

# Inżynieria połączeń adhezyjnych

Karta (syllabus) przedmiotu

|    |                                                                                                    |                                                                                     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| WM | Zarządzanie i inżynieria produkcji<br>Studia stopnia pierwszego o profilu <b>ogólnoakademickim</b> |  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

|                                            |                    |                       |
|--------------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Przedmiot: Inżynieria połączeń adhezyjnych |                    | Kod przedmiotu        |
| Status przedmiotu: obowiązkowy             |                    | ZIP 1 N 1 7 59-0_0    |
| Język wykładowy: polski                    |                    |                       |
| Rok: III                                   |                    | Semestr: 5            |
| Nazwa specjalności:                        |                    |                       |
| Rodzaj zajęć i liczba godzin:              | Studia stacjonarne | Studia niestacjonarne |
| Wykład                                     |                    | 10                    |
| Ćwiczenia                                  |                    |                       |
| Laboratorium                               |                    |                       |
| Projekt                                    |                    |                       |
| Liczba punktów ECTS:                       | 1                  |                       |

|                |                                                                                                                                               |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cel przedmiotu |                                                                                                                                               |
| C1             | Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami dotyczącymi inżynierii połączeń adhezyjnych w przemyśle maszynowym                              |
| C2             | Przygotowanie studentów do korzystania z nowoczesnej, interdyscyplinarnej wiedzy wspomagającej projektowanie technologii związanych z adhezją |
| C3             | Przygotowanie studentów do projektowania materiałów adhezyjnych dla przemysłu maszynowego                                                     |
| C4             | Przygotowanie studentów do projektowania procesów klejenia i uszczelniania w nowoczesnych konstrukcjach                                       |

|                                                                        |                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji |                                                                     |
| 1                                                                      | Znajomość podstawowych materiałów konstrukcyjnych i ich właściwości |

|                    |                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Efekty uczenia się |                                                                                                                                                                                                              |
|                    | W zakresie wiedzy:                                                                                                                                                                                           |
| EK 1               | Definiuje podstawowe pojęcia z zakresu inżynierii połączeń adhezyjnych                                                                                                                                       |
| EK 2               | Potrafi opisać podstawowe właściwości opisujące warstwę wierzchnią elementów maszyn i problemy związane z przygotowaniem warstwy wierzchniej materiałów konstrukcyjnych dla potrzeb klejenia i uszczelniania |
| EK 3               | Identyfikuje czynniki wpływające na stan energetyczny warstwy wierzchniej                                                                                                                                    |
| EK 4               | Potrafi wymienić najważniejsze materiały stanowiące bazę chemiczną do produkcji klejów i uszczelniaczy                                                                                                       |
|                    | W zakresie umiejętności                                                                                                                                                                                      |
| EK5                | Projektuje proces technologiczny klejenia i uszczelniania dla przemysłu maszynowego                                                                                                                          |
| EK6                | Projektuje kleje, uszczelniacze, metody kontroli, narzędzia do konkretnych zastosowań, warunki prowadzenia procesu                                                                                           |
|                    | W zakresie kompetencji społecznych                                                                                                                                                                           |
| EK7                | Jest wrażliwy na ekologiczne aspekty procesów wytwarzania                                                                                                                                                    |
| EK8                | Dąży do systematycznego uzupełniania wiedzy technicznej                                                                                                                                                      |

|                              |                                                                           |               |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Treści programowe przedmiotu |                                                                           |               |
| Forma zajęć – wykłady        |                                                                           |               |
|                              | Treści programowe                                                         | Liczba godzin |
| W1                           | Istota adhezji. Siły Van der Waalsa, istota adsorpcji fizycznej. Wiązania | 1             |

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                      |               |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|                           | chemiczne i wodorowe. Termodynamiczna i molekularno-kinetyczna analiza zjawiska adhezji                                                                                                                                                              |               |
| W2                        | Swobodna energia powierzchniowa i jej składowe. Metody określania wartości swobodnej energii powierzchniowej materiałów konstrukcyjnych. Możliwości konstytuowania wartości swobodnej energii powierzchniowej w procesach technologicznych           | 1             |
| W3                        | Materiały adhezyjne i ich najważniejsze właściwości. Najważniejsze pojęcia związane z materiałami adhezyjnymi. Kleje i ich pochodzenie surowcowe. Klasyfikacja klejów                                                                                | 1             |
| W4<br>W5                  | Projektowanie klejów. Napełniacze i nośniki, ich funkcje i właściwości. Stabilizatory, środki tiksotropujące, przyspieszacze utwardzania, antystatki i antypiryny, promotory adhezji. Wpływ modyfikatorów na właściwości klejów i połączeń klejowych | 2             |
| W6                        | Przygotowanie warstwy wierzchniej metali i ich stopów, ważniejszych tworzyw polimerowych oraz innych materiałów konstrukcyjnych do operacji klejenia i uszczelniania. Metody mechaniczne, chemiczne, fizyko-chemiczne, cieplno-mechaniczne i inne.   | 1             |
| W7                        | Technologia klejenia: przygotowywanie klejów, nakładanie klejów, składanie i pozycjonowanie elementów sklejaných, wywieranie nacisku, temperatura utwardzania i urządzenia grzejne, kontrola połączeń.                                               | 1             |
| W8                        | Podstawy projektowania połączeń adhezyjnych. Wytrzymałość połączeń, metodologia prognozowania wytrzymałości, niepewność prognozy.                                                                                                                    | 1             |
| W9                        | Wytrzymałość doraźna i długotrwała. Starzenie połączeń i symptomy starzenia, wytrzymałość zmęczeniowa połączeń.                                                                                                                                      | 1             |
| W10                       | Uszczelnianie połączeń, połączenia klejowo-mechaniczne, badania połączeń adhezyjnych                                                                                                                                                                 | 1             |
|                           | Suma godzin:                                                                                                                                                                                                                                         | 10            |
| Forma zajęć – ćwiczenia   |                                                                                                                                                                                                                                                      |               |
|                           | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                    | Liczba godzin |
| Forma zajęć – laboratoria |                                                                                                                                                                                                                                                      |               |
|                           | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                    | Liczba godzin |
|                           | Suma godzin:                                                                                                                                                                                                                                         |               |
| Forma zajęć – projekt     |                                                                                                                                                                                                                                                      |               |
|                           | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                    | Liczba godzin |
| P1                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |               |
| P2                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |               |
|                           | Suma godzin:                                                                                                                                                                                                                                         |               |

|                       |                                    |
|-----------------------|------------------------------------|
| Narzędzia dydaktyczne |                                    |
| 1                     | Wykład problemowy                  |
| 2                     | Wykład z prezentacją multimedialną |
| 3                     | Konsultacje indywidualne           |
|                       |                                    |

|                     |                                                                 |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Sposoby oceny       |                                                                 |
| Ocena formująca     |                                                                 |
| F1                  | Oceny jakościowe formujące grupę w trakcie wykładu problemowego |
| Ocena podsumowująca |                                                                 |
| P1                  | Kolokwium zaliczeniowe pierwsze                                 |
| P2                  | Kolokwium zaliczeniowe drugie                                   |
|                     |                                                                 |

|                                                  |                                                   |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Obciążenie pracą studenta                        |                                                   |
| Forma aktywności                                 | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
| [Godziny kontaktowe – liczba godzin w semestrze] | 10                                                |
| [Godziny kontaktowe w formie np. konsultacji]    |                                                   |
| [Przygotowanie się do ćwiczeń]                   |                                                   |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| [Przygotowanie się do kolokwium  | 10 |
| ...                              |    |
| Suma                             | 20 |
| Suma punktów ECTS dla przedmiotu | 1  |

| Literatura podstawowa i uzupełniająca |                                                                                                                                  |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                     | Literatura podstawowa:                                                                                                           |
| P1                                    | Kuczmazewski J.: Fundamentals of metal-metal adhesive joint design. Politechnika Lubelska, Oddział PAN w Lublinie. Lublin, 2006. |
| P2                                    | Godzimirski J. i in.: Tworzywa adhezyjne. Zastosowanie w naprawach sprzętu technicznego. WNT, Warszawa, 2010.                    |
| P3                                    | Burakowski T., Wierzchoń T. Inżynieria powierzchni metali. WNT, Warszawa 1995.                                                   |
| P4                                    | Kuczmazewski J., Rudawska A., Włodarczyk M.: Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych z inżynierii połączeń adhezyjnych             |
| 2                                     | Literatura uzupełniająca:                                                                                                        |
| U1                                    | Rudawska A., Kuczmazewski J.: Klejenie blach ocynkowanych. Wyd. Uczelni. PL, Lublin, 2005.                                       |
| U2                                    | Sikora R.: Przetwórstwo tworzyw wielkocząsteczkowych. Wydawnictwo Edukacyjne Zofii Dobkowskiej. Warszawa 1993.                   |
| U3                                    | Godzimirski J.: Wytrzymałość doraźna konstrukcyjnych połączeń klejowych. WNT, Warszawa, 2002.                                    |

| Macierz efektów kształcenia |                                                                                           |                 |                   |                       |              |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------|
| Efekt kształcenia           | Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK) | Cele przedmiotu | Treści programowe | Narzędzia dydaktyczne | Sposób oceny |
| EK 1                        | ZIP1A_W11++                                                                               | C1, C2          | W1,W2, W3,        | 1, 5                  | F1, P1, P2   |
| EK 2                        | ZIP1A-W11++                                                                               | C2, C3          | W2, W6,           | 1, 3, 5               | F1, P1, P2   |
| EK 3                        | ZIP1A-W11++                                                                               | C2, C4          | W2, W6,           | 2, 4                  | F1, P1, P2   |
| EK4                         | ZIP1A-W11++                                                                               | C3              | W4,W5             | 1, 2                  | F1, P1, P2   |
| EK5                         | ZIP1A_U01++                                                                               | C3, C4          | W8, W9,           | 1, 2, 5               | F1, P1, P2   |
| EK6                         | ZIP1A_U01++                                                                               | C3, C4          | W4, W5,           | 1, 2, 3               | F1, P1, P2   |
| EK7                         | ZIP1A_K07++                                                                               | C1, C2          | W1, W7, W10       | 1, 4, 5               | F1, P1, P2   |
| EK8                         | ZIP1A_K06++                                                                               | C2              | W1                | 1,2                   | P1, P2       |

| Formy oceny – szczegóły |                                                                                        |                                                                                |                                                                                                           |                                                                                                                |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | Na ocenę 2 (ndst)                                                                      | Na ocenę 3 (dst)                                                               | Na ocenę 4 (db)                                                                                           | Na ocenę 5 (bdb)                                                                                               |
| EK 1                    | Nie potrafi definiować podstawowych pojęć związanych z inżynierią połączeń adhezyjnych | Potrafi definiować niektóre pojęcia związane z inżynierią połączeń adhezyjnych | Potrafi definiować i ogólnie charakteryzować większość pojęć związanych z inżynierią połączeń adhezyjnych | Potrafi wymienić i wyczerpująco scharakteryzować wszystkie pojęcia związane z inżynierią połączeń adhezyjnych  |
| EK 2                    | Nie potrafi opisać podstawowych wielkości charakteryzujących warstwę wierzchnią        | Potrafi opisać podstawowe wielkości charakteryzujące warstwę wierzchnią        | Potrafi opisać podstawowe miary właściwości warstwy wierzchnie i scharakteryzować ich znaczenie w         | Potrafi wyczerpująco opisać podstawowe miary właściwości warstwy wierzchnie i scharakteryzować ich znaczenie w |

|      |                                                                                                                         |                                                                                                                   |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                  |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                         |                                                                                                                   | technologiach klejenia i uszczelniania                                                                                                       | technologiach klejenia i uszczelniania                                                                                                           |
| EK 3 | Nie potrafi identyfikować czynników wpływających na stan warstwy wierzchniej                                            | Potrafi identyfikować podstawowe czynniki wpływające na stan warstwy wierzchniej                                  | Potrafi identyfikować i interpretować podstawowe czynniki wpływające na stan warstwy wierzchniej                                             | Potrafi wyczerpująco identyfikować i interpretować podstawowe czynniki wpływające na stan warstwy wierzchniej                                    |
| EK4  | Nie potrafi wymienić najważniejszych materiałów do produkcji klejów i uszczelniaczy                                     | Potrafi wymienić najważniejsze materiały do produkcji klejów i uszczelniaczy                                      | Potrafi wymienić i dokonać oceny najważniejszych materiałów do produkcji klejów i uszczelniaczy                                              | Potrafi wymienić i dokonać wyczerpującej oceny najważniejszych materiałów do produkcji klejów i uszczelniaczy                                    |
| EK5  | Nie potrafi zaprojektować prostego procesu technologicznego procesu klejenia i uszczelniania                            | Potrafi zaprojektować prosty proces technologiczny klejenia i uszczelniania                                       | Potrafi zaprojektować złożony proces technologiczny klejenia i uszczelniania                                                                 | Potrafi profesjonalnie zaprojektować złożony proces technologiczny klejenia i uszczelniania                                                      |
| EK6  | Nie potrafi zaprojektować kleju lub uszczelniacza dla typowych operacji klejenia i uszczelniania w przemyśle maszynowym | Potrafi zaprojektować klej lub uszczelniacz dla typowych operacji klejenia i uszczelniania w przemyśle maszynowym | Potrafi zaprojektować klej lub uszczelniacz i uzasadnić to rozwiązanie dla typowych operacji klejenia i uszczelniania w przemyśle maszynowym | Potrafi zaprojektować klej lub uszczelniacz i optymalizować to rozwiązanie dla typowych operacji klejenia i uszczelniania w przemyśle maszynowym |
| EK7  | Nie rozumie i nie docenia ekologicznych aspektów procesu wytwarzania                                                    | W dostatecznym stopniu rozumie i nie docenia ekologiczne aspekty procesu wytwarzania                              | Rozumie i podaje przykłady technologii stanowiących zagrożenie dla środowiska                                                                | Rozumie i podaje przykłady technologii stanowiących zagrożenie dla środowiska, potrafi eliminować zagrożenia                                     |
| EK8  | Nie uzupełnia w sposób ciągły swojej wiedzy                                                                             | W dostatecznym stopniu uzupełnia w sposób ciągły swoją wiedzę                                                     | W rozszerzonym stopniu uzupełnia w sposób ciągły swojej wiedzy                                                                               | W sposób ciągły i wyczerpujący studiuje dodatkowe treści i przyswaja sobie aktualne wiadomości z obszaru inżynierii połączeń adhezyjnych         |

|                          |                                                                                                                   |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autor programu:          | Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmazewski                                                                             |
| Adres e-mail:            | j.kuczmazewski@pollub.pl                                                                                          |
| Jednostka prowadząca:    | Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji                                                                              |
| Osoba, osoby prowadzące: | Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmazewski, dr inż. Anna Rudawska, mgr inż. Maciej Włodarczyk, mgr inż. Mariusz Konica |