

D3.1.

Moduły szkoleniowe dla studentów szkół wyższych i osób kształcących się zawodowo

**7 programów nauczania dla modułów
szkoleniowych HE**

**7 programów nauczania dla modułów
szkoleniowych zawodowych**

Informacje o świadczeniach do wykonania

Usługa nr	D3.1.
Rodzaj usługi	R-DEC
Stopień rozpowszechnienia	PU – publiczne
Pakiet roboczy nr	3
Tytuł pakietu roboczego	Rozwój zasobów menedżera SymbioTech
Nr zadania	T3.1. i T3.2.
Tytuł zadania	Opracowanie 7 modułów szkoleniowych na poziomie HEI EQR6. Opracowanie 7 modułów szkoleniowych na poziomie kształcenia zawodowego EQR5.
Autor(rzy)	UPAT, wszyscy Partnerzy
Status (F: ostateczny; D: projekt; RD: zmieniony projekt) F	F
Nazwa pliku	D3.1. Moduły szkoleniowe dla studentów szkół wyższych i uczelni zawodowych
Termin	M15 (Styczeń 2026)
Data dostarczenia	31/01/2026

Sfinansowane ze środków UE. Wyrażone poglądy i opinie są jedynie opiniami autora lub autorów i niekoniecznie odzwierciedlają poglądy i opinie Unii Europejskiej lub Europejskiej Agencji Wykonawczej ds. Edukacji i Kultury (EACEA). Unia Europejska ani EACEA nie ponoszą za nie odpowiedzialności.

Spis treści

Treść	Strona
Wprowadzenie	4
CZĘŚĆ A: 7 programów nauczania dla modułów szkoleniowych HE	5
1. Ramowy szablon programu nauczania – HEI (EQF6). Tytuł modułu: Zasady symbiozy przemysłowej (IS)	6
2. Ramowy szablon programu nauczania – HEI (EQF6). Tytuł modułu: Zasady oceny cyklu życia (LCA) w analizie korzyści i kosztów środowiskowych współdzielenia zasobów	16
3. Ramowy szablon programu nauczania – HEI (EQF6). Tytuł modułu: Relacje międzyorganizacyjne	24
4. Ramowy szablon programu nauczania – HEI (EQF6). Tytuł modułu: Sztuczna inteligencja (AI) i uczenie maszynowe (ML) w prognozowaniu przepływów materiałowych oraz optymalizacji łańcucha dostaw i procesów	36
5. Ramowy szablon programu nauczania – HEI (EQF6). Tytuł modułu: Technologie blockchain do tworzenia transparentnych i bezpiecznych systemów śledzenia oraz certyfikacji przepływów materiałowych i energetycznych	46
6. Ramowy szablon programu nauczania – HEI (EQF6). Tytuł modułu: Symbiotyczna efektywność energetyczna – technologie i modele zarządzania	54
7. Ramowy szablon programu nauczania – HEI (EQF6). Tytuł modułu: Systemy zarządzania środowiskowego (SEM)	68
CZĘŚĆ B: 7 programów nauczania dla modułów kształcenia zawodowego	76
1. Ramowy szablon programu nauczania – VET (EQF6). Tytuł modułu: Zasady symbiozy przemysłowej (IS)	77
2. Ramowy szablon programu nauczania – VET (EQF6). Tytuł modułu: Zasady oceny cyklu życia służące do oceny korzyści dla środowiska	87
3. Ramowy szablon programu nauczania – VET (EQF6). Tytuł modułu: Relacje międzyorganizacyjne	95
4. Ramowy szablon programu nauczania – VET (EQF6). Tytuł modułu: Podstawy sztucznej inteligencji (AI) i uczenia maszynowego (ML)	105
5. Ramowy szablon programu nauczania – VET (EQF6). Tytuł modułu: Podstawy technologii blockchain	120
6. Ramowy szablon programu nauczania – VET (EQF6). Tytuł modułu: Symbiotyczna efektywność energetyczna – technologie i modele zarządzania	132
7. Ramowy szablon programu nauczania – VET (EQF6). Tytuł modułu: Systemy zarządzania środowiskowego (EMS)	140

Wprowadzenie



Produkt ten wpisuje się w ogólną strategię edukacyjną projektu SymbioTech i stanowi kolejny krok po określeniu potrzeb szkoleniowych i zdefiniowaniu ram wdrażania szkoleń. Opiera się on bezpośrednio na wynikach i zaleceniach zawartych w raporcie KMU SymbioTech Training Needs Mapping Report oraz strukturze ścieżki edukacyjnej (D2.2) oraz planu wymagań dotyczących wdrażania szkoleń SymbioTech (D2.3), w którym określono ramy kompetencji, efekty uczenia się i warunki wdrożenia w celu przygotowania menedżerów SymbioTech w dziedzinie cyfrowej symbiozy przemysłowej (DIS).

W tym kontekście niniejsza praca koncentruje się na ustrukturyzowanym rozwoju treści modułów szkoleniowych SymbioTech. Jej głównym celem jest przełożenie strategicznych kierunków, celów uczenia się i wymagań kompetencyjnych zidentyfikowanych we wcześniejszych wynikach na konkretne, spójne i oparte na podstawach pedagogicznych moduły szkoleniowe. Opracowanie modułów opiera się na podejściu edukacyjnym zorientowanym na ucznia i praktykę, kładąc nacisk na aktywne uczenie się, integrację teorii z rzeczywistym zastosowaniem oraz rozwój uniwersalnych umiejętności przydatnych w pracy zawodowej.

Moduły zostały zaprojektowane tak, aby wspierać elastyczne i modułowe ścieżki kształcenia zarówno dla instytucji szkolnictwa wyższego (HEI), jak i kształcenia i szkolenia zawodowego (VET). Każdy moduł łączy podstawy teoretyczne z praktycznymi ćwiczeniami, w tym studiami przypadków, narzędziami cyfrowymi, symulacjami i interaktywnymi ćwiczeniami, promując krytyczne myślenie, umiejętności rozwiązywania problemów i współpracę międzysektorową. Elementy te odpowiadają bezpośrednio lukom kompetencyjnym i priorytetom szkoleniowym zidentyfikowanym w analizie potrzeb szkoleniowych przeprowadzonej przez SymbioTech.

Zgodnie z zasadami określonymi w D2.3 proces opracowywania modułów będzie oparty na mechanizmach zapewniania jakości, podejściu opartym na mikrocertyfikatach i zasadach uczenia się przez całe życie. Treści szkoleniowe są dostosowane do formatów cyfrowych, mieszanych i hybrydowych, co zapewnia ich dostępność, skalowalność i możliwość dostosowania do różnych kontekstów krajowych i instytucjonalnych. Szczególną uwagę zwraca się na zapewnienie spójności między celami nauczania, efektami uczenia się, działaniami edukacyjnymi i metodami oceny we wszystkich modułach.

Ogólnie rzecz biorąc, działanie to służy jako narzędzie pomostowe między strategicznym kształtem programu szkoleniowego SymbioTech a jego praktyczną realizacją. Zapewnia spójne i możliwe do wdrożenia ramy dla opracowywania modułów oraz gwarantuje, że treści szkoleniowe skutecznie wspierają przygotowanie obecnych i przyszłych menedżerów SymbioTech, którzy są w stanie projektować, ułatwiać i zarządzać cyfrowymi inicjatywami symbiozy przemysłowej w złożonych ekosystemach przemysłowych i gospodarki o obiegu zamkniętym.

Część A

7 programów nauczania dla modułów szkoleniowych HE



Sfinansowane ze środków UE. Wyrażone poglądy i opinie są jedynie opiniami autora lub autorów i niekoniecznie odzwierciedlają poglądy i opinie Unii Europejskiej lub Europejskiej Agencji Wykonawczej ds. Edukacji i Kultury (EACEA). Unia Europejska ani EACEA nie ponoszą za nie odpowiedzialności.

1. Ramowy szablon programu nauczania – HEI (EQF6)

Tytuł modułu 1: Zasady symbiozy przemysłowej (SP)

Poziom ERK (EQF): 6

Punkty ECTS: 4 ECTS

Łączny nakład pracy (godziny): 100 godzin (odpowiada 4 ECTS)

- Godziny kontaktowe (wykłady, laboratoria, seminaria, warsztaty, itd.): 40 godzin
- Samokształcenie z instruktorem: 30 godzin
- Praca projektowa: 30 godzin

Jednostka prowadząca: UNIVERSITY OF PATRAS (UPAT)

1.1 Opis modułu

Moduł ten przedstawia podstawowe pojęcia i zasady symbiozy przemysłowej (SP), kluczowego elementu Europejskiego Zielonego Ładu i planu działania UE na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym. Zapewnia on słuchaczom uporządkowane zrozumienie podstaw SP, w tym definicji, zakresu, ewolucji historycznej oraz powiązań z gospodarką o obiegu zamkniętym i ekoparkami przemysłowymi. Moduł bada również ramy polityki UE wpływające na wdrażanie SP, współczesne modele biznesowe i typologie, cyfrowe narzędzia i algorytmy dopasowujące, mapowanie przepływów materiałów i energii, strategie angażowania interesariuszy oraz projektowanie i ocenę sieci symbiotycznych. Uczestnicy dodatkowo analizują wskaźniki wydajności SP, korzyści, bariery, ryzyko i czynniki wpływające na pomyślne wdrożenie.

Moduł jest przeznaczony dla studentów szkół wyższych, nauczycieli, menedżerów biznesowych, konsultantów, facylitatorów, organizacji badawczych, instytucji wspierających biznes oraz organów decyzyjnych zajmujących się zrównoważonym rozwojem i innowacjami w zakresie efektywnego gospodarowania zasobami.

Stanowi on podstawowy element ścieżki szkoleniowej SymbioTech, przygotowując uczestników do zaawansowanych modułów dotyczących cyfrowej symbiozy przemysłowej i systemów zarządzania środowiskowego.

Ogólna wiedza na temat zrównoważonego rozwoju lub działalności przemysłowej jest pomocna, ale nie jest wymagana. Podstawowe umiejętności analityczne i zainteresowanie wspólnym rozwiązywaniem problemów sprzyjają efektywnemu zaangażowaniu w teoretyczne i praktyczne elementy modułu.

1.2 Efekty uczenia się

Planowane efekty uczenia się podzielono na trzy obszary EQF:

▪ **Wiedza. Student zna i rozumie:**

1. zasady/elementy SP, barier, korzyści, rolę SP w ramach gospodarki o obiegu zamkniętym oraz konteksty polityczne, takie jak unijna inicjatywa „Fit for 55” i regulacje dotyczące taksonomii SP (W1),
2. rozwój historyczny i ewolucję od tradycyjnych praktyk SP do cyfrowych podejść SP (W2),
3. aktualne modele biznesowe, dzięki którym można wdrożyć SP (W3).

▪ **Umiejętności. Student potrafi:**

4. krytycznie analizować klastry przemysłowe w celu identyfikacji możliwości symbiotycznych przy użyciu narzędzi takich jak QGIS i diagramy Sankey'a (U1),
5. zastosować typologie modeli biznesowych i analizę interesariuszy w celu zaprojektowania realnych partnerstw w zakresie SP (U2),
6. gromadzić dane, mapować przepływy materiałów i energii oraz wykorzystywać te dane do podejmowania decyzji (U3),
7. skutecznie przedstawiać i komunikować możliwości SP w formie pisemnej i ustnej (U4).

▪ **Kompetencje (Autonomia i odpowiedzialność). Student jest gotów:**

8. zaprojektować i ocenić projekty SP, biorąc pod uwagę aspekty techniczne, ekonomiczne i środowiskowe (K1),
9. współpracować w multidyscyplinarnych zespołach, angażując interesariuszy i zarządzając przepływem pracy w ramach projektów (K2),
10. włączać politykę UE i międzynarodowe standardy do wniosków projektowych, opierając się na podejściu etycznym i zorientowanym na zrównoważony rozwój (K3),
11. nieustannie poszerzać wiedzę i umiejętności praktyczne w zakresie SP poprzez samodzielną naukę i refleksyjną praktykę (K4).

1.3 Orientacyjny harmonogram realizacji modułu / harmonogram prowadzenia zajęć

Lp.	Zajęcia / Temat zajęć	Typ zajęć	Tematyka/ Aktywności	Założone EK	Wymagana literatura / Materiały	Zalecane metody
1	Wprowadzenie do SP, ewolucja historyczna i zastosowanie na całym świecie.	Wykład / warsztaty / e-learning	Definicje SP, zakres, elementy, motywy i powiązania z gospodarką o obiegu zamkniętym i ekoparkami przemysłowymi. Od przypadku SP w Kalundborgu w latach 60. XX wieku do cyfrowego SP w latach 20. XXI wieku.	W1, W2	Vimal et al. (2020), Neves et al. (2020), Ashton et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023), Khan et al. (2023).	Interaktywny wykład z dyskusją na temat SP, GOZ i kwestii zrównoważonego rozwoju. Studia przypadków sukcesów i porażek SP.
2	Kontekst polityki UE.	Seminarium / e-learning	Zgodność SP z pakietem UE 55 i taksonomią UE. Ramy regulacyjne UE dotyczące SP.	W1, K3	European Green Deal, Fit for 55' package, EU taxonomy for sustainable activities.	Wprowadzenie do przepisów UE w formie seminarium. Webinaria eksperckie.
3	Modele biznesowe dla SP.	Wykład / warsztaty / e-learning	Modele biznesowe i typologie SP.	W3, U2, K1	Ponis (2021), Demartini et al. (2022), Erol et al. (2023), Iyer et al. (2024).	Studia przypadków dostępnych modeli biznesowych.
4	Algorytmy i narzędzia cyfrowe dla SP.	Seminarium / e-learning	Algorytmy dopasowania symbiotycznego i narzędzia cyfrowe.	W2, U1	Angelis-Dimakis et al. (2021), Silva et al. (2022), Iyer et al. (2024), QGIS, SankeyMATIC Software tutorials.	Wprowadzenie do algorytmów i narzędzi cyfrowych w formie seminariów. Webinaria prowadzone przez ekspertów. Praktyczne ćwiczenia z wykorzystaniem narzędzi programowych.
5	Wymiana zasobów oraz przepływy materiałów i energii.	Wykład / warsztaty / e-learning	Mapowanie przepływów materiałów i energii w klastrach.	U3	Neves et al. (2020), Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023).	Studia przypadków dotyczące wymiany zasobów.

Lp.	Zajęcia / Temat zajęć	Typ zajęć	Tematyka/ Aktywności	Założone EK	Wymagana literatura / Materiały	Zalecane metody
6	Interesariusze i sieci związane z SP.	Wykład / warsztaty / e-learning	Analiza interesariuszy i strategię zaangażowania. Projektowanie sieci symbiotycznych i łańcuchów wartości.	U1, U2, K2	Neves et al. (2020), Aviso et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023), Khan et al. (2023).	Praca w grupach/burza mózgów dotycząca kryteriów wyboru interesariuszy i ich zaangażowania. Studia przypadków dotyczące interesariuszy zaangażowanych w sieci SP. Studia przypadków dotyczące istniejących sieci SP.
7	Ocena wydajności i korzyści wynikających z wdrożenia SP.	Wykład / warsztaty / e-learning	Określanie i raportowanie wskaźników KPI SP. Korzyści operacyjne, ekonomiczne, marketingowe, środowiskowe i społeczne SP.	W1, K1	Agudo et al. (2022), Agudo et al. (2023), Agudo et al. (2024), Vimal et al. (2020), Khan et al. (2023).	Praca w grupach/burza mózgów w celu skomentowania wskaźników KPI dla SP. Praca w grupach/burza mózgów w celu skomentowania i porównania aspektów/korzyści operacyjnych, ekonomicznych, marketingowych SP, środowiskowych i społecznych.
8	Barierę związane z SP, zarządzanie ryzykiem i czynniki wpływające na SP.	Wykład / warsztaty / e-learning	Barierę i zagrożenia wpływające na wdrażanie SP oraz strategię ograniczania ryzyka. Czynniki wpływające na wdrażanie SP i ich skuteczność.	W1, W2, W3, K1	Ponis (2021), Taqi et al. (2022), Henriques et al. (2022), Angelis-Dimakis et al., (2023), Karman et al. (2024).	Praca w grupach/burza mózgów w celu omówienia barier i zagrożeń związanych z SP. Warsztaty poświęcone rozwiązywaniu problemów. Praca w grupach/burza mózgów w celu omówienia czynników wpływających na SP.

Lp.	Zajęcia / Temat zajęć	Typ zajęć	Tematyka/ Aktywności	Założone EK	Wymagana literatura / Materiały	Zalecane metody
9	Praktyczny projekt SP.	Projekt i ewaluacja wyników	Ocena możliwości SP dla lokalnego klastra.	U1, U4, K1, K2, K3, K4	Wszystkie wyżej wymienione pozycje/materiały.	Prezentacja projektu grupowego.
10	Egzaminy z SP.	Ewaluacja	Egzaminy końcowe i oceny.	W1, W2, W3, U4	Wszystkie wyżej wymienione pozycje/materiały.	Egzaminy pisemne i ustne (pytania otwarte, pytania wielokrotnego wyboru, quizy itp.).

1.4 Metody nauczania i uczenia się

▪ *Podejście do nauki*

W ramach tego modułu zostanie zastosowane podejście hybrydowe. Oznacza to, że wykorzystane zostaną zarówno metody synchroniczne, jak i asynchroniczne. W ramach nauki synchronicznej trenerzy i studenci spotkają się wirtualnie w tym samym czasie i miejscu (w cyfrowej klasie) i będą komunikować się w czasie rzeczywistym. Z kolei w ramach nauki asynchronicznej studenci będą mieli dostęp do materiałów udostępnionych na platformie cyfrowej (przesłanych przez trenerów). Materiały te (np. nagrane wykłady, prezentacje, pliki doc/pdf, rysunki, filmy itp.) będą zawierały omówienie zagadnień teoretycznych i praktycznych studiów przypadków. Dzięki temu studenci będą mogli zapoznawać się z poszczególnymi materiałami we własnym tempie przez dłuższy czas.

▪ *Kluczowe metody nauczania*

W ramach modułu zostanie wykorzystanych wiele kluczowych metod nauczania, takich jak interaktywne wykłady z dyskusją pod kierunkiem prowadzącego, studia przypadków, seminaria, webinaria z udziałem ekspertów, warsztaty, praktyczne ćwiczenia laboratoryjne, praca w grupach i projekty, egzaminy pisemne i ustne. Kwestie związane z symbiozą przemysłową (SP), gospodarką o obiegu zamkniętym (GOZ) i zrównoważonym rozwojem zostaną odzwierciedlone w wyżej wymienionych metodach nauczania.

▪ *Podejścia i metody wspierające aktywne uczenie się i praktyczne zastosowanie wiedzy*

Podejście oparte na nauczaniu synchronicznym doskonale nadaje się do natychmiastowego zaangażowania trenerów i studentów oraz szybszej wymiany informacji, pomagając w ten sposób budować poczucie wspólnoty i wyjaśniać nieporozumienia. Ponadto podejście oparte na nauczaniu asynchronicznym jest bardziej elastyczne. Daje studentom więcej czasu na zgłębianie materiału i angażowanie się w naukę, a także umożliwia dostęp do szerszego grona studentów.

Dodatkowo, kluczowe metody nauczania (takie jak wykłady) zapewnią teoretyczną wiedzę na temat symbiozy przemysłowej, umożliwiającą kompleksowe zrozumienie zasad, elementów i praktyk związanych z SP. Wiedza ta, wraz z wieloma praktycznymi przykładami przedstawionymi w ramach praktycznych metod nauczania (takich jak studia przypadków dotyczące SP, praktyczne laboratoria), stanowi podstawę dla studentów szkół wyższych i menedżerów biznesowych, którzy chcą zostać menedżerami ds. SP. Webinaria i seminaria prowadzone przez ekspertów jeszcze bardziej przyczynią się do poszerzenia wiedzy teoretycznej i praktycznej na temat SP. Praca zespołowa, promowana poprzez metody nauczania, takie jak warsztaty, prace grupowe i projekty, sprawia, że menedżer ds. SP jest w stanie skutecznie współpracować z interesariuszami i rozwijać efektywne sieci.

1.5 Kryteria i metody oceny

Moduł wykorzystuje mieszaną strategię oceny, która łączy aktywny udział i zaangażowanie studentów, prezentację projektów grupowych oraz egzaminy pisemne i ustne (pytania otwarte, pytania wielokrotnego wyboru, quizy itp.) w celu oceny zarówno poziomu wiedzy teoretycznej studentów na temat koncepcji SP, jak i ich praktycznej zdolności do opracowywania zrównoważonych i konkurencyjnych ram SP, składających się z odpowiednich interesariuszy, którzy wymieniają się wieloma zasobami. W celu wsparcia postępów w nauce uwzględniono nie tylko oceny sumatywne (końcowe oceny prac), ale także formatywne (bieżące uczestnictwo i informacje zwrotne podczas wszystkich kluczowych metod nauczania).



Elementy oceny i dowody osiągnięcia efektów kształcenia:

- *Udział i zaangażowanie (waga 10%).* Aktywny udział we wszystkich stosowanych metodach nauczania, takich jak wykłady, studia przypadków, seminaria, webinaria, warsztaty, praktyczne ćwiczenia laboratoryjne, praca w grupach i opracowywanie projektów.
- *Prezentacja projektu grupowego (waga 30%).* Raport analityczny o długości 3000 słów oceniający rzeczywistą lub symulowaną lokalną szansę SP, zawierający analizę skupień, mapowanie przepływów i zalecenia dotyczące modelu biznesowego.
- *Końcowe egzaminy pisemne i ustne (pytania otwarte, pytania wielokrotnego wyboru, quizy itp.) (Waga 60%).* Egzaminy sprawdzające wiedzę teoretyczną, zrozumienie polityki i kompetencje w zakresie narzędzi praktycznych.

1.6 Bibliografia i przydatne narzędzia

Wymagane

Agudo, F. L., Bezerra, B. S., & Gobbo Júnior, J. A. (2023). Symbiotic readiness: Factors that interfere with the industrial symbiosis implementation. *Journal of Cleaner Production*, 387, 135843. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135843>

Agudo, F. L., Bezerra, B. S., & Gobbo Júnior, J. A. (2024). An overview of Brazilian companies' readiness to implement industrial symbiosis. *Business Strategy and the Environment*, 33, 1066–1080. <https://doi.org/10.1002/bse.3327>

Agudo, F. L., Bezerra, B. S., Paesa, L. A. B., & Gobbo Júnior, J. A. (2022). Proposal of an assessment tool to diagnose industrial symbiosis readiness. *Sustainable Production and Consumption*, 30, 916–929. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.01.013>

Angelis-Dimakis, A., Arampatzis, G., Alexopoulos, A., Vyrkou, A., Pantazopoulos, A., & Angelis, V. (2023). Industrial symbiosis in the Balkan-Mediterranean region: The case of solid waste. *Environments*, 10(1), <https://doi.org/10.3390/environments10010001>

Angelis-Dimakis, A., Arampatzis, G., Pieri, T., Solomou, K., Dedousis, P., & Apostolopoulos, G. (2021). SWAN platform: A web-based tool to support the development of industrial solid waste reuse business models. *Waste Management & Research*, 39(3), 489–498. <https://doi.org/10.1177/0734242X21989413>

Ashton, W. S., Chertow, M. R., & Althaf, S. (2022). Industrial symbiosis: Novel supply networks for the circular economy. In L. Bals, W. L. Tate, & L. M. Ellram (Eds.), *Circular economy supply chains: From chains to systems* (pp. 29–48). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83982-544-620221002>

Aviso, K. B., Laddaran, A., & Ngo, J. S. (2022). Modelling stakeholder goals in industrial symbiosis. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 6, 543–558. <https://doi.org/10.1007/s41660-022-00226-6>

Cagno, E., Negri, M., Neri, A., & Giambone, M. (2023). One framework to rule them all: An integrated, multi-level and scalable performance measurement framework of sustainability, circular economy and industrial symbiosis. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 55–71. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.10.016>



Demartini, M., Tonelli, F., & Govindan, K. (2022). An investigation into modelling approaches for industrial symbiosis: A literature review and research agenda. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 3, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100020>

Erol, I., Peker, I., Ar, I. M., & Searcy, C. (2023). Examining the role of urbanindustrial symbiosis in the circular economy: An approach based on NForce field theory of change and NISMMicmac. *Operations Management Research*, 16, 2125–2147. <https://doi.org/10.1007/s12063-023-00393-w>

EU taxonomy for sustainable activities. Available at: https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en

European Green Deal. Available at: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Fit for 55' package. Available at: https://commission.europa.eu/topics/climate-action/delivering-european-green-deal/fit-55-delivering-proposals_en

Henriques, J. D., Azevedo, J., Dias, R., Estrela, M., Ascenço, C., Vladimirova, D., & Miller, K. (2022). Implementing industrial symbiosis incentives: An applied assessment framework for risk mitigation. *Circular Economy and Sustainability*, 2, 669–692. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00069-2>

Iyer, S. V., Sangwana, K. S., & Dhiraj, D. (2024). Development of an industrial symbiosis framework through digitalization in the context of Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 122, 515–520. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2024.01.075>

Karman, A., Prokop, V., & Lopes de Sousa Jabbour, A. B. (2024). Circular economy practices as a shield for the long-term organisational and network resilience during crisis: Insights from an industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 466, 142822. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142822>

Khan, Z. A., Chowdhury, S. R., Mitra, B., Mozumder, M. S., Elhaj, A. I., Salami, B. A., Rahman, M. M., & Rahman, S. M. (2023). Analysis of industrial symbiosis case studies and its potential in Saudi Arabia. *Journal of Cleaner Production*, 385, 135536. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135536>

Neves, A., Godina, R., Azevedo, S. G., & Matias, J. C. O. (2020). A comprehensive review of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119113. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119113>

Ponis, S. T. (2021). Industrial symbiosis networks in Greece: Utilising the power of blockchain-based B2B marketplaces. *The JBBA*, 4(1). [https://doi.org/10.31585/jbba-4-1-\(4\)2021](https://doi.org/10.31585/jbba-4-1-(4)2021)

QGIS Software tutorials. Available at: https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/training_manual/index.html

SankeyMATIC Software tutorials. Available at: <https://sankeymatic.com/manual/>

Silva, M. G., de Carvalho, T. S., Castagna, A. G., Strauhs, F. do R., & Piekarski, C. M. (2022). The role of online platforms to enable the process of industrial symbiosis: An analysis of tools available in the market. *Cleaner Production Letters*, 3, 100021. <https://doi.org/10.1016/j.clpl.2022.100021>

Taqi H. M. M., Meem, E. J., Bhattacharjee, P., Salman, S., Ali, S. M., & Sankaranarayanan, B. (2022). What are the challenges that make the journey towards industrial symbiosis complicated? *Journal of Cleaner Production*, 370, 133384. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133384>

Vimal, K. E. K., Jayakrishna, K., Ameen, T., Afridhi, S. S., Vasudevan, V., & Sreedharan, R. (2020). An investigation on the impact of industrial symbiosis implementation on organizational performance

using analytical hierarchical approach. *Benchmarking: An International Journal*, 27(2), 886–911. <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2018-0423>

Xue, X., Wang, S., Chun, T., Xin, H., Xue, R., Tian, X., & Zhang, R. (2023). An integrated framework for industrial symbiosis performance evaluation in an energy-intensive industrial park in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 42056–42074. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25232-0>

Ponadto studenci są zobowiązani do zapoznania się ze wszystkimi materiałami edukacyjnymi (wykładami, prezentacjami, notatkami, arkuszami roboczymi i dokumentami uzupełniającymi) zamieszczonymi przez wykładowcę na platformie kursu, ponieważ stanowią one integralną część podstawowych zasobów edukacyjnych modułu.

Zalecane

Akyazi, T., Goti, A., Bayon, F., Kohlgruber, M., & Schroder, A. (2023). Identifying the skills requirements related to industrial symbiosis and energy efficiency for the European process industry. *Environmental Sciences Europe*, 35, 54. <https://doi.org/10.1186/s12302-023-00762-z>

Barrau, E., Tanguy, A., & Glaus, M. (2024). Closing the loop: Structural, environmental and regional assessments of industrial symbiosis. *Sustainable Production and Consumption*, 50, 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.07.015>

Behzad, M., Abello-Passteni, V., Videla Labayru, J. T., & Martínez Ramírez, P. (2024). Developing an assessment model for uncovering potential synergies of regional industrial symbiosis: A case study of Valparaíso region, Chile. *Journal of Cleaner Production*, 444, 141245. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141245>

Buda, G., & Ricz, J. (2023). Industrial symbiosis and industrial policy for sustainable development in Uganda. *Review of Evolutionary Political Economy*, 4, 165–189. <https://doi.org/10.1007/s43253-023-00097-8>

Chen, X., Dong, M., Zhang, L., Luan, X., Cui, X., & Cui, Z. (2022). Comprehensive evaluation of environmental and economic benefits of industrial symbiosis in industrial parks. *Journal of Cleaner Production*, 354, 131635. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131635>

Lybæk, R., Christensen, T. B., & Thomsen, T. P. (2021). Enhancing policies for deployment of industrial symbiosis: What are the obstacles, drivers and future way forward? *Journal of Cleaner Production*, 280, 124351. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124351>

Filimonau, V., & Ermolaev, V. A. (2022). Exploring the potential of industrial symbiosis to recover food waste from the foodservice sector in Russia. *Sustainable Production and Consumption*, 29, 467–478. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.10.028>

Haq, H., Välisuo, P., Kumpulainen, L., Tuomi, V., & Niemi, S. (2020). A preliminary assessment of industrial symbiosis in Sodankylä. *Current Research in Environmental Sustainability*, 2, 100018. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2020.100018>

Hariyani, D., & Mishra, S. (2024). A descriptive statistical analysis of enablers for integrated sustainable-green-lean-six sigma-agile manufacturing system (ISGLSAMS) in Indian manufacturing

industries. *Benchmarking: An International Journal*, 31(3), 824–865. <https://doi.org/10.1108/BIJ-06-2022-0344>

Omolola Oni, O., Nevo, C. M., Hampo, C. C., Ozobodo, K. D., Olajide, I. O., Ibidokun, A. O., Ugwuanyi, M. C., Nwoha, S. U., Okonkwo, U. U., Aransiola, E. S., & Ikpeama, C. C. (2022). Current status, emerging challenges, and future prospects of industrial symbiosis in Africa. *International Journal of Environmental Research*, 16, 49. <https://doi.org/10.1007/s41742-022-00429-2>

Sgambaro, L., Chiaroni, D., Lettieri, E., & Paolone, F. (2024). Exploring industrial symbiosis for circular economy: Investigating and comparing the anatomy and development strategies in Italy. *Management Decision*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/MD-04-2023-0658>

Yazan, D. M., van Capelleveen, G., & Fraccascia, L. (2022). Decision-support tools for smart transition to circular economy. In T. Bondarouk & M. R. Olivas-Luján (Eds.), *Smart industry – Better management* (Advanced Series in Management, Vol. 28, pp. 151–169). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S1877-636120220000028010>

2. Ramowy szablon programu nauczania – HEI (EQF6)

Tytuł modułu 2: Zasady oceny cyklu życia (LCA) w analizie korzyści i kosztów środowiskowych współdzielenia zasobów

Poziom ERK: 6

Punkty ECTS: 4 ECTS

Łączny nakład pracy (godziny): 100 godzin (odpowiada 4 ECTS)

- Godziny kontaktowe (wykłady, laboratoria, seminaria, warsztaty, itd.): 40 godzin
- Samokształcenie z instruktorem: 30 godzin
- Praca projektowa: 30 godzin

Jednostka prowadząca: Dermol d.o.o., Slovenia

2.1 Opis modułu

Moduł ten wprowadza słuchaczy w zasady i zintegrowane zastosowanie oceny cyklu życia (LCA), kalkulacji kosztów cyklu życia (LCC) oraz społecznej oceny cyklu życia (S-LCA) przy użyciu oprogramowania FootprintCalc jako głównego narzędzia do analizy zrównoważonego rozwoju. Jego celem jest wyposażenie słuchaczy w umiejętność modelowania, interpretowania i komunikowania wpływu produktów i systemów na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo w całym cyklu życia zgodnie z normami ISO 14040/14044.

Kluczowe tematy obejmują myślenie w kategoriach cyklu życia, koncepcje gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) i symbiozy przemysłowej (SP), gromadzenie danych i tworzenie wykazów, integrację wskaźników LCC i S-LCA oraz interpretację wyników poprzez wielokryterialną analizę decyzyjną i pulpity zrównoważonego rozwoju.

Moduł jest skierowany do studentów szkół wyższych (EQF 6) przygotowujących się do kariery w zarządzaniu zrównoważonym rozwojem, projektowaniu biznesu o obiegu zamkniętym i koordynacji symbiozy przemysłowej, w tym przyszłych menedżerów SymbioTech. Łączy się on z powiązanymi modułami dotyczącymi cyfrowej symbiozy przemysłowej, modeli biznesowych opartych na obiegu zamkniętym i zrównoważonych innowacji, zapewniając podstawy metodologiczne do stosowanej analizy zrównoważonego rozwoju.

Zalecana wiedza wstępna obejmuje podstawową znajomość zasad zrównoważonego rozwoju, zarządzania środowiskowego lub narzędzi cyfrowych; nie są jednak wymagane żadne konkretne moduły wstępne.

2.2 Efekty uczenia się

Planowane efekty uczenia się podzielono na trzy obszary EQF:

Wiedza. Student zna i rozumie:

- W1. opisywać rolę zrównoważonego rozwoju, gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) i symbiozy przemysłowej (SP) w odniesieniu do cyklu życia i myślenia systemowego,
- W2. identyfikować i wyjaśniać główne zasady, ramy i wzajemne powiązania między oceną cyklu życia (LCA), kosztami cyklu życia (LCC) i społeczną oceną cyklu życia (S-LCA) w ramach oceny zrównoważonego cyklu życia (LCSA),
- W3. rozumieć cztery główne fazy LCA (określenie celu i zakresu, analiza inwentaryzacyjna, ocena wpływu i interpretacja) oraz zasady, wymagania i wytyczne norm ISO 14040/14044,
- W4. rozumieć, w jaki sposób LCA wspiera efektywne gospodarowanie zasobami, projektowanie oparte na obiegu zamkniętym oraz podejmowanie decyzji zorientowanych na zrównoważony rozwój w kontekście GOZ/SP,
- W5. znać strukturę i przeznaczenie internetowych narzędzi służących do oceny zrównoważonego rozwoju (np. FootprintCalc) oraz baz danych (np. Idemat 2025).

Umiejętności. Student potrafi:

- U1. zastosować rozumowanie oparte na normach ISO do oceny jakości, przejrzystości i wiarygodności badań LCA, LCC i S-LCA,
- U2. korzystać z oprogramowania internetowego (np. FootprintCalc) do tworzenia zestawień materiałów (BoM) i danych dotyczących cyklu życia produktu (LCI), integrując dane środowiskowe, ekonomiczne i społeczne,
- U3. stosować metody oceny oddziaływania (np. EF 3.1, ReCiPe) w celu analizy i interpretacji wyników dotyczących zrównoważonego rozwoju oraz kompromisów,
- U4. rozwijać, wizualizować i przekazywać pulpity nawigacyjne dotyczące zrównoważonego rozwoju oraz analizy wielokryterialne (MCDA) w celu wsparcia podejmowania świadomych decyzji.

Kompetencje społeczne (Autonomia i odpowiedzialność). Student jest gotów:

- K1. przeprowadzać samodzielnie uproszczone badania LCA, LCC i S-LCA przy użyciu programu FootprintCalc,
- K2. krytycznie oceniać jakość danych, założenia metodologiczne i ograniczenia w ocenach zrównoważonego rozwoju,
- K3. skutecznie współpracować w ramach multidyscyplinarnych projektów GOZ/SP oraz jasno komunikować zalecenia dotyczące zrównoważonego rozwoju różnym interesariuszom.

2.3 Orientacyjny harmonogram realizacji modułu / harmonogram prowadzenia zajęć

Lp.	Zajęcia / Temat zajęć	Typ zajęć	Tematyka/ Aktywności	Założone EK	Wymagana literatura / Materiały	Zalecane metody
1	Wprowadzenie do zrównoważonego rozwoju, GOZ i SP	wykład / e-learning	Przegląd koncepcji zrównoważonego rozwoju, gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ), symbiozy przemysłowej (SP) oraz roli myślenia opartego na cyklu życia.	W1	Kirchherr et al. (2017)	Interaktywny wykład z moderowaną dyskusją, mapowaniem koncepcyjnym i krótkim ćwiczeniem refleksyjnym.
2	Wprowadzenie do ram koncepcyjnych LCA, LCC i S-LCA	seminarium / e-learning	Podstawy oceny cyklu życia (LCA), kalkulacji kosztów cyklu życia (LCC) oraz społecznej oceny cyklu życia (S-LCA)	W2, W4	Visentin et al (2021), Valdivia et al. (2021)	Wprowadzenie do poszczególnych modeli w formie seminarium. Burza mózgów w grupach i dyskusja z moderatorem w celu porównania aspektów środowiskowych, ekonomicznych i społecznych. Analiza przypadku prostego systemu produktowego z zastosowaniem trzech perspektyw. Pytania i odpowiedzi z instruktorem.
3	Normy ISO 14040 i ISO 14044 dotyczące ram oceny cyklu życia	seminarium / e-learning	Zasady ISO, etapy, terminologia i zgodność z rzeczywistą praktyką LCA.	W3, U1	ISO (2006)	Przewodnik po strukturze i terminologii norm ISO 14040/14044. Grupowe mapowanie faz LCA wraz z praktycznymi przykładami. Omówienie opublikowanego studium przypadku LCA zgodnego z normami ISO. Refleksja prowadzona przez instruktora na temat wyzwań i dobrych praktyk we wdrażaniu LCA zgodnym z normami ISO.

Lp.	Zajęcia / Temat zajęć	Typ zajęć	Tematyka/ Aktywności	Założone EK	Wymagana literatura / Materiały	Zalecane metody
4	Tworzenie i zarządzanie danymi dotyczącymi zapasów	wykład / warsztaty / e-learning	Stwórz zestawienie materiałów i zbiór danych LCI; zaimportuj dane do FootprintCalc; określ kluczowe przepływy i kategorie oddziaływania.	W5, U2	FootprintCalc (2024), Sustainable Impact Metrics Foundation (SIMF), 2023	Praca laboratoryjna pod nadzorem z wskazówkami w czasie rzeczywistym; praca w parach nad tworzeniem BoM; ćwiczenia praktyczne; oraz sesje rozwiązywania problemów z wykorzystaniem przykładowych zestawów danych.
5	Ocena środowiskowa, ekonomiczna i społeczna	projekt / e-learning	Przeprowadź obliczenia LCA przy użyciu EF 3.1 lub ReCiPe; zintegruj wskaźniki LCC i S-LCA; wizualizuj kompromisy przy użyciu pulpitów MCDA.	U3, U4	Valdivia et al. (2021), UNEP (2020)	Symulacja projektu zespołowego; analiza wyników LCA w grupie; opracowanie porównawczych pulpitów nawigacyjnych; wzajemna ocena wyników.
6	Interpretacja zrównoważonego rozwoju i wsparcie decyzji	projekt / warsztaty / e-learning	Interpretuj zintegrowane wyniki, identyfikuj obszary wymagające szczególnej uwagi w zakresie zrównoważonego rozwoju, oceniaj kompromisy i przekładaj wyniki na praktyczne zalecenia	K1, K2, K3	Klöpffer & Grahl (2014), Daddi et al. (2017)	Warsztaty rozwiązywania problemów, ćwiczenia z prezentacji, dyskusje oparte na scenariuszach oraz przygotowanie raportów dotyczących zrównoważonego rozwoju i prezentacji wizualnych.

Lp.	Zajęcia / Temat zajęć	Typ zajęć	Tematyka/ Aktywności	Założone EK	Wymagana literatura / Materiały	Zalecane metody
7	Narzędzia cyfrowe wspomagające podejmowanie decyzji w zakresie GOZ/SP	wykład/ seminarium / e-learning	Zapoznaj się z cyfrowymi platformami GOZ/SP (np. FootprintCalc MCDA, zestawy demonstracyjne Simapro, narzędzia do mapowania SP).	W5, U2, U4	Dokumentacja narzędzi (FootprintCalc, wersja demo Simapro), zbiory danych SIMF	Demonstracja z przewodnikiem po narzędziach; krótkie zadania modelujące wymianę zasobów; informacje zwrotne od instruktora.
8	Studia przypadków dotyczące symbiozy przemysłowej i gospodarki o obiegu zamkniętym	seminarium / e-learning	Przeanalizuj rzeczywiste przypadki GOZ/SP; oceń wpływ systemowy przy użyciu podejścia opartego na cyklu życia; omów skalowalność i bariery	W1, W4, K2, K3	Chertow (2007), Ażman Momirski et al. (2021)	Analiza przypadków grupowych; odgrywanie ról przez interesariuszy; zorganizowana debata; opracowanie matrycy porównawczej.
9	Polityka, standardy i strategie korporacyjne wspierające LCA w GOZ/SP	wykład / e-learning	Zielony Ład UE, taksonomia, normy, EPD i wpływ ram politycznych na decyzje oparte na analizie cyklu życia (LCA).	W2, W3, U1, K2	European Commission (2020), ISO (2017) guidelines on EPDs	Interaktywny wykład; mapowanie polityki; analiza rzeczywistych EPD; dyskusja na temat implikacji dla MŚP i sieci SP.
10	Integracja i prezentacja projektu końcowego	projekt / warsztaty / ewaluacja	Studenci przygotowują i przedstawiają projekt GOZ/SP, łączący wyniki i zalecenia LCA–LCC–S-LCA.	U1, U3, K1, K2, K3	Wszystkie wyżej wymienione lektury/materiały	Sesja coachingowa; konsultacje z innymi uczestnikami; ustrukturyzowane prezentacje końcowe; refleksyjna ocena wyników projektu.

2.4 Metody nauczania i uczenia się

▪ *Podejście do nauki*

Moduł wykorzystuje hybrydowy model nauczania, łączący elementy synchroniczne i asynchroniczne. Sesje synchroniczne umożliwiają trenerom i studentom spotkanie się w czasie rzeczywistym w wirtualnej klasie, co pozwala na bezpośrednią interakcję, natychmiastową informację zwrotną i poczucie wspólnoty. Nauka asynchroniczna pozwala studentom na dostęp do materiałów – takich jak nagrane wykłady, prezentacje, dokumenty, wykresy i filmy – za pośrednictwem platformy cyfrowej, w tempie dostosowanym do ich indywidualnych potrzeb. Zasoby te obejmują zarówno podstawy teoretyczne, jak i praktyczne studia przypadków, zapewniając uczącym się elastyczność, a jednocześnie wspierając głębsze zaangażowanie w treść. Strategia pedagogiczna kładzie nacisk na aktywne i zorientowane na praktykę uczenie się. Uczniowie stosują koncepcje teoretyczne do rzeczywistych wyzwań związanych ze zrównoważonym rozwojem, jednocześnie rozwijając kompetencje cyfrowe poprzez strukturalne wykorzystanie narzędzi oceny LCA (np. FootprintCalc) i oprogramowania do wizualizacji danych..

▪ *Kluczowe metody nauczania*

Metody nauczania obejmują interaktywne wykłady, seminaria, praktyczne warsztaty, nadzorowane laboratoria komputerowe i projekty grupowe. FootprintCalc służy jako podstawowe narzędzie analityczne w całym module. Uczestnicy zajmują się również studiami przypadków, biorą udział w dyskusjach z innymi uczestnikami i wykonują ćwiczenia oparte na scenariuszach, które symulują podejmowanie decyzji w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) i symbiozy przemysłowej (SP).

▪ *Podejścia i metody wspierające aktywne uczenie się i praktyczne zastosowanie wiedzy*

Format synchroniczny umożliwia natychmiastowe zaangażowanie, wyjaśnianie złożonych zagadnień w czasie rzeczywistym oraz współpracę między uczniami i trenerami. Natomiast format asynchroniczny zapewnia elastyczność i możliwość nauki we własnym tempie, umożliwiając uczniom głębsze zgłębianie materiałów i poszerzając dostęp dla różnorodnych uczniów. Połączenie teoretycznego nauczania i praktycznych zajęć, takich jak nadzorowane laboratoria komputerowe i projekty grupowe, stanowi solidną podstawę do rozwijania kompetencji związanych z LCA. Metody te wyposażają zarówno studentów uczelni wyższych, jak i menedżerów biznesowych w umiejętności potrzebne do skutecznego działania jako praktycy LCA. Współpraca i praca zespołowa, wbudowane w cały moduł, dodatkowo przygotowują uczniów do skutecznej współpracy z interesariuszami w rzeczywistych środowiskach zrównoważonego rozwoju i gospodarki o obiegu zamkniętym.

2.5 Kryteria i metody oceny

Moduł wykorzystuje mieszaną strategię oceny, łączącą elementy projektowe, praktyczne i refleksyjne w celu oceny umiejętności studentów w zakresie stosowania programu FootprintCalc w zintegrowanej analizie zrównoważonego rozwoju. Obejmuje on zarówno ocenę formatywną (bieżące informacje zwrotne podczas warsztatów i ćwiczeń laboratoryjnych), jak i sumatywną (ocena końcowa prac), aby wspierać postępy w nauce.

Elementy oceny i dowody osiągnięcia efektów kształcenia:

21



- *Projekt grupowy (waga 40%).* Wspólne studium przypadku dotyczące oceny zrównoważonego cyklu życia (LCSA) z wykorzystaniem narzędzia FootprintCalc, łączące perspektywy LCA, LCC i S-LCA. Dowody obejmują zestawienie materiałów (BoM), model inwentaryzacyjny, interpretację wpływu oraz raport lub prezentację dotyczącą wielokryterialnej analizy decyzyjnej (MCDA).
- *Zadanie praktyczne (waga 30%).* Indywidualne złożenie pliku modelu FootprintCalc wraz z krótką refleksją metodologiczną na temat przetwarzania danych i wyborów dotyczących oceny.
- *Raport indywidualny (waga 20%).* Pisemna refleksja (ok. 1000 słów) wykazująca zrozumienie interpretacji LCSA i jej znaczenia dla podejmowania decyzji w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym lub symbiozy przemysłowej.
- *Udział (waga 10%).* Aktywne zaangażowanie w warsztaty, dyskusje z innymi uczestnikami i sesje informacji zwrotnej, wykazujące ciągłą naukę i wkład w pracę grupową.

2.6 Bibliografia i przydatne narzędzia

Wymagane

Ažman Momirski, L., Mušič, B., & Cotič, B. (2021). Urban strategies enabling industrial and urban symbiosis: The case of Slovenia. *Sustainability*, 13(9), 4616. <https://doi.org/10.3390/su13094616>

Chertow, M. R. (2007). "Uncovering" industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 11–30. <https://doi.org/10.1162/jiec.2007.1110>

Daddi, T., Nucci, B., & Iraldo, F. (2017). Using Life Cycle Assessment to measure environmental benefits of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 147, 157–164. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965261730104X>

European Commission. (2020). *A new Circular Economy Action Plan for a cleaner and more competitive Europe*. Brussels: European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0098>

FootprintCalc. (2024). *FootprintCalc: Free product footprint calculator for LCA, LCC and S-LCA integration*. <https://www.footprintcalc.org/>

International Organization for Standardization. (2017). *ISO 14025:2017 — Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures*. <https://www.iso.org/standard/64758.html>

ISO. (2006). *Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework (ISO 14040:2006)*. ISO. https://www.en-standard.eu/une-en-iso-14040-2006-environmental-management-life-cycle-assessment-principles-and-framework-iso-14040-2006/?gad_source=1&gad_campaignid=21676868379&gbraid=0AAAAADPppxtDLHMB7riYH8e_A8sOwoyai&gclid=Cj0KCQjw35bIBhDqARIsAGjd-cabwVmVrZsOGV8H1O8D9K-z-LUYx3gDMOrBMzl6uZDDPFNwPqRE2scaAjR6EALw_wcB

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

Klöpffer, W., & Grahl, B. (2014). *Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice*. Wiley-VCH. [https://www.wiley.com/en-us/Life+Cycle+Assessment+\(LCA\)%3A+A+Guide+to+Best+Practice-p-9783527655649](https://www.wiley.com/en-us/Life+Cycle+Assessment+(LCA)%3A+A+Guide+to+Best+Practice-p-9783527655649)

UNEP. (2020). *Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products and Organizations*. <https://www.unep.org/resources/report/guidelines-social-life-cycle-assessment-products>

Sustainable Impact Metrics Foundation (SIMF). (2023). *IDEMAT database*. *openLCA Nexus*. <https://nexus.openlca.org/database/IDEMAT>

Valdivia, S. et al. (2021). Principles for the application of life cycle sustainability assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26, 1900–1905. https://www.researchgate.net/publication/353984208_Principles_for_the_application_of_life_cycle_sustainability_assessment

Visentin, F., Bonoli, A., Inal, A., Lundberg, K., Mizara, A., Zampori, L., Sala, S., Cerutti, A. K., & Cucurachi, S. (2020). Life cycle sustainability assessment: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121430. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121430>

Zalecane

Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC). (2004). *Life cycle assessment – Best practices of ISO 14040 series*. APEC Secretariat. https://www.apec.org/docs/default-source/Publications/2004/2/Life-Cycle-Assessment-Best-Practices-of-International-Organization-for-Standardization-ISO-14040-Ser/04_cti_scsc_lca_rev.pdf

Ecochain Technologies. (2024). *Explained: LCA standards*. *Ecochain Technologies Help Center*. <https://helpcenter.ecochain.com/en/articles/9515835-explained-lca-standards>

European Commission, Joint Research Centre (JRC). (2010). *ILCD handbook – General guide for life cycle assessment: Detailed guidance*. Publications Office of the European Union. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC48157/ilcd_handbook-general_guide_for_lca-detailed_guidance_12march2010_isbn_fin.pdf

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) & United States Environmental Protection Agency (EPA). (2022). *Introduction to life cycle assessment methodology and standards*. https://unece.org/sites/default/files/2022-06/1_2_GHG_EPA.pdf

Oprogramowanie i narzędzia cyfrowe

FootprintCalc (Idemat 2025 Rev. A3 database), <https://www.footprintcalc.org/>

Excel / Power BI (for MCDA visualisation)

Optional: OpenLCA for comparative modelling, <https://www.openlca.org/>

3. Ramowy szablon programu nauczania – HEI (EQF6)

Tytuł modułu 3: Relacje międzyorganizacyjne

Poziom ERK (EQF): 6

Punkty ECTS: 4 ECTS

Łączny nakład pracy (godziny): 100 godzin (odpowiada 4 ECTS)

- Godziny kontaktowe (wykłady, laboratoria, seminaria, warsztaty itp.): 30 godzin
- Samodzielna praca kierowana: 40 godzin
- Praca projektowa: 30 godzin

Jednostka prowadząca: AGH, Wydział Zarządzania

3.1 Opis modułu

Współpraca międzyorganizacyjna stanowi fundamentalną kompetencję w nowoczesnych transformacjach na rzecz zrównoważonego rozwoju oraz w przekształceniach gospodarki o obiegu zamkniętym (CE – Circular Economy). Symbioza przemysłowa (IS – Industrial Symbiosis) opiera się na ustrukturyzowanej współpracy między zróżnicowanymi organizacjami – producentami, przedsiębiorstwami użyteczności publicznej, samorządami, operatorami logistycznymi, firmami technologicznymi, regulatorami, organizacjami pozarządowymi (NGO) oraz podmiotami pośredniczącymi – które muszą koordynować wymiany zasobów, uzgadniać bodźce i interesy, wypracowywać wspólną wizję oraz utrzymywać współpracę w długiej perspektywie czasu.

Moduł zapewnia pogłębione i całościowe ujęcie tego, w jaki sposób taka współpraca powstaje, jak się rozwija oraz jak można ją wzmacniać. Studenci są wprowadzani w kluczowe ramy teoretyczne wyjaśniające zachowania organizacji w systemach wielopodmiotowych: teorię zależności zasobowych (RDT – Resource Dependency Theory), ekonomię kosztów transakcyjnych (TCE – Transaction Cost Economics), teorię sieci (network theory), teorię instytucjonalną (institutional theory), koncepcje ładu relacyjnego (relational governance) oraz behawioralne teorie zaufania (behavioural theories of trust).

Jednocześnie moduł kładzie silny nacisk na kompetencje praktyczne niezbędne w koordynacji symbiozy przemysłowej (IS), w tym: At the same time, the module focuses heavily on *practice-based skills* needed in IS coordination:

- mapowanie interesariuszy, analiza aktorów oraz identyfikacja granic sieci,
- diagnoza ryzyk i barier współpracy,
- projektowanie i komunikowanie struktur ładu/zarządzania (governance),
- negocjacje i budowanie konsensusu w złożonych uwarunkowaniach,
- zarządzanie konfliktem, brakiem zaufania oraz sprzecznymi interesami,
- rozpoznawanie i adresowanie oporu wobec zmian,
- mediowanie sporów i facylitacja konstruktywnego dialogu,
- wzmacnianie zaufania, transparentności oraz długoterminowego zaangażowania.

Moduł akcentuje uczenie się poprzez doświadczenie, metody interaktywne oraz zastosowania praktyczne. Studenci uczestniczą w rozbudowanych symulacjach, warsztatach opartych na scenariuszach, odgrywaniu ról w obszarze rozwiązywania konfliktów oraz zespołowych ćwiczeniach laboratoryjnych z wykorzystaniem rzeczywistych narzędzi do mapowania i analizy, takich jak QGIS lub PowerMap.

Studenci uczą się radzić sobie z rzeczywistymi wyzwaniami koordynacji IS, w szczególności takimi jak:

- niechęć do udostępniania danych lub ponoszenia kosztów,
- asymetrie w zakresie władzy, zasobów oraz zdolności negocjacyjnych,
- sprzeczne horyzonty czasowe i priorytety strategiczne,
- konkurencyjne (rozbieżne) interpretacje ryzyka i wartości,
- presja polityczna oraz ograniczenia instytucjonalne.

Absolwenci modułu będą dobrze przygotowani do pracy jako koordynatorzy IS, facylitatorzy gospodarki o obiegu zamkniętym (CE), menedżerowie klastrów przemysłowych, liderzy projektów zrównoważonego rozwoju lub analitycy wspierający rozwój regionalny oraz współpracę międzysektorową.

3.2 Efekty uczenia się

- Zakładane efekty uczenia się podzielono na trzy domeny Europejskich Ram Kwalifikacji (EQF):
- **Wiedza – Student zna i rozumie:**
 1. założenia, genezę i konsekwencje teorii zależności zasobowych (RDT), ekonomii kosztów transakcyjnych (TCE) oraz teorii sieci, a także potrafi ocenić, w jaki sposób te teorie wyjaśniają podejmowanie decyzji organizacyjnych w sieciach symbiozy przemysłowej (IS) (W1),
 2. wielopoziomowe czynniki (ekonomiczne, organizacyjne, społeczne oraz wynikające z polityk publicznych) wpływające na gotowość i skłonność do współpracy w ekosystemach gospodarki o obiegu zamkniętym (CE) (W2),
 3. presje instytucjonalne kształtujące zachowania międzyorganizacyjne, w tym izomorfizm, zgodność z regulacjami oraz rolę legitymizacji (W3),
 4. typowe wzorce asymetrii władzy (np. firmy dominujące vs MŚP; sektor prywatny vs władze publiczne) oraz ich wpływ na rezultaty współpracy (W4),

5. modele ładu/zarządzania współpracą, takie jak: hierarchiczny, relacyjny, kontraktowy oraz hybrydowy, oraz rozumie ich adekwatność w kontekstach symbiozy przemysłowej (IS) (W5),
6. poznawcze, behawioralne i strukturalne przyczyny konfliktów między organizacjami oraz mechanizmy, poprzez które konflikty te mogą eskalować lub być łagodzone (W6).

• **Umiejętności – Student potrafi:**

1. tworzyć złożone, wielowarstwowe mapy interesariuszy, obejmujące przepływy, linie wpływu, areny decyzyjne, koalicje oraz potencjalne punkty konfliktu (U1),
2. prowadzić wywiady z interesariuszami oraz interpretować dane jakościowe w celu wsparcia planów zaangażowania (U2),
3. projektować ramy ładu/zarządzania współpracą, które równoważą rozliczalność, elastyczność i sprawiedliwość, w tym: wspólne wskaźniki (KPI), jasno określone odpowiedzialności, protokoły transparentności oraz mechanizmy monitorowania (U3),
4. przygotowywać i przedstawiać przekonujące prezentacje dla wielu interesariuszy, które jasno artykułują korzyści, ryzyka, możliwości tworzenia wartości oraz ścieżki zaangażowania (U4),
5. stosować techniki negocjacyjne (np. najlepsza alternatywa dla negocjowanego porozumienia (BATNA), negocjacje oparte na interesach, przeformułowanie, kotwiczenie) w symulowanych sytuacjach konfliktowych (U5),
6. facylitować trudne spotkania, mediuować spory oraz prowadzić aktorów przez ustrukturyzowane procesy zarządzania konfliktem (U6),
7. wykorzystywać diagnozę behawioralną do identyfikowania czynników oporu (np. lęk przed stratą, niepewność, zagrożenie tożsamości) oraz projektować dopasowane interwencje (U7).

Kompetencje społeczne (autonomia i odpowiedzialność) – Student jest gotów do:

1. brania odpowiedzialności za prowadzenie procesów współpracy oraz utrzymywanie długoterminowego zaufania między partnerami symbiozy przemysłowej (IS) (K1),
2. poruszania się w złożonych uwarunkowaniach politycznych, organizacyjnych i interpersonalnych, przyjmując podejście etyczne, transparentne i oparte na rozliczalności (K2),
3. pełnienia roli neutralnego facylitatora i mediatora w sytuacjach konfliktu, impasu lub braku spójności celów między organizacjami (K3),
4. uwzględniania i integrowania ram polityk Unii Europejskiej (np. Plan działania dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym, dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych (IED), EMAS, Taksonomia UE) w projektowaniu współpracy w ramach symbiozy przemysłowej (IS) (K4),
5. skutecznego funkcjonowania w zespołach interdyscyplinarnych z udziałem inżynierów, ekonomistów, planistów, regulatorów oraz przedstawicieli społeczności (K5),
6. stosowania adaptacyjnej komunikacji, wykazywania odporności na presję oraz refleksyjnego uczenia się na podstawie scenariuszy opartych na praktyce (K6).

3.3 Orientacyjny harmonogram realizacji modułu / harmonogram prowadzenia zajęć

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane lektury/ materiały	Rekomendowane metody
1	Podstawy współpracy	Wykład + sesja dialogowa	Pogłębione wprowadzenie teoretyczne obejmujące RDT, TCE oraz teorię sieci; omówienie, dlaczego sieci symbiozy przemysłowej (IS) odnoszą sukces lub ponoszą porażkę; przegląd studiów przypadku o charakterze wzorcowym (Kalundborg, Ulsan, Dunkirk); analiza struktur współzależności oraz niepowodzeń koordynacji.	W1, W2, W3	Lewicka, Zakrzewska-Bielawska (2019), Salmone i in. (2020),	Rozszerzona prezentacja teoretyczna, dialog moderowany, refleksyjna analiza porównawcza
2	Czynniki i bariery w symbiozie przemysłowej (IS)	Laboratorium studium przypadku	Kompleksowe ujęcie barier współpracy: ryzyka regulacyjne, zmienność rynkowa, niepewność technologiczna, kultura organizacyjna, inercja organizacyjna; mapowanie barier na poziomie makro–mezo–mikro; praca na rzeczywistych przykładach nieudanych wdrożeń IS, analiza przyczyn źródłowych oraz scenariuszowe projektowanie działań ograniczających bariery.	W2, W3, U2, K4	Saha (2020)	Laboratorium przypadków, ćwiczenie mapowania barier, warsztat ramowania problemu

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane lektury/ materiały	Rekomendowane metody
3	Mapowanie interesariuszy	Laboratorium techniczne	Zaawansowane, wielowarstwowe mapowanie interesariuszy i sieci: macierze władza–zainteresowanie, macierze prognozowania konfliktu, hierarchie wpływu, diagramy przepływów, identyfikacja łączników–brokerów–wąskich gardeł; praca z systemami opartymi na GIS oraz rzeczywistymi zbiorami danych przemysłowych.	W3, U1, U7, K6	Zestawy narzędzi + zbiory danych	Laboratorium mapowania technicznego, symulacja scenariuszowa, ustrukturyzowana analiza z wykorzystaniem narzędzi
4	Modele ładu/zarządzania współpracą	Seminarium + ćwiczenie projektowe	Projektowanie hybrydowych modeli ładu/zarządzania łączących komponenty formalne i relacyjne; omówienie ram rozliczalności, zasad transparentności, ról koordynacyjnych, modeli zarządzania ryzykiem; zadanie zespołowe polegające na zaprojektowaniu ładu współpracy dla hipotetycznego klastra IS.	W4, K1	Shi (2019)	Seminarium, zespołowe wyzwanie projektowe, ocena rówieśnicza
5	Zaufanie i łąd relacyjny	Warsztat	Symulowane zadania budowania zaufania; diagnoza erozji zaufania; analiza klimatów komunikacyjnych; współprojektowanie kontraktów zaufania, mechanizmów transparentności oraz struktur wspólnego uczenia się; scenariusze ról do ćwiczenia budowania długoterminowych partnerstw.	W3, K2, K3	Lewicka, Zakrzewska- Bielawska (2022), Alosi i in. (2025)	Odgrywanie ról, moderowany trening inteligencji emocjonalnej, wspólne opracowywanie dokumentów

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane lektury/ materiały	Rekomendowane metody
6	Komunikacja i negocjacje	Symulacja + cykl informacji zwrotnej	Złożona symulacja negocjacji wielostronnych obejmująca konkurencyjne cele, asymetrię informacji, negocjacje kooperacyjne oraz perswazję strategiczną; ustrukturyzowana informacja zwrotna dotycząca stylów komunikacji werbalnej, niewerbalnej i pisemnej.	U3, U4, U5, K5, K6	Podręczniki negocjacji	Uczenie oparte na symulacji, wielopoziomowe omówienie po symulacji, audyt komunikacji
7	Rozwiązywanie konfliktów	Odgrywanie ról + laboratorium diagnostyczne	Warsztat mapowania konfliktu: konflikt strukturalny vs behawioralny, interesy vs stanowiska, drabiny eskalacji; szkolenie mediatora; projektowanie ścieżek rozwiązywania konfliktów; diagnoza wyzwalaczy napięć interpersonalnych i międzyorganizacyjnych.	W5, W6, U6, K3, K5	Materiały przypadków konfliktowych	Ustrukturyzowana rotacja w roli mediatora, laboratorium mapowania konfliktu
8	Opór wobec zmian	Warsztat + planowanie działań	Trójpoziomowa analiza oporu: poziom indywidualny (lęk, niepewność), organizacyjny (inercja strukturalna), instytucjonalny (blokady regulacyjne); modelowanie ścieżek zmiany; opracowanie planu działań; projektowanie interwencji behawioralnych.	W5, U7, K6	Literatura z zakresu zachowań organizacyjnych	Warsztat, cykl coachingowy, refleksyjna ocena behawioralna

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane lektury/ materiały	Rekomendowane metody
9	Projektowanie zaangażowania interesariuszy	Laboratorium + współtworzenie	Projektowanie ścieżek zaangażowania o wysokim poziomie włączenia; mapowanie dynamiki władzy; budowanie mechanizmów współdecydowania; planowanie scenariuszowe na rzecz uzgadniania celów i działań; projektowanie interwencji w obszarach spornych przepływów zasobów; wspólne prototypowanie rozwiązań.	U2, U7, K1, K5	Przewodniki dotyczące zaangażowania	Laboratorium, warsztat współprojektowania (sesja projektowa) dotyczący projektowania struktur współpracy i ram angażowania interesariuszy, metody partycypacyjne
10	Monitorowanie współpracy	Seminarium + opracowanie wskaźników	Zaawansowane miary współpracy: wskaźniki strukturalne, wskaźniki relacyjne, wskaźniki wczesnego ostrzegania; identyfikowanie słabych sygnałów pogarszania się partnerstwa; budowa pulpitów monitorowania; interpretacja danych w celu wprowadzania korekt w ładzie/zarządzaniu współpracą.	W4, K1	Ramy monitorowania IS	Warsztat opracowania wskaźników, testy warunków skrajnych w oparciu o scenariusze

3.4 Metody dydaktyczne

Podejście do uczenia się

W module zostanie przyjęty hybrydowy model uczenia się, łączący środowiska uczenia się synchronicznego i asynchronicznego, aby maksymalizować zaangażowanie, refleksję oraz nabywanie kompetencji praktycznych.

W uczeniu się synchronicznym studenci i prowadzący spotykają się w czasie rzeczywistym, w sali lub online, aby prowadzić interaktywne dyskusje, symulacje negocjacji, odgrywanie ról w obszarze rozwiązywania konfliktów, laboratoria mapowania oraz warsztaty facylitacji. Aktywności te umożliwiają natychmiastową informację zwrotną, obserwację zachowań w czasie rzeczywistym oraz wspólne budowanie rozumienia sytuacji, co jest kluczowe dla opanowania komunikacji i współpracy międzyorganizacyjnej.

W uczeniu się asynchronicznym studenci uzyskują dostęp do materiałów za pośrednictwem platformy cyfrowej we własnym tempie. Materiały te – lektury, opisy przypadków, filmy demonstracyjne (np. projektowanie ładu współpracy), instruktaże mapowania interesariuszy oraz zestawy narzędzi analitycznych – pozwalają na pogłębione poznanie ram teoretycznych (RDT, TCE, teoria sieci, teoria instytucjonalna) i przygotowanie do aktywności praktycznych realizowanych podczas sesji synchronicznych.

Model mieszany zapewnia elastyczność, wspiera zróżnicowane preferencje uczenia się oraz wzmacnia pogłębione rozumienie pojęciowe przed udziałem studentów w intensywnych symulacjach i ćwiczeniach opartych na rolach.

Kluczowe metody dydaktyczne

W module będą wykorzystywane zróżnicowane metody dydaktyczne, w tym:

- interaktywne wykłady z moderowanym dialogiem (teoretyczne podstawy współpracy międzyorganizacyjnej, modele ładu/zarządzania współpracą, dynamika władzy, teoria konfliktu),
- studia przypadków (rzeczywiste sieci symbiozy przemysłowej (IS), nieudane współprace, regionalne partnerstwa wielopodmiotowe),
- seminaria i webinary eksperckie (praktycy, koordynatorzy IS, eksperci ds. polityk publicznych, mediatorzy),
- warsztaty (budowanie zaufania, analiza oporu, projektowanie zaangażowania),
- laboratoria praktyczne (mapowanie interesariuszy, mapowanie konfliktu, prototypowanie ładu współpracy, analiza przepływów i wpływu),
- ćwiczenia symulacyjne (negocjacje wielostronne, odgrywanie ról w mediacji, scenariusze koordynacyjne),
- praca zespołowa i projekty współpracy (projektowanie ram ładu/zarządzania współpracą oraz strategii zaangażowania),
- egzaminy pisemne i ustne (weryfikacja wiedzy teoretycznej oraz jej zastosowania w złożonych scenariuszach).

Choć moduł koncentruje się na relacjach międzyorganizacyjnych, wiele aktywności osadzono w kontekstach symbiozy przemysłowej (IS), gospodarki o obiegu zamkniętym (CE) oraz

zrównoważonego rozwoju, aby odzwierciedlać rzeczywiste sytuacje, w których współpraca wielopodmiotowa jest niezbędna.

Podejścia i metody wspierające aktywne uczenie się i zastosowanie praktyczne

Podejście dydaktyczne zaprojektowano tak, aby rozwijać zarówno myślenie analityczne, jak i kompetencje interpersonalne niezbędne do skutecznej koordynacji w złożonych ekosystemach organizacyjnych.

- Sesje synchroniczne umożliwiają informację zwrotną w czasie rzeczywistym, obserwację zachowań, natychmiastowe wyjaśnianie nieporozumień oraz aktywne współtworzenie rozwiązań. Budują poczucie przynależności i wzmacniają pewność studentów w zadaniach negocjacyjnych, facylitacyjnych oraz związanych z rozwiązywaniem konfliktów.
- Sesje asynchroniczne wspierają refleksyjne uczenie się we własnym tempie. Studenci mogą wracać do materiałów teoretycznych, analizować lektury przypadków oraz przygotowywać mapy interesariuszy lub koncepcje ładu współpracy przed warsztatami na żywo. Elastyczność ta sprzyja głębszemu zrozumieniu złożonych ram teoretycznych.
- Interaktywne wykłady dostarczają podstawowej wiedzy teoretycznej niezbędnej do analizy struktur międzyorganizacyjnych, relacji władzy, sposobów sprawowania ładu/zarządzania współpracą oraz uwarunkowań współpracy.
- Studia przypadków i laboratoria praktyczne przekładają teorię na praktykę, konfrontując studentów z rzeczywistymi wyzwaniami współpracy, takimi jak rozbieżne bodźce i interesy, erozja zaufania, asymetrie władzy oraz presje wynikające z polityk publicznych.
- Warsztaty, symulacje i odgrywanie ról umożliwiają ćwiczenie technik facylitacji, negocjacji, mediacji oraz rozwiązywania konfliktów w realistycznych warunkach. Aktywności te rozwijają inteligencję emocjonalną, elastyczność komunikacyjną oraz podejmowanie decyzji pod presją.
- Projekty zespołowe wzmacniają współpracę, wspólne budowanie rozumienia sytuacji oraz zdolność projektowania wielopodmiotowych struktur zaangażowania i ładu/zarządzania współpracą – kompetencje kluczowych dla przyszłych koordynatorów IS, facylitatorów gospodarki o obiegu zamkniętym oraz liderów zrównoważonego rozwoju.
- Dzięki łączeniu tych metod studenci rozwijają zdolność poruszania się w złożonych relacjach organizacyjnych, budowania zaufania między interesariuszami oraz wspierania długoterminowej współpracy w sieciach przemysłowych i w ekosystemach gospodarki o obiegu zamkniętym.

3.5 Metody oceniania i dowody osiągnięcia efektów uczenia się

W module przyjęto kompleksową strategię oceniania, łączącą weryfikację teoretyczną z dowodami praktycznymi potwierdzającymi umiejętności studentów w zakresie analizy, projektowania i facylitowania współpracy międzyorganizacyjnej. Metody oceniania odzwierciedlają rzeczywiste kompetencje potrzebne w koordynacji symbiozy przemysłowej (IS), negocjacjach wielopodmiotowych, projektowaniu ładu/zarządzania współpracą oraz zarządzaniu konfliktem. Zintegrowano zarówno komponenty podsumowujące (oceniane), jak i kształtujące (ciągła informacja zwrotna i zaangażowanie), aby wspierać pogłębione uczenie się, doskonalenie zachowań oraz gotowość zawodową.

Składowe oceny

- *Udział i zaangażowanie (waga 10%).* Aktywne uczestnictwo studentów w interaktywnych metodach dydaktycznych – sesjach dialogowych, laboratoriach negocjacyjnych, odgrywaniu ról w obszarze rozwiązywania konfliktów, warsztatach mapowania interesariuszy, ćwiczeniach projektowania ładu współpracy oraz sesjach praktyki facylitacji. Dowody obejmują jakość zaangażowania, przygotowanie, współpracę, refleksyjny wkład oraz wykonywane w trakcie zajęć zadania analityczne.

Prezentacja projektu zespołowego (waga 30%). Raport analityczny (3 000 słów) + prezentacja zespołowa diagnozujące rzeczywistą lub symulowaną możliwość współpracy międzyorganizacyjnej w kontekście IS lub gospodarki o obiegu zamkniętym (CE). Raport obejmuje:

- wielowarstwowe mapowanie interesariuszy oraz analizę władzy i wpływu,
- identyfikację barier współpracy, ryzyk oraz punktów konfliktu,
- projekt modelu ładu/zarządzania współpracą (role, odpowiedzialności, zasady transparentności, KPI),
- plan negocjacji i zaangażowania,
- proponowane mechanizmy zarządzania konfliktem oraz budowania zaufania,
- rekomendacje oparte na dowodach służące wzmacnianiu długoterminowej stabilności relacyjnej.

Ocenie podlega głębokość analizy, poprawność wykorzystania teorii (RDT, TCE, teoria sieci, teoria instytucjonalna), klarowność projektu ładu współpracy oraz wykonalność zaproponowanych interwencji.

Końcowy egzamin pisemny i ustny (waga 60%). Połączenie:

- egzaminu pisemnego (pytania otwarte, krótkie eseje analityczne, pytania jednokrotnego lub wielokrotnego wyboru),
- egzaminu ustnego (pytania scenariuszowe weryfikujące rozwiązywanie problemów i komunikację).

Egzamin ocenia:

- zrozumienie kluczowych teorii wyjaśniających zachowania międzyorganizacyjne oraz ład/zarządzanie współpracą,
- zdolność diagnozowania ryzyk współpracy i asymetrii władzy,
- wiedzę o dynamice zaufania, eskalacji konfliktu oraz mechanizmach oporu,
- znajomość ram polityk Unii Europejskiej wpływających na współpracę międzyorganizacyjną (Plan działania dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym, EMAS, Taksonomia UE),
- zdolność proponowania realistycznych, opartych na teorii interwencji usprawniających koordynację i współpracę.

Dowody osiągnięcia efektów uczenia się

33



Dowody gromadzone w procesie oceniania obejmują:

- mapy interesariuszy, mapy konfliktu, prototypy ładu współpracy oraz efekty prac warsztatowych,
- scenariusze negocjacyjne, notatki z facylitacji oraz refleksje z pełnienia roli mediatora,
- analizy scenariuszowe oraz ćwiczenia rozwiązywania problemów oparte na zastosowaniach praktycznych,
- ustne prezentacje umiejętności komunikacji i perswazji,
- prace pisemne potwierdzające integrację teorii oraz krytyczne rozumowanie.

Zgromadzone dowody zapewniają całościowy obraz gotowości studentów do koordynowania współpracy wielopodmiotowej, mediowania sporów, projektowania struktur ładu/zarządzania współpracą oraz wspierania rozwoju sieci symbiozy przemysłowej (IS).

3.6 Literatura

Obowiązkowa

Alosi, A., Katana, K., Annunziata, E., Mirata, M., Rizzi, F., & Frey, M. (2025). *Management of paradoxical tensions in industrial symbiosis: An exploration at the inter-organizational level*. Journal of Industrial Ecology, 29(2), 602–616. <https://doi.org/10.1111/jiec.13625> Semantic Scholar+4Online Library+4SciSpace+4

Lewicka, D., & Zakrzewska-Bielawska, A. (2019). Interorganizational trust in business relations: Cooperation and cooptation. In A. Zakrzewska-Bielawska & M. Cygler (Eds.), *Contemporary challenges in cooperation and cooptation in the age of Industry 4.0: 10th Conference on Management of Organizations' Development (MOD)* (pp. 155–174). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30549-9_9

Salomone, R., Cecchin, A., Deutz, P., Raggi, A., & Cutaia, L. (Eds.). (2020). *Industrial symbiosis for the circular economy: Operational experiences, best practices and obstacles to a collaborative business approach*. Springer International Publishing.

Saha, P. (2020). *The process of building inter-organizational collaboration for industrial symbiosis: Two cases from Finland — ECO3 & Envitech*. Tampere University: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/123739/SahaPuja.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Shi, Lin.(2019). Industrial symbiosis: Context and relevance to the Sustainable Development Goals (SDGs). In W. Leal Filho, A. M. Azul, L. Brandli & P. G. Özuyar (Eds.), *Responsible Consumption and Production* (pp. 23-42). Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-71062-4_19-1. ResearchGate+1

Dodatkowa

Anderson, D., & Anderson, L. A. (2020). *The change leader's roadmap: How to navigate your organization's transformation*. Wiley.

Chatman, J. A., & O'Reilly, C. A. (2016). *Paradigm lost: Reinvigorating the study of organizational culture*. In *Research in Organizational Behavior* (Vol. 36, pp. 199–224). Elsevier.

Cloke, K., & Goldsmith, J. (2011). *Resolving conflicts at work: Ten strategies for everyone on the job* (3rd ed.). Jossey-Bass.

Edmondson, A. C. (2019). *The fearless organization: Creating psychological safety in the workplace for learning, innovation, and growth*. Wiley.

Fisher, R., Ury, W., & Patton, B. (2011). *Getting to yes: Negotiating agreement without giving in* (3rd ed.). Penguin Books.

Grant, A. (2021). *Think again: The power of knowing what you don't know*. Viking.

Groysberg, B., Lee, J., Price, J., & Cheng, J. (2018). *The leader's guide to corporate culture*. Harvard Business Review Press.

Heath, C., & Heath, D. (2010). *Switch: How to change things when change is hard*. Broadway Books.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2014). *Joining together: Group theory and group skills* (12th ed.). Pearson.

Kotter, J. P. (2014). *Accelerate: Building strategic agility for a faster-moving world*. Harvard Business Review Press.

Lewicka, D., & Zakrzewska-Bielawska, A. F. (2022). *Trust and distrust in interorganisational relations—Scale development*. *PLOS ONE*, 17(12), e0279231. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279231>

4. Ramowy szablon programu nauczania – HEI (EQF6)

Tytuł modułu 4: Sztuczna inteligencja (AI) i uczenie maszynowe (ML) w prognozowaniu przepływów materiałowych oraz optymalizacji łańcucha dostaw i procesów

Poziom ERK (EQF): 6

Punkty ECTS: 4 ECTS

Łączny nakład pracy (godziny): 100 godzin (odpowiada 4 ECTS)

- Godziny kontaktowe (wykłady, laboratoria, seminaria, warsztaty itp.): 40 godzin
- Samodzielna praca kierowana: 30 godzin
- Praca projektowa: 30 godzin

Jednostka prowadząca: IMC-University of Applied Sciences, Krems (IMC-Krems)

4.1 Opis modułu

Transformacja symbiozy przemysłowej (IS) w kierunku cyfrowej symbiozy przemysłowej (DIS) ma kluczowe znaczenie. Moduł pokazuje, jak wykorzystywać sztuczną inteligencję (AI) i uczenie maszynowe (ML) w zarządzaniu przepływami materiałowymi w celu znaczącej poprawy efektywności łańcuchów dostaw, prognozowania trendów podaży i popytu, optymalizacji logistyki oraz ograniczania marnotrawstwa. Moduł wyjaśnia, w jaki sposób metody AI i ML mogą być stosowane do przyspieszania transformacji cyfrowej ekosystemów IS. Uczestnicy uczą się, jak algorytmy oparte na danych mogą służyć do prognozowania przepływów materiałów i energii, wykrywania nieefektywności oraz wspierania podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym w cyrkularnych łańcuchach dostaw. Poprzez symulacje oraz studia przypadków uczestnicy rozwijają kompetencje w zakresie doboru i stosowania odpowiednich modeli ML do rozwiązywania rzeczywistych problemów przemysłowych, np. prognozowania dostępności zasobów wtórnych, identyfikowania powiązań symbiotycznych oraz optymalizacji logistyki. Moduł akcentuje praktyczną integrację z platformami IS oraz etyczne wykorzystanie danych w kontekstach gospodarki o obiegu zamkniętym (CE).

Moduł jest przeznaczony dla studentów szkolnictwa wyższego (HEI), edukatorów, menedżerów biznesowych, konsultantów, organizacji badawczych, instytucji otoczenia biznesu oraz podmiotów kształtujących polityki publiczne, zaangażowanych w zrównoważony rozwój oraz prognozowanie i optymalizację przepływów materiałowych.

Kompetencje rozwijane w module są przydatne w obszarze technologii i modeli zarządzania energią w ramach symbiozy przemysłowej, m.in. poprzez prognozowanie dostępności zasobów wspierające minimalizację zużycia zasobów oraz optymalizację.

Przydatna jest ogólna wiedza z zakresu zrównoważonego rozwoju oraz transformacji cyfrowej od IS do DIS. Podstawowe umiejętności programowania ułatwiają implementację algorytmów; alternatywnie uczestnicy mogą korzystać z algorytmów za pomocą narzędzi cyfrowych..

4.2 Efekty uczenia się (W/U/K)

Zakładane efekty uczenia się podzielono na trzy domeny Europejskich Ram Kwalifikacji (EQF):

Wiedza – Student zna i rozumie:

1. w jaki sposób sztuczna inteligencja (AI) i uczenie maszynowe (ML) umożliwiają doskonalenie procesów oraz optymalizację zasobów w sieciach symbiozy przemysłowej (IS) (W1),
2. podejścia uczenia maszynowego nadzorowanego i nienadzorowanego, w tym m.in. prognozowanie szeregów czasowych, grupowanie (klasteryzację) oraz modelowanie predykcyjne, oraz ich znaczenie dla zastosowań w gospodarce o obiegu zamkniętym (CE) (W2),
3. kluczowe cechy danych dotyczących przemysłowych przepływów materiałowych oraz wyzwania etyczne, prawne i społeczne związane z wykorzystaniem AI, w tym m.in. stroniczość, prywatność i transparentność (W3).

Umiejętności – Student potrafi:

4. pozyskiwać, czyścić i przygotowywać przemysłowe zbiory danych z wykorzystaniem narzędzi data science, takich jak Python i Pandas, na potrzeby budowy i analizy modeli ML (U1),
5. opracowywać i testować modele ML (np. ARIMA, LSTM, k-means) dla zastosowań obejmujących prognozowanie przepływów materiałowych, wykrywanie anomalii oraz optymalizację zasobów (U2),
6. interpretować wyniki modeli ML w celu formułowania użytecznych wniosków wspierających usprawnianie łańcucha dostaw, waloryzację odpadów oraz przeprojektowanie procesów (U3),
7. komunikować wyniki analiz z wykorzystaniem narzędzi wizualizacji (np. Power BI, QGIS, SankeyMATIC) w sposób zrozumiały dla interesariuszy technicznych i nietechnicznych (U4).

Kompetencje społeczne (autonomia i odpowiedzialność) – Student jest gotów do:

8. samodzielnego doboru adekwatnych podejść cyfrowych i metod uczenia maszynowego do analizy oraz optymalizacji przemysłowych przepływów zasobów w złożonych uwarunkowaniach wielointeresariuszowych (K1),
9. oceny oraz równoważenia zalet i ograniczeń narzędzi AI w celu doboru najbardziej odpowiedniej techniki dla danego scenariusza symbiozy przemysłowej, z uwzględnieniem efektywności, kosztu, prostoty oraz aspektów zrównoważonego rozwoju (K2),
10. inicjowania i wspierania transformacji cyfrowej organizacji poprzez rekomendowanie praktyk opartych na danych w celu doskonalenia działań w ramach symbiozy przemysłowej (K3),

11. współpracy w sposób etyczny w zespołach interdyscyplinarnych, konsekwentnego komunikowania wniosków wspieranych przez AI oraz zapewniania odpowiedzialnego wykorzystania danych i transparentności algorytmicznego podejmowania decyzji (K4.)

4.3 Orientacyjny harmonogram realizacji modułu / harmonogram prowadzenia zajęć

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane lektury/ materiały	Rekomendowane metody
1	Wprowadzenie AI i ML w symbiozie przemysłowej (IS)	Wykład / warsztat / e-learning	Definicje, podstawy AI i ML, ewolucja od tradycyjnej symbiozy przemysłowej (IS) do cyfrowej symbiozy przemysłowej (DIS).	W1, W2	Vimal i in. (2020), Ashton i in. (2022), Neves i in. (2020)	Model mieszany: interaktywny wykład, dyskusja grupowa, przykłady przypadków
2	Źródła i struktury danych przepływów materiałowych, mapowanie przepływów zasobów (materiałów/energii)	Wykład / warsztat / e-learning	Wprowadzenie do struktur danych, technik czyszczenia danych oraz metod dopasowania symbiotycznego; platformy i narzędzia cyfrowe; wprowadzenie do Pandas/Python w pracy z danymi IS.	W2, W3, U1	Xue i in. (2023), Cagno i in. (2023), Neves i in. (2020), Angelis-Dimakis i in. (2021), Silva i in. (2022), instruktaże oprogramowania	Wykład, ćwiczenia krok po kroku, praktyczne wykorzystanie oprogramowania do mapowania, pokaz
3	Klasyczne algorytmy uczenia maszynowego	Wykład / warsztat / e-learning	Metody klasyfikacji i grupowania (uczenie maszynowe nienadzorowane) oraz ich zastosowanie w analizie przepływów materiałowych.	W1, W2, U2, K1	Vimal i in. (2020), Namoun i in. (2022), Demetriou i in. (2024)	Model mieszany, analiza studium przypadku, burza mózgów w grupach
4	Prognozowanie szeregów czasowych	Wykład / warsztat / e-learning	Metody prognozowania szeregów czasowych oraz ich zastosowanie w przepływach materiałów i energii.	W1, W2, W3, U2, K1	Vimal i in. (2020), Cagno i in. (2023), Neves i in. (2020)	Model mieszany, analiza studium przypadku, burza mózgów w grupach

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane lektury/ materiały	Rekomendowane metody
5	Wprowadzenie do łańcucha dostaw i rola AI w zarządzaniu łańcuchem dostaw	Wykład / warsztat / e-learning	Łańcuch dostaw, jego oddziaływanie oraz korzyści z wykorzystania AI w zarządzaniu; wprowadzenie do narzędzi.	W3, U2, U3, K1	Demartini i in. (2022), Zamani i in. (2022)	Model mieszany, analiza studium przypadku
6	Optymalizacja przepływów logistycznych	Wykład / warsztat / e-learning	Znaczenie optymalizacji przepływów logistycznych, metody optymalizacji trasowania oraz ich ograniczenia.	W3, U2, U3, K1	Xue i in. (2023), Cagno i in. (2023), Neves i in. (2020), Aviso i in. (2022)	Model mieszany: interaktywny wykład, dyskusja grupowa, przykłady przypadków
7	Uczenie maszynowe w analizie predykcyjnej i utrzymaniu ruchu	Wykład / warsztat / e-learning	Metody prognozowania i wykrywania anomalii; wprowadzenie do źródeł danych na potrzeby utrzymania ruchu z wykorzystaniem analizy predykcyjnej.	W1, U2, U3, U4, K1	Vimal i in. (2020), Namoun i in. (2022)	Model mieszany: interaktywny wykład, dyskusja grupowa, przykłady przypadków
8	Integracja AI/ML w IS oraz ograniczenia, stronniczość i etyka danych	Wykład / warsztat / e-learning	Metody integracji AI w IS; wyzwania i ograniczenia wykorzystania AI; aspekty etyczne, prawne i społeczne stosowania AI/ML w IS (stronniczość, prywatność, transparentność).	W3, K1, K2, K4	Ponis (2021), Demartini i in. (2022), Angelis-Dimakis i in. (2023)	Model mieszany, analiza studium przypadku, burza mózgów w grupach

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane lektury/materiały	Rekomendowane metody
9	Projekt praktyczny IS	Projekt i ocena	Projekt zespołowy: opracowanie predykcyjnego modelu przepływu materiałów dla sieci symbiozy przemysłowej (IS).	U1, U3, U4, K1, K2, K3, K4	Wszystkie wskazane powyżej lektury/materiały oraz platformy	Praca zespołowa, uczenie się oparte na projekcie, informacja zwrotna od rówieśników i prowadzącego oraz prezentacja projektu zespołowego
10	Ocena końcowa i refleksja	Ocena	Egzaminy i oceny końcowe.	W1, W2, W3, U4	Wszystkie wskazane powyżej lektury/materiały	Egzaminy pisemne i ustne (pytania otwarte, pytania wyboru, krótkie testy itp.)

4.4 Metody dydaktyczne

Podejście do uczenia się

W module przyjęto podejście do uczenia się w formule mieszanej, integrujące zajęcia stacjonarne, aktywności online oraz kierowaną pracę własną w spójną koncepcję dydaktyczną. Uczestnicy stopniowo przechodzą od rozumienia koncepcyjnego sztucznej inteligencji (AI), uczenia maszynowego (ML) oraz symbiozy przemysłowej (IS) do samodzielnego stosowania tych zagadnień w realistycznych kontekstach cyfrowej symbiozy przemysłowej (DIS). Środowisko uczenia się jest zorientowane na studenta i rozwój kompetencji, wspierając myślenie analityczne, refleksję etyczną oraz współpracę interdyscyplinarną, zgodnie z zakładanymi efektami uczenia się (W1–W3, U1–U4, K1–K4).

Kluczowe metody dydaktyczne

Zajęcia są realizowane w oparciu o połączenie wykładów, seminariów, warsztatów praktycznych i laboratoriów komputerowych, uczenia się opartego na studiach przypadków oraz pracy projektowej. Wykłady wprowadzają podstawy teoretyczne, ramy analityczne i konteksty regulacyjne, natomiast seminaria służą krytycznej analizie literatury akademickiej, regulacji Unii Europejskiej oraz modeli biznesowych. Warsztaty i laboratoria koncentrują się na umiejętnościach praktycznych w zakresie pracy z danymi, budowy modeli oraz wizualizacji z wykorzystaniem narzędzi takich jak Python, Power BI, QGIS i SankeyMATIC. Studia przypadków i projekty zespołowe wykorzystują autentyczne zbiory danych przemysłowych i scenariusze, umożliwiając projektowanie oraz ocenę rozwiązań symbiozy przemysłowej wspieranych przez AI. Zadania e-learningowe realizowane asynchronicznie, quizy oraz lektury przygotowawcze zapewniają ciągłość między zajęciami kontaktowymi i wzmacniają systematyczne zaangażowanie.

Podejścia wspierające aktywne uczenie się i zastosowanie praktyczne

Aktywne uczenie się jest realizowane poprzez zespołowe rozwiązywanie problemów, zadania badawcze oraz iteracyjne cykle informacji zwrotnej. Studenci pracują w zespołach interdyscyplinarnych nad czyszczeniem i analizą danych dotyczących przemysłowych przepływów materiałowych, doбором odpowiednich podejść uczenia maszynowego oraz interpretacją wyników modeli na potrzeby podejmowania decyzji w cyrkularnych łańcuchach dostaw. Symulacje, analizy scenariuszowe oraz projektowe zadania ukierunkowane na projektowanie wymagają zastosowania wiedzy teoretycznej do złożonych, rzeczywistych wyzwań i prowadzą do powstania konkretnych rezultatów, takich jak raporty analityczne, pulpity monitorowania oraz prezentacje dostosowane do interesariuszy technicznych i niotechnicznych. Ciągła informacja zwrotna o charakterze kształtującym oraz ustrukturyzowane działania refleksyjne dodatkowo wspierają rozwój autonomii, profesjonalnego osądu oraz odpowiedzialnej praktyki opartej na danych.

4.5 Metody oceniania i dowody osiągnięcia efektów uczenia się

Składowe oceny

Strategia oceniania łączy elementy kształtujące i podsumowujące, aby ocenić zarówno rozumienie pojęciowe, jak i praktyczne zastosowanie metod sztucznej inteligencji (AI) i uczenia maszynowego (ML) w symbiozie przemysłowej (IS). Ocenianie podsumowujące koncentruje się na projekcie integrującym, egzaminie pisemnym oraz kompetencji komunikacyjnym, natomiast aktywności kształtujące (quizy, zadania laboratoryjne, przekazywanie wersji roboczych) dostarczają informacji zwrotnej i wspierają proces uczenia się w trakcie realizacji modułu.

Metody oceniania podsumowującego (orientacyjne wagi):

- *Końcowy zespołowy projekt AI (studium przypadku inspirowane praktyką przemysłową – model predykcyjny) (waga 35%).*
- *Zadanie praktyczne (ćwiczenia z wykorzystaniem narzędzi) (waga 25%).*
- *Egzamin końcowy (krótkie eseje, pytania problemowe oraz pytania wyboru) (waga 30%).*
- *Udział i zaangażowanie w seminariach i laboratoriach oraz informacja zwrotna rówieśnicza (waga 10%).*

Dowody osiągnięcia efektów uczenia się

Studenci dokumentują osiągnięcia poprzez analityczne dossier projektowe (kod, dzienniki przetwarzania danych, wyniki modeli), ustrukturyzowany raport techniczny, zestaw artefaktów wizualnych (pulpity monitorowania, mapy, diagramy Sankeya) oraz prezentację ustną lub nagranie ekranowe dostosowane do odbiorców o zróżnicowanym poziomie kompetencji. Egzamin pisemny stanowi dowód rozumienia teoretycznego oraz krytycznej refleksji nad zagadnieniami AI/ML, symbiozy przemysłowej (IS) oraz właściwymi ramami regulacyjnymi i etycznymi. Ocenianie kształtujące, w tym quizy o niskiej stawce, przeglądy etapowe projektu oraz informacja zwrotna do wersji roboczych, wspiera postęp w kierunku rezultatów ocenianych podsumowująco, bez istotnego wpływu na ocenę końcową.

4.6 Literatura

Obowiązkowa

Angelis-Dimakis, A., Arampatzis, G., Alexopoulos, A., Vyrkou, A., Pantazopoulos, A., & Angelis, V. (2023). *Industrial symbiosis in the Balkan-Mediterranean region: The case of solid waste. Environments*, 10(1), <https://doi.org/10.3390/environments10010001>

Angelis-Dimakis, A., Arampatzis, G., Pieri, T., Solomou, K., Dedousis, P., & Apostolopoulos, G. (2021). *SWAN platform: A web-based tool to support the development of industrial solid waste reuse business models. Waste Management & Research*, 39(3), 489–498. <https://doi.org/10.1177/0734242X21989413>

Ashton, W. S., Chertow, M. R., & Althaf, S. (2022). *Industrial symbiosis: Novel supply networks for the circular economy*. In L. Bals, W. L. Tate, & L. M. Ellram (Eds.), *Circular economy supply chains*:

From chains to systems (pp. 29–48). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83982-544-620221002>

Aviso, K. B., Laddaran, A., & Ngo, J. S. (2022). *Modelling stakeholder goals in industrial symbiosis. Process Integration and Optimization for Sustainability*, 6, 543–558. <https://doi.org/10.1007/s41660-022-00226-6>

Cagno, E., Negri, M., Neri, A., & Giambone, M. (2023). *One framework to rule them all: An integrated, multi-level and scalable performance measurement framework of sustainability, circular economy and industrial symbiosis. Sustainable Production and Consumption*, 35, 55–71. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.10.016>

Demartini, M., Tonelli, F., & Govindan, K. (2022). *An investigation into modelling approaches for industrial symbiosis: A literature review and research agenda. Cleaner Logistics and Supply Chain*, 3, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100020>

Demetriou, D., Polydorou, T., Petrou, Nicolaides, D., Petrou, M. F. (2024). A clustering machine learning approach for improving concrete compressive strength prediction. *Engineering Reports*, 6(6), e12934. <https://doi.org/10.1002/eng2.12934>

Henriques, J. D., Azevedo, J., Dias, R., Estrela, M., Ascenço, C., Vladimirova, D., & Miller, K. (2022). *Implementing industrial symbiosis incentives: An applied assessment framework for risk mitigation. Circular Economy and Sustainability*, 2, 669–692. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00069-2>

Karman, A., Prokop, V., & Lopes de Sousa Jabbour, A. B. (2024). *Circular economy practices as a shield for the long-term organisational and network resilience during crisis: Insights from an industrial symbiosis. Journal of Cleaner Production*, 466, 142822. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142822>

Namoun, A., Tufail, A., Khan, M. Y., Alrehaili, A., Syed, T. A., & BenRhouma, O. (2022). Solid Waste Generation and Disposal Using Machine Learning Approaches: A Survey of Solutions and Challenges. *Sustainability*, 14(20), 13578. <https://doi.org/10.3390/su142013578>

Neves, A., Godina, R., Azevedo, S.G. & Matias, J.C.O. (2020) *A comprehensive review of industrial symbiosis. Journal of Cleaner Production*. 247. doi:10.1016/j.jclepro.2019.119113.

Ponis, S. T. (2021). *Industrial symbiosis networks in Greece: Utilising the power of blockchain-based B2B marketplaces. The JBBA*, 4(1). [https://doi.org/10.31585/jbba-4-1-\(4\)2021](https://doi.org/10.31585/jbba-4-1-(4)2021)

QGIS Software tutorials. Available at: https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/training_manual/index.html

SankeyMATIC Software tutorials. Available at: <https://sankeymatic.com/manual/>

Silva, M. G., de Carvalho, T. S., Castagna, A. G., Strauhs, F. do R., & Piekarski, C. M. (2022). *The role of online platforms to enable the process of industrial symbiosis: An analysis of tools available in the market. Cleaner Production Letters*, 3, 100021. <https://doi.org/10.1016/j.clpl.2022.100021>

Taqi H. M. M., Meem, E. J., Bhattacharjee, P., Salman, S., Ali, S. M., & Sankaranarayanan, B. (2022). *What are the challenges that make the journey towards industrial symbiosis complicated? Journal of Cleaner Production*, 370, 133384. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133384>

Vimal, K. E. K., Jayakrishna, K., Ameen, T., Afridhi, S. S., Vasudevan, V., & Sreedharan, R. (2020). *An investigation on the impact of industrial symbiosis implementation on organizational performance using analytical hierarchical approach. Benchmarking: An International Journal*, 27(2), 886–911. <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2018-0423>

Xue, X., Wang, S., Chun, T., Xin, H., Xue, R., Tian, X., & Zhang, R. (2023). *An integrated framework for industrial symbiosis performance evaluation in an energy-intensive industrial park in China. Environmental Science and Pollution Research*, 30, 42056–42074. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25232-0>

Zamani, E. D., Smyth, C., Gupta, S., & Dennehy, D. (2022). Artificial intelligence and big data analytics for supply chain resilience: a systematic literature review. *Annals of operations research*, 1–28. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04983-y>

Zalecana

Agudo, F. L., Bezerra, B. S., & Gobbo Júnior, J. A. (2023). *Symbiotic readiness: Factors that interfere with the industrial symbiosis implementation. Journal of Cleaner Production*, 387, 135843. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135843>

Agudo, F. L., Bezerra, B. S., & Gobbo Júnior, J. A. (2024). *An overview of Brazilian companies' readiness to implement industrial symbiosis. Business Strategy and the Environment*, 33, 1066–1080. <https://doi.org/10.1002/bse.3534>

Agudo, F. L., Bezerra, B. S., Paesa, L. A. B., & Gobbo Júnior, J. A. (2022). *Proposal of an assessment tool to diagnose industrial symbiosis readiness. Sustainable Production and Consumption*, 30, 916–929. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.01.013>

Barteková, E. and P. Börkey (2022), *Digitalisation for the transition to a resource efficient and circular economy, OECD Environment Working Papers*, No. 192, OECD-Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/6f6d18e7-en>.

European Commission. (2020). EU Taxonomy Regulation (Regulation (EU) 2020/852). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32020R0852>

European Green Deal. Available at: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Fit for 55' package. Available at: https://commission.europa.eu/topics/climate-action/delivering-european-green-deal/fit-55-delivering-proposals_en

Khan, Z. A., Chowdhury, S. R., Mitra, B., Mozumder, M. S., Elhaj, A. I., Salami, B. A., Rahman, M. M., & Rahman, S. M. (2023). *Analysis of industrial symbiosis case studies and its potential in Saudi Arabia. *Journal of Cleaner Production*, 385*, 135536. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135536>

Mantese, G.C. & Amaral, D.C. (2018) Agent-based simulation to evaluate and categorize industrial symbiosis indicators. *Journal of Cleaner Production*. 186, 450–464. doi:10.1016/j.jclepro.2018.03.142.

Neves, A., Godina, R., Carvalho, H., Azevedo, S.G. & Matias, J.C.O. (2019) *Industrial Symbiosis Initiatives in United States of America and Canada: Current Status and Challenges*. In: *Proceedings of 2019 8th International Conference on Industrial Technology and Management, ICITM 2019*. 2019 pp. 247–251. doi:10.1109/ICITM.2019.8710744.

Sgambaro, L., Chiaroni, D., Lettieri, E., & Paolone, F. (2024). *Exploring industrial symbiosis for circular economy: investigating and comparing the anatomy and development strategies in Italy. Management Decision*, <https://doi.org/10.1108/MD-04-2023-0658>

5. Ramowy szablon programu nauczania – HEI (EQF6)

Tytuł modułu 5: Technologie blockchain do tworzenia transparentnych i bezpiecznych systemów śledzenia oraz certyfikacji przepływów materiałowych i energetycznych

Poziom EQF: 6

Punkty ECTS: 4 ECTS

Łączny nakład pracy (godziny): 100 godzin (odpowiada 4 ECTS)

- **Zajęcia kontaktowe** (wykłady, laboratoria, seminaria, warsztaty itp.): 40 godzin
- **Samokształcenie kierowane:** 30 godzin
- **Praca projektowa:** 30 godzin

Instytucja realizująca: Lidi Smart Solutions (LSS)

5.1 Opis modułu

Moduł wprowadza podstawy oraz praktyczne zastosowania technologii blockchain w kontekście symbiozy przemysłowej (Industrial Symbiosis – IS) oraz gospodarki o obiegu zamkniętym. Studenci poznają, w jaki sposób blockchain może być wykorzystywany do tworzenia bezpiecznych, niezmiennych i transparentnych systemów śledzenia przepływów materiałowych i energetycznych w złożonych sieciach przemysłowych.

Moduł koncentruje się na wzmacnianiu integralności danych, śledzeniu w czasie rzeczywistym oraz zgodności z normami środowiskowymi i standardami zrównoważonego rozwoju (np. CSRD, EFRAG, ISO 14000). Poprzez połączenie wiedzy teoretycznej, analiz studiów przypadków oraz laboratoriów praktycznych, studenci zdobędą praktyczne kompetencje w zakresie paszportów produktów opartych na blockchainie, cyfrowych bliźniaków oraz systemów certyfikacji wspierających transformację niskoemisyjną i odpowiedzialność międzyorganizacyjną.

Moduł jest szczególnie istotny dla przyszłych menedżerów SymbioTech, którzy będą odpowiadać za cyfryzację zarządzania zasobami w wielopodmiotowych ekosystemach przemysłowych.

5.2 Efekty uczenia się

Zakładane efekty uczenia się podzielono zgodnie z trzema domenami EQF:

Wiedza

Studenci:

1. rozumieją architekturę blockchaina, w tym rozproszone rejestry, algorytmy konsensusu oraz smart kontrakty (W1),
2. są zaznajomieni z tokenizacją, oracle'ami, protokołami identyfikowalności (traceability) oraz ramami zgodności regulacyjnej (W2),
3. posiadają pogłębioną wiedzę na temat zagadnień etycznych, prawnych i zarządczych w systemach zrównoważonego rozwoju opartych na blockchainie (W3).

Umiejętności

Studenci potrafią:

4. projektować logikę smart kontraktów (U1),
5. mapować i modelować przepływy identyfikowalności surowców, materiałów z recyklingu lub energii odnawialnej (U2),
6. stosować ramy ewaluacyjne do porównywania rozwiązań blockchain w zakresie identyfikowalności, audytu lub raportowania (U3),
7. opracowywać szablony Cyfrowych Paszportów Produktu (Digital Product Passport) dla zastosowań w symbiozie przemysłowej (U4).

Kompetencje (Autonomia i odpowiedzialność)

Studenci są gotowi do:

8. samodzielnej oceny zasadności zastosowania rozwiązań blockchain w rzeczywistych scenariuszach zrównoważonego rozwoju (K1),
9. podejmowania świadomych decyzji w zakresie zarządzania konfliktami pomiędzy transparentnością a poufnością danych przemysłowych (K2),
10. współpracy pomiędzy zespołami technicznymi i biznesowymi w celu promowania innowacji opartych na zaufaniu w systemach cyrkularnych (K3),
11. komunikowania potencjału oraz ograniczeń identyfikowalności opartej na blockchainie różnym grupom interesariuszy (technicznym, prawnym, menedżerskim) (K4)

5.3 Orientacyjny harmonogram realizacji efektów uczenia się / harmonogram

Lp.	Tytuł jednostki / sekcji	Forma zajęć	Temat / aktywność	Zakładane efekty uczenia się (LO)	Wymagane lektury / materiały	Rekomendowane metody dydaktyczne
1	Wprowadzenie do blockchaina i architektury DLT	Wykład / warsztat / e-learning	Interaktywna demonstracja: jak bloki łączą się w rejestrze	W1, W2	Bahga & Madisetti (2016), Wang et al. (2020), Westerkamp et al. (2018), Samaniego & Deters (2023), Brownworth (b.d.)	Interaktywny wykład prezentujący kluczowe zagadnienia dotyczące podstaw technologii blockchain.
2	Blockchain a gospodarka o obiegu zamkniętym	Wykład / warsztat / e-learning	Analiza przypadków: Circularise, Everledger	U3, K1	Ventura et al. (2024), Xia et al. (2025), Vladucu et al. (2024)	Studium przypadku Circularise i Everledger w celu pogłębionego zrozumienia dostępnych technologii.
3	Smart kontrakty i tokenizacja zasobów w symbiozie przemysłowej (IS)	Wykład / warsztat / e-learning	Projektowanie tokena dla strumieni materiałowych	W2, U1, U2	Westerkamp et al. (2018), Fu et al. (2023), Zuo et al. (2025)	Zajęcia z ćwiczeniami praktycznymi dotyczącymi projektowania smart kontraktów i tokenów.
4	Identyfikowalność w łańcuchach dostaw i Cyfrowe Pasperty Produktu	Wykład / warsztat / e-learning	Opracowanie podstawowego szablonu DPP	W2, U2, U4	Zhang et al. (2023), Sezer et al. (2021), Malik et al. (2021)	Aktywność polegająca na tworzeniu szablonu DPP oraz analizie decyzji projektowych.

Lp.	Tytuł jednostki / sekcji	Forma zajęć	Temat / aktywność	Zakładane efekty uczenia się (LO)	Wymagane lektury / materiały	Rekomendowane metody dydaktyczne
5	Certyfikaty energetyczne i blockchain	Wykład / warsztat / e-learning	Symulacja śledzenia energii odnawialnej	W2, U2	Fu et al. (2023), Liu et al. (2024), Zuo et al. (2025)	Symulacja realistycznych procesów śledzenia energii odnawialnej.
6	Integracja IoT i oracle'i	Wykład / warsztat / e-learning	Projektowanie pulpitu nawigacyjnego czujników	W1, W2	Bahga & Madiseti (2016), Wang et al. (2020), Samaniego & Deters (2023), Schmid & Lefèvre (2024)	Analiza przykładów istniejących pulpitów czujników oraz krytyczne zastosowanie zasad projektowych do zaproponowanego studium przypadku.
7	Prywatność, bezpieczeństwo i zgodność regulacyjna	Wykład / warsztat / e-learning	Studium etyczne: identyfikowalność vs poufność	W2, W3	Cali et al. (2021), Sezer et al. (2021), Malik et al. (2021), Khan & Salah (2022)	Debata grupowa lub analiza indywidualna kompromisów pomiędzy identyfikowalnością a poufnością danych.
8	Grupowy Design Sprint	Projekt i ocena	Warsztat ideacyjny: projekt śledzenia zasobów	U2, U3, W10, W11	Nie dotyczy	Praca zespołowa i burza mózgów nad propozycją rozwiązania rzeczywistego problemu z wykorzystaniem zagadnień omawianych na kursie.
9	Prezentacje końcowe	Projekt i ocena	Prezentacje projektów zespołowych	K2, W10, W11	Nie dotyczy	Prezentacja wyników pracy projektowej zespołów.

Lp.	Tytuł jednostki / sekcji	Forma zajęć	Temat / aktywność	Zakładane efekty uczenia się (LO)	Wymagane lektury / materiały	Rekomendowane metody dydaktyczne
10	Egzamin	Ocena	Egzamin końcowy i zaliczenia	W1, W2, W3	Wszystkie wymienione powyżej lektury i materiały	Egzamin pisemny i ustny (pytania otwarte, quizy itp.).

5.4 Metody nauczania i uczenia się

Podejście dydaktyczne

W ramach tego modułu stosowane jest podejście hybrydowe. Obejmuje ono połączenie zajęć prowadzonych przez prowadzącego z materiałami do samodzielnej nauki. Zajęcia prowadzone przez wykładowcę odbywają się w cyfrowej sali dydaktycznej, w której studenci uczestniczą w zajęciach w określonych godzinach. To cyfrowe środowisko społeczne sprzyja lepszemu zrozumieniu treści poprzez komunikację interpersonalną.

Materiały do samodzielnej nauki są dostępne dla studentów w dowolnym czasie, zgodnie z ich indywidualnymi preferencjami. Obejmują one nagrane wcześniej wykłady, prezentacje, dokumenty, grafiki oraz materiały wideo. Takie podejście pozwala na zachowanie równowagi pomiędzy strukturą a elastycznością, co sprzyja studentom o zróżnicowanych stylach i nawykach uczenia się.

Elastyczność ta umożliwia również wykorzystanie wielu punktów kontaktu multimedialnego, zapewniając bardziej całościowe zrozumienie omawianych zagadnień poprzez ich prezentację z różnych perspektyw — zwłaszcza dzięki połączeniu tekstu pisanego, materiałów wideo, interaktywnych symulacji oraz zaangażowanego prowadzącego.

Kluczowe metody dydaktyczne

W celu zapewnienia kompleksowego doświadczenia edukacyjnego wykorzystywane będą różnorodne metody nauczania. Do najważniejszych należą: interaktywne wykłady, seminaria, warsztaty praktyczne, nadzorowane laboratoria komputerowe oraz projekty zespołowe.

Treści modułu, obejmujące zagadnienia technologii blockchain, symbiozy przemysłowej (Industrial Symbiosis – IS), gospodarki o obiegu zamkniętym (Circular Economy – CE), śledzenia łańcuchów dostaw oraz smart kontraktów, będą realizowane poprzez odpowiednie łączenie powyższych metod dydaktycznych.

Podejścia i metody wspierające aktywne uczenie się oraz praktyczne zastosowanie wiedzy

Łączenie metod dydaktycznych w ramach modułu pozwala na maksymalizację ich wartości edukacyjnej. Zaangażowanie społeczne oraz budowanie relacji opartych na zaufaniu umożliwiają interaktywne i spersonalizowane doświadczenie dydaktyczne, dając studentom możliwość wyjaśniania wszelkich wątpliwości dotyczących omawianych zagadnień.

Asynchroniczny charakter części zajęć pozwala studentom pracować we własnym tempie, zmniejszając poziom stresu — szczególnie u osób, które preferują wcześniejsze zapoznanie się z materiałem lub powtórki zagadnień. Różnorodność formatów materiałów dydaktycznych sprzyja także indywidualizacji procesu uczenia się, umożliwiając studentom wybór form najbardziej odpowiadających ich stylowi nauki.

Poza treściami obowiązkowymi, studenci zainteresowani pogłębieniem wybranych zagadnień będą mieli dostęp do dodatkowych materiałów uzupełniających.

Realizacja projektów zespołowych przyczynia się do rozwijania umiejętności pracy zespołowej oraz kompetencji komunikacyjnych. Zdobyta wiedza i umiejętności będą miały bezpośrednie zastosowanie w rzeczywistym środowisku zawodowym, przygotowując studentów do pracy nad projektami w kontekście oceny cyklu życia (LCA).

5.5 Metody oceniania i dowody osiągnięcia efektów uczenia się

Składniki oceny i dowody osiągnięcia efektów uczenia się

Zgodnie ze zróżnicowanymi metodami dydaktycznymi, moduł przewiduje zastosowanie różnych form oceniania postępów studentów — zarówno w zakresie wiedzy, jak i rozwoju umiejętności. Metody te obejmują egzaminy, projekty zespołowe, raporty laboratoryjne oraz aktywne uczestnictwo w zajęciach.

- **Projekt zespołowy (waga: 40%)**

Opracowanie propozycji rozwiązania istniejącego problemu z wykorzystaniem zagadnień omawianych na kursie. Dopuszcza się wykorzystanie generatywnej sztucznej inteligencji do burzy mózgów oraz analizy istniejących problemów i rozwiązań.

- **Portfolio raportów laboratoryjnych (waga: 30%)**

Ocena obejmuje wszystkie zadania projektowe i projektowo-laboratoryjne realizowane w trakcie modułu.

- **Egzamin końcowy (waga: 30%)**

Pytania techniczne oraz scenariuszowe, modelowanie energetyczne oraz zagadnienia związane z dostosowaniem do regulacji prawnych.

5.6 Literatura

Bahga, A., & Madiseti, V. K. (2016). Blockchain platform for industrial internet of things. *Journal of Software Engineering and Applications*, 9(10), 533–546. <https://doi.org/10.4236/jsea.2016.910036>

Cali, U., Kuzlu, M., Pipattanasomporn, M., Elma, O., & Reddi, K. (2021). Cybersecurity of renewable energy data and applications using distributed ledger technology. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2110.11354>

Fu, X., Tan, W., & Xu, Y. (2023). Blockchain-based renewable energy certificate trade for low-carbon communities of active energy agents. *Sustainability*, 15(23), 16300. <https://doi.org/10.3390/su152316300>

Khan, M., & Salah, K. (2022). Blockchain for transparent and secure supply chain management in renewable energy systems. *International Journal of Sustainable Technology and Renewable Applications*, 11(1), 22–34.

Malik, N., Dedeoglu, V., Kanhere, S. S., & Jurdak, R. (2021). PrivChain: Provenance and privacy preservation in blockchain-enabled supply chains. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2104.13964>

Samaniego, M., & Deters, R. (2023). A Digital Twin approach for blockchain-based IoT resource management. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2309.01042>

Schmid, D., & Lefèvre, J. (2024). Blockchain-based certification for the EU hydrogen market: Design considerations and challenges. *Frontiers in Blockchain*, 5, 1408743. <https://doi.org/10.3389/fbloc.2024.1408743>

Sezer, E., Topal, A., & Nuriyev, U. (2021). Auditability, transparency, and privacy-preserving mechanisms for blockchain-based supply chain traceability. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2103.10519>

Silvestri, L., Forcina, A., Introna, V., Santolamazza, A., & Cesarotti, V. (2020). Maintenance transformation through Industry 4.0 technologies: A systematic literature review. *Computers in Industry*, 123, 103335. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103335>

Ventura, V., La Monica, M., Bortolini, M., Cutaia, L., & Mora, C. (2024). Blockchain and industrial symbiosis: A preliminary two-step framework to green circular supply chains. *Circular Economy and Sustainability*, 22, 17–30.

Wang, Q., Zhu, X., Ni, Y., Gu, L., & Zhu, H. (2020). Blockchain for the IoT and industrial IoT: A review. *Internet of Things*, 10, 100081. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2019.100081>

Westerkamp, M., Victor, F., & Küpper, A. (2018). Tracing manufacturing processes using blockchain-based token recipes. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1810.09843>

Xia, H., Li, J., Li, Q. J., Milisavljevic-Syed, J., & Salonitis, K. (2025). Integrating blockchain with digital product passports for managing reverse supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 202, 104336. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.104336>

Zhang, B., Lee, J., & Song, H. (2023). A blockchain-based supply chain traceability framework using digital certificates. *International Journal of Logistics Research and Applications*.

Zuo, K., Wang, S., & Li, J. (2025). A non-transferable trade scheme of green power based on blockchain. *Energies*, 17(16), 4002. <https://doi.org/10.3390/en17164002>

6. Ramowy szablon programu nauczania – HEI (EQF6)

Tytuł modułu 6: Symbiotyczne technologie i modele efektywności/zarządzania energią

Poziom EQF: 6

Punkty ECTS: 4 ECTS

Całkowity nakład pracy (godziny): 100 godzin (odpowiada 4 ECTS)

♣ Godziny kontaktowe (wykłady, laboratoria, seminaria, warsztaty itp.): 30 godzin

♣ Samokształcenie kierowane: 40 godzin

♣ Praca projektowa: 30 godzin

Instytucja realizująca: VSB – Uniwersytet Techniczny w Ostrawie (VSB)

6.1 Opis modułu

Moduł stanowi wprowadzenie do systemów energetycznych, energii odnawialnej oraz zrównoważonego zarządzania energią. Studenci uzyskają solidne podstawy wiedzy na temat wytwarzania i zużycia energii elektrycznej, odnawialnych źródeł energii, efektywności energetycznej budynków, przemysłowych przepływów energii, modeli energetyki społecznościowej, metod finansowych i wyceny oraz zarządzania uprawnieniami do emisji.

Moduł łączy teorię z zastosowaniami praktycznymi poprzez wykłady, warsztaty, seminaria, e-learning, studia przypadków oraz symulacje. Studenci będą stosować zdobytą wiedzę w ramach ćwiczeń, takich jak audyty energetyczne, symulacje magazynowania energii, działania poprawiające efektywność, modelowanie energetyki społecznościowej oraz projektowanie miejskiej błękitno-zielonej infrastruktury. Prace zespołowe i zadania analityczne pozwolą dodatkowo rozwinąć umiejętności podejmowania decyzji, prognozowania i optymalizacji.

Po ukończeniu modułu studenci będą potrafili analizować systemy energetyczne, oceniać ich wpływ środowiskowy i ekonomiczny, projektować i ewaluować działania oszczędzające energię oraz podejmować świadome decyzje dotyczące strategii zarządzania energią. Moduł wyposaża studentów w kompetencje niezbędne do pracy zawodowej w obszarze zarządzania energią, planowania zrównoważonej infrastruktury oraz wdrażania polityk energetycznych.

6.2. Efekty uczenia się

Zakładane efekty uczenia się zostały podzielone na trzy domeny EQF:

♣ Wiedza. Studenci:

1. kompleksowo rozumieją kluczowe pojęcia z zakresu energii elektrycznej oraz ich wpływ na zarządzanie energią elektryczną w podmiocie gospodarczym (W1),
2. znają różne źródła energii elektrycznej oraz opcje jej dystrybucji (W2),
3. definiują usługi energetyczne, w tym projekty efektywności energetycznej i odnawialnych źródeł energii (W3),
4. rozumieją czynniki determinujące, takie jak oszczędności kosztów, redukcja ryzyka oraz dostęp do nowych technologii (W4),
5. rozumieją rynek usług energetycznych, potrzebę innowacyjnych form finansowania oraz potrafią odróżnić tradycyjne modele dostaw energii od modeli opartych na efektach (W5),
6. definiują ESCO, kontrakty efektywności energetycznej (EPC), umowy zakupu energii (PPA) oraz modele współwłasności / energetyki społecznościowej (W6),
7. identyfikują potencjalne ryzyka dla przepływów pieniężnych, przychodów i rentowności (W7),
8. opracowują i stosują odpowiednie modele prognostyczne (W8),
9. oceniają stopę zwrotu z inwestycji (ROI) oraz inne kryteria wyceny (IRR, okres zwrotu itp.), w tym zapotrzebowanie na finansowanie (W9),
10. opracowują model optymalizacyjny dla przedsiębiorstwa, ujawniający optymalny portfel uprawnień do emisji (W10).

♣ Umiejętności. Studenci potrafią:

11. wykonywać podstawowe obliczenia oraz integrować wiedzę w celu analizy problemów związanych z energią (U1),
12. syntetyzować informacje na potrzeby zastosowań praktycznych (U2),
13. analizować i syntetyzować informacje w celu oceny oddziaływań środowiskowych na obszarach miejskich (U3),
14. analizować strategię przedsiębiorstwa w zakresie zarządzania energią elektryczną i identyfikować możliwości poprawy efektywności (U4),
15. analizować szeregi czasowe, wyznaczać parametry modeli stochastycznych i stosować je do prognozowania przyszłych zmiennych losowych (U5),

16. identyfikować i szacować zmienne deterministyczne i losowe w celu obliczania przepływów pieniężnych dla projektów OZE oraz przeprowadzać kompleksowe analizy ekonomiczne (U6),
17. przeprowadzać analizę ryzyka projektów OZE, w tym ryzyk finansowych i operacyjnych (U7),
18. porównywać tradycyjny zakup energii z kontraktami opartymi na efektach, oceniając gwarantowane oszczędności i optymalne rozwiązania kontraktowe (U8),
19. kompleksowo analizować problemy decyzyjne, uwzględniając ograniczenia, cele oraz potencjalne kompromisy (U9).

♣ **Kompetencje (Autonomia i odpowiedzialność). Studenci są w stanie:**

20. demonstrować umiejętność opracowywania i projektowania modeli prognozujących ryzykowne (losowe) zmienne, z uwzględnieniem ich cech, takich jak nieujemność i tendencja do powrotu do średniej (K1),
21. przeprowadzać analizę ekonomiczną projektów OZE, prezentować i interpretować wyniki oraz podejmować świadome decyzje (K2),
22. oceniać i porównywać kluczowe modele biznesowe projektów energetycznych, w tym struktury gwarantowanych lub współdzielonych oszczędności dla ESCO, PPA lub modeli współwłasności (K3),
23. uczestniczyć w podejmowaniu decyzji dotyczących optymalnego modelu kontraktowania (ESCO, PPA lub współwłasność), z uwzględnieniem ograniczeń regulacyjnych, struktur własnościowych oraz oczekiwanych efektów, takich jak maksymalizacja oszczędności lub realizacja celów środowiskowych (K4),
24. analizować i oceniać odpowiednie strategie dla przedsiębiorstw przemysłowych w zakresie handlu uprawnieniami do emisji (K5),
25. rozumieć ideę wspólnotowego dzielenia energii, infrastrukturę techniczną służącą do jej udostępniania oraz podstawowe ramy legislacyjne (K6),
26. oceniać charakterystykę energetyczną budynków, analizować zasadność integracji odnawialnych źródeł energii oraz proponować praktyczne działania oszczędzające energię (K7),
27. identyfikować i ilościowo oceniać zjawisko miejskiej wyspy ciepła oraz projektować rozwiązania z zakresu błękitno-zielonej infrastruktury (np. zielone dachy, obszary infiltracyjne, pasy zieleni) w celu jego ograniczania, z uwzględnieniem aspektów technicznych, ekologicznych i społecznych (K8).

6.3 Orientacyjny harmonogram realizacji zajęć / harmonogram prowadzenia modułu

Lp.	Tytuł jednostki / sekcji	Forma zajęć	Temat / aktywność	Zakładane efekty uczenia się	Wymagane lektury / materiały	Rekomendowane metody
1	Wprowadzenie do energii elektrycznej oraz zarządzania produkcją i zużyciem energii w kontekście zasobów odnawialnych i nieodnawialnych	Wykład / e-learning	Podstawowe pojęcia z zakresu energii elektrycznej i elektroenergetyki. Klasyfikacja źródeł energii oraz cykl: produkcja – dystrybucja – konsumpcja energii elektrycznej versus zarządzanie energią w podmiotach gospodarczych.	W1, W2, U11, U14	Cleveland & Morris (2015), Randolph & Masters (2018), Rubino, Sapio & La Scala (2021)	Interaktywne wykłady, dyskusja
2	Odnawialne źródła energii	Wykład / warsztat / e-learning	Rodzaje odnawialnych źródeł energii, porównanie i ocena ich oddziaływań środowiskowych i	W3, W4, U12, U13	Sebestyén (2011), Alam et al. (2020), Beck et al. (2025), Komisja Europejska (2017)	Gra dydaktyczna – klasyfikacja źródeł energii. Interaktywna mapa: gdzie OZE sprawdzają się najlepiej. Minicasus: energia

Lp.	Tytuł jednostki / sekcji	Forma zajęć	Temat / aktywność	Zakładane efekty uczenia się	Wymagane lektury / materiały	Rekomendowane metody
			społecznych. Integracja OZE z siecią energetyczną.			odnawialna w moim kraju/regionie/mieście/domu
3	Przemysłowe przepływy energii (bilansowanie zużycia)	Wykład / warsztat / e-learning	Monitorowanie i pomiary energii. Bilansowanie i optymalizacja zużycia energii. Magazynowanie energii.	W1, W2, U11, U14, K1	Ionita et al. (2023), Nolzen, Leenders & Bardow (2023), Guo et al. (2024)	Audyt energetyczny gospodarstwa domowego. Minicasusy (np. scenariusz blackout). Symulacja magazynowania energii
4	Symbiotyczne (wspólnotowe) współdzielenie energii	Wykład / seminarium / e-learning	Zapoznanie z ideą energetyki wspólnotowej. Wiedza na temat infrastruktury technicznej oraz ram legislacyjnych.	W5, W6, U18, U19, K3, K4, K6	Leghissa (2024), Chen et al. (2025), European Community Power Coalition (2021)	Symulacja modelu energetyki wspólnotowej (np. studium przypadku lub odgrywanie ról)
5	Ograniczanie zużycia energii w budynkach	Wykład / warsztat / e-learning	Zastosowanie standardów energetycznych, optymalizacja izolacji, monitorowanie zużycia	W3, W4, U11, U12, K7	Gkotsis et al. (2024), Energy Efficiency (2024), Widuto (2022)	Wdrażanie działań poprawiających efektywność energetyczną na przykładach praktycznych, interaktywne ćwiczenia

Lp.	Tytuł jednostki / sekcji	Forma zajęć	Temat / aktywność	Zakładane efekty uczenia się	Wymagane lektury / materiały	Rekomendowane metody
			energii, zwiększanie zrównoważoności.			
6	Błękitno-zielona infrastruktura (symbioza w obszarach miejskich wysp ciepła)	Wykład / warsztat / e-learning	Analiza chłodzenia miast, wdrażanie zielonych dachów, tworzenie zielonych ścian, wspieranie bioróżnorodności, rozwój błękitno-zielonej symbiozy.	W3, U13, K8	SALUTE4CE-Handbook (2022), Gartland (2008), Brázdová & Kupka (2023)	Projektowanie interwencji, wizyty terenowe, analiza danych
7	Modelowanie finansowe i prognozowanie na rynkach energii	Wykład / warsztat	Analiza danych, modele rozwoju i prognozowania zmiennych	W1, W2, W4, W7, W8, U15, K1	Bunn (2004), Prosser (2025), Rees (2018)	Wykład z prowadzonymi studiami przypadków dotyczącymi modelowania zmiennych losowych na rynkach energii
8	Wycena inwestycji w odnawialne źródła energii	Wykład / warsztat	Analiza danych wejściowych, prognozowanie przepływów pieniężnych,	W7, W9, U16, U17, K2	Hürlimann (2019), Raikar & Adamson (2024)	Teoria oraz praktyczne studia przypadków dotyczące wyceny inwestycji w OZE

Lp.	Tytuł jednostki / sekcji	Forma zajęć	Temat / aktywność	Zakładane efekty uczenia się	Wymagane lektury / materiały	Rekomendowane metody
			wycena projektów, analiza ryzyka.			
9	Kontraktowanie energii i modele biznesowe	Wykład / warsztat / e-learning	Umowy zakupu energii (PPA), ESCO, kontrakty efektywności energetycznej (EPC), umowy współdzielone / współwłasność, modele biznesowe	W5, W6, U18, U19, K3, K4	Andersen (2025), International Energy Agency (2023, 2024), North East & Yorkshire Net Zero Hub (2024), RE-Source Platform (2025)	Wykład z prowadzonymi studiami przypadków, interaktywne seminarium z moderowaną dyskusją / projektem
10	Uprawnienia do emisji i ich optymalne zarządzanie	Wykład / seminarium / e-learning	Rodzaje uprawnień do emisji oraz sposoby ich przydzielania przedsiębiorstwom. Modele decyzyjne maksymalnej wartości oczekiwanej –	W10, U19, K5	Zapletal (2018), Zapletal et al. (2020), Abrell et al. (2022), Skjærseth & Wettestad (2016), Błażejowska et al. (2024)	Teoria oraz praktyczne studium przypadku przedsiębiorstwa przemysłowego w UE oparte na danych historycznych

Lp.	Tytuł jednostki / sekcji	Forma zajęć	Temat / aktywność	Zakładane efekty uczenia się	Wymagane lektury materiały	Rekomendowane metody
			minimalnego ryzyka dla przedsiębiorstwa.			

6.4 Metody dydaktyczne i uczenia się

♣ Podejście do kształcenia

W module zostanie zastosowane podejście hybrydowe, umożliwiające prowadzenie zajęć zarówno w trybie synchronicznym, jak i asynchronicznym. Studenci będą uczestniczyć w interaktywnych wykładach, warsztatach, seminariach oraz moderowanych dyskusjach, a także korzystać z nagranych wykładów, prezentacji, materiałów do czytania, studiów przypadków i ćwiczeń symulacyjnych. Takie podejście zapewnia elastyczność procesu kształcenia przy jednoczesnym utrzymaniu wysokiego poziomu zaangażowania oraz kompleksowego zrozumienia omawianych zagadnień.

♣ Kluczowe metody dydaktyczne

W module wykorzystywane będą zróżnicowane metody dydaktyczne, w tym interaktywne wykłady z moderowaną dyskusją wprowadzające podstawową wiedzę z zakresu systemów energetycznych, odnawialnych źródeł energii oraz zarządzania energią. Studia przypadków, analizy minicasusów oraz symulacje typu role-play umożliwią studentom zastosowanie wiedzy teoretycznej w praktycznych scenariuszach, takich jak audyty energetyczne, współdzielenie energii czy zarządzanie uprawnieniami do emisji. Warsztaty i zajęcia laboratoryjne o charakterze praktycznym pozwolą rozwijać umiejętności w zakresie optymalizacji energetycznej, modelowania finansowego, prognozowania oraz planowania energetycznego w miastach. Wykłady/webinaria, projekty zespołowe i seminaria pogłębią zrozumienie ram regulacyjnych, innowacyjnych modeli biznesowych oraz strategii zrównoważonego rozwoju. Ocenianie obejmie zadania pisemne i ustne, służące weryfikacji wiedzy, zdolności analitycznych oraz umiejętności praktycznego zastosowania wiedzy.

♣ Podejścia i metody wspierające aktywne uczenie się oraz praktyczne zastosowanie wiedzy

Metody zorientowane na praktykę, takie jak symulacje, interwencje terenowe oraz studia przypadków, umożliwiają studentom odnoszenie koncepcji teoretycznych do rzeczywistych wyzwań energetycznych. Praca zespołowa realizowana w ramach warsztatów, projektów grupowych i ćwiczeń zespołowych rozwija umiejętności rozwiązywania problemów, modelowania oraz podejmowania decyzji. Takie podejście wyposaża studentów w wiedzę, umiejętności i kompetencje niezbędne do skutecznego zarządzania systemami energetycznymi, wdrażania rozwiązań z zakresu zrównoważonego rozwoju oraz oceny innowacyjnych strategii w kontekście przemysłowym i miejskim.

6.5 Metody oceniania i dowody osiągnięcia efektów uczenia się

Moduł wykorzystuje zróżnicowaną strategię oceniania, mającą na celu ocenę zarówno wiedzy teoretycznej, jak i umiejętności praktycznych we wszystkich obszarach tematycznych. Zrozumienie przez studentów systemów energetycznych, odnawialnych źródeł energii, przemysłowych przepływów energii, energetyki wspólnotowej, efektywności energetycznej budynków, miejskiej błękitno-zielonej infrastruktury, modelowania finansowego, wyceny projektów OZE, kontraktowania energii oraz zarządzania uprawnieniami do emisji będzie oceniane przy użyciu wielu metod. Ocena obejmuje aktywne uczestnictwo, ćwiczenia praktyczne, pracę projektową oraz egzaminy pisemne i ustne. Zastosowane zostaną zarówno elementy oceniania kształtującego (bieżące uczestnictwo, ćwiczenia, informacja zwrotna), jak i oceniania podsumowującego (końcowe prace i egzaminy oceniane), wspierające progres uczenia się.

Składowe oceny i dowody osiągnięcia efektów uczenia się:

♣ Uczestnictwo i zaangażowanie (waga 10%)

Aktywne uczestnictwo we wszystkich formach zajęć dydaktycznych, w tym wykładach, warsztatach, seminariach, ćwiczeniach e-learningowych, studiach przypadków, symulacjach oraz moderowanych dyskusjach. Zaangażowanie oceniane będzie na podstawie wkładu w dyskusje, współpracy w pracy zespołowej oraz realizacji ćwiczeń interaktywnych.

♣ Ćwiczenia praktyczne i minicasusy (waga 20%)

Realizacja zadań praktycznych, takich jak gry dydaktyczne dotyczące klasyfikacji źródeł energii, audyty energetyczne gospodarstw domowych, symulacje OZE, działania poprawiające efektywność energetyczną budynków oraz zadania projektowe z zakresu błękitno-zielonej infrastruktury.

♣ Projekt zespołowy (waga 20%)

Zespołowy projekt analityczny (ok. 3 000 słów) dotyczący rzeczywistego lub symulowanego scenariusza energetycznego, np. optymalizacji współdzielenia energii w społeczności, zaprojektowania działań poprawiających efektywność energetyczną budynku lub oceny strategii zarządzania uprawnieniami do emisji. Raport powinien obejmować analizę danych, proces decyzyjny oraz praktyczne rekomendacje.

♣ Egzamin końcowy pisemny lub ustny (waga 50%)

Egzamin weryfikujący wiedzę teoretyczną i praktyczne rozumienie wszystkich zagadnień modułu, w tym systemów energetycznych, odnawialnych źródeł energii, przemysłowych przepływów energii, modelowania finansowego, wyceny, kontraktowania energii oraz zarządzania emisjami. Forma pytań może obejmować pytania otwarte, testy wielokrotnego wyboru oraz zadania scenariuszowe, umożliwiające kompleksową ocenę efektów uczenia się W1–K8.

6.6 Literatura

Wymagane

Abrell, J., Cludius, J., Lehmann, S., Schleich, J., & Betz, R. (2022). Corporate emissions-trading behaviour during the first decade of the EU ETS. *Environmental and Resource Economics*, 83(1), 47–83.

Alam, M. S., Al-Ismail, F. S., Abido, M. A., & Salem, A. (2020). High-level penetration of renewable energy with grid: Challenges and opportunities. *arXiv*, 2006.04638. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.04638>

Andersen. (2025, July 16). Energy Performance Contracts (EPCs): A pathway to sustainable energy solutions. <https://es.andersen.com/en/publications-and-news/energy-performance-contracts-epcs-a-pathway-to-sustainable-energy-solutions.html>

Beck, H. P., et al. (2025). A comprehensive review of sustainable energy systems in the context of the German energy transition—Part 2: Renewable energy and storage technologies. *Carbon Neutral Systems*, 3. <https://doi.org/10.1007/s44438-025-00013-z>

Błazejowska, M., Czarny, A., Kowalska, I., Michalczewski, A., & Stępień, P. (2024). The effectiveness of the EU ETS policy in changing the energy mix in selected European countries. *Energies*, 17(17), 4243.

Brázdová, K., & Kupka, J. (2023). The objectivization of the living green walls concept as a tool for urban greening (Case Study: LIKO-S a.s., Slavkov u Brna, Czech Republic). *Land*, 12(1), 229. <https://doi.org/10.3390/land12010229>

Bunn, D. (2004). *Modelling Prices in Competitive Electricity Markets*. London: Wiley. ISBN 978-0470848609

Chen, T., Anapyanova, A., Vandendriessche, F., & de Meer, H. (2025). Implementing energy sharing in energy communities: A comparative legal analysis of Austria and Flanders. *Utilities Policy*, 96. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2025.101993>

Cleveland, C. J., & Morris, C. (2015). *Dictionary of Energy* (2nd ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-64490-1>

Energy Efficiency. (2024). Comparative analysis of residential building decarbonization policies in major economies: Insights from the EU, China, and India. *Energy Efficiency*, 17. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-024-10225-w>

European Commission. (2017). Environmental baseline study for the development of renewable energy sources, energy storages and a meshed electricity grid in the North and Irish Seas. DG Energy. https://energy.ec.europa.eu/publications/environmental-baseline-study-development-renewable-energy-sources-energy-storages-and-meshed_en

European Community Power Coalition. (2021). Handbook on community energy. <https://communitypowercoalition.eu/2021/05/31/handbook-on-community-energy/>

Gartland, L. (2008). *Heat Islands: Understanding and Mitigating Heat in Urban Areas*. Earthscan / Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9781849771559>

Gkotsis, P., Papadopoulos, A., & Karagiannidis, A. (2024). Energy efficiency of buildings in Central and Eastern Europe: Room for improvement. *Energy Efficiency*, 17, Article 32. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-024-10215-y>

Guo, J., Peng, J., Luo, Y., Zou, B., & Luo, Z. (2024). Study on the hybrid energy storage for industrial park energy systems: Advantages, current status, and challenges. *Nonlinear Systems and Optimization*, 3(1). <https://doi.org/10.1051/nso/20230051>

Hürlimann, C. (2019). *Valuation of Renewable Energy Investments*. Zurich: Springer Gabler. ISBN 978-3658274696

Ionita, A., Kostopoulos, E., Almeida, A., Pires, A., & Ferreira, V. (2023). A systematic literature review on data-driven residential and industrial energy management systems. *Energies*, 16(4), 1688. <https://doi.org/10.3390/en16041688>

International Energy Agency (IEA). (n.d.). Energy Service Companies (ESCOs): ESCO Contracts. IEA Publications. <https://www.iea.org/reports/energy-service-companies-escos-2/esco-contracts>

International Energy Agency Efficient Energy Transition Programme (IEA EBC Annex 75 Deliverable 2). (2023, June 19). Business models for cost-effective building renovation at district level. https://annex75.iea-ebc.org/Data/publications/Annex75_D2_Report_BusinessModels_19_June_2023.pdf

Leghissa, G. (2024). A roadmap for a policy and legal framework for energy communities. Directorate-General for Energy, Energy Community Repository.

North East & Yorkshire Net Zero Hub. (2024, February). Power purchase agreement guide. <https://www.neynetzerohub.com/wp-content/uploads/2024/02/Power-Purchase-Agreement-Guide.pdf>

Nolzen, N., Leenders, L., & Bardow, A. (2023). Flexibility-expansion planning of multi-energy systems by energy storage for participating in balancing-power markets. *Frontiers in Energy Research*, 11, 1225564. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1225564>

Prossr, M. (2025). *Renewable Energy Financial Modelling* (1st ed.). Independently published. ISBN 979-8301944512

Randolph, J., & Masters, G. B. (2018). *Energy for Sustainability: Foundations for Technology, Planning, and Policy*. Island Press. ISBN 978-1-61091-820-6

Raikar, S., & Adamson, S. (2024). *Renewable Energy Finance: Theory and Practice* (2nd ed.). Boston: Academic Press. ISBN 978-0443159558

Rees, M. (2018). *Principles of Financial Modelling: Model Design and Best Practices Using Excel and VBA* (1st ed.). Hoboken: John Wiley. ISBN 9781118904015

RE-Source Platform. (n.d.). RE-Source's corporate PPA guide. <https://resource-platform.eu/corporate-ppa-guide/>

Rubino, A., Sapio, A., & La Scala, M. (2021). *Handbook of Energy Economics and Policy*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-01718-4>

SALUTE4CE-Handbook. (2022). *SALUTE4CE Handbook*. Interreg Central Europe. <https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/SALUTE4CE/SALUTE4CE-Handbook.pdf>

Sebestyén, V. (2011). Environmental impact networks of renewable energy power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 111626. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111626>

Skjærseth, J. B., & Wettestad, J. (2016). *EU emissions trading: Initiation, decision-making and implementation*. Routledge.

Widuto, A. (2022). *Energy saving and demand reduction*. European Parliamentary Research Service. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733666/EPRS_BRI\(2022\)733666_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733666/EPRS_BRI(2022)733666_EN.pdf)

Xue, X., Wang, S., Chun, T., Xin, H., Xue, R., Tian, X., & Zhang, R. (2023). An integrated framework for industrial symbiosis performance evaluation in an energy-intensive industrial park in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(14), 42056–42074. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25232-0>

Zapletal, F. (2018). *Optimization models for emissions management*. Series on advanced economic issues, Faculty of Economics, VŠB-TU Ostrava, vol. 53. Ostrava: VŠB-TU Ostrava. ISBN 978-80-248-4193-9

Zapletal, F., Šmíd, M., & Kopa, M. (2020). Multi-stage emissions management of a steel company. *Annals of Operations Research*, 292(2), 735–751.

Rekomendowane

Boungou, W., & Dufau, B. (2024). EU ETS phase IV and industrial performance. *Economics Letters*, 236, 111596.

Ellerman, D. (2010). The EU emission trading scheme. In *Post-Kyoto International Climate Policy* (pp. 88).

Farid, M. (2021). *Introduction to Project Finance in Renewable Energy Infrastructure: Including Public-Private Investments and Non-Mature Markets* (1st ed.). Berlin: Springer. ISBN 978-3030687427

Fronza, S. (2025). *Renewable Energy Project Management: Strategy, Execution, and Sustainable Impact: A Comprehensive Guide to Developing, Managing, and Financing Sustainable Infrastructure Projects* (1st ed.). Independently published. ISBN 979-8288094965

Lynch, A. P. (2017). *Financial Modelling for Project Finance: Pre-financial close cashflow modelling in Excel* (3rd ed.). London: Lynch-Ayerst Publishing. ISBN 978-0995673007

SankeyMATIC Software tutorials. (n.d.). Available at: <https://sankeymatic.com/manual/>

Tang, L., Wang, H., Li, L., Yang, K., & Mi, Z. (2020). Quantitative models in emission trading system research: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 132, 110052.

Xue, X., Wang, S., Chun, T., Xin, H., Xue, R., Tian, X., & Zhang, R. (2023). An integrated framework for industrial symbiosis performance evaluation in an energy-intensive industrial park in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 42056–42074. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25232-0>

7. Ramowy szablon programu nauczania – HEI (EQF6)

Tytuł modułu 7: Systemy zarządzania środowiskowego (EMS)

Poziom EQF: 6

Punkty ECTS: 4 ECTS

Całościowy nakład pracy (godziny): 100 godzin (co odpowiada 4 ECTS)

- Godziny kontaktowe (wykłady, laboratoria, seminaria, warsztaty itp.): 40 godzin
- Samokształcenie pod opieką instruktora: 30 godzin
- Praca projektowa: 30 godzin

Instytucja realizująca: UNIVERSITY OF PATRAS (UPAT)

7.1 Opis modułu

Moduł ten stanowi zaawansowane wprowadzenie do systemów zarządzania środowiskowego (EMS) i ich roli we wspieraniu zrównoważonego rozwoju organizacji, zgodności z przepisami i ciągłego doskonalenia. Koncentruje się on na europejskim rozporządzeniu EMAS jako podstawowych ramach EMS, wspieranych przez publicznie dostępne podstawy normy ISO 14001 oraz praktyczne, szczegółowe wytyczne modelu EMS amerykańskiej agencji EPA. Studenci zdobywają zintegrowaną wiedzę na temat struktury ram EMS, sposobu identyfikacji i oceny aspektów i oddziaływania na środowisko, ustalania obowiązków w zakresie zgodności z przepisami i wskaźników wydajności oraz sposobu, w jaki procesy audytu, monitorowania i przeglądu zapewniają ciągłe doskonalenie. Takie podejście pomaga studentom zrozumieć, w jaki sposób narzędzia EMS są stosowane w rzeczywistych warunkach w celu poprawy wyników w zakresie ochrony środowiska. Dzięki szerokiemu praktycznemu wykorzystaniu oficjalnych narzędzi EMAS — w tym narzędzia do analizy aspektów środowiskowych, narzędzia do gromadzenia danych i podstawowych wskaźników — a także arkuszy roboczych EPA, stud.

7.2 Efekty kształcenia EK (W-U-K)

Planowane efekty kształcenia podzielono na trzy obszary EQF:

- *Wiedza – – Studenci wiedzą jak:*

1. wykazywać się zaawansowaną znajomością zasad, struktury i celu EMS, w tym wymagań EMAS (załączniki I–IV) oraz ogólnodostępnych podstaw normy ISO 14001 (W1).
2. krytycznie oceniać systemy EMAS, ISO 14001 i EPA EMS, identyfikując różnice między nimi w zakresie wymagań, przejrzystości, audytu i wyników (W2).

▪ **Umiejętności – Studenci potrafią:**

3. identyfikować i oceniać aspekty środowiskowe oraz oddziaływanie na środowisko przy użyciu metodologii i narzędzi EMAS (narzędzie do oceny aspektów środowiskowych, kryteria z załącznika II) (U3).
4. opracowywać podstawową dokumentację EMS/EMAS, w tym politykę środowiskową, cele, kluczowe wskaźniki efektywności, rejestry zgodności, plany monitorowania i kontrole operacyjne (U4).
5. stosować narzędzia EMAS i arkusze robocze EPA EMS do interpretacji danych środowiskowych, oceny wskaźników efektywności i wspierania procesu podejmowania decyzji dotyczących EMS (U5).

▪ **Kompetencje (Autonomia & Odpowiedzialność) – Studenci są w stanie:**

6. samodzielnie planować i koordynować kluczowe etapy wdrażania EMAS, w tym ocenę aspektów, ocenę zgodności, ustalanie i monitorowanie KPI (K6).
7. przeprowadzać wewnętrzne audyty EMS i uczestniczyć w procesach przeglądu zarządzania, wykazując się odpowiedzialnością i nastawieniem na ciągłe doskonalenie (K7).
8. skutecznie komunikować się, formułować i bronić opartych na dowodach zaleceń dotyczących ulepszeń EMS wobec różnych interesariuszy, w tym kierownictwa i audytorów (K8).
9. proponować adaptacyjne rozwiązania typowych wyzwań związanych z wdrażaniem lub niezgodnościami w ramach EMS, uzasadniając wybory w oparciu o zasady EMAS, ISO i EPA (K9).

7.3 Orientacyjny harmonogram nauki / harmonogram realizacji

Lp.	Nazwa jednostki/sekcji	Typ sesji	Temat / Działanie	Planowane EK	Wymagane lektury / materiały	Zalecane metody
1	Czym są EMS? Zrozumienie kontekstu	Wykład / warsztaty / e-learning	Czym są EMS, dlaczego mają znaczenie, EMS w zrównoważonym rozwoju UE i symbiozie przemysłowej	W1	Podręcznik użytkownika EMAS (wprowadzenie); Przegląd systemu zarządzania środowiskowego EPA	Interaktywny wykład; mapowanie kontekstu; dyskusja z przewodnikiem
2	Architektura EMS i podstawowe komponenty (EMAS/ISO/EPA)	Wykład	Struktura EMS (polityka → planowanie → wdrażanie → kontrola → przegląd); PDCA	W1	Podręcznik użytkownika EMAS – Struktura EMS; strona EPA „Podstawowe elementy EMS”	Mapowanie systemu; podział na komponenty
3	Podstawy EMAS (część 1)	Wykład	Czym jest EMAS; Rejestracja EMAS; Wymagania EMAS załącznika I; wartość dodana wykraczająca poza ISO	W1, W2	Rozporządzenie EMAS (załącznik I)	Czytanie z przewodnikiem

Lp.	Nazwa jednostki/sekcji	Typ sesji	Temat / Działanie	Planowane EK	Wymagane lektury / materiały	Zalecane metody
4	Podstawy EMAS (część 2): Aspekty i skutki	Warsztaty	Metodologia EMAS załącznik II; ocena znaczenia; mapowanie aspektów środowiskowych	U3, K6	Narzędzie EMAS dotyczące aspektów środowiskowych; załącznik II do EMAS	Praktyczne wykorzystanie narzędzia EMAS Aspects Tool; ocena znaczenia
5	Narzędzia EMAS: aspekty, wskaźniki, dane (laboratorium praktyczne)	Praktyczne laboratorium	Korzystanie z narzędzi EMAS: narzędzie do analizy aspektów, narzędzie do gromadzenia danych, podstawowe wskaźniki; przygotowywanie zbiorów danych EMAS	U3, U4, U5, K6	Narzędzie do gromadzenia danych EMAS; Wytyczne dotyczące podstawowych wskaźników EMAS	Ćwiczenia oparte na szablonach; interpretacja danych

Lp.	Nazwa jednostki/sekcji	Typ sesji	Temat / Działanie	Planowane LOs	Wymagane lektury / materiały	Zalecane metody
6	Podstawowe normy ISO 14001	Wykład	Struktura wysokiego poziomu ISO (informacje publiczne); przegląd klauzul; myślenie oparte na ryzyku; różnice w stosunku do EMAS	W1, W2	Publiczny przegląd normy ISO 14001 (iso.org); Wytyczne EPA dotyczące systemów zarządzania środowiskowego zgodnych z normą ISO	Porównanie koncepcyjne; odwzorowanie struktury ISO
7	Przewodnik krok po kroku EPA EMS (moduł praktyczny)	Warsztaty / Laboratorium	EPA EMS Kroki 1–9: Polityka → Aspekty → Kwestie prawne → Cele → Wdrożenie → Monitorowanie → Audyty → Przegląd → Ulepszenia	U3, U5, K6	Przewodnik wdrożeniowy EPA EMS; Arkusz roboczy EPA	Wypełnianie arkuszy ćwiczeń; ćwiczenia scenariuszowe
8	EMAS a ISO 14001 a EPA – różnice, mocne strony, narzędzia	Warsztaty	Porównanie bezpośrednie: wymagania, przejrzystość, wskaźniki, audyty, dokumentacja	W2, K8, K9	Porównanie EMAS i ISO (UE); strona EPA „Modele EMS”	Diagram Venna; porównanie strukturalne; analiza grupowa

Lp.	Nazwa jednostki/sekcji	Typ sesji	Temat / Działanie	Planowane EK	Wymagane lektury / materiały	Zalecane metody
9	Wdrażanie EMAS krok po kroku (poziom zaawansowany)	Warsztaty	Pełny przebieg procesu EMAS: Polityka → Aspekty → Zgodność → Wskaźniki KPI → Kontrola → Monitorowanie → Audyt → Oświadczenie (załącznik IV)	U4, K7, K9	Załącznik III EMAS (audyt) i załącznik IV (oświadczenie)	Analiza grupowa
10	Ostateczny projekt EMAS i integracja	Projekt / Ocena	Projekt / Ocena	U4, U5, K6, K8, K9	Wszystkie narzędzia EMAS; Arkusze robocze EPA EMS	Warsztaty dokumentacyjne

7.4 Metody nauczania i uczenia się

▪ *Podejście do nauki*

Zastosowano podejście hybrydowe, łączące tryb synchroniczny i asynchroniczny. Sesje synchroniczne (wykłady, seminaria, warsztaty) ułatwiają bezpośrednią interakcję, dyskusje z przewodnikiem i rozwiązywanie problemów w czasie rzeczywistym. Nauka asynchroniczna zapewnia elastyczność, oferując wyselekcjonowane materiały cyfrowe (podręcznik użytkownika EMAS, narzędzia EMAS, arkusze robocze EPA, publiczne streszczenia ISO) na platformie edukacyjnej, umożliwiając naukę we własnym tempie.

▪ *Najważniejsze metody nauczania*

- Interaktywne wykłady wprowadzające do koncepcji EMS, struktury EMAS, podstaw ISO 14001 oraz szczegółowych wytycznych EPA.
- Nauka oparta na studiach przypadków, z wykorzystaniem narzędzi EMAS w rzeczywistych lub realistycznych scenariuszach organizacyjnych.
- Praktyczne zajęcia laboratoryjne z wykorzystaniem narzędzia EMAS Environmental Aspects Tool, narzędzia EMAS Data Collection Tool, wskaźników EMAS Core Indicators oraz arkuszy roboczych EPA.
- Warsztaty i symulacje, takie jak symulowane audyty, symulacje przeglądów zarządzania i sporządzanie oświadczeń środowiskowych.
- Praca w grupach, wspierająca wzajemne uczenie się poprzez zadania oparte na narzędziach (analiza aspektów, ustalanie KPI, mapowanie zgodności).
- Nauka oparta na projektach, której zwięźceniem jest opracowanie kompletnego minisystemu EMAS. Metody te rozwijają zarówno zrozumienie koncepcyjne, jak i praktyczne kompetencje w zakresie wdrażania EMS/EMAS.
- *Podejścia i metody wspierające aktywne uczenie się i praktyczne zastosowanie wiedzy*

Podejście oparte na nauczaniu synchronicznym doskonale nadaje się do natychmiastowego zaangażowania trenerów i uczniów oraz szybszej wymiany informacji, pomagając w ten sposób budować poczucie wspólnoty i wyjaśniać nieporozumienia. Ponadto podejście oparte na nauczaniu asynchronicznym jest bardziej elastyczne. Daje ono uczniom więcej czasu na zgłębianie materiału i angażowanie się w naukę, a także umożliwia dostęp do szerszego grona uczniów.

7.5 Metody oceny i dowody

Elementy oceny i dowody osiągnięcia efektów kształcenia

Obejmują one:

- *udział i zaangażowanie (waga 10%),*
- *praktyczny projekt grupowy (waga 30%) oraz*
- *końcowy egzamin pisemny (waga 60%).*

Udział odzwierciedla aktywne zaangażowanie studentów w wykłady, seminaria, warsztaty i ćwiczenia oparte na narzędziach, z wykorzystaniem oficjalnych narzędzi EMAS i arkuszy roboczych EPA EMS. Projekt grupowy wymaga od studentów wspólnego zaprojektowania zwięzłego minisystemu EMAS dla

rzeczywistej lub hipotetycznej organizacji, z zastosowaniem kluczowych elementów wprowadzonych w 10 modułach, przy zachowaniu elastyczności struktury i głębokości zgodnie z wybranym przez nich konkretnym kontekstem organizacyjnym. Końcowy egzamin pisemny ocenia zrozumienie przez studentów zasad EMS i EMAS, podstaw ISO 14001 (z wykorzystaniem publicznie dostępnych źródeł), różnic między modelami EMAS–ISO–EPA oraz ich zdolność do analizowania scenariuszy lub interpretowania aspektów środowiskowych, wskaźników lub danych dotyczących zgodności. Wszystkie te elementy razem zapewniają, że studenci wykazują się zarówno wiedzą teoretyczną, jak i praktycznymi kompetencjami w zakresie wdrażania podstawowych procesów EMS/EMAS.

7.6 Bibliografia & Narzędzia

Wymagane

European Commission. (n.d.). *EMAS User's Guide*. https://green-forum.ec.europa.eu/publications/emas-users-guide-0_en

European Commission. (2009). *Regulation (EC) No 1221/2009 on the voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS)*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2009/1221/oj/eng>

European Commission. (2017). *EMAS Environmental Aspects Tool*. https://green-forum.ec.europa.eu/publications/environmental-aspects-tool_en

European Commission. (2017). *EMAS Data Collection Tool*. https://green-forum.ec.europa.eu/publications/data-collection-tool_en

European Commission. (2017). *EMAS Easy – Step-by-step Guidance for SMEs*. https://green-forum.ec.europa.eu/publications/emas-easy_en

U.S. Environmental Protection Agency. (2025). *EMS Implementation Guide*. <https://www.epa.gov/ems/plan-initial-development-ems>

International Organization for Standardization. (2015). *ISO 14001 — Environmental Management Systems (Public Overview)*. <https://www.iso.org/standard/60857.html>

Additionally, students are required to study all educational materials (lectures, presentations, notes, worksheets, and supplementary documents) uploaded by the instructor on the course platform, as they form an integral part of the module's core learning resources.

Rekomendowane

European Commission. (2023). *EMAS – Tools*. *Green Forum: Green Business*. Retrieved November 18, 2025. https://green-forum.ec.europa.eu/green-business/emas/emas-resources/emas-tools_en

U.S. Environmental Protection Agency. (n.d.). *EMS Case Studies*. <https://www.epa.gov/sustainability/case-studies-and-best-practices>

Część B

7 Programy nauczania dla modułów kształcenia zawodowego

1. Ramowy szablon programu nauczania

- VET (EQF5)

Moduł 1: Zasady symbiozy przemysłowej

Poziom ERK (EQF): 5

Punkty ECVET: 2 to 3

Łączny nakład pracy (godziny): 50-75

- Godziny kontaktowe (spotkania, seminaria, warsztaty, itd.). 42- 56 godzin
- Samokształcenie z instruktorem: 4-9
- Praca projektowa: 4-10

Jednostka prowadząca: In Dialogue

1.1 Ogólne informacje o module

Moduł ten wprowadza słuchaczy w podstawowe pojęcia i praktyczne zastosowania **gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)** i **symbiozy przemysłowej (SP)** w kontekście produkcji i wytwarzania.

Został on opracowany specjalnie dla menedżerów i koordynatorów inicjatyw związanych z gospodarką o obiegu zamkniętym i symbiozą przemysłową, wyposażając ich w niezbędne kompetencje menedżerskie.

Moduł ten wprowadza słuchaczy w tematykę symbiozy przemysłowej (SP) z praktycznej i zorientowanej na człowieka perspektywy kształcenia i szkolenia zawodowego. Omawia kompetencje wymagane od menedżera/facilitatora GOZ/SP. Moduł ma ponadto na celu budowanie zrozumienia SP w kontekście codziennym, angażowanie interesariuszy poprzez dialog, rozpoznawanie czynników sprzyjających i barier kulturowych oraz wspieranie innowacji w zespołach i sieciach. Nacisk kładziony jest na podstawowe umiejętności fasilitacyjne oparte na rzeczywistych kontekstach organizacyjnych.

Stanowi on podstawowy element ścieżki szkoleniowej SymbioTech, przygotowując uczestników do kolejnych modułów dotyczących cyfrowej symbiozy przemysłowej i systemów zarządzania środowiskowego.

Ogólne zrozumienie zrównoważonego rozwoju lub działalności przemysłowej jest pomocne, ale nie jest wymagane. Podstawowe umiejętności analityczne i zainteresowanie wspólnym rozwiązywaniem problemów wspierają skuteczne zaangażowanie w teoretyczne i praktyczne elementy modułu.

Po ukończeniu kursu menedżerowie SymbioTech będą potrafili obserwować, dokumentować i analizować przepływy materiałów i energii w obiektach przemysłowych, jednocześnie identyfikując

możliwości zwiększenia wydajności i obiegu zamkniętego, a także być w stanie ułatwiać wprowadzanie innowacji w ramach zróżnicowanych zespołów i sieci kontaktów.

1.2 Efekty uczenia się

Planowane efekty uczenia się podzielono na trzy obszary EQF:

Wiedza – Student zna i rozumie:

W1. zasady symbiozy przemysłowej (SP) i gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)

W2. typowe przepływy zasobów, energii, wody i materiałów w małych i średnich przedsiębiorstwach.

W3. czynniki sprzyjające i utrudniające wdrażanie SP (organizacyjnych, kulturowych, regulacyjnych).

W4. rolę i podstawowe kompetencje facylitatorów SP, menedżerów SP, liderów zespołów itp.

W5. temat facylitacji zespołów interdyscyplinarnych o wysokim stopniu zróżnicowania, a także procesów innowacyjnych.

Umiejętności – student potrafi

1. identyfikować i dokumentować przepływy materiałów/energii przy użyciu prostych narzędzi (SankeyMATIC)
2. identyfikować czynniki sprzyjające i utrudniające rozwój w kontekście kulturowym, organizacyjnym i regulacyjnym
3. rozpoznawać kluczowe kompetencje potrzebne do zarządzania i/lub ułatwiania rozwoju SP
4. budować zaufanie i zrozumienie w zespołach interdyscyplinarnych i zróżnicowanych
5. ułatwiać proste procesy innowacyjne i generujące pomysły w zespołach i sieciach

Kompetencje społeczne (Autonomia i odpowiedzialność) – student jest gotów:

K1. brać odpowiedzialność za zadania związane z wczesnym etapem eksploracji SP

K2. angażować się w działania związane z czynnikami sprzyjającymi i utrudniającymi na poziomie organizacyjnym, aby wspierać menedżerów w podejmowaniu decyzji

K3. nieustannie doskonalić własne kompetencje jako menedżer/facylitator SP poprzez refleksyjną praktykę

K4. ułatwiać procesy tworzenia znaczeń wewnętrznie oraz w ramach sieci SP charakteryzujących się dużą różnorodnością

K5. równoważyć różnorodność i bezpieczeństwo psychologiczne, aby zapewnić innowacyjność i generowanie pomysłów

1.3 Orientacyjny harmonogram realizacji modułu / harmonogram

p.	Jednostka/tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat/ aktywność	Założone EK	Wymagana literatura / Materiały	Zalecane metody
1	Wprowadzenie do SP i GOZ oraz ich historii. Wprowadzenie do mapowania przepływów energii i materiałów.	Wykład Warsztaty	Przegląd gospodarki o obiegu zamkniętym i symbiozy przemysłowej, definicja SP. Od przypadku SP w Kalundborgu w latach 60. XX wieku do cyfrowej SP w latach 20. XXI wieku. Mapowanie przepływu energii i materiałów za pomocą Sankey MATIC.	W1, W2, U1, K1	Nolan, S. (2020) SankeyMATIC Software tutorials QGIS Software tutorials	Interaktywne wprowadzenie z dyskusją na temat badań dotyczących SP, GOZ i zrównoważonego rozwoju. Studia przypadków dotyczące sukcesów i porażek SP Interaktywne wprowadzenie dotyczące mapowania przepływów energii i materiałów Instrukcje dotyczące zadania domowego (mapowanie przepływów energii i materiałów za pomocą SankeyMATIC)

1.3 Orientacyjny harmonogram realizacji modułu / harmonogram

p.	Jednostka/tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat/ aktywność	Założone EK	Wymagana literatura / Materiały	Zalecane metody
2	Czynniki sprzyjające i utrudniające, zrozumienie kontekstu organizacyjnego i kulturowego, polityka UE i możliwości finansowania.	Wykład Warsztaty	Wstępne spojrzenie na czynnik ludzki, który sprawia, że SP występuje. Zrozumienie kultury organizacyjnej, a także kultury narodowej i jej interakcji z podstawowymi zasadami SP. Znajomość polityki UE i krajowej, a także możliwości finansowania.	W3, U2, K2	Mathews, S. (2024) European Green Deal Studia przypadków SP	Prezentacja zadania domowego. Interaktywne wprowadzenie do kultury organizacyjnej i narodowej, a następnie dyskusje grupowe na temat własnych przypadków. Wprowadzenie w formie seminarium do prawodawstwa UE i możliwości finansowania. Praca grupowa nad własnym kontekstem prawodawczym i finansowym. Prezentacja pracy grupowej.
3	Kompetencje, rola i obowiązki kierownika ds. SP i facylitatora. Mapowanie wewnętrznych i zewnętrznych interesariuszy.	Wykład Warsztaty	Dalsze badanie czynnika ludzkiego w SP. Określenie różnych ról organizacyjnych w ramach SP, a także kompetencji wymaganych dla każdej z tych ról. Ponadto wstępne mapowanie potencjalnych partnerów. Kiedy stosować różne kompetencje jako sprzedawca, networker, menedżer, kierownik projektu, fundraiser, facylitator. Samorefleksja: czy jestem właściwą osobą na właściwym stanowisku i co muszę rozwijać?	W4, U3, K3	Lasthein, M.K. et al. (2021) Mortensen, L & Kørnøv, L (2019)	Interaktywne wprowadzenie do ról SP i powiązanych kompetencji. Praca grupowa nad mapowaniem różnych stanowisk w organizacji i poza nią w odniesieniu do SP, a także wpływu na różne części organizacji. Prezentacja projektu grupowego. Samorefleksja na temat własnych kompetencji SP.

1.3 Orientacyjny harmonogram realizacji modułu / harmonogram

p.	Jednostka/tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat/ aktywność	Założone EK	Wymagana literatura / Materiały	Zalecane metody
4	Integracja, różnorodność i bezpieczeństwo psychologiczne. Ułatwianie dialogu międzydyscyplinarnego	Wykład Warsztaty	Facylitacja zespołów i grup w kontekście SP. Zrozumienie znaczenia różnorodności zawodów, płci, wieku itp., a także bezpieczeństwa psychicznego. Ćwiczenie podstawowych umiejętności dialogu i facylitacji, budowanie zrozumienia, a także umożliwianie nieszablonowego myślenia.	W5, U4, K4	Edmonson, A. & Roloff, K. (2009) Gallo, A. (2023) Kepinski, L. & Nielsen, T.C. (2022) Pentland, S. (2014) Rock, D. et al (2016)	Interaktywne wprowadzenie dotyczące ułatwiania pracy zespołów i sieci Sesja praktyczna (konkretne ćwiczenia i odgrywanie ról) Informacja zwrotna od prowadzącego kurs Instrukcje dotyczące egzaminu ustnego
5	Ułatwianie innowacji Ocena	Wykład Warsztaty	Zrozumienie innowacji stopniowej i radykalnej Czynniki sprzyjające innowacyjności Ułatwianie procesów innowacyjnych wewnątrz organizacji i na zewnątrz w ramach sieci.	W5, U5, K5	Darsø, L. (2001) Høyrup, S. (2010)	Interaktywne wprowadzenie do tematu innowacji i sposobów ułatwiania innowacji w zespołach. Sesja praktyczna (konkretne ćwiczenia i odgrywanie ról) Informacja zwrotna od prowadzącego kurs Egzamin ustny

1.4 Metody nauczania i uczenia się

▪ *Podejście do nauki*

Moduły będą oparte głównie na nauczaniu bezpośrednim, uzupełnionym zadaniami do wykonania pomiędzy modułami, głównie w ramach własnej organizacji. Podejście bezpośrednie pozwala studentom rozwijać kompetencje potrzebne w miejscu pracy i uzyskać bezpośrednią informację zwrotną na temat swoich wyników od kolegów i trenera.

Moduł będzie wspierany przez platformę cyfrową do nauki asynchronicznej, na której studenci będą mieli dostęp do materiałów udostępnianych przez trenerów. Materiały na platformie cyfrowej będą obejmowały przede wszystkim literaturę i prezentacje opisujące zagadnienia teoretyczne.

▪ *Kluczowe metody nauczania*

W ramach modułów zostanie wykorzystanych wiele kluczowych metod nauczania, takich jak interaktywne prezentacje z dyskusjami z przewodnikiem, studia przypadków, dyskusje grupowe, praca grupowa nad projektami, odgrywanie ról i symulacje, indywidualna refleksja oraz zadania do wykonania pomiędzy modułami w ramach własnej organizacji.

▪ *Podejścia i metody wspierające aktywne uczenie się i praktyczne zastosowanie wiedzy*

Nauka bezpośrednia doskonale nadaje się do budowania zaangażowania między trenerami a studentami oraz do zapewnienia, że teoria jest postrzegana jako istotna w codziennej praktyce zawodowej. Pomimo teoretycznych podstaw szkolenie będzie miało charakter wysoce praktyczny. Kurs będzie składał się z połączenia krótkich wykładów teoretycznych, konkretnych ćwiczeń i dyskusji grupowych. Wykłady zapewnią wiedzę teoretyczną niezbędną do kompleksowego zrozumienia zasad, elementów i praktyk SP. Uważa się, że jedynym sposobem nauki ułatwiania procesów SP jest odniesienie teorii do konkretnych realiów w różnych organizacjach, wypróbowanie narzędzi w prawdziwym życiu i zdobycie własnych doświadczeń, a następnie refleksja nad nimi. Punktem wyjścia dla wykładów i dyskusji będą zatem wyzwania zawodowe i pytania, które grupa przyniesie na salę. Podobnie moduły zakończą się konkretnymi zadaniami, które pomogą studentom wypróbować nowe pomysły w domu. Ponadto nauka bezpośrednia w połączeniu z dyskusjami grupowymi, odgrywaniem ról i symulacjami pozwala studentom stworzyć społeczność, w której może odbywać się wzajemne uczenie się. Rolą facylitatora będzie zapewnienie, aby w sali pojawiły się różnorodne głosy, pokazujące złożoność zagadnień związanych z SP z perspektywy różnych płci, grup wiekowych, zawodów, środowisk kulturowych itp.

1.5 Kryteria i metody oceny

Moduł wykorzystuje mieszaną strategię oceny, która łączy aktywny udział i zaangażowanie studentów, prezentację projektu grupowego oraz egzamin ustny, aby ocenić zarówno poziom wiedzy teoretycznej studentów na temat koncepcji SP, jak i ich praktyczne umiejętności w zakresie opracowywania zrównoważonych ram SP oraz ułatwiania dialogu między różnorodnymi interesariuszami. Ocena będzie miała charakter nie tylko sumatywny (końcowe oceny prac), ale także formatywny (bieżące uczestnictwo i informacje zwrotne od kolegów i trenera podczas wszystkich kluczowych metod nauczania), aby wspierać postępy w nauce.

Elementy oceny:

- Uczestnictwo i zaangażowanie (waga 40%). Aktywny udział we wszystkich stosowanych metodach nauczania, takich jak prezentacje, dyskusje plenarne, odgrywanie ról i symulacje.
- Prezentacja projektów grupowych i indywidualnych (waga 30%). Prezentacja prac grupowych wykonanych podczas modułów oraz prezentacja zadań indywidualnych wykonanych pomiędzy modułami.
- Końcowy egzamin ustny (waga 30%). Ostateczny egzamin ustny ma na celu ocenę, czy student opanował materiał z modułu, odnosząc go do własnego kontekstu organizacyjnego, w tym planu własnego rozwoju jako menedżera lub facylitatora SP. Egzamin sprawdza wiedzę teoretyczną, zrozumienie polityki, a także kompetencje praktyczne.

1.6 Bibliografia i przydatne narzędzia

Darsø, L. (2001) *Innovation in the Making*. Samfundslitteratur

Edmonson, A. & Roloff, K. (2009). Leveraging diversity through Psychological Safety. *Rotman Magazine*, Fall 2009

https://scholar.harvard.edu/files/afriberg/files/leveraging_diversity_through_psychological_safety_hbs_article.pdf

European Green Deal. Available at: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Gallo, A. (2023) What is Psychological safety? *Harvard Business Review*, February, 2023
<https://hbr.org/2023/02/what-is-psychological-safety>

Høyrup, S. (2010) Employee-driven innovation and workplace learning: Basic concepts, approaches and themes. In: *Transfer European Review of Labour and Research* 16(2):143-154

Kepinski, L. & Nielsen, T. C. *Inclusion Nudges. A short introduction to this change approach*.
<https://inclusion-nudges.org/wp-content/uploads/2022/08/Inclusion-Nudges-Free-Quick-Guide.pdf>

Lasthein, M.K.; Lingås, D.B.; Johansen, L.M. (eds) (2021). *Guide for Industrial Symbiosis Facilitators*. Transition Aps. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.symbiosis.dk/wp-content/uploads/2021/03/Guide-for-IS-facilitators_online2.pdf

Mathews, S. (2024) Metaphors of Organizations: Beyond the Machine. <https://www.leadingsapiens.com/metaphors-of-organization/>

Mortensen, L. & Kørnøv, L. (2019) Critical factors for industrial symbiosis emergence process. In: *Journal of cleaner production*, 212, 56-69. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618336254>

Nolan, S (ed) (2020) *Quick Guides. Helping industries increase efficiency through resources sharing*. SCALER. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2025-09/SCALER-Quick-Guides.pdf>

Pentland, S. (2012). The New Science of Building Great Teams. *Harvard Business Review*, April 2012 <https://hbr.org/2012/04/the-new-science-of-building-great-teams>

QGIS Software tutorials. Available at: https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/training_manual/index.html

Rock, D., Halvorsen, H.G. & Grey, J. (2016) Diverse Teams Feel Less Comfortable – and That’s Why they perform better. *Harvard Business Review*, September 2016 <https://hbr.org/2016/09/diverse-teams-feel-less-comfortable-and-thats-why-they-perform-better>

SankeyMATIC Software tutorials. Available at: <https://sankeymatic.com/manual/>

Uzzi, B. (1997) Social Structure and Competition in Interfirm Networks: The Paradox of Embeddedness. In: *Administrative Science Quarterly*, 35-67

Vestergaard, B. (2012). Managing an unpopular change effort. In: *Harvard Business Review*, December 5, 2012

Zalecane

Coleman, J. (2013) Six components of great corporate culture. In: *Harvard Business Review*, May 6, 2013

Fraccascia, L. & Giannoccaro, I. (2020). What, where, and how measuring industrial symbiosis: A reasoned taxonomy of relevant indicators. In: *Resources, conservation and recycling* 157, 104799.



McKinsey & Company: How to beat the transformation odds.

https://www.mckinsey.com/mm/~media/mckinsey/business%20functions/people%20and%20organizational%20performance/our%20insights/how%20to%20beat%20the%20transformation%20odds/how_to_beat_the_transformation_odds.pdf

Neves, A., Godina, R., Azevedo, S. G., & Matias, J. C. O. (2020). A comprehensive review of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119113. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119113>

Placuzzi, V., Zanolini, G. (2019). *Towards an industrial symbiosis in the Emilia-Romagna region (Italy): A Study on the Main Barriers to Industrial Symbiosis in the Italian Context*. <https://research.cbs.dk/en/studentProjects/towards-an-industrial-symbiosis-in-the-emilia-romagna-region-ital/>

2. Ramowy szablon programu nauczania – VET (EQF5)

Tytuł modułu 2: Zasady oceny cyklu życia służące do oceny korzyści dla środowiska

Poziom EQF: 5

Punkty ECVET: 2 to 3 (*możliwość dostosowania do ram instytucjonalnych*)

Całościowy nakład (godziny): 50-75 (*orientacyjna, w zależności od sposobu dostawy*)

Instytucja realizująca: Chamber of Commerce and Industry Vratsa (CCI Vratsa)

2.1 Opis modułu

Moduł ten wyposaża uczestników w niezbędną wiedzę i praktyczne umiejętności pozwalające na stosowanie oceny cyklu życia (LCA) jako narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym (CE) i symbiozy przemysłowej (IS). Przedstawia on metodologię ISO 14040/14044 oraz kluczowe wskaźniki zrównoważonego rozwoju, takie jak ślad środowiskowy (EF 3.1), koszt cyklu życia (LCC) i społeczna ocena cyklu życia (Social LCA).

Moduł jest realizowany w intensywniej formie mieszanej trwającej 4–5 tygodni i łączy warsztaty stacjonarne, seminaria online, e-learning oraz pracę nad projektem pod okiem mentora. Uczestnicy uczą się modelować i interpretować wpływ na środowisko za pomocą openLCA, oceniać kompromisy i identyfikować możliwości poprawy w systemach produktowych. Moduł łączy myślenie oparte na cyklu życia z szerszymi ramami zrównoważonego rozwoju, w tym Europejskim Zielonym Ładem i celami zrównoważonego rozwoju ONZ.

Uczestnicy rozwijają myślenie systemowe, świadomość etyczną i umiejętności komunikacyjne. Nie jest wymagane ukończenie żadnego wcześniejszego modułu, ale podstawowa znajomość zrównoważonego rozwoju lub procesów przemysłowych jest korzystna.

Pod koniec modułu uczestnicy będą potrafili samodzielnie przeprowadzić uproszczoną analizę LCA, wspierać raportowanie w zakresie zrównoważonego rozwoju oraz przyczyniać się do podejmowania świadomych decyzji w środowiskach MŚP i CE/IS. Efekty uczenia się są zgodne z kompetencjami ESCO i GreenComp.

2.2 Efekty kształcenia EK(W-U-K)

Planowane efekty kształcenia podzielono na trzy obszary EQF: wiedza, umiejętności i kompetencje (autonomia i odpowiedzialność):

Wiedza – Studenci wiedzą jak:

- **W1:** Czym są cztery fazy LCA zgodnie z normą ISO 14040/14044 (określenie celu i zakresu, inwentaryzacja cyklu życia, ocena wpływu cyklu życia, interpretacja).
- **W2:** Czym są struktury i cele kluczowych wskaźników środowiskowych (np. metodologia EF 3.1) oraz ich rolę w podejmowaniu decyzji zarządczych i sprawozdawczości dotyczącej zrównoważonego rozwoju.
- **W3:** Rozpoznawać, jak LCA funkcjonuje w ramach szerszych strategii zrównoważonego rozwoju (np. modeli gospodarki o obiegu zamkniętym i celów zrównoważonego rozwoju) oraz wyjaśniać powiązania między ramami gospodarki o obiegu zamkniętym, celami zrównoważonego rozwoju i myśleniem opartym na cyklu życia.
- **W4:** Interpretować wskaźniki środowiskowe, ekonomiczne i społeczne przy użyciu narzędzi opartych na analizie cyklu życia (LCA), aby porównać wpływ produktów lub procesów na zrównoważony rozwój.
- **W5:** Określać znaczenie wyników LCA dla polityki, zwłaszcza w odniesieniu do Europejskiego Zielonego Ładu i planu działania UE na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym.

Umiejętności – Studenci potrafią:

- **U6:** Zbierać i uporządkować dane niezbędne do stworzenia modelu LCA (np. zestawienie materiałów i dane dotyczące procesu), zapewniając ich jakość i kompletność.
- **U7:** Korzystać z oprogramowania openLCA do przeprowadzania analiz cyklu życia – w tym z kreatora „Quick LCA” w przypadku uproszczonych przypadków – oraz modeluj scenariusze gospodarki o obiegu zamkniętym lub symbiozy przemysłowej w celu oceny wpływu na środowisko.
- **U8:** Analizować i interpretować wyniki LCA w celu wspierania zrównoważonej produkcji i podejmowania decyzji biznesowych, identyfikować newralgiczne punkty i możliwości poprawy.
- **U9:** Włączać podstawowe podejście oparte na kosztach cyklu życia (LCC) i społecznym LCA (S-LCA) w celu oceny wymiarów ekonomicznych i społecznych wraz z wpływem na środowisko, co pozwoli na bardziej holistyczną ocenę zrównoważonego rozwoju.
- **U10:** Przekształcać wyniki analizy cyklu życia (LCA) w jasne komunikaty wizualne i werbalne (raporty, prezentacje), dostosowane do potrzeb różnych interesariuszy i decydentów.

Kompetencje (Autonomia & Odpowiedzialność) – Studenci są w stanie:



- **K11:** Samodzielnie i metodycznie pracować nad zadaniami związanymi z analizą cyklu życia (LCA), brać odpowiedzialność za dokładność danych, właściwą metodologię i prawidłową interpretację wyników.
- **K12:** Podejmować inicjatywy mające na celu kontekstualizację wyników analizy cyklu życia (LCA) w ramach szerszych celów zrównoważonego rozwoju i celów biznesowych oraz identyfikuj możliwości wykorzystania LCA w działaniach na rzecz poprawy organizacji i zapewnienia zgodności z przepisami.
- **K13:** Przekazywać wyniki analizy LCA w sposób odpowiedzialny i przejrzysty, wyraźnie wskazując niepewności, ograniczenia i granice systemu analizy.
- **K14:** Wykazywać się myśleniem systemowym i świadomością etyczną podczas oceny wpływu na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo, biorąc pod uwagę wzajemne powiązania wyzwań związanych ze zrównoważonym rozwojem.
- **K15:** Krytycznie zastanawiać się nad kompromisami, punktami widzenia interesariuszy i konfliktami wartości, które są nieodłącznym elementem przejścia na gospodarkę o obiegu zamkniętym, i uwzględnić te czynniki przy formułowaniu zaleceń.

2.3 Orientacyjny harmonogram nauki / harmonogram

Lp.	Nazwa jednostki/sekcji	Typ sesji	Temat / Działanie	Planowane LOs	Wymagane lektury / materiały	Zalecane metody
1	Tydzień 1 – Podstawy LCA i CE/IS	Spotkanie bezpośrednie, Bootcamp	Wprowadzenie do CE i IS; Myślenie oparte na cyklu życia; Fazy ISO 14040/14044; Jednostka funkcjonalna i granice; Szybka analiza cyklu życia LCA w openLCA	W1, W3, W5, U7, K14	Wyciągi z norm ISO 14040/44; Zielony Ład UE; Przewodnik dla początkujących openLCA	Interaktywny wykład, dyskusja z przewodnikiem, prezentacja oprogramowania, ćwiczenia praktyczne
2	Tydzień 2 – Gromadzenie danych i modelowanie LCI	Online Seminarium, E-learning, Mentoring	Gromadzenie danych BoM i LCI; jakość danych; bazy danych LCI; tworzenie systemów produktów budowlanych w openLCA; uzupełnianie braków w danych	U6, U7, K11	Szablon BoM; samouczki LCI; przykłady zestawów danych	Nauka we własnym tempie, zadania w miejscu pracy, spotkania z mentorem

3	Tydzień 3 – LCIA i interpretacja	Live Webinar + Praktyka stosowana	Metoda EF 3.1; wskaźniki punktu środkowego/końcowego; realizacja LCIA; analiza punktów newralgicznych; porównanie scenariusza cyrkularnego i liniowego; wprowadzenie do LCC i S-LCA	W2, W4, U8, U9, K12, K15	Dokumentacja metody EF 3.1; Valdivia i in. (2021)	Przegląd oprogramowania; analiza studium przypadku; dyskusja z innymi uczestnikami
4	Tydzień 4 – Opracowanie projektu LCA i wzajemna ocena	Praca nad projektem pod okiem mentora + warsztaty online	Finalizacja modelu LCA; interpretacja wyników; możliwości poprawy; przygotowanie 5- slajdowego podsumowania; sesja wzajemnej oceny	W4, U8, U10, K11, K12, K13, K15	Szablon interpretacji; lista kontrolna prezentacji	Niezależna praca nad projektem; spotkania z mentorem; ustrukturyzowana informacja zwrotna od innych uczestników
5	Tydzień 5 – Ocena końcowa	Ocena hybrydowa	Przedłożenie modelu i raportu; prezentacja końcowa; obrona ustna	U10, K11, K12, K13, K14, K15	Plik modelu LCA; zestaw slajdów; rubryka oceny	Ocena podsumowująca; egzamin ustny

2.4. Metody nauczania i uczenia się

Moduł ten jest realizowany w formie mieszanej, łączącej wstępny bootcamp stacjonarny, seminaria online, e-learning i pracę nad projektem pod okiem mentora. Podejście pedagogiczne kładzie nacisk na aktywne, zorientowane na praktykę uczenie się poprzez interaktywne wykłady, dyskusje z przewodnikiem, praktyczne szkolenia w openLCA i studia przypadków z życia wziętych. Uczestnicy realizują projekt z zakresu stosowanego LCA i otrzymują cotygodniowe wsparcie mentora.

To mieszane, praktyczne podejście buduje autonomię, umiejętności rozwiązywania problemów i kompetencje analityczne oczekiwane na poziomie 5 europejskich ram kwalifikacji (EQF).

Moduł jest zgodny z zasadami nauczania integracyjnego i zapewnia dostępność materiałów cyfrowych, ocen i działań edukacyjnych.

2.5. Metody oceny i dowody

Ocena w tym module jest zintegrowana z praktyczną pracą projektową, aby autentycznie ocenić osiągnięcie efektów uczenia się. Strategia oceny obejmuje zarówno elementy formatywne, jak i sumatywne, z naciskiem na wykazanie rzeczywistych kompetencji w zakresie LCA:

Ocena formatywna: W trakcie trwania modułu uczniowie otrzymują bieżące informacje zwrotne na temat swoich postępów. Mentorzy sprawdzają projekty prac (takie jak definicje zakresu LCA, tymczasowe zestawy danych i wstępne wyniki) i udzielają wskazówek. Sesja informacji zwrotnej od innych uczestników w 9. tygodniu jest również okazją dla uczniów do udoskonalenia swoich prezentacji i pogłębienia zrozumienia w mniej stresujących warunkach. Chociaż działania formatywne nie są oceniane, mają one kluczowe znaczenie dla nauki i przygotowania.

Ocena sumatywna: Formalna ocena odbywa się w 10. tygodniu i składa się z trzech części:

- **Przedłożenie projektu LCA (waga około 50%):** Każdy student przedkłada kompletną dokumentację projektu LCA. Obejmuje ona plik projektu openLCA (lub wyeksportowany pakiet) z w pełni zdefiniowanym modelem (dokumentującym jednostkę funkcjonalną, granice systemu, dane inwentaryzacyjne, wybraną metodę oceny wpływu i wszelkie założenia). Do modelu można dołączyć krótki raport pisemny lub slajdy z prezentacją zawierające podsumowanie zakresu badania, metodologii i kluczowych wniosków. Ten element ocenia umiejętności techniczne ucznia w zakresie przeprowadzania analizy LCA i tworzenia wymaganej dokumentacji.
- **Prezentacja (ok. 20%):** Uczestnicy przygotowują zwięzłą prezentację (około 5 slajdów), w której przedstawiają projekt LCA odbiorcom. Jest to sprawdzian umiejętności selekcjonowania i jasnego przedstawiania informacji – obejmujących cel i zakres, ważne wyniki (np. czynniki o największym wpływie), interpretację, w tym wszelkie porównania lub scenariusze poprawy, oraz praktyczne zalecenia. Oceniane są tutaj jasność komunikacji, skuteczność wizualna oraz skupienie się na spostrzeżeniach istotnych dla podejmowania decyzji.

- **Obrona ustna (ok. 30%):** Bezpośrednio po prezentacji uczniowie przystępują do egzaminu ustnego (ustrukturyzowana sesja pytań i odpowiedzi lub „viva voce”). Oceniający sprawdza zrozumienie pracy przez ucznia: prosi o uzasadnienie wyborów (np. dlaczego wykorzystano określone dane, metody oddziaływania lub założenia), interpretację konkretnych wyników (szczególnie w odniesieniu do kategorii oddziaływania EF 3.1) oraz implikacje wyników. Uczniowie mogą również zostać zapytani o ograniczenia swoich badań i sposób radzenia sobie z niepewnością (odnosząc się do LO13). Ten element ocenia głębię zrozumienia, krytyczne myślenie oraz umiejętność wyrażania i obrony pracy – kluczowe kompetencje na poziomie EQF5.

W stosownych przypadkach można również zastosować element oceny wzajemnej (nieoceniany), w ramach którego inni uczestnicy kursu wypełniają formularz oceny lub rubrykę dla każdej prezentacji. Sprzyja to refleksji, ale nie ma bezpośredniego wpływu na oceny.

Dowody oceny: Aby pomyślnie zaliczyć moduł, uczniowie muszą przedstawić namacalne dowody swoich kompetencji. Obejmują one:

- Plik modelu **openLCA** (lub wyeksportowane archiwum) zawierający wszystkie dane modelu, który pokazuje prawidłową konfigurację i wykonanie badania LCA.
- Plik prezentacji (plik PDF zawierający slajdy lub raport), który w zwięzły sposób przedstawia proces LCA i jego wyniki.
- Nagranie lub obserwacja na żywo obrony ustnej, stanowiące dowód umiejętności wyjaśniania i rozumowania ucznia.
- Wypełniona rubryka oceny lub formularz oceny od instruktora, dokumentujący wyniki w odniesieniu do każdego kryterium (np. dokładność techniczna, stosowanie standardów, jakość komunikacji i wnikliwość analityczna).
- (Opcjonalnie) Formularze opinii rówieśniczych lub notatki z autorefleksji ucznia, które są wykorzystywane w procesie uczenia się i mogą zostać włączone do portfolio.

Zarówno artefakt projektu, jak i prezentacja ustna muszą spełniać minimalne standardy jakości. Kryteria oceny są dostosowane do efektów uczenia się, aby zapewnić sprawiedliwość i przejrzystość. Uczniowie muszą wykazać się kompetencjami w każdym z głównych obszarów (umiejętności techniczne związane z LCA, analiza/interpretacja i komunikacja), aby uzyskać pełne 3 punkty ECVET i cyfrową odznakę SymbioTech „EcoFootprint Assessor” za ten moduł.

2.6. Bibliografia & Narzędzia

Artykuły recenzowane

- Aissani, L., Lacassagne, A., Bahers, J., & Le Féon, S. (2019). Life cycle assessment of industrial symbiosis: A critical review of relevant reference scenarios. *Journal of Industrial Ecology*, 23(4), 972–985. <https://doi.org/10.1111/jiec.12887>

- Daddi, T., Nucci, B., & Iraldo, F. (2017). Using life cycle assessment (LCA) to measure the environmental benefits of industrial symbiosis in an industrial cluster of SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 147, 157–164. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.090>
- Kerdlap, P., Low, J. S. C., Tan, D. Z. L., Yeo, Z., & Ramakrishna, S. (2020). M³-IS-LCA: A methodology for multi-level life cycle environmental performance evaluation of industrial symbiosis networks. *Resources, Conservation & Recycling*, 162, 104963. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104963>
- Valdivia, S., Backes, J. G., Traverso, M., Sonnemann, G., & Finkbeiner, M. (2021). Principles for the application of life cycle sustainability assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26(9), 1900–1905. <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01993-4>

EU Polityka i raporty instytucjonalne

- European Commission. (2019). *The European Green Deal* (COM/2019/640 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>
- European Commission. (2020). *Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe* (COM/2020/98 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098>
- Joint Research Centre (European Commission). (2022). *Environmental Footprint 3.1 method*. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/EnvironmentalFootprint.html>

Normy międzynarodowe (ISO)

- International Organization for Standardization. (2006a). *Environmental management—Life cycle assessment—Principles and framework* (ISO 14040:2006). ISO.
- International Organization for Standardization. (2006b). *Environmental management—Life cycle assessment—Requirements and guidelines* (ISO 14044:2006). ISO.

Oprogramowanie i bazy danych

- GreenDelta. (2023). *openLCA* (Version 1.11) [Software]. <https://www.openlca.org>
- GreenDelta. (2023). *openLCA Nexus* [Database platform]. <https://nexus.openlca.org>
- Ecoinvent Association. (2023). *Ecoinvent database* (Version 3.8) [Life cycle inventory database]. <https://www.ecoinvent.org>
- SankeyMATIC. (2023). *SankeyMATIC* [Web-based software]. <https://sankeymatic.com>

Opcjonalne / dodatkowe zasoby

- European Commission. (n.d.). *Environmental Footprint (EF) home page*. https://ec.europa.eu/environment/ecoap/initiatives/eu-environmental-footprint-home_en
- European Platform on Life Cycle Assessment (EPLCA). (n.d.). *Life Cycle Initiative resources*. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu>

3. Ramowy szablon programu nauczania – VET (EQF5)

Tytuł modułu 3: Relacje międzyorganizacyjne
Poziom ERK (EQF): 5

Punkty ECVET: 2–3

Łączny nakład pracy (godziny): 65

Jednostka prowadząca: Exeo Lab srl

3.1 Opis modułu

Moduł rozwija praktyczne umiejętności niezbędne do inicjowania i facylitowania współpracy międzyorganizacyjnej w ekosystemach symbiozy przemysłowej (IS). Jego celem jest podniesienie kompetencji przyszłych menedżerów SymbioTech, studentów VET oraz specjalistów pracujących w sektorach: przemysłowym, samorządowym lub środowiskowym, w zakresie identyfikowania właściwych partnerów, budowania zaufania oraz wspierania współpracy w początkowej fazie wymiany zasobów.

Moduł obejmuje kluczowe zagadnienia, takie jak profilowanie i mapowanie interesariuszy, strategie komunikacji i budowania zaufania, zarządzanie konfliktem i rozbieżnościami, podstawowe podejścia negocjacyjne oraz przygotowywanie prostych dokumentów współpracy (np. memorandum o współpracy).

Seminaria praktyczne i ćwiczenia oparte na odgrywaniu ról umożliwiają studentom doskonalenie komunikacji, facylitacji spotkań oraz technik perswazyjnych w sytuacjach zbliżonych do rzeczywistych.

Moduł jest skierowany przede wszystkim do studentów VET oraz praktyków pracujących w obszarze gospodarki o obiegu zamkniętym, usług środowiskowych, działalności przemysłowej lub rozwoju lokalnego. Nawiązuje do wiedzy wprowadzającej przedstawionej w Module 1: Industrial Symbiosis Framework, w szczególności do pojęć IS oraz znaczenia interesariuszy. Przygotowuje również do kolejnych modułów obejmujących technologie cyfrowe, zarządzanie środowiskowe oraz zaawansowaną koordynację partnerstw.

Nie są wymagane formalne kwalifikacje, jednak zalecane jest wcześniejsze doświadczenie w obszarze zrównoważonego rozwoju, podstawowe umiejętności komunikacyjne lub znajomość dynamiki organizacyjnej.

3.2 Efekty uczenia się (W/U/K)

Wiedza – Student zna i rozumie:

W1. dynamikę współpracy międzyorganizacyjnej w symbiozie przemysłowej (IS), w tym potrafi identyfikować i profilować typowe typy partnerów (MŚP, przedsiębiorstwa użyteczności publicznej, samorządy, operatorzy gospodarki odpadami). Rozumie złożone problemy zrównoważonego rozwoju oraz ich ewolucję, dostrzegając, że elementy systemu zachowują się inaczej analizowane w izolacji, a inaczej w ramach szerszego systemu.

W2. zasady budowania zaufania, uzgadniania interesów oraz zachowań kooperacyjnych w środowiskach wielointeresariuszowych.

W3. typowe źródła oporu wobec zmian oraz strategie behawioralne służące adresowaniu i ograniczaniu oporu w początkowych inicjatywach IS.

W4. strukturę, cel oraz kluczowe elementy podstawowego memorandum o współpracy (MoU) służącego określeniu warunków współpracy.

W5. podstawowe zasady negocjacji, komunikacji perswazyjnej oraz lobbingu w partnerstwach biznesowych istotnych dla symbiozy przemysłowej.

Umiejętności – Student potrafi:

U1. mapować i dokumentować interesariuszy z wykorzystaniem prostych narzędzi (np. szablonów, macierzy), identyfikując ich interesy, wpływ, potencjalny wkład oraz bariery istotne dla inicjatyw symbiozy przemysłowej.

U2. komunikować się profesjonalnie w formie pisemnej i ustnej, w tym: przygotowywać wiadomości inicjujące kontakt, opracowywać scenariusze spotkań, prowadzić rozmowy rozpoznawcze oraz przygotowywać się do wizyt w lokalizacjach potencjalnych partnerów.

U3. facylitować działania współpracy na wczesnym etapie, prowadząc rozmowy wprowadzające, zarządzając interakcjami w małych grupach oraz wspierając dialog między zróżnicowanymi aktorami organizacyjnymi.

U4. stosować podstawowe techniki negocjacyjne i perswazyjne w celu adresowania obaw, zarządzania zastrzeżeniami oraz budowania wspólnego rozumienia wśród potencjalnych partnerów IS.

U5. opracować proste memorandum o współpracy (MoU), które jasno określa role, oczekiwania, potencjalne wymiany zasobów, ryzyka oraz obopólne korzyści.

U6. wykorzystywać techniki budowania zaufania, aktywnego słuchania oraz przeformułowania, aby angażować niechętnych lub sceptycznych partnerów i wzmacniać dynamikę współpracy na wczesnym etapie.

Kompetencje społeczne (autonomia i odpowiedzialność) – Student jest gotów do:

K1. brania odpowiedzialności za planowanie i realizację działań ukierunkowanych na pozyskanie partnerów, w tym: wstępne rozpoznanie, przygotowanie spotkań oraz terminowe działania następcze.

K2. przewidywania możliwego oporu lub nieporozumień w trakcie wymian międzyorganizacyjnych oraz dostosowywania strategii komunikacyjnych w celu utrzymania zaufania, jasności przekazu i konstruktywnego zaangażowania.

K3. profesjonalnego, etycznego i dyplomatycznego reprezentowania organizacji w kontaktach z interesariuszami zewnętrznymi, zapewniając transparentną i pełną szacunku komunikację.

K4. eskalowania złożonych, wrażliwych lub prawnych kwestii do przełożonych lub liderów projektu, przy jednoczesnym samodzielnym podtrzymywaniu dynamiki działań we wczesnych procesach współpracy.

K5. proaktywnego angażowania się we współpracę z partnerami poprzez inicjatywę, wytrwałość oraz praktykę refleksyjną, aby wzmacniać skuteczność współpracy w kontekstach IS.

3.3 Orientacyjny harmonogram realizacji modułu / harmonogram prowadzenia zajęć

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane materiały	Rekomendowane metody
1	Wprowadzenie do relacji międzyorganizacyjnych w symbiozie przemysłowej (IS)	Wkład teoretyczny + warsztat	Przegląd partnerstw IS; rozpoznawanie typów partnerów (MŚP, przedsiębiorstwa użyteczności publicznej, samorządy, operatorzy gospodarki odpadami); wprowadzenie do złożonych problemów zrównoważonego rozwoju oraz zachowania systemu („elementy zachowują się inaczej w izolacji niż w ramach systemu”).	W1, W3	Studia przypadków (np. eco-industrial parks, ECO3)	Interaktywny wykład; moderowana dyskusja; wprowadzająca analiza scenariuszowa
2	Mapowanie interesariuszy i podstawy angażowania interesariuszy	Wkład teoretyczny + warsztat	Teoria angażowania interesariuszy (model Freemana, model istotności, siatki interes/wpływ); mapowanie interesów, wpływu, motywacji i barier aktorów; identyfikowanie	W1, W2, U1, U3	Szablony mapowania interesariuszy; studia przypadków IS	Interaktywny wkład teoretyczny; praktyczne laboratorium mapowania; ćwiczenia w małych grupach

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane materiały	Rekomendowane metody
			potencjału współpracy w ekosystemach IS.			
3	Budowanie zaufania i strategii komunikacji	Wkład + odgrywanie ról	Budowanie relacji w środowiskach wielointeresariuszowych; style komunikacji; zaufanie i wzajemność; ramowanie i aktywne słuchanie. Zastosowanie w interakcjach IS na wczesnym etapie.	W2, U2, U3, U6	Zestaw narzędzi komunikacyjnych: krótkie lektury o budowaniu zaufania	Symulacje z odgrywaniem ról; informacja zwrotna rówieśnicza; moderowana dyskusja
4	Opór wobec zmian i techniki perswazji	Warsztat	Rodzaje oporu organizacyjnego i behawioralnego; praca z zastrzeżeniami; strategii perswazji i wywierania wpływu; przeformułowanie korzyści dla niechętnych partnerów.	W3, U4, U6	Zestaw scenariuszy oporu	Symulacje oparte na przypadkach; mikroćwiczenia; informacja zwrotna prowadzącego
5	Pozyskiwanie partnerów i działania angażujące na wczesnym etapie	Wkład + warsztat	Przygotowywanie wiadomości inicjujących kontakt; planowanie rozmów wprowadzających; przygotowanie i facylitacja wizyt w lokalizacjach; zarządzanie	U2, U3, K1	Szablony wiadomości i scenariuszy rozmów	Laboratorium pisania; symulacje w parach; praktyczne ćwiczenia komunikacyjne

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane materiały	Rekomendowane metody
			wczesnymi interakcjami z różnymi aktorami.			
6	Podstawy negocjacji w kontekstach IS	Wkład + symulacja	Zasady negocjacji typu wygrana–wygrana; rozróżnienie interesów i stanowisk; ramowanie propozycji; negocjowanie warunków wczesnej współpracy.	W5, U4, U6	Przykłady przypadków negocjacyjnych	Ustrukturyzowane symulacje negocjacyjne; refleksja zespołowa
7	Opracowanie memorandum o współpracy (MoU)	Warsztat	Cel i struktura MoU; redagowanie zapisów (role, przepływy, ryzyka, korzyści, poufność, kolejne kroki); przegląd rówieśniczy projektów.	W4, U5	Szablon MoU	Zespołowa sesja opracowania dokumentu; warsztat oceny rówieśniczej
8	Projekt angażowania partnerów w środowisku pracy	Samodzielna praca kierowana z mentoringiem	Wybór rzeczywistego lub hipotetycznego partnera; opracowanie profilu interesariusza, planu zaangażowania, przykładów komunikacji oraz wstępnych zapisów MoU.	U1–U6, K1–K5	Dane i kontekst miejsca pracy	Mentoring tutora; iteracyjna informacja zwrotna; samodzielne rozwijanie projektu

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane materiały	Rekomendowane metody
9	Ocena końcowa i refleksja	Ocena	Złożenie planu angażowania partnerów; nagrane odgrywanie ról symulujące negocjacje z niechętnym partnerem; krótka sesja pytań i odpowiedzi dotycząca budowania zaufania i zarządzania oporem.	W1–W5, U1–U6, K1–K5	Kryteria oceniania; wytyczne dot. nagrania wideo	Omówienie ustne; przegląd wykonania; dyskusja refleksyjna

3.4. Metody dydaktyczne

Moduł przyjmuje podejście VET ukierunkowane na praktykę i uczenie się poprzez doświadczenie, zaprojektowane w celu wzmocnienia kompetencji interpersonalnych, komunikacyjnych i negocjacyjnych niezbędnych do współpracy międzyorganizacyjnej w symbiozie przemysłowej (IS). Metody dydaktyczne łączą krótkie wprowadzenia teoretyczne z działaniami praktycznymi, refleksją oraz zastosowaniem w środowisku pracy, aby wspierać rozwój umiejętności i kompetencji behawioralnych.

1. **Wkład teoretyczny:** krótkie, skoncentrowane prezentacje (10–25 minut) wprowadzające kluczowe pojęcia, takie jak teoria angażowania interesariuszy, budowanie zaufania, opór wobec zmian, komunikacja perswazyjna oraz zasady negocjacji. Wprowadzenia te dostarczają uczestnikom niezbędnych ram do świadomego udziału w aktywnościach praktycznych.
2. **Warsztaty:** uczestnicy analizują scenariusze interesariuszy, prowadzą mapowanie interesariuszy, opracowują wiadomości inicjujące kontakt oraz omawiają możliwe ścieżki współpracy. Warsztaty akcentują aktywne uczestnictwo, rozwiązywanie problemów i uczenie się przez działanie, umożliwiając zastosowanie pojęć teoretycznych w realistycznych sytuacjach.
3. **Odgrywanie ról i symulacje:** symulowane spotkania z partnerami, ćwiczenia negocjacyjne oraz scenariusze pracy z oporem pozwalają ćwiczyć komunikację, perswazję i facylitację w bezpiecznym środowisku. Odgrywanie ról obejmuje ustrukturyzowaną informację zwrotną od rówieśników i trenerów, wspierając samoświadomość i kompetencje behawioralne.
4. **Praca zespołowa i uczenie się rówieśnicze:** zespoły współpracują przy ćwiczeniach mapowania, opracowywaniu MoU, strategiach nawiązywania kontaktu oraz analizie przypadków. Uczenie się rówieśnicze wspiera wieloperspektywiczność i odzwierciedla dynamikę rzeczywistej współpracy międzyorganizacyjnej, rozwijając umiejętności miękkie, takie jak słuchanie, koordynacja i zarządzanie konfliktem.
5. **Uczenie się oparte na scenariuszach:** realistyczne studia przypadków (parki przemysłowe, klastry lokalne, partnerstwa samorządowe) umożliwiają analizę barier, szans oraz dynamiki relacyjnej w symbiozie przemysłowej (IS). Uczenie się oparte na scenariuszach wspiera podejmowanie decyzji, myślenie systemowe oraz praktyczne rozwiązywanie problemów.
6. **Trening mikro-umiejętności:** poprzez krótkie ćwiczenia praktyczne (np. konstruowanie tematów wiadomości e-mail, przećwiczenie pierwszych zdań rozmów telefonicznych, streszczanie stanowiska partnera) uczestnicy doskonalą konkretne umiejętności komunikacyjne i facylitacyjne niezbędne do skutecznego nawiązywania kontaktu i angażowania partnerów.

7. **Praktyka refleksyjna:** uczestnicy analizują swoje działania po ćwiczeniach z odgrywaniem ról, identyfikują mocne i słabe strony oraz wyznaczają obszary rozwoju. Refleksja wspiera ciągły rozwój kompetencji, autonomię oraz dojrzałość w prowadzeniu kontaktów zawodowych.
8. **Uczenie się w środowisku pracy:** uczestnicy stosują treści modułu w miejscu pracy lub w symulowanym środowisku zawodowym, profilując rzeczywistego lub potencjalnego partnera, przygotowując plan zaangażowania oraz opracowując treść MoU. Rozwiązanie to łączy teorię z autentyczną praktyką i zwiększa przydatność modułu dla ról zawodowych.
9. **Mentoring i informacja zwrotna:** trenerzy przekazują spersonalizowaną informację zwrotną dotyczącą przykładów komunikacji, strategii zaangażowania oraz projektów MoU. Mentoring wzmacnia transfer uczenia się i buduje pewność uczestników w prowadzeniu rzeczywistych sytuacji współpracy.

3.5. Metody oceniania i dowody osiągnięcia efektów uczenia się

Strategia oceniania w module łączy elementy kształtujące i podsumowujące, aby ocenić zdolność uczestników do skutecznego angażowania się w procesy współpracy międzyorganizacyjnej istotne dla symbiozy przemysłowej (IS). Ocenianie obejmuje nie tylko rozumienie treści, lecz także umiejętności komunikacyjne, kompetencje behawioralne oraz zdolność stosowania narzędzi i metod w realistycznych uwarunkowaniach.

- Udział i zaangażowanie – 30% (ocenianie kształtujące i podsumowujące). Uczestnicy są oceniani na podstawie aktywnego udziału w warsztatach, ćwiczeniach z odgrywaniem ról, dyskusjach, działaniach mapowania interesariuszy oraz ćwiczeniach mikro-umiejętności.

Oceniane kompetencje: komunikacja, współpraca, zachowanie profesjonalne, praktyka refleksyjna.

Dowody: notatki obserwacyjne trenera, informacja zwrotna rówieśnicza, rejestr udziału.

Plan angażowania partnera – 40% (ocenianie podsumowujące). Każdy uczestnik opracowuje ustrukturyzowany plan angażowania rzeczywistego lub hipotetycznego partnera zewnętrznego, powiązany z możliwością symbiozy przemysłowej. Plan obejmuje: i) profil interesariusza i mapowanie; ii) identyfikację interesów, obaw i wpływu; iii) wiadomość e-mail/komunikat inicjujący kontakt; iv) zarys rozmowy rozpoznawczej lub spotkania; v) harmonogram działań; vi) projekt fragmentu MoU (role, korzyści, ryzyka, kolejne kroki).

Oceniane kompetencje: analiza interesariuszy, strategia komunikacji, planowanie ustrukturyzowane, rozumienie komponentów MoU.

Dowody: raport pisemny (1 000–1 500 słów), przykłady komunikacji, mapy interesariuszy, projekt MoU.

- Symulacja z odgrywaniem ról + refleksja ustna – 30% (ocenie podsumowujące). Uczestnicy nagrywają lub odgrywają symulowaną interakcję z niechętnym partnerem (spotkanie wstępne, negocjacje, praca z zastrzeżeniami lub scenariusz komunikacji perswazyjnej).

Następnie odbywa się krótka sesja pytań i odpowiedzi, podczas której uczestnik wyjaśnia: uzasadnienie doboru strategii komunikacyjnych; sposób budowania zaufania; sposób pracy z oporem; elementy wymagające poprawy.

Oceniane kompetencje: negocjacje, perswazja, aktywne słuchanie, adaptacja behawioralna, profesjonalna reprezentacja.

Dowody: nagranie wideo lub symulacja na żywo (5–10 minut); omówienie ustne (5 minut); arkusz oceny wypełniony przez trenera.

3.6. Literatura

- Chertow, M. (2000). *Industrial Symbiosis: Literature and taxonomy*.
- Paquin, R., & Howard-Grenville, J. (2012). *The evolution of facilitated industrial symbiosis*.
- Lombardi, D., & Laybourn, P. (2012). *Redefining Industrial Symbiosis*.
- Fraccascia, L., Giannoccaro, I., & Albino, V. (2017). *Industrial symbiosis: Uncovering the synergy potential*.
- European Commission. *Circular Economy Action Plan* (policy context). Cropper, S., et al. (2008). *The Oxford Handbook of Inter-Organizational Relations*.
- Huxham, C., & Vangen, S. (2005). *Managing to Collaborate: The Theory and Practice of Collaborative Advantage*.
- Ring, P. S., & Van de Ven, A. (1994). *Developmental processes of cooperative interorganizational relationships*.
- Freeman, R. E. (1984). *Strategic Management: A Stakeholder Approach*.
- Mitchell, R., Agle, B., & Wood, D. (1997). *Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience*.
- Bryson, J. (2018). *Strategic Planning for Public and Nonprofit Organizations* (stakeholder tools).
- Gray, B. (1989). *Collaborating: Finding Common Ground for Multiparty Problems*.
- Kaner, S. (2014). *Facilitator's Guide to Participatory Decision-Making*.
- Dahlman, C., & Simkins, B. (2016). *Communication and Negotiation in a Global Context*.

4. Ramowy szablon programu nauczania – VET (EQF5)

Tytuł modułu 4: Podstawy sztucznej inteligencji (AI) i uczenia maszynowego (ML)

Poziom ERK (EQF): 5

Punkty ECVET: 3

Łączny nakład pracy (godziny): 75

Jednostka prowadząca: dostawcy usług VET

4.1 Opis modułu

Moduł wprowadza podstawowe pojęcia oraz praktyczne zastosowania sztucznej inteligencji (AI) i uczenia maszynowego (ML) w kontekście symbiozy przemysłowej (IS). Zapewnia uczestnikom jasne, operacyjne rozumienie modelowania predykcyjnego, rozpoznawania wzorców, grupowania (klasteryzacji) oraz wspomagania decyzji opartego na pulpitych (dashboardach), ze szczególnym uwzględnieniem typów danych przemysłowych typowo dostępnych w MŚP. Moduł umożliwia interpretację prognoz, identyfikowanie trendów i anomalii oraz przekładanie wyników analiz na praktyczne rekomendacje wspierające efektywność zasobową, równoważenie podaży i popytu oraz optymalizację wymian symbiotycznych.

Uczestnicy analizują, w jaki sposób narzędzia wspierane przez AI mogą usprawniać procesy decyzyjne w klastrach przemysłowych, w tym jak radzić sobie z niepewnością, unikać błędnej interpretacji oraz stosować etyczne i odpowiedzialne praktyki pracy z danymi w przypadku zbiorów wrażliwych lub niekompletnych. Moduł wzmacnia także umiejętności komunikacji i raportowania poprzez ćwiczenia wymagające jasnego wyjaśniania wyników analiz interesariuszom niebędącym ekspertami.

Jako element ścieżki SymbioTech VET moduł rozwija podstawowe pojęcia IS przedstawione wcześniej w programie i przygotowuje do modułów skoncentrowanych na narzędziach cyfrowych, wdrażaniu systemu zarządzania środowiskowego (EMS) oraz optymalizacji energii i zasobów. Nie jest wymagane wcześniejsze doświadczenie w zakresie AI ani programowania; przydatna jest podstawowa znajomość danych IS oraz procesów przemysłowych.

4.2 Efekty uczenia się (W/U/K)

Wiedza – Student zna i rozumie:

W1. podstawowe zasady sztucznej inteligencji (AI) i uczenia maszynowego (ML) istotne dla symbiozy przemysłowej (IS), w tym uczenie nadzorowane i nienadzorowane (prognozowanie, grupowanie).

W2. główne typy danych IS wykorzystywanych w analizie predykcyjnej, takie jak przepływy materiałowe, zużycie energii, zmienność produkcji oraz strumienie odpadów.

W3. sposób działania pulpitów (dashboardów) jako narzędzi wspomagania decyzji, w tym ich elementy składowe, filtry, zmienne oraz logikę okien czasowych.

W4. typowe ograniczenia modeli oraz źródła stronniczości.

W5. zasady etycznej i odpowiedzialnej pracy z danymi przy wykorzystaniu narzędzi wspieranych przez AI, w tym transparentność, niepewność oraz ograniczenia modeli predykcyjnych.

Umiejętności – Student potrafi:

Upon successful completion, learners can:

U1. weryfikować dane wejściowe, identyfikować anomalie oraz sygnalizować wątpliwe wzorce przed rozpoczęciem analizy.

U2. interpretować wyniki modeli prognozowania i grupowania stosowanych do zbiorów danych IS, identyfikując trendy, anomalie oraz obszary krytyczne.

U3. konfigurować i wykorzystywać szablony pulpitów (dashboardów) do analizy danych przemysłowych, zmieniać parametry oraz eksplorować różne widoki analityczne.

U4. formułować jasne, oparte na dowodach wyjaśnienia wyników analiz w formie pisemnej i ustnej dla menedżerów MŚP oraz personelu operacyjnego.

U5. opracowywać użyteczne rekomendacje łączące wnioski predykcyjne z wykonalnymi decyzjami w ramach IS oraz działaniami optymalizacyjnymi.

Kompetencje społeczne (autonomia i odpowiedzialność) – Student jest gotów do:

K1. samodzielnego wykorzystywania pulpitów wspieranych przez AI do informowania i uzasadniania decyzji związanych z IS w kontekście operacyjnym.

K2. oceny wykonalności oraz konsekwencji rekomendacji generowanych przez AI, z uwzględnieniem ograniczeń MŚP, niepewności oraz aspektów etycznych.

K3. jasnego i odpowiedzialnego komunikowania wyników analiz osobom niebędącym ekspertami, wspierając współdecydowanie i pracę zespołową.

K4. refleksyjnego odnoszenia się do ograniczeń i ryzyk narzędzi predykcyjnych oraz odpowiedniego dostosowywania rekomendacji.

4.3 Orientacyjny harmonogram realizacji modułu / harmonogram



Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane lektury/ materiały	Rekomendowane metody
1	Wprowadzenie do AI w IS	Wykład	Przegląd AI, ML, uczenia głębokiego (DL) oraz ich znaczenia dla symbiozy przemysłowej (IS); rozdzielenie uczenia nadzorowanego i nienadzorowanego.	W1	Wprowadzające, nietechniczne artykuły o AI/ML; lektura dotycząca rozróżnień między AI, ML i DL. Hyndman & Athanasopoulos (2021), Forecasting: Principles and Practice — rozdz. 1 (wprowadzenie). Patel & Dave (2019) — część wprowadzająca.	Wykład interaktywny; pytania kierowane
2	Typy danych IS i kontekst	Warsztat	Analiza zbiorów danych IS (przepływy materiałowe, rejstry zużycia energii, dane transportowe); identyfikowanie typów danych i struktur.	W2, U1	Lektura o kategoriach danych IS; krótkie przykłady źródeł danych w środowisku przemysłowym. Yeo i in. (2020), Tools for Promoting Industrial Symbiosis — części o narzędziach danych. Järvenpää (2021) — wybrane fragmenty o IS i cyfryzacji.	Warsztat praktyczny; dyskusja w małych grupach

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane lektury/ materiały	Rekomendowane metody
3	Gotowość danych i jakość danych	Wykład	Dojrzałość danych w MŚP; braki danych, niespójności, szum; konsekwencje dla wykorzystania AI.	W4, U1	Tekst o zasadach jakości danych; krótki artykuł o wyzwaniach danych w MŚP. Hyndman & Athanasopoulos (2021) — rozdz. 2–3 (podstawy szeregów czasowych i proces prognozowania).	Wykład interaktywny; przykłady oparte na przypadkach
4	Ład danych i etyka	Seminarium / e-learning	Etyczne wykorzystanie danych IS; prywatność, ład danych oraz odpowiedzialne praktyki w pracy z danymi.	W4, W5	Lektury dotyczące ładu danych, prywatności i zasad etycznych; podsumowania wytycznych UE/sektorowych. Patel & Dave (2019), Applications of K- means Clustering — części koncepcyjne.	Analiza moderowana; dyskusja refleksyjna

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane lektury/ materiały	Rekomendowane metody
5	Podstawy prognostowania	Wykład	Regresja jako podejście do prognostowania; sezonowość, zmienność i niepewność w danych IS.	W1, U2	Przystępny poradnik prognostowania; artykuł o niepewności prognost. Hyndman & Athanasopoulos (2021) — rozdz. 3 (kroki prognostowania).	Wykład; przykłady konceptyjne z omówieniem
6	Konceptyjna demonstracja prognostowania	Warsztat	Demonstracja logiki prognostowania na przykładach arkuszy; interpretacja podstawowych wyników.	U1, U2, U4	Lektura o logice wejście–wyjście w prognostowaniu; krótki przypadek zastosowania. Mittelstadt (2019) — fragmenty o odpowiedzialnej interpretacji.	Warsztat praktyczny; zadanie prowadzone przez instruktora
7	Wprowadzenie do grupowania (klasteryzacji)	Wykład	Konceptyjne ujęcie grupowania; rozumienie obszarów krytycznych, segmentów i anomalii w przepływach IS.	W1, U2	Wprowadzenie do grupowania (bez aparatu matematycznego); przykłady przypadków IS. Patel & Dave (2019) — przykłady grupowania.	Wykład interaktywny; demonstracja wizualna

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane lektury/ materiały	Rekomendowane metody
8	Laboratorium interpretacji grupowania	Warsztat	Praca z gotowymi wizualizacjami grupowania; interpretacja klastrow i anomalii.	U2, U5	Krótkie lektury o rozpoznawaniu wzorców; studium przypadku wykrywania anomalii. Järvenpää (2021) — przypadki pokazujące przepływy analizy cyfrowej IS.	Laboratorium praktyczne; wspólna interpretacja
9	Struktura pulpitu (dashboardu) i konfiguracja szablonu	Warsztat	Elementy pulpitu (zmiennie, filtry, okna czasowe); logika konfiguracji; wczytywanie danych IS do szablonu.	W3, U3	Przewodnik tekstowy po elementach pulpitu; lektura o decyzjach konfiguracyjnych. Few (2006), Information Dashboard Design — rozdz. 1–2.	Warsztat moderowany; pytania i odpowiedzi rówieśnicze
10	Interpretacja pulpitu (dashboardu) i analiza moderowana	Warsztat	Odczytywanie wizualizacji; interpretacja trendów i prognoz; diagnozowanie błędów, ograniczeń i niepewności.	U1, U3	Lektury o interpretacji pulpitów; artykuł o rozdzielaniu sygnału i szumu. Few (2012), Show Me the Numbers — wybrane fragmenty o budowie tabel i wykresów.	Analiza moderowana; dyskusja oparta na przypadkach

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane lektury/ materiały	Rekomendowane metody
11	Logika decyzji wspieranej przez AI	Wykład / warsztat	łączenie prognoz z decyzjami operacyjnymi w IS; równoważenie podaży i popytu; ocena wykonalności.	U2, U4	Lektury o wspomaganii decyzji w systemach cyrkularnych; artykuły o wykonalności w MŚP. Knafllic (2015), Storytelling with Data — rozdziały o interpretacji i ramowaniu wniosków.	Wykład + omówienie scenariusza
12	Ćwiczenie decyzyjne oparte na scenariuszu	Praca grupowa	Zastosowanie wyników predykcyjnych do scenariusza decyzyjnego; ocena wykonalności w realiach MŚP.	U5, K1	Opis przypadku do scenariusza; lektura o uzasadnianiu decyzji. Yeo i in. (2020) — wybrane przykłady narzędzi/wspomagania decyzji.	Zespołowe rozwiązywanie problemów; facylitacja prowadzącego

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane lektury/ materiały	Rekomendowane metody
13	Formułowanie rekomendacji opartych na dowodach	Warsztat	Opracowywanie krótkich not analitycznych; strukturyzowanie argumentacji opartej na danych; wiązanie rekomendacji z dowodami.	U4, U5, K2, K4	Poradnik tworzenia rekomendacji; lektura o komunikacji biznesowej. Mittelstadt (2019), Principles of AI Ethics.	Warsztat pisania; cykle informacji zwrotnej
14	Komunikowanie niepewności i etyki	Seminarium	Odpowiedzialne komunikowanie niepewności; etyczne ramowanie wniosków wspieranych przez AI.	W5, K3	Lektura o komunikowaniu niepewności; komentarz etyczny. Knaflitz (2015) — fragmenty o klarowności komunikacji.	Seminarium oparte na przypadkach; dyskusja refleksyjna

Lp.	Jednostka / tytuł sekcji	Rodzaj zajęć	Temat / aktywność	Planowane efekty uczenia się (W/U/K)	Wymagane lektury/ materiały	Rekomendowane metody
15	Sesja projektowa i praca pod nadzorem	Sesja mentoringowa / praca projektowa	Uruchomienie projektu (dobór zbioru danych, wykorzystanie szablonu pulpitu); praca nad interpretacjami i rekomendacjami pod nadzorem.	U5, K1, K2, K4	Opis projektu. Wcześniej wskazane materiały dydaktyczne.	Mentoring; praktyka pod nadzorem
16	Prezentacja końcowa i dyskusja	Ocena	Prezentacja interpretacji pulpitu i rekomendacji; pytania i odpowiedzi dotyczące logiki decyzji, wykonalności i etyki.	K2, K1, K2, K3, K4	Kryteria oceniania; lista kontrolna refleksji.	Prezentacja formalna; dzień prezentacji projektu

4.4 Metody dydaktyczne

Podejście do uczenia się

Moduł przyjmuje hybrydowe podejście do uczenia się, łączące aktywności synchroniczne (wykłady, dyskusje, warsztaty, laboratoria) z materiałami asynchronicznymi, z których uczestnicy mogą korzystać samodzielnie. Taka formuła wspiera zarówno bezpośrednią interakcję podczas zajęć prowadzonych, jak i pogłębioną refleksję dzięki pracy we własnym tempie. Elementy asynchroniczne – lektury, noty informacyjne dotyczące danych oraz ustrukturyzowane przewodniki analityczne – umożliwiają powracanie do logiki prognozowania, zasad grupowania (klasteryzacji) oraz technik interpretacji danych, aby utrwalić rozumienie treści.

Kluczowe metody dydaktyczne

Metody dydaktyczne obejmują interaktywne wykłady wprowadzające podstawowe pojęcia AI/ML, seminaria poświęcone etyce danych i niepewności oraz studia przypadków ilustrujące wykorzystanie narzędzi predykcyjnych w kontekstach symbiozy przemysłowej (IS). Warsztaty i laboratoria praktyczne zapewniają ustrukturyzowane możliwości ćwiczenia interpretacji prognoz, identyfikowania anomalii oraz konfigurowania szablonów pulpitu (dashboardów). Zadania zespołowe oparte na scenariuszach rozwijają wspólne rozumowanie, natomiast praca projektowa umożliwia zastosowanie metod analitycznych do realistycznych kontekstów danych MŚP oraz opracowanie rekomendacji opartych na dowodach.

Podejścia wspierające aktywne uczenie się i zastosowanie praktyczne

Aktywności dydaktyczne zaprojektowano tak, aby wspierać aktywne zaangażowanie i stopniowy rozwój umiejętności. Warsztaty i laboratoria pozwalają pracować bezpośrednio z szablonami i zbiorami danych, przekładając pojęcia abstrakcyjne na kompetencje operacyjne. Dyskusje oparte na przypadkach oraz zadania scenariuszowe wspierają myślenie krytyczne i zastosowanie wyników analiz w rzeczywistych sytuacjach decyzyjnych. Projekt końcowy integruje wiedzę, umiejętności i kompetencje społeczne, wymagając od uczestników samodzielnej interpretacji wyników predykcyjnych, uzasadniania decyzji, uwzględniania niepewności oraz jasnego komunikowania wniosków, co odzwierciedla poziom autonomii i odpowiedzialności oczekiwany na poziomie ERK (EQF) 5.

4.5 Metody oceniania i dowody osiągnięcia efektów uczenia się

Podejście do oceniania

Ocenianie w module łączy elementy kształtujące i podsumowujące w celu weryfikacji rozwoju wiedzy, umiejętności praktycznych oraz kompetencji analitycznych, zgodnych z zakładanymi efektami uczenia się. Ocenianie kształtujące jest wbudowane w przebieg modułu, aby zapewnić ciągłą informację

zwrotną, wspierać uczestników w interpretacji wyników predykcyjnych oraz rozwijać kompetencje w zakresie korzystania z pulpitów (dashboardów), interpretacji danych i komunikowania wniosków. Ocenianie podsumowujące obejmuje ustrukturyzowany projekt końcowy, w którym uczestnicy interpretują zbiory danych symbiozy przemysłowej z wykorzystaniem szablonu pulpitu, przygotowują zestaw rekomendacji opartych na dowodach oraz wykazują refleksyjne rozumienie niepewności i aspektów etycznych.

Ocenianie kształtujące

Zadania w ramach oceniania kształtującego obejmują krótkie ćwiczenia analityczne realizowane podczas warsztatów i laboratoriów, takie jak interpretacja trendów w widokach pulpitu, identyfikowanie anomalii, weryfikacja problemów jakości danych oraz formułowanie wstępnych stwierdzeń analitycznych. Dodatkowo, elementy kształtujące obejmują udział w dyskusjach przypadków, wkład w zespołową pracę scenariuszową oraz krótkie refleksje pisemne odnoszące się do niepewności i aspektów etycznych narzędzi predykcyjnych. Aktywności te nie są oceniane stopniem, lecz dostarczają kluczowej informacji zwrotnej, umożliwiając utrwalenie rozumienia przed oceną końcową.

Ocenianie podsumowujące

Ocenianie podsumowujące opiera się na projekcie indywidualnym integrującym wszystkie elementy modułu. Uczestnicy uzupełniają szablon pulpitu na podstawie udostępnionego zbioru danych, interpretują wyniki predykcyjne (np. trendy, anomalie, obszary krytyczne) oraz przygotowują krótką notę rekomendacyjną adresowaną do decydenta w MŚP. Ocenianie kończy się prezentacją oraz dyskusją ustną, w trakcie których uczestnicy uzasadniają tok rozumowania, wyjaśniają wybory konfiguracyjne, komunikują niepewność oraz odpowiadają na pytania dotyczące wykonalności i konsekwencji etycznych. Stosowany jest ustrukturyzowany arkusz oceny, zapewniający transparentność i spójność w weryfikacji poprawności analitycznej, klarowności komunikacji, uzasadnienia decyzji, świadomości etycznej oraz ogólnego poziomu kompetencji.

Wagi składowych oceny

Na ocenę końcową składają się:

- **Składowa kształtująca: 30%**
 - o ćwiczenia warsztatowe/laboratoryjne (zadania interpretacyjne)
 - o krótkie refleksje pisemne dotyczące niepewności/etyki
 - o wkład w zespołową pracę scenariuszową
- **Składowa podsumowująca: 70%**
 - o interpretacja pulpitu i nota rekomendacyjna (45%)
 - o prezentacja i dyskusja ustna (25%)

Formative components contribute to the final grade to recognise the importance of continuous engagement and skill development, while the summative project ensures that learners can independently apply AI-supported analytical methods in an industrial symbiosis context. Evaluation criteria include accuracy and appropriateness of interpretation, correct identification of anomalies and limitations, clarity and relevance of recommendations, coherence of communication, ethical awareness, and reflective justification of decisions.

4.6 Literatura

Poniższe materiały wspierają kluczowe pojęcia oraz działania praktyczne realizowane w module. W zależności od wcześniejszej wiedzy uczestników oraz zakresu poszczególnych jednostek mogą być przypisywane wybrane rozdziały lub fragmenty.

Typ źródła	Tytuł źródła
Książka	<u>Few, S. (2006). <i>Information dashboard design: The effective visual communication of data</i>. O'Reilly Media.</u>
Książka	<u>Few, S. (2012). <i>Show me the numbers: Designing tables and graphs to enlighten</i> (2nd ed.). Analytics Press.</u>
Książka	<u>Knaflic, C. N. (2015). <i>Storytelling with data: A data visualization guide for business professionals</i>. Wiley.</u>
Podręcznik	<u>Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). <i>Forecasting: Principles and practice</i> (3rd ed.). OTexts.</u> (Zalecane rozdziały: Wprowadzenie; Wizualizacja szeregów czasowych; Proces prognozowania)
Artykuł	<u>Patel, H., & Dave, C. (2019). <i>Applications of K-means clustering algorithm: A review</i>. International Journal of Computer Science and Mobile Computing, 8(5), 182–191.</u>
Artykuł	<u>Järvenpää, A.-M. (2021). <i>Industrial symbiosis, circular economy and Industry 4.0</i>. Polish Academy of Sciences Publications, 69–76.</u> Uwaga: Należy wykorzystać wybrane fragmenty odnoszące się do cyfryzacji i wykorzystania danych.
Artykuł	<u>Yeo, Z., Low, J. S. C., & Tan, P. S. (2020). <i>Tools for promoting industrial symbiosis: A systematic review</i>. Waste and Resources Action Programme (WRAP) / University of Warwick.</u>
Książka	<u>Mittelstadt, B. (2019). <i>Principles of artificial intelligence ethics: A guide for practitioners</i>. Oxford Internet Institute.</u>

W celu pogłębienia procesu uczenia się można dodatkowo wykorzystać następujący zestaw materiałów:

Typ źródła	Tytuł źródła
------------	--------------



- Książka Géron, A. (2019). Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow (2nd ed.). O'Reilly Media.
- Książka Flach, P. (2012). Machine learning: The art and science of algorithms that make sense of data. Cambridge University Press.
- Artykuł Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. Pattern Recognition Letters, 31(8), 651–666.
- Artykuł Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly detection: A survey. ACM Computing Surveys, 41(3), 1–58.
- Artykuł Machine learning-assisted industrial symbiosis: Testing the ability of word vectors to estimate similarity for material substitutions - Davis - 2022 - Journal of Industrial Ecology
- Artykuł Bin, S., Yeo, Z., Low, J. S. C., Koh, D., Kurle, D., Cerdas, F., & Herrmann, C. (2015). A big data analytics approach to develop industrial symbioses in large cities. Procedia CIRP, 29, 450–455.

5. Ramowy szablon programu nauczania – VET (EQF5)

Tytuł modułu 5: Podstawy technologii blockchain

Poziom EQF: 5

Punkty ECVET: 3

Całkowity nakład pracy (godziny): 75

Instytucja realizująca: instytucje kształcenia i szkolenia zawodowego (VET)

5.1 Opis modułu

Moduł wprowadza praktyczne zastosowanie technologii blockchain w celu wspierania przejrzystej identyfikowalności (traceability) w łańcuchach wartości gospodarki o obiegu zamkniętym oraz symbiozy przemysłowej. Zapewnia osobom uczącym się jasne, operacyjne zrozumienie sposobu, w jaki systemy blockchain typu *permissioned* rejestrują dane na poziomie partii, zabezpieczają dokumentację oraz dostarczają weryfikowalnych dowodów na potrzeby audytów, certyfikacji oraz współpracy pomiędzy wieloma interesariuszami.

Moduł koncentruje się na kompetencjach identyfikowalności opartych na blockchainie, wymaganych w cyfrowej praktyce symbiozy przemysłowej: wprowadzaniu i aktualizowaniu informacji o partiach, dołączaniu dokumentów potwierdzających, generowaniu kodów QR, weryfikacji zapisów rejestru oraz wyjaśnianiu wyników identyfikowalności partnerom biznesowym lub audytorom. Uczestnicy poznają, w jaki sposób blockchain zwiększa zaufanie w wymianach zasobów, wspiera Cyfrowe Paszporty Produktów (DPP) oraz ogranicza luki informacyjne w sieciach symbiotycznych.

Moduł porusza również kwestie etyczne i zarządcze, w tym odpowiedzialne zarządzanie danymi oraz ograniczenia technologii blockchain w sytuacjach, gdy dane źródłowe są niekompletne lub niewiarygodne.

Moduł bazuje na wcześniejszych szkoleniach VET z zakresu symbiozy przemysłowej i narzędzi cyfrowych oraz przygotowuje uczestników do kolejnych modułów obejmujących systemy zarządzania środowiskowego i optymalizację operacyjną. Nie jest wymagana wcześniejsza wiedza techniczna; pomocna (lecz niewymagana) jest podstawowa znajomość procesów przemysłowych lub praktyk dokumentacyjnych.

5.2 Efekty uczenia się (Learning Outcomes)

Wiedza

Po ukończeniu modułu uczestnik:

1. Rozumie podstawowe zasady działania technologii blockchain istotne dla symbiozy przemysłowej, w tym: rozproszone rejestry, sieci typu permissioned, bloki, transakcje, hasze oraz rolę niezmienności danych w zapewnianiu ich integralności (W1).
2. Wie, w jaki sposób blockchain wspiera przejrzystą identyfikowalność w cyrkularnych i symbiotycznych łańcuchach wartości, w tym rejestrowanie danych na poziomie partii, certyfikację cyfrową oraz powiązania z Cyfrowymi Paszportami Produktów (DPP) i raportowaniem zrównoważonego rozwoju (W2).
3. Rozumie strukturę i cel systemów blockchain typu permissioned (np. Hyperledger), w tym rolę uczestników, aktywa, transakcje oraz prawa dostępu (W3).
4. Jest świadomy zagadnień etycznych, zarządczych i związanych z ochroną danych przy rejestrowaniu i udostępnianiu danych identyfikowalności, w tym ryzyk, ograniczeń oraz operacyjnego znaczenia pojęcia „integralność danych”.
(kanon: etyka, zarządzanie danymi, przeciwdziałanie greenwashingowi) (W4).
5. Zna rodzaje dokumentów i danych typowo dołączanych do zapisów blockchain (np. identyfikatory partii, lokalizacja, znaczniki czasu, certyfikaty, dokumenty dostawy) oraz ich rolę w audytach i budowaniu zaufania interesariuszy (W5).

Umiejętności

Po ukończeniu modułu uczestnik potrafi:

6. Tworzyć i aktualizować zapisy identyfikowalności w środowisku blockchain typu permissioned, poprawnie wprowadzając dane partii, metadane oraz dokumenty wspierające (U1).
7. Generować i wykorzystywać kody QR powiązane z zapisami blockchain, zapewniając ich poprawne działanie w zakresie pobierania informacji identyfikowalności (U2).
8. Poruszać się w interfejsie opartym na Hyperledger lub środowisku low-code w celu wdrażania, testowania i weryfikacji prostych sieci biznesowych zgodnie z określonymi procedurami (U3).
9. Weryfikować poprawność zapisów blockchain, w tym kompletność rekordów, potwierdzenie hashy, dołączone dokumenty oraz spójność z danymi operacyjnymi (U4).
10. Interpretować wyniki identyfikowalności opartej na blockchainie, identyfikować luki lub niespójności oraz oceniać, co zapis blockchain potwierdza, a czego nie potwierdza (U5).

11. Przygotowywać jasne wyjaśnienia pisemne lub ustne dotyczące przepływów identyfikowalności dla interesariuszy MŚP, pokazując, jak blockchain wspiera przejrzystość, certyfikację i zaufanie (U6).

Kompetencje

Uczestnik potrafi:

12. Samodzielnie obsługiwać przepływ identyfikowalności oparty na blockchainie w kontekście MŚP lub symbiozy przemysłowej, zgodnie z obowiązującymi zasadami zarządzania i zarządzania danymi (K1).
13. Brać odpowiedzialność za integralność danych przy wprowadzaniu lub modyfikowaniu informacji identyfikowalności, zapewniając ich dokładność, kompletność i właściwą dokumentację (K2).
14. Stosować etyczne i odpowiedzialne praktyki w pracy z danymi wrażliwymi lub poufnymi, rozpoznając granice i ograniczenia ich wykorzystania (K3).
15. Przejrzystość komunikować dowody oparte na blockchainie partnerom, audytorom lub współpracownikom symbiozy przemysłowej, wspierając budowanie zaufania i zapobiegając błędnej interpretacji lub greenwashingowi (K4).
16. Ocenić, kiedy blockchain jest właściwym narzędziem dla danego potrzeby identyfikowalności, biorąc pod uwagę wymagania przejrzystości, złożoność wielostronną, potrzeby audytowe oraz dostępne alternatywy (K5).

5.3 Orientacyjny harmonogram zajęć

Lp	Nazwa jednostki / sekcji	Forma zajęć	Temat / aktywność	Efekty uczenia się	Wymagane materiały / lektury	Rekomendowane metody
1	Podstawy blockchaina dla identyfikowalności	Wykład	Wprowadzenie do rozproszonych rejestrów, bloków, transakcji i hashy; niezmiennosc danych; sieci typu <i>permissioned</i> i publiczne (ujęcie koncepcyjne); prowadzone przejście po interfejsie rejestru typu <i>permissioned</i> .	W1, W3, U3	Antonopoulos & Wood (2018); Komisja Europejska (2022); Francisco & Swanson (2018)	Interaktywny wykład; moderowana sesja pytań i odpowiedzi
2	Identyfikowalność w cyrkularnych symbiotycznych łańcuchach wartości	Wykład / seminarium	Rola identyfikowalności w symbiozie przemysłowej i gospodarce o obiegu zamkniętym; śledzenie partii; koncepcja DPP; wyzwania zaufania i przejrzystości; studia przypadków z łańcuchów cyrkularnych.	W2, W5	Komisja Europejska (2022); GS1 (2022); Francisco & Swanson (2018)	Dyskusja seminaryjna; analiza przypadków

5.3 Orientacyjny harmonogram zajęć						
Lp	Nazwa jednostki / sekcji	Forma zajęć	Temat / aktywność	Efekty uczenia się	Wymagane materiały / lektury	Rekomendowane metody
3	Koncepcje blockchaina typu <i>permissioned</i> (niezależne od narzędzia)	Wykład + demonstracja	Uczestnicy, aktywa, transakcje; prawa dostępu; koncepcja prostej sieci biznesowej; struktura danych w systemach typu <i>permissioned</i> .	W1, W3, W4	Antonopoulos & Wood (2018); WEF Blockchain Deployment Toolkit (2020)	Demonstracja; zadania obserwacyjne
4	Struktury danych identyfikowalności i typy dokumentów	Warsztat	Metadane partii: identyfikatory, znaczniki czasu, lokalizacja; załączanie dokumentów; dobór adekwatnych dowodów.	W2, W5	GS1 (2022); Komisja Europejska (2022); Francisco & Swanson (2018)	Przegląd dokumentów; krótkie ćwiczenia praktyczne
5	Laboratorium praktyczne I: tworzenie i aktualizacja zapisów rejestru	Warsztat / laboratorium	Wprowadzanie nowych rekordów w środowisku blockchain typu <i>permissioned</i> ; uzupełnianie pól identyfikowalności; poprawna aktualizacja zapisów.	U1, U4, W12	GS1 (2022); Antonopoulos & Wood (struktura bloków)	Prowadzone laboratorium; wsparcie instruktora

5.3 Orientacyjny harmonogram zajęć

Lp	Nazwa jednostki / sekcji	Forma zajęć	Temat / aktywność	Efekty uczenia się	Wymagane materiały / lektury	Rekomendowane metody
6	Laboratorium praktyczne II: załączanie dokumentów i poprawność metadanych	Warsztat / laboratorium	Dołączanie dokumentów; weryfikacja spójności metadanych; korygowanie błędnych wpisów zgodnie z zasadami zarządzania danymi.	U1, U4, W12, W13	GS1 (2022); WEF Blockchain Deployment Toolkit (2020)	Laboratorium praktyczne; weryfikacja równoległa
7	Powiązanie kodów QR z zapisami blockchain	Warsztat	Generowanie kodów QR; powiązanie z zapisami rejestru; testowanie procesu pobierania danych z perspektywy interesariuszy.	U2, W11	GS1 Digital Link (2020); GS1 (2022)	Warsztat praktyczny; testy scenariuszowe
8	Laboratorium weryfikacji i integralności danych	Laboratorium	Weryfikacja hashy i znaczników czasu; zrozumienie niezmienności danych; identyfikacja niekompletnych lub niespójnych zapisów; dokumentowanie korekt.	U3, U4, W10, W13, W14	Antonopoulos & Wood; GS1 (2022); WEF Deployment Toolkit	Analiza prowadzona; listy kontrolne

5.3 Orientacyjny harmonogram zajęć						
Lp	Nazwa jednostki / sekcji	Forma zajęć	Temat / aktywność	Efekty uczenia się	Wymagane materiały / lektury	Rekomendowane metody
9	Interpretacja zapisów i identyfikowalności i identyfikacja luk	Analiza	Interpretacja wyników rejestru; rozróżnienie tego, co blockchain potwierdza, a czego nie; konsekwencje dla audytu.	W10, W11, W15	Francisco & Swanson (2018); WEF Deployment Toolkit (2020); Komisja Europejska (2022)	Analiza przypadków; dyskusja moderowana
10	Ćwiczenie decyzyjne: kiedy blockchain, a kiedy inne narzędzia	Seminarium / praca grupowa	Kryteria decyzyjne: złożoność, liczba stron, potrzeby audytowe, wymagania przejrzystości; praca na przykładach.	W16, W10	WEF (2018); WEF Deployment Toolkit (2020)	Praca grupowa; mapowanie decyzji
11	Etyka, zarządzanie i odpowiedzialne wykorzystanie i identyfikowalności	Seminarium	Odpowiedzialne przetwarzanie danych; prywatność; dane wrażliwe; unikanie nadmiernych roszczeń środowiskowych; ograniczenia blockchajna.	W4, W14, W15	WEF Deployment Toolkit (2020); GS1 (2022); Deloitte (n.d.)	Dyskusja refleksyjna; analiza scenariuszy
12	Konsultacje projektowe, zadanie końcowe,	Mentoring + ocena	Projekt końcowy: pełny rekord identyfikowalności	U1, U2, U4, W11, W12–W16	Opis projektu; kryteria oceniania	Praca nad projektem; mentoring; prezentacja końcowa

5.3 Orientacyjny harmonogram zajęć						
Lp	Nazwa jednostki / sekcji	Forma zajęć	Temat / aktywność	Efekty uczenia się	Wymagane materiały / lektury	Rekomendowane metody
	prezentacja i egzamin ustny		(metadane + dokumenty + QR); weryfikacja; interpretacja wyników; prezentacja i dyskusja ustna.			

5.4 . Metody nauczania i uczenia się

Moduł realizowany jest w formule blended learning, łączącej zajęcia synchroniczne (wykłady, warsztaty, laboratoria, seminaria, konsultacje projektowe) z materiałami asynchronicznymi, które uczestnicy mogą realizować samodzielnie. Takie podejście umożliwia jednocześnie zapewnienie bieżącego wsparcia merytorycznego podczas zajęć praktycznych oraz utrwalanie wiedzy i umiejętności we własnym tempie.

Stosowane metody dydaktyczne obejmują interaktywne wykłady wprowadzające kluczowe koncepcje technologii blockchain i identyfikowalności, seminaria poświęcone zagadnieniom etycznym i zarządczym oraz zajęcia oparte na analizie przypadków, osadzające identyfikowalność w realnych łańcuchach wartości gospodarki o obiegu zamkniętym i symbiozy przemysłowej. Warsztaty oraz laboratoria praktyczne stanowią rdzeń modułu i zapewniają ustrukturyzowane możliwości ćwiczenia tworzenia zapisów rejestru, dołączania dokumentacji, generowania kodów QR oraz weryfikacji integralności danych w środowisku blockchain typu *permissioned*.

Analizy prowadzone oraz ćwiczenia scenariuszowe wspierają rozwój umiejętności interpretowania wyników identyfikowalności i kształtowania oceny, kiedy zastosowanie blockchaina jest zasadne, a kiedy należy rozważyć inne narzędzia. W całym module nacisk położony jest na aktywne uczenie się, dokładność, odpowiedzialność oraz zgodność z zasadami zarządzania danymi. Praca projektowa oraz prezentacje ustne wzmacniają kompetencje komunikacyjne, a jednocześnie przygotowują uczestników do samodzielnego, odpowiedzialnego stosowania narzędzi identyfikowalności w kontekście przemysłowym.

5.5 Metody oceniania i dowody osiągnięcia efektów uczenia się

Ocena w module łączy elementy formatywne i sumatywne w celu kompleksowej weryfikacji wiedzy, umiejętności praktycznych oraz kompetencji związanych z identyfikowalnością opartą na technologii blockchain.

Ocena formatywna

Ocena formatywna realizowana jest w trakcie trwania modułu i obejmuje:

- krótkie ćwiczenia praktyczne realizowane podczas warsztatów i laboratoriów (tworzenie zapisów, dołączanie dokumentów, weryfikacja danych, poruszanie się w interfejsie blockchain typu *permissioned*, identyfikacja elementów rekordu),
- aktywny udział w seminariach oraz dyskusjach grupowych dotyczących etyki, zarządzania danymi i podejmowania decyzji,
- zadania analityczne ukierunkowane na interpretację wyników identyfikowalności oraz identyfikację niekompletnych lub niespójnych zapisów,

- krótkie notatki refleksyjne dotyczące ograniczeń technologii, integralności danych lub zagadnień etycznych.

Elementy formatywne umożliwiają bieżące korygowanie błędów proceduralnych, wzmacniają umiejętności interpretacyjne oraz przygotowują uczestników do realizacji projektu końcowego.

Ocena sumatywna

Ocena sumatywna realizowana jest w formie indywidualnego projektu końcowego, obejmującego cztery komponenty:

1. Zadanie identyfikowalności (rekord rejestru + dokumentacja + kod QR)
Uczestnik tworzy lub aktualizuje kompletny rekord identyfikowalności w środowisku blockchain typu *permissioned*, obejmujący poprawne metadane, adekwatne dokumenty potwierdzające oraz działające powiązanie z kodem QR.
2. Weryfikacja i kontrola integralności
Uczestnik weryfikuje własny rekord, identyfikuje potencjalne problemy oraz dokumentuje korekty lub ograniczenia.
3. Krótki opis pisemny (interpretacja dowodów)
Zwięzłe wyjaśnienie tego, co zapis blockchain potwierdza, czego nie potwierdza oraz w jaki sposób wspiera przejrzystość dla interesariuszy.
4. Prezentacja i egzamin ustny
Krótka prezentacja końcowego rekordu, po której następuje egzamin ustny obejmujący decyzje projektowe, napotkane ograniczenia, wyniki weryfikacji oraz zagadnienia etyczne (np. wrażliwość danych, ryzyko nadmiernych roszczeń środowiskowych).

Wagi oceniania

- Ocena formatywna: 30%
(warsztaty, laboratoria, zadania refleksyjne, aktywność)
- Projekt końcowy (ocena sumatywna): 70%, w tym:
 - zadanie rejestrowe i integralność dokumentacji: 40%
 - opis pisemny (interpretacja i ograniczenia): 10%
 - prezentacja i egzamin ustny: 20%

Kryteria oceniania

- Poprawność i kompletność zapisu rejestru oraz metadanych.



- Prawidłowe wykorzystanie dokumentów potwierdzających i powiązań QR.
- Jakość weryfikacji i kontroli integralności (identyfikacja luk i ograniczeń).
- Jasność i poprawność interpretacji tego, co zapis blockchain demonstruje.
- świadomość etyczna i odpowiedzialne postępowanie z danymi wrażliwymi lub niekompletnymi.
- umiejętności komunikacyjne oraz zdolność wyjaśniania decyzji osobom nietechnicznym.
- poziom samodzielności, rzetelności i zgodności z zasadami zarządzania danymi.

Kryteria te odzwierciedlają nacisk EQF 5 na kompetencje stosowane, odpowiedzialne podejmowanie decyzji oraz klarowną komunikację w środowiskach wielostronnych.

5.6 Literatura

- **European Commission. (2022).** Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR): Overview. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sustainability/ecodesign-sustainable-products-regulation_en
- **Antonopoulos, A. M., & Wood, G. (2018).** *Mastering blockchain: Distributed ledger technology, decentralization, and smart contracts explained* (2nd ed.). O'Reilly Media.
- <https://learning.oreilly.com/library/view/mastering-blockchain-2nd/9781788839044/>
- **World Economic Forum. (2020).** *Blockchain deployment toolkit: A guide for enterprise adoption.*
- <https://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/index.html>
- **Francisco, K., & Swanson, D. (2018).** The supply chain has no clothes: Technology adoption of blockchain for supply chain transparency. *Logistics*, 2(1), 2.
- <https://doi.org/10.3390/logistics2010002>
- **GS1. (2022).** *Global traceability standard: Overview.*
- <https://www.gs1.org/standards/traceability>
- **GS1. (2020).** *GS1 Digital Link: Connecting physical products to digital information.*
- <https://www.gs1.org/standards/gsl-digital-link>
- **World Economic Forum. (2018).** *Is blockchain the right tool for your business? Key questions to ask.*
- <https://www.weforum.org/stories/2018/04/questions-blockchain-toolkit-right-for-business>
- **World Economic Forum. (2018).** *Blockchain beyond the hype: A practical framework for business leaders.*
- <https://www.weforum.org/publications/blockchain-beyond-the-hype/>
- **Deloitte. (n.d.).** *Using blockchain to drive supply chain transparency and innovation.* <https://www.deloitte.com/us/en/services/consulting/articles/blockchain-supply-chain-innovation.html>

- **Hyperledger Foundation. (2022).** *Hyperledger Fabric: Architecture, concepts, and components.*
- <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/architecture.html>

Narzędzia i platformy

- Hyperledger Foundation Labs (sandbox): <https://labs.hyperledger.org>
- Hyperledger Fabric Test Network: https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/test_network.html
- QR code generator (open source): <https://qrcode-monkey.com>
- SHA-256 checksum calculator: https://emn178.github.io/online-tools/sha256_checksum.html

6. Ramowy szablon programu nauczania – VET (EQF5)

Tytuł modułu 6: Symbiotyczna efektywność energetyczna – technologie i modele zarządzania

Poziom EQF: 5

Punkty ECVET: 3 ECVET

Całkowity nakład pracy (godziny): 50–75 godzin (odpowiada 3 ECVET)

– Godziny kontaktowe (wykłady, laboratoria, seminaria, warsztaty itp.): 40 godzin

– Samokształcenie kierowane: 30 godzin

– Praca projektowa: 30 godzin

Instytucja realizująca: Słowacka Agencja Innowacji i Energii (Slovak Innovation and Energy Agency – SIEA)

6.1 Opis modułu

Moduł został zaprojektowany specjalnie dla menedżerów SymbioTech poszukujących kompleksowej i praktycznej wiedzy w zakresie zarządzania systemami zarządzania środowiskowego (EMS) w środowiskach przemysłowych i produkcyjnych. Oferuje on pogłębioną analizę kluczowych ram EMS, ze szczególnym uwzględnieniem norm ISO 14001 oraz EMAS, które są międzynarodowo uznanymi standardami w zakresie efektywności środowiskowej i zgodności z przepisami.

Uczestnicy zdobędą solidne zrozumienie podstawowych zasad oraz wymagań tych systemów, co umożliwi im skuteczne projektowanie, wdrażanie i utrzymywanie efektywnych praktyk zarządzania środowiskowego. Program szczegółowo omawia wszystkie elementy EMS, takie jak formułowanie polityki środowiskowej, audyty zgodności prawnej i regulacyjnej, zarządzanie ryzykiem oraz mechanizmy ciągłego doskonalenia. Szczególną uwagę poświęcono temu, aby systemy te były nie tylko zgodne z wymaganiami formalnymi, lecz także strategicznie powiązane z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym oraz symbiozy

przemysłowej, sprzyjając efektywnemu wykorzystaniu zasobów, minimalizacji odpadów oraz współpracy międzysektorowej.

Menedżerowie zapoznają się z zaawansowanymi narzędziami i metodologiami oceny oddziaływań środowiskowych, ucząc się systematycznej oceny wpływu działalności na środowisko. Szkolenie obejmuje również wyznaczanie celów środowiskowych, ustalanie wskaźników efektywności oraz narzędzi raportowania. Moduł porusza także zagadnienia związane z prowadzeniem audytów wewnętrznych i zewnętrznych EMS, zapewniając spełnienie wszystkich wymagań systemowych.

Warsztaty, prowadzone w formie interaktywnych zajęć, pogłębiają rozumienie koncepcji teoretycznych, natomiast symulacje umożliwiają praktyczne zastosowanie umiejętności związanych z audytowaniem i wdrażaniem EMS. Takie podejście wspiera menedżerów w radzeniu sobie ze złożonością integracji systemów EMS z istniejącymi procesami organizacyjnymi oraz przyczynia się do realnej poprawy efektywności środowiskowej.

W całym module nacisk kładziony jest na rozwój kompetencji przywódczych w obszarze EMS, wzmacniając rolę menedżerów SymbioTech w promowaniu ciągłej odpowiedzialności środowiskowej w organizacjach. Po ukończeniu modułu uczestnicy będą przygotowani do prowadzenia projektów EMS, które nie tylko spełniają międzynarodowe standardy, lecz także wnoszą istotny wkład w zrównoważone praktyki przemysłowe oraz współpracę środowiskową w ramach sieci przemysłowych.

6.2 Efekty uczenia się

Zakładane efekty uczenia się zostały podzielone na trzy domeny EQF:

♣ Wiedza. Menedżerowie:

1. rozumieją podstawowe zasady efektywności energetycznej oraz strat energii, w tym takie zagadnienia jak odzysk ciepła odpadowego i optymalizacja systemów (W1),
2. znają podstawy analizy Pinch (strumienie gorące i zimne, punkt Pinch) jako metody poprawy integracji energii cieplnej (W2),
3. rozpoznają kluczowe elementy normy ISO 50001, ukierunkowujące systemy zarządzania energią w środowiskach przemysłowych (W3).

♣ Umiejętności. Menedżerowie potrafią:



4. wykonywać proste pomiary związane z energią (np. temperatury, poboru mocy) na maszynach przemysłowych z wykorzystaniem podstawowych narzędzi pomiarowych (U1),
5. korzystać z urządzeń takich jak kamery termowizyjne w celu identyfikacji stref strat ciepła oraz gromadzenia danych pomocniczych (U2),
6. stosować listy kontrolne oraz podstawowe narzędzia analizy Pinch do oceny wzorców zużycia energii, identyfikowania nieefektywności oraz proponowania odpowiednich usprawnień technicznych (np. izolacji, systemów odzysku, usprawnień procesowych) (U3),
7. dokumentować wyniki w sposób przejrzysty oraz strukturyzować rekomendacje w formie planu działań korygujących (U4).

♣ **Kompetencje (Autonomia i odpowiedzialność). Menedżerowie są w stanie:**

8. pracować bezpiecznie i z należytą uwagą w środowisku przemysłowym, przestrzegając ustalonych procedur operacyjnych, w szczególności podczas pracy z gorącymi powierzchniami, instalacjami elektrycznymi oraz urządzeniami będącymi w ruchu (K1),
9. wykazywać inicjatywę w identyfikowaniu punktów strat energii oraz formułowaniu rekomendacji, przy jednoczesnym rozumieniu konieczności pozostawienia decyzji wdrożeniowych przełożonym lub inżynierom (K2),
10. prowadzić czytelną i systematyczną dokumentację obserwacji energetycznych, zapewniając ich identyfikowalność i wiarygodność na potrzeby dalszych działań lub audytów (W10).

6.3 Orientacyjny harmonogram realizacji kształcenia / harmonogram prowadzenia zajęć

Tydzień	Tytuł jednostki / sekcji	Forma zajęć	Temat / aktywność	Zakładane efekty uczenia się (LOs)	Wymagane lektury / materiały	Rekomendowane metody
1	Bootcamp stacjonarny (zajęcia bezpośrednie)	Wykład / warsztat / e-learning	Podstawy efektywności energetycznej, rzeczywiste przykłady oszczędności energii	W1, W2	Branca T. et al. (2022), Kemp I. C. et al. (2020)	Wykorzystanie kamer termowizyjnych i czujników; ćwiczenia z identyfikacji strat ciepła na wybranych urządzeniach; ćwiczenia z analizy Pinch
2	E-learning z mentoringiem i zadania w miejscu pracy	Seminarium / e-learning	Zarządzanie energią, bilanse energetyczne, techniki redukcji strat, obliczanie zużycia energii (studia przypadków)	W1, W3, U1, U2, U3, U4	Europejski Zielony Ład, Dyrektywa w sprawie efektywności energetycznej 2023/1791, ISO 50001 (Systemy zarządzania energią)	Symulowane studia przypadków, testy online realizowane we własnym tempie, przeprowadzenie mini audytu energetycznego
3–4	Klinika oceny końcowej	Wykład / warsztat / e-learning	Mapa strat energii, plan działań korygujących dotyczących środków usprawniających	W1, K1, K2, W10	Cervo H. et al. (2020), Fraccascia L. et al. (2020)	Samokształcenie, sesje pytań i odpowiedzi (Q&A), obrona analizy

6.4 Kluczowe narzędzia i zasoby

- **Kamera termowizyjna i czujniki** – wykorzystywane podczas bootcampu oraz prac projektowych do wykrywania i dokumentowania strat ciepła w urządzeniach lub procesach.
- **Listy kontrolne efektywności energetycznej** – oparte na normie ISO 50001; narzędzia te pomagają uczestnikom w systematycznej analizie procesów oraz identyfikacji typowych przyczyn nieefektywności energetycznej (np. praca maszyn na biegu jałowym, brak izolacji).

6.5. Metody dydaktyczne i uczenia się

♣ Podejście do kształcenia

W module zostanie zastosowane podejście hybrydowe, obejmujące zarówno uczenie synchroniczne, jak i asynchroniczne. W ramach uczenia synchronicznego trenerzy i menedżerowie będą spotykać się w tym samym czasie w przestrzeni wirtualnej (cyfrowej sali dydaktycznej) i wchodzić w interakcje w czasie rzeczywistym. Z kolei uczenie asynchroniczne umożliwi menedżerom dostęp do materiałów udostępnionych przez trenerów na platformie cyfrowej. Materiały te (np. nagrane wykłady, prezentacje, pliki Word/PDF, grafiki, filmy itp.) będą obejmować zagadnienia teoretyczne oraz praktyczne studia przypadków, umożliwiając uczestnikom pracę z treściami we własnym tempie i w dłuższym horyzoncie czasowym.

♣ Kluczowe metody dydaktyczne

W module wykorzystywane będą różnorodne metody dydaktyczne, takie jak interaktywne wykłady z moderowaną dyskusją, studia przypadków, seminaria, webinaria eksperckie, warsztaty oraz zajęcia praktyczne (hands-on labs). Zagadnienia związane z symbiozą przemysłową (IS), gospodarką o obiegu zamkniętym (CE) oraz zrównoważonym rozwojem będą integralną częścią wszystkich wymienionych metod nauczania. Do kluczowych zasobów modułu należą kamera termowizyjna i czujniki, wykorzystywane podczas bootcampu do wykrywania i dokumentowania strat ciepła w urządzeniach lub procesach, a także listy kontrolne efektywności energetycznej.

♣ Podejścia i metody wspierające aktywne uczenie się oraz praktyczne zastosowanie wiedzy

Uczenie synchroniczne sprzyja natychmiastowemu zaangażowaniu trenerów i menedżerów oraz szybkiemu przepływowi informacji, co pomaga budować poczucie wspólnoty i wyjaśniać ewentualne nieporozumienia. Z kolei uczenie asynchroniczne zapewnia większą elastyczność, umożliwiając menedżerom pogłębioną analizę materiałów i aktywne zaangażowanie w proces uczenia się.

Kluczowe metody dydaktyczne (np. wykłady) dostarczają teoretycznych podstaw symbiozy przemysłowej, umożliwiając kompleksowe zrozumienie jej zasad, elementów i praktyk. Wiedza ta, uzupełniona licznymi przykładami praktycznymi prezentowanymi w ramach metod zorientowanych na praktykę (np. studiów przypadków IS), tworzy fundamenty kompetencyjne dla menedżera VET oraz menedżera biznesowego w roli menedżera symbiozy przemysłowej.

Webinaria eksperckie i seminaria dodatkowo pogłębiają zarówno wiedzę teoretyczną, jak i praktyczną z zakresu IS. Praca zespołowa, promowana poprzez warsztaty, prace grupowe i projekty, umożliwia menedżerom skuteczną współpracę z interesariuszami oraz rozwój efektywnych sieci symbiozy przemysłowej.

Metody oceniania i dowody osiągnięcia efektów uczenia się

Ocena i ewaluacja w module dla menedżerów SymbioTech zostały zaprojektowane tak, aby mierzyć zarówno zrozumienie teoretyczne, jak i praktyczne zastosowanie koncepcji symbiozy energetycznej w sieciach przemysłowych. Menedżerowie będą oceniani na podstawie połączenia zadań indywidualnych, takich jak raporty techniczne analizujące poprawę efektywności energetycznej z wykorzystaniem danych rzeczywistych oraz projektów zespołowych wymagających opracowania i prezentacji dostosowanych rozwiązań w zakresie zarządzania energią.

Udział w dyskusjach opartych na studiach przypadków, warsztatach oraz sesjach rozwiązywania problemów będzie elementem oceniania ciągłego, umożliwiając ocenę krytycznego myślenia oraz umiejętności współpracy. Dodatkowo eseje refleksyjne dotyczące wykładów gościnnych oraz wizyt terenowych lub wirtualnych wycieczek będą zachęcać uczestników do łączenia wiedzy branżowej z ujęciem akademickim. Takie zintegrowane podejście do oceniania zapewnia nabycie mierzalnych kompetencji w zakresie zarządzania innowacyjnymi i zrównoważonymi systemami energetycznymi w rzeczywistych kontekstach przemysłowych.

Uczestnicy mają możliwość udziału w wykładach gościnnych i spotkaniach branżowych (sesjach prowadzonych przez ekspertów sektora energetycznego, prezentujących najnowsze technologie, polityki i trendy rynkowe), a także w wizytach terenowych lub wirtualnych. Wizyty terenowe są całkowicie opcjonalne i obejmują odwiedziny w zakładach przemysłowych stosujących symbiozę energetyczną, umożliwiając bezpośrednią obserwację zastosowań technologicznych i praktyk zarządzanych.

Składowe oceny

Rezultaty audytu energetycznego:

- mapa strat energii (np. schemat, tabela lub opatrzony komentarzem obraz termowizyjny) wskazująca obszary strat energii,
- plan działań korygujących zawierający proponowane usprawnienia wraz z uzasadnieniem (np. izolacja termiczna, wymiennik ciepła, wyłączenie procesów).

Obrona ustna (Q&A):

- uczestnicy prezentują wyniki audytu energetycznego, opisują zastosowane narzędzia oraz odpowiadają na pytania dotyczące strategii efektywności energetycznej i metod audytowych.

Przekazanie dowodów realizacji:

- komplet dokumentów mini-audytu, obejmujący dzienniki obserwacji, schematy oraz arkusze działań,
- ocena według 20-punktowej rubryki wraz z informacją zwrotną dotyczącą poprawności technicznej, świadomości bezpieczeństwa oraz jakości rekomendacji.

6.6. Literatura

Wymagane

Branca T., Colla V., Fornai B., Petrucciani A., Pistelli M., Faraci E., Cirilli F., Schröder A. (2022). Current state of Industrial Symbiosis and Energy Efficiency in the European energy intensive sectors, *Matériaux & Techniques* 109 (5-6).

Cervo H., Ferrasse J.-H., Descales B. (2020). Blueprint: A methodology facilitating data exchanges to enhance the detection of industrial symbiosis opportunities—Application to a refinery, *Chem. Eng. Sci.* 211.

Fraccascia L., Yazdanpanah V., van Capelleveen G. & Yazan D.M. (2020). Energy-based industrial symbiosis: a literature review for circular energy transition, *Volume 23*, 4791–4825.

He K., Wang L. (2017). A review of energy use and energy-efficient technologies for the iron and steel industry, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 70, 1022–1039.

Malinauskaite J., Jouhara H., Ahmad L., Milani M., Montorsi L., Venturelli M. (2020). Optimizing the Efficiency of Resource Exchange in Industrial Symbiosis (IS). *Responsible Consumption and Production*, 1–12, *Energy*, Volume 172, 255–269.

Malinauskaite J., Jouhara H., Ahmad L. (2019). Energy efficiency in industry: EU and national policies in Italy and the UK, *Energy* 172, 255–269.

Curtin Joseph, Atanasiu, B., & Bowie Randall. (2014). EU Energy Law. V. 7, energy efficiency in the European Union. Claeys & Casteels.

Kemp, I. C., & Lim, J. S. (2020). Pinch analysis for energy and Carbon Footprint Reduction: User guide to process integration for the efficient use of Energy. Butterworth-Heinemann.

Recomendowane

Capehart, B. L., Turner, W. C., & Kennedy, W. J. (2020). *Guide to Energy Management*. River Publishers.

Curtin Joseph, Atanasiu, B., & Bowie Randall. (2014). EU Energy Law. V. 7, energy efficiency in the European Union. Claeys & Casteels.

Sancho, Lasheras M. (2024). Analysing the Determinants of Energy Efficiency Improvement in European Firms: The Role of Regulatory Landscapes and Organizational Capabilities. Sciences Pro Paris.

Al-Shemmeri, T. (2013). Energy audits: A workbook for energy management in buildings. Wiley.

7. Ramowy szablon programu nauczania 7– VET (EQF5)

Tytuł modułu 7: Systemy zarządzania środowiskowego

EQF Level: 5

ECVET Credits: 2-3

Całkowite obciążenie pracą (godziny): 50-75 godzin (co odpowiada 2-3 ECVET)

- Godziny kontaktowe (wykłady, laboratoria, seminaria, warsztaty itp.): 30-45 godzin
- Samokształcenie ze wsparciem instruktora: 10-15 godzin
- Praca projektowa: 10-15 godzin

Instytucja realizująca: VSB - Technical University of Ostrava (VSB)

7.1 Opis modułu

Moduł ten wprowadza studentów w strukturę, wdrażanie i ocenę systemów zarządzania środowiskowego (EMS), ze szczególnym uwzględnieniem ram ISO 14001 i EMAS. Dzięki praktycznym ćwiczeniom, analizie przypadków i symulowanym audytom studenci nauczą się przeprowadzać przeglądy środowiskowe, wyznaczać cele i wskaźniki, wdrażać kontrole operacyjne oraz zapewniać zgodność z przepisami. Moduł ma na celu rozwijanie praktycznych umiejętności w zakresie EMS w kontekście symbiozy przemysłowej, przygotowując studentów do wspierania MŚP lub klastrów w poprawie wyników środowiskowych, dostosowaniu do przepisów i opracowywaniu długoterminowych strategii zrównoważonego rozwoju.

Moduł jest przeznaczony dla studentów kształcenia i szkolenia zawodowego, nauczycieli, menedżerów biznesowych, konsultantów, facylitatorów, organizacji badawczych, instytucji wspierających biznes oraz organów decyzyjnych zajmujących się zrównoważonym rozwojem i innowacjami w zakresie efektywnego gospodarowania zasobami.

Stanowi on dodatkowy element ścieżki szkoleniowej SymbioTech, oparty na poprzednich modułach 1-6.

Ogólna znajomość zagadnień związanych ze zrównoważonym rozwojem lub działalnością przemysłową jest pomocna, ale nie jest wymagana. Podstawowe umiejętności analityczne i zainteresowanie wspólnym rozwiązywaniem problemów sprzyjają efektywnemu przyswajaniu teoretycznych i praktycznych elementów modułu.

7.2 Efekty kształcenia EK

Oczekiwane efekty kształcenia podzielono na trzy obszary EQF:

- **Wiedza. Studenci wiedzą jak, rozumieją:**
 1. Kompleksowe znaczenie zarządzania środowiskowego w organizacji (W1).
 2. Zapoznani się z ramami i wdrażaniem systemów zarządzania środowiskowego (EMS) (W2).
 3. W jaki sposób EMS są powiązane z celami symbiozy przemysłowej, neutralności klimatycznej i gospodarki o obiegu zamkniętym, zgodnie z polityką środowiskową UE (W3).
- **Umiejętności. Studenci potrafią:**
 4. Wdrażać i stosować systemy zarządzania środowiskowego w swoich organizacjach, takich jak EMAS i ISO 14001 (U4).
 5. Przeprowadzać analizy środowiskowe, opracowywać odpowiednie systemy środowiskowe oraz oceniać wyniki w zakresie ochrony środowiska (U5).
 6. Mierzyć poprawę efektywności środowiskowej przy użyciu odpowiednich kluczowych wskaźników efektywności (U6).
 7. Przygotowywać i przekazywać przejrzyste raporty środowiskowe (U7),
- **Kompetencje (Autonomia & Odpowiedzialność). Studenci są w stanie:**
 8. Samodzielnie kierować projektami wdrożeniowymi EMS w małych i średnich przedsiębiorstwach lub klastrach (K8).
 9. Zarządzać procesami ciągłego doskonalenia i cyklami audytowymi w celu zapewnienia skutecznego wdrożenia (K9).
 10. Zapewniać zgodność z prawem UE w zakresie ochrony środowiska i celami zrównoważonego rozwoju (K10).
 11. Współpracować z organami regulacyjnymi, audytorami i partnerami w celu utrzymania integralności systemu (K11).

7.3 Orientacyjny harmonogram nauki / harmonogram realizacji

Lp.	Nazwa jednostki/sekcji	Typ sesji	Temat / Działanie	Planowane EK	Wymagane lektury / materiały	Zalecane metody
1	Wprowadzenie do systemów zarządzania środowiskowego (EMS)	Wykład / e-learning	EMS jako miara podejścia organizacji do równoważenia potrzeb środowiskowych, ekonomicznych, kulturowych i społecznych społeczności, z którymi prowadzi działalność handlową.	W1, W3	Tinsley (2015), Watson M., Emery A. (2004) Dentch M.P. (2016), McKeiver C., Gadenne D. (2005), Hui et al. (2001); Ferenhof et al. (2014)	Interaktywny wykład z moderowaną dyskusją
2	Wprowadzenie do certyfikacji środowiskowej	Seminarium / e-learning	Dlaczego certyfikacja jest potrzebna, jakie są korzyści z posiadania certyfikatu	W1, W3	Daddi T., Iraldo F., Testa F. (2015), Sheldon and Yoxon (2012), Dentch M.P. (2016) McKeiver C., Gadenne D. (2005), Hui et al. (2001), Ferenhof et al. (2014)	Seminarium wykorzystujące program nauczania oparty na badaniach naukowych (RBL)
3	EMAS – system ekozarządzania i audytu	Wykład / e-learning	Wprowadzenie do EMAS, kroki prowadzące do EMAS	W2, U4	EMAS User Guide (2023) EMAS Regulation (2009) Sheldon C., Yoxon M. (2012)	Interaktywny wykład z moderowaną dyskusją

Lp.	Nazwa jednostki/sekcji	Typ sesji	Temat / Działanie	Planowane EK	Wymagane lektury / materiały	Zalecane metody
4	EMAS: Faza planowania	Seminarium / e-learning	Zaangażowanie kierownictwa, przegląd środowiskowy – podstawowe aspekty	W2, U4	EMAS User Guide (2023) EMAS Regulation (2009)	Wprowadzenie do fazy planowania EMAS w formie seminarium
5	EMAS: Określanie polityki i programu środowiskowego (1)	Warsztaty / e-learning	Jak wyznaczyć cele, zadania i środki w zakresie ochrony środowiska?	U4, U5, K10	EMAS User Guide (2023) EMAS Regulation (2009)	Praca w grupach: projekt – ustalanie celów, zadań i środków w zakresie ochrony środowiska (1)
6	Wprowadzenie i wdrożenie EMAS	Warsztaty / e-learning	Określenie zasobów, zadań, obowiązków i uprawnień, przegląd zgodności z przepisami prawa i wymogami środowiskowymi, audyt wewnętrzny i zewnętrzny.	U4, K8, K9	EMAS User Guide (2023) EMAS Regulation (2009)	Praca w grupach: projekt – przegląd zgodności

Lp.	Nazwa jednostki/sekcji	Typ sesji	Temat / Działanie	Planowane EK	Wymagane lektury / materiały	Zalecane metody
7	Oświadczenie środowiskowe z EMAS (1)	Warsztaty / e-learning	Wymagania dotyczące oświadczenia środowiskowego EMAS, podstawowe wskaźniki efektywności środowiskowej.	LO4, LO6, LO7, LO11	EMAS User Guide (2023) EMAS Regulation (2009) Campos et al. (2015)	Praca w grupach: projekt – tworzenie oświadczenia środowiskowego (raportu)
8	Oświadczenie środowiskowe z EMAS (2)	Warsztaty / e-learning	Obszary zgodności z przepisami dotyczącymi sprawozdawczości w zakresie zrównoważonego rozwoju (ESRS, CSRD)	LO4, LO6, LO7, LO10	EMAS User Guide (2023) ESRS: E1 (climate change), E2 (pollution), E3 (water and marine resources), E4 (biodiversity and ecosystems), E5 (resource use and circular economy)	Praca w grupach: projekt – tworzenie oświadczenia środowiskowego (raportu)
9	Zgodność EMAS z normą ISO 14001:2015	Seminarium / e-learning	Porównanie norm EMAS i ISO 14001, poszukiwanie obszarów zgodności	LO3, LO4	ISO 14001:2015, ISO 14001 Key benefits, EMAS Regulation (2009), Dentch M.P. (2016) Salim H.K et al. (2018), Campos et al. (2015), Oliveira et al. (2016), Camilleri M.A. (2022)	Praca w grupach/burza mózgów na temat obszarów zgodności między EMAS a normą ISO 14001:2015

Lp.	Nazwa jednostki/sekcji	Typ sesji	Temat / Działanie	Planowane EK	Wymagane lektury / materiały	Zalecane metody
10	Ocena egzaminów i projektów	Ocena	Ocena egzaminu końcowego i projektu.	LO1, LO2, LO3, LO7	Wszystkie wyżej wymienione lektury/materiały.	Egzamin pisemny (pytania wielokrotnego wyboru), ocena projektów (kompletność działań opartych na EMAS: polityka, przegląd zgodności, raport środowiskowy) Prezentacja projektu

7.4 Metody nauczania i uczenia się

▪ *Podejście do nauki*

W przypadku tego modułu można zastosować podejście hybrydowe. Innymi słowy, można wykorzystać zarówno nauczanie synchroniczne, jak i asynchroniczne. W ramach nauczania synchronicznego trenerzy i studenci spotykają się wirtualnie w tym samym czasie i miejscu (w cyfrowej klasie) i komunikują się w czasie rzeczywistym. Z kolei w ramach nauki asynchronicznej studenci mają dostęp do materiałów udostępnianych na platformie cyfrowej (przesyłanych przez trenerów). Materiały te (np. nagrane wykłady, prezentacje, pliki tekstowe/pdf, rysunki, filmy itp.) zawierają omówienie zagadnień teoretycznych i praktycznych studiów przypadków. Dzięki temu studenci mogą zapoznawać się z poszczególnymi materiałami we własnym tempie przez dłuższy czas.

▪ *Najważniejsze metody nauczania*

W ramach modułu zostanie wykorzystanych wiele kluczowych metod nauczania. W celu przekazania wiedzy teoretycznej i koncepcyjnej kurs obejmuje interaktywne wykłady z dyskusjami i seminariami z wykorzystaniem elementów burzy mózgów lub nauki opartej na badaniach. W zakresie aspektów praktycznych (takich jak wdrażanie EMAS) moduł obejmuje warsztaty umożliwiające uczestnikom współpracę przy opracowywaniu projektów.

▪ *Podejścia i metody wspierające aktywne uczenie się i praktyczne zastosowanie wiedzy.*

Podejście oparte na nauczaniu synchronicznym doskonale nadaje się do natychmiastowego zaangażowania trenerów i studentów oraz szybszej wymiany informacji, pomagając w ten sposób budować poczucie wspólnoty i wyjaśniać nieporozumienia. Ponadto podejście oparte na nauczaniu asynchronicznym jest bardziej elastyczne. Daje studentom więcej czasu na zgłębianie materiału i angażowanie się w naukę, a także umożliwia dostęp do szerszego grona studentów.

Ponadto kluczowe metody nauczania (takie jak wykłady) zapewnią teoretyczną wiedzę na temat systemów informatycznych, umożliwiającą kompleksowe zrozumienie zasad, elementów i praktyk związanych z tymi systemami. Wiedza ta, wraz z wieloma praktycznymi przykładami przedstawionymi w ramach praktycznych metod nauczania (takich jak studia przypadków dotyczące systemów informatycznych, praktyczne laboratoria), stanowi podstawę dla studentów szkół wyższych i menedżerów biznesowych, którzy chcą zostać menedżerami ds. systemów informatycznych. Webinaria i seminaria prowadzone przez ekspertów dodatkowo przyczynią się do poszerzenia wiedzy teoretycznej i praktycznej na temat systemów informatycznych. Praca zespołowa, promowana poprzez metody nauczania, takie jak warsztaty, prace grupowe i projekty, sprawia, że menedżer ds. systemów informatycznych jest w stanie skutecznie współpracować z interesariuszami i rozwijać efektywne sieci systemów informatycznych.

7.5 Metody oceny i dowody

Moduł wykorzystuje mieszaną strategię oceny, łączącą aktywny udział i zaangażowanie studentów, wyniki projektów grupowych oraz egzamin pisemny. Metody te zostaną wykorzystane do oceny ogólnej wiedzy uczestników na temat systemów zarządzania środowiskowego, a także umiejętności i kompetencji w zakresie praktycznego wdrażania EMS na przykładzie EMAS.

Elementy oceny:

- Udział i zaangażowanie (waga 10%). Aktywny udział w zajęciach realizowanych w trakcie kursu (dyskusje, seminaria, warsztaty)
- Projekt grupowy (waga 90%): kompletność projektu grupowego w następujących elementach: polityka (20%), przegląd zgodności (20%), raport środowiskowy (50%)

7.6 Bibliografia & Narzędzia

Wymagane

Dentch M.P. (2016) The ISO 14001:2015 Implementation Handbook. Using the Process Approach to Build an Environmental Management System, Milwaukee: ASQ Quality Press, ISBN ISBN: 9780873899291

Daddi T., Iraldo F., Testa F. (2015) Environmental Certification for Organisations and Products, Management approaches and operational tools, New York: Routledge, ISBN 9781138283602

EMAS Users Guide 2023, European Commission (COMMISSION DECISION (EU) 2023/2463 of 3 November 2023 on the publication of the user's guide setting out the steps needed to participate in the EU eco-management and audit scheme (EMAS) pursuant to Regulation (EC) No 1221/2009 of the European Parliament and of the Council), available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2023/2463/oj/eng>

EMAS Regulation (2009) Regulation (EC) No 1221/2009 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS), repealing Regulation (EC) No 761/2001 and Commission Decisions 2001/681/EC and 2006/193/EC, available at <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2009/1221/oj/eng>

ESRS (2023) European Sustainability Reporting Standards, Commission Delegated Regulation (EU) 2023/2772 of 31 July 2023 supplementing Directive 2013/34/EU of the European Parliament and of the Council as regards sustainability reporting standards, available at: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/2772/oj/eng

ISO 14001 Key benefits, available at:
<https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100372.pdf>

ISO 14001:2015 Environmental management systems – requirements with guidance for use (ed. 3 2015) available at:
<https://www.iso.org/standard/60857.html#:~:text=What%20is%20ISO%2014001?,energy%20conservation%2C%20and%20cost%20savings.>

Sheldon C., Yoxon M. (2012) Environmental Management Systems. A step-by-step guide to implementation and maintenance, 3rd Ed., New York: Earthscan by Routledge, ISBN 978-1-84407-257-6

Tinsley S. (2014) Environmental Management in a Low Carbon Economy, New York: Routledge, ISBN 9780415855488

Zalecane

Camilleri M.A. (2022) The rationale for ISO 14001 certification: A systematic review and a cost–benefit analysis, Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 29(4): 1067–1083, <https://doi.org/10.1002/csr.2254>

Campos L., Heizen D.A., Verdinelli M.A., Miguel P.A. (2015) Environmental performance indicators: a study on ISO 14001 certified companies, *Journal of Cleaner Production*, 99: 286-296
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.019>

Ferenhof H.A., Vignochi L., Selig P.M., Lezana A.G., Campos L. (2014) Environmental management systems in small and medium-sized enterprises: an analysis and systematic review, *Journal of Cleaner Production*, 74: 44-53, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.027>

Hui I.K., Chan A.H.S., Pun K.F. (2001), A study of the Environmental Management System implementation practices, *Journal of Cleaner Production*, 9(3) 269-276,
[https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(00\)00061-5](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(00)00061-5)

McKeiver C., Gadenne D. (2005) Environmental Management Systems in Small and Medium Businesses, *International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship*, 23(5)
<https://doi.org/10.1177/0266242605055910>

Oliveira J.A., Oliveira O.J., Ometto A.R., Ferraudo A.S. Salgado M.H. (2016), Environmental Management System ISO 14001 factors for promoting the adoption of Cleaner Production practices, *Journal of Cleaner Production*, 133: 1384-1394, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.013>

Salim H.K., Padfield R., Hansen S.B., Mohamed S.E., Yuzir A., Syayuti K., Tham M.H., Papargyropoulou E. (2018), Global trends in environmental management system and ISO14001 research, *Journal of Cleaner Production*, 170: 645-653, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.017>

Watson M., Emery A. (2004) Environmental management and auditing systems: The reality of environmental self-regulation, *Managerial Auditing Journal* 19 (7): 916–928,
<https://doi.org/10.1108/02686900410549439>

link: <https://symbiotech-project.eu/symbiotech-d31-training-modules-for-hei-andvet-students>