

Доклад D3.1

Обучителни модули за студенти от висши учебни заведения и професионални училища

1

**7 учебни програми за модули за
обучение във висше образование**

**7 учебни програми за модули за
обучение за професионално
образование и обучение**

Подробности за резултата

Резултат №	D3.1
Тип резултат	R-DEC
Ниво на разпространение	PU – Публично
Работен пакет №	3
Наименование на работния пакет	Развитие на ресурсите за SymbioTech мениджъра
Задача №	T3.1 & T3.2
Наименование на задачата	Разработване на 7 модула за обучение на ниво висше образование ЕКР6. Разработване на 7 модула за обучение на ниво ЕКР5 за професионално образование и обучение
Автор	УРАТ, всички партньори
Статус (F: окончателен; D: проект; RD: преработен проект) F	F
Име на файла	D3.1. Обучителни модули за студенти от висши учебни заведения и професионални училища
Краен срок	M15 (януари 2026 г.)
Дата на доставка	31/01/2026

2

Финансирано от Европейския съюз. Изразените възгледи и мнения обаче принадлежат изцяло на техния(ите) автор(и) и не отразяват непременно възгледите и мненията на Европейския съюз или на Европейската изпълнителна агенция за образование и култура (EACEA). За тях не носи отговорност нито Европейският съюз, нито EACEA.

Съдържание

Съдържание	Страница
Въведение	5
ЧАСТ А: 7 Учебни програми за модули за обучение във висшето образование	7
1. Кратък шаблон за учебна програма – ВУЗ (ЕКР6). Наименование на модула: Рамка на индустриалната симбиоза (ИС)	8
2. Шаблон за кратка учебна програма – ВУЗ (ЕКР6). Наименование на модула: Принципи на оценката на жизнения цикъл за анализ на екологичните ползи и недостатъци от споделянето на ресурси	18
3. Кратък шаблон за учебна програма – ВОУ (ЕКР6). Наименование на модула: Междуетаблизационни отношения	28
4. Кратък шаблон на учебна програма – ВОУ (ЕКР6). Наименование на модула: Изкуствен интелект и машинно обучение за прогнозиране на материални потоци и оптимизиране на веригата/процеса на доставки	40
5. Кратък шаблон на учебна програма – ВОУ (ЕКР6). Наименование на модула: Блокчейн технологии за създаване на прозрачни и сигурни системи за проследяване и сертифициране на материални и енергийни потоци	51
6. Кратък шаблон на учебна програма – ВУЗ (ЕКР6). Наименование на модула: Симбиотични технологии и модели за енергийна ефективност/управление	58
7. Кратък шаблон за учебна програма – ВУЗ (ЕКР6). Наименование на модула: Системи за управление на околната среда (СУОС)	69
ЧАСТ Б: 7 учебни програми за модули за професионално образование и обучение	77
1. Кратък шаблон за учебна програма – професионално образование и обучение (ЕКР5). Наименование на модула: Рамка на индустриалната симбиоза (ИС)	78
2. Шаблон за кратка програма – професионално образование и обучение (ЕКР5). Наименование на модула: Принципи на оценката на жизнения цикъл за анализ на екологичните ползи и недостатъци от споделянето на ресурси	88
3. Кратък шаблон за учебна програма – професионално образование и обучение (ЕКР5). Наименование на модула: Междуетаблизационни отношения	97
4. Кратък шаблон на учебна програма – професионално образование и обучение (ЕКР5). Наименование на модула: Изкуствен интелект и машинно обучение за прогнозиране на материални потоци и оптимизиране на веригата/процеса на доставки	106

5. Кратък шаблон за учебна програма – професионално образование и обучение (ЕКР5). Наименование на модула: Блокчейн технологии за създаване на прозрачни и сигурни системи за проследяване и сертифициране на материални и енергийни потоци	115
6. Кратък шаблон на учебна програма – професионално образование и обучение (ЕКР5). Наименование на модула: Симбиотични технологии и модели за енергийна ефективност/управление	124
7. Кратък шаблон на учебна програма – професионално образование и обучение (ЕКР5). Наименование на модула: Системи за управление на околната среда (СУОС)	131

Въведение

Настоящият резултат е част от цялостната образователна стратегия на проекта SymbioTech и представлява следващ етап след идентифицирането на нуждите от обучение и дефинирането на рамката за изпълнение на обучителната програма. Той надгражда пряко констатациите и препоръките, съдържащи се в „Доклад за картографиране на нуждите от обучение на МСП в областта на SymbioTech и структура на учебния план“ (D2.2) и „Плана за изисквания за изпълнение на обучението по проект SymbioTech“ (D2.3), в които са определени рамката за компетенциите, резултатите от обучението и условията за изпълнение, необходими за подготовката на SymbioTech мениджъри в областта на цифровата индустриална симбиоза.

На този фон настоящият резултат е фокусиран върху структурираното разработване на съдържанието на обучителните модули на SymbioTech. Основната му цел е да трансформира стратегическите насоки, учебните цели и изискванията за компетентности, идентифицирани в предходните резултати, в конкретни, последователни и педагогически обосновани обучителни модули.

Разработването на модулите следва ориентиран към обучаемите и практиката образователен подход, като акцентът е поставен върху активното участие на обучаемите, интегрирането на теорията с реални практически приложения и развитието на преносими, приложими на работното място умения.

Модулите са разработени така, че да подкрепят гъвкави и модулни обучителни пътеки както за висшето образование, така и за професионалното образование и обучение. Всеки модул съчетава теоретични основи с приложни обучителни дейности, включително анализ на казуси, използване на цифрови инструменти, симулации и интерактивни упражнения, като по този начин се насърчават критичното мислене, уменията за решаване на проблеми и междусекторното сътрудничество. Тези елементи пряко отговарят на дефицитите в компетентностите и приоритетите за обучение, идентифицирани чрез анализа на нуждите от обучение по проекта SymbioTech.

В съответствие с принципите, заложи в D2.3, процесът на разработване на модулите е съгласуван с механизмите за осигуряване на качество, подходите за микроквалификации и принципите на ученето през целия живот. Обучителното съдържание е разработено така, че да бъде подходящо за дигитални, смесени и хибридни форми на обучение, като по този начин се гарантират достъпност, мащабируемост и адаптивност в различни национални и институционални контексти. Особено внимание е отделено на осигуряването на съгласуваност между учебните цели, резултатите от обучението, обучителните дейности и методите за оценяване във всички модули.

В обобщение, настоящият резултат изпълнява ролята на свързващ инструмент между стратегическия дизайн на обучителната програма SymbioTech и нейното практическо изпълнение. Той предоставя последователна и приложима рамка за разработване на

обучителни модули и гарантира, че обучителното съдържание ефективно подпомага подготовката на настоящи и бъдещи SymbioTech мениджъри, способни да проектират, фасилитират и управляват инициативи за цифрова индустриална симбиоза в рамките на сложни индустриални и кръгови икономически екосистеми.

Част А

7 учебни програми за обучителни модули във висшето образование

1. Кратък шаблон за учебна програма – ВУЗ (ЕКР6)

Наименование на модула: Рамка на индустриалната симбиоза (ИС)

ЕКР ниво: 6

ECTS кредити: 4 ECTS

Обща учебна натовареност (часове): 100 часа

- Контактни часове (лекции, лабораторни упражнения, семинари, работни групи и др.): 40 часа
- Насочено самостоятелно обучение: 30 часа
- Проектна работа: 30 часа

Организация, отговорна за разработването: UNIVERSITY OF PATRAS (UPAT), Гърция

1.1 Общ преглед на модула

Настоящият модул въвежда основните концепции и принципи на индустриалната симбиоза (ИС), която представлява ключов компонент на Европейския зелен пакт и Плана за действие на ЕС за кръгова икономика. Той предоставя на обучаемите структурирано разбиране за основите на индустриалната симбиоза, включително дефиниции, обхват, историческо развитие и връзките ѝ с кръговата икономика и еко-индустриалните паркове.

Модулът разглежда също политическите рамки на ЕС, които оказват влияние върху прилагането на индустриалната симбиоза, съвременни бизнес модели и типологии, цифрови инструменти и алгоритми за съпоставяне, картографиране на материални и енергийни потоци, стратегии за ангажиране на заинтересовани страни, както и проектиране и оценка на симбиотични мрежи. Допълнително се анализират показатели за ефективност на индустриалната симбиоза, нейните ползи, бариери, рискове и фактори, които влияят върху успешното ѝ прилагане.

Модулът е разработен за студенти във висшето образование, преподаватели, бизнес мениджъри, консултанти, фасилитатори, изследователски организации, бизнес подкрепящи институции и органи за разработване на политики, ангажирани с устойчивостта и ресурсно ефективните иновации.

Той служи като базов компонент от обучителната пътека SymbioTech и подготвя участниците за надграждащи модули, свързани с цифровата индустриална симбиоза и системите за управление на околната среда.

Общо разбиране за устойчиво развитие или индустриални операции е полезно, но не е задължително. Базови аналитични умения и интерес към съвместно решаване на проблеми подпомагат ефективното ангажиране с теоретичните и практическите елементи на модула.

1.2 Резултати от обучението (PO)

Очакваните резултати от обучението са структурирани в съответствие с трите домейна на Европейската квалификационна рамка (ЕКР):

■ **Знания.** *Обучаемите ще могат да:*

1. разбират в дълбочина принципите и елементите на индустриалната симбиоза, нейните бариери и ползи, както и ролята ѝ в рамките на кръговата икономика и политическите контексти, като пакета „Fit for 55“ и регламентите по таксономията на ЕС (PO1);
2. бъдат запознати с историческото развитие и еволюцията от традиционни практики на индустриална симбиоза към цифрови подходи (PO2);
3. познават съвременните бизнес модели, чрез които може да се прилага индустриалната симбиоза (PO3).

■ **Умения.** *Обучаемите ще могат да:*

4. анализират критично индустриални клъстери с цел идентифициране на симбиотични възможности, използвайки инструменти като QGIS и Sankey диаграми (PO4);
5. прилагат типологии на бизнес модели и анализ на заинтересованите страни за проектиране на жизнеспособни партньорства за индустриална симбиоза (PO5);
6. събират данни, картографират материални и енергийни потоци и използват тези данни при вземане на решения (PO6);
7. представят и комуникират ефективно възможности за индустриална симбиоза в писмена и устна форма (PO7).

■ **Компетенции (автономност и отговорност).** *Обучаемите ще могат да:*

8. проектират и оценяват проекти за индустриална симбиоза, като отчитат техническите, икономическите и екологичните аспекти (PO8);
9. работят съвместно в мултидисциплинарни екипи, като ангажират заинтересовани страни и управляват работните процеси по проекти (PO9);
10. интегрират политики на ЕС и международни стандарти в проектни предложения, ръководейки се от етична и ориентирана към устойчивост мисловна нагласа (PO10);
11. подобряват непрекъснатото знанията и практическите си умения в областта на индустриалната симбиоза чрез самостоятелно учене и рефлексивна практика (PO11).

1.3 Примерна програма за обучение / График за изпълнение

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
1	Въведение в индустриалната симбиоза, историческо развитие и глобално приложение	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Дефиниции, обхват, елементи и мотиви на индустриалната симбиоза и връзките ѝ с кръговата икономика и еко-индустриалните паркове. От примера за индустриална симбиоза в Калундборг през 60-те години до цифровата индустриална симбиоза през 2020-те години.	PO1, PO2	Vimal et al. (2020), Neves et al. (2020), Ashton et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023), Khan et al. (2023)	Интерактивна лекция с насочена дискусия относно индустриалната симбиоза, кръговата икономика и устойчивостта. Анализ на казуси с успешни и неуспешни примери за индустриална симбиоза.
2	Политически контекст на ЕС	Семинар / електронно обучение	Съответствие на индустриалната симбиоза с пакета „Fit for 55“ и таксономията на ЕС. Регулаторни рамки на ЕС, свързани с индустриалната симбиоза.	PO1, PO10	European Green Deal, Fit for 55' package, EU taxonomy for sustainable activities	Семинарно въвеждане в регулациите на ЕС. Уебинари с външни експерти.
3	Бизнес модели за индустриална симбиоза	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Бизнес модели и типологии за прилагане на индустриална симбиоза.	PO3, PO5, PO8	Ponis (2021), Demartini et al. (2022), Erol et al. (2023), Iyer et al. (2024).	Анализ на казуси, свързани със съществуващи бизнес модели.

10

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
4	Алгоритми и цифрови инструменти за индустриална симбиоза	Семинар / електронно обучение	Алгоритми за симбиотично съпоставяне и цифрови инструменти.	PO2, PO4	Angelis-Dimakis et al. (2021), Silva et al. (2022), Iyer et al. (2024), QGIS, SankeyMATIC Софтуерни уроци.	Семинарно въвеждане в алгоритми и цифрови инструменти. Уебинари с експерти. Практически лабораторни упражнения със софтуерни инструменти.
5	Обмен на ресурси и материални и енергийни потоци	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Картографиране на материални и енергийни потоци в индустриални клъстери.	PO6	Neves et al. (2020), Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023) .	Анализ на казуси, свързани с обмен на ресурси.
6	Заинтересовани страни и мрежи в индустриалната симбиоза	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Анализ и ангажиране на заинтересовани страни. Проектиране на симбиотични мрежи и вериги за създаване на стойност.	PO4, PO5, PO9	Neves et al. (2020), Aviso et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023), Khan et al. (2023).	Групова работа и мозъчна атака относно критерии за подбор и ангажиране на заинтересовани страни. Анализ на казуси на съществуващи мрежи за индустриална симбиоза.
7	Оценка на ефективността и ползите от индустриалната симбиоза	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Определяне и отчитане на ключови показатели за ефективност (KPIs). Оперативни, икономически, маркетингови, екологични и социални ползи от индустриалната симбиоза.	PO1, PO8	Agudo et al. (2022), Agudo et al. (2023), Agudo et al. (2024), Vimal et al. (2020), Khan et al. (2023) .	Групова работа и брейнсторминг за обсъждане на KPIs и сравнение на различните аспекти и ползи от индустриалната симбиоза.

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
8	Бариери, управление на рискове и фактори, влияещи върху индустриалната симбиоза	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Бариери и рискове при прилагането на индустриалната симбиоза и стратегии за тяхното ограничаване. Фактори, влияещи върху ефективността на индустриалната симбиоза.	PO1, PO2, PO3, PO8	Ponis (2021), Taqi et al. (2022), Henriques et al. (2022), Angelis-Dimakis et al., (2023), Karman et al. (2024) .	Групова работа и брейнсторминг за идентифициране на бариери и рискове. Уъркшоп за решаване на проблеми.
9	Практически проект по индустриална симбиоза	Проект и оценяване	Оценка на възможности за индустриална симбиоза в локален индустриален клъстер.	PO4, PO7, PO8, PO9, PO10, PO11	Всички посочени по-горе източници и материали.	Представяне на групов проект.
10	Изпит по индустриална симбиоза	Оценяване	Финален изпит и оценяване.	PO1, PO2, PO3, PO7	Всички посочени по-горе източници и материали.	Писмен и устен изпит (отворени въпроси, тестови въпроси, кратки тестове и др.).

12

1.4 Методи на преподаване и учене

■ *Подход към обучението*

За този модул се прилага хибриден обучителен подход. Това означава, че се използват както синхронни, така и асинхронни форми на обучение. При синхронното обучение преподавателите и обучаемите се събират едновременно в една и съща среда (физическа или виртуална учебна зала) и взаимодействат в реално време. При асинхронното обучение обучаемите имат достъп до учебни материали, които са налични в дигитална платформа и са предоставени от преподавателите.

Тези материали (напр. предварително записани лекции, презентации, Word/PDF файлове, графики, видеоматериали и др.) представят теоретични въпроси и практически казуси. По този начин обучаемите могат да работят с материалите със собствено темпо в по-дълъг период от време.

■ *Основни методи на преподаване*

В рамките на модула се използват различни основни методи на преподаване, включително интерактивни лекции с насочена дискусия, анализ на казуси, семинари, уебинари с външни експерти, уъркшопи, практически лабораторни занятия, групова работа и проектна дейност, както и писмени и устни изпити. Темите, свързани с индустриалната симбиоза, кръговата икономика и устойчивото развитие, са интегрирани във всички посочени методи на преподаване.

■ *Подходи и методи за подкрепа на активно учене и практическо прилагане на знанията*

Синхронният обучителен подход е особено подходящ за постигане на незабавна ангажираност между преподаватели и обучаеми и за по-бърз обмен на информация, като по този начин се подпомага изграждането на чувство за общност и изясняването на евентуални неразбирания. От друга страна, асинхронният обучителен подход осигурява по-голяма гъвкавост, като дава възможност на обучаемите да отделят повече време за задълбочено запознаване с учебното съдържание и разширява достъпа до обучението за по-широк кръг участници.

Основните методи на преподаване, като лекциите, осигуряват теоретичните знания, необходими за цялостно разбиране на принципите, елементите и практиките на индустриалната симбиоза. Тези знания, в комбинация с множеството практически примери, представени чрез приложно ориентирани методи на преподаване (като анализ на казуси и практически лабораторни занятия), създават основата за подготовката на обучаемите за ролята на мениджъри по индустриална симбиоза.

Уебинарите с външни експерти и семинарите допринасят допълнително за задълбочаване както на теоретичните, така и на практическите знания в областта на индустриалната симбиоза. Работата в екип, насърчавана чрез методи като уъркшопи, групова работа и проектни дейности, подпомага развитието на умения за ефективно сътрудничество със заинтересовани страни и за изграждане на устойчиви симбиотични мрежи.

1.5 Методи за оценяване и доказателства

Модулят прилага смесена стратегия за оценяване, която съчетава активното участие и ангажираността на обучаемите, представянето на групов проект, както и писмени и устни изпити (отворени въпроси, тестови въпроси, кратки тестове и др.). По този начин се оценяват както нивото на теоретичните знания на обучаемите относно концепцията за индустриална симбиоза, така и практическата им способност да разработват устойчиви и конкурентоспособни рамки за индустриална симбиоза, включващи подходящи заинтересовани страни, които обменят множество ресурси.

В рамките на модула са включени както сумативни оценки (финални оценявани задания), така и формативни оценки (текущо участие и обратна връзка по време на всички основни методи на преподаване), с цел подпомагане на напредъка в обучението.

Компоненти на оценяването и доказателства за постигане на резултатите от обучението:

- *Участие и ангажираност (тежест 10%).* Активно участие във всички прилагани методи на преподаване, включително лекции, анализ на казуси, семинари, уебинари, уъркшопи, практически лабораторни занятия, групов работа и разработване на проект.
- *Представяне на групов проект (тежест 30%).* Аналитичен доклад с обем 3 000 думи, оценяващ реална или симулирана възможност за индустриална симбиоза на местно ниво. Докладът включва анализ на индустриален клъстер, картографиране на потоци и препоръки за бизнес модели.
- *Финални писмени и устни изпити (отворени въпроси, въпроси с множествен избор, тестове и др.) (тежест 60%).* Изпити за проверка на теоретичните знания, разбирането на политиките и компетентността при прилагане на практически инструменти.

14

1.6 Библиография и инструменти

1.6.1 Задължителни източници

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., SoloMP, 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 urban industrial symbiosis in the circular economy. *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. *Journal of Cleaner Production*, 466, 142822. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142822>

Khan, Z. A. et al. (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. *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. et al. (2022). The role of online platforms to enable the process of industrial symbiosis. *Cleaner Production Letters*, 3, 100021. <https://doi.org/10.1016/j.clpl.2022.100021>

Silva, M. G. et al. (2022). The role of online platforms to enable the process of industrial symbiosis. *Cleaner Production Letters*, 3, 100021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133384>

Vimal, K. E. K. et al. (2020). Impact of industrial symbiosis implementation on organizational performance. *Benchmarking: An International Journal*, 27(2), 886–911. <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2018-0423>

Xue, X. et al. (2023). Industrial symbiosis performance evaluation framework. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 42056–42074. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25232-0>

16

Допълнително обучаемите следва да изучават всички учебни материали (лекции, презентации, бележки, работни листове и допълнителни документи), предоставени от преподавателя в обучителната платформа, тъй като те представляват неразделна част от основните учебни ресурси на модула.

1.6.2 Препоръчителни източници

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. Кратък шаблон на учебна програма – ВУЗ (ЕКР6)

Наименование на модула: Принципи на оценката на жизнения цикъл за оценка на екологичните ползи и недостатъци при споделянето на ресурси

ЕКР ниво: 6

ECTS кредити: 4 ECTS

Обща учебна натовареност (часове): 100 часа

- Контактни часове (лекции, лабораторни занятия, семинари, уъркшопи и др.): 30 часа
- Насочено самостоятелно обучение: 30 часа
- Проектна работа: 40 часа

Организация, отговорна за разработването: DERMOL SVETOVANJE D.O.O. (Dermol d.o.o.), Словения.

2.1 Общ преглед на модула

Настоящият модул въвежда обучаемите в принципите и интегрираното прилагане на оценката на жизнения цикъл (ОЖЦ)) (Life Cycle Assessment – LCA), разходите по жизнения цикъл (Life Cycle Costing – LCC) и социалната оценка на жизнения цикъл (Social Life Cycle Assessment – S-LCA), като софтуерът FootprintCalc се използва като основен инструмент за анализ на устойчивостта. Целта на модула е да подготви обучаемите да моделират, интерпретират и комуникират екологичните, икономическите и социалните въздействия на продукти и системи през целия им жизнен цикъл в съответствие със стандартите ISO 14040/14044.

Основните теми включват мислене в жизнения цикъл, концепциите за кръгова икономика и индустриална симбиоза, събиране на данни и изграждане на инвентар, интегриране на показатели за LCC и S-LCA, както и интерпретиране на резултатите чрез многокритериален анализ на решенията и табла за управление на устойчивостта.

Модулът е насочен към обучаеми във висшето образование (ЕКР 6), които се подготвят за професионална реализация в областта на управлението на устойчивостта, проектирането на кръгови бизнес модели и координацията на индустриална симбиоза, включително бъдещи SymbioTech мениджъри. Той е свързан с други модули, посветени на цифровата индустриална симбиоза, кръговите бизнес модели и устойчивите иновации, и осигурява методологична основа за приложен анализ на устойчивостта.

Препоръчително е обучаемите да имат базови познания в областта на устойчивото развитие, управлението на околната среда или използването на цифрови инструменти, но не се изискват задължителни предварителни модули.

2.2 Резултати от обучението (PO)

Очакваните резултати от обучението са структурирани в съответствие с трите домейна на Европейската квалификационна рамка (ЕКР):

■ **Знания.** *Обучаемите ще могат да:*

1. описват ролята на устойчивостта, кръговата икономика и индустриалната симбиоза във връзка с мисленето в жизнения цикъл и системния подход (PO1);
2. идентифицират и обясняват основните принципи, рамки и взаимовръзки между оценката на жизнения цикъл (ОЖЦ), разходите по жизнения цикъл (LCC) и социалната оценка на жизнения цикъл (S-LCA) в рамките на оценката на устойчивостта по жизнения цикъл (Life Cycle Sustainability Assessment – LCSA) (PO2);
3. разбират четирите основни фази на оценката на жизнения цикъл (дефиниране на цел и обхват, анализ на инвентара, оценка на въздействието и интерпретация), както и принципите, изискванията и насоките на стандартите ISO 14040/14044 (PO3);
4. разпознават как ОЖЦ подпомага ресурсната ефективност, кръговия дизайн и ориентираното към устойчивост вземане на решения в контекста на кръговата икономика и индустриалната симбиоза (PO4);
5. познават структурата и предназначението на уеб-базирани инструменти за устойчивост (напр. FootprintCalc) и бази данни (напр. Idemat 2025) (PO5).

■ **Умения.** *Обучаемите ще могат да:*

6. прилагат аргументация, базирана на стандартите ISO, за оценка на качеството, прозрачността и надеждността на изследвания по ОЖЦ, LCC и S-LCA (PO6);
7. използват уеб-базирани софтуерни инструменти (напр. FootprintCalc) за изграждане на спецификации на материали (Bill of Materials – BoM) и набори от данни за инвентара по жизнения цикъл (Life Cycle Inventory – LCI), като интегрират екологични, икономически и социални данни (PO7);
8. прилагат методи за оценка на въздействието (напр. EF 3.1, ReCiPe) за анализ и интерпретация на резултати и компромиси, свързани с устойчивостта (PO8);
9. разработват, визуализират и комуникират табла за управление на устойчивостта и многокритериални анализи за подпомагане на информираното вземане на решения (PO9).

■ **Компетенции (автономност и отговорност).** *Обучаемите ще могат да:*

10. извършват самостоятелно опростени анализи по ОЖЦ, LCC и S-LCA, използвайки софтуера FootprintCalc (PO10);
11. оценяват критично качеството на данните, методологичните допускания и ограниченията на оценките на устойчивостта (PO11);
12. работят ефективно в мултидисциплинарни проекти в областта на кръговата икономика и индустриалната симбиоза и да комуникират ясно препоръки, свързани с устойчивостта, към различни заинтересовани страни (PO12).

2.3 Примерна програма за обучение / График за провеждане

A/A	Наименование на модул/раздел	Тип сесия	Тема / дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
1	Въведение в устойчивостта, кръговата икономика и индустриалната симбиоза	Лекция / електронно обучение	Преглед на концепциите за устойчивост, кръгова икономика и индустриална симбиоза и ролята на мисленето в жизнения цикъл.	PO1	Kirchherr et al. (2017)	Интерактивна лекция с насочена дискусия, концептуално картографиране и кратко рефлексивно упражнение.
2	Въведение в концептуалните рамки на ОЖЦ, LCC и S-LCA	Семинар / електронно обучение	Основи на оценката на жизнения цикъл (ОЖЦ), разходите по жизнения цикъл (LCC) и социалната оценка на жизнения цикъл (S-LCA).	PO2, PO4	Visentin et al (2021), Valdivia et al. (2021)	Семинарно представяне на всяка рамка. Групова мозъчна атака и насочена дискусия за сравнение на екологичните, икономическите и социалните аспекти. Анализ на казус на прост продукт, прилагаш трите перспективи. Въпроси и отговори с преподавателя.
3	Рамки ISO 14040 и ISO 14044 за оценка на жизнения цикъл	Семинар / електронно обучение	Принципи, фази, терминология и съответствие с реалната практика при LCA.	PO3, PO6	ISO (2006)	Насочен преглед на структурата и терминологията на ISO 14040/14044. Групово съпоставяне на фазите на LCA с практически примери. Обсъждане на публикуван LCA казус, съответстващ на стандартите ISO.

21

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
4	Изграждане и управление на инвентарни данни	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Създаване на спецификация на материали и LCI набор от данни; импортиране на данни във FootprintCalc; идентифициране на ключови потоци и категории на въздействие.	PO5, PO7	FootprintCalc (2024), Sustainable Impact Metrics Foundation (SIMF), 2023	Наблюдавана лабораторна работа с насочване в реално време; работа по двойки за създаване на BoM; практически упражнения и сесии за отстраняване на проблеми с производно избрани набори от данни.
5	Екологична, икономическа и социална оценка	Проект / електронно обучение	Провеждане на ОЖЦ изчисления с EF 3.1 или ReCiPe; интегриране на показатели за LCC и S-LCA; визуализиране на компромиси чрез табла за многокритериален анализ.	PO8, PO9	Valdivia et al. (2021), UNEP (2020)	Екипна проектна симулация; групов анализ на резултатите от ОЖЦ; разработване на сравнителни табла; партньорска оценка на резултатите.
6	Интерпретация на устойчивостта и подпомагане на вземането на решения	Проект / уъркшоп / електронно обучение	Интерпретиране на интегрирани резултати, идентифициране на ключови точки на въздействие, оценка на компромиси и превеждане на резултатите в приложими препоръки за решения в КИ/ИС.	PO10, PO11, PO12	Klöpffer & Grahl (2014), Daddi et al. (2017)	Уъркшоп за решаване на проблеми, подготовка за представяне, сценарийно базирана дискусия и изготвяне на доклади и визуални презентации за устойчивост.

22

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
7	Цифрови инструменти за вземане на решения в КИ/ИС	Лекция / Семинар / електронно обучение	Проучване на цифрови платформи за КИ/ИС (напр. FootprintCalc MCDA, Simapro demo набори, инструменти за картографиране на ИС).	PO5, PO7, PO9	Документация за инструментите (FootprintCalc, Simapro demo), SIMF набори от данни	Демонстрация с насочено разглеждане на инструментите; кратки задачи за моделиране на обмен на ресурси; обратна връзка от преподавателя.
8	Казуси в индустриалната симбиоза и кръговата икономика	Семинар / електронно обучение	Анализ на реални казуси от КИ/ИС; оценка на системни въздействия чрез мислене в жизнения цикъл; обсъждане на мащабируемост и бариери.	PO1, PO4, PO11, PO12	Chertow (2007), Ažman Momirski et al. (2021)	Групов анализ на казуси; ролеви игри със заинтересовани страни; структурирани дебати; разработване на сравнителна матрица.
9	Политики, стандарти и корпоративни стратегии, подпомагащи ОЖЦ в КИ/ИС	Лекция / електронно обучение	Европейски зелен пакт, таксономия, стандарти, екологични продуктови декларации (EPDs) и влияние на политическите рамки върху решенията, базирани на ОЖЦ.	PO2, PO3, PO6, PO11	Европейска комисия (2020), ISO (2017) насоки за EPD	Интерактивна лекция; картографиране на политики; анализ на реални EPDs; дискусия за въздействието върху МСП и ИС мрежи.
10	Финален проект – интеграция и представяне	Проект / уъркшоп / оценяване	Подготовка и представяне на проект по КИ/ИС, интегриращ резултати и препоръки от ОЖЦ–LCC–S-LCA.	PO6, PO8, PO10, PO11, PO12	Всички гореспоменати четива/материали	Консултативна сесия; партньорски консултации; структурирани финални презентации; рефлексивна оценка на резултатите от проекта.

23

2.4 Методи на преподаване и учене

■ *Подход към обучението*

Модулът използва хибриден модел на обучение, който съчетава синхронни и асинхронни компоненти. Синхронните сесии събират преподаватели и студенти в реално време във виртуална класна стая, което позволява директна взаимодействие, незабавна обратна връзка и споделено чувство за общност. Асинхронното обучение позволява на студентите да имат достъп до материали – като предварително записани лекции, презентации, документи, фигури и видеоклипове – чрез цифрова платформа, в свое собствено темпо. Тези ресурси обхващат както теоретичните основи, така и практическите казуси, като предоставят на учащите гъвкавост и същевременно подпомагат по-задълбоченото им ангажиране с материала. Педагогическата стратегия набляга на активното и ориентирано към практиката обучение. Учениците прилагат теоретичните концепции към реални предизвикателства, свързани с устойчивостта, като същевременно развиват дигитални компетенции чрез структурирано използване на инструменти за оценка на жизнения цикъл (например FootprintCalc) и софтуер за визуализация на данни.

■ *Основни методи на преподаване*

Методите на преподаване включват интерактивни лекции, семинари, практически уъркшопи, компютърни лаборатории под наблюдение и групови проекти. FootprintCalc служи като основен аналитичен инструмент през целия модул. Учениците работят и с казуси, участват в дискусии с колеги и изпълняват упражнения, базирани на сценарии, които симулират вземането на решения в контекста на кръговата икономика (КИ) и индустриалната симбиоза (ИС).

■ *Подходи и методи, подкрепящи активно учене и практическо приложение на знанията.*

Синхронният формат подкрепя незабавното ангажиране, изясняването в реално време на сложни теми и сътрудничеството между учащите и обучителите. В контраст с това, асинхронният формат предлага гъвкавост и самостоятелно темпо на учене, което позволява на студентите да проучват материалите по-задълбочено и разширява достъпа за различни учащи. Комбинацията от теоретично обучение и практически дейности, като например компютърни лаборатории под наблюдение и групови проекти, осигурява солидна основа за развиване на компетенции, свързани с LCA. Тези методи предоставят на студентите от висшите учебни заведения и на бизнес мениджърите уменията, необходими за да действат като ефективни практики в областта на LCA. Сътрудничеството и работата в екип, които са част от целия модул, подготвят допълнително учащите да работят успешно със заинтересованите страни в реалния свят на устойчивостта и кръговата икономика.

2.5 Методи за оценяване и доказателства

Модулът използва смесена стратегия за оценяване, която комбинира проектни, практически и рефлексивни компоненти, за да оцени способността на студентите да прилагат FootprintCalc в интегриран анализ на устойчивостта. Включени са както



формативни (непрекъснато обратно свързване по време на семинари и лабораторни упражнения), така и сумативни (окончателни оценени задачи) оценки, за да се подкрепи напредъка в ученето.

Компоненти на оценяването и доказателства за постигане на резултатите от обучението:

- *Групов проект (тежест 40%).* Съвместно проучване на случай за оценка на устойчивостта на жизнения цикъл (LCSA) с използване на FootprintCalc, интегриращо перспективите на ОЖЦ, LCC и S-LCA. Доказателствата включват списък на материалите (BoM), инвентарен модел, интерпретация на въздействието и доклад или презентация за многокритериален анализ на решенията (MCDA).
- *Практическа лабораторна задача (тежест 30%).* Индивидуално представяне на файл с модел FootprintCalc, придружен от кратко методологично разсъждение относно обработката на данни и избора на оценка.
- *Индивидуален доклад (тежест 20%).* Писмено разсъждение (около 1000 думи), демонстриращо разбиране на интерпретацията на LCSA и нейната значимост за вземането на решения в контекста на кръговата икономика или индустриалната симбиоза.
- *Участие (тежест 10%).* Активно участие в семинари, дискусии с колеги и сесии за обратна връзка, демонстриращи непрекъснато учене и принос към груповата работа.

2.6 Библиография и инструменти

2.6.1 Задължителни източници

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=0AAAAAIQIIIpxtDLHMB7riYH8e_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>

2.6.2 Препоръчителни източници

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

2.6.3 Софтуер и цифрови инструменти

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

Excel / Power BI (за визуализация на MCDA)

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

3. Кратък шаблон за учебна програма – ВОУ (ЕКР6)

Наименование на модула: Междуорганизационни отношения

ЕКР ниво: 6

ECTS кредити: 4 ECTS

Обща учебна натовареност (часове): 100 часа

- Контактни часове (лекции, лабораторни упражнения, семинари, уъркшопи и др.): 30 часа
- Насочено самостоятелно обучение: 40 часа
- Проектна работа: 30 часа

Организация, отговорна за разработването: AKADEMIA GORNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE (Университет AGH), Полша.

3.1 Общ преглед на модула

Междуорганизационното сътрудничество представлява фундаментална способност в съвременните преходи към устойчивост и трансформациите към кръгова икономика. Индустриалната симбиоза (ИС) зависи от структурирано сътрудничество между различни организации – производствени предприятия, комунални дружества, общини, логистични оператори, технологични компании, регулаторни органи, неправителствени организации и посредници – които трябва да координират обмена на ресурси, да съгласуват стимули, да изграждат споделени визии и да поддържат сътрудничество в дългосрочен план.

Настоящият модул предоставя задълбочено и цялостно изследване на това как възниква подобно сътрудничество, как се развива и как може да бъде укрепвано. Студентите се запознават с основните теоретични рамки, обясняващи организационното поведение в многоакторни системи: теория на зависимостта от ресурсите (ТЗР), икономика на транзакционните разходи (ИТР), мрежова теория, институционална теория, концепции за релационно управление и поведенчески теории за доверието.

Едновременно с това модулът поставя силен акцент върху практически ориентирани умения, необходими за координация в рамките на индустриалната симбиоза, включително:

- картографиране на заинтересованите страни, анализ на участниците и определяне на границите на мрежите,
- диагностика на рискове и бариери пред сътрудничеството,
- проектиране и комуникиране на управленски структури,

- водене на преговори и изграждане на консенсус в сложни среди,
- управление на конфликти, недоверие и конкуриращи се интереси,
- разпознаване и адресиране на съпротивата срещу промяната,
- медиране на разногласия и фасилитиране на продуктивен диалог,
- изграждане на доверие, прозрачност и дългосрочен ангажимент.

Модулът поставя акцент върху преживелищно, интерактивно и приложно обучение. Студентите участват в разширени симулации, уъркшопи, базирани на сценарии, ролеви игри за разрешаване на конфликти и съвместни лабораторни дейности с използване на реални инструменти за картографиране и анализ, като QGIS или PowerMap.

Обучаемите се подготвят да се ориентират в реални предизвикателства при координацията на индустриалната симбиоза, като:

- нежелание за споделяне на данни или разходи,
- асиметрии във властта, ресурсите и капацитета за преговори,
- различия във времевите хоризонти и стратегическите приоритети,
- конкуриращи се интерпретации на риск и стойност,
- политически натиск и институционални ограничения.

Завършилите този модул ще бъдат добре подготвени да работят като координатори по индустриална симбиоза, фасилитатори по кръгова икономика, мениджъри на индустриални клъстери, ръководители на проекти в областта на устойчивостта или анализатори, подпомагащи регионалното развитие и междусекторното сътрудничество.

29

3.2 Резултати от обучението (PO)

Очакваните резултати от обучението са структурирани в съответствие с трите домейна на Европейската квалификационна рамка (ЕКР):

- **Знания.** *Обучаемите ще могат да:*
 1. обясняват в детайли предпоставките, произхода и последиците от теорията на зависимостта от ресурсите (ТЗР), икономиката на транзакционните разходи (ИТР) и мрежовата теория, както и ще оценяват как тези теории обясняват организационното вземане на решения в мрежи за индустриална симбиоза (PO1);
 2. анализират многостепенните фактори (икономически, организационни, обществени и основани на политики), които влияят върху готовността и желанието за сътрудничество в екосистеми на кръговата икономика (PO2);
 3. описват институционалните натиски, които оформят междуорганизационното поведение, включително изоморфизма, съответствието с регулациите и ролята на легитимността (PO3);
 4. идентифицират типични модели на асиметрия във властта (напр. доминиращи фирми спрямо МСП; частен сектор спрямо публични органи) и оценяват как те влияят върху резултатите от сътрудничеството (PO4);

5. сравняват управленски модели като йерархично, релационно, договорно и хибридно управление и оценяват тяхната приложимост в контекста на индустриалната симбиоза (PO5);
6. разбират когнитивните, поведенческите и структурните причини за конфликти между организации и формулират как подобни конфликти могат да ескалират или да бъдат смекчени (PO6).

■ **Умения.** Обучаемите ще могат да:

7. създават комплексни, многостепенни карти на заинтересованите страни, включващи потоци, линии на влияние, арени за вземане на решения, коалиции и потенциални точки на конфликт (PO7);
8. провеждат интервюта със заинтересовани страни и интерпретират качествени данни в подкрепа на планове за ангажиране (PO8);
9. проектират управленски рамки, които балансира отчетност, гъвкавост и справедливост, включително споделени KPI, ясно разпределени отговорности, протоколи за прозрачност и механизми за мониторинг (PO9);
10. подготвят и представят убедителни многостранни презентации, които ясно формулират ползи, рискове, възможности за създаване на стойност и пътища за ангажиране (PO10);
11. прилагат техники за преговори (напр. BATNA, преговори, основани на интереси, преформулиране, закотвяне) в симулирани конфликтни ситуации (PO11);
12. фасилитират трудни срещи, медира спорове и насочват участниците през структурирани процеси за управление на конфликти (PO12);
13. използват поведенчески диагностични подходи за идентифициране на фактори за съпротива (напр. страх от загуба, несигурност, заплахата за идентичността) и проектират целенасочени интервенции (PO13).

■ **Компетенции (автономност и отговорност).** Обучаемите ще могат да:

14. поемат отговорност за насочване на процесите на сътрудничество и поддържане на дългосрочно доверие между партньорите в индустриалната симбиоза (PO14);
15. се ориентират в сложни политически, организационни и междуличностни контексти, като използват етичен, прозрачен и отговорен подход (PO15);
16. действат като неутрални фасилитатори и медиатори, когато организациите изпитват конфликти, затруднения или несъответствия (PO16);
17. оценяват и интегрират политическите рамки на ЕС (напр. План за действие за кръгова икономика, IED, EMAS, таксономията на ЕС) в проектирането на сътрудничеството в областта на индустриалната симбиоза (PO17);
18. работят ефективно в мултидисциплинарни екипи с инженери, икономисти, планиращи, регулатори и представители на общността (PO18);
19. демонстрират адаптивна комуникация, устойчивост под натиск и рефлексивно учене от сценарии, базирани на практиката (PO19).

3.3 Примерна програма за обучение / График за изпълнение

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
1	Основи на сътрудничеството	Лекция / диалогова сесия	Задълбочено теоретично въведение, обхващащо ТЗР, ИТР, мрежова теория; дискусия защо симбиотичните мрежи успяват или се провалят; преглед на сравнителни примери (Kalundborg, Ulsan, Dunkirk); разглеждане на структури на взаимозависимост и провали в координацията.	PO1, PO2, PO3	Lewicka, Zakrzewska-Bielawska (2019), Salmone et al. (2020)	Разширено теоретично изложение, насочен диалог, рефлексивен сравнителен анализ
2	Движещи фактори и бариери в ИС	Лаборатория с казуси	Изчерпателна рамка за бариери: регулаторни рискове, пазарна нестабилност, технологична несигурност, корпоративна култура, организационна инерция; картографиране на макро–мезо–микро бариери; работа с реални провалени казуси за ИС, анализ на първопричини и сценарийно базирано смекчаване на бариери.	PO2, PO3, PO8, PO17	Saha (2020)	Лаборатория с казуси, ³¹ упражнение за картографиране на бариери, уъркшоп за рамкиране на проблеми
3	Картографиране на заинтересованите страни	Техническа лаборатория	Усъвършенствано многопластово картографиране на заинтересовани страни и мрежи: матрици власт–интерес, матрици за прогнозиране на конфликт, йерархии на влияние, диаграми на потоци, идентифициране на свързващи роли–брокери–„тесни места“; работа с GIS-базирани системи и реални индустриални набори от данни.	PO3, PO7, PO13, PO19	Инструментариум + набори от данни	Техническа лаборатория по картографиране, сценарийна симулация, структурирани инструментално-базирани анализи

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
4	Модели на управление	Семинар + упражнение за дизайн	Проектиране на хибридни модели на управление, съчетаващи формални и релационни компоненти; разглеждане на рамки за отчетност, правила за прозрачност, координационни роли, модели за управление на риска; групово задание за проектиране на управление за хипотетичен ИС клъстер.	PO4, PO14	Shi (2019)	Семинар, групово дизайнерско предизвикателство, партньорска оценка
5	Доверие и управление на взаимоотношенията	Уъркшоп	Симулирани задачи за изграждане на доверие; диагностициране на ерозия на доверието; анализ на комуникационни климатични условия; съвместно проектиране на „договори за доверие“, механизми за прозрачност и структури за споделено учене; ролеви сценарии за упражняване на изграждане на дългосрочни партньорства.	PO3, PO15, PO16	Lewicka, Zakrzewska-Bielawska (2022), Alosi et al. (2025)	Ролеви игри, насочено обучение по емоционална интелигентност, съвместно изготвяне
6	Комуникация и преговори	Симулация + цикъл на обратна връзка	Сложна симулация на многопартийни преговори, включваща конкуриращи се цели, асиметрия на информацията, кооперативно договаряне и стратегическо убеждаване; структурирана обратна връзка за вербални, невербални и писмени стилове на комуникация.	PO9, PO10, PO11, PO18, PO19	Учебници по преговори	Обучение, базирано на симулации, многостепенен дебрифинг, одит на комуникацията

32

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
7	Решаване на конфликти	Ролева игра + диагностична лаборатория	Уъркшоп за картографиране на конфликти: структурен срещу поведенчески конфликт, интереси срещу позиции, стълби на ескалацията; обучение на медиатори; проектиране на пътища за разрешаване на конфликти; диагностициране на тригери за междуличностно и междуорганизационно напрежение.	PO5, PO6, PO12, PO16, PO18	Материали за конфликтни случаи	Структурирана ротация на медиатори, лаборатория за картографиране на конфликти
8	Съпротива срещу промяната	Уъркшоп + планиране на действия	Тристепенен анализ на съпротива: индивидуално ниво (страх, несигурност), организационно (структурна инерция), институционално (policy lock-in); моделиране на пътища за промяна; създаване на план за действия; дизайн на поведенчески интервенции.	PO5, PO13, PO19	Литература за организационно поведение	Семинар, цикъл на коучинг, рефлексивна оценка на поведението
9	Дизайн на ангажираността на заинтересованите страни	Лаборатория + съвместно създаване	Проектиране на пътеки за ангажиране с висока степен на включване; картографиране на динамики на властта; изграждане на механизми за съвместно вземане на решения; сценарийно планиране за съгласуване; проектиране на интервенции при спорни потоци на ресурси; съвместно прототипиране.	PO8, PO13, PO14, PO18	Ръководства за ангажиране	Лаборатория, design charrette за проектиране на структури за сътрудничество и рамки за ангажиране на заинтересованите страни, партисипативни методи

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
10	Мониторинг на сътрудничеството	Семинар + разработване на индикатори	Усъвършенствани метрики за сътрудничество: структурни KPI, релационни KPI, индикатори за ранно предупреждение; откриване на слаби сигнали за деградация на партньорства; изграждане на табла за мониторинг; интерпретиране на данни за информиране на корекции в управлението.	PO4, PO14	Рамки за мониторинг на ИС	Уъркшоп за разработване на индикатори, сценарийно stress-testing

3.4 Методи на преподаване и учене

■ *Подход към обучението*

В този модул ще бъде приет хибриден модел на обучение, комбиниращ **синхронни** и **асинхронни** учебни среди, за да се максимизира ангажираността, рефлексията и придобиването на практически умения.

При **синхронното обучение** студентите и преподавателите се срещат в реално време, в класната стая или онлайн, за да проведат интерактивни дискусии, симулации на преговори, ролеви игри за разрешаване на конфликти, лабораторни упражнения за картографиране и семинари за улесняване. Тези дейности позволяват незабавна обратна връзка, наблюдение на поведението в реално време и колективно осмисляне, които са от съществено значение за овладяване на междуетапиционната комуникация и сътрудничество.

При **асинхронното обучение** студентите имат достъп до материалите чрез цифрова платформа по свое собствено темпо. Тези материали, четива, описания на случаи, демонстрационни видеоклипове (напр. дизайн на управление), уроци по картографиране на заинтересовани страни и аналитични инструменти позволяват на учащите да изследват задълбочено теоретичните рамки (ТЗР, ИТР, теория на мрежите, институционална теория) и да се подготвят за приложните дейности, провеждани по време на синхронните сесии.

Този смесен модел осигурява гъвкавост, подкрепя разнообразни предпочитания за учене и укрепва дълбокото концептуално разбиране, преди студентите да се включат в симулации с висока интензивност и упражнения, базирани на роли.

35

■ *Основни методи на преподаване*

През целия модул ще се използват широка гама от методи на преподаване, включително:

- Интерактивни лекции с насочен диалог (теоретични основи на междуетапиционното сътрудничество, модели на управление, динамика на властта, теория на конфликтите)
- Казуси (реални мрежи за индустриална симбиоза, неуспешни сътрудничества, регионални партньорства с много участници)
- Семинари и уебинари с експерти (практици, координатори на индустриална симбиоза, експерти по политики, медиатори)
- Работни групи (изграждане на доверие, анализ на съпротивата, проектиране на ангажираност)
- Практически лаборатории (картографиране на заинтересованите страни, картографиране на конфликти, прототипиране на управление, анализ на потоци и влияние)
- Симулационни упражнения (многостранни преговори, ролеви игри за медиация, сценарии за координация)

- Групова работа и съвместни проекти (проектиране на рамки за управление и стратегии за ангажираност)
- Писмени и устни изпити (тестване на теоретични знания и приложението им в сложни сценарии)

Въпреки че модулът се фокусира върху междуорганизационните отношения, много от дейностите интегрират индустриалната симбиоза (IS), кръговата икономика (CE) и устойчивостта, за да отразят реални ситуации, в които сътрудничеството между многобройни участници е от съществено значение.

- *Подходи и методи за подкрепа на активно учене и практическо прилагане на знанията*

Подходът на преподаване е разработен така, че да развива както аналитичното мислене, така и междуличностните компетенции, необходими за успешна координация в сложни организационни екосистеми.

- Синхронните сесии позволяват обратна връзка в реално време, наблюдение на поведението, незабавно изясняване на недоразумения и активно съвместно създаване на решения. Те изграждат чувство за принадлежност и повишават увереността на студентите в задачите по преговори, улесняване и разрешаване на конфликти.
- Асинхронните сесии насърчават рефлексивното учене в собствено темпо. Студентите могат да преразгледат теоретичните материали, да анализират казусите и да подготвят своите карти на заинтересованите страни или идеи за управление преди провеждането на работните срещи на живо. Тази гъвкавост подпомага по-задълбоченото разбиране на сложните теоретични рамки.
- Интерактивните лекции предоставят основни теоретични знания, необходими за анализиране на междуорганизационни структури, властови отношения, модели на управление и фактори за сътрудничество.
- Казусите и практическите упражнения превръщат теорията в практика, като излагат студентите на реални предизвикателства в сътрудничеството, като несъгласувани стимули, ерозия на доверието, асиметрии на властта и политически натиск.
- Семинарите, симулациите и ролевите игри позволяват на студентите да практикуват техники за фасилитиране, преговори, медиация и разрешаване на конфликти в реалистични ситуации. Тези дейности развиват емоционалната интелигентност, адаптивността в комуникацията и вземането на решения под натиск.
- Груповите проекти укрепват работата в екип, съвместното създаване на смисъл и способността да се проектират структури за ангажиране и управление с участието на много участници – умения, които са от съществено значение за бъдещите координатори на ИС, фасилитатори на кръговата икономика и лидери в областта на устойчивостта.

- Чрез тези комбинирани методи студентите развиват способността да се ориентират в сложни организационни отношения, да изграждат доверие между заинтересованите страни и да насърчават дългосрочно сътрудничество в индустриални и кръгови икономически мрежи.

3.5 Методи за оценяване и доказателства

Модулът използва цялостна стратегия за оценяване, която съчетава теоретична оценка с практически доказателства за способностите на студентите да анализират, проектират и улесняват междуорганизационното сътрудничество. Методите за оценяване са разработени така, че да отразяват реалните компетенции, необходими за координацията на индустриалната симбиоза, преговорите с много участници, проектирането на управлението и управлението на конфликти. Интегрирани са както **сумативни** (оценявани), така и **формативни** (непрекъснато обратно свързване и ангажираност) компоненти, за да се подпомогне дълбокото учене, подобряването на поведението и професионалната готовност.

Компоненти на оценяването

- *Участие и ангажираност (тежест 10%).* Активно участие на студентите в интерактивни методи на преподаване – сесии за диалог, лаборатории за преговори, ролеви игри за разрешаване на конфликти, семинари за картографиране на заинтересованите страни „“, упражнения за проектиране на управление и сесии за улесняване на практиката. Доказателствата включват качество на ангажираността, подготовка, сътрудничество, рефлексивни приноси и аналитични задачи в клас.
- *Представяне на групов проект (тежест 30%).* Аналитичен доклад от 3000 думи + групово представяне, диагностициращо реална или симулирана възможност за междуорганизационно сътрудничество в контекста на информационните системи или кръговата икономика. Докладът включва:
 - многослойно картографиране на заинтересованите страни и анализ на властта и влиянието,
 - идентифициране на бариери за сътрудничество, рискове и конфликтни точки,
 - проектиране на модел на управление (роли, отговорности, правила за прозрачност, KPI),
 - план за преговори и ангажираност,
 - предложени механизми за управление на конфликти и изграждане на доверие,
 - базирани на доказателства препоръки за укрепване на дългосрочната стабилност на взаимоотношенията.

Оценката се фокусира върху аналитичната дълбочина, правилното използване на теорията (ТЗР, ИТР, теория на мрежите, институционална теория), яснотата на дизайна на управлението и осъществимостта на предложените интервенции.

- *Заклучителни писмени и устни изпити (тежест 60%).* Комбинация от:

- писмен изпит (отворени въпроси, кратки аналитични есета, въпроси с множествен избор),
- устен изпит (въпроси, базирани на сценарии, които тестват уменията за решаване на проблеми и комуникация).

Изпитът оценява:

- разбиране на основните теории, обясняващи междуорганизационното поведение и управлението,
- способност да диагностицират рисковете при сътрудничеството и асиметриите в разпределението на властта,
- познания за динамиката на доверието, ескалацията на конфликти и механизмите на съпротива,
- запознатост с политическите рамки на ЕС, засягащи междуорганизационното сътрудничество (План за действие за кръгова икономика, EMAS, таксономия на ЕС),
- способност да предлагат реалистични, основани на теорията интервенции за подобряване на координацията и сътрудничеството.

Доказателства за постижения

Доказателствата, събрани по време на оценката, включват:

- карти на заинтересованите страни, карти на конфликтите, прототипи на управление и резултати от работни срещи,
- сценарии за преговори, бележки за улесняване и размисли за ролята на медиатора,
- анализи на сценарии и упражнения за решаване на проблеми,
- устни демонстрации на комуникационни и убедителни умения,
- писмени задачи, демонстриращи теоретична интеграция и критично мислене.

Тези доказателства дават цялостна представа за готовността на студентите да координират сътрудничеството между множество участници, да посредничат при спорове, да проектират структури на управление и да подкрепят развитието на мрежата на информационните системи.

3.6 Библиография и инструменти

3.6.1 Задължителни източници

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 coopetition. In A. Zakrzewska-Bielawska & M. Cygler (Eds.),

Contemporary challenges in cooperation and coopetition 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

3.6.2 Препоръчителни източници

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. Кратък шаблон на учебна програма – ВУЗ (ЕКР6)

Наименование на модула: Изкуствен интелект и машинно обучение за прогнозиране на материални потоци и оптимизиране на веригите за доставки и процесите

ЕКР ниво: 6

ECTS кредити: 4 ECTS

Обща учебна натовареност (часове): 100 часа

- Контактни часове (лекции, лабораторни упражнения, семинари, уъркшопи и др.): 40 часа
- Насочено самостоятелно обучение: 30 часа
- Проектна работа: 30 часа

Организация, отговорна за разработването: IMC HOCHSCHULE FUR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN KREMS GMBH (IMC KREMS), Австрия.

4.1 Общ преглед на модула

Преходът от индустриална симбиоза (ИС) към цифрова индустриална симбиоза (ЦИС) е от решаващо значение. Този модул разглежда как да се включат изкуственият интелект (ИИ) и машинно обучение (МО) в управлението на потока от материали, за да се подобри значително ефективността на веригите за доставки, да се предскажат тенденциите в търсенето и предлагането, да се оптимизира логистиката и да се намалят отпадъците. Той предоставя на учащите информация за това как методите на изкуствения интелект (ИИ) и машинно обучение (МО) могат да се използват за ускоряване на цифровата трансформация на ИС екосистемите. Те научават как алгоритмите, базирани на данни, могат да се използват за прогнозиране на материални и енергийни потоци, откриване на неефективности и подпомагане на вземането на решения в реално време в кръговите вериги на доставки. Чрез симулации и казуси учащите развиват компетенции в избора и прилагането на подходящи МО модели за решаване на реални индустриални проблеми. Например, прогнозиране на наличността на вторични ресурси, идентифициране на симбиотични съвпадения и оптимизиране на логистиката. Модулът набляга на практическата интеграция с ИС платформи и етичното използване на данни в контекста на кръговата икономика.

Модулът е предназначен за студенти от висши учебни заведения, преподаватели, мениджъри, консултанти, изследователски организации, институции за подкрепа на бизнеса и органи за вземане на политически решения, ангажирани с устойчивостта, прогнозирането и оптимизацията на потоците от материали.

Компетенциите, придобити в този модул, са полезни за симбиотичните технологии и модели за управление на енергията. Например, прогнозирането на наличността на ресурси подпомага минимизирането и оптимизирането на ресурсите.

Общите познания за устойчивостта и цифровата трансформация от ИС към ЦИС са полезни за усвояването на контекста. Основните умения за програмиране помагат на учащите да прилагат алгоритмите, а в противен случай чрез цифрови инструменти учащите могат да използват алгоритми.

4.2 Резултати от обучението (PO)

Очакваните резултати от обучението са структурирани в съответствие с трите домейна на Европейската квалификационна рамка (ЕКР):

▪ **Знания.** Обучаемите ще могат да:

1. разберат кръговата икономика и индустриалната симбиоза (PO1);
2. демонстрират разбиране за това как изкуственият интелект (ИИ) и машинно обучение (МО) позволяват подобряване на процесите и оптимизиране на ресурсите в рамките на мрежите за индустриална симбиоза (PO2);
3. критично обяснят подходите за МО с и без надзор, например прогнозиране на времеви редове, клъстеризация, предсказващо моделиране и тяхната релевантност за приложенията на кръговата икономика (PO3);
4. разберат ключовите характеристики на данните за индустриалния поток на материали (PO4);
5. разберат етичните, правните и социалните предизвикателства при използването на AI, например пристрастност, поверителност и прозрачност (PO5).

▪ **Умения.** Обучаемите ще могат да:

6. събират, почистват и подготвят индустриални набори от данни, използвайки инструменти за наука за данните, като Python и Pandas, за изграждане и анализ на МО модели (PO6);
7. разработват и тестват МО модели (например ARIMA, LSTM, k-means) за приложения, включително прогнозиране на материални потоци, откриване на аномалии и оптимизиране на ресурсите (PO7);
8. интерпретират резултатите от МО моделите, за да генерират практически идеи за подобряване на веригата на доставки, оползотворяване на отпадъците и препроектиране на процесите (PO8);
9. ефективно да комуникират аналитичните си заключения чрез използване на платформи за визуализация (например Power BI, QGIS, SankeyMATIC) с яснота както към технически, така и към нетехнически заинтересовани страни (PO9).

- **Компетенции (автономност и отговорност).** Обучаемите ще могат да:
10. самостоятелно да избират подходящи подходи за цифрово/машинно обучение за анализ и оптимизация на индустриалните ресурсни потоци в сложни условия с много заинтересовани страни (PO10),
 11. оценяват и балансират предимствата и ограниченията на инструментите за изкуствен интелект, за да определят най-подходящата техника за даден сценарий на индустриална симбиоза, като вземат предвид производителността, разходите, простотата и устойчивостта (PO11),
 12. инициират и допринасят за цифровата трансформация на организациите, като препоръчват практики, основани на данни, за подобряване на операциите по индустриална симбиоза (PO12),
 13. да работи съвместно и етично в интердисциплинарни екипи, като постоянно комуникира подкрепени от изкуствен интелект идеи и гарантира отговорно използване на данни и прозрачност на алгоритмичното вземане на решения (PO13).

4.3 Примерна програма за обучение / График за изпълнение

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
1	Въведение в индустриалната симбиоза и кръговата икономика	Лекция / електронно обучение	Дефиниции, примери за ИС в контекста на кръговата икономика	PO1	Akrivou et al. (2022), Rincón-Moreno et al. (2020).	Смесено: интерактивна лекция, примери от практиката
2	Въведение в приложението на ИИ и МО в индустриалната симбиоза	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Дефиниции, основи на ИИ и МО, еволюция от традиционна ИС към ЦИС	PO1, PO2, PO3	Vimal et al. (2020), Ashton et al. (2022), Neves et al. (2020)	Смесено: интерактивна лекция, групов дискусия, примери от практиката
3	Източници на данни и структури на материалните потоци; картографиране на ресурсни потоци (материални/енергийни)	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Въведение в структури на данни, техники за почистване на данни, методи за симбиотично съпоставяне, цифрови платформи и инструменти, въведение в Pandas/Python за данни за ИС	PO3, PO4, PO5	Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020), Angelis-Dimakis et al. (2021), Silva et al. (2022), софтуерни уроци	Лекция, постепенни упражнения, практическо използване на софтуер за картографиране, демонстрация
4	Традиционни алгоритми за машинно обучение, МО-pipelines, версии и тестване на модели	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Методи за класификация и клъстеризация (неконтролирано МО) и тяхното приложение към материални потоци; използване на ML-pipelines; тестване и поддържане на версии на модели	PO2, PO3, PO7, PO10	NaMPn et al. (2022), Demetriou et al. (2024), Filippou et al. (2023), Nguyen et al. (2020) Luo et al. (2021), Chandrasekaran et al. (2023)	Смесен формат, анализ на казуси, групов брейнсторминг

43

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
5	Прогнозиране на времеви редове и използвани инструменти и технологии	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Методи за прогнозиране на времеви редове и тяхното приложение в материални и енергийни потоци, примери за инструменти и технологии за прогнозиране	PO2, PO3, PO4, PO7, PO10	Vimal et al. (2020), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020)	Смесен формат, анализ на казуси, групов брейнсторминг
6	Въведение във веригите на доставки и ролята на изкуствения интелект в управлението им	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Вериги за доставки, тяхното въздействие и ползи; роля на ИИ в управлението; въвеждане в използвани инструменти	PO4, PO5, PO7, PO8, PO10	Demartini et al. (2022), Zamani et al. (2022)	Смесен формат, анализ на казуси
7	Оптимизация на логистичните потоци	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Значение на оптимизацията на логистичните потоци, методи за оптимизация на маршрути и техните ограничения	PO4, PO5, PO7, PO8, PO10	Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020), Aviso et al. (2022)	Смесен формат: 44 интерактивна лекция, групов дискусия, казуси
8	Машинно обучение за предиктивен анализ и поддръжка	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Методи за прогнозиране и откриване на аномалии; въвеждане в източници на данни за поддръжка чрез предиктивен анализ	PO2, PO7, PO8, PO9, PO10	Vimal et al. (2020), NaMPn et al. (2022)	Смесен формат: интерактивна лекция, групов дискусия, казуси
9	Интеграция на МО/ИИ в индустриалната симбиоза и ограничения; пристрастия и етика на данните	Лекция / уъркшоп / електронно обучение	Методи за интегриране на ИИ в ИС; предизвикателства и ограничения при използване на ИИ; етични, правни и социални аспекти (пристрастия, поверителност, прозрачност)	PO4, PO5, PO10, PO11, PO13	Ponis (2021), Demartini et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023)	Смесен формат, анализ на казуси, групов брейнсторминг

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
10	Практически проект по индустриална симбиоза	Проект и оценяване	Групов проект: разработване на предиктивен модел за материални потоци за ИС	PO6, PO8, PO9, PO10, PO11, PO12, PO13	Всички гореспоменати четива/материали и платформи	Групова работа, проектно-базирано обучение, обратна връзка от преподавател и колеги, презентация
11	Финално оценяване и размисъл	Оценяване	Финални изпити и оценяване	PO1, PO2, PO3, PO4, PO5, PO9	Всички горепосочени четива/материали.	Писмени и устни изпити (отворени въпроси, тестове с избираем отговор, викторини и др.)

4.4 Методи на преподаване и учене

■ *Подход към обучението*

Модулът използва комбиниран подход на обучение, който интегрира присъствени занятия, онлайн дейности и насочено самообучение в единна педагогическа концепция. Учениците постепенно преминават от концептуално разбиране на изкуствения интелект, машинно обучение и индустриална симбиоза към независимо прилагане на тези концепции в реалистични ЦИС контексти. Учебната среда е ориентирана към студентите и компетенциите, като насърчава аналитичното мислене, етичното размишление и интердисциплинарното сътрудничество в съответствие с желаните резултати от обучението (PO1–PO13).

■ *Основни методи на преподаване*

Преподаването е структурирано около комбинация от лекции, семинари, практически уъркшопи и компютърни лаборатории, обучение въз основа на казуси и работа по проекти. Лекциите представят теоретичните основи, рамките и политическия контекст, докато семинарите се използват за критично четене на академична литература, регламенти на ЕС и бизнес модели. Уъркшопите и лабораториите се фокусират върху практическите умения за работа с данни, разработване на модели и визуализация с помощта на инструменти като Python, Power BI, QGIS и SankeyMATIC. Казусите и груповите проекти излагат учащите на автентични индустриални набори от данни и сценарии, което им позволява да проектират и оценяват решения за индустриална симбиоза, базирани на изкуствен интелект. Асинхронните задачи за електронно обучение, тестове и подготвителни четения поддържат непрекъснатостта между контактните сесии и насърчават постоянното участие.

■ *Подходи и методи за подкрепа на активно учене и практическо прилагане на знанията*

Активното учене е интегрирано чрез съвместно решаване на проблеми, задачи, базирани на проучвания, и цикли на обратна връзка. Учениците работят в интердисциплинарни екипи, за да почистят и анализират данни за индустриалния поток на материали, да изберат подходящи подходи за машинно обучение и да интерпретират резултатите от моделите за вземане на решения в кръгови вериги за доставки. Симулациите, анализите на сценарии и проектната работа, ориентирана към дизайна, изискват от учащите да прилагат теоретичните си знания към сложни, реални предизвикателства, което води до конкретни резултати като аналитични доклади, табла с показатели и презентации, пригодени както за технически, така и за нетехнически заинтересовани страни. Непрекъснатата формативна обратна връзка и структурираните дейности за размисъл допълнително подкрепят развитието на автономност, професионална преценка и отговорна практика, основана на данни.

4.5 Методи за оценяване и доказателства

Компоненти на оценяването

Стратегията за оценяване комбинира формиращи и сумативни елементи за оценяване както на концептуалното разбиране, така и на практическото приложение на методите на изкуствен интелект и машинно обучение в индустриалната симбиоза. Сумативната оценка е съсредоточена върху интегративен проект, писмен изпит и компонент за комуникация, докато формиращите дейности (тестове, лабораторни задачи, представяне на чернови) осигуряват обратна връзка и подпомагат ученето през целия модул.

Методи за сумативна оценка (индикативна тежест):

- *Финален групов проект по ИИ (въдхновен от индустриалния казус за предсказвателен модел) (тежест 35%).*
- *Практическо упражнение (упражнения, базирани на инструменти) (тежест 25%).*
- *Заклучителен изпит (кратки есета, въпроси, базирани на проблеми, и въпроси с множествен избор) (тежест 30%).*
- *Участие и ангажираност в семинари, лабораторни упражнения и обратна връзка от колеги (тежест 10%).*

Доказателство за постигане на резултатите от обучението

Студентите демонстрират своите знания чрез аналитично досие на проекта (код, регистри за обработка на данни, резултати от модели), структуриран технически доклад, набор от визуални артефакти (табла, карти, диаграми на Sankey) и устна презентация или скринкаст, пригодени за смесена аудитория. Писменият изпит предоставя доказателства за теоретично разбиране и критично размишление върху концепциите за ИИ/МО, индустриалната симбиоза и съответните политически и етични рамки. Формативните оценки, включително тестове с ниска тежест, междинни контролни точки на проекта и обратна връзка по черновите, подкрепят напредъка към тези обобщаващи резултати, без да имат голяма тежест в крайната оценка.

47

4.6 Библиография и инструменти

4.6.1 Задължителни източници

Akrivou, C., Łekawska-Andrinopoulou, L., Manousiadis, C., Tsimiklis, G., Oikonomopoulou, V., Papadaki, S., Krokida, M., & Amditis, A. (2022). Industrial symbiosis marketplace concept for waste valorization pathways. E3S Web of Conferences, 349, 11005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202234911005>

Rincón-Moreno, J., Ormazabal, M., Álvarez, M. J., & Jaca, C. (2020). Shortcomings of Transforming a Local Circular Economy System through Industrial Symbiosis: A Case Study in Spanish SMEs. Sustainability, 12(20), 8423. <https://doi.org/10.3390/su12208423>

Filippou, K., Aifantis, G., Papakostas, G. A., & Tsekouras, G. E. (2023). Structure Learning and Hyperparameter Optimization Using an Automated Machine Learning (AutoML) Pipeline. *Information*, 14(4), 232. <https://doi.org/10.3390/info14040232>

Nguyen, T., Maszczyk, T., Musial, K., Zöller, M., & Gabrys, B. (2020). AVATAR - Machine Learning Pipeline Evaluation Using Surrogate Model. *ArXiv*, abs/2001.11158.

Luo, Z., Wang, J., Li, C., Xiong, L., & Zhao, Y. (2021). MLCask: Efficient management of component evolution in collaborative data analytics pipelines. In 2021 IEEE 37th International Conference on Data Engineering (ICDE) (pp. 1655–1666). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICDE51399.2021.00146>

Chandrasekaran, J., Cody, T., McCarthy, N., Lanus, E., & Freeman, L.J. (2023). Test & Evaluation Best Practices for Machine Learning-Enabled Systems. *ArXiv*, abs/2310.06800.

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., SoloMP, 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, Nicolaidis, 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>

NaMPn, 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>

4.6.2 Препоръчителни източници

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. Кратък шаблон на учебна програма – ВУЗ (ЕКР6)

Наименование на модула: Блокчейн технологии за създаване на прозрачни и сигурни системи за проследяване и сертифициране на материални и енергийни потоци

ЕКР ниво: 6

ECTS кредити: 4 ECTS

Обща учебна натовареност (часове): 100 часа

- Контактни часове (лекции, лабораторни упражнения, семинари, уъркшопи и др.): 40 часа
- Насочено самостоятелно обучение: 30 часа
- Проектна работа: 30 часа

Организация, отговорна за разработването: ДИМИТРОВА ЛИДИЯ (LIDI), Нидерландия.

5.1 Общ преглед на модула

Този модул представя основите и приложното използване на блокчейн технологиите в контекста на индустриалната симбиоза (ИС) и кръговата икономика. Студентите ще проучат как блокчейн може да се използва за създаване на сигурни, неизменни и прозрачни системи за проследяване на материални и енергийни потоци в сложни индустриални мрежи. Модулът се фокусира върху подобряване на целостта на данните, проследяемостта в реално време и съответствието с екологичните и устойчиви стандарти (например CSRD, EFRAG, ISO 14000). Чрез комбинация от теоретични знания, анализ на казуси и приложни лабораторни упражнения студентите ще придобият практически познания за базирани на блокчейн продуктови паспорти, цифрови близнаци и сертификационни системи, които подкрепят прехода към нисковъглеродна икономика и междуетерниационната отчетност. Модулът е особено подходящ за бъдещи мениджъри в областта на симбиотехнологиите, които имат за цел да дигитализират управлението на ресурсите в индустриални екосистеми с много участници.

51

5.2 Резултати от обучението (PO)

Очакваните резултати от обучението са структурирани в съответствие с трите домейна на Европейската квалификационна рамка (ЕКР):

- **Знания.** Обучаемите ще могат да:

1. разберат архитектурата на блокчейна, включително разпределените регистри, алгоритмите за консенсус и смарт договорите (PO1),

2. се запознаят с токенизацията, оракулите, протоколите за проследяемост и рамките за съответствие (PO2),
3. имат задълбочени познания по етични, правни и управленски въпроси в системите за устойчивост, базирани на блокчейн (PO3).

▪ **Умения.** Обучаемите ще могат да:

4. проектират логика на смарт договори (PO4),
5. да картографират и моделират потоци за проследяемост на суровини, рециклирани суровини или възобновяема енергия (PO5),
6. да използват рамки за оценка, за да сравняват блокчейн решения за проследяемост, одит или отчитане (PO6),
7. изготвят шаблони за цифрови паспорти на продукти за ИС приложения (PO7).

▪ **Компетенции (автономност и отговорност).** Обучаемите ще могат да:

8. самостоятелно да оценяват пригодността на блокчейн решенията в реални сценарии за устойчивост (PO8),
9. да упражняват преценка при управлението на конфликти между прозрачност и поверителност в индустриалните данни (PO9),
10. да си сътрудничат с технически и бизнес екипи, за да насърчават иновациите, основани на доверие, в циркулярните системи (PO10),
11. комуникират потенциала и ограниченията на проследимостта, базирана на блокчейн, на множество заинтересовани страни (технически, правни, управленски) (PO11).

5.3 Примерна програма за обучение / График за доставка

A/A	Наименование на модул/раздел	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
1	Въведение в блокчейн и DLT архитектурата	Лекция / семинар / електронно обучение	Интерактивна демонстрация: как блоковете се свързват в един регистър	PO1, PO2	Bahga & Madisetti (2016), Wang et al. (2020), Westerkamp et al. (2018), Samaniego & Deters (2023), Brownworth (n.d.)	Интерактивна лекция с ключови акценти върху основите на блокчейн
2	Блокчейн и кръгова икономика	Лекция/семинар / електронно обучение	Анализ на казуси: Circularise, Everledger	PO6, PO8	Ventura et al. (2024), Xia et al. (2025), Vladucu et al. (2024)	Казусен анализ на Circularise и Everledger за задълбочено разбиране на наличните технологии
3	Смарт договори и токенизация на ресурси за ИС	Лекция / семинар / електронно обучение	Дизайн на токен за материални потоци	PO2, PO4, PO5	Westerkamp et al. (2018), Fu et al. (2023), Zuo et al. (2025)	Дейност с упражнения, свързани с проектирането на смарт договори и токени.
4	Проследимост във веригите за доставки и цифрови продуктови паспорти	Лекция/семинар / електронно обучение	Създаване на основен шаблон за ЦПП	PO2, PO5, PO7	Zhang et al. (2023), Sezer et al. (2021), Malik et al. (2021)	Дейност, при която студентите създават шаблон за ЦПП, анализирайки проектните решения

53

A/A	Наименование на модул/раздел	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
5	Енергийни сертификати и блокчейн	Лекция/семинар/ електронно обучение	Симулиране на проследяване на възобновяема енергия	PO2, PO5	Fu et al. (2023), Liu et al. (2024), Zuo et al. (2025)	Участвайте в симулация за реалистично проследяване на енергията от възобновяеми източници.
6	Интеграция на IoT и Oracles	Лекция/семинар/ електронно обучение	Проектиране на сензорно табло	PO1, PO2	Bahga & Madiseti (2016), Wang et al. (2020), Samaniego & Deters (2023), Schmid & Lefèvre (2024)	Анализирайте примери за съществуващи сензорни табла и използвайте критично мислене, за да приложите принципите към даден пример за употреба.
7	Поверителност, сигурност и съответствие	Лекция/семинар/ електронно обучение	Етичен казус: Проследимост срещу поверителност	PO2, PO3	Cali et al. (2021), Sezer et al. (2021), Malik et al. (2021), Khan & Salah (2022)	Групова дискусия или индивидуален анализ на компромисите между проследимост и поверителност
8	Групов дизайн спринт	Проект и оценка	Семинар за идеи: проект за проследяване на ресурсите	PO5, PO6, PO10, PO11	Не е приложимо	Групова работа/бейнсторминг за предлагане на решение на съществуващ проблем, използвайки теми от курса.
9	Финални презентации	Проект и оценка	Представяне на групови проекти	PO9, PO10, PO11	Не е приложимо	Представяне на групов проект.
10	Изпит	Оценяване	Заклучителни изпити и оценки.	PO1, PO2, PO3	Всички горепосочени четива/материали.	Писмени и устни изпити (отворени въпроси, тестове и др.).

5.4 Методи на преподаване и учене

▪ *Подход към обучението*

За този модул се използва хибриден подход. Той включва комбинация от сесии, водени от преподавател, и ресурси за самообучение. Сесиите, водени от преподавател, ще се провеждат в дигитална класна стая, където студентите ще се присъединяват към уроците в определени часове. Тази дигитална социална среда подобрява разбирането чрез междуличностна комуникация. Ресурсите за самообучение ще бъдат достъпни за студентите, които могат да ги използват, когато им е най-удобно. Тези ресурси включват предварително записани лекции, презентации, документи, фигури и видеоклипове. Такъв подход позволява баланс между структура и свобода, с цел да се облагодетелстват студентите с различни предпочитания и навици на учене. Тази гъвкавост позволява мултимедийни точки на допир, които предоставят по-цялостна интуиция за разглежданите теми, тъй като те се разглеждат и представят през различен обектив, особено с комбинацията от писмен текст, видеоматериали, интерактивни симулации и ангажиращи преподаватели.

▪ *Основни методи на преподаване*

За да се предложи пълноценно учебно преживяване, ще се използват различни методи на преподаване. Най-изявените от тях са интерактивни лекции, семинари, практически уъркшопи, компютърни лаборатории под наблюдение и групови проекти. Съдържанието на този модул, което обхваща темите блокчейн, индустриална симбиоза (ИС), кръгова икономика (КИ), проследяване на веригата на доставки и смарт договори, ще бъде предадено чрез комбиниране на гореспоменатите методи на преподаване.

▪ *Подходи и методи, подкрепящи активно учене и практическо приложение на знанията.*

Чрез комбиниране на методите на преподаване в рамките на този модул, всеки от тях може да бъде използван за извличане на значителна стойност. Социалното ангажиране и личното доверие позволяват интерактивно и персонализирано преживяване, като предлагат възможност на студентите да изяснят всякакви неясни моменти, които имат по отношение на разбирането си на темите. Асинхронният аспект позволява на студентите да работят в свой собствен темп, което намалява стреса за студентите, които се възползват от работата напред или преразглеждането на предишни теми. Различният формат на учебните материали също е от полза за студентите, тъй като те могат да избират кои формати са най-ефективни за техния собствен стил на учене. Извън задължителните теми, за студентите, които проявяват дълбок интерес към определени теми, ще бъдат предоставени допълнителни ресурси.

В резултат на груповите проекти, от този модул ще бъдат придобити умения за работа в екип и комуникация. Знанията и уменията ще бъдат пряко приложими в реалната работна среда. Това позволява на студентите да бъдат подготвени за проекти в контекста на LCA.

5.5 Методи за оценяване и доказателства

Компоненти на оценяването и доказателства за постигане на резултатите от обучението:

В съответствие с разнообразните методи на преподаване, този модул ще разполага с набор от методи за оценяване, за да се установи напредъкът, постигнат от студентите както по отношение на знанията, така и по отношение на развитието на уменията. Такива методи за оценяване включват изпити, групови проекти, лабораторни доклади и интерактивно участие в часовете.

- *Групов проект (тежест 40%).* Предложете решение на съществуващ проблем, използвайки теми от курса. Разрешено е използването на генеративна изкуствена интелигентност за мозъчна атака и проучване на съществуващи проблеми и решения.
- *Портфолио с лабораторни доклади (тежест 30%).* Всички задачи по проектиране, взети заедно, ще определят тази оценка.
- *Заклучителен изпит (тежест 30%).* Технически и сценарийни въпроси, енергийно моделиране и съгласуване с нормативната уредба.

5.6 Библиография и инструменти

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. Кратък шаблон за учебна програма – ВУЗ (ЕКР6)

Наименование на модула: Симбиотични технологии и модели за енергийна ефективност/управление

ЕКР ниво: 6

ECTS кредити: 4 ECTS

Обща учебна натовареност (часове): 100 часа

- Контактни часове (лекции, лабораторни упражнения, семинари, работни групи и др.): 30 часа
- Насочено самостоятелно обучение: 40 часа
- Проектна работа: 30 часа

Организация, отговорна за разработването: VSB - TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA (VSB - TUO), Чешка република.

6.1 Общ преглед на модула

Този модул предоставя въведение в енергийните системи, възобновяемите енергийни източници и устойчивото енергийно управление. Студентите ще придобият солидни познания за производството и потреблението на електроенергия, възобновяемите енергийни източници, енергийната ефективност в сградите, индустриалните енергийни потоци, енергийните модели на общностите, финансовите и оценителските методи и управлението на квотите за емисии.

Модулът съчетава теория с практическо приложение чрез лекции, работни групи, семинари, електронно обучение, казуси и симулации. Студентите ще прилагат знанията си в упражнения като енергийни одити, симулации на съхранение на енергия, интервенции за ефективност, моделиране на енергията в общността и проектиране на градска синьо-зелена инфраструктура. Груповите проекти и аналитичните задачи ще развият допълнително уменията им за вземане на решения, прогнозиране и оптимизация.

Предварителни изисквания Забележка: Препоръчва се основно познаване на софтуер за електронни таблици (например Excel) и общи икономически принципи.

До края на модула студентите ще могат да анализират енергийни системи, да оценяват екологичното и икономическото въздействие, да проектират и оценяват мерки за енергоспестяване и да вземат информирани решения относно стратегиите за енергийно управление.

6.2 Резултати от обучението (PO)

Очакваните резултати от обучението са структурирани в съответствие с трите домейна на Европейската квалификационна рамка (ЕКР):

■ **Знания.** Обучаемите ще могат да:

1. разбират енергийните системи и потоци: да усвоят ключовите концепции за производството на електроенергия, възобновяемите и невъзобновяемите източници и разпределението в контекста на енергийното управление (PO1),
2. определят енергийната ефективност и услугите: обяснят принципите на енергийните услуги, факторите за ефективност (разходи, риск, технологии) и ролята на енергийните одити (PO2),
3. разграничават бизнес модели: да правят разлика между традиционните модели на доставка и моделите, базирани на резултатите (ESCO, EPC, PPA), включително енергийни общности и рамки за споделено собствено (PO3),
4. разбиране на финансовите принципи и принципите на риска: усвояване на методите за финансова оценка (ROI, IRR, Payback) и идентифициране на рисковете, свързани с паричните потоци и енергийните проекти (PO4),
5. разбиране на регулаторните механизми: Разбиране на законодателната рамка за квоти за емисии, схеми за търговия и градски енергийни политики (PO5).

59

■ **Умения.** Обучаемите ще могат да:

6. анализират енергийни данни: Извършват изчисления за балансиране на индустриалните енергийни потоци, идентифицират възможности за ефективност и оптимизират потреблението (PO6),
7. оценяват строителни и градски решения: оценяват енергийната ефективност на сградите и проектират синьо-зелена инфраструктура (напр. зелени покриви) за смекчаване на градските топлинни острови (PO7),
8. прилагат модели за прогнозиране: да използват анализ на времеви редове и стохастични модели за прогнозиране на несигурни променливи на енергийните пазари (PO8),
9. да провеждат икономически анализ: да изчисляват паричните потоци за проекти за възобновяема енергия и да извършват оценка, използвайки детерминирани и случайни променливи (PO9),
10. сравняване на договорни опции: анализ и избор на оптимални договорни подходи (например гарантирани икономии срещу споделени икономии) въз основа на конкретни ограничения (PO10).

■ **Компетенции (автономност и отговорност).** Обучаемите ще могат да:

11. вземат стратегически инвестиционни решения: синтезират рисковия и икономическия анализ, за да вземат и защитят информирани решения относно инвестициите във възобновяема енергия (PO11),
12. проектират симбиотични енергийни модели: разработват жизнеспособни бизнес или оперативни модели за споделяне на енергия в общността и децентрализирано производство на електроенергия (PO12),
13. оптимизират стратегии за емисии: формулират стратегии за управление на квотите за емисии, за да постигнат съответствие и икономическа оптимизация (PO13),
14. решават сложни енергийни проблеми: интегрират технически, екологични и социални аспекти, за да предложат цялостни решения за устойчиво управление на енергията (PO14).

6.3 Примерна програма за обучение/график за изпълнение

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема/дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
1	Въведение в електрическата енергия, управление на производството и потреблението на електроенергия в контекста на възобновяемите и невъзобновяемите ресурси.	Лекция / електронно обучение	Основни понятия за електрическата енергия, цикли на производство, разпределение и потребление в сравнение с управлението на енергията в икономическите субекти.	PO1, PO6,	Cleveland, & Morris (2015), Randolph & Masters (2018), Rubino, Sapio, & La Scala (2021)	Интерактивни лекции, дискусия.
2	Възобновяеми енергийни източници	Лекция / семинар / електронно обучение	Видове възобновяеми източници, въздействие върху околната среда/обществото и интеграция в електроенергийната мрежа.	PO1, PO2, PO7	Sebestyén (2011), Alam et al. (2020), Beck et al. (2025), European Commission (2017)	Игра за сортиране на енергийни източници. 61 Интерактивна карта – къде възобновяемите енергийни източници работят най-добре. Мини казус: Възобновяема енергия в моята страна / регион / град / дом.
3	Индустриални енергийни потоци (балансиране на потреблението)	Лекция/семинар/ електронно обучение	Мониторинг/измерване на енергията, балансиране, оптимизация и съхранение на енергия.	PO1, PO6, PO8	Ionita et al. (2023), Nolzen, Leenders & Bardow (2023), Guo et al. (2024)	Енергиен одит на домакинствата. Мини казуси (напр. сценарий за прекъсване на електрозахранването). Симулация на съхранение на енергия.

A/A	Наименование на модул/раздел	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
4	Симбиотично (общностно) споделяне на енергия	Лекция / Семинар / електронно обучение	Концепции за споделяне на енергия в общността, техническа инфраструктура и законодателна рамка.	PO3, PO10, PO12	Leghissa, G. (2024), Chen, T., et al. (2025), European Community Power Coalition (2021)	Симулация на енергиен модел на общността (например чрез използване на казуси или ролеви игри).
5	Намаляване на енергопотреблението на сградите	Лекция/семинар/ електронно обучение	Енергийни стандарти, оптимизация на изолацията, мониторинг на потреблението, подобряване на устойчивостта.	PO2, PO6, PO7	Gkotsis et al. (2024), Energy Efficiency (2024), Widuto (2022)	Прилагане на мерки за ефективност в практически случаи, пълни интерактивни упражнения.
6	Синьо-зелена инфраструктура (симбиоза в топлинните острови)	Лекция/семинар/ електронно обучение	Охлаждане на градската среда, зелени покриви, живи стени, подкрепа на биоразнообразието, синьо-зелена симбиоза.	PO7, PO14	SALUTE4CE-Handbook (2022), Gartland (2008), Brázdová & Kupka (2023)	Дизайнерски интервенции, посещения на място, анализи на данни.
7	Финансово моделиране и прогнозиране на енергийните пазари	Лекция/семинар	Анализ на данни, модели на развитие и прогнозиране на пазарни променливи.	PO4, PO8,	Bunn, Derek (2004), Prossr, Matthias (2025), Rees, Michael (2018)	Лекция с ръководени казуси за моделиране на случайни променливи на енергийните пазари.
8	Оценка на инвестициите във възобновяема енергия	Лекция/семинар	Прогнозиране на паричните потоци, оценка на проекти, анализ на риска (IRR, NPV).	PO4, PO9, PO11	Hürlimann, Christian (2019), Santosh Raikar and Seabron Adamson (2024)	Теория и практически казуси за оценка на инвестиции във възобновяема енергия
9	Енергийни договори и бизнес модели	Лекция / семинар / електронно обучение	PPA, ESCO, EPC, споделени договори, оценка на бизнес модели.	PO3, PO10, PO12	Andersen (2025), International Energy Agency (2023, 2024), North East & Yorkshire Net Zero Hub. (2024), RE-Source Platform (2025)	Лекция с насочени казуси, интерактивен семинар с насочена дискусия/проект.

A/A	Наименование на модул/раздел	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
10	Емисионни квоти и тяхното оптимално управление	Лекция / семинар / електронно обучение	Видове квоти, методи за разпределение и модели за вземане на решения относно риска за компаниите.	PO05, PO13	Zapletal (2018), Zapletal et al. (2020), Abrell et al. (2022), Skjærseth & Wettestad (2016), Błażejowska et al. (2024)	Теория и практически казус на промишлено предприятие в ЕС въз основа на исторически данни.

6.4 Методи на преподаване и учене

■ *Подход към обучението*

За този модул ще бъде приет хибриден подход към обучението, който позволява сесиите да се провеждат синхронно или асинхронно. Студентите ще участват в интерактивни лекции, работни групи, семинари и дискусии с водещ, както и в предварително записани лекции, презентации, четения, казуси и симулационни упражнения. Този подход осигурява гъвкавост, като същевременно гарантира активно участие и цялостно разбиране на темите.

■ *Основни методи на преподаване*

Модулът ще използва различни методи на преподаване, включително интерактивни лекции с ръководени дискусии, за да представи основни познания за енергийните системи, възобновяемата енергия и енергийното управление. Казусите, мини-анализите на казуси и симулациите с ролеви игри ще позволят на студентите да приложат теоретичните си познания в практически сценарии, като енергийни одити, споделяне на енергия и управление на квотите за емисии. Работилниците и практическите лабораторни упражнения ще развият умения в областта на енергийната оптимизация, финансовото моделиране, прогнозирането и градското енергийно планиране. Лекции/вебинари, групови проекти и семинари ще подобрят разбирането на регулаторните рамки, иновативните бизнес модели и стратегиите за устойчивост. Оценка ще включват писмени или устни задачи за оценка на знанията, аналитичните способности и практическото приложение.

■ *Подходи и методи, подкрепящи активното учене и практическото приложение на знанията.*

Практически ориентирани методи, като симулации, интервенции на място и казуси, позволяват на студентите да приложат теоретичните концепции към реалните енергийни предизвикателства. Работата в екип чрез семинари, групови проекти и съвместни упражнения подобрява уменията за решаване на проблеми, моделиране и вземане на решения. Тази комбинация дава на студентите знания, умения и компетенции за ефективно управление на енергийните системи, внедряване на решения за устойчивост и оценка на иновативни стратегии в промишлен и градски контекст.

6.5 Методи за оценяване и доказателства

Модулът използва смесена стратегия за оценяване, за да оцени както теоретичните знания, така и практическите умения по всички теми. Разбирането на студентите за енергийните системи, възобновяемите източници, индустриалните енергийни потоци, енергията в общността, енергийната ефективност на сградите, градската синьо-зелена инфраструктура, финансовото моделиране, оценката на възобновяемата енергия, енергийните договори и управлението на квотите за емисии ще бъде оценено чрез различни методи. Оценка ще включват активно участие, приложни упражнения, работа по проекти и писмени и устни изпити. Както формативната оценка (непрекъснато

участие, упражнения и обратна връзка), така и сумативната оценка (окончателни оценени задачи) са интегрирани, за да подпомогнат напредъка в ученето.

Компоненти на оценяването и доказателства за постигане на резултатите от обучението:

- *Участие и ангажираност (тежест 10%).* Активно участие във всички дейности по преподаване и учене, включително лекции, работни групи, семинари, упражнения за електронно обучение, казуси, симулации и ръководени дискусии. Ангажираността ще се оценява въз основа на приноса към дискусиите, сътрудничеството в групови дейности и завършването на интерактивни упражнения.
- *Приложни упражнения и мини казуси (тежест 20%).* Изпълнение на практически упражнения, като игри за сортиране на енергийни източници, енергийни одити на домакинства, симулации на възобновяема енергия, интервенции за енергийна ефективност на сгради и задачи за проектиране на синьо-зелена инфраструктура (тестване на PO6, PO7, PO8).
- *Групов проект (тежест 40%).* Съвместен аналитичен проект (около 3000 думи), фокусиран върху реален или симулиран сценарий, свързан с енергията, като оптимизиране на споделянето на енергия в общността, проектиране на мерки за енергийна ефективност за сграда или оценка на стратегии за квоти за емисии. Докладът трябва да включва анализ на данни, вземане на решения и практически препоръки (тестване на PO11 – PO14).
- *Заклучителни писмени или устни изпити (тежест 30%).* Изпитите ще тестват теоретичните знания и практическото разбиране по всички теми от модула, включително енергийни системи, възобновяеми енергийни източници, промишлени енергийни потоци, финансово моделиране, оценяване, енергийни договори и управление на емисиите. Форматът на въпросите може да включва отворени въпроси, въпроси с множествен избор и задачи, базирани на сценарии, за да се оценят PO1-PO5, PO9, PO10 изчерпателно.

65

6.6 Библиография и инструменти

6.6.1 Задължителни източници

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>

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

Prosser, 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. (2021). Environmental impact networks of renewable energy power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, 111626. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111626>

Skjærseth, J. B., & Wøttestad, 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\(2022\)73366_6_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733666/EPRS_BRI(2022)73366_6_EN.pdf)

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.

6.6.2 Препоръчителни източници

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. Кратък шаблон на учебна програма – ВУЗ (ЕКР6)

Наименование на модула: Системи за управление на околната среда (СУОС)

ЕКР ниво: 6

ECTS кредити: 4 ECTS

Обща учебна натовареност (часове): 100 часа

- Контактни часове (лекции, лабораторни упражнения, семинари, работни групи и др.): 40 часа
- Насочено самостоятелно обучение: 30 часа
- Проектна работа: 30 часа

Организация, отговорна за разработването: UNIVERSITY OF PATRAS (UPAT), Гърция

7.1 Общ преглед на модула

Този модул предоставя усъвършенствано въведение в системите за управление на околната среда (СУОС) и тяхната роля в подкрепа на организационната устойчивост, съответствие и непрекъснато усъвършенстване. Той се фокусира върху Европейския регламент EMAS като основна рамка за СУОС, подкрепена от обществено достъпните основи на ISO 14001 и практическото, стъпка по стъпка ръководство на модела СУОС на Агенцията за опазване на околната среда на САЩ (EPA). Студентите развиват цялостно разбиране за това как са структурирани рамките на СУОС, как се идентифицират и оценяват екологичните аспекти и въздействия, как се определят задълженията за съответствие и показателите за ефективност и как процесите на одит, мониторинг и преглед осигуряват непрекъснато усъвършенстване. Този фокус помага на студентите да разберат как инструментите на СУОС се прилагат в реални условия за подобряване на екологичната ефективност. Чрез широко практическо използване на официалните инструменти на EMAS, включително инструмента за екологични аспекти, инструмента за събиране на данни и основните показатели, както и работните листове на EPA, студентите придобиват практически умения за анализ на екологичната ефективност и проектиране на компоненти на СУОС.

Модулът е предназначен за студенти от висши учебни заведения и бъдещи професионалисти в областта на устойчивостта, управлението на околната среда, улесняването на индустриалната симбиоза, консултирането и спазването на нормативните изисквания. Той е пряко свързан с модула „Индустриална симбиоза“, като предоставя оперативните и управленски механизми, необходими за внедряване на симбиотични практики в организационните системи. Предварителните познания по управление на околната среда, регулаторни рамки или концепции за кръгова икономика

са полезни, но не са задължителни. До края на модула студентите ще могат да разбират, сравняват и прилагат методологиите на EMAS, ISO и EPA СУОС, както и да внедряват основните елементи на малка система EMAS, което ще ги подготви за реалните предизвикателства в областта на управлението на околната среда.

7.2 Резултати от обучението (PO)

Очакваните резултати от обучението са структурирани в съответствие с трите домейна на Европейската квалификационна рамка (ЕКР):

■ **Знания.** Обучаемите ще могат да:

1. демонстрират задълбочено разбиране на принципите, структурата и целта на СУОС, включително изискванията на EMAS (приложения I–IV) и обществено достъпните основи на ISO 14001 (PO1),
2. критично оценяват рамките на EMAS, ISO 14001 и EPA СУОС, като идентифицират разликите им по отношение на изисквания, прозрачност, одит и изпълнение (PO2).

■ **Умения.** Обучаемите ще могат да:

3. идентифицират и оценяват екологичните аспекти и въздействия, използвайки методологиите и инструментите на EMAS (Инструмент за екологични аспекти, критерии от приложение II) (PO3),
4. разработват основна документация за СУОС/EMAS, включително политика за околната среда, цели, KPI, регистри за съответствие, планове за мониторинг и оперативни контроли (PO4),
5. да прилагат инструментите на EMAS и работните листове на EPA СУОС за интерпретиране на екологични данни, оценяване на показатели за ефективност и подпомагане на вземането на решения по СУОС (PO5).

■ **Компетенции (автономност и отговорност).** Обучаемите ще могат да:

6. самостоятелно планират и координират ключови етапи от внедряването на EMAS, включително оценка на аспекти, оценка на съответствието, определяне на KPI и мониторинг (PO6),
7. извършват вътрешни одити на СУОС и да допринасят за процесите на управленски преглед, демонстрирайки отчетност и ориентация към непрекъснато усъвършенстване (PO7),
8. комуникират ефективно, формулират и защитават основани на доказателства препоръки за подобряване на СУОС пред различни заинтересовани страни, включително ръководството и одиторите (PO8),

9. предлагат адаптивни решения на често срещани предизвикателства при внедряването или несъответствия в рамките на СУОС, обосновавайки избора си въз основа на принципите на EMAS, ISO и EPA (PO9).

7.3 Примерен график за обучение / график за предоставяне

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема/дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
1	Какво представляват СУОС? Разбиране на контекста	Лекция / семинар / електронно обучение	Какво представляват СУОС, защо са важни, СУОС в устойчивостта на ЕС и индустриалната симбиоза	PO1	Ръководство за ползване на EMAS (въведение); Общ преглед на СУОС на ЕРА	Интерактивна лекция; картографиране на контекста; дискусия с водещ
2	Архитектура и основни компоненти на СУОС (EMAS/ISO/EPA)	Лекция	Структура на СУОС (политика → планиране → внедряване → проверка → преглед); PDCA	PO1	Ръководство за потребителя на EMAS – Структура на СУОС; Страница „Основни компоненти на СУОС“ на ЕРА	Картографиране на системата; разбивка на компонентите
3	Основи на EMAS (Част 1)	Лекция	Какво е EMAS; регистрация по EMAS; изисквания на приложение I към EMAS; добавена стойност над ISO	PO1, PO2	Регламент за EMAS (приложение I)	Ръководство за четене
4	Основи на EMAS (Част 2): Аспекти и въздействия	Семинар	Методология на приложение II към EMAS; оценка на значимостта; картографиране на екологичните аспекти	PO3, PO6	Инструмент за екологични аспекти на EMAS; Приложение II към EMAS	Практическо използване на инструмента за аспекти на EMAS; оценка на значимостта
5	Инструменти на EMAS: аспекти, показатели, данни (практическа лаборатория)	Практическа лаборатория	Използване на инструменти на EMAS: инструмент за аспекти, инструмент за събиране на данни, основни показатели; подготовка на набори от данни на EMAS	PO3, PO4, PO5, PO6	Инструмент за събиране на данни EMAS; Насоки за основните показатели EMAS	Упражнения на базата на шаблони; интерпретация на данни

72

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема/дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
6	Основи на ISO 14001	Лекция	Високо ниво на структурата на ISO (публична информация); Общ преглед на клаузите; мислене, базирано на риска; разлики спрямо EMAS	PO1, PO2	Общ преглед на ISO 14001 (iso.org); EPA „Насоки за СУОС, съобразени с ISO“	Концептуално сравнение; картографиране на структурата на ISO
7	EPA СУОС стъпка по стъпка ръководство (практически модул)	Семинар/лаборатория	EPA СУОС стъпки 1–9: Политика → Аспекти → Правни аспекти → Цели → Прилагане → Мониторинг → Одити → Преглед → Подобрене	PO3, PO5, PO6	Ръководство за изпълнение на EPA СУОС; Работен лист на EPA	Попълване на практически работни листове; упражнения със сценарии
8	EMAS срещу ISO 14001 срещу EPA – разлики, предимства, инструменти	Семинар	Сравнение: изисквания, прозрачност, показатели, одити, документация	PO2, PO8, PO9	Сравнение между EMAS и ISO (EC); страница „СУОС модели“ на EPA	Диаграма на Вен; структурирано сравнение; групов анализ
9	Внедряване на EMAS стъпка по стъпка (за напреднали)	Семинар	Пълен работен процес на EMAS: Политика → Аспекти → Съответствие → КПИ → Контрол → Мониторинг → Одит → Декларация (приложение IV)	PO4, PO7, PO9	EMAS приложение III (одит) и приложение IV (декларация)	Групов анализ
10	Окончателен проект EMAS и интеграция	Проект / Оценка	Проект / Оценка	PO4, PO5, PO6, PO8, PO9	Всички инструменти на EMAS; Работни листове на EPA СУОС	Семинар за документиране

7.4 Методи на преподаване и учене

▪ *Подход към обучението*

Приет е хибриден подход към ученето, съчетаващ синхронни и асинхронни режими. Синхронните сесии (лекции, семинари, семинари) улесняват прякото взаимодействие, ръководените дискусии и решаването на проблеми в реално време. Асинхронното учене осигурява гъвкавост, като предлага подобрени цифрови материали (Ръководство за потребителя на EMAS, инструменти на EMAS, работни листове на EPA, публични резюмета на ISO) на платформата за учене, което позволява самостоятелно учене.

▪ *Основни методи на преподаване*

- Интерактивни лекции, представящи концепциите на СУОС, структурата на EMAS, основите на ISO 14001 и стъпка по стъпка ръководството на EPA.
- Обучение въз основа на конкретни случаи, прилагане на инструментите на EMAS към реални или реалистични организационни сценарии.
- Практически лабораторни занятия с използване на инструмента за екологични аспекти на EMAS, инструмента за събиране на данни на EMAS, основните показатели на EMAS и работните листове на EPA.
- Семинари и симулации, като симулирани одити, симулации на управленски преглед и изготвяне на екологична декларация.
- Групова работа, подкрепяща взаимното обучение чрез задачи, базирани на инструменти (анализ на аспекти, определяне на KPI, картографиране на съответствието).
- Обучение, базирано на проекти, което завършва с разработването на цялостна мини-система EMAS.

74

Тези методи развиват както концептуално разбиране, така и практически умения за внедряване на СУОС/EMAS.

▪ *Подходи и методи, подкрепящи активно учене и практическо приложение на знанията*

Синхронният подход към ученето е подходящ за създаване на незабавно ангажиране на обучителите и студентите и по-бърз обмен на информация, като по този начин спомага за изграждането на чувство за общност и изясняване на погрешни представи. Освен това асинхронният подход към ученето е по-гъвкав. Той дава повече време на студентите да проучват и да се ангажират с материала и позволява достъп до по-широк кръг от студенти.

7.5 Методи за оценяване и доказателства

Компоненти на оценяването и доказателства за постигане на резултатите от обучението

Те се състоят от:

- участие и ангажираност (тежест 10%),
- практически групов проект (тежест 30%) и
- заключителен писмен изпит (тежест 60%).

Участието отразява активното участие на студентите в лекции, семинари, работни групи и упражнения с инструменти, като се използват официалните инструменти на EMAS и работни листове на ЕРА СУОС. Груповият проект изисква от студентите да проектират съвместно кратка мини-система EMAS за реална или хипотетична организация, като прилагат ключови елементи, представени в 10-те модула, като същевременно запазват гъвкавост в структурата и дълбочината според конкретния организационен контекст, който избират. Заключителният писмен изпит оценява разбирането на студентите за принципите на СУОС и EMAS, основите на ISO 14001 (използвайки обществено достъпни източници), различията между моделите EMAS–ISO–ЕРА и способността им да анализират сценарии или да интерпретират екологични аспекти, показатели или данни за съответствие. Заедно тези компоненти гарантират, че студентите демонстрират както теоретични знания, така и практически компетенции при прилагането на основните процеси на СУОС/EMAS.

7.6 Библиография и инструменти

7.6.1 Задължителни източници

European Commission. (n.d.). EMAS User's Guide. https://greenforum.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://greenforum.ec.europa.eu/publications/environmental-aspects-tool_en

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

European Commission. (2017). EMAS Easy – Step-by-step Guidance for SMEs. https://greenforum.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.

7.6.2 Препоръчителни източници

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>

Част Б

7 Учебни програми за модули за професионално образование и обучение

1. Шаблон за кратка учебна програма – професионално образование и обучение (ЕКР5)

Наименование на модула: Рамка на индустриалната симбиоза (ИС)

ЕКР ниво: 5

ECVET кредити: 2 до 3 ECVET

Обща учебна натовареност (часове): 50-75

- Контактни часове (встъпителни лекции, семинари, работни групи и др.): 42–56 часа
- Насочено самостоятелно обучение: 4-9
- Проектна работа: 4-10

Организация, отговорна за разработването: MOGENSEN LENE (IDDK), Дания.

1.1 Общ преглед на модула

78

Този модул запознава учащите с основните концепции и практическото приложение на **кръговата икономика (КИ)** и **индустриалната симбиоза (ИС)** в контекста на производството и преработката.

Той е специално разработен за мениджъри, координатори и фасилитатори в инициативи за кръгова икономика и индустриална симбиоза, като ги снабдява с основни управленски компетенции.

Този модул запознава учащите с индустриалната симбиоза (ИС) от практическа и човекоцентрична перспектива на професионалното образование и обучение. Той разглежда компетенциите, необходими за мениджър/фасилитатор на КИ/ИС. Модулът се стреми да изгради разбиране за ИС в ежедневието, като ангажира заинтересованите страни чрез диалог, признава културните фактори и бариери и подкрепя иновациите в екипите и мрежите. Акцентът е върху въвеждащи умения за фасилитиране, основани на реални организационни контексти.

Той служи като основен компонент на обучителния път на SymbioTech, подготвяйки участниците за следващите модули по цифрова индустриална симбиоза и системи за управление на околната среда.

Общо разбиране за устойчивостта или индустриалните операции е полезно, но не е задължително. Основни аналитични умения и интерес към съвместното решаване на

проблеми подпомагат ефективното ангажиране с теоретичните и практическите компоненти на модула.

След завършване на курса мениджърите и фасилитаторите на SymbioTech ще могат да наблюдават, документират и анализират потоците от материали и енергия в промишлените съоръжения, както и да улесняват иновациите в разнообразни екипи и мрежи.

1.2 Резултати от обучението (PO)

Очакваните резултати от обучението са структурирани в съответствие с трите домейна на Европейската квалификационна рамка (ЕКР):

■ **Знания.** Обучаемите ще могат да:

1. разберат принципите на индустриалните симбиози (ИС) и кръговата икономика (КИ) (PO1),
2. разбират типичните потоци на ресурси, енергия, вода и материали в малките и средните предприятия (МСП) (PO2),
3. имат познания за факторите, които благоприятстват и пречат ИС (организационни, културни, регулаторни) (PO3),
4. познават ролята и основните компетенции на фасилитаторите на ИС, мениджърите на ИС, ръководителите на екипи и др. (PO4),
5. придобият знания за улесняване на работата на интердисциплинарни екипи с висока степен на разнообразие, както и на иновативни процеси (PO5).

■ **Умения.** Обучаемите ще могат да:

6. идентифицират и документират потоците от материали/енергия, използвайки прости инструменти (SankeyMATIC) (PO6),
7. идентифицират културни, организационни и регулаторни фактори и пречки в собствения си контекст (PO7),
8. разпознават основните компетенции, необходими за управление и/или фасилитиране на ИС (PO8),
9. изграждат доверие и разбирателство в интердисциплинарни и разнообразни екипи (PO9),
10. улесняват прости иновативни процеси и процеси за генериране на идеи в екипи и мрежи (PO10).

■ **Компетенции (автономност и отговорност).** Обучаемите ще могат да:

11. поемат отговорност за задачи по проучване на ИС в ранен етап (PO11)

12. да се ангажират с фактори, които подпомагат и препятстват на организационно ниво, за да подкрепят мениджърите в процеса на вземане на решения (PO12),
13. непрекъснато да подобряват собствените си компетенции като мениджъри/фасилитатори на ИС чрез рефлексивна практика (PO13),
14. улесняват процесите на създаване на смисъл вътрешно и в рамките на мрежи от информационни системи, характеризиращи се с голямо разнообразие (PO14)
15. балансират разнообразието и психологическата сигурност, за да гарантират иновации и генериране на идеи (PO15).

1.3 Примерна програма за обучение/график за изпълнение

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема/дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
1	Въведение в ИС и КИ и тяхната история. Въведение в картографирането на потоците от енергия и материали.	Въвеждаща сесия	Общ преглед на кръговата икономика и индустриалната симбиоза, определение на ИС. От случая с ИС в Калундборг през 1960-те години до цифровата ИС на 2020-те години. Картографиране на енергийния и материалния поток с Sankey MATIC	PO1, PO2, PO6, PO11	Nolan (2020) SankeyMATIC Software tutorials QGIS Software tutorials	Интерактивно въвеждане с насочена дискусия по ИС, КИ и проучвания за устойчивост. Казуси с успехи и неуспехи на ИС Интерактивно въвеждане на данни за картографиране на потоците от енергия и материали Инструкции за домашна работа (картографиране на потоците от енергия и материали с SankeyMATIC)
2	Фактори, способстващи и препятстващи, разбиране на организационния и културен контекст, политиката на ЕС и възможностите за финансиране	Въвеждаща сесия	Първоначален поглед върху човешкия фактор, който прави ИС възможен. Разбиране на организационната култура, както и на националната култура и как тя взаимодейства с основните принципи на социалното предприемачество. Познаване на политиката на ЕС и националната политика, както и възможностите за финансиране	PO3, PO7, PO12	Mathews (2024) European Green Deal IS case studies	Представяне на домашна задача. Интерактивен принос за организационната и националната култура, последван от групови дискусии по собствени казуси. Семинарно въведение в законодателството на ЕС и възможностите за финансиране. Групова работа по собствен законодателен и финансов контекст. Представяне на груповата работа.

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема/дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
3	Компетенции, роля и отговорности на мениджъра и фасилитатора на информационните системи. Картографиране на вътрешни и външни заинтересовани страни	Въвеждаща сесия	По-задълбочено проучване на човешкия фактор в SI. Идентифициране на различните организационни роли в рамките на SI, както и на необходимите компетенции за всяка роля. Освен това, първоначално картографиране на потенциални партньори. Кога да се прилагат различните компетенции като търговец, мрежов специалист, мениджър, проектен мениджър, fundraiser, фасилитатор. Самоанализ: дали съм подходящият човек на подходящата позиция и какво трябва да развивам?	PO4, PO8, PO13	Lasthein et al. (2021) Mortensen & Kørnøv (2019)	Интерактивен принос за ролите в ИС и свързаните с тях компетенции. Групова работа по картографиране на различни позиции вътре и извън организацията във връзка с ИС, както и въздействието върху различни части от организацията. Представяне на групов проект Самоанализ на собствените компетенции в областта на ИС.

82

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема/дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
4	Включване, разнообразие и психологическа сигурност. Улесняване на интердисциплинарния диалог	Въвеждаща сесия	Улесняване на екипи и групи в контекста на информационната сигурност. Разбиране на важността на разнообразието на професии, пол, възраст и др., както и на психологическата сигурност. Практикуване на основни умения за диалог и улесняване, изграждане на разбиране, както и насърчаване на нестандартно мислене	PO5, PO9, PO14	Edmonson & Roloff (2009) Gallo (2023) Kepinski & Nielsen (2022) Pentland (2014) Rock et al. (2016)	Интерактивен принос за улесняване на екипите и мрежите. Практически занятия (конкретни упражнения и ролеви игри). Обратна връзка от ръководителя на курса. Инструкции за устния изпит.
5	Улесняване на иновациите Оценяване	Въвеждаща сесия	Разбиране на постепенната и радикалната иновация Фактори, които позволяват иновации Улесняване на иновативните процеси вътре в организацията и извън нея в рамките на мрежата	PO5, PO10, PO15	Darsø (2001) Høyrup (2010)	Интерактивен принос за иновациите и начините за улесняване на иновациите в екипите. Практическа сесия (конкретни упражнения и ролеви игри). Обратна връзка от ръководителя на курса. Устен изпит.

1.4 Методи на преподаване и учене

■ *Подход към обучението*

Модулите ще се основават предимно на обучение лице в лице, допълнено с задачи, които трябва да се изпълняват между модулите, предимно в рамките на собствената организация. Подходът лице в лице позволява на студентите да развият компетенции, необходими на работното място, и да получат пряка обратна връзка за представянето си от колегите и учителя.

Модулът ще бъде подкрепен от цифрова платформа за асинхронно обучение, където студентите ще имат достъп до материали, които ще бъдат предоставени от преподавателите. Материалът на цифровата платформа ще се състои предимно от литература и презентации, описващи теоретични въпроси.

■ *Основни методи на преподаване*

През модулите ще бъдат използвани множество ключови методи на преподаване, като интерактивни встъпителни лекции с ръководени дискусии, казуси, групови дискусии, групов проектна работа, ролеви игри и симулации, индивидуални размисли и задачи, които трябва да бъдат изпълнени между модулите в рамките на собствената организация.

■ *Подходи и методи, подкрепящи активното учене и практическото приложение на знанията*

Личното обучение е подходящо за създаване на ангажираност между учителите и студентите и за гарантиране, че теорията се възприема като релевантна в ежедневната работна практика. Въпреки теоретичната основа, обучението ще бъде силно практическо. Курсът ще се състои от комбинация от кратки теоретични встъпителни бележки, конкретни упражнения и групови дискусии. Въвеждащите лекции ще предоставят теоретични знания за цялостно разбиране на принципите, елементите и практиките на ИС. Счита се, че единственият начин да се научим да улесняваме процесите на ИС е да свържем теорията с конкретните реалности в различните организации, да изпробваме инструментите в реалния живот и да натрупаме собствен опит, като размишляваме върху него. Отправната точка за въвеждащите лекции и дискусиите ще бъдат предизвикателствата и въпросите, свързани с работата, които групата ще донесе в залата. По същия начин модулите ще завършват с конкретни задачи, които подпомагат студентите да изпробват нови идеи у дома. Освен това, обучението лице в лице, комбинирано с групови дискусии, ролеви игри и симулации, позволява на студентите да формират общност, в която може да се осъществи взаимно обучение. Ролята на фасилитатора ще бъде да се увери, че в залата се чуват различни гласове, показващи сложността на въпросите, свързани с ИС, от гледна точка на различни полове, възрасти, професии, културни среди и т.н.

84

1.5 Методи за оценяване и доказателства

Модулът използва смесена стратегия за оценяване, която комбинира активното участие и ангажираност на студентите, представяне на групови проекти и устен изпит, за да



оцени както нивото на теоретичните познания на студентите по концепцията за ИС, така и практическата им способност да разработват устойчиви рамки за ИС, както и да улесняват диалога между различни заинтересовани страни. Оценяването ще бъде не само сумативно (окончателни оценени задачи), но и формативно (непрекъснато участие и обратна връзка от колеги и преподаватели по време на всички ключови методи на преподаване), за да подкрепи напредъка в ученето.

Компоненти на оценяването:

- *Участие и ангажираност (тежест 40%).* Активно участие във всички приети методи на преподаване, като уъркшопи, дискусии в пленарната зала, ролеви игри и симулации
- *Представяне на групови и индивидуални проекти (тежест 30%).* Представяне на груповата работа по време на модулите, както и представяне на индивидуалните задачи, изпълнени между модулите.
- *Заключителен усетен изпит (тежест 30%).* Ще има заключителен усетен изпит, за да се оцени дали студентът е усвоил материала от модула, като го свърже със собствения си организационен контекст, включително план за собственото си развитие като мениджър или фасилитатор на информационни системи. Изпитът проверява теоретичните знания, разбирането на политиките, както и практическите компетенции.

1.6 Библиография и инструменти

1.6.1 Задължителни източници

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://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/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.leading sapiens.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. <https://www.chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/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>

86

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.

1.6.2 Препоръчителни източници

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., Zanolli, 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. Кратък шаблон на учебна програма – професионално образование и обучение (ЕКР5)

Наименование на модула: Принципи на оценката на жизнения цикъл (ОЖЦ) за анализ на екологичните ползи и недостатъци от споделянето на ресурси

ЕКР ниво: 5

ECVET кредити: 2 до 3 ECVET

Обща учебна натовареност (часове): 50-75

- Контактни часове (въстъпителни лекции, семинари, работни групи и др.): 42–56 часа
- Насочено самостоятелно обучение: 4-9
- Проектна работа: 4-10

Организация, отговорна за разработването: ТЪРГОВСКО-ПРОМИШЛЕНА ПАЛАТА – ВРАЦА СДРУЖЕНИЕ (ТПП-Враца), България.

2.1 Общ преглед на модула

88

Този модул предоставя на учащите основни знания и практически умения за прилагане на оценката на жизнения цикъл (ОЖЦ) като инструмент за подпомагане на вземането на решения в контекста на кръговата икономика (КИ) и индустриалната симбиоза (ИС). Той въвежда мисленето за жизнения цикъл и най-съвременните приложения на ОЖЦ, последвано от обзор на семейството стандарти за управление на околната среда ISO 14000 и фокусирано въведение в методологията ISO 14040/14044 и ключови показатели за устойчивост, като екологичен отпечатък (EF 3.1), разходи за жизнения цикъл (LCC) и социална ОЖЦ.

Модулът се провежда в интензивен 4–5-седмичен смесен формат и комбинира работни срещи, онлайн семинари, електронно обучение и работа по проекти с ментор. Участниците се научават да моделират и интерпретират въздействията върху околната среда с помощта на openLCA, да оценяват компромисите и да идентифицират възможностите за подобрене в продуктите системи. Модулът свързва мисленето за жизнения цикъл с по-широки рамки за устойчивост, включително Европейския зелен пакт и Целите за устойчиво развитие на ООН.

Участниците развиват системно мислене, етично съзнание и комуникационни умения. Не се изисква предварително завършен модул, но е полезно да имате основни познания по устойчивост или индустриални процеси.

В края на модула участниците могат самостоятелно да извършват опростен ОЖЦ, да подпомагат отчитането на устойчивостта и да допринасят за информираното вземане на

решения в МСП и КИ/ИС среди. Резултатите от обучението са в съответствие с компетенциите на ESCO и GreenComp.

2.2 Резултати от обучението (PO)

Очакваните резултати от обучението са структурирани в съответствие с трите домейна на Европейската квалификационна рамка (ЕКР):

■ **Знания.** Обучаемите ще могат да:

1. разберат четирите фази на ОЖЦ съгласно ISO 14040/14044 (определяне на целта и обхвата, инвентаризация на жизнения цикъл, оценка на въздействието на жизнения цикъл, интерпретация) (PO1),
2. разберат структурата и целта на ключовите екологични показатели (напр. методология EF 3.1) и тяхната роля в управленското вземане на решения и отчитането на устойчивостта (PO2),
3. разпознават как ОЖЦ функционира в рамките на по-широки стратегии за устойчивост (например модели на кръгова икономика и Целите за устойчиво развитие) и обясняват взаимовръзките между рамките на кръговата икономика, Целите за устойчиво развитие и мисленето за жизнения цикъл (PO3),
4. да интерпретира екологични, икономически и социални показатели за ефективност, като използва инструменти, базирани на ОЖЦ, за да сравнява въздействието върху устойчивостта на продукти или процеси (PO4),
5. да идентифицират политическата значимост на резултатите от ОЖЦ, особено по отношение на Европейския зелен пакт и Плана за действие на ЕС за кръговата икономика (PO5).

■ **Умения.** Обучаемите ще могат да:

6. Събират и организират необходимите данни (например списък с материали и данни за процесите) за изграждане на модел на ОЖЦ, като гарантират качеството и пълнотата на данните (PO6),
7. Да работят със софтуера openLCA за извършване на оценки на жизнения цикъл – включително чрез използване на помощника „Quick LCA“ за опростени случаи – и да моделират сценарии за кръгова икономика или индустриална симбиоза, за да оценят въздействието върху околната среда (PO7),
8. Анализират и интерпретират резултатите от ОЖЦ, за да подпомогнат устойчивото производство и вземането на бизнес решения, като идентифицират проблемни области и възможности за подобрене (PO8),
9. Включване на основни подходи за оценка на жизнения цикъл (LCC) и социална ОЖЦ (S-LCA) за оценка на икономическите и социалните измерения заедно с въздействието върху околната среда за по-цялостна оценка на устойчивостта (PO9),

10. Превежда техническите заключения от ОЖЦ в ясни визуални и вербални комуникации (доклади, презентации), които са съобразени с различните заинтересовани страни и лица, вземащи решения (PO10).

■ **Компетенции (автономност и отговорност).** Обучаемите ще могат да:

11. Работят самостоятелно и методично по задачи, свързани с ОЖЦ, като поемат отговорност за точността на данните, подходящата методология и правилното тълкуване на резултатите (PO11),
12. Да поемат инициатива за контекстуализиране на резултатите от ОЖЦ в по-широкия контекст на устойчивостта и бизнес целите и да идентифицират възможности за използване на ОЖЦ в усилията за организационно усъвършенстване и спазване на изискванията (PO12),
13. Комуникират резултатите от ОЖЦ по отговорен и прозрачен начин, като ясно признават несигурностите, ограниченията и системните граници на анализа (PO13),
14. Демонстрират системно мислене и етично съзнание при оценката на екологичните, икономическите и социалните въздействия, като отчитат взаимосвързания характер на предизвикателствата, свързани с устойчивостта (PO14),
15. Критично да разсъждава върху компромисите, гледните точки на заинтересованите страни и конфликтите на ценности, присъщи на прехода към кръгова икономика, и да балансира тези фактори при формулирането на препоръки (PO15).

2.3 Примерен график за обучение / график за изпълнение

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
1	Основи на ОЖЦ и КИ/ИС	Присъствено, интензивен обучителен лагер (bootcamp)	Мислене за жизнения цикъл и контекст на устойчивостта; ОЖЦ в кръговата икономика и индустриалната симбиоза; настояща политика и приложения в индустрията; рамка ISO 14000 и ISO 14040/14044; принципи на ОЖЦ, функционална единица и граници на системата.	PO1, PO3, PO5, PO14	Общ преглед на семейството ISO 14000 (избрани откъси); извлечения от ISO 14040/44; Зелен пакт на ЕС	Интерактивна лекция, насочена дискусия, демонстрация на софтуер, практически упражнения.
2	Събиране на данни и LCI моделиране	Онлайн семинар, електронно обучение, менторство	Събиране на данни за BoM и LCI; качество на данните; бази данни за LCI; изграждане на системи за продукти в openLCA; справяне с липсващи данни	PO6, PO7, PO11	Шаблон BoM; уроци по LCI; примери за набори от данни; Наръчник за начинаещи в openLCA	Самостоятелно обучение, задачи на работното място, проверки от ментор.
3	LCIA и интерпретация	Уебинар на живо + приложна практика	Метод EF 3.1; индикатори за междинни/крайни точки; изпълнение на LCIA; анализ на горещи точки; сравнение между цикличен и линеен сценарий; въведение в LCC и S-LCA	PO2, PO4, PO8, PO9, PO12, PO15	Документи за метода EF 3.1; Valdivia et al. (2021)	Разходка из софтуера; анализ на казуси; дискусия с колеги.

91

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема/дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
4	Разработване на ОЖЦ проект и партньорска оценка	Работа по проекта с ментор + онлайн семинар	Финализиране на ОЖЦ модела; интерпретиране на резултатите; възможности за подобрене; подготовка на 5-слайдово резюме; сесия за партньорска оценка	PO4, PO8, PO10, PO11, PO12, PO13, PO15	Шаблон за интерпретация; контролен списък за презентацията	Независима работа по проекта; срещи с ментори; структурирана обратна връзка от колеги.
5	Окончателна оценка	Хибридна оценка	Представяне на модел и доклад; окончателна презентация; устна защита	PO10, PO11, PO12, PO13, PO14, PO15	Файл с ОЖЦ модел; презентация; рубрика за оценка	Обобщаваща оценка; устен изпит.

2.4 Методи на преподаване и учене

Този модул се преподава в смесен формат, който интегрира първоначален присъствен интензивен обучителен лагер (bootcamp), онлайн семинари, електронно обучение и работа по проект с ментор. Педагогическият подход набляга на активно, ориентирано към практиката обучение чрез интерактивни лекции, ръководени дискусии, практическо обучение в openLCA и казуси от реалния свят. Учениците изпълняват приложен ОЖЦ проект и получават седмична подкрепа от ментор.

Този комбиниран, приложен подход изгражда автономност, умения за решаване на проблеми и аналитични компетенции, очаквани на EQF5 ниво.

Модулът следва принципите на приобщаващото обучение и осигурява достъпност на цифрови материали, оценки и учебни дейности.

2.5 Методи за оценяване и доказателства

Оценяването в този модул е интегрирано с практическата работа по проекта, за да се оцени автентично постигането на резултатите от обучението. Стратегията за оценяване включва както формативни, така и сумативни компоненти, с акцент върху демонстрирането на реални ОЖЦ компетенции:

Формативна оценка: През целия модул учащите получават постоянна обратна връзка за своя напредък. Менторите преглеждат черновите (като определения на обхвата на LCA, междинни набори от данни и предварителни резултати) и предоставят насоки. Сесията за обратна връзка от колегите през седмица 9 също е формативна възможност за учащите да усъвършенстват своите презентации и да задълбочат разбирането си в среда с ниска степен на риск. Макар формативните дейности да не се оценяват, те са от решаващо значение за ученето и подготовката.

Обобщаваща оценка: Формалната оценка се провежда през 10-та седмица и се състои от три части:

- *Представяне на ОЖЦ проект (с тежест около 50%):* Всеки студент представя пълно досие на ОЖЦ проекта. То включва **файла на openLCA проекта** (или експортиран пакет) с напълно дефиниран модел (документиращ функционалната единица, границите на системата, инвентарните данни, избрания метод за оценка на въздействието и всички предположения). Към модела може да бъде приложен кратък писмен доклад или презентация с бележки, обобщаващи обхвата, методологията и основните заключения на проучването. Този компонент оценява техническите умения на учащия да проведе ОЖЦ и да изготви необходимата документация.
- *Презентация (около 20%):* Учениците представят кратка **презентация** (около 5 слайда), която представя проекта ОЖЦ пред аудитория. Това тества способността да се извлича и представя информация по ясен начин – обхващайки целта и обхвата, важни резултати (например основни фактори, допринасящи за въздействието), интерпретация, включително сравнения или сценарии за подобрене, и практически препоръки. Тук се оценяват яснотата на комуникацията, визуалната ефективност и фокусът върху прозренията, които са от значение за вземането на решения.

- *Устна защита (около 30%)*: Веднага след презентацията учащите се явяват на **устен изпит** (структурирани въпроси и отговори или „устна защита“). Оценителят проучва разбирането на учащия за неговата работа: пита за обосновка на избора (например защо са използвани определени данни, методи за въздействие или предположения), интерпретация на конкретни резултати (особено свързани с категориите въздействие EF 3.1) и последствия от констатациите. Учениците могат да бъдат попитани и за ограниченията на тяхното проучване и как са се справили с несигурностите (адресиране на PO13). Този компонент оценява дълбочината на разбирането, критичното мислене и способността да се изразява и защитава работата – ключови компетенции на ЕКР5.

Ако е приложимо, може да се използва и елемент на обратна връзка от колеги (без оценка), при който съучениците попълват формуляр за обратна връзка или рубрика за всяка презентация. Това насърчава рефлексивната практика, но не влияе пряко на оценките.

Доказателства за оценка: За да преминат успешно модула, учащите трябва да представят **конкретни доказателства** за своите компетенции. Това включва:

- *Файлът с модела openLCA* (или експортиран архив), съдържащ всички данни от модела, който демонстрира правилната настройка и изпълнение на проучването ОЖЦ.
- *Файл с презентация* (PDF с слайдове или доклад), който кратко представя процеса и резултатите от ОЖЦ.
- *Запис или наблюдение на живо* на устната защита, предоставящо доказателства за способностите на учащия за обяснение и разсъждение.
- *Попълнена рубрика за оценка* или формуляр за оценка от инструктора, документиращ представянето по всеки критерий (например техническа точност, прилагане на стандарти, качество на комуникацията и аналитична проникателност).
- (По избор) *Формуляри за обратна връзка от съученици* или бележки за самооценка на учащия, които се използват в процеса на обучение и могат да бъдат включени като част от портфолиото.

94

Както проектният артефакт, така и устното представяне трябва да отговарят на минимални стандарти за качество. Рубриката за оценяване е съобразена с резултатите от обучението, за да се гарантира справедливост и прозрачност. Учениците трябва да покажат компетентност във всяка основна област (технически умения за ОЖЦ, анализ/интерпретация и комуникация), за да получат пълните 3 ECVET кредита и цифровата значка „EcoFootprint Assessor“ на SymbioTech за този модул.

2.6 Библиография и инструменти

2.6.1 Научни статии

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>

2.6.2 Политически и институционни доклади на ЕС

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>

95

2.6.3 Международни стандарти (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.

2.6.4 Софтуери и бази данни

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>

2.6.5 Допълнителни/допълващи ресурси

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. Шаблон за кратка програма – професионално образование и обучение (ЕКР5)

Наименование на модула: Междурегистрационни отношения

ЕКР ниво: 5

ECVET кредити: 2 до 3 ECVET

Обща учебна натовареност (часове): 65

- Контактни часове (въвеждащи лекции, семинари, работни групи и др.): 45 часа
- Насочено самостоятелно обучение: 20

Организация, отговорна за разработването: EXEO LAB
S.R.L. (Ехео Lab), Италия.

3.1Общ преглед на модула

Този модул предоставя на учащите практически умения, необходими за започване и улесняване на междурегистрационното сътрудничество в рамките на екосистемите на индустриалната симбиоза (ИС). Неговата цел е да подобри уменията на бъдещите мениджъри на SymbioTech, студенти в професионалното образование и обучение и професионалисти, работещи в индустриалния, общинския или екологичния сектор, за да откриват подходящи партньори, да изграждат доверие и да насърчават сътрудничеството за обмен на ресурси в ранна фаза.

Модулът обхваща важни теми като профилиране и картографиране на заинтересованите страни, стратегии за комуникация и изграждане на доверие, управление на конфликти и противопоставяния, ключови подходи за преговори и създаване на прости документи за сътрудничество (напр. меморандуми за разбирателство). Модулът е структуриран **в пет седмици** и се състои от десет кратки учебни единици, организирани в прогресивна и ориентирана към практиката последователност. Този дизайн следва подход за професионално образование и обучение, основан на компетентности, като комбинира кратки теоретични въвеждащи бележки с непрекъснато приложение, размисъл и практикуване на умения. Всяка седмица се фокусира върху кохерентна тематична област и води до конкретни резултати от обучението, които допринасят за окончателния проект за ангажиране на партньорите. Структурата е съобразена с принципите на опитното и микрообучението, като осигурява когнитивна устойчивост, ефективно придобиване на умения и силен трансфер на знания в професионалния контекст.

Практическите семинари и упражненията за ролеви игри позволяват на студентите да практикуват комуникация, улесняване на срещи и техники за убеждаване в реални ситуации.

Този модул е предназначен предимно за **студенти в професионалното образование и обучение и професионалисти**, работещи в областта на кръговата икономика, екологичните услуги, промишлените операции или местното развитие. Той се фокусира върху въвеждащите знания, представени в *Модул 1: Рамка за промишлена симбиоза*, по-специално върху концепциите за промишлена симбиоза и значението на заинтересованите страни. Той също така подготвя студентите за успешно усвояване на модулите, които обхващат цифровите технологии, управлението на околната среда и напредналата координация на партньорствата.

Не са необходими формални квалификации, но се препоръчва предишен опит в областта на устойчивостта, основни комуникационни умения или организационна динамика.

3.2 Резултати от обучението (PO)

■ **Знания.** Обучаемите ще могат да:

1. разберат динамиката на междуорганизационното сътрудничество в индустриалната симбиоза (ИС), включително как да идентифицират и профилират типични видове партньори (МСП, комунални услуги, общини, оператори на отпадъци). Развият разбиране за сложните проблеми на устойчивостта и тяхното развитие, като признаят, че компонентите на системата се държат по различен начин, когато се анализират изолирано, в сравнение с по-широката система (PO1),
2. познават принципите на изграждане на доверие, съгласуване на интереси и сътрудничество в среда с много заинтересовани страни (PO2),
3. разпознават общите източници на съпротива срещу промяната и разбират поведенческите стратегии за справяне и смекчаване на съпротивата в ранните инициативи за ИС (PO3),
4. разбиране на структурата, целта и основните компоненти на основен меморандум за разбирателство (MP) за очертаване на условията за сътрудничество (PO4),
5. да бъдат запознати с основните принципи на преговорите, убедителната комуникация и лобирането в рамките на бизнес партньорства, свързани с индустриалната симбиоза (PO5).

■ **Умения.** Обучаемите ще могат да:

6. да картографират и документират заинтересованите страни, използвайки прости инструменти (например шаблони, матрици), като идентифицират техните интереси, влияние, потенциални приноси и бариери, свързани с инициативи за индустриална симбиоза (PO6),
7. да комуникират професионално в писмена и устна форма, включително да изготвят имейли за контакти, да разработват сценарии за срещи, да провеждат разговори за проучване и да подготвят посещения на място с потенциални партньори (PO7),

8. улесняват дейностите за сътрудничество в ранна фаза, като ръководят въвеждащи дискусии, управляват взаимодействията в малки групи и подкрепят диалога между различни организационни участници (PO8),
9. прилагане на основни техники за преговори и убеждаване, за да се отговори на опасенията, да се управляват възраженията и да се насърчи общото разбиране между потенциалните партньори по ИС (PO9),
10. да изготвя прост меморандум за разбирателство (MP), който ясно очертава ролите, очакванията, потенциалния обмен на ресурси, рисковете и взаимните ползи (PO10),
11. използване на техники за изграждане на доверие, активно слушане и преформулиране, за да се повлияе и ангажира колебаещите се или скептични партньори, като се укрепи динамиката на сътрудничеството в ранния етап (PO11).

■ **Компетенции (автономност и отговорност).** Обучаемите ще могат да:

12. поемат отговорност за планирането и изпълнението на дейности за установяване на контакти с партньори, включително предварителни проучвания, подготовка на срещи и навременни последващи действия (PO12),
13. да предвидят възможни съпротиви или недоразумения по време на междуорганизационния обмен и да адаптират комуникационните стратегии, за да поддържат доверие, яснота и конструктивно ангажиране (PO13).
14. представляват своята организация професионално, етично и дипломатично в взаимодействията с външни заинтересовани страни, като осигуряват прозрачна и уважителна комуникация (PO14),
15. ескалират сложни, деликатни или правни въпроси до супервайзори или ръководители на проекти, като същевременно самостоятелно поддържат динамиката в ранните етапи на процесите на сътрудничество (PO15).
16. да се ангажират проактивно с партньорите, като демонстрират инициативност, упоритост и рефлексивна практика, за да засилят ефективността на сътрудничеството в контекста на информационните системи (PO16).

3.3 Примерна програма за обучение / График за изпълнение

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
1	У.1 Въведение в междуорганизационните отношения в ИС	Теоретична информация + семинар	Общ преглед на партньорствата в ИС; разбиране на видовете партньори (МСП, комунални услуги, общини, оператори на отпадъци); въведение в сложните проблеми на устойчивостта и поведението на системата („компонентите се държат по различен начин, когато са изолирани, в сравнение с поведението им в системата“)	PO1, PO3	Казуси (напр. екоиндустриални паркове, ECO3)	Интерактивна лекция; ръководена дискусия; въвеждащ анализ на сценарии.
	У.2 Картографиране на заинтересованите страни и теория на ангажираността	Теоретична информация + семинар	Теория за ангажираността на заинтересованите страни (модел на Фрийман, модел на значимостта, таблици за интереси/влияние); картографиране на интересите, влиянието, мотивациите и бариерите на участниците; идентифициране на потенциала за сътрудничество в екосистемите на ИС.	PO1, PO2, PO6, PO8	Шаблони за картографиране на заинтересованите страни; казуси за ИС	Интерактивна теория; практически лабораторни упражнения по картографиране; упражнения в малки групи.
2	У.3 Стратегии за изграждане на доверие и комуникация	Въвеждаща сесия + ролева игра	Изграждане на взаимоотношения в среда с много заинтересовани страни; стилове на комуникация; доверие и взаимност; формулиране и активно слушане. Приложение към взаимодействия в ранна фаза на ИС.	PO2, PO7, PO8, PO11	Комплект инструменти за комуникация: кратки текстове за изграждане на доверие	Симулации с ролеви игри; обратна връзка от колеги; насочена дискусия.

100

	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
	У.4 Съпротива срещу промяната и техники за убеждаване	Семинар	Видове организационна и поведенческа съпротива; справяне с възражения; стратегии за убеждаване и влияние; преосмисляне на ползите за колебаещите се партньори.	PO3, PO9, PO11	Сценарий за съпротива	Симулации на базата на конкретни случаи; микроупражнения; обратна връзка от учителя.
3	У.5 Партньорски контакти и дейности за ранно ангажиране	Въвеждаща сесия + семинар	Изготвяне на имейли за контакти; планиране на въвеждащи телефонни разговори; подготовка и улесняване на посещения на място; управление на ранните взаимодействия с различни участници.	PO7, PO8, PO12	Шаблони за имейли и телефонни разговори	Лаборатории по писане; симулации в двойки; практически упражнения по комуникация.
	У.6 Основи на преговорите в контекста на информационните системи	Въвеждаща сесия + симулация	Принципи на преговорите с взаимна изгода; идентифициране на интереси срещу позиции; формулиране на предложения; договаряне на ранни условия за сътрудничество.	PO5, PO9, PO11	Примери за преговори	Структурирани симулации на преговори; групова рефлексия.
4	У.7 Изготвяне на меморандум за разбирателство (MP)	Работна група	Цел и структура на меморандумите за разбирателство; изготвяне на клаузи (роли, потоци, рискове, ползи, поверителност, следващи стъпки); партньорска проверка на проектите.	K4, S5	Шаблон за MP	Групова сесия за изготвяне; семинар за партньорска оценка.

101

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
	У.8 Проект за ангажиране на партньори на работното място	Самостоятелно учене с ментор	Учениците избират реален или хипотетичен партньор; подготвят профил на заинтересованите страни, план за ангажиране, примери за комуникация и проект на условия за меморандум за разбирателство.	PO6– PO11, PO12– PO16	Данни и контекст на работното място	Наставничество от преподавател; повтаряща се обратна връзка; автономно разработване на проект.
5	Клиника за окончателна оценка	Оценка	Представяне на план за ангажиране на партньори; записана ролева игра, симулираща преговори с колебаещ се партньор; кратко устно задаване на въпроси и отговори относно изграждането на доверие и управлението на съпротивата.	Всички PO	Рубрика за оценка; указания за видео/запис	Устно отчитане; преглед на представянето; дискусия за размисъл.

102

3.4 Методи на преподаване и учене

Модулът използва практико-ориентиран и опитен подход към професионалното обучение, предназначен да укрепи междуличностните, комуникационните и преговорните умения, необходими за междуорганизационното сътрудничество в индустриалната симбиоза. Методите на преподаване и учене съчетават кратки теоретични въвеждащи бележки с практически дейности, размисъл и приложение на работното място, за да подпомогнат придобиването на умения и поведенчески компетенции.

1. Теоретични знания: кратки, целенасочени презентации (10–25 минути), представящи ключови концепции като теорията за ангажираността на заинтересованите страни, изграждането на доверие, съпротивата срещу промяната, убедителната комуникация и принципите на преговорите. Тези знания предоставят на учащите необходимите рамки за информирано участие в практическите дейности.

2. Работни групи: учащите анализират сценарии за заинтересованите страни, изготвят карта на заинтересованите страни, съставят проекти на съобщения за популяризиране и обсъждат потенциални пътища за сътрудничество. Работните групи наблюдават на активното участие, решаването на проблеми и ученето чрез практика, което позволява на учащите да прилагат теоретичните концепции в реалистични ситуации.

3. Ролеви игри и симулации: симулирани срещи с партньори, упражнения за преговори и сценарии за справяне със съпротивата позволяват на учащите да практикуват техники за комуникация, убеждаване и улесняване в безопасна среда. Ролевите игри включват структурирана обратна връзка от колеги и обучители, което подобрява самосъзнанието и поведенческите компетенции.

4. Групова работа и учене от колеги: екипите си сътрудничат при упражнения за картографиране, изготвяне на меморандуми за разбирателство, стратегии за комуникация и анализ на случаи. Ученето от колеги насърчава разнообразни перспективи и отразява реалната динамика на сътрудничеството между организациите, като същевременно развива меки умения като слушане, координация и управление на конфликти.

5. Обучение на базата на сценарии: реалистични казуси (индустриални паркове, местни клъстери, общински партньорства) насочват учащите да проучват пречките, възможностите и динамиката на взаимоотношенията в индустриалната симбиоза. Обучението на базата на сценарии подпомага вземането на решения, системното мислене и практическото решаване на проблеми.

6. Обучение по микроумения: чрез кратки практически упражнения (например, съставяне на теми на имейли, репетиране на начални реплики при телефонни разговори, обобщаване на позицията на партньора) учащите усъвършенстват конкретни комуникационни и фасилитиращи умения, необходими за ефективно общуване и ангажираност.

7. Рефлексивна практика: учащите преглеждат представянето си след ролевите игри, анализират силните и слабите си страни и идентифицират области за лично

усъвършенстване. Рефлексията подпомага непрекъснатото развитие на компетентността, автономността и зрелостта при справянето с професионални взаимодействия.

8. Обучение на работното място: учащите прилагат концепциите от модула на работното си място или в симулирана професионална среда, като профилират реален или потенциален партньор, подготвят план за ангажираност и изготвят проект на меморандум за разбирателство. Това свързва теорията с автентичната практика и подкрепя приложимостта към работните роли.

9. Наставничество и обратна връзка: обучителите предоставят персонализирана обратна връзка по примери за комуникация, стратегии за ангажираност и проекти на меморандуми за разбирателство. Наставничеството подобрява трансфера на знания и укрепва увереността на учащите в управлението на реални ситуации на сътрудничество.

3.5 Методи за оценяване и доказателства

Стратегията за оценяване за този модул комбинира формативни и сумативни компоненти, за да оцени способността на учащите да се ангажират ефективно в процесите на междуетапно сътрудничество, свързани с индустриалната симбиоза. Оценките измерват не само теоретичното разбиране, но и комуникационните умения, поведенческите компетенции и способността да се прилагат инструменти и методи в реалистични контексти.

- *Участие и ангажираност – 30 % (формативно + сумативно).* Учениците се оценяват по тяхното активно участие в семинари, ролеви игри, дискусии, дейности по картографиране на заинтересованите страни и упражнения за микроумения.

Оценявани компетенции: комуникация, сътрудничество, професионално поведение, рефлексивна практика.

Доказателства: бележки от наблюденията на учителя, обратна връзка от колеги, дневник за участие.

- *План за ангажиране на партньори – 40% (сумативно).* Всеки учащ разработва структуриран план за ангажиране на реален или хипотетичен външен партньор, съобразен с възможност за индустриална симбиоза. Планът включва: i) профил и картиране на заинтересованите страни; ii) идентифициране на интереси, опасения и влияние; iii) имейл/съобщение за установяване на контакт; iv) обща схема на разговор или среща за опознаване; v) график за стъпките по ангажирането; vi) проект на раздел от меморандума за разбирателство (роли, ползи, рискове, следващи стъпки).

Оценявани компетенции: анализ на заинтересованите страни, комуникационна стратегия, структурирано планиране, разбиране на компонентите на меморандума за разбирателство.

Доказателства: писмен доклад (1000–1500 думи), примери за комуникация, карти на заинтересованите страни, проект на меморандум за разбирателство.

- *Симулация на ролева игра + устно разсъждение – 30% (обобщаващо). Учениците записват или изпълняват симулирана взаимодействие с колебаещ се партньор (първа среща, преговори, справяне с възражения или сценарий за убедителна комуникация).*

Следва кратко устно Q&A, в което учащият обяснява: мотивите зад избраните комуникационни стратегии; как е подхождано към изграждането на доверие; как е било преодоляно съпротивлението; какво биха подобрили.

Оценявани компетенции: преговори, убеждаване, активно слушане, адаптиране на поведението, професионално представяне.

Доказателства: видео или симулация на живо (5–10 минути); устно отчитане (5 минути); рубрика за оценка, попълнена от учителя.

3.6 Библиография и инструменти

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. Кратък шаблон за учебна програма – професионално образование и обучение (ЕКР5)

Наименование на модула: Изкуствен интелект и машинно обучение за прогнозиране на материални потоци и оптимизиране на веригата/процеса на доставки

ЕКР ниво: 5

ECVET кредити: 3 ECVET

Обща учебна натовареност (часове): 75

- Контактни часове (встъпителни лекции, семинари, работни групи и др.): 45-50 часа
- Насочено самостоятелно обучение: 10-15 часа
- Работа по проект: 10-15 часа

Организация, отговорна за разработването: PRIOS
KOMPETANSE AS (PRIOS), Норвегия.

106

4.1 Общ преглед на модула

Този модул представя основните концепции и практическото приложение на изкуствения интелект (ИИ) и машинно обучение (МО) в индустриалната симбиоза (ИС). Той предоставя на учащите ясно и оперативно разбиране за прогнозното моделиране, разпознаването на модели, клъстеризацията и подкрепата за вземане на решения на базата на табло, с акцент върху видовете индустриални данни, които обикновено са налични в МСП. Модулът дава възможност на учащите да интерпретират прогнози, да идентифицират тенденции и аномалии и да превръщат аналитичните прозрения в практически препоръки, които подкрепят ефективното използване на ресурсите, балансирането на търсенето и предлагането и оптимизирането на симбиотичния обмен.

Учениците проучват как инструментите, поддържани от ИИ, могат да подобрят процесите на вземане на решения в индустриалните клъстери, включително как да се справят с несигурността, да избягват погрешни интерпретации и да прилагат етични и отговорни практики за работа с данни, когато работят с чувствителни или непълни набори от данни. Модулът също така укрепва уменията за комуникация и отчитане чрез упражнения, изискващи ясно обяснение на аналитичните резултати на заинтересовани страни, които не са експерти.

Като част от програмата SymbioTech, този модул се основава на основни концепции за информационните системи, въведени по-рано в учебната програма, и подготвя учащите за модули, фокусирани върху цифрови инструменти, внедряване на СУОС и оптимизация на енергията/ресурсите. Не се изисква предишен опит с изкуствен интелект

или кодиране; полезно е да имате основни познания за данните от информационните системи и индустриалните процеси.

4.2 Резултати от обучението (PO)

■ **Знания.** Обучаемите ще могат да:

1. Разберат основните принципи на ИИ и МО, свързани с индустриалната симбиоза, включително супервизирано и несупервизирано обучение (прогнозиране, клъстериране) (PO1),
2. Познават основните видове данни за ИС, използвани за прогнозен анализ, като материални потоци, енергийно потребление, променливост на производството и потоци от отпадъци (PO2),
3. Бъдат запознати с функционирането на таблата като инструменти за подпомагане на вземането на решения, включително компоненти, филтри, променливи и логика на времеви прозорец (PO3),
4. Бъдат запознати с често срещаните ограничения на моделите и източниците на пристрастност (PO4),
5. Разбиране на етичните и отговорни практики при работа с данни при използване на инструменти, поддържани от изкуствен интелект, включително прозрачност, несигурност и ограничения на прогнозните модели (PO5).

107

■ **Умения.** Обучаемите ще могат да:

6. Валидират входните данни, идентифицират аномалии и маркират съмнителни модели преди анализа (PO6),
7. Да интерпретират резултатите от моделите за прогнозиране и клъстериране, приложени към набори от данни за информационни системи, като идентифицират тенденции, аномалии и горещи точки (PO7),
8. Конфигурират и използват шаблони на табла за управление, за да изследват индустриални данни, коригират параметри и проучват различни аналитични гледни точки (PO8),
9. Разработват ясни, основани на доказателства писмени и устни обяснения на аналитичните резултати за мениджърите на МСП и оперативния персонал (PO9),
10. Да изготвят практически препоръки, които свързват прогнозните прозрения с реалистични решения за ИС и мерки за оптимизация (PO10).

■ **Компетенции (автономност и отговорност).** Обучаемите ще могат да:

11. Използват табла, поддържани от изкуствен интелект, за да информират и обосновават решения, свързани с информационните системи, независимо в оперативен контекст (PO11),

12. Оценяват осъществимостта и последствията от препоръките, генерирани от изкуствен интелект, като вземат предвид ограниченията, несигурността и етичните аспекти на МСП (PO12),
13. Да комуникират аналитичните прозрения ясно и отговорно на неспециалисти, подкрепяйки съвместното вземане на решения (PO13),
14. Размишляват върху ограниченията и рисковете, свързани с инструментите за прогнозиране, и да коригират препоръките съответно (PO14).

4.3 Примерна програма за обучение / График за провеждане

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
1	Контекст на изкуствения интелект и готовност на данните	Въвеждаща сесия и семинар	Общ преглед: ИИ/МО в индустриалната симбиоза (ИС); Наблюдавано срещу ненаблюдавано обучение. Данни: Проучване на ИС набори от данни (материални потоци, енергийни регистри); Идентифициране на проблеми с качеството на данните (шум, липсващи стойности) в контекста на МСП.	PO1, PO2, PO6	Hyndman & Athanasopoulos (2021) Ch. 1-2; Yeo et al. (2020) tools section.	Интерактивна лекция; Примери за източници на данни; Практически преглед на данни.
2	Предсказващо моделиране: прогнозиране и клъстеризиране	Въвеждаща сесия и лаборатория	Прогнозиране: логика на регресията и времевите редове; сезонност и несигурност. Клъстеризация: Откриване на горещи точки, сегменти и аномалии в потоците. Дейност: Интерпретиране на резултатите от предварително създадени модели (подход „черна кутия“), вместо кодиране от нулата.	PO1, PO5, PO7, PO10	Hyndman & Athanasopoulos (2021) Ch. 3; Patel & Dave (2019) clustering examples; Chandola et al. (2009) anomaly detection	Визуална демонстрация; „Лаборатория за интерпретация“ с използване на електронни таблици/визуални инструменти.

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
3	Конфигуриране на табло и визуален анализ	Работна група	Структура: Променливи, филтри, времеви прозорци на таблото. Конфигурация: Зареждане на IS данни в шаблони; настройка на параметри. Интерпретация: Четене на визуализации за диагностициране на тенденции и оперативни грешки.	PO3, PO6, PO8	<i>Few (2006) Ch. 1-2; Few (2012) selected sections.</i>	Ръководен семинар (конфигуриране на шаблони); въпроси и отговори между колеги.
4	Подкрепа при вземане на решения, етика и комуникация	Семинар и работилница по писане	Логика на вземането на решения: свързване на прогнозите с балансирането на търсенето и предлагането и осъществимостта. Етика: Управление на данни, отговорно боравене с тях и комуникиране на несигурност. Резултат: Изготвяне на обосновани препоръки за неспециалисти.	PO4, PO5, PO9, PO12, PO13, PO14	<i>Mittelstadt (2019) AI Ethics; Knafllic (2015) storytelling sections.</i>	Разглеждане на сценарии; Практически семинар по писане; Дискусия за размисъл.
5	Интегриран сценарий Проект и окончателна оценка	Проектна работа и оценка	Проект: Прилагане на познанията от таблото за управление към реалистичен сценарий за вземане на решение от МСП. Оценка: Окончателна презентация на интерпретацията на таблото, препоръки и устна защита относно осъществимостта и етиката.	PO9, PO10, PO11, PO12, PO14	Кратко описание на проекта; Рубрика за оценка.	Клиника за проекти под наблюдение; Официална презентация/Устна дискусия.

4.4 Методи на преподаване и учене

■ *Подход към обучението*

Този модул използва хибриден подход към ученето, който съчетава синхронни дейности (лекции, дискусии, семинари, лабораторни упражнения) с асинхронни материали, които учащите могат да проучват самостоятелно. Този формат подкрепя както непосредственото взаимодействие по време на ръководените сесии, така и по-задълбоченото размишление чрез самостоятелно учене. Асинхронните елементи – материали за четене, обобщения на данни и структурирани аналитични ръководства – гарантират, че учащите могат да преразгледат логиката на прогнозирането, принципите на групиране и техниките за интерпретиране на данни, както е необходимо, за да затвърдят разбирането си.

■ *Основни методи на преподаване*

Методите на преподаване включват интерактивни лекции за въвеждане в основните концепции на ИИ/МО, семинари за обсъждане на етиката на данните и несигурността, както и казуси, които илюстрират използването на прогнозни инструменти в индустриалната симбиоза. Семинарите и практическите лабораторни упражнения предоставят структурирани възможности за практикуване на интерпретиране на прогнози, идентифициране на аномалии и конфигуриране на шаблони за табла. Груповите задачи, базирани на сценарии, развиват съвместното разсъждение, докато работата по проекти позволява на учащите да прилагат аналитични методи към реалистични контексти на данни за МСП и да разработват препоръки, базирани на доказателства.

■ *Подходи и методи, подкрепящи активното учене и практическото приложение на знанията*

Учебните дейности са предназначени да подкрепят активното участие и постепенното развитие на уменията. Работилниците и лабораториите позволяват на учащите да работят директно с шаблони и набори от данни, превръщайки абстрактните концепции в оперативни компетенции. Дискусиите, базирани на конкретни случаи, и задачите, базирани на сценарии, насърчават критичното мислене и подкрепят прилагането на аналитичните резултати в реални ситуации на вземане на решения. Финалният проект интегрира знания, умения и компетенции, като изисква от учащите да интерпретират самостоятелно прогнозните резултати, да обосновават решенията си, да се справят с несигурността и да комуникират своите идеи по начин, който ясно отразява нивото на автономност и отговорност, очаквано на ЕКР 5.

4.5 Методи за оценяване и доказателства

■ *Подход за оценяване*

Оценяването в този модул съчетава **формативни** и **сумативни** компоненти за оценка на развитието на знания, практически умения и аналитични компетенции, съобразени с резултатите от обучението. Формативните оценки са интегрирани в целия модул, за да осигуряват непрекъсната обратна връзка, да насочват учащите в интерпретирането на

прогнозните резултати и да подкрепят постепенното развитие на уменията за работа с табло за управление, интерпретиране на данни и комуникационни умения. Суммативната оценка се състои от структуриран финален проект, който изисква от учащите да интерпретират набори от данни за индустриална симбиоза, използвайки шаблон за табло, да подготвят набор от препоръки, основани на доказателства, и да демонстрират рефлексивно разбиране на несигурността и етичните съображения.

■ Формативна оценка

Задачите за формативна оценка включват кратки аналитични упражнения, изпълнявани по време на семинари и лабораторни упражнения, като интерпретиране на тенденции в изгледите на таблото, идентифициране на аномалии, валидиране на данни и проблеми с качеството и изготвяне на предварителни изявления за прозрения. Допълнителни формативни елементи включват участие в обсъждания на случаи, принос към групова работа по сценарии и кратки писмени разсъждения, свързани с несигурността и етичните аспекти на прогнозните инструменти. Тези дейности не се оценяват, но предоставят съществена обратна връзка, позволяваща на учащите да консолидират разбирането си преди крайната оценка.

■ Обобщаваща оценка

Обобщаващата оценка се основава на **индивидуален проект**, който интегрира всички компоненти на модула. Учениците трябва да попълнят шаблон на табло за управление, използвайки предоставен набор от данни, да интерпретират прогнозните резултати (например тенденции, аномалии, горещи точки) и да подготвят кратко писмено резюме с препоръки, адресирано до вземащ решения в МСП. Оценяването завършва с **презентация и устна дискусия**, по време на която учащите обосновават аналитичното си мислене, обясняват избора си на конфигурация, комуникират несигурността и отговарят на въпроси относно осъществимостта и етичните последици. Прилага се **структурирана рубрика**, за да се гарантира прозрачност и последователност при оценяването на аналитичната точност, яснотата на комуникацията, обосноваването на решенията, етичното съзнание и общата компетентност.

Тежест на компонентите

Крайната оценка се състои от:

- *Формативен компонент: 30%*
 - упражнения в работилница/лаборатория (задачи за интерпретация)
 - кратки писмени разсъждения върху несигурността/етиката
 - принос към групова работа, базирана на сценарии
- *Обобщаващ компонент: 70%*
 - интерпретация на таблото и кратко писмено препоръчително писмо (45%)
 - презентация и устна дискусия (25%)

Формативните компоненти допринасят за крайната оценка, за да се признае важноста на непрекъснатото ангажиране и развитие на уменията, докато сумарният проект гарантира, че учащите могат самостоятелно да прилагат аналитични методи, подкрепени от изкуствен интелект, в контекста на индустриалната симбиоза. Критериите за оценка включват точност и уместност на интерпретацията, правилно идентифициране на

аномалии и ограничения, яснота и уместност на препоръките, съгласуваност на комуникацията, етично съзнание и обоснована обосновка на решенията.

4.6 Библиография и инструменти

4.6.1 Задължителни източници

Следните материали подкрепят основните концепции и дейностите в този модул. В зависимост от предварителните знания на учащите и фокуса на конкретните единици могат да бъдат зададени избрани глави или откъси.

Few, S. (2006). Information dashboard design: The effective visual communication of data. O'Reilly Media.

Few, S. (2012). Show me the numbers: Designing tables and graphs to enlighten (2nd ed.). Analytics Press.

Knafllic, C. N. (2015). Storytelling with data: A data visualization guide for business professionals. Wiley.

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). Forecasting: Principles and practice (3rd ed.). OTexts.

Patel, H., & Dave, C. (2019). Applications of K-means clustering algorithm: A review. International Journal of Computer Science and Mobile Computing, 8(5), 182–191.

Järvenpää, A.-M. (2021). Industrial symbiosis, circular economy and Industry 4.0. Polish Academy of Sciences Publications, 69–76.

Yeo, Z., Low, J. S. C., & Tan, P. S. (2020). Tools for promoting industrial symbiosis: A systematic review. Waste and Resources Action Programme (WRAP) / University of Warwick.

Mittelstadt, B. (2019). Principles of artificial intelligence ethics: A guide for practitioners. Oxford Internet Institute.

4.6.2 Препоръчителни източници

За по-задълбочено изучаване могат да се използват и следните материали:

Géron, A. (2019). Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow (2nd ed.). O'Reilly Media.

Flach, P. (2012). Machine learning: The art and science of algorithms that make sense of data. Cambridge University Press.

Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. Pattern Recognition Letters, 31(8), 651–666.

Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly detection: A survey. ACM Computing Surveys, 41(3), 1–58.

Machine learning-assisted industrial symbiosis: Testing the ability of word vectors to estimate similarity for material substitutions - Davis - 2022 - Journal of Industrial Ecology

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. Кратък шаблон за учебна програма – професионално образование и обучение (ЕКР5)

Наименование на модула: Блокчейн технологии за създаване на прозрачни и сигурни системи за проследяване и сертифициране на материални и енергийни потоци

ЕКР ниво: 5

ECVET кредити: 3 ECVET

Обща учебна натовареност (часове): 75

- Контактни часове (встъпителни лекции, семинари, работни групи и др.): 45-50 часа
- Насочено самостоятелно обучение: 10-15 часа
- Работа по проект: 10-15 часа

Организация, отговорна за разработването: PRIOS
KOMPETANSE AS (PRIOS), Норвегия.

5.1 Общ преглед на модула

115

Този модул представя практическото приложение на блокчейн технологиите за подпомагане на прозрачната проследимост в веригите на стойността на кръговата икономика и индустриалната симбиоза. Той предоставя на учащите ясно и оперативно разбиране за това как разрешените блокчейн системи записват данни на ниво партида, осигуряват сигурна документация и предоставят проверими доказателства за одити, сертифициране и сътрудничество между множество заинтересовани страни.

Модулът се фокусира върху компетенциите за проследяемост, базирани на блокчейн, които са необходими в практиката на цифровите информационни системи: въвеждане и актуализиране на информация за партидите, прикачване на подкрепящи документи, генериране на QR кодове, проверка на записите в главната книга и обясняване на резултатите от проследяемостта на партньорите или одиторите. Учениците проучват как блокчейн увеличава доверието в обмяна на ресурси, подкрепя цифровите паспорти на продуктите (ЦПП) и намалява информационните пропуски в симбиотичните мрежи. Модулът разглежда и етични и управленски съображения, включително отговорното боравене с данни и ограниченията на блокчейн, когато изходните данни са ненадеждни или непълни.

Този модул се основава на по-ранно професионално обучение в областта на индустриалната симбиоза и цифровите инструменти и подготвя учащите за следващите модули, свързани с системи за управление на околната среда и оперативна оптимизация. Не се изискват предварителни технически познания; основна запознатост с

индустриалните процеси или практиките за документиране е полезна, но не е задължителна.

5.2 Резултати от обучението (PO)

■ *Знания. Обучаемите ще могат да:*

1. Разберат основните принципи на блокчейна, свързани с индустриалната симбиоза, включително разпределени регистри, разрешени мрежи, блокове, транзакции, хешове и ролята на неизменността в целостта на данните (PO1),
2. Разберат как блокчейн поддържа прозрачна проследимост в кръгови и симбиотични вериги на стойността, включително записване на ниво партида, цифрово сертифициране и връзка с цифрови паспорти на продукти (ЦПП) и отчети за устойчивост (PO2),
3. Разберат структурата и целта на разрешените блокчейн системи (напр. Hyperledger), включително участниците, активите, транзакциите и правата за достъп (PO3),
4. Бъдете наясно с етичните, управленските и свързаните с защитата на данните съображения при записването и споделянето на данни за проследимост, включително рисковете, ограниченията и оперативното значение на „целостта на данните“. (*Canon: ethics, data governance, anti-greenwashing*) (PO4),
5. Познавайте видовете документи и данни, които обикновено се прикрепват към блокчейн записите (например, идентификационни номера на партии, местоположение, времеви отметки, сертификати, бележки за доставка) и тяхната роля в подкрепа на одитите и доверието на заинтересованите страни (PO5).

116

■ *Умения. Обучаемите ще могат да:*

6. Създават и актуализират записи за проследимост в разрешена блокчейн среда, като въвеждат правилно данни за партидите, метаданни и подкрепящи документи (PO6),
7. Генерират и използват QR кодове, свързани с блокчейн записи, като гарантират правилната функционалност за извличане на информация за проследимост (PO7),
8. Да навигират в интерфейс, базиран на Hyperledger, или в среда с ниско ниво на кодиране, за да разгърнат, тестват и верифицират прости бизнес мрежи, следвайки определени процедури (PO8),
9. Проверят правилността на блокчейн записите, включително пълнотата на записите, потвърждението на хеш, прикачените документи и съответствието с оперативните данни (PO9),
10. Интерпретиране на резултатите от проследяемостта, базирани на блокчейн, идентифициране на пропуски или несъответствия и оценяване на това, което блокчейн записите потвърждават и не потвърждават (PO10),

11. Подготвяне на ясни писмени или устни обяснения на работните процеси за проследяемост за заинтересованите страни от МСП, демонстрирайки как блокчейна подкрепя прозрачността, сертифицирането и доверието (PO11),

▪ **Компетенции (автономност и отговорност).** Обучаемите ще могат да:

12. Да работят самостоятелно с блокчейн работни потоци за проследимост в контекста на МСП или индустриална симбиоза, като следват установените правила за управление и управление на данни (PO12),

13. Поемат отговорност за целостта на данните при въвеждане или промяна на информация за проследимостта, като гарантират точност, пълнота и подходяща документация (PO13),

14. Прилагат етични и отговорни практики при работа с чувствителни или поверителни данни в записите за проследимост, като признават границите и ограниченията (PO14),

15. Да комуникират прозрачно доказателствата, базирани на блокчейн, на партньори, одитори или сътрудници на ИС, подкрепяйки изграждането на доверие и предотвратявайки погрешни интерпретации или „зелено измиване“ (PO15),

16. Оценява кога блокчейнът е подходящ инструмент за нуждите на проследимостта, въз основа на изискванията за прозрачност, сложността на многобройните заинтересовани страни, нуждите от одит и наличните алтернативи (PO16).

5.3 Примерна програма за обучение / График за изпълнение

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
1	Основи и проследимост Контекст	Входни данни и демонстрация	Концепция: Разпределени регистри, блокове, хешове и концепцията за „непроменимост“. Контекст: Как проследимостта подкрепя кръговата икономика (цифрови паспорти на продукти) и доверието в симбиотичните обмени. Демонстрация: Навигация в интерфейс на разрешен регистър (преглед на участници и активи).	PO1, PO2, PO3, PO8	Antonopoulos & Wood (2018) – Basics; European Commission (2022) – ESPR context.	Интерактивна лекция; Анализ на казуси (кръгови вериги на доставки); Структурирано наблюдение на интерфейса.
2	Записване в регистъра: въвеждане на данни и документиране	Семинар / Лаборатория	Структура на данните: Разбиране на метаданни за партии (ИД, времеви отметки) спрямо приложени доказателства (PDF файлове, сертификати). Действие: Практически упражнения по въвеждане на нови записи за проследяемост в тестова среда. Качество: Гарантиране на пълнотата преди „запечатването“ на записа.	PO5, PO6, PO12, PO13	GS1 (2022) – Traceability framework & Metadata; Hyperledger Sandbox tools.	Практически лабораторни упражнения; микроупражнения (попълване на полета); практика с подкрепата на инструктор.

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
3	Четене на главната книга: Проверка и извличане	Семинар/лаборатория	Проверка: Използване на контролни суми/хешове за проверка на целостта на данните; идентифициране на пропуски или манипулирани записи. Извличане: генериране на QR кодове, свързани с записите в главната книга; тестване на потребителското преживяване (сканиране за преглед на произхода).	PO7, PO9, PO10	GS1 Digital Link (2020); Antonopoulos & Wood – Hashing/Integrity.	Практически семинар (генериране на QR); Взаимна проверка (проверка на взаимните записи).
4	Управление, етика и стратегически решения	Семинар и груповата работа	Стратегия: „Кога да използваме блокчейн?“ (Критерии за вземане на решение: доверие, сложност, нужди от одит). Етика: Управление на чувствителни данни, поверителност и избягване на „зелено измиване“ (преувеличаване въз основа на слаби изходни данни). Управление: Кой има разрешение да пише/чете?	PO4, PO14, PO15, PO16	WEF (2018) Beyond the Hype; Francisco & Swanson (2018) – Transparency risks.	Упражнение за картографиране на решения (блокчейн срещу база данни); Рефлексивна дискусия за зеленото измиване.
5	Интегриран проект за проследяемост и оценка	Проектна работа и оценка	Проект: Създаване на запис на целия жизнен цикъл (вписване + прикачен документ + QR код) за конкретен IS сценарий. Оценка: Представяне на работния процес и устна защита относно целостта на данните и ограниченията на системата.	PO6, PO9, PO11, PO13, PO16	Кратко описание на проекта; Рубрика за оценка.	Клиника за проекти под наблюдение; Финално представяне и устен изпит.

5.4 Методи на преподаване и учене

Този модул използва комбиниран подход на обучение, който съчетава синхронни дейности (лекции, работни групи, лабораторни упражнения, семинари, клиники по проекти) с асинхронни материали, които учащите могат да проучват самостоятелно. Тази комбинация подпомага както насоки в реално време по време на практическите занятия, така и самостоятелно усъвършенстване на концепции, работни процеси и умения за интерпретация.

Методите на преподаване включват интерактивни лекции за въвеждане в ключови концепции за блокчейна и проследимостта, семинари за проучване на етични и управленски въпроси и сесии, базирани на конкретни случаи, за позициониране на проследимостта в рамките на веригите на стойността на кръговата икономика и индустриалната симбиоза. Работилниците и практическите лабораторни упражнения са в основата на модула и предоставят структурирани възможности за практикуване на създаване на записи в регистъра, прикачване на документация, генериране на QR кодове и проверка на целостта на данните в разрешена блокчейн среда. Ръководеният анализ и упражненията, базирани на сценарии, помагат на учащите да интерпретират резултатите от блокчейна и да развият преценка за това кога блокчейна е подходящ или не е подходящ за конкретни нужди на проследимостта.

През целия модул се поставя акцент върху активното учене, точността и отговорността. Практическите занятия изискват от учащите да работят с реални формати на документация, да следват правилата за управление на данните и да тестват собствените си резултати за последователност. Груповите дискусии и устните обяснения укрепват комуникационните умения, докато работата по проекти подкрепя развитието на компетенции в областта на вземането на решения, качеството на документацията и етичното използване на данни за проследимост. Тези методи заедно гарантират, че учащите развиват оперативните способности, които се очакват от мениджърите по SymbioTech на ЕКР5, с увереност да прилагат инструменти за проследимост отговорно в индустриален контекст.

120

5.5 Методи за оценяване и доказателства

Оценяването в този модул съчетава формативни и сумативни компоненти за оценка на знанията, приложените умения и компетенциите на учащите в областта на проследимостта, базирана на блокчейн. Формативните оценки са включени в целия модул, за да осигуряват непрекъсната обратна връзка и да подкрепят прехода от концептуално разбиране към самостоятелно управление на работните процеси по проследимост.

Формативна оценка

- Кратки практически упражнения по време на семинари и лабораторни занятия (създаване на записи, прикачване на документи, проверка на данни, навигация в интерфейса на блокчейна за разрешения, намиране на елементи от записите).
- Участие в семинари и групови дискусии по етика, управление и вземане на решения.

- Насочени задачи за анализ, фокусирани върху интерпретиране на резултатите от блокчейна и идентифициране на непълни или несъвместими записи.
- Кратко отразяващи бележки относно ограниченията, целостта на данните или етичните съображения.

Тези формиращи елементи помагат на учащите да консолидират процедурната точност, да укрепят уменията си за интерпретация и да се подготвят за крайния проект.

Обобщаваща оценка

Обобщаващата оценка е индивидуален проект, състоящ се от четири компонента:

1. Задача за проследяемост (вписване в регистъра + документация + QR)

Учениците трябва да създадат или актуализират пълен запис за проследимост в разрешената блокчейн среда, включващ точни метаданни, подходящи подкрепящи документи и функционираща QR връзка.

2. Проверка и проверка на целостта

Учениците проверяват собствения си запис, идентифицират потенциални проблеми и документираните корекциите или ограниченията.

3. Кратко писмено резюме (интерпретация на доказателствата)

Кратко обяснение на това, което блокчейн записите потвърждават, какво не потвърждават и как подпомагат прозрачността за заинтересованите страни.

4. Презентация и устна дискусия

Кратко представяне на окончателния запис, последвано от устен изпит, обхващащ взетите решения, срещнатите ограничения, резултатите от проверката и етичните съображения (например чувствителност на данните, риск от преувеличаване).

Тежест

- *Формативни компоненти:* 30% (семинари, лабораторни упражнения, задачи за размисъл, участие)
- *Обобщаващ проект:* 70%
 - Задача по счетоводната книга + цялостност на документацията: 40%
 - Писмен доклад (интерпретация и ограничения): 10%
 - Презентация и устна дискусия: 20%

Критерии за оценяване

- Точност и пълнота на вписванията в главната книга и метаданните.
- Правилно използване на подкрепящи документи и QR връзка.

- Качество на проверката и проверка на целостта (идентифициране на пропуски или ограничения).
- Яснота и коректност при тълкуването на това, което показва блокчейн записите.
- Етично съзнание и отговорно боравене с чувствителни или непълни данни.
- Комуникативни умения и способност да се обясняват решенията на неспециалисти.
- Цялостна автономност, надеждност и спазване на правилата за управление.

Тези методи за оценка отразяват акцента на ЕКР5 върху приложните компетенции, отговорното вземане на решения и ясната комуникация, като гарантират, че учащите могат да работят самостоятелно с блокчейн-базирани работни потоци за проследяемост в контекста на индустриалната симбиоза.

5.6 Библиография и инструменти

5.6.1 Библиография

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>

5.6.2 Инструменти и платформи

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. Кратък шаблон за учебна програма – професионално образование и обучение (ЕКР5)

Наименование на модула: Симбиотични технологии и модели за енергийна ефективност/управление

ЕКР ниво: 5

ECVET кредити: 3 ECVET

Обща учебна натовареност (часове): 50-75 часа

Организация, отговорна за разработването: SLOVENSKA INOVACNA A ENERGETICKA AGENTURA (SIEA), (SIEA), Словакия

6.1 Общ преглед на модула

Този модул е специално разработен за мениджъри на SymbioTech, които търсят всеобхватни, практически познания в управлението на симбиотични енергийни системи в промишлени и производствени среди в съответствие с Директивата за енергийна ефективност на ЕС (EED) 2023/1791 и Националните енергийни и климатични планове (NECP 2021-2030). Той предоставя задълбочено проучване на основните рамки на СУОС, с особен акцент върху ISO 50001, която подкрепя международно признатите стандарти за енергийна ефективност и съответствие в симбиотичните индустриални мрежи.

Участниците ще придобият солидно разбиране за основните принципи и изисквания на тези енергийни рамки, което ще им позволи да проектират, внедряват и поддържат ефективни практики за енергийно управление. Програмата разглежда подробно всеки компонент на симбиотичните енергийни системи в рамките на СУОС, като формулиране на енергийна политика, адаптирана към индустриалната симбиоза, одит на съответствието с енергийните регулации, управление на енергийните рискове и механизми за непрекъснато усъвършенстване. Специално внимание се обръща на това тези системи да бъдат не само съобразени, но и стратегически съгласувани с принципите на кръговата икономика и индустриалната симбиоза, като се насърчава ефективното използване на ресурсите, минимизирането на отпадъците и симбиотичното сътрудничество между отраслите. Освен това мениджърите на SymbioTech ще се научат да разбират и прилагат на практика йерархията на управлението на отпадъците, като се фокусират върху предотвратяването, повторното използване и рециклирането на индустриални странични продукти, особено отпадъци, свързани с енергията. Мениджърите ще извършват енергиен баланс и ще картографират входящите и изходящите суровини чрез анализ на потока на материали (АПМ), за да идентифицират енергийните отпадъци, които могат да служат като ресурс за други процеси в рамките на индустриалната симбиоза. По отношение на кръговия дизайн на продуктите, мениджърите на SymbioTech ще разберат как препроектирането на процесите, основано

124

на енергийни инструменти, намалява производството на нересциклируеми материали в началото на производствения цикъл.

Мениджърите ще се запознаят с усъвършенствани практически инструменти и методологии за оценка на енергийното въздействие – като Pinch Analysis, термовизионно изображение и прости енергийни измервания – като се научат да интерпретират тези данни систематично за стратегическо вземане на решения за подобряване на енергийната ефективност. Мениджърите на SymbioTech ще усвоят основите на Pinch Analysis, за да проектират мрежи за термична интеграция между симбиотични компании – свързвайки излишната отпадъчна топлина на една фирма с нуждите на процесите на друга чрез споделени каскади от топлообменници – което ще позволи стратегическо лидерство в индустриалната симбиоза. Обучението включва установяване на енергийни цели, определяне на показатели за ефективност и разработване на инструменти за отчитане. Модулът обхваща и техники за провеждане на вътрешни и външни одити на енергийното управление, като гарантира, че организациите отговарят на всички изисквания на ISO 50001.

Семинарите, като интерактивни сесии, ще задълбочат концептуалното разбиране, докато симулациите предлагат практически сценарии за прилагане на енергиен одит и умения за внедряване – като използване на термовизионни данни за вземане на решения в екип. Това предоставя подкрепа на мениджърите на SymbioTech да се ориентират в сложността на интегрирането на симбиотични енергийни системи в съществуващите организационни процеси и води до осезаеми подобрения в екологичните показатели.

През целия модул се поставя акцент върху насърчаването на лидерските умения в симбиотичното енергийно управление, като се дава възможност на мениджърите на SymbioTech да насърчават непрекъсната енергийна отговорност в рамките на своите организации. До края на курса участниците ще бъдат подготвени да ръководят проекти за енергийна ефективност, които не само отговарят на международните стандарти, включително ISO 50001, но и допринасят значително за устойчиви индустриални практики и съвместно енергийно управление и СУОС в индустриалните мрежи.

125

6.2 Резултати от обучението (PO)

Очакваните резултати от обучението са структурирани в съответствие с трите домейна на Европейската квалификационна рамка (ЕКР):

■ **Знания.** *Обучаемите ще могат да:*

1. разберат основните принципи на енергийната ефективност и енергийните загуби, включително концепции като оползотворяване на отпадната топлина, оптимизация на системите, йерархия на управлението на отпадъците, анализ на потока на материали (АПМ) за картографиране на ресурсите в рамките на дадена компания и кръгово проектиране на продукти, за да се позволи обмен на продукти между индустриални партньори (PO1),
2. се запознаят с основите на анализа на пинч (горещи/студени потоци, пинч точка) като метод за подобряване на интеграцията на топлинната енергия – прилагайки го

вътрешно за ефективност на процесите и външно между компаниите, като свързват излишната отпадъчна топлина на една фирма като вход за отоплителните нужди на друга (PO2),

3. да разпознават ключовите компоненти на стандартите ISO 50001, които ръководят системите за енергийно управление в промишлени условия (PO3).

■ **Умения.** Обучаемите ще могат да:

4. извършват прости измервания, свързани с енергията (температура, показания на мощността) на промишлени машини, използвайки основни инструменти (PO4),
5. да използват устройства като термовизионни камери за идентифициране на зони с топлинни загуби и събиране на подкрепящи данни. Използването на термовизионна камера предоставя практически опит, необходим на мениджърите на SymbioTech за идентифициране на възможности за междуотраслово споделяне (PO5),
6. да прилагат контролни списъци и въвеждащи инструменти за Pinch Analysis, за да оценят моделите на енергопотребление, да открият неефективности и да предложат подходящи технически корекции (например изолация, системи за възстановяване, подобрения в процесите) (PO6),
7. документират ясно констатациите и структурират препоръките в план за коригиращи действия (PO7).

126

■ **Компетенции (автономност и отговорност).** Обучаемите ще могат да:

8. работят безопасно и внимателно в промишлени среди, спазвайки установените оперативни протоколи, особено при работа с горещи повърхности, електрически системи или движещо се оборудване (PO8),
9. да поемат инициатива при идентифицирането на точките на загуба на енергия и изготвянето на препоръки, като същевременно признават важността на сътрудничеството с инженерните екипи за обосноваване на внедряването (PO9),
10. поддържат ясни и систематични записи на наблюденията на енергията, като осигуряват проследимост и надеждност за целите на последващо проследяване или одит (PO10).

6.3 Примерна програма за обучение / График за провеждане

Седмица	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
1	Обучение на място (лице в лице)	Лекция / семинар / електронно обучение	Основи на енергийната ефективност, реални примери за енергоспестяване.	PO1, PO2	Branca et al. (2022), Kemp et al. (2020), Energy Efficiency Directive 2023/1791	Използване на термовизионни камери и сензори; учащите се упражняват в идентифициране на топлинни загуби от избрано оборудване; упражнения за анализ на загубите.
2	Е-обучение с ментор и задачи на работното място	Семинар / електронно обучение	Управление на енергията, енергиен баланс, йерархия на управлението на отпадъците, МФА, кръгово проектиране на продукти, техники за намаляване на отпадъците, изчисляване на енергопотреблението (казуси)	PO1, PO3, PO4, PO5, PO6, PO7	European Green Deal, Fit for 55, Energy Efficiency Directive 2023/1791, ISO 50001 (Energy Management Systems)	Симулирани казуси, тестове за самооценка, провеждане на 127 мини енергиен одит.
3, 4	Клиника за окончателна оценка	Лекция / семинар / електронно обучение	Карта на енергийните загуби, план за коригиращи действия за подобрения.	PO1, PO8, PO9, PO10	Cervo et al. (2020), Fraccascia et al. (2020)	Самостоятелно учене, сесии с въпроси и отговори, защита на анализа.

6.4 Ключови инструменти и ресурси

- **Термовизионна камера и сензори** – Използват се по време на обучението на място и други проектни дейности за откриване и документиране на топлинни загуби в оборудването или процесите.
- **Контролни списъци за енергийна ефективност** – Въз основа на **ISO 50001**, тези инструменти помагат на учащите да инспектират систематично процесите и да идентифицират често срещаните причини за енергийна неефективност (например, неработещи машини, липса на изолация).

6.5 Методи на преподаване и учене

- *Подход към ученето*

За този модул ще бъде приет хибриден подход към ученето. С други думи, ще се използва както синхронно, така и асинхронно учене. По-конкретно, чрез синхронното учене учителите и мениджърите ще се събират виртуално по едно и също време и на едно и също място (в дигитална класна стая) и ще взаимодействат в реално време. От друга страна, въз основа на асинхронното обучение мениджърите ще имат достъп до материали, които ще бъдат на разположение на цифрова платформа (качени от учителите). Тези материали (например предварително записани лекции, презентации, Word/PDF файлове, фигури, видеоклипове и др.) ще описват теоретични въпроси и практически казуси. По този начин мениджърите могат да взаимодействат с всеки материал в свое собствено темпо за по-дълъг период от време.

- *Основни методи на преподаване*

През целия модул ще бъдат използвани няколко ключови методи на преподаване, като интерактивни лекции с ръководена дискусия, казуси, семинари, уебинари с експерти, работни групи, практически лабораторни упражнения. Въпросите, свързани с индустриалната симбиоза (ИС), кръговата икономика (КИ) и устойчивостта, ще бъдат отразени в гореспоменатите методи на преподаване. Ключовите ресурси за модулите включват термовизионна камера и сензори, които ще се използват по време на обучението на място през първата седмица за откриване и документиране на топлинни загуби в оборудването или процесите, както и списък за проверка на енергийната ефективност.

- *Подходи и методи, подкрепящи активно учене и практическо приложение на знанията.*

Синхронният подход на обучение е подходящ за създаване на незабавно ангажиране на учителите и мениджърите с по-бърз обмен на информация, като по този начин спомага за изграждането на чувство за общност и изясняване на погрешни представи. Освен това асинхронният подход на обучение е по-гъвкав. Той дава повече време на мениджърите да проучват и да се ангажират с материала.

Освен това, основните методи на преподаване (като лекции) ще предоставят теоретични знания за ИС за цялостно разбиране на принципите, елементите и

практиките на ИС. Тези знания, заедно с многото практически примери, предоставени чрез практико-ориентираните методи на преподаване (като казуси за ИС), поставят основите за мениджър на SymbioTech.

Експертни уебинари и семинари ще допринесат допълнително за подобряване на теоретичните и практическите знания за ИС. Работата в екип, която се насърчава чрез методи на преподаване като семинари, групова работа и проекти, дава възможност на мениджъра SymbioTech да сътрудничи успешно със заинтересованите страни и да развива ефективни мрежи за ИС.

6.6 Методи за оценяване и доказателства

Оценяването и оценката за модула „Мениджъри по симбиотехнологии” са предназначени да измерят както теоретичното разбиране, така и практическото приложение на концепциите за енергийна симбиоза в индустриалните мрежи. Мениджърите ще бъдат оценявани чрез комбинация от индивидуални задачи, като технически доклади, анализиращи подобренията в енергийната ефективност, използвайки данни от реалния свят, и групови проекти, които изискват разработване и представяне на персонализирани решения за енергийно управление. Участието в дискусии по казуси, семинари и сесии за решаване на проблеми ще допринесе за непрекъснатото оценяване чрез структурирано наблюдение на екипа, оценяване на критичното мислене и меките умения, като лидерство, комуникация за сътрудничество и адаптивност в групова среда. Освен това, рефлексивните есета по гостуващи лекции и посещения на място или виртуални обиколки ще насърчат студентите да свържат индустриалните познания с академичните знания. Този комбиниран подход за оценяване гарантира, че учащите придобиват измерими компетенции в управлението на иновативни, устойчиви енергийни системи в реални индустриални контексти.

129

Участниците имат възможност да присъстват на гостуващи лекции и индустриални дискусии (сесии, водени от експерти от енергийния сектор, които акцентират върху най-новите технологични политики и пазарни тенденции) и посещения на място или виртуални обиколки. Посещенията на място са напълно по избор в рамките на курса и включват посещение на индустриални обекти, практикуващи енергийна симбиоза, за да се наблюдават от първа ръка технологичните приложения и управленските практики.

Компоненти на оценяването:

Резултати от енергиен одит:

- Карта на енергийните загуби (например диаграма, таблица или термична снимка с анотации), показваща зоните на енергийни загуби.
- План за коригиращи действия, очертаващ предложени подобрения с обосновка (например топлоизолация, топлообменник, спиране на процеси).

Устна защита (въпроси и отговори):

- Учениците обясняват своите констатации относно енергията, описват използваните инструменти и отговарят на въпроси относно стратегиите за енергийна ефективност и методите за одит.

Представяне на доказателства:

- Попълване на мини пакет за одит, включващ дневници за наблюдения, диаграми и листи за действие.
- Оценка по 20-точкова скала с обратна връзка относно техническата точност, осведомеността по отношение на безопасността и качеството на препоръките.

6.7 Библиография и инструменти

6.7.1 Задължителни източници

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.

6.7.2 Препоръчителни източници

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. Кратък шаблон за учебна програма – професионално образование и обучение (ЕКР5)

Наименование на модула: Системи за управление на околната среда (СУОС)

ЕКР ниво: 5

ECVET кредити: 2-3 ECVET

Обща учебна натовареност (часове): 50-75 часа

- Контактни часове (лекции, лабораторни упражнения, семинари, работни групи и др.): 30-45 часа
- Насочено самостоятелно обучение: 10-15 часа
- Проектна работа: 10-15 часа

Извършваща институция: VSB - TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA (VSB - TUO), Чехия.

7.1 Общ преглед на модула

Този модул запознава студентите със структурата, внедряването и оценката на системи за управление на околната среда (СУОС), с конкретен акцент върху рамките на ISO 14001 и EMAS. Чрез практически дейности, анализ на случаи и симулирани одити студентите ще научат как да провеждат екологични прегледи, да определят цели и показатели, да внедряват оперативни контроли и да осигуряват спазването на нормативните изисквания.

Въз основа на знанията, придобити в модули 1-6 от програмата SymbioTech, този модул има за цел да развие приложни умения за СУОС в условия на индустриална симбиоза. Той подготвя студентите да насочват МСП или клъстери към подобряване на екологичните показатели, съобразяване с нормативните изисквания и дългосрочни стратегии за устойчивост.

Модулът е предназначен за студенти по професионално образование и обучение, бизнес мениджъри, консултанти и фасилитатори, ангажирани с иновации в областта на ефективното използване на ресурсите. Общо разбиране за устойчивостта е полезно, но не е задължително.

131

7.2 Резултати от обучението (PO)

Очакваните резултати от обучението са структурирани в съответствие с трите домейна на Европейската квалификационна рамка (ЕКР):

▪ **Знания.** Обучаемите ще могат да:

1. Разберат стратегическата роля на СУОС: обяснят как управлението на околната среда балансира икономическите, социалните и екологичните нужди в рамките на дадена организация (PO1),
2. Разграничават рамките на СУОС: Разграничават ключовите стандарти, по-специално ISO 14001 и EMAS, и стъпките за тяхното прилагане (PO2),
3. Свързват СУОС с по-широки цели: Разпознават връзките между СУОС, индустриалната симбиоза, кръговата икономика и политиките на ЕС за климатична неутралност (PO3).

▪ **Умения.** Обучаемите ще могат да:

4. Провеждат екологични прегледи: Извършват първоначален екологичен анализ, за да идентифицират значимите аспекти и въздействия на дадена организация (PO4),
5. Разработват компоненти на СУОС: изготвят проекти на екологични политики, определят измерими цели и дефинират ключови показатели за ефективност (KPIs) (PO5),
6. Създават екологични доклади: Подготвят прозрачни екологични отчети в съответствие със стандартите за отчитане (напр. основи на CSRD) (PO6).

132

▪ **Компетенции (автономност и отговорност).** Обучаемите ще могат да:

7. Координират внедряването на СУОС: да ръководят планирането и изпълнението на проекти за СУОС в МСП или индустриални кълстери (PO7),
8. Управляват съответствието и одитите: да осигуряват съответствие с екологичните регламенти и да подготвят организацията за вътрешни или външни одити (PO8),
9. Да улесняват ангажираността на заинтересованите страни: Да комуникират ефективно екологичните резултати на регулаторните органи, партньорите и обществеността (PO9).

7.3 Примерна програма за обучение / График за провеждане

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
1	Въведение в системите за управление на околната среда (СУОС) и към екологичната сертификация	Лекция + семинар / електронно обучение	СУОС като инструмент за балансиране на екологичните и икономическите нужди. Предимства на сертифицирането (пазарни, регулаторни, оперативни).	PO1, PO3	Tinsley (2015), Watson M., Emery A. (2004), Dentch M.P. (2016), McKeiver C., Gadenne D. (2005), Hui et al. (2001); Ferenhof et al. (2014), Daddi T., Iraldo F., Testa F. (2015), Sheldon and Yoxon (2012).	Интерактивна лекция с ръководена дискусия. Семинар, използващ схема за учене, базирано на изследвания (RBL)
2	EMAS: Схема за екологичен одит - Фаза на планиране	Лекция + семинар / електронно обучение	Въведение в структурата на EMAS и „Стъпки към EMAS“. Ангажимент на ръководството и провеждане на първоначален екологичен преглед.	PO2, PO4	EMAS User Guide (2023) EMAS Regulation (2009) Sheldon C., Yoxon M. (2012)	Интерактивна лекция. Семинарно въведение в планирането.
3	EMAS: Определяне на политиката и програмата за околната среда (1) - Създаване и прилагане на EMAS	семинар / електронно обучение	Определяне на екологични цели, задачи и мерки. Ресурси, отговорности, преглед на съответствието с нормативните изисквания и подготовка за одит.	PO4, PO5, PO7, PO8	EMAS User Guide (2023) EMAS Regulation (2009)	Групов проект, част 1: Определяне на цели и мерки. Проверка на съответствието.

133

A/A	Наименование на модула/раздела	Тип сесия	Тема / Дейност	Очаквани резултати от обучението	Задължителни източници / материали	Препоръчителни методи
4	Екологична декларация с EMAS	семинар / електронно обучение	Изисквания за екологичната декларация и основните KPI. Съответствие с регулациите за отчитане на устойчивостта (ESRS, CSRD).	PO3, PO6, PO9	EMAS User Guide (2023) EMAS Regulation (2009) Campos et al. (2015) ESRS: E1 (climate change), E2 (pollution), E3 (water and marine resources), E4 (biodiversity and ecosystems), E5 (resource use and circular economy)	Групов проект, част 2: Изготвяне и доуточняване на доклада.
5	Съответствие на EMAS с ISO 14001:2015 Оценка на проекта	Семинар / електронно обучение Оценка	Сравнение между EMAS и ISO 14001; идентифициране на синергии. Представяне на портфолиото на СУОС.	PO1 – PO9	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)	Брейнсторминг: Картографиране на съответствието. Представяне на групови проекти (политика, преглед, доклад).

7.4 Методи на преподаване и учене

■ *Подход към ученето*

За този модул може да се използва хибриден подход към ученето. С други думи, може да се използва както синхронно, така и асинхронно учене. По-конкретно, чрез синхронното учене преподавателите и студентите ще се събират виртуално по едно и също време и на едно и също място (в дигитална класна стая) и ще взаимодействат в реално време. От друга страна, въз основа на асинхронното обучение, студентите могат да имат достъп до материали, които ще бъдат на разположение на цифрова платформа (качени от преподавателите). Тези материали (например предварително записани лекции, презентации, Word/PDF файлове, фигури, видеоклипове и др.) ще описват теоретични въпроси и практически казуси. По този начин студентите могат да взаимодействат с всеки материал в свое собствено темпо за по-дълъг период от време.

■ *Основни методи на преподаване*

През целия модул ще се използват няколко ключови методи на преподаване. За теоретични и концептуални познания този курс предлага интерактивни лекции с ръководени дискусии и семинари, използващи елементи на мозъчна атака или учене, базирано на изследвания. За практичните аспекти (като аспектите на внедряването на EMAS) този модул предлага работни групи, които дават възможност на участниците да си сътрудничат при разработването на проекти.

■ *Подходи и методи, подкрепящи активното учене и практическото приложение на знанията.*

Синхронният подход на обучение е подходящ за създаване на незабавно ангажиране на преподаватели и студенти и по-бърз обмен на информация, като по този начин спомага за изграждането на чувство за общност и изясняване на погрешни представи. Освен това асинхронният подход на обучение е по-гъвкав. Той дава повече време на студентите да проучват и да се ангажират с материала и позволява достъп до по-широк кръг от студенти.

Освен това, основните методи на преподаване (като лекции) ще предоставят теоретичните знания за ИС за цялостно разбиране на принципите, елементите и практиките на ИС. Тези знания, заедно с многото практически примери, предоставени чрез практико-ориентираните методи на преподаване (като казуси за ИС, практически лабораторни упражнения), поставят основите за студентите от висшите учебни заведения и бизнес мениджърите да станат мениджъри на ИС. Експертни уебинари и семинари ще допринесат допълнително за подобряване на теоретичните и практическите знания за ИС. Работата в екип, която се насърчава чрез методи на преподаване като семинари, груповата работа и проекти, дава възможност на мениджъра на ИС да сътрудничи успешно със заинтересованите страни и да развива ефективни мрежи за ИС.

7.5 Методи за оценяване и доказателства

Модулът използва смесена стратегия за оценяване, която комбинира активното участие и ангажираност на студентите, резултатите от груповите проекти и писмен изпит. Тези методи ще се използват за оценяване на общите знания на участниците по системи за управление на околната среда, както и на уменията и компетенциите им в практическото прилагане на СУОС, въз основа на примера на EMAS.

Компоненти на оценяването:

- *Участие и ангажираност (тежест 20%):* Активно участие в дискусии, семинари и дейности по време на работни срещи.
- *Практическо портфолио по СУОС (групов проект) (тежест 80%):* Студентите ще работят в групи, за да разработят цялостна симулация на СУОС за избрана организация. Оценката се разпределя между четири кумулативни резултата, за да се гарантира непрекъснато усилие:
 - *Екологична политика и цели (20%):* Изготвяне на стратегическа насока и измерими цели.
 - *Съответствие и преглед (20%):* Провеждане на първоначален преглед и проверка за съответствие с нормативните изисквания.
 - *Окончателна екологична декларация/доклад (30%):* Синтезиране на данните в окончателен публичен доклад (включително KPI).
 - *Отчет и размисъл (10%):* Преглед на представянето и дискусия за размисъл

136

7.6 Библиография и инструменти

7.6.1 Задължителни източници

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

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

European Commission. (2023). EMAS User's Guide. Commission Decision (EU) 2023/2463. [Online]. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2023/2463/oj/eng>

European Parliament and Council. (2009). Regulation (EC) No 1221/2009 (EMAS Regulation). [Online]. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2009/1221/oj/eng>

European Commission. (2023). European Sustainability Reporting Standards (ESRS). Delegated Regulation (EU) 2023/2772.

ISO. (2015). ISO 14001:2015 Environmental management systems – Requirements with guidance for use.

Sheldon, C., & Yoxon, M. (2012). Environmental Management Systems: A step-by-step guide to implementation and maintenance (3rd ed.). New York: Earthscan / Routledge.

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

7.6.2 Препоръчителни източници

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., Ferrauda 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>