elektrycznej (SN)	15	0	10	0	25	3	N	
3	ZE	Bezpieczeństwo energetyczne Unii Europejskiej	10	0	0	10	20	2	N	
3	ED	Projektowanie i modelowanie przetworników elektromaszynowych	15	0	15	10	40	6	T	
3	EE	Układy programowalne	15	0	15	0	30	3	N	

3	EE	Zaawansowane układy przekształcania energii (SN)	15	0	15	0	30	4	N	
---	----	--	----	---	----	---	----	---	---	--

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
2	EE	Energoelektroniczne wysokonapięciowe przekształtniki trakcyjne (MW)	10	0	0	10	20	2	N	
2	ET	Kompatybilność elektromagnetyczna (MW)	10	0	0	10	20	2	N	
2	EE	Projektowanie układów świetlno-optycznych (MW)	10	0	0	10	20	2	N	
2	ET	Sieci inteligentne (MW)	10	0	0	10	20	2	N	
2	EE	Wysokosprawne przekształtniki mocy dla systemów transportowych zasilanych energią elektryczną (MW)	10	0	0	10	20	2	N	
2	ET	Zaawansowane metody sterowania w elektroenergetyce (MW)	10	0	0	10	20	2	N	

### Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	26 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	52 ECTS
Łączna 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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	75 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	6 ECTS

## Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	7
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	6
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	9
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	172
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	18
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	15
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	6
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	13
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	89
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	166
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	16
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	167

### 4.3 Treści programowe- studia niestacjonarne

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych na stronie wydziału.

Bezpieczeństwo elektrowni jądrowych	K_W02, K_W03, K_U01, K_U11, K_U15, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do współczesnej energetyki jądrowej: rozwój energetyki jądrowej w Polsce i na świecie, zadania organizacji atomistyki, rola elektrowni jądrowych w bilansie energetycznym.</li> <li>• Technologia pracy elektrowni jądrowej: funkcjonowanie i budowa współczesnych elektrowni jądrowych, wyposażenie i oprzyrządowanie pomiarowe reaktora.</li> <li>• Elektrownie jądrowe - szanse i zagrożenia. Wybór lokalizacji elektrowni jądrowych. Problemy związane funkcjonowaniem i zamykaniem elektrowni jądrowych. Utylizacja zużytego paliwa jądrowego i odpadów promieniotwórczych związanych z procesami wydobywania uranu i jego wzbogacania. Proliferacja jądrowa.</li> <li>• Praca elektrowni jądrowych w systemie elektroenergetycznym. Udział elektrowni jądrowych w pokrywaniu dobowego obciążenia systemu elektroenergetycznego. Rola średnich i małych modułowych elektrowni jądrowych.</li> <li>• Kluczowe zagadnienia bezpieczeństwa elektrowni jądrowych: ochrona fizyczna przed atakami terrorystycznymi i zjawiskami naturalnymi, cyberprzestępczość i cyberterrorizm, bezpieczeństwo elektrowni jądrowych w systemie elektroenergetycznym, kultura bezpieczeństwa w energetyce jądrowej.</li> <li>• Trendy rozwoju energetyki jądrowej: koncepcja długoterminowej eksploatacji elektrowni jądrowych. Rozwój elektrowni termojądrowych. Realizowane projekty w zakresie energetyki termojądrowej. Podsumowanie.</li> </ul>	
Bezpieczeństwo energetyczne Unii Europejskiej	K_W02, K_U01, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcie i zakres bezpieczeństwa energetycznego.</li> <li>• Teorie integracji rynku gazu i energii elektrycznej</li> <li>• Cele polityki energetycznej i klimatycznej UE</li> <li>• Otoczenie regulacyjne rynku energii UE</li> <li>• Gospodarka surowcami energetycznymi na rynku energii</li> <li>• Geopolityczne wyzwania wspólnego rynku energii UE</li> <li>• Znaczenie infrastruktury energetycznej na wspólnym rynku energii UE</li> <li>• Struktura bilansu energetycznego a cele klimatyczne 2030</li> <li>• Szanse i wyzwania dla polskich spółek energetycznych na wspólnym rynku EU</li> <li>• Handel surowcami energetycznymi i energią na wspólnym rynku</li> <li>• Znaczenie handlu uprawnieniami do emisji (ETS) dla sektora energetycznego</li> <li>• Znaczenie giełd energii w UE.</li> <li>• Rola instytucji ENTSG, ENTSOE, ACER.</li> </ul>	
Diagnostyka systemów przetwarzania energii elektrycznej	K_W05, K_W06, K_U08, K_U17, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zjawiska niszczące</li> <li>• Ograniczenia obciążalności</li> <li>• Stany pracy nieustalonej</li> <li>• Wyższe harmoniczne</li> <li>• Awaryjność oraz wybrane stany pracy awaryjnej</li> <li>• Diagnostyka stanu pracy systemu</li> </ul>	
Diagnostyka układów elektromaszynowych	K_W05, K_W06, K_U08, K_U17, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zjawiska niszczące</li> <li>• Ograniczenia obciążalności</li> <li>• Stany pracy nieustalonej</li> <li>• Wyższe harmoniczne</li> <li>• Awaryjność oraz wybrane stany pracy awaryjnej</li> <li>• Diagnostyka stanu pracy systemu</li> </ul>	
Ekologia pola elektromagnetycznego	K_W02, K_W03, K_U01, K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy oddziaływania pola elektromagnetycznego na organizmy żywe i naturalne środowisko człowieka</li> <li>• Uregulowanie prawne i zalecenia normatywne w zakresie</li> </ul>	

bezpiecznego użytkowania systemów elektroenergetycznych i telekomunikacyjnych jako źródeł PEM • Metody i urządzenia do pomiarów wybranych parametrów pola elektromagnetycznego • Symulacje, pomiary i raportowanie danych o PEM dla wybranych zakresów i obszarów oddziaływania pola elektromagnetycznego • Implementacja przepisów i procedur zawartych w uregulowaniach prawnych i normatywnych na wybranych przykładach	
Eksplotacja generatorów	K_W03, K_W06, K_U09, K_U11, K_K01, K_K05
• Turbogenerator jako element systemu elektroenergetycznego • Konstrukcje turbogeneratorów • Stany nieustalone i niesymetryczne turbogeneratorów • Parametry charakterystyczne turbogenerators • Kołysania i stabilność pracy równoległej • Perspektywy wzrostu mocy granicznych • Uszkodzenia eksploatacyjne • Straty i sprawność generatorów synchronicznych • Nietypowe stany pracy turbogeneratorów • Praca wyspowa generatora indukcyjnego • Praca generatora indukcyjnego na sieć sztywną • Generatory synchroniczne z magnesami trwałymi	
Elektrochemiczne magazyny energii	K_W02, K_W03, K_U08, K_U11, K_K01, K_K03
• Elektrochemiczne metody magazynowania energii - wprowadzenie • Elektrochemiczne magazyny energii: - ogniwa pierwotne i wtórne - akumulatory przepływowe, - superkondensatory. • Elektroniczne systemy balansowania ogniw elektrochemicznych • Algorytmy zarządzania pracą magazynów elektrochemicznych (BMS) • Bezpieczeństwo użytkowania elektrochemicznych magazynów energii • Metody wytwarzania i przechowywania wodoru • Ogniwa paliwowe - wymagania i warunki prawidłowej pracy • Współpraca elektrochemicznych magazynów energii z sieciami OFF-Grid i ON-Grid • Wpływ warunków środowiskowych na parametry eksploatacyjne akumulatorów elektrochemicznych	
Elektrochemiczne magazyny energii (BN)	K_W02, K_W03, K_U08, K_U11, K_K01, K_K03
• Elektrochemiczne metody magazynowania energii - wprowadzenie • Elektrochemiczne magazyny energii: - ogniwa pierwotne i wtórne - akumulatory przepływowe, - superkondensatory. • Elektroniczne systemy balansowania ogniw elektrochemicznych • Algorytmy zarządzania pracą magazynów elektrochemicznych (BMS) • Bezpieczeństwo użytkowania elektrochemicznych magazynów energii • Współpraca elektrochemicznych magazynów energii z sieciami OFF-Grid i ON-Grid • Wpływ warunków środowiskowych na parametry eksploatacyjne akumulatorów elektrochemicznych	
Energetyka jądrowa	K_W02, K_W03, K_U01, K_U11, K_U15, K_K04
• Wprowadzenie do współczesnej energetyki jądrowej: rozwój energetyki jądrowej w Polsce i na świecie, zadania organizacji atomistyki, rola elektrowni jądrowych w bilansie energetycznym. • Technologia pracy elektrowni jądrowej: funkcjonowanie i budowa współczesnych elektrowni jądrowych, wyposażenie i oprzyrządowanie pomiarowe reaktora. • Stabilność pracy reaktorów jądrowych: efekty reaktywnościowe, produkty rozszczelnienia (trucizny reaktorowe), zmiany reaktywności w stanie ustalonym i nieustalonym • Zasilanie urządzeń elektrowni jądrowych i współpraca z systemem elektroenergetycznym: elektryczny system zasilania elektrowni jądrowej, redundancja ważnych urządzeń i układów zasilających, zasilanie awaryjne i dla potrzeb własnych, most energetyczny, udział elektrowni jądrowych w pokrywaniu dobowego obciążenia systemu elektroenergetycznego. • Kluczowe zagadnienia bezpieczeństwa elektrowni jądrowych: ochrona fizyczna przed atakami terrorystycznymi i zjawiskami naturalnymi, cyberprzestępczość i cyberterrorizm, bezpieczeństwo elektrowni jądrowych w systemie elektroenergetycznym, kultura bezpieczeństwa w energetyce jądrowej. • Trendy rozwoju energetyki jądrowej: koncepcja długoterminowej eksploatacji elektrowni jądrowych, rozwój elektrowni termojądrowych, Międzynarodowy Termojądrowy Reaktor Eksperymentalny ITER, Połączony Torus Europejski (JET), Testowy Reaktor Fuzji	

Tokamak (TFTR), Reaktor z wykorzystaniem pojemnika inercyjnego, Podsumowanie.	
Historia odkryć naukowych	K_W02, K_U15, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Filozofia nauki, podział dyscyplin. Historia matematyki. Nauka a innowacje.</li> <li>Wielkie Twierdzenie Fermata (dowód). Delta Kroneckera. Boole a informatyka.</li> <li>Liczby przestępne. Hipoteza continuum. Von Neumann, Goedel, Turing. Zbiory rozmyte. Lwowska Szkoła Matematyczna</li> <li>Chaos, fraktale, systemy Lindenmayera. AI.</li> <li>Nauka w XXI wieku; nauka prywatna.</li> <li>Nowe teorie matematyczne: 1801 - 1850</li> <li>Nauka Polska.</li> </ul>	
Interfejsy komunikacyjne w przemyśle	K_W02, K_W03, K_U08, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Współczesne interfejsy komunikacyjne: definicje, podział, standardy, protokoły</li> <li>Interfejsy przewodowe: protokoły, routing, sygnalizacja, usługi</li> <li>Interfejsy bezprzewodowe: podstawy telekomunikacji cyfrowej, protokoły, trendy</li> <li>Wybrane interfejsy przemysłowe i ich właściwości</li> <li>Projektowanie i symulacja wybranych interfejsów komunikacyjnych</li> <li>Uruchamianie i testowanie wybranych interfejsów komunikacyjnych</li> </ul>	
Język obcy w nauce i technice	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcia elektryki, użyteczne słownictwo związane z tym zagadnieniem</li> <li>Zasada przyciągania i odpychania się ciał</li> <li>Międzynarodowy układ jednostek miar</li> <li>Przewody elektryczne i ich typologia</li> <li>Pojęcie prądu stałego i zmiennego</li> <li>Przekaz prądu zmiennego i systemy dystrybucji</li> <li>Charakterystyka słupów wysokiego napięcia</li> <li>Typologia transformatorów</li> <li>Typy generatorów</li> <li>Charakterystyka turbogeneratorów</li> <li>Silniki elektryczne</li> <li>Montaż komutatorów</li> <li>Przekaz wysokiego napięcia prądu stałego</li> </ul>	
Kogeneracja i systemy rozproszone	K_W01, K_W02, K_W03, K_W05, K_U01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Definicja poligeneracji, definicja generacji rozproszonej, przyczyny rozwoju wytwarzania rozproszonego, technologia wytwarzania energii w jednostkach generacji rozproszonej</li> <li>Energetyka rozproszona z wykorzystaniem silników tłokowych, turbin i mikroturbin gazowych oraz silników Stirlinga. Ogniwa paliwowe w źródłach energii elektrycznej i ciepła.</li> <li>Wykorzystanie odnawialnych zasobów energii w energetyce rozproszonej</li> <li>Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w źródłach rozproszonych, Hybrydowe układy poligeneracji</li> <li>Sterowanie i nadzór w energetyce rozproszonej</li> <li>Aspekty ekonomiczne rozproszonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła</li> <li>Wybrane zagadnienia pracy rozproszonych źródeł energii w systemie elektroenergetycznym</li> <li>Przyłączanie rozproszonych źródeł energii do systemu elektroenergetycznego</li> <li>Techniczno-ekonomiczna kalkulacja eksploatacji elektrowni (rozproszonych źródeł energii)</li> <li>Optymalny rozdział obciążeń na jednostki wytwórcze energetyczne</li> </ul>	
Kompatybilność elektromagnetyczna	K_W02, K_W04, K_U01, K_U02, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Definicja EMC, terminologia i podstawowe jednostki, charakterystyka zaburzeń elektromagnetycznych (EM) w dziedzinie czasu i częstotliwości, strefy pola wokół źródeł zaburzeń EM</li> <li>Źródła, klasyfikacja i parametry zaburzeń elektromagnetycznych, propagacja zaburzeń EM i mechanizmy sprzęgania z instalacjami przewodzącymi i urządzeniami</li> <li>Zaburzenia elektromagnetyczne dużej mocy (LEMP, SEMP i NEMP) i ich oddziaływanie na systemy elektroenergetyczne i instalacje elektryczne. Środki i metody ochrony przed zaburzeniami typu LEMP (SPD, ekranowanie, ekwipotencjalizacja, trasowanie przewodów, filtry)</li> <li>Ochrona awioniki statków powietrznych przed zaburzeniami typu LEMP, uregulowania prawne, typy testów i standardowych impulsów, metody badań odporności awioniki na zaburzenia pochodzące od bezpośrednich wyładowań piorunowych w samolot i w jego pobliżu</li> <li>Emisyjność i odporność urządzeń elektrycznych i elektronicznych oraz metody badań laboratoryjnych, uregulowania prawne i normy dotyczące emisyjności i odporności urządzeń, wyładowania elektrostatyczne (ESD), środki i metody ograniczania ESD</li> </ul>	

Komputerowe projektowanie systemów pomiarowych	K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_U10, K_U14, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do przyrządów wirtualnych. Wprowadzenie do użytkowania środowiska DASyLab. Współpraca DASyLab z wybranymi modułami akwizycji danych i przyrządami pomiarowymi. Wprowadzenie do użytkowania środowiska VEE. Współpraca VEE z wybranymi przyrządami pomiarowymi. Wprowadzenie do użytkowania środowiska LabVIEW. Przykłady zastosowania wybranych środowisk do analizy sygnałów pomiarowych.</li> </ul>	
Logika procesów przetwarzania energii	K_W01, K_U01, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie, literatura przedmiotu. Ogólna charakterystyka systemów logicznych. • Podstawowe elementy systemów logicznych w układach energetycznych • Sieci przekaźnikowe • Systemy logiczne bistabilne w układach energetycznych • Modelowanie cyfrowe systemów energetycznych</li> </ul>	
Metody numeryczne w elektrotechnice	K_W01, K_W03, K_U08, K_U16, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metoda równań Lagrange'a do obliczania dynamiki układów elektromechanicznych • Metody numerycznego rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych • Metoda elementów skończonych</li> </ul>	
Metody numeryczne w elektrotechnice (SN)	K_W01, K_W03, K_U08, K_U16, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metoda równań Lagrange'a do obliczania dynamiki układów elektromechanicznych • Metody numerycznego rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych • Metoda elementów skończonych</li> </ul>	
Metody wspomagania decyzji w energetyce	K_W05, K_W08, K_U01, K_U04, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historia metod wspierających procesy decyzyjne, systemy CAPD oraz wykorzystanie AI w podejmowaniu decyzji. • Analiza przedsięwzięć o efekcie energetycznym pod kątem przyjętych kryteriów • Metody wspomagania decyzji dla danych pewnych. • Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w warunkach ryzyka • Metody wielokryterialnego wspomagania decyzji dla danych niepewnych • Wspomaganie danych w warunkach dodatkowych informacji</li> </ul>	
Modelowanie elektromechanicznych systemów napędowych	K_W01, K_W02, K_W03, K_U01, K_U06, K_U08, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematyka modelowania układów elektromechanicznych i złożonych układów napędowych. Podstawy teorii elektromechanicznego przetwarzania energii, analogie elektromechaniczne, równania Hamiltona i Lagrange'a • Formułowanie równań modeli matematycznych układów elektromechanicznych o ruchu liniowym i obrotowym. Identyfikacja parametrów, obliczanie rozkładu pola magnetycznego, obliczanie współczynników indukcyjności • Zarys teorii transformacji współrzędnych, warunek niezmienniczości mocy • Metody rozwiązywania równań układów elektromechanicznych dla analizy stanów nieustalonych, stanów ustalonych, analizy pól i momentów • Narzędzia komputerowego wspomagania prac inżynierskich, budowa modelu symulacyjnego układu napędowego, przykłady symulacji w pakiecie Matlab/Simulink • Podstawy modelowania układów zasilających przetworniki elektromechaniczne. Modelowanie matematyczne i badania symulacyjne maszyn elektrycznych: indukcyjnej, synchronicznej, maszyn komutatorowych • Modele matematyczne i symulacyjne maszyn elektrycznych z komutatorem elektronicznym typu: maszyny reluktancyjne przełączalne (SRM), maszyny z magnesami trwałymi (PMSM i BLDC) • Modelowanie złożonych systemów napędu elektrycznego</li> </ul>	
Modelowanie układów energetyki odnawialnej	K_W01, K_W07, K_U10, K_K02

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematyka modelowania układów elektromechanicznych . Podstawy teorii elektromechanicznego przetwarzania energii, analogie elektromechaniczne, równania Hamiltona i Lagrange'a</li> <li>• Formułowanie równań modeli matematycznych układów elektromechanicznych. Identyfikacja parametrów, obliczanie rozkładu pola magnetycznego, obliczanie współczynników indukcyjności</li> <li>• Zarys teorii transformacji współrzędnych, warunków niezmienniczości mocy. Metody rozwiązywania równań układów elektromechanicznych.</li> <li>• Narzędzia komputerowego wspomagania prac inżynierskich, budowa modelu symulacyjnego układu elektromechanicznego. Przykłady symulacji w pakiecie Matlab/Simulink.</li> <li>• Modelowanie matematyczne transformatorów, maszyn elektrycznych indukcyjnych i synchronicznych.</li> <li>• Modelowanie matematyczne maszyn elektrycznych z komutatorem elektronicznym typu: maszyny reluktancyjne przełączalne (SRM), maszyny z magnesami trwałymi (PMSM i BLDC)</li> <li>• Energetyka wodna, modelowanie zespołu turbina - generator synchroniczny.</li> <li>• Energetyka wiatrowa, modelowanie elektrowni wiatrowych i farm wiatrowych.</li> <li>• Energetyka słoneczna, modelowanie kolektorów słonecznych i ogniw fotowoltaicznych.</li> </ul>	
Modelowanie układów świetlnooptycznych	K_W02, K_W03, K_U01, K_U06, K_U13, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omówienie podstawowych zagadnień związanych z rolą odbłyśników w kształtowaniu biegu promieni świetlnych. Zapoznanie się z tokiem komputerowego projektowania opraw oświetleniowych.</li> <li>• Omówienie właściwości refleksyjno-transmisyjnych materiałów stosowanych do budowy układów optycznych. Wpływ geometrii i cech refleksyjno-transmisyjnych układu optycznego i właściwości świetlnych źródła światła na bryłę fotometryczną oprawy oświetleniowej.</li> <li>• Podstawy geometryczne kształtowania bryły fotometrycznej opraw oświetleniowych. Obliczenia fotometryczne opraw oświetleniowych.</li> <li>• Definiowanie wymagań fotometrycznych oprawy oświetleniowej. Metody projektowania układów optycznych opraw oświetleniowych. Projektowanie reflektorów obrotowo-symetrycznych.</li> <li>• Metody kształtowania bryły fotometrycznej źródeł liniowych. Projektowanie reflektorów symetrycznych i asymetrycznych.</li> <li>• Metody kształtowania bryły fotometrycznej źródeł LED. Projektowanie soczewek i kolimatorów dla źródeł LED.</li> <li>• Metody kształtowania bryły fotometrycznej wieloźródłowych matryc LED. Projektowanie układów optycznych dla wieloźródłowych matryc LED.</li> </ul>	
Niekonwencjonalne źródła energii	K_W02, K_W03, K_U11, K_K02, K_K03, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• energia geotermalna, energia z biomasy i biogazu, biopaliwa, energia odpadowa, pompy ciepła, ogniwa paliwowe i paliwo wodorowe, energia fal i pływów morskich</li> <li>• 1. Zadanie projektowe z obliczenia zapotrzebowania mocy i energii do ogrzewania wybranego obiektu budowlanego z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii.</li> <li>2. Zadanie z energetyki wiatrowej (obliczenie możliwej do uzyskania w ciągu roku energii z elektrowni wiatrowej na podstawie danego rocznego rozkładu prędkości wiatru, wysokości zainstalowanej turbiny oraz średnicy łopat ).</li> <li>• ogniwa fotowoltaiczne, moduły fotowoltaiczne, proste systemy fotowoltaiczne, proste systemy kolektorów słonecznych, energetyka wiatrowa, turbiny wiatrowe, farmy wiatrowe lądowe, farmy wiatrowe morskie, zasobniki energii</li> </ul>	
Niekonwencjonalne źródła energii (BN)	K_W02, K_W03, K_U11, K_K02, K_K03, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• energia geotermalna, energia z biomasy i biogazu, biopaliwa, energia odpadowa, pompy ciepła, ogniwa paliwowe i paliwo wodorowe, energia fal i pływów morskich</li> <li>• 1. Zadanie projektowe z obliczenia zapotrzebowania mocy i energii do ogrzewania wybranego obiektu budowlanego z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii.</li> <li>2. Zadanie z energetyki wiatrowej (obliczenie możliwej do uzyskania w ciągu roku energii z elektrowni wiatrowej na podstawie danego rocznego rozkładu prędkości wiatru, wysokości zainstalowanej turbiny oraz średnicy łopat ).</li> <li>• ogniwa fotowoltaiczne, moduły fotowoltaiczne, proste systemy</li> </ul>	



fotowoltaiczne, proste systemy kolektorów słonecznych, energetyka wiatrowa, turbiny wiatrowe, farmy wiatrowe lądowe, farmy wiatrowe morskie, zasobniki energii	
Pomiary elektryczne wielkości nielektrycznych (BN)	K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_U10, K_U14, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do MEWN. Opis właściwości sygnałów i przetworników pomiarowych. Czujniki parametryczne i generacyjne. Elektryczne układy przetwarzające i układy kondycjonowania sygnałów. Systemy zbierania i przetwarzania danych pomiarowych. Wprowadzenie do użytkowania oprogramowania LabVIEW. Zastosowanie środowiska LabVIEW do pomiarów wybranych wielkości nielektrycznych. Pomiary temperatury. Specjalizowane moduły systemów pomiarowych: kondycjonery, wzmacniacze pomiarowe, multipleksery, przetworniki A/C i C/A, liczniki, interfejsy komunikacyjne. Pomiary siły, masy, ciśnienia. Pomiar wielkości geometrycznych. Pomiar wielkości kinematycznych. Pomiary hałasów i wibracji. Pomiary fizykochemiczne. Przykłady stosowania analizy sygnałów. Metody zmniejszania błędów pomiarów.</li> </ul>	
Pomiary elektryczne wielkości nielektrycznych (OZ)	K_W01, K_W06, K_U09, K_U17, K_K01, K_K03, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do MEWN. Opis właściwości sygnałów i przetworników pomiarowych. Czujniki parametryczne i generacyjne. Elektryczne układy przetwarzające i układy kondycjonowania sygnałów. Systemy zbierania i przetwarzania danych pomiarowych. Pomiary temperatury. Specjalizowane moduły systemów pomiarowych: kondycjonery, wzmacniacze pomiarowe, multipleksery, przetworniki A/C i C/A, liczniki, interfejsy komunikacyjne. Pomiary siły, masy, ciśnienia. Pomiar wielkości geometrycznych. Pomiar wielkości kinematycznych. Pomiary hałasów i wibracji. Pomiary fizykochemiczne. Przykłady stosowania analizy sygnałów. Metody zmniejszania błędów pomiarów.</li> </ul>	
Pomiary elektryczne wielkości nielektrycznych (SN)	K_W01, K_W06, K_U09, K_U17, K_K01, K_K03, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do MEWN. Opis właściwości sygnałów i przetworników pomiarowych. Czujniki parametryczne i generacyjne. Elektryczne układy przetwarzające i układy kondycjonowania sygnałów. Systemy zbierania i przetwarzania danych pomiarowych. Pomiary temperatury. Specjalizowane moduły systemów pomiarowych: kondycjonery, wzmacniacze pomiarowe, multipleksery, przetworniki A/C i C/A, liczniki, interfejsy komunikacyjne. Pomiary siły, masy, ciśnienia. Pomiar wielkości geometrycznych. Pomiar wielkości kinematycznych. Pomiary hałasów i wibracji. Pomiary fizykochemiczne. Przykłady stosowania analizy sygnałów. Metody zmniejszania błędów pomiarów.</li> </ul>	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U03, K_U11, K_U12, K_U15
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dyskusje na temat realizowanej pracy dyplomowej.</li> </ul>	
Projektowanie i modelowanie przetworników elektromaszynowych	K_W01, K_W02, K_W03, K_U01, K_U06, K_U08, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Projektowanie i modelowanie maszyn indukcyjnych • Projektowanie i modelowanie maszyn synchronicznych ze wzbudzeniem elektromagnetycznym • Projektowanie i modelowanie maszyn synchronicznych z magnesami trwałymi • Projektowanie i modelowanie maszyn synchronicznych reluktancyjnych • Projektowanie i modelowanie maszyn reluktancyjnych przełączalnych</li> </ul>	
Projektowanie iluminacji	K_W01, K_W05, K_W07, K_U07, K_U08, K_K02, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omówienie podstawowych zagadnień związanych z psychofizjologią widzenia w porze nocnej.</li> <li>• Omówienie wielkości fometrycznych stosowanych w iluminacji.</li> <li>• Podstawy geometryczne kształtowania bryły fotometrycznej opraw oświetleniowych. Dobór opraw oświetleniowych</li> <li>• Opracowanie koncepcji iluminacji. Definiowanie obszarów pozbawionych oświetlenia.</li> <li>• Wykorzystanie w iluminacji zasad iluminacji.</li> <li>• Opracowanie wizualizacji komputerowej oraz ilustracji rozkładu luminancji na elewacji obiektu architektonicznego.</li> </ul>	
Przetwarzanie danych i prognozowanie w energetyce	K_W01, K_W08, K_U01, K_U14, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prezentacja danych statystycznych . Parametry statystyczne. Charakterystyki stosowane w energetyce.</li> <li>• Statystyczna analiza i przetwarzanie danych z TGE, URE i KSE, a w szczególności danych dla RDN, RB , raportów URE i KSE .</li> <li>• Analiza możliwości zastosowania sieci neuronowych do prognozowania szeregów czasowych w energetyce.</li> <li>• Prezentacja danych statystycznych .Rozkłady empiryczne i miary.</li> <li>• Szeregi czasowe i prognozowanie w energetyce . Ocena prognoz.</li> <li>• Parametry i charakterystyki danych wykorzystywanych w energetyce.</li> <li>• Wykorzystanie sztucznej inteligencji w prognozowaniu szeregów czasowych.</li> </ul>	
Rozproszone systemy automatyki	K_W03, K_W05, K_U06, K_U11, K_K03, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do sieci przemysłowych i rozproszonych systemów sterowania. Cechy charakterystyczne sieci przemysłowych. Metody dostępu do łącza. Modele wymian komunikatów.</li> <li>• Architektura rozproszonych systemów sterowania DCS. Stacje procesowe, operatorskie i inżynierskie. Architektura systemu Freelance ABB. Środowisko inżynierskie Control Builder F.</li> <li>• Programowanie w językach normy IEC1131-3. Język FBD. Schemat FBD. Drzewo projektu.</li> <li>• Tworzenie wizualizacji w DigiVis. Sygnalizacja alarmowa budynku. Alarmowanie i ostrzeganie. Ruch dyskretny i ciągły. Widoczność.</li> <li>• Konfiguracja obrazów standardowych. Stacyjka operatorska – faceplate. Parametryzacja on-line. Biblioteczne elementy animowane.</li> <li>• Języki normy IEC 61131-3 w środowisku inżynierskim CPDev.</li> <li>Rozproszony system kontrolno-pomiarowy ze sterownikiem SMC.</li> <li>• Protokół Modbus. System rozproszony ze sterownikiem PLC, komunikacją Modbus oraz wizualizacją SCADA.</li> </ul>	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U07
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura pracy, podział treści na rozdziały i podrozdziały.</li> <li>• Zasady tworzenia części teoretycznej i praktycznej pracy.</li> <li>• Prezentacja części teoretycznej pracy. Dopracowanie spisu treści, tezy, celu, zakresu.</li> <li>• Omówienie zasad prezentacji pracy w zakresie części praktycznej.</li> <li>• Prezentacje części praktycznej prac.</li> </ul>	
Sieci inteligentne	K_W02, K_W03, K_W04, K_U03, K_U08, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do zastosowania inteligentnych metod komputerowych w energetyce.</li> <li>• Instalacje i systemy w inteligentnych budynkach lub Inteligentny budynek – projektowanie i użytkowanie. Zdalne odczyty – bezpieczeństwo stosowane. Bezprzewodowe sieci czujników w internecie rzeczy.</li> <li>• BIG data w energetyce jako jeden z elementów leżących u podstaw idei Przemysłu 4.0. Metodologia analizy sieci – zbierania danych, przetwarzania i ich interpretacji.</li> <li>• Audyting energetyczny - podstawowe określenia. Sposoby podejścia podczas realizacji audytingu. Cel audytingu, przygotowanie i gromadzenie informacji, pomiary, zestawienie bilansu energetycznego.</li> <li>• Automatyka i sterowanie - Robotyzacja i automatyzacja. Przemysł 4.0. Wizja nowoczesnego przemysłu. Cyberbezpieczeństwo w zakładzie przemysłowym. Wprowadzenie systemu informatycznego w przemyśle na przykładzie.</li> <li>• Integracja odnawialnych źródeł energii i magazynowania w inteligentnych sieciach. Rozproszony system kryptoanalizy szyfrów opartych na krzywych eliptycznych. Ochrona danych pomiarowych oraz przeciwdziałania atakom.</li> </ul>	

Systemy zasilania zakładów przemysłowych	K_W01, K_W02, K_U01, K_U11, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe informacje dotyczące systemów elektroenergetycznych w przemyśle. Podstawowe parametry sieci zasilających. Klasyfikacja odbiorników i ich wymagania. Układy zasilania z sieci publicznych i własnych źródeł. Struktura sieci elektroenergetycznych: sieci niskiego, średniego i wysokiego napięcia, rozdzielnie i stacje transformatorowe, zabezpieczenia i automatyka w systemach przemysłowych.</li> <li>• Obliczenia techniczne sieci przemysłowych niskiego i średniego napięcia: spadków napięcia w sieci, strat mocy i energii elektrycznej, dobór przewodów na długotrwałą obciążalność i przeciążalność prądową oraz na warunki zwarciove.</li> <li>• Dobór transformatorów. Zabezpieczenia transformatorów SN/nn i stacji transformatorowo-rozdzielczej SN/nn. Obliczenia niezawodnościowe sieci przemysłowych: wskaźników nieciągłości zasilania wybranych układów sieci, Obliczanie wskaźników zawodności bloków sieciowych.</li> <li>• Obliczenia ekonomiczne sieci przemysłowych: metoda kosztów rocznych i zdyskontowanych kosztów rocznych, wartości bieżącej netto (NPV), zmodyfikowanych kosztów rocznych, minimalnych kosztów wieloletnich sieci przemysłowych, kosztów krańcowych, wewnętrznej stopy zwrotu (IRR). Analiza finansowa i ocena efektywności projektów inwestycyjnych w elektroenergetyce.</li> <li>• Analiza strat mocy w zakładach przemysłowych, kompensacja mocy biernej, jakość energii elektrycznej i metody jej poprawy. Projektowanie układów zasilających dla różnych sektorów przemysłowych.</li> </ul>	
Technologia BIM w zarządzaniu instalacjami elektrycznymi	K_W02, K_W03, K_U06, K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do technologii BIM.</li> <li>• Wielowymiarowość oraz informacje zawarte w modelach BIM.</li> <li>• Narzędzia komputerowe wspomagające projektowanie w technologii BIM.</li> <li>• Przedmiarowanie w oparciu o technologię BIM.</li> <li>• Kosztorysowanie z wykorzystaniem technologii BIM.</li> </ul>	
Technologie wodorowe w wytwarzaniu i magazynowaniu energii elektrycznej	K_W02, K_W03, K_U08, K_U11, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omówienie podstawowych pojęć związanych z wodorem jako nośnikiem energii. Znaczenie wodoru dla transformacji energetycznej i neutralności klimatycznej.</li> <li>• Charakterystyka głównych technologii produkcji wodoru: elektroliza wody (z odnawialnych źródeł energii), reforming parowy metanu, piroza biomasy, fotokataliza.</li> <li>• Rodzaje elektrolizerów: alkaliczne, PEM (Proton Exchange Membrane), SOEC (Solid Oxide). Ich zastosowanie w produkcji "zielonego wodoru".</li> <li>• Omówienie metod magazynowania wodoru: sprężanie, skraplanie, magazynowanie w formie chemicznej (np. wodorki metali).</li> <li>• Budowa i zasada działania ogniw paliwowych. Typy ogniw: PEMFC, SOFC, MCFC, AFC. Przykłady zastosowań w energetyce i transporcie.</li> <li>• Zastosowanie wodoru do bilansowania systemu energetycznego, stabilizacji sieci i integracji odnawialnych źródeł energii.</li> <li>• Opis koncepcji P2H2P: magazynowanie nadwyżek energii elektrycznej poprzez produkcję wodoru i jego późniejsze wykorzystanie w ogniwach paliwowych.</li> <li>• Analiza zagrożeń związanych z produkcją, magazynowaniem i transportem wodoru. Normy bezpieczeństwa i dobre praktyki w projektowaniu instalacji wodorowych.</li> <li>• Przykłady zastosowań wodoru: w mikro sieciach, gospodarstwach domowych, zakładach przemysłowych i magazynach energii wielkoskalowej.</li> <li>• Nowe technologie produkcji i magazynowania wodoru, rozwój ogniw paliwowych, wodór jako surowiec przemysłowy, inicjatywy rządowe i międzynarodowe strategie.</li> </ul>	
Układy elektromagnetyczne w energoelektronice	K_W01, K_W02, K_U11, K_U12, K_K01, K_K04

• Program przedmiotu. Zasady zaliczania. Literatura przedmiotu. Modele obwodowe i polowe układów elektromagnetycznych. Metoda elementów skończonych w symulacji układów elektromagnetycznych. • Modelowanie dynamiki układów elektromagnetycznych. Straty w układach elektromagnetycznych. Modelowanie zjawiska histerezy oraz prądów wirowych. • Uproszczona analiza układów prostowniczych z autotransformatorem. Dławiki IPT, ZSBT, HBR. • Topologie wielopulsowych układów prostowniczych o połączeniu równoległym zasilanych z autotransformatorów bez użycia dławików IPT. Sposoby połączeń uzwojeń autotransformatora umożliwiające uzyskanie wielofazowych napięć wyjściowych. Parametry charakterystyczne autotransformatorów zasilających układy prostownicze 18-pulsowe. • Układy prostownicze z autotransformatorem o połączeniu gwiazdowym i trójkątnym. Zwiększanie liczby pulsów prostownika 12-pulsowego za pomocą dławików IPT oraz diod. Układy prostownicze wielopulsowe (12/24-pulsowe) z zastosowaniem łączników o zwiększonej częstotliwości łączeń. • Układy prostowniczy 12, 24, 30-pulsowe z dławikami niesprzężonymi magnetycznie. • Metody zmniejszania THD prądów układów wielopulsowych z wykorzystaniem układów aktywnych. Prostownik 6-pulsowy z dodatkową generacją prądów piłokształtnych. Prostownik 12-pulsowy z dławikami niesprzężonymi i dodatkową modulacją prądu. Prostownik 18-pulsowy z autotransformatorem i przekształtnikami typu Boost.

Układy elektromagnetyczne w energoelektronice (OZ)

K\_W01, K\_W02, K\_U11, K\_U12, K\_K01, K\_K04

• Program przedmiotu. Zasady zaliczania. Literatura przedmiotu. Modele obwodowe i polowe układów elektromagnetycznych. Metoda elementów skończonych w symulacji układów elektromagnetycznych. • Modelowanie dynamiki układów elektromagnetycznych. Straty w układach elektromagnetycznych. Modelowanie zjawiska histerezy oraz prądów wirowych. • Uproszczona analiza układów prostowniczych z autotransformatorem. Dławiki IPT, ZSBT, HBR. • Topologie wielopulsowych układów prostowniczych o połączeniu równoległym zasilanych z autotransformatorów bez użycia dławików IPT. Sposoby połączeń uzwojeń autotransformatora umożliwiające uzyskanie wielofazowych napięć wyjściowych. Parametry charakterystyczne autotransformatorów zasilających układy prostownicze 18-pulsowe. • Układy prostownicze z autotransformatorem o połączeniu gwiazdowym i trójkątnym. Zwiększanie liczby pulsów prostownika 12-pulsowego za pomocą dławików IPT oraz diod. Układy prostownicze wielopulsowe (12/24-pulsowe) z zastosowaniem łączników o zwiększonej częstotliwości łączeń. • Układy prostowniczy 12, 24, 30-pulsowe z dławikami niesprzężonymi magnetycznie. • Metody zmniejszania THD prądów układów wielopulsowych z wykorzystaniem układów aktywnych. Prostownik 6-pulsowy z dodatkową generacją prądów piłokształtnych. Prostownik 12-pulsowy z dławikami niesprzężonymi i dodatkową modulacją prądu. Prostownik 18-pulsowy z autotransformatorem i przekształtnikami typu Boost.

Układy programowalne

K\_W02, K\_W03, K\_U01, K\_U14, K\_K01, K\_K03

• rys historyczny, terminologia • Środowiska wspierające komputerowo konfigurację układów programowalnych • Struktura układów arytmetycznych • Układy elektroniczne o programowalnej strukturze, ich rozwój i stan obecny • Struktura i cechy układów PAL i PLA. Przykłady realizacji wybranych układów cyfrowych • Układy CPLD (Complex Programmable Logic Device). Struktura wewnętrzna makrokomórek logicznych, bloków funkcjonalnych, zdolności łączeniowe matryc łączeniowych kluczy • Układy programowalne FPGA (Field Programmable Gate Array). Omówienie struktury i możliwości podstawowych rodzin układów FPGA. Realizacja układów mikroprogramowalnych • Wykorzystanie struktur programowalnych do sterowania i modelowania obiektów w czasie rzeczywistym. • Podstawy języka opisu sprzętu VHDL

Użytkowanie systemów przetwarzania energii	K_W02, K_W03, K_U08, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbogenerator jako element systemu elektroenergetycznego</li> <li>• Konstrukcje turbogeneratorów</li> <li>• Stany nieustalone i niesymetryczne turbogeneratorów</li> <li>• Parametry charakterystyczne turbogenerators</li> <li>• Kołysania i stabilność pracy równoległej</li> <li>• Perspektywy wzrostu mocy granicznych</li> <li>• Uszkodzenia eksploatacyjne</li> <li>• Straty i sprawność generatorów synchronicznych</li> <li>• Nietypowe stany pracy turbogeneratorów</li> <li>• Praca wyspowa generatora indukcyjnego</li> <li>• Praca generatora indukcyjnego na sieć sztywną</li> <li>• Generatory synchroniczne z magnesami trwałymi</li> </ul>	
Wspólny rynek energii Unii Europejskiej	K_W02, K_U01, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcie i zakres bezpieczeństwa energetycznego.</li> <li>• Teorie integracji rynku gazu i energii elektrycznej</li> <li>• Cele polityki energetycznej i klimatycznej UE</li> <li>• Otoczenie regulacyjne rynku energii UE</li> <li>• Gospodarka surowcami energetycznymi na rynku energii</li> <li>• Geopolityczne wyzwania wspólnego rynku energii UE</li> <li>• Znaczenie infrastruktury energetycznej na wspólnym rynku energii UE</li> <li>• Struktura bilansu energetycznego a cele klimatyczne 2030</li> <li>• Szanse i wyzwania dla polskich spółek energetycznych na wspólnym rynku EU</li> <li>• Handel surowcami energetycznymi i energią na wspólnym rynku</li> <li>• Znaczenie handlu uprawnieniami do emisji (ETS) dla sektora energetycznego</li> <li>• Znaczenie giełd energii w UE.</li> <li>• Rola instytucji ENTSG, ENTSOE, ACER.</li> </ul>	
Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroenergetyki. (w j. obcym)	K_W02, K_U02, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wybrane zagadnienia dotyczące elektrotechniki oraz elektroniki</li> <li>• Wybrane zagadnienia związane z architekturą komputerów oraz ich działaniem</li> </ul>	
Wybrane zagadnienia jakości energii elektrycznej (OZ)	K_W03, K_W04, K_W06, K_U09, K_U11, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jakość energii elektrycznej, parametry jakości</li> <li>• Rodzaje zaburzeń i zakłóceń elektromagnetycznych, Normy i rozporządzenia związane z jakością energii elektrycznej i kompatybilnością elektromagnetyczną</li> <li>• Napięcie jako parametr jakości energii elektrycznej, odchylenia i wahania napięcia, sposoby regulacji, asymetria napięć w układach trójfazowych</li> <li>• Odkształcenia napięć i prądów - składowe harmoniczne przebiegów</li> <li>• Wyznaczanie podstawowych parametrów jakości energii elektrycznej</li> <li>• Wpływ parametrów jakości energii elektrycznej na pracę odbiorników i na sieć zasilającą</li> <li>• Układy energoelektroniczne do poprawy jakości energii</li> </ul>	
Wybrane zagadnienia jakości energii elektrycznej (SN)	K_W03, K_W04, K_W06, K_U09, K_U11, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jakość energii elektrycznej, parametry jakości</li> <li>• Rodzaje zaburzeń i zakłóceń elektromagnetycznych, Normy i rozporządzenia związane z jakością energii elektrycznej i kompatybilnością elektromagnetyczną</li> <li>• Napięcie jako parametr jakości energii elektrycznej, odchylenia i wahania napięcia, sposoby regulacji, asymetria napięć w układach trójfazowych</li> <li>• Odkształcenia napięć i prądów - składowe harmoniczne przebiegów</li> <li>• Wyznaczanie podstawowych parametrów jakości energii elektrycznej</li> <li>• Wpływ parametrów jakości energii elektrycznej na pracę odbiorników i na sieć zasilającą</li> <li>• Układy energoelektroniczne do poprawy jakości energii</li> </ul>	
Wybrane zagadnienia modelowania CAD (BN)	K_W03, K_W05, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omówienie zagadnień związanych z projektowaniem inżynierskim</li> <li>• Przegląd oprogramowania CAX.</li> <li>• Modelowanie parametryczne w procesie projektowania inżynierskiego</li> <li>• Modelowanie bryłowe</li> <li>• Modelowanie zespołów</li> <li>• Tworzenie dokumentacji rysunkowej 2D</li> <li>• Zaawansowane techniki modelowania 3D</li> <li>• Projekt zaliczeniowy</li> </ul>	

Wybrane zagadnienia modelowania CAD (SN)	K_W03, K_W05, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omówienie zagadnień związanych z projektowaniem inżynierskim . Przegląd oprogramowania CAX.</li> <li>• Modelowanie parametryczne w procesie projektowania inżynierskiego</li> <li>• Modelowanie bryłowe</li> <li>• Modelowanie zespołów</li> <li>• Tworzenie dokumentacji rysunkowej 2D</li> <li>• Zaawansowane techniki modelowania 3D</li> <li>• Projekt zaliczeniowy</li> </ul>	
Wykład monograficzny	K_W02, K_W03, K_K05
<p>• Wyładowania atmosferyczne a środowisko naturalne, globalny obwód elektryczny, fale Schumanna, zagrożenia infrastruktury technicznej i istot żywych związane z oddziaływaniem wyładowań atmosferycznych, parametry wyładowań atmosferycznych, modelowanie kanału piorunowego z prądem udarowym, systemy lokalizacji wyładowań atmosferycznych • Impuls elektromagnetyczny LEMP i mechanizmy jego sprzężenia z układami przewodzącymi. Modelowanie wpływu prądu piorunowego i LEMP na linie elektroenergetyczne i instalacje elektryczne, symulacje komputerowe rozkładu prądu piorunowego w instalacji odgromowej i przepięć atmosferycznych w liniach elektroenergetycznych • Przegląd równań różniczkowych zwyczajnych, układy równań. Metoda zmiennych stanu. Przegląd równań różniczkowych cząstkowych: równania Laplace'a i Poisson'a; równanie przewodzenia ciepła (równanie dyfuzji); równanie falowe, równania biharmoniczne i białowe; równan Przegląd równań całkowych Volterra i Fredholma. Rodzaje sformułowań zagadnień granicznych: klasyczne, wariacyjne: silne, słabe i odwrotne. Różnice skończone, ilorazy różnicowe (rodzaje), metoda różnic skończonych (FDM). Metoda elementów skończonych (FEM): funkcje kształtu, wyprowadzenie równoważnego układu równań algebraicznych, analiza, zastosowanie. Metoda elementów brzegowych (BEM): wyprowadzenie równoważnego układu równań algebraicznych, analiza, zastosowanie. Metoda Trefftza: T-funkcje, metoda Trefftza-Herrery, metoda Trefftza-Jirouska, metoda Trefftza-Kupradze. Przegląd metod brzegowych hybrydowych. Zastosowanie metod numerycznych w elektrotechnice: pole elektrostatyczne, zagadnienie brzegowe teorii rozchodzenia się dźwięku, zagadnienia brzegowe teorii pola elektromagnetycznego.</p>	
Wysokonapięciowe systemy przesyłowo-rozdzielcze	K_W02, K_W03, K_U08, K_U09, K_K01, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogólna charakterystyka i tendencje rozwojowe sieci elektroenergetycznych. Organizacja elektroenergetyki krajowej</li> <li>• Struktura sieci elektroenergetycznej</li> <li>• Przesył energii liniami najwyższych napięć AC i DC</li> <li>• Układy rozdzielni wysokich i najwyższych napięć</li> <li>• Urządzenia stacyjne, połączenia elementów systemów rozdzielczych</li> <li>• Połączenia elementów systemów rozdzielczych</li> </ul>	
Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej	K_W01, K_W02, K_W03, K_U06, K_U11, K_K02, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do generacji rozproszonej: przyczyny i stan rozwoju, definicje oraz klasyfikacja wytwarzania rozproszonego, stosowane technologie i źródła energii, miejsce w systemie elektroenergetycznym.</li> <li>• Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w energetyce rozproszonej. Aktualne trendy rozwojowe, przykłady zastosowań. Sposoby szacowania ilości generowanej energii.</li> <li>• Technologie generacji rozproszonej w oparciu o zasoby nieodnawialne. Klasyfikacja, przedstawianie wad i zalet stosowanych rozwiązań.</li> <li>• Hybrydowe systemy wytwórcze i wytwarzanie skojarzone.</li> <li>• Sterowanie, nadzór i integracja źródeł rozproszonych. Przykłady podstawowych rozwiązań.</li> <li>• Formalno-prawne i ekonomiczne aspekty energetyki rozproszonej.</li> </ul>	
Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej (OZ)	K_W01, K_W02, K_W03, K_U06, K_U11, K_K02, K_K04

• Wprowadzenie do generacji rozproszonej: przyczyny i stan rozwoju, definicje oraz klasyfikacja wytwarzania rozproszonego, stosowane technologie i źródła energii, miejsce w systemie elektroenergetycznym. • Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w energetyce rozproszonej. Analiza stosowanych technologii. Stan obecny i prognozowany. Aktualne trendy rozwojowe. Budowa systemów rozproszonej generacji w oparciu o zasoby odnawialne. Przykłady zastosowań. Sposoby szacowania ilości generowanej energii. • Technologie generacji rozproszonej w oparciu o zasoby nieodnawialne. Klasyfikacja, obszary zastosowań, przedstawianie wad i zalet stosowanych obecnie rozwiązań. Budowa systemów rozproszonej generacji w oparciu o silniki spalinowe i turbiny gazowe. Analiza sprawności generacji energii i metody jej poprawy. Przykłady wybranych realizacji. • Hybrydowe systemy wytwórcze i wytwarzanie skojarzone. Definicja kogeneracji, założenia, wymagania i wyzwania. Charakterystyka układów kogeneracyjnych. Metody obniżenia strat. Ocena efektywności energetycznej elektrociepłowni pracujących z wykorzystaniem wybranych technologii. Analiza przykładowych realizacji układów kogeneracyjnych w wybranych elektrociepłowniach. • Sterowanie, nadzór i integracja źródeł rozproszonych. Charakterystyka Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) w kontekście generacji rozproszonej. Cele działania oraz stosowane układy systemów sterowania i nadzoru. System zarządzania i integracja źródeł rozproszonych z KSE. Przykłady stosowanych rozwiązań. • Formalno-prawne i ekonomiczne aspekty energetyki rozproszonej. Podział, charakterystyka i metodyka obliczania kosztów wytwarzania energii elektrycznej lub ciepłej. Udział kosztów w nakładzie inwestycyjnym. Formy wsparcia finansowego w generacji rozproszonej.

Zaawansowane układy przekształcania energii

K\_W02, K\_W03, K\_U08, K\_U11, K\_U13, K\_K03, K\_K05

• Wprowadzenie, Literatura przedmiotu. Nowoczesne przyrządy półprzewodnikowe mocy: moduły mocy, inteligentne moduły mocy . • Przekształtniki energoelektroniczne o dwukierunkowym przepływie energii. Podział: ze względu na sposób przekształcania energii elektrycznej, ze względu na budowę, zwrot napięcia. Prostowniki (AC/DC), Przetworniki prądu stałego (DC/DC). Falowniki (DC/AC), Badanie modułu tranzystorowego. Badanie dwukierunkowych przekształtników AC/DC • Zastosowania przekształtników wielopoziomowych w zakresie napędów z silnikami prądu stałego i przemiennego i zasilania urządzeń elektrotermicznych. Zastosowania przekształtników energoelektronicznych w zakresie zasilania urządzeń oświetlenia elektrycznego, Badanie przekształtnika o odwróconym kierunku napięcia wyjściowego. • Zastosowania przekształtników energoelektronicznych w zakresie układów rezerwowego zasilania prądu przemiennego 50 Hz stosowane w sieciach komputerowych, w telekomunikacji i w medycynie, stabilizowane źródła napięcia i prądu. Badanie falownika do zasilania lampy fluorescencyjnej.

Zaawansowane układy przekształcania energii (SN)

K\_W02, K\_W03, K\_U08, K\_U11, K\_U13, K\_K03, K\_K05

• Wprowadzenie, Literatura przedmiotu. Nowoczesne przyrządy półprzewodnikowe mocy: moduły mocy, inteligentne moduły mocy . • Przekształtniki energoelektroniczne o dwukierunkowym przepływie energii. Podział: ze względu na sposób przekształcania energii elektrycznej, ze względu na budowę, zwrot napięcia. Prostowniki (AC/DC), Przetworniki prądu stałego (DC/DC). Falowniki (DC/AC), Badanie modułu tranzystorowego. Badanie dwukierunkowych przekształtników AC/DC • Zastosowania przekształtników wielopoziomowych w zakresie napędów z silnikami prądu stałego i przemiennego i zasilania urządzeń elektrotermicznych. Zastosowania przekształtników energoelektronicznych w zakresie zasilania urządzeń oświetlenia elektrycznego, Badanie przekształtnika o odwróconym kierunku napięcia wyjściowego. • Zastosowania przekształtników energoelektronicznych w zakresie układów rezerwowego zasilania prądu przemiennego 50

Hz stosowane w sieciach komputerowych, w telekomunikacji i w medycynie, stabilizowane źródła napięcia i prądu. Badanie falownika do zasilania lampy fluorescencyjnej.	
Zakłócenia w układach elektroenergetycznych	K_W02, K_W04, K_U01, K_U13, K_K01, K_K03
<p>• Zwarcia; przyczyny i skutki; metody obliczania przebiegów prądu zwarciovego w układach elektroenergetycznych. Ograniczanie skutków zwarć. • Przepięcia wewnętrzne i zewnętrzne w sieciach elektroenergetycznych; rozchodzenie się przepięć. Ochrona przeciwprzepięciowa urządzeń elektrycznych. • Wahania napięcia i odchylenia częstotliwości, spowodowane zmianami obciążenia sieci. Powstawanie wyższych harmoniczných w sieci, spowodowane dużymi odbiornikami nieliniowymi. Sposoby ograniczania wahań napięcia i wyższych harmoniczných. • Stabilność systemu elektroenergetycznego; stabilność lokalna i globalna, środki poprawy stabilności. • Wykonanie ćwiczeń komputerowych obejmujących symulację wybranych zakłóceń w zadanych układach elektroenergetycznych.</p>	
Zarządzanie energetyką prosumencką (BN)	K_W02, K_U11, K_U12, K_K01, K_K04
<p>• Mikroinstalacje jako kluczowy kierunek rozwoju technologii prosumenckich. Mechanizmy wsparcia inwestycji w OZE i ekonomiczna efektywność inwestycji. podstawowe uwarunkowania wykorzystania OZE w gminie; założenia i cele nowej ustawy o odnawialnych źródłach energii; prosumpcja energii odnawialnej; fotowoltaika w gminie – oświetlenie fotowoltaiczne, farmy fotowoltaiczne, produkcja energii na własne potrzeby; MEW-y (małe elektrownie wodne i wiatrowe); podłączanie prosumenckich do sieci – aspekty techniczne i organizacyjne; rozwój sieci instalacji fotowoltaicznych na budynkach komunalnych; kolorowe certyfikaty; Krajowy Plan Działań w zakresie OZE. • Wykorzystanie analizy fraktalnej do przewidywania mocy generacji wiatrowej w instalacjach prosumenckich • Rozwój energetyki prosumenckiej a bezpieczeństwo energetyczne. Efektywność energetyczna w domu i na co dzień. jak policzyć zużycie energii przez elektroprzęt?; etykieta energetyczna – jak czytać; certyfikat energetyczny budynku; inteligentny dom; inteligentna sieć domowa; pasywne rozwiązania architektoniczne; Inteligentna energia – w domu i w Sieci. • Wirtualne Sieci Referencyjnych Prosumenckich Mikroinstalacji Energetycznych. produkcja – konsumpcja – prosumpcja - zielona gospodarka; niekoncesjonowane mikroinstalacje OZE; tworzenie grup przyłączeniowych do sieci – rozkład kosztów; dołączanie się do grona prosumenckich – aspekty techniczne, organizacyjne i proceduralne aspekty proceduralne i podatkowe (VAT); aktywny udział odbiorcy końcowego w wytwarzaniu i zużyciu energii (aktualne sygnały cenowe); mała fotowoltaika – perspektywy inwestowania i wsparcia; małe turbiny gazowe, małe instalacje CHP, ogniwa paliwowe, mała energetyka wiatrowa i wodna MEW, pompy ciepła. • Symulacje komputerowe systemu zarządzania mocą i energią w mikrosieci. Inteligentne Sieci Energetyczne ISE. definicja i rola inteligentnych sieci energetycznych; rynek e-energii; Smart Metering - pomiary i Smart Grid – zarządzanie; infrastruktura ISE – teleinformatyka, magazynowanie energii; kompleksowe pomiary zużycia mediów energetycznych i zapewnienie dostępności wyników; współpraca z dostawcami energii w zakresie wykorzystywania wyników pomiarów; koncepcja Smart City, Smart Gminy i Smart Regionu; wsparcie teleinformatyki dla procesów efektywności energetycznej; komputerowe systemy monitorowania i zarządzania mediami energetycznymi; ryzyka związane z zakupem technologii Smart Grids; ryzyko opłacalności inwestycji w inteligentne sieci - modele biznesowe; ryzyko cyberataku i manipulacji taryfami energii – możliwości zabezpieczeń; ryzyko związane z integrowaniem i synchronizacją zaawansowanej Infrastruktury Pomiarowej AMI – integracja systemów zarządzających pomiarami firm energetycznych z urządzeniami teletransmisyjnymi i nowymi licznikami; ryzyko przepięć, przekroczenia rezerwy mocy i awarii sieci – metody szacowania, pilotaż, dotychczasowe doświadczenia; ryzyko nieuczciwej konkurencji firm energetycznych - identyfikacja i przeciwdziałanie. • Klasyfikacja</p>	



i charakterystyka narzędzi wykorzystywanych w procesie prognozowania zapotrzebowania na energię. DSM jest efektywne wykorzystanie energii oraz sterowanie obciążeniem, czyli zmniejszenie obciążenia lub przesunięcie obciążenia na okres poza szczytem • Samochód jako źródło i zasobnik dla PME. Prosumencka mikroinstalacja fotowoltaiczna na przykładzie domu jednorodzinnego. Wnioskowanie rozmyte w układzie sterowania prosumenckiej mikroinstalacji energetycznej PME.

Zarządzanie energetyką prosumencką (OZ)

K\_W02, K\_U11, K\_U12, K\_K01, K\_K04

• Mikroinstalacje jako kluczowy kierunek rozwoju technologii prosumenckich. Mechanizmy wsparcia inwestycji w OZE i ekonomiczna efektywność inwestycji. podstawowe uwarunkowania wykorzystania OZE w gminie; założenia i cele nowej ustawy o odnawialnych źródłach energii; prosumpcja energii odnawialnej; fotowoltaika w gminie – oświetlenie fotowoltaiczne, farmy fotowoltaiczne, produkcja energii na własne potrzeby; MEW-y (małe elektrownie wodne i wiatrowe); podłączanie prosumentów do sieci – aspekty techniczne i organizacyjne; rozwój sieci instalacji fotowoltaicznych na budynkach komunalnych; kolorowe certyfikaty; Krajowy Plan Działań w zakresie OZE. • Wykorzystanie analizy fraktalnej do przewidywania mocy generacji wiatrowej w instalacjach prosumenckich • Rozwój energetyki prosumenckiej a bezpieczeństwo energetyczne. Efektywność energetyczna w domu i na co dzień. jak policzyć zużycie energii przez elektroprzęty?; etykieta energetyczna – jak czytać; certyfikat energetyczny budynku; inteligentny dom; inteligentna sieć domowa; pasywne rozwiązania architektoniczne; Inteligentna energia – w domu i w Sieci. • Wirtualne Sieci Referencyjnych Prosumenckich Mikroinstalacji Energetycznych. produkcja – konsumpcja – prosumpcja - zielona gospodarka; niekoncesjonowane mikroinstalacje OZE; tworzenie grup przyłączeniowych do sieci – rozkład kosztów; dołączanie się do grona prosumentów – aspekty techniczne, organizacyjne i proceduralne aspekty proceduralne i podatkowe (VAT); aktywny udział odbiorcy końcowego w wytwarzaniu i zużyciu energii (aktualne sygnały cenowe); mała fotowoltaika – perspektywy inwestowania i wsparcia; małe turbiny gazowe, małe instalacje CHP, ogniwa paliwowe, mała energetyka wiatrowa i wodna MEW, pompy ciepła. • Symulacje komputerowe systemu zarządzania mocą i energią w mikro sieci. Inteligentne Sieci Energetyczne ISE. definicja i rola inteligentnych sieci energetycznych; rynek e-energii; Smart Metering - pomiary i Smart Grid – zarządzanie; infrastruktura ISE – teleinformatyka, magazynowanie energii; kompleksowe pomiary zużycia mediów energetycznych i zapewnienie dostępności wyników; współpraca z dostawcami energii w zakresie wykorzystywania wyników pomiarów; koncepcja Smart City, Smart Gminy i Smart Regionu; wsparcie teleinformatyki dla procesów efektywności energetycznej; komputerowe systemy monitorowania i zarządzania mediami energetycznymi; ryzyka związane z zakupem technologii Smart Grids; ryzyko opłacalności inwestycji w inteligentne sieci - modele biznesowe; ryzyko cyberataku i manipulacji taryfami energii – możliwości zabezpieczeń; ryzyko związane z integrowaniem i synchronizacją zaawansowanej Infrastruktury Pomiarowej AMI – integracja systemów zarządzających pomiarami firm energetycznych z urządzeniami teletransmisyjnymi i nowymi licznikami; ryzyko przebiegów, przekroczenia rezerwy mocy i awarii sieci – metody szacowania, pilotaż, dotychczasowe doświadczenia; ryzyko nieuczciwej konkurencji firm energetycznych - identyfikacja i przeciwdziałanie. • Klasyfikacja i charakterystyka narzędzi wykorzystywanych w procesie prognozowania zapotrzebowania na energię. DSM jest efektywne wykorzystanie energii oraz sterowanie obciążeniem, czyli zmniejszenie obciążenia lub przesunięcie obciążenia na okres poza szczytem • Samochód jako źródło i zasobnik dla PME. Prosumencka mikroinstalacja fotowoltaiczna na przykładzie domu jednorodzinnego. Wnioskowanie rozmyte w układzie sterowania prosumenckiej mikroinstalacji energetycznej PME.

Diagnostyka układów elektromechanicznego przetwarzania energii (MW)

K\_W05, K\_W06, K\_U08, K\_U17, K\_K01, K\_K03

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnostyka techniczna zespołów maszynowych.</li> <li>• Ogólna analiza awaryjności w elektrowniach. Generator synchroniczny jako element układu przetwarzania energii. Konstrukcje turbogeneratorów i hydrogeneratorów.</li> <li>• Parametry i charakterystyki podstawowe generatora synchronicznego. Przyczyny ograniczenia obciążalności.</li> <li>• Charakterystyczne zaburzenia i stany awaryjne generatorów synchronicznych</li> <li>• Typowe uszkodzenia w generatorach synchronicznych, ich diagnostyka.</li> <li>• Analiza awaryjności w układach przetwarzania energii z maszyną indukcyjną.</li> <li>• Wybrane stany nieustalone układu elektromaszynowego z silnikiem indukcyjnym</li> <li>• Uszkodzenia maszyn indukcyjnych, ich skutki i sposoby diagnostyki.</li> <li>• Uszkodzenia i diagnostyka łożysk</li> <li>• Oddziaływanie przepięć oraz impulsowego napięcia na uzwojenia maszyn elektrycznych.</li> <li>• Diagnostyka uzwojeń maszyn elektrycznych</li> <li>• Awaryjność i diagnostyka transformatorów</li> <li>• Diagnostyka drganiowa.</li> </ul>	
Energoelektroniczne wysokonapięciowe przekształtniki trakcyjne (MW)	K_W02, K_W03, K_U01, K_U07, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologie/architektury napędów trakcyjnych. Przekształtniki dla pojazdów zasilanych prądem przemiennym z transformatorem konwencjonalnym</li> <li>• Przekształtniki dla pojazdów zasilanych prądem przemiennym z transformatorem elektronicznym (e-transformatorem)</li> <li>• Przekształtniki dla pojazdów zasilanych prądem stałym</li> <li>• Komponenty stosowane dla różnych topologii przekształtników</li> <li>• Konfiguracja falownika trakcyjnego przy zasilaniu z sieci prądu stałego i sieci prądu przemiennego</li> <li>• Falowniki trakcyjne wielosystemowych pojazdów trakcyjnych</li> <li>• Przekształtniki trakcyjne w pojazdach z silnikiem wysokoprężnym z przekładnią elektryczną</li> </ul>	
Kompatybilność elektromagnetyczna (MW)	K_W02, K_W04, K_U01, K_U02, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definicja EMC, terminologia i podstawowe jednostki, charakterystyka zaburzeń elektromagnetycznych (EM) w dziedzinie czasu i częstotliwości, strefy pola wokół źródeł zaburzeń EM</li> <li>• Źródła, klasyfikacja i parametry zaburzeń elektromagnetycznych, propagacja zaburzeń EM i mechanizmy sprzęgania z instalacjami przewodzącymi i urządzeniami</li> <li>• Zaburzenia elektromagnetyczne dużej mocy (LEMP, SEMP i NEMP) i ich oddziaływanie na systemy elektroenergetyczne i instalacje elektryczne. Środki i metody ochrony przed zaburzeniami typu LEMP (SPD, ekranowanie, ekwipotencjalizacja, trasowanie przewodów, filtry)</li> <li>• Ochrona awioniki statków powietrznych przed zaburzeniami typu LEMP, uregulowania prawne, typy testów i standardowych impulsów, metody badań odporności awioniki na zaburzenia pochodzące od bezpośrednich wyładowań piorunowych w samolot i w jego pobliżu</li> <li>• Emisyjność i odporność urządzeń elektrycznych i elektronicznych oraz metody badań laboratoryjnych, uregulowania prawne i normy dotyczące emisyjności i odporności urządzeń, wyładowania elektrostatyczne (ESD), środki i metody ograniczania ESD</li> </ul>	
Modelowanie matematyczne układów elektromaszynowych (MW)	K_W01, K_W02, K_U08, K_U11, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modele matematyczne obwodowe maszyn asynchronicznych we współrzędnych fazowych i prostokątnych.</li> <li>• Modele matematyczne obwodowe maszyn synchronicznych we współrzędnych fazowych i prostokątnych.</li> <li>• Modelowanie matematyczne przekształtników półprzewodnikowych.</li> <li>• Aplikacja komputerowa modeli matematycznych układów elektromaszynowych.</li> <li>• Formowanie modeli matematycznych złożonych układów elektromaszynowych z wykorzystaniem teorii wielobiegunników.</li> <li>• Metody algebraizacji równań różniczkowych do analizy systemów elektrotechnicznych. Metoda wartości średnich napięć na kroku całkowania numerycznego i jej stosowanie do modelowania układów elektromaszynowych.</li> </ul>	
Ochrona odgromowa turbin wiatrowych i instalacji fotowoltaicznych (MW)	K_W02, K_W03, K_W05, K_W08, K_U01, K_U07, K_U13, K_K05

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klasyfikacja zaburzeń elektromagnetycznych. Wyładowania atmosferyczne doziemne i piorunowy impuls elektromagnetyczny.</li> <li>• Przepięcia indukowane wyładowaniami atmosferycznymi. Modelowanie matematyczne, fizyczne i symulacje komputerowe oddziaływań piorunowych na elektrownie wiatrowe i fotowoltaiczne.</li> <li>• Strefowa koncepcja ochrony odgromowej i przeciwpięciowej turbin wiatrowych i elektrowni fotowoltaicznych.</li> <li>• Środki ograniczające zaburzenia elektromagnetyczne stosowane w turbinach wiatrowych i elektrowniach fotowoltaicznych: uziemienia, masy, ekwipotencjalizacja, filtry, ograniczniki przepięć, ekranowanie, topologia instalacji.</li> <li>• Przykładowe rozwiązania nowoczesnej ochrony odgromowej i przepięciowej turbin wiatrowych i elektrowni fotowoltaicznych.</li> </ul>	
Projektowanie elektromaszynowych układów potrzeb własnych elektrowni (MW)	K_W02, K_W03, K_U08, K_U11, K_U12, K_K03, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Process technologiczny przetwarzania energii na elektrowni konwencjonalnej. Urządzenia i układy potrzeb własnych elektrowni.</li> <li>• Klasyfikacja napędów potrzeb własnych elektrowni. Wymagania do zasilania.</li> <li>• Określenie mocy silnika napędzającego w zależności od rodzaju pracy. Dobór silników do układów napędowych z uwzględnieniem zmienności obciążenia i prędkości wirowania.</li> <li>• Procesy przejściowe w napędach potrzeb własnych elektrowni. Modele matematyczne do analizy stanów przejściowych.</li> <li>• Zwiększenie energooszczędności układów napędowych urządzenia potrzeb własnych elektrowni.</li> <li>• Regulacja częstotliwościowa silników indukcyjnych. Zasady sterowania wektorowego.</li> <li>• Dobór przemienników częstotliwości do napędów indukcyjnych. Przykładowe schematy podłączenia.</li> </ul>	
Projektowanie układów świetlno-optycznych (MW)	K_W02, K_W03, K_U01, K_U06, K_U13, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omówienie podstawowych zagadnień związanych z rolą odbłyśników w kształtowaniu biegu promieni świetlnych. Zapoznanie się z tokiem komputerowego projektowania opraw oświetleniowych.</li> <li>• Omówienie właściwości refleksyjno-transmisyjnych materiałów stosowanych do budowy układów optycznych. Wpływ geometrii i cech refleksyjno-transmisyjnych układu optycznego i właściwości świetlnych źródła światła na bryłę fotometryczną oprawy oświetleniowej.</li> <li>• Podstawy geometryczne kształtowania bryły fotometrycznej opraw oświetleniowych. Obliczenia fotometryczne opraw oświetleniowych.</li> <li>• Definiowanie wymagań fotometrycznych oprawy oświetleniowej. Metody projektowania układów optycznych opraw oświetleniowych. Projektowanie reflektorów obrotowo-symetrycznych.</li> <li>• Metody kształtowania bryły fotometrycznej źródeł liniowych. Projektowanie reflektorów symetrycznych i asymetrycznych.</li> <li>• Metody kształtowania bryły fotometrycznej źródeł LED. Projektowanie soczewek i kolimatorów dla źródeł LED.</li> <li>• Metody kształtowania bryły fotometrycznej wieloźródłowych matryc LED. Projektowanie układów optycznych dla wieloźródłowych matryc LED.</li> </ul>	
Przekształtniki energii ze źródeł odnawialnych (MW)	K_W02, K_W03, K_U01, K_U07, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologie przekształtników energoelektronicznych dla paneli fotowoltaicznych i ogniw paliwowych</li> <li>• Topologie przekształtników energoelektronicznych dla turbin wiatrowych</li> <li>• Falowniki: Falowniki trójfazowe pracujące na sieć rozdzieloną</li> <li>• Falowniki: Falowniki trójfazowe podłączone do linii zasilającej. Praca wyspowa</li> <li>• Modelowanie komputerowe podłączenia źródła OZE z linią zasilającą</li> </ul>	
Sieci inteligentne (MW)	K_W02, K_W03, K_W04, K_U03, K_U08, K_K01, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do zastosowania inteligentnych metod komputerowych w energetyce.</li> <li>• Instalacje i systemy w inteligentnych budynkach lub Inteligentny budynek – projektowanie i użytkowanie. Zdalne odczyty – bezpieczeństwo stosowane. Bezprzewodowe sieci czujników w internecie rzeczy.</li> <li>• BIG data w energetyce jako jeden z elementów leżących u podstaw idei Przemysłu 4.0. Metodologia analizy sieci – zbierania danych, przetwarzania i ich interpretacji.</li> <li>• Audyting energetyczny - podstawowe określenia. Sposoby podejścia podczas realizacji audytingu. Cel audytingu, przygotowanie i gromadzenie informacji, pomiary, zestawienie bilansu energetycznego.</li> <li>• Automatyka i sterowanie - Robotyzacja i automatyzacja. Przemysł 4.0. Wizja nowoczesnego przemysłu. Cyberbezpieczeństwo w zakładzie przemysłowym. Wprowadzenie systemu informatycznego w przemyśle na przykładzie.</li> <li>• Bezpieczeństwo w systemach przemysłowych. Rozproszony system kryptoanalizy szyfrów opartych na krzywych eliptycznych. Ochrona danych pomiarowych oraz przeciwdziałania atakom.</li> </ul>	
Układy energoelektroniczne specjalnego zastosowania (MW)	K_W02, K_W03, K_U08, K_U11, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zasilacze jedno i trójfazowe o jednostkowym współczynniku mocy.</li> <li>• Trójfazowe 1-kwadrantowe prostowniki tyrystorowe (z diodami rozładowczymi).</li> <li>• Jednofazowe tyrystorowe rezonansowe falowniki prądu dla nagrzewnic indukcyjnych</li> <li>• Przekształtniki dc/dc buck, boost, buck boost i ich zastosowanie w fotowoltaice i energetyce odnawialnej</li> <li>• Półmostkowy układ impulsowy dla jednokierunkowego napędu z obcowzbudną maszyną prądu stałego</li> <li>• Sterowniki i łączniki prądu przemiennego oraz ich zastosowania,</li> <li>• Tranzystorowe falowniki autonomiczne: 1 i 3 fazowe falowniki napięcia (PWM);</li> <li>• Trójfazowe tyrystorowe falowniki prądu dla napędu indukcyjnego dużej mocy,</li> <li>• Wielopoziomowe trójfazowe falowniki napięcia</li> <li>• Energoelektronika w transporcie (układy impulsowe dla zasilania silników szeregowych prądu stałego, izolowane przetwornice trakcyjne dc/dc i dc/ac.</li> <li>• Przekształtniki buck to buck i koncepcja inteligentnego transformatora.</li> <li>• Energoelektronika w elektroenergetyce (wzbudzenie generatorów, napędy pomp i wentylatorów, układy kompensacji mocy biernej, itp.)</li> <li>• Układy energoelektroniczne dla elektronarzędzi i sprzętu powszechnego użytku</li> <li>• Układy energoelektroniczne dla energetyki odnawialnej (fotowoltaika, energetyka wiatrowa).</li> </ul>	
Układy rekonfiguralne (MW)	K_W02, K_W03, K_U08, K_U10, K_K02, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• rys historyczny, terminologia</li> <li>• Środowiska wspierające komputerowo konfigurację układów programowalnych</li> <li>• Układy elektroniczne o programowalnej strukturze, ich rozwój i stan obecny</li> <li>• Struktura i cechy układów PAL i PLA. Przykłady realizacji wybranych układów cyfrowych</li> <li>• Układy CPLD (Complex Programmable Logic Device). Struktura wewnętrzna makrokomórek logicznych, bloków funkcjonalnych, zdolności łączeniowe matryc łączeniowych kluczy</li> <li>• Układy programowalne FPGA (Field Programmable Gate Array). Omówienie struktury i możliwości podstawowych rodzin układów FPGA. Realizacja układów mikroprogramowalnych</li> <li>• Wykorzystanie struktur programowalnych do sterowania i modelowania obiektów w czasie rzeczywistym.</li> </ul>	
Wysokosprawne przekształtniki mocy dla systemów transportowych zasilanych energią elektryczną (MW)	K_W02, K_W03, K_U01, K_U07, K_K01, K_K05

- Łączniki energoelektroniczne z węgla krzemu (SiC).
- Sprawności przekształtników a straty łączeniowe.
- Wysokosprawne przekształtniki sieciowe AC-DC z łącznikami z węgla krzemu wybrane topologie.
- Wysokosprawne przekształtniki sieciowe DC-DC z łącznikami z węgla krzemu -wybrane topologie.
- Wysokosprawne przekształtniki sieciowe DC-AC z łącznikami z węgla krzemu -wybrane topologie.
- Hybrydowe łączniki półprzewodnikowe: IGBT-Si, dioda Schottky'ego-SiC

Zaawansowane metody sterowania w elektroenergetyce (MW)

K\_W02, K\_W03, K\_U10, K\_U13, K\_K03, K\_K05

- Program przedmiotu. Zasady zaliczania. Literatura przedmiotu. Wprowadzenie do zaawansowanych metod sterowania.
- Synchronizacja sieci w trójfazowych przekształtnikach mocy. Sterowanie przekształtnikiem sieciowym dla turbiny wiatrowej.
- Zaawansowane sterowanie przekształtnikami sieciowymi w warunkach awarii sieci. Sterowanie prądem sieci.
- Projektowanie sterowania w ślizgowego dla przekształtników mocy
- Projektowanie sterowania opartego na funkcji Lapunowa dla przekształtników mocy.
- Projektowanie sterowania predykcyjnego.

Zaawansowane systemy sterowania elektromaszynowymi przetwornikami energii (MW)

K\_W02, K\_W03, K\_U10, K\_U13, K\_K03, K\_K05

- Parametry i charakterystyki podstawowe asynchronicznych i synchronicznych maszyn.
- Procesy przejściowe w napędach potrzeb własnych systemów przetwarzania energii
- Modele matematyczne maszyn indukcyjnych do analizy stanów przejściowych i syntezy systemów sterowania.
- Sposoby regulacji częstotliwościowej prędkości napędów asynchronicznych oraz synchronicznych.
- Sposoby sterowania wektorowego silnikami indukcyjnymi - field oriented control FOC, direct torque control DTC. Osobliwości sterowania wektorowego maszynami synchronicznymi.
- Systemy sterowania maszynami asynchronicznymi pierścieniowymi obustronnie zasilanymi w napędach oraz w układach generacji energii elektrycznej.
- Systemy regulacji automatycznej wzbudzenia maszyn synchronicznych w układach elektromechanicznego przetwarzania energii