KARTA INFORMACYJNA PRZEDMIOTU

nazwa przedmiotu	**Techniki wytwarzania przyrostowego**	**Additive Manufacturing Technologies**
Kod przedmiotu	*WIMMWCSI-TWP*	
Język wykładowy	*polski*	
Profil studiów	*ogólnoakademicki*	
Forma studiów	*stacjonarne*	
Poziom studiów	*studia I stopnia*	
Rodzaj przedmiotu	*wybieralny*	
Obowiązuje od naboru	*2022*	
Forma zajęć, liczba godzin/rygor, razem godz., pkt ECTS	*W 12/x, C 18/+, L 18/+,* ***razem: 48 godz., 3,5 pkt ECTS***	
Sposób realizacji zajęć (wskazać sposób i liczbę godzin dla określonej formy zajęć)	*Zajęcia realizowane stacjonarnie* *W 12/x, C 18/+, L 18/+,* ***razem: 48 godz.***	
Przedmioty wprowadzające	*Nazwa przedmiotu / wymagania wstępne:* *Grafika inżynierska / wykorzystanie programów komputerowego wspomagania projektowania CAD w przygotowaniu dokumentacji konstrukcyjnej.* *Podstawy konstrukcji maszyn 1, 2, 3 / znajomość podstawowych zasad projektowania, znajomość zasad doboru gotowych elementów złączy, części i zespołów.* *CAD dla Mechaników / Modelowanie bryłowe i powierzchniowe elementów maszyn, wykonywanie złożeń zespołów urządzeń mechanicznych. Generowanie dokumentacji technicznej na podstawie komputerowych modeli bryłowych i powierzchniowych elementów maszyn.* *Techniki wytwarzania 1, 2 / Znajomość podstawowych technologii wytwarzania, spajania i obróbki elementów wykonanych z materiałów metalicznych.*	
Semestr/kierunek studiów	*semestr VI / mechanika i budowa maszyn / specjalność: techniki wytwarzania*	
Autor	*dr inż. Janusz Kluczyński*	
Jednostka organizacyjna odpowiedzialna za przedmiot	*Wydział Inżynierii Mechanicznej / Instytut Robotów i Konstrukcji Maszyn*	
Skrócony opis przedmiotu	*Przedmiot obejmuje teoretyczne podstawy tesselacji stereolitograficznej i jej znaczenie w wytwarzaniu przyrostowym wraz klasyfikacją technik addytywnych. W aspekcie praktycznym przedmiot obejmuje zagadnienia wykorzystywania technik przyrostowych w produkcji części z metali i tworzyw sztucznych. Omawiane są trendy rozwojowe technik addytywnych.*	

Pełny opis przedmiotu (treści programowe)	**Wykłady:** 1. *Definicja, normatywy, klasyfikacja i historia wytwarzania przyrostowego oraz umiejscowienie tej technologii wśród innych metod wytwórczych / 2 /.* 2. *Rola i znaczenie tesselacji stereolitorgraficznej. Stosowane formaty plików wykorzystywane w wytwarzaniu przyrostowym. Charakterystyka projektowania dla wytwarzania przyrostowego DfAM / 2 /.* 3. *Wytwarzanie przyrostowe z polimerów – opis technik VPP, MEX, PBF, BJ, SL / 2 /.* 4. *Wytwarzanie przyrostowe z metali – opis technik DED, LB/EB – PBF, MEX, SL / 2 /.* 5. *Rola i rodzaje metod postprocesingu w wytwarzaniu przyrostowym z metali i polimerów / 2 /.* 6. *Trendy rozwojowe w wytwarzaniu przyrostowym / 2 /.* **Ćwiczenia:** 1. *Wstęp do modelowania w programie Autodesk Fusion 360 / 2 /* Opis oprogramowania AF360 i jego podstawowych funkcji. Zarządzanie dokumentacją techniczną utworzoną w AF360 i znaczenie pracy „w chmurze". 2. *Tworzenie złożeń w programie Autodesk Fusion 360 / 2 /.* 3. *Wprowadzenie do projektowania generatywnego / 2 /.* 4. *Wydanie zadania projektowego i jego realizacja / 2 /* Przygotowanie wybranej przez studentów konstrukcji z wykorzystaniem projektowania dla wytwarzania przyrostowego DfAM. 5. *Realizacji zadania projektowego / 8 /* Ocena wyników wstępnych i modyfikacja kryteriów projektowania generatywnego w celu uzyskania rozwiązania odpowiadającego przyjętym założeniom. 6. *Ocena rozwiązania i zaliczenie zadania / 2 /* Weryfikacja ostatecznej postaci rozwiązania konstrukcyjnego oraz ocena jego poprawności. **Ćwiczenia laboratoryjne:** 1. *Przygotowanie i realizacja procesu wytwarzania przyrostowego techniką SLM / 3 /* Prace przygotowawcze związane z uruchomieniem procesu wytwarzania w technice SLM: przygotowanie pliku wsadowego w oprogramowaniu Magics, przygotowanie maszyny przyrostowej, przygotowanie proszku metalicznego. Realizacja procesu wytwarzania przyrostowego. Zakończenie procesu i postprocessing. 2. *Preparatyka próbek wykonanych techniką SLM na potrzeby oceny poprawności doboru parametrów procesu wytwarzania / 3 /* Badania poprawności doboru parametrów w procesach wytwarzania w technice SLM: przygotowanie próbek materiałowych do oceny jakości wytworzonej części, inkludowanie próbek, szlifowanie i polerowanie, trawienie próbek metalowych. 3. *Przygotowanie i realizacja procesu wytwarzania przyrostowego techniką SLS / 3 /* Prace przygotowawcze związane z uruchomieniem procesu wytwarzania w technice SLS: przygotowanie pliku wsadowego w oprogramowaniu Magics, przygotowanie maszyny przyrostowej, przygotowanie proszku. Realizacja procesu wytwarzania przyrostowego. Zakończenie procesu i postprocessing. 4. *Badania i analiza zmian mikrostruktury oraz wad strukturalnych elementów wytworzonych techniką SLM i SLS / 3 /* Badania poprawności doboru parametrów w procesach wytwarzania w technice SLM: pomiar porowatości wytworzonej części, pomiar gęstości wytworzonych elementów metodą Archimedesa, wykonanie zdjęć mikrostruktury elementu do późniejszej analizy. 5. *Pomiary geometrycznej struktury powierzchni oraz dokładności odtworzenia geometrii nominalnej elementów wytworzonych techniką SLM i SLS / 6 /* Określenia jakości wytworzonych przyrostowo części w technikach SLM i SLM: wykonanie pomiarów z wykorzystaniem cyfrowego mikroskopu optycznego oraz proces skanowania 3D celem analizy dokładności odtworzenia geometrii w odniesieniu do pliku wsadowego CAD.

Literatura	***Podstawowa:*** 1. D. Godec, J. Gonzalez-Gutierrez, A. Nordin, E. Pei, J. Ureña Alcázar, *A Guide to Additive Manufacturing*, Springer, Cham, 2022, ISSN 2730-9584, https://doi.org/10.1007/978-3-031-05863-9. 2. G. Budzik, J. Woźniak, Ł. Przeszłowski, *Druk 3D jako element przemysłu przyszłości: analiza rynku i tendencje rozwoju*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 2022. ***Uzupełniająca:*** 3. P. Siemiński, G. Budzik, *Techniki przyrostowe: druk 3D, drukarki 3D*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2015, ISBN 978-83-7814-255-3.
Efekty uczenia się	*W1 / Ma wiedzę w zakresie wpływu temperatury na właściwości materiałów metalicznych i polimerowych. / K_W02* *W2 / Posiada ugruntowaną wiedzę z zakresu wykorzystania modelowania 3D w opracowywaniu elementów przeznaczonych do wytwarzania technikami przyrostowymi / K_W04* *W3 / Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie konwencjonalnych technik wytwarzania metali i polimerów, a także z przetwórstwa tworzyw sztucznych. / K_W12* *U1 / Potrafi opracować geometrię elementów trójwymiarowych pozwalającą na osiągnięcie pożądanej funkcjonalności tychże elementów. / K_U10* *U2 / Potrafi wykorzystywać oprogramowania pracujące „w chmurze", wykorzystywać jego funkcjonalności w pracy w rozbudowanym zespole projektowym / K_U11* *U3 / Potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do pracy w przedsiębiorstwach wykorzystujących wytwarzania przyrostowe w swojej działalności / K_U16* *K1 / Jest krytyczny wobec posiadanej wiedzy w obszarze wytwarzania przyrostowego z tworzyw metalicznych i polimerowych oraz rozumie konieczność jej poszerzania, w tym poprzez zasięganie opinii ekspertów / K_K02*
Metody i kryteria oceniania (sposób sprawdzania osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się)	*Przedmiot zaliczany jest na podstawie: egzaminu.* *Egzamin jest prowadzony w formie pisemnej.* *Wykład zaliczany jest na podstawie pozytywnej oceny z egzaminu. Ocena końcowa z wykładu uwzględnia oceny z ćwiczeń i laboratoriów, stanowiące jej składowe.* *Ćwiczenia audytoryjne zaliczane są na podstawie zadania projektowego wykonanego podczas zajęć.* *Ćwiczenia laboratoryjne zaliczane są na podstawie: ocen ze sprawozdań z laboratoriów – wszystkie oceny muszą być pozytywne.* *Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest: uzyskanie pozytywnych ocen z ćwiczeń i laboratoriów.* *Osiągnięcie efektów W1, W2, W3 - weryfikowane jest podczas egzaminu.* *Osiągnięcie efektu U1, U2 i U3 - weryfikowane jest na podstawie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych oraz projektu realizowanego w ramach ćwiczeń.* *Osiągnięcie efektu K1 – weryfikowane jest na podstawie wypowiedzi studentów podczas zajęć.* *Oceny osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się:* *Ocenę **bardzo dobrą** otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 91-100%.* *Ocenę **dobrą plus** otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 81-90%.* *Ocenę **dobrą** otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 71-80%.* *Ocenę **dostateczną plus** otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 61-70%.* *Ocenę **dostateczną** otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie 51-60%.*

	*Ocenę **niedostateczną** otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty uczenia się na poziomie równym lub niższym niż 50%.*
Bilans ECTS (nakład pracy studenta)	Aktywność / obciążenie studenta w godz. 1. *Udział w wykładach / 12* 2. *Udział w laboratoriach / 18* 3. *Udział w ćwiczeniach / 18* 4. *Udział w seminariach / 0* 5. *Samodzielne studiowanie tematyki wykładów / 6* 6. *Samodzielne przygotowanie do laboratoriów / 12* 7. *Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń / 12* 8. *Samodzielne przygotowanie do seminarium / 0* 9. *Realizacja projektu / 0* 10. *Udział w konsultacjach / 6* 11. *Przygotowanie do egzaminu / 6* 12. *Przygotowanie do zaliczenia / 0* 13. *Udział w egzaminie / 2* Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 92 godz./ 3,5 ECTS Zajęcia z udziałem nauczycieli (1+2+3+4+9+10+13): 56 godz. / 2,5 ECTS Zajęcia powiązane z działalnością naukową: 78 godz. / 3,0 ECTS