

## Karta (sylabus) modułu/przedmiotu

### **Mechanika i Budowa Maszyn**

Studia II stopnia

|                                                  |                                                     |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Przedmiot:</b>                                | <i>Komputerowe modelowanie procesów wytwarzania</i> |
| <b>Rodzaj przedmiotu:</b>                        | <i>Obowiązkowy</i>                                  |
| <b>Kod przedmiotu:</b>                           | MBM 2 S 3 2 21-0_1                                  |
| <b>Rok:</b>                                      | I                                                   |
| <b>Semestr:</b>                                  | 2                                                   |
| <b>Forma studiów:</b>                            | <i>Studia stacjonarne</i>                           |
| <b>Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze:</b> | 45                                                  |
| Wykład                                           | 15                                                  |
| Ćwiczenia                                        |                                                     |
| Laboratorium                                     | 30                                                  |
| Projekt                                          |                                                     |
| <b>Liczba punktów ECTS:</b>                      | 3                                                   |
| <b>Sposób zaliczenia:</b>                        | <i>Zaliczenie</i>                                   |
| <b>Język wykładowy:</b>                          | <i>Język polski, angielski</i>                      |

| <b>Cel przedmiotu</b> |                                                                                                          |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C1</b>             | <i>Zapoznanie studentów z zagadnieniami modelowania numerycznego procesów kształtowania plastycznego</i> |
| <b>C2</b>             | <i>Zapoznanie studentów z oprogramowaniem specjalistycznym</i>                                           |
| <b>C3</b>             | <i>Przygotowanie studentów do praktycznego stosowania zdobytej wiedzy o obróbce plastycznej metali</i>   |

| <b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji</b> |                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>                                                                      | <i>Ma wiedzę w zakresie fizyki ciała stałego niezbędną do zrozumienia podstawowych zjawisk fizycznych występujących w budowie maszyn</i>                                                                      |
| <b>2</b>                                                                      | <i>Ma wiedzę w zakresie technologii obróbki plastycznej metali</i>                                                                                                                                            |
| <b>3</b>                                                                      | <i>Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań z zakresu mechaniki i budowy maszyn metody analityczne oraz eksperymentalne, w tym pomiary, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski</i> |

| <b>Efekty kształcenia</b> |                                                                                                                                                           |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | <b>W zakresie wiedzy:</b>                                                                                                                                 |
| <b>EK 1</b>               | <i>Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie numerycznego modelowania procesów kształtowania wyrobów metodami obróbki plastycznej technologicznych.</i>          |
| <b>EK 2</b>               | <i>Orientuje się w obecnym stanie i trendach rozwojowych technik obliczeniowych stosowanych w modelowaniu numerycznym</i>                                 |
| <b>EK 3</b>               | <i>Ma podstawową wiedzę w zakresie inżynierii materiałowej, obejmującą w szczególności materiały metalowe, stosowane do wytwarzania elementów maszyn.</i> |
| <b>EK 4</b>               | <i>Ma podstawową wiedzę w zakresie inżynierskich metod analizy procesów kształtowania plastycznego</i>                                                    |
|                           | <b>W zakresie umiejętności:</b>                                                                                                                           |
| <b>EK 5</b>               | <i>Potrafi zinterpretować i opracować dokumentację konstrukcyjną maszyn i urządzeń, z wykorzystaniem programów grafiki komputerowej.</i>                  |
| <b>EK 6</b>               | <i>Potrafi sformułować problem projektowy i zaprojektować urządzenie mechaniczne, wykonując niezbędne obliczenia i symulacje, w tym analizę kosztów.</i>  |
| <b>EK 7</b>               | <i>Potrafi konstruować maszyny, przyrządy i narzędzia, używając właściwych metod i technik.</i>                                                           |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | W zakresie kompetencji społecznych:                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>EK 8</b> | <i>Ma świadomość społecznej roli inżyniera mechanika, rozumie potrzebę formułowania i przekazywania, w sposób powszechnie zrozumiały, społeczeństwu informacji dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej, rozumie potrzebę uwzględnienia różnych punktów widzenia</i> |

| <b>Treści programowe przedmiotu</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Forma zajęć – wykłady</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                     | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>W1</b>                           | <i>Wiadomości ogólne. Definicje. Tłocznictwo: gięcie, kształtowanie wyrobów o powierzchni nierozwijalnej. Kształtowanie brył. Modelowanie numeryczne. Modelowanie numeryczne a modelowanie fizyczne: różnice, zalety i wady. Metoda elementów skończonych.</i>                                               |
| <b>W2</b>                           | <i>Elementy teorii plastyczności. Stan naprężenia i odkształcenia. Zależności między stanem naprężenia i odkształcenia. Energia odkształcenia sprężystego. Praca odkształcenia plastycznego. Teoria błonowa: wybrane zagadnienia. Warunki plastyczności. Warunki rozdzielania wiązkiego. Modele tarcia.</i>  |
| <b>W3</b>                           | <i>Inżynierska analiza procesów kształtowania. Metoda energetyczna. Metoda górnej oceny. Metoda dolnej oceny. Metoda uproszczona. Metoda linii poślizgu i charakterystyk. Szacowanie obciążenia. Przykłady implementacji komputerowych. Elementy metody elementów skończonych.</i>                           |
| <b>W4</b>                           | <i>Gięcie wyrobów blaszanych. Mechanika procesu kształtowania. Moment zginający. Zjawisko sprężynowania. Gięcie na prasach: wyginanie, zaginanie, zwijanie, owijanie. Gięcie za pomocą walców: prostowanie, profilowanie taśmy. Gięcie z rozciąganiem: owijanie, wyprężanie.</i>                             |
| <b>W5</b>                           | <i>Sekwencyjne techniki analizy. Sekwencyjna analiza procesów obróbki plastycznej metali. Założenia, uproszczenia oraz cechy charakterystyczne. Metoda UBET. Metoda UBST. Metoda TEUBA. Metoda SLFET. Ogólne zasady budowy i implementacji sekwencyjnej techniki analizy. Przykłady praktyczne.</i>          |
| <b>W6</b>                           | <i>Kształtowanie wyrobów o powierzchni nierozwijalnej. Mechanika procesów tłoczenia blach. Tłoczenie powłok cienkościennych. Tłoczenie powłok grubościennych. Stacjonarne procesy tłoczenia. Procesy ciągnięcia. Procesy złożone typu ciągnięcie-rozciąganie. Kształtowanie powłok walcowych.</i>            |
| <b>W7</b>                           | <i>Kształtowanie brył. Mechanika procesów kucia, wyciskania, walcowania i prasowania. Modelowanie procesów kształtowania brył. Kucie swobodne: modelowanie operacji kucia swobodnego. Kucie matrycowe w matrycach zamkniętych i otwartych. Prasowanie obwiedniowe: modelowanie złożonego ruchu narzędzi.</i> |
| <b>Forma zajęć – laboratoria</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                     | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>L1</b>                           | <i>Zajęcia wstępne. Harmonogram ćwiczeń laboratoryjnych. Omówienie zasad zaliczenia przedmiotu. Podział na grupy robocze.</i>                                                                                                                                                                                |
| <b>L2</b>                           | <i>Oprogramowanie komputerowe. Zapoznanie się z programami komputerowymi typu CAD oraz MES. Zasady modelowania numerycznego procesów kształtowania blach. Przykład praktyczny analizy numerycznej procesu kształtowania wyrobów blaszanych w warunkach przemysłowych.</i>                                    |
| <b>L3</b>                           | <i>Procesy kształtowania wyrobów o powierzchni nierozwijalnej. Budowa modelu numerycznego procesu wytłaczania lub przetłaczania. Wykonanie symulacji numerycznej procesu wytłaczania lub przetłaczania. Analiza uzyskanych wyników. Sporządzenie sprawozdania.</i>                                           |
| <b>L4</b>                           | <i>Procesy kształtowania brył. Budowa modelu numerycznego procesu kucia, walcowania, prasowania lub wyciskania. Wykonanie symulacji numerycznej za pomocą specjalnego modułu MES. Analiza uzyskanych wyników. Sporządzenie sprawozdania.</i>                                                                 |
| <b>L5</b>                           | <i>Analiza wybranego procesu kształtowania. Wykonanie modeli oraz obliczeń numerycznych</i>                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>L6</b>                           | <i>Analiza wybranego procesu kształtowania. Wykonanie modeli oraz obliczeń numerycznych</i>                                                                                                                                                                                                                  |

| <b>Metody dydaktyczne</b> |                                                                                               |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>                  | <i>Wykład informacyjny, z elementami aktywacji oraz z użyciem prezentacji multimedialnej.</i> |
| <b>2</b>                  | <i>Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych: metoda obserwacyjno-aktywacyjna; sporządzenie</i>       |

|          |                                                               |
|----------|---------------------------------------------------------------|
|          | <i>sprawozdań.</i>                                            |
| <b>3</b> | <i>Zaplecze aparaturowe laboratorium obróbki plastycznej.</i> |

| <b>Obciążenie pracą studenta</b>                                                                |                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Forma aktywności                                                                                | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
| <b>Godziny kontaktowe z wykładowcą, w tym:</b>                                                  | <b>50</b>                                         |
| <i>udział w wykładach</i>                                                                       | <i>15</i>                                         |
| <i>udział w laboratorium</i>                                                                    | <i>30</i>                                         |
| <i>konsultacje z nauczycielem</i>                                                               | <i>5</i>                                          |
| <b>Praca własna studenta, w tym:</b>                                                            | <b>25</b>                                         |
| <i>Przygotowanie się do zaliczenia</i>                                                          | <i>7</i>                                          |
| <i>Przygotowanie się do laboratorium oraz samodzielne wykonanie sprawozdania</i>                | <i>18</i>                                         |
| <b>Łączny czas pracy studenta</b>                                                               | <b>75</b>                                         |
| <b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu:</b>                                           | <b>3</b>                                          |
| Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym (ćwiczenia, laboratoria, projekty) | 2                                                 |

| <b>Literatura podstawowa</b> |                                                                                                                                      |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>                     | <i>W. Weroński i in.: Obróbka plastyczna. Technologia. Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 1991</i>                                 |
| <b>2</b>                     | <i>Pater Z., Gontarz A., Weroński W. Obróbka plastyczna. Obliczenia sił kształtowania. Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 2002</i> |
| <b>3</b>                     | <i>Pater Z., Samoyłk G. Podstawy teoretyczne obróbki plastycznej metali. Wyd. PWSZ, Chełm 2007</i>                                   |
| <b>4</b>                     | <i>Goliatowski T. Projektowanie procesów tłoczenia i tłoczników. Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1991.</i>                  |
| <b>5</b>                     | <i>Pietrzyk M. Metody numeryczne w przeróbce plastycznej metali. Wyd. AGH, Kraków 1991</i>                                           |
| <b>6</b>                     | <i>Zienkiewicz, O.C.; Taylor, R.L. Finite Element Method, 2000 Elsevier</i>                                                          |

| <b>Macierz efektów kształcenia</b> |                                                                                           |                  |                           |                    |               |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------|--------------------|---------------|
| Efekt kształcenia                  | Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK) | Cele przedmiotu  | Treści programowe         | Metody dydaktyczne | Metody oceny  |
| <b>EK 1</b>                        | <i>MBM2A_W06 + MBM2A_W09 + MBM2A_W10 ++</i>                                               | <i>C1</i>        | <i>W1, W2, W5, W6, W7</i> | <i>1</i>           | <i>F1, P1</i> |
| <b>EK 2</b>                        | <i>MBM2A_W13 +++</i>                                                                      | <i>C1, C2 C3</i> | <i>W3, ĆW 2,5,6</i>       | <i>1, 2, 3</i>     | <i>F1, P2</i> |
| <b>EK 3</b>                        | <i>MBM2A_W05 ++</i>                                                                       | <i>C2, C3</i>    | <i>W5,6,7 ĆW 1,5,6,7</i>  | <i>1,2,3</i>       | <i>F1, P1</i> |
| <b>EK 4</b>                        | <i>MBM2A_W04 ++</i>                                                                       | <i>C3</i>        | <i>W5,6,7 ĆW 1,5,6,7</i>  | <i>1,2,3</i>       | <i>F1, P1</i> |

|             |                                                               |        |                      |       |                   |
|-------------|---------------------------------------------------------------|--------|----------------------|-------|-------------------|
| <b>EK 5</b> | MBM2A_U07<br>+++<br>MBM2A_U24 +                               | C1, C3 | ĆW 1,2,3,4           | 2, 3  | F2, F3,<br>F4, P2 |
| <b>EK 6</b> | MBM2A_U09<br>+++<br>MBM2A_U18 +                               | C1, C3 | ĆW 1,2,3,4           | 2, 3  | F2, F3,<br>F4, P2 |
| <b>EK 7</b> | MBM2A_U16<br>+++<br>MBM2A_U10 +<br>MBM2A_U12 +<br>MBM2A_U18 + | C3     | W5,6,7 ĆW<br>1,5,6,7 | 1,2,3 | F1, P1            |
| <b>EK 8</b> | MBM2A_K06<br>+++                                              | C3     | ĆW 1-7               | 2, 3  | F4                |

| <b>Metody i kryteria oceny</b> |                                                   |                   |
|--------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------|
| Symbol metody oceny            | Opis metody oceny                                 | Próg zaliczeniowy |
| <b>O1</b>                      | Zaliczenie pisemne (lub ustne) z zakresu wykładów | 60%               |
| <b>O2</b>                      | Kolokwia dopuszczające do ćwiczeń laboratoryjnych | 50%               |
| <b>O3</b>                      | Sprawozdania z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych | 100%              |

|                                 |                                                                     |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <b>Autor programu:</b>          | dr hab. inż. Jarosław Bartnicki, prof. PL                           |
| <b>Adres e-mail:</b>            | wm.kkmitop@pollub.pl                                                |
| <b>Jednostka organizacyjna:</b> | Katedra Komputerowego Modelowania i Technologii Obróbki Plastycznej |