



Nazwa modułu zajęć:	Badania operacyjne				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	ZZIP-1-402-s	Punkty ECTS:	3
Wydział:	Zarządzania				
Kierunek:	Zarządzanie i Inżynieria Produkcji	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	4
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	dr inż. Magiera Marek (mmagiera@zarz.agh.edu.pl)				

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Celem wykładów z BO jest zapoznanie słuchaczy z podstawowymi rodzajami zagadnień decyzyjnych i optymalizacyjnych, metodami ich modelowania i rozwiązywania.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	podstawowe rodzaje zagadnień decyzyjnych i optymalizacyjnych.	ZIP1A_W09, ZIP1A_W05	Egzamin
Umiejętności: potrafi			
M_U001	sformułować obserwacje i wyciągać wnioski dotyczące wyników obliczeń, po zastosowaniu wybranych algorytmów rozwiązywania zagadnień decyzyjnych i optymalizacyjnych;	ZIP1A_U01	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U002	zapisać model matematyczny (dotyczący zagadnienia decyzyjnego i optymalizacyjnego) w języku programowania matematycznego;	ZIP1A_U01	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U003	sformułować model matematyczny dotyczący zagadnienia decyzyjnego i optymalizacyjnego;	ZIP1A_U01, ZIP1A_U03	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin

M_U004	rozwiązywać wybrane zagadnienia decyzyjne i optymalizacyjne za pomocą prostych algorytmów.	ZIP1A_U01	Kolokwium, Egzamin
--------	--------------------------------------------------------------------------------------------	-----------	--------------------

### Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
45	15	0	15	0	0	0	0	0	15	0	0

### Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	podstawowe rodzaje zagadnień decyzyjnych i optymalizacyjnych.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	sformułować obserwacje i wyciągać wnioski dotyczące wyników obliczeń, po zastosowaniu wybranych algorytmów rozwiązywania zagadnień decyzyjnych i optymalizacyjnych;	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
M_U002	zapisać model matematyczny (dotyczący zagadnienia decyzyjnego i optymalizacyjnego) w języku programowania matematycznego;	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
M_U003	sformułować model matematyczny dotyczący zagadnienia decyzyjnego i optymalizacyjnego;	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
M_U004	rozwiązywać wybrane zagadnienia decyzyjne i optymalizacyjne za pomocą prostych algorytmów.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

**Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)**

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	45 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	28 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	75 godz
Punkty ECTS za moduł	3 ECTS

**Pozostałe informacje****Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)****Wykład**

Celem wykładów z BO jest zapoznanie słuchaczy z podstawowymi rodzajami zagadnień decyzyjnych i optymalizacyjnych, metodami ich modelowania i rozwiązywania.

1. Badania operacyjne jako ilościowe metody zarządzania
2. Programowanie liniowe (PL)
3. Programowanie liniowe całkowitoliczbowe (PLCM)
4. Programowanie liniowe wielokryterialne
5. Programowanie nieliniowe
6. Elementy teorii grafów
7. Programowanie dynamiczne
8. Harmonogramowanie projektów
9. Algorytmy heurystyczne
10. Teoria podejmowania decyzji i elementy teorii gier
11. Zagadnienia wieloatrybutowe
12. Wdrażanie metod badań operacyjnych

**Zajęcia warsztatowe**

1. Budowa modeli PL
2. Budowa modeli PLCM
3. Rozwiązywanie zadań za pomocą programowania dynamicznego
4. Analiza czasowa projektów
5. Algorytmy heurystyczne
6. Zastosowanie teorii grafów w algorytmach
7. Optymalizacja wielokryterialna

**Ćwiczenia laboratoryjne**

1. Budowa modeli i rozwiązywanie zadań PL w arkuszu kalkulacyjnym
2. Budowa modeli i rozwiązywanie zadań PL za pomocą języka modelowania

algebraicznego

3. Budowa modeli i rozwiązywanie zadań PLCM – zadania z niepodzielnościami
4. Budowa modeli i rozwiązywanie zadań PLCM – zadania kombinatoryczne
5. Złożone struktury danych – przepływy w sieciach, zastosowanie teorii grafów
6. Budowa modelu i planowanie projektu (sieci CPM, MPM)
7. Optymalizacja wielokryterialna.

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Zajęcia warsztatowe: Podczas zajęć studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem.

Ćwiczenia laboratoryjne: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

1. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń warsztatowych oraz ćwiczeń laboratoryjnych – uzyskanie pozytywnych ocen.
2. Warunkiem zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych jest zrealizowanie wszystkich tematów zadań przypisanych poszczególnym zajęciom oraz udokumentowanie przeprowadzonych czynności – w postaci sprawozdań z zajęć, na których student był obecny. Ocena ustalana jest na podstawie liczby uzyskanych punktów zgodnie z regulaminem studiów AGH.
3. Warunkiem zaliczenia ćwiczeń warsztatowych jest uzyskanie co najmniej 50% liczby punktów, które mogą być przyznane studentowi w czasie wszystkich zajęć. Ocena wyznaczana jest na podstawie liczby uzyskanych punktów zgodnie z regulaminem studiów AGH.
4. Zaliczenie poprawkowe ćwiczeń warsztatowych w wyniku zaliczenia kolokwium poprawkowego obejmującego całość materiału (wszystkie zagadnienia dotyczące ćwiczeń oraz wykładów). Należy uzyskać co najmniej 50% punktów.
5. Zaliczenie poprawkowe ćwiczeń laboratoryjnych obejmuje wykonanie dodatkowego projektu lub kilku projektów (decyduje prowadzący) i odpowiedź ustną lub pisemną (decyduje prowadzący) dotyczącą tego projektu oraz tematyki ćwiczeń laboratoryjnych.

### **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

– Obecność obowiązkowa: Nie

– Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Zajęcia warsztatowe:

– Obecność obowiązkowa: Tak

– Zasady udziału w zajęciach: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

Ćwiczenia laboratoryjne:

– Obecność obowiązkowa: Tak

– Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

## Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa – ważona średnia ocen:

Waga   Ocena
50%   Egzamin
30%   Ćwiczenia warsztatowe
20%   Ćwiczenia laboratoryjne

W przypadku zaliczenia określonej formy zajęć lub zdania egzaminu w terminie co najmniej drugim do wagi brana jest pod uwagę średnia ocen uzyskana w kolejnych terminach. Nie może to jednak skutkować brakiem pozytywnej oceny końcowej, jeżeli uzyskano pozytywną ocenę z ćwiczeń warsztatowych, ćwiczeń laboratoryjnych oraz egzaminu.

## Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

1. Usprawiedliwioną nieobecność studenta na ćwiczeniach warsztatowych należy nadrobić przez samodzielną naukę lub w miarę możliwości w ramach zajęć dla innej grupy pod kierunkiem tego samego prowadzącego (zajęcia muszą dotyczyć tej samej tematyki).
2. Usprawiedliwioną nieobecność na ćwiczeniach laboratoryjnych należy nadrobić aktywnie uczestnicząc w zajęciach prowadzonych dla innej grupy (ten sam prowadzący oraz ta sama tematyka zajęć, która dotyczyła opuszczonych zajęć). Jeżeli ten sposób “odrobienia” zajęć jest niemożliwy, to należy zwrócić się niezwłocznie do prowadzącego po wydanie tematu zadania (projektu) – na pierwszych zajęciach po okresie nieobecności lub należy umówić się na konsultacje. Zadanie to (projekt) powinien być wykonany w ciągu 7 dni i przedstawiony prowadzącemu, który może studentowi zadać pytania dotyczące tematyki rozwiązanego zadania.
3. Nieusprawiedliwione nieobecności na zajęciach obowiązkowych mogą skutkować wpisem “nieobecny” w protokole dotyczącym zajęć.
4. W pozostałych przypadkach dotyczących nieobecności studenta na zajęciach, decyzja o możliwości i formie uzupełnienia zaległości należy do prowadzącego zajęcia, z zastrzeżeniem zapisów wynikających z regulaminów studiów.

## Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów

Nie podano wymagań wstępnych lub dodatkowych.

## Zalecana literatura i pomoce naukowe

1. Garfinkel, R. S. i Nemhauser, G. L. (1978). Programowanie całkowitoliczbowe, PWN.
2. Gass, S. I. (1976). Programowanie liniowe: metody i zastosowania, PWN.
3. Goodwin, P. i Wright, G. (2011). Analiza decyzji, Wolters-Kluwer.
4. Graham, R. L., Knuth, D. E. i Patashnik, O. (2012). Matematyka konkretna, Wydawnictwo Naukowe PWN.
5. Ignasiak, E., Borucki, W., Marcinkowski, J. i Sikora, W. (2001). Badania operacyjne, PWE.
6. Jędrzejczyk, Z., Kukuła, K., Skrzypek, J. i Walkosz, A. (2005). Badania operacyjne w przykładach i zadaniach, PWN.
7. Kahneman, D. (2012). Pułapki myślenia. O myśleniu szybkim i wolnym, Media Rodzina.
8. Krawczyk, S. (2001a). Metody ilościowe w planowaniu (działalności przedsiębiorstwa), C.H. Beck, Warszawa.
9. Krawczyk, S. (2001b). Metody ilościowe w planowaniu w logistyce (przedsiębiorstwa), C. H.Beck, Warszawa.
10. Martos, B. (1983). Programowanie nieliniowe, PWN.
11. Niederliński, A. (1983). Systemy i sterowanie, PWN.
12. Nisbett, R. E. (2016). Mindware: Narzędzia skutecznego myślenia, Smak Słowa.
13. Roy, B. (1990). Wielokryterialne wspomaganie decyzji, WNT.
14. Sawik, T. (1998). Badania operacyjne dla inżynierów zarządzania, Wydawnictwa AGH.
15. Straffin, P. D. (2004). Teoria gier, Scholar.
16. Sutherland, S. (1996). Rozum na manowcach, Książka i Wiedza.
17. Sysło, M. M., Deo, N. i Kowalik, J. S. (1999). Algorytmy optymalizacji dyskretnej z programami w języku Pascal, Wydawnictwo Naukowe PWN.
18. Tyszka, T. (2000). Psychologiczne pułapki oceniania i podejmowania decyzji, GWP Gdańskie

Wydawnictwo Psychologiczne.

19. Tyszka, T. i Zaleśkiewicz, T. (2001). Racjonalność decyzji, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

20. Walukiewicz, S. (ed.) (1986). Programowanie dyskretne, PWN.

21. Wright, C. R. B. i Ross, K. A. (2016). Matematyka dyskretna, Wydawnictwo Naukowe PWN.

## **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

Wybrane przykłady:

1. Gdowska K., VianaA., Pedroso J.P. 2018. Stochastic last-mile delivery with crowdshipping. *Transportation Research Procedia*, vol. 30, s. 90-100.

2. Gdowska K. 2018. How to assess balancing public transportation. *International Conference on Industrial Logistics : 15-17 May 2018, Beer-Sheva, Israel : conference proceedings / eds. Zilla Sinuany-Stern, Yuval Israel : Ben-Gurion University, S. 79-86.*

3. Gdowska K., Szczybra R., 2017. Tworzenie brygad autobusowych jako problem harmonogramowania zadań. *Logistyka 2017 nr 6*, s. 58-60.

4. Gdowska K., Książek R., Jurczyk K., 2016. Timetabling problem and interval synchronization in urban public transport /W: *CLC'2016: Carpathian Logistics Congress : November 28\textsuperscript{th}-30\textsuperscript{th} 2016, Zakopane: conference proceedings / TANGER Ltd., [et al.]. — Ostrava: TANGER Ltd., cop. 2017. — 1 dysk optyczny. S. 299-304.*

5. Kaczmarczyk, W., 1995, Dwupoziomowa metoda harmonogramowania produkcji w pewnym przepływowym systemie produkcyjnym, *Kwartalnik AGH, Elektrotechnika*, tom 14, zeszyt 3, Kraków, str. 258-262.

6. Kaczmarczyk, W., Sawik, T., Schaller, A. i Tirpak, T., 2003, Configuring and scheduling of surface mount technology lines, *Automatyka*, tom 7, zeszyt 1 2, str. 83-88.

7. Waldemar Kaczmarczyk, 2009, Modelling multi-period set-up times in the proportional lot-sizing problem, *Decision Making in Manufacturing and Services*, 3 (1-2), pp. 15-35.

8. Waldemar Kaczmarczyk, 2011, Proportional lot-sizing and scheduling problem with identical parallel Machines, *International Journal of Production Research*, 49 (9), pp. 2605-2623.

9. Waldemar Kaczmarczyk, 2011, Wybrane modele planowania wielkości i szeregowania partii produkcyjnych, *Wydawnictwa AGH, seria Rozprawy i Monografie*, nr 223, Kraków.

10. Magiera M.: A relaxation heuristic for scheduling flowshops with intermediate buffers. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences* 61 (4). Warszawa 2013, pp. 929 - 942.

11. Magiera M.: A multi-level method of support for management of product flow through supply chains. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences*, 63 (4), Warszawa 2015, pp. 933-946.

12. Magiera M.: Wybrane metody planowania przepływów produktów przez linie produkcyjne i łańcuchy dostaw. *Rozprawy, monografie*, nr 312. Wydawnictwa AGH. Kraków 2016.

13. Magiera M.: Monolityczna metoda planowania montażu dotyczącego wielowariantowego sprzętu elektrycznego i elektronicznego. *Przegląd Elektrotechniczny (Electrical Review)*, *Stowarzyszenie Elektryków Polskich*, 2017 R. 93 nr 8, str. 192-195.

14. Magiera M.: Methods of planning deliveries of food products to a trade network with the selection of suppliers and transport companies. *Archives of Control Sciences*, 2018 vol. 28 no. 3, pp. 419-442.

## **Informacje dodatkowe**

Ogólne warunki uczestnictwa i zaliczenia przedmiotu określa regulamin studiów AGH.