Załącznik nr 6 do ZW 121/2020

|  |
| --- |
| WYDZIAŁ W1 KARTA PRZEDMIOTUNazwa przedmiotu w języku polskim: Obliczanie numeryczne efektywności energetycznej budynkuNazwa przedmiotu w języku angielskim: Modelling the energy efficiency of a buildingKierunek studiów (jeśli dotyczy): ArchitekturaSpecjalność (jeśli dotyczy): …………………….. **Poziom i forma studiów: I stopień , stacjonarna**  **Rodzaj przedmiotu: wybieralny**  **Kod przedmiotu …………….**  **Grupa kursów NIE** |
|  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) |  |  |  | 45 |  |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) |  |  |  | 150 |  |
| Forma zaliczenia |  |  |  | zaliczenie na ocenę |  |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) |  |  |  |  |  |
| Liczba punktów ECTS |  |  |  | 5 |  |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom  o charakterze praktycznym (P) |  |  |  | 2,5 |  |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) |  |  |  | 4 |  |

|  |
| --- |
| **WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**  Brak wymagań wstępnych |

\

|  |
| --- |
| **CELE PRZEDMIOTU**  C1 Przekazanie umiejętności modelowania numerycznego budynku i sporządzania symulacji efektywności energetycznej za pomocą wybranych narzędzi  C2 Przekazanie umiejętności projektowania budynków energooszczędnych  C3 Przekazanie wrażliwości na środowiskowe uwarunkowania projektowania budynków w kontekście zużywanej energii |

|  |
| --- |
| PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ Z zakresu wiedzy:  1.1.4. absolwent zna i rozumie problemy fizyki, technologii i funkcji budynków w zakresie umożliwiającym zapewnienie komfortu ich użytkowania oraz ochrony przed działaniem czynników atmosferycznych;  1.1.6. absolwent zna i rozumie przepisy prawa i procedury niezbędne do realizacji projektów budynków;  B.W3. - absolwent zna i rozumie znaczenie środowiska przyrodniczego w projektowaniu architektonicznym, urbanistycznym i planowaniu przestrzennym;  B.W5. - absolwent zna i rozumie problematykę budownictwa, technologii i instalacji budowlanych, konstrukcji i fizyki budowli, obejmującą kluczowe, złożone zagadnienia w projektowaniu architektonicznym, urbanistycznym i planistycznym;  Z zakresu umiejętności:  1.2.2. absolwent potrafi zaprojektować obiekt architektoniczny lub prosty zespół urbanistyczny spełniający wymogi estetyczne i techniczne;  1.2.4. absolwent potrafi wykorzystać metody analityczne do formułowania i rozwiązywania zadań projektowych.  B.U3. absolwent potrafi posługiwać się właściwie dobranymi symulacjami komputerowymi, analizami i technologiami informacyjnymi, wspomagającymi projektowanie architektoniczne i urbanistyczne;  B.U4. absolwent potrafi opracować rozwiązania poszczególnych ustrojów i elementów budynków pod względem technologicznym, konstrukcyjnym i materiałowym;  Z zakresu kompetencji społecznych:  1.3.3. -absolwent jest gotów do brania odpowiedzialności za wartości architektoniczne i urbanistyczne w ochronie środowiska i dziedzictwa kulturowego; |

|  |
| --- |
| **TREŚCI PROGRAMOWE** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Forma zajęć - projekt** | | **Liczba godzin** |
| Pr1 | Prezentacja:  1. Omówienie i prezentacja tematyki zajęć; badanie stanu wiedzy studentów w zakresie przedmiotu zajęć.  2. Omówienie trendów w zakresie budownictwa energooszczędnego na świecie. | 3 |
| Pr 2 | Prezentacja:  1. Omówienie prawa europejskiego (Dyrektywy) oraz polskiego (PB, Rozporządzenia) w zakresie oszczędności energii w budynkach oraz zrównoważonego rozwoju.  2. Prezentacja środowiska do wykonywania symulacji efektywności energetycznej budynków.  3. Instalowanie oprogramowania. | 3 |
| Pr 3 | Prezentacja:  1. Zapoznanie się ze środowiskiem do wykonywania symulacji efektywności energetycznej budynków.  2. Wybór budynku do wykonywania obliczeń.  Modelowanie budynku:  - usytuowanie budynku, elementy ukształtowania terenu.  - podział na strefy ogrzewane i chłodzone  - użytkownicy i ich wpływ na zyski ciepła i zapotrzebowanie na energię | 3 |
| Pr 4 | Prezentacja:  1. Przykłady efektywnych energetycznie i innowacyjnych przegród budowlanych.  2. Wprowadzenie do mostków termicznych i liniowego współczynnika przenikania ciepła *ψ* (psi).  3. Długoterminowe systemy akumulacji ciepła.  Modelowanie budynku:  - bryła budynku, przegrody przeźroczyste i nieprzeźroczyste  - straty ciepła przez przegrody  - ochrona przed stratami ciepła w budynku.  - akumulacja ciepła w przegrodach  - praca samodzielna  - kontrola pracy | 3 |
| Pr 5 | Prezentacja:  1. Przykłady systemów wentylacyjnych z odzyskiem ciepła, systemy aktywne oraz pasywne, kominy solarne.  Modelowanie budynku:  - wybór systemu wentylacji w budynku, analiza wariantów  - praca samodzielna  - kontrola pracy | 3 |
| Pr6 | Prezentacja:  1. Obliczanie zysków ciepła w budynkach.  2. Energia promieniowania słonecznego.  3. Pasywne i aktywne systemy słoneczne  Modelowanie budynku:  - wybór systemu grzewczego w budynku, analiza wariantów  - praca samodzielna  - kontrola pracy | 3 |
| Pr7 | Prezentacja:  1. Instalacje c.w.u. Obliczanie zapotrzebowania oraz strat ciepła na c.w.u.  2. Odzyskiwanie energii w systemach c.w.u.  Modelowanie budynku:  - wybór systemu c.w.u. w budynku, analiza wariantów  - praca samodzielna  - kontrola pracy | 3 |
| Pr8 | Prezentacja:  1. Instalacje chłodzenia (HVAC). Obliczanie zapotrzebowania na energii do chłodzenia.  2. Ochrona budynków przed przegrzewaniem.  3. Systemy magazynowania chłodu  Modelowanie budynku:  - wybór systemu chłodzenia w budynku, analiza wariantów, wybór sposobu magazynowania energii  - praca samodzielna  - kontrola pracy | 3 |
| Pr9 | Prezentacja:  1. Bilans cieplny budynku. Obliczanie wskaźnika Energii Użytkowej. Akumulacja ciepła. Obliczanie całkowitych miesięcznych oraz rocznych strat ciepła  2. Omówienie standardu budynku pasywnego PHI (*Passive HouPr Institute)*, oraz nZEB (o *niemal zerowym zużyciu energii*).  Modelowanie budynku:  - praca samodzielna  - kontrola postępu prac | 3 |
| Pr10 | Prezentacja:  1. Bilans cieplny budynku. Obliczanie wskaźnika Energii Końcowej. Obliczanie całkowitych miesięcznych oraz rocznych strat ciepła.  2. Odnawialne źródła energii: systemy fotowoltaiczne: klasyfikacja, obliczanie, projektowanie, BIPV (*Building Integrated Photovoltaics)*, PV/T (*Photovoltaic Thermal*)  Modelowanie budynku:  - odnawialne i nieodnawialne źródła ciepła  - praca samodzielna  - kontrola postępu prac | 3 |
| Pr11 | Prezentacja:  1. Omówienie sposobów produkcji energii. Obliczanie wskaźnika Energii Pierwotnej.  2. Odnawialne źródła energii: powietrzne i gruntowe pompy ciepła, energia wiatrowa i geotermalna, pompy ciepła, kolektory słoneczne  Modelowanie budynku:  - stopień emisji eqCO2 w trakcie użytkowania budynku  - praca samodzielna  - kontrola postępu prac | 3 |
| Pr12 | Prezentacja:  1. Wyznaczanie wielkości emisji CO2 budynków. Charakterystyka ekologiczna budynku. Obliczanie energii wbudowanej. Wstęp do analizy środowiskowej i LCA (*Life Cycle Assessment)*  2. Wykorzystanie ekologicznych materiałów w budownictwie  Modelowanie budynku:  - koszty finansowe utrzymania budynku  - praca samodzielna  - kontrola postępu prac | 3 |
| Pr13 | Konsultacje, kontrola postępu prac | 3 |
| Pr14 | Konsultacje, kontrola postępu prac | 3 |
| Pr15 | Prezentacja prac zaliczeniowych | 3 |
|  | Suma godzin | 45 |

|  |
| --- |
| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE |
| N1. Warsztaty – w zakresie wykonywania symulacji energetycznych z wykorzystaniem dedykowanego oprogramowania  N2. Praca analityczna  N3. Prezentacja multimedialna (problemowa)  N4. Konsultacje indywidualne i grupowe  N5. Prezentacja prac własnych |

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Oceny** (F – formująca (w trakcie Semestru), P – podsumowująca (na koniec Semestru) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| F1 | 1.1.4.  1.1.6.  BW.3.  BW.5.  1.2.4.  BU.4. | Ocena wykonanej symulacji energetycznej budynku, a1=0,7 |
| F2 | 1.1.4.  1.1.6.  BW.3.  BW.5.  1.2.2.  1.2.4.  BU.3.  1.3.3. | Ocena wykonanej optymalizacji energetycznej budynku, a2=0,3 |
| P=a1F1+a2F2 | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA** | | |
| **literatura PODSTAWOWA:**   1. Walshaw, E., *Understanding Passivhaus. A simple guide to Passivhaus detailing and design,* Wakefield 2020. 2. Nesi, F., *Passivhaus*, Santarcangelo 2017. 3. Bere, J., *An Introduction to Passive House*, London 2014. 4. Lewis, S., *PHPP Illustrated: A Designer's Companion to the Passive House Planning Package*, London 2017 5. Moskovitz, J.T., *The Greenest Home: Superinsulated and Passive House Design*, New York, 2013 6. Brackney, L., *Building Energy Modeling with OpenStudio*, Berlin 2018 7. <https://bigladdersoftware.com/epx/docs/9-2/essentials/title.html> 8. <https://energyplus.net/documentation> 9. https://support.Sefaira.com/hc/en-us 10. Mahmoud, R., Kamara, J.M., Burford, N., *An Analytical Review of Tools and Methods for Energy Performance Simulation in Building Design*, 36th CIB W78 2019 Conference, 2019, pp. 1008-1021, https://www.researchgate.net/publication/340004256\_An\_Analytical\_Review\_of\_Tools\_and\_Methods\_for\_Energy\_Performance\_Simulation\_in\_Building\_Design 11. Szokolay, S.V., *Introduction to Architectural Science. The Basisi of Sustainable Design,* Amsterdam 2008   **literatura UZUPEŁNIAJĄCA:**  [1] Traynor, J., *EnerPHit: A Step by Step Guide to Low Energy* Retrofit, London 2019.  [2] Cotterell, J., Dadeby, A., *The Passivhaus Handbook. A practical guide to constructing and retrofitting buildings for ultra-low energy performance*, Cambridge 2012  [3] Garg, V., *Building Energy Simulation*, London 2017  [4] Crawley, D., Lawrie, L., Winkelmann, C., Buhl, W.F., Huang, Y.J., Pedersen, O., Strand, R.K., Liesen, J., Fisher D.E., Witte, M.J., Glazer, J., *EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program*, "Energy and Buildings", 2001, pp.319-331  [5] Abdullah, A., Aksamija, A., Cross., B., *Whole Building Energy Analysis: A Comparative Study of Different Simulation Tools and Applications in Architectural Design*, “ACEEE Summer Study on Energy Efiiciency in Buildings”, 2014, pp. 11.1-11.12  [6] Paramita, B., Rabbani, B.A., Sari, D. C. P., Energy Optimization on Preliminary Design of The Botani Museum using Sefaira, “International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)”, 2019, pp. 2614-2618  [7] Amalia, M., Paramita, B., Minggra, R., Koerniawan, M.D., *Efficiency Energy on Office Building in South Jakarta*, “IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science”, 2020, pp.1-6, https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/520/1/012022/meta  [8] Oduyemi, O., Okoroh, M., *Building performance modelling for sustainable building design*, “International Journal of Sustainable Built Environment”, 2015, pp. 461-469, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212609015300078/pdfft?md5=e57a7419de8b7e734f3f720275440012&pid=1-s2.0-S2212609015300078-main.pdf  [9] Hamid, M.F.A., Ramli, N.A., Kamal, N.M.F.S.N.M., *An Analysis of Energy Performance of a Commercial Building Using Energy Modeling,* 2017 IEEE Conference on Energy Conversion (CENCON)*,* 2017, pp. 105-110, https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8262467 |
| **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)** | | |
| **dr inż. arch. Kajetan Sadowski:** [kajetan.sadowski@pwr.edu.pl](mailto:kajetan.sadowski@pwr.edu.pl) | | |