

Výstup D3.1

Vzdelávacie moduly pre študentov HEI a VET

7 Sylabov pre HEI vzdelávacie moduly
7 Sylabov pre VET vzdelávacie moduly

1

Detaily výstupu

Číslo výstupu	D3.1
Typ výstupu	R-DEC
Úroveň diseminácie	PU - Verejná
Číslo pracovného balíka	3
Názov pracovného balíka	Vývoj zdrojov pre SymbioTech manažéra
Číslo úlohy	T3.1 a T3.2
Názov úlohy	Vývoj 7 vzdelávacích modulov na úrovni HEI, EQF 6 Vývoj 7 vzdelávacích modulov na úrovni VET, EQF 5
Autor(i)	UPAT, všetci partneri
Stav (F: finálny; D: návrh; RD: revidovaný návrh) F	F
Názov súboru	D3.1. Vzdelávacie moduly pre študentov vysokých škôl (HEI) a odborného vzdelávania a prípravy (VET)
Požadovaný termín dodania	M15 (Január 2026)
Dátum odovzdania	31/01/2026

Financované Európskou úniou. Vyjadrené názory a postoje sú názormi a vyhláseniami autora (-ov) a nemusia nevyhnutne odrážať názory a stanoviská Európskej únie alebo Európskej výkonnej agentúry pre vzdelávanie a kultúru (EACEA). Európska únia ani EACEA za ne nepreberajú žiadnu zodpovednosť.

Obsah

Obsah	Strana
Úvod	4
ČASŤ A: 7 Sylabov modulov pre HE	5
1. Návrh Sylabu – HEI (EQF6). Názov modulu: Model priemyselnej symbiôzy (IS)	6
2. Návrh Sylabu – HEI (EQF6). Názov modulu: Zásady hodnotenia životného cyklu na hodnotenie environmentálnych prínosov a nevýhod zdieľania zdrojov	16
3. Návrh Sylabu – HEI (EQF6). Názov modulu: Medzi-organizačné vzťahy	25
4. Návrh Sylabu – HEI (EQF6). Názov modulu: AI a strojové učenie na predpovedanie tokov materiálov a optimalizáciu dodávateľského reťazca	36
5. Návrh Sylabu – HEI (EQF6). Názov modulu: Blockchain technológie na vytvorenie transparentných a bezpečných systémov sledovania a certifikácie tokov materiálov a energie	47
6. Návrh Sylabu – HEI (EQF6). Názov modulu: Symbiotické technológie a modely manažmentu energetickej účinnosti	55
7. Návrh Sylabu – HEI (EQF6). Názov modulu: Systémy environmentálneho manažérstva (EMS)	65
ČASŤ B: 7 Sylabov modulov pre VET	71
1. Návrh Sylabu – VET (EQF5). Názov modulu: Model priemyselnej symbiôzy (IS)	72
2. Návrh Sylabu – VET (EQF5). Názov modulu: Zásady hodnotenia životného cyklu na posúdenie environmentálnych prínosov a nevýhod zdieľania zdrojov	80
3. Návrh Sylabu – VET (EQF5). Názov modulu: Medzi-organizačné vzťahy	88
4. Návrh Sylabu – VET (EQF5). Názov modulu: AI a strojové učenie na predpovedanie tokov materiálov a optimalizáciu dodávateľského reťazca	96
5. Návrh Sylabu – VET (EQF5). Názov modulu: Blockchain technológie na vytvorenie transparentných a bezpečných systémov sledovania a certifikácie tokov materiálov a energie	103
6. Návrh Sylabu – VET (EQF5). Názov modulu: Symbiotické technológie a modely manažmentu energetickej účinnosti	111
7. Návrh Sylabu – VET (EQF5). Názov modulu: Systémy environmentálneho manažérstva (EMS)	119

Úvod

Tento výstup je zakomponovaný do celkovej vzdelávacej stratégie projektu SymbioTech a predstavuje ďalší krok po identifikácii potrieb a definovaní rámca implementácie školení. Nadväzuje priamo na zistenia a odporúčania Správy o mapovaní vzdelávacích **potrieb malých a stredných podnikov (MSP)** v projekte SymbioTech, **štruktúru vzdelávacieho postupu (D2.2)** a **Plánu požiadaviek na implementáciu školení SymbioTech (D2.3)**, ktoré definovali rámec kompetencií, výsledky učenia a podmienky implementácie potrebné na prípravu manažérov SymbioTech v oblasti digitálnej priemyselnej symbiózy (DIS).

Na tomto pozadí sa súčasný výstup zameriava na štruktúrovaný vývoj obsahu školiacich modulov SymbioTech. Jeho hlavným cieľom je preložiť strategické smery, vzdelávacie ciele a požiadavky na kompetencie identifikované v predchádzajúcich výstupoch do konkrétnych, koherentných a pedagogicky vhodných vzdelávacich modulov. Vývoj modulov sa riadi vzdelávacím prístupom orientovaným na budúcich manažérov, kladúc dôraz na aktívne zapojenie študujúcich, integráciu teórie s reálnymi aplikáciami a rozvoj prenosných, pracovne relevantných zručností.

Moduly sú navrhnuté tak, aby podporovali flexibilné a modulárne vzdelávacie postupy pre vysoké školy (HEI) aj odborné vzdelávanie a prípravu (VET). Každý modul kombinuje teoretické základy s aplikovanými vzdelávacími aktivitami, vrátane prípadových štúdií, digitálnych nástrojov, simulácií a interaktívnych cvičení, čím podporuje kritické myslenie, schopnosti riešiť problémy a medzisektorovú spoluprácu. Tieto prvky priamo reagujú na medzery v kompetenciách a priority školení identifikované prostredníctvom analýzy potrieb školení SymbioTech.

4

V súlade s princípmi uvedenými v D2.3 je proces vývoja modulu zosúladený s mechanizmami zabezpečenia kvality, prístupmi mikro-certifikátov a princípmi celoživotného vzdelávania. Školiaci obsah je navrhnutý tak, aby bol vhodný pre digitálne, kombinované a hybridné formáty výučby, čo umožňuje prístupnosť, škálovateľnosť a prispôsobivosť v rôznych národných a inštitucionálnych kontextoch. Osobitná pozornosť sa venuje zabezpečeniu súdržnosti medzi vzdelávacími cieľmi, výsledkami učenia, učebnými aktivitami a metódami hodnotenia vo všetkých moduloch.

Celkovo tento výstup slúži ako prepojovací nástroj medzi strategickým návrhom školiaceho programu SymbioTech a jeho praktickou implementáciou. Poskytuje konzistentný a použiteľný rámec pre vývoj modulov, pričom zabezpečuje, že školiaci obsah efektívne podporuje prípravu súčasných a budúcich manažérov SymbioTech schopných navrhovať, facilitovať a riadiť iniciatívy digitálnej priemyselnej symbiózy v komplexných priemyselných a cirkulárnych ekosystémoch.

Časť A

7 Sylabov pre vzdelávacie moduly vysokoškolského vzdelávania (HEI)

1. Návrh Sylabu – HEI (EQF6)

Názov modulu: Model priemyselnej symbiôzy (IS)

EQF úroveň: 6

ECTS kredity: 4 ECTS

Celková pracovná záťaž (hodiny): 100 hodín

1. Výučba (prednášky, laboratória, semináre, workshopy atď.): 40 hodín
2. Samoštúdium: 30 hodín
3. Projektová práca: 30 hodín

Vyučujúca inštitúcia: UNIVERZITA PATRAS (UPAT), Grécko

1.1 Prehľad modulu

6

Tento modul predstavuje základné koncepty a princípy priemyselnej symbiôzy (IS), kľúčovej súčasti Európskej zelenej dohody a akčného plánu EÚ pre cirkulárnu ekonomiku. Poskytuje budúcim manažérom štruktúrované pochopenie základov IS, vrátane definícií, rozsahu, historického vývoja a prepojení s cirkulárnou ekonomikou a eko-priemyselnými parkami. Modul tiež skúma rámce politík EÚ ovplyvňujúce prijatie IS, súčasné obchodné modely a typológie, nástroje a algoritmy digitálneho párovania, mapovanie materiálových a energetických tokov, stratégie zapojenia zainteresovaných strán a návrh a hodnotenie symbiotických sietí. Manažéri tiež skúmajú ukazovatele výkonnosti IS, prínosy, prekážky, riziká a faktory ovplyvňujúce úspešnú implementáciu.

Modul je určený pre študentov na vysokých školách, pedagógov, obchodných manažérov, konzultantov, facilitátorov, výskumné organizácie, inštitúcie na podporu podnikania a orgány tvoriace politiky, ktoré sa zaoberajú udržateľnosťou a úspornými inováciami.

Služi ako základná súčasť vzdelávacieho postupu SymbioTech, ktorý pripravuje účastníkov na pokročilé moduly o digitálnej priemyselnej symbiôze a systémoch environmentálneho manažmentu.

Všeobecné pochopenie udržateľnosti alebo priemyselných operácií je užitočné, ale nie je povinné. Základné analytické zručnosti a záujem o spoločné riešenie problémov podporujú efektívne zapojenie sa do teoretických a praktických častí modulu.

1.2 Výsledky vzdelávania (LO)

Plánované výsledky vzdelávania sú rozdelené do troch oblastí EQF:

1. *Vedomosti. Manažéri budú:*

1. schopní komplexne pochopiť princípy/prvky IS, prekážky, výhody, úlohu IS v rámci rámcov cirkulárnej ekonomiky a politické kontexty, ako sú EU Fit for 55 a taxonomické nariadenia (LO1),
2. schopní byť oboznámený s historickým vývojom a evolúciou od tradičných praktík IS k digitálnym prístupom k IS (LO2),
3. schopní byť si vedomí aktuálnych obchodných modelov, prostredníctvom ktorých je možné IS implementovať (LO3).

4. *Zručnosti. Manažéri budú:*

1. kriticky analyzovať priemyselné klastre s cieľom identifikovať symbiotické príležitosti pomocou nástrojov ako QGIS a Sankeyho diagramy (LO4),
2. aplikovať typológie obchodných modelov a analýzu zainteresovaných strán na navrhovanie životaschopných partnerstiev v oblasti informačných technológií (LO5),
3. schopní zhromažďovať údaje, mapovať materiálne a energetické toky a používať tieto údaje na rozhodovanie (LO6),
4. schopní efektívne prezentovať a komunikovať príležitosti IS v písomnej aj ústnej forme (LO7).

5. *Kompetencie (autonómia a zodpovednosť). Manažéri budú schopní:*

1. navrhovať a hodnotiť projekty IS s ohľadom na technické, ekonomické a environmentálne aspekty (LO8),
2. spolupracovať v multidisciplinárnych tímoch, zapájať zainteresované strany a riadiť pracovné postupy projektov (LO9),
3. integrovať politiky EÚ a medzinárodné normy do návrhov projektov, založené na etickom a udržateľne orientovanom zmýšľaní (LO10),
4. neustále zlepšovať vedomosti o IS a praktické zručnosti prostredníctvom samostatného učenia a reflexívnej praxe (LO11).

1.3 Indikatívny rozvrh učenia / harmonogram výučby

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
1	Úvod do IS, historického vývoja a celosvetovej použiteľnosti.	Prednáška / workshop / e-learning	Definície, rozsah, prvky, motívy a prepojenia IS s cirkulárnou ekonomikou a ekologicko-priemyselnými parkami. Od prípadu IS v Kalundborgu v 60. rokoch až po digitálny IS v 20. rokoch 21. storočia.	LO1, LO2	Vimal a kol. (2020), Neves et al. (2020), Ashton et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023), Khan et al. (2023).	Interaktívna prednáška s vedenou diskusiou o IS, CE a otázkach udržateľnosti. Prípadové štúdie úspešných a neúspešných príbehov IS.
2	Kontext politiky EÚ.	Seminár / e-learning	IS vhodná pre balík EÚ 55 a zosúladenie s taxonómiou EÚ. Regulačné rámce EÚ týkajúce sa IS.	LO1, LO10	Európska zelená dohoda, balík Fit for 55', taxonómia EÚ pre udržateľné aktivity.	Seminárny úvod do predpisov EÚ. Odborné webinäre.
3	Obchodné modely pre IS.	Prednáška / workshop / e-learning	Obchodné modely a typológie IS.	LO3, LO5, LO8	Ponis (2021), Demartini et al. (2022), Erol et al. (2023), Iyer et al. (2024).	Prípadové štúdie dostupných obchodných modelov.
4	Algoritmy a digitálne nástroje pre IS.	Seminár / e-learning	Symbiotické algoritmy párovania a digitálne nástroje.	LO2, LO4	Angelis-Dimakis et al. (2021), Silva et al. (2022), Iyer et al. (2024), QGIS, SankeyMATIC Software tutoriály.	Úvod do algoritmov a digitálnych nástrojov založený na seminári. Odborné webinäre. Praktické laboratória s využitím softvérových nástrojov.

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
5	Výmena zdrojov, materiálových a energetických tokov.	Prednáška/workshop / e-learning	Mapovanie materiálových a energetických tokov v zhlukoch.	LO6	Neves et al. (2020), Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023).	Prípadové štúdie výmeny zdrojov.
6	Zainteresované strany a siete IS.	Prednáška/workshop / e-learning	Analýzy zainteresovaných strán a stratégie zapojenia. Návrh symbiotických sietí a hodnotových reťazcov.	LO4, LO5, LO9	Neves et al. (2020), Aviso et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023), Khan et al. (2023).	Skupinová práca/brainstorming ohľadom kritérií výberu a zapojenia zainteresovaných strán. Prípadové štúdie zainteresovaných strán zapojených do sietí IS. Prípadové štúdie existujúcich sietí IS.
7	Hodnotenie výkonu IS a jeho prínosov.	Prednáška/workshop / e-learning	Určovanie a vykazovanie KPI IS. Prevádzkové, ekonomické, marketingové, environmentálne a sociálne prínosy IS.	LO1, LO8	Agudo et al. (2022), Agudo et al. (2023), Agudo et al. (2024), Vimal et al. (2020), Khan et al. (2023).	Skupinová práca/brainstorming na komentovanie KPI IS. Skupinová práca/brainstorming na komentovanie a porovnávanie prevádzkových, ekonomických, marketingových, environmentálnych a sociálnych aspektov/výhod.
8	Bariéry v oblasti IS, riadenie rizík a faktory ovplyvňujúce IS.	Prednáška / workshop / e-learning	Bariéry a riziká ovplyvňujúce implementáciu a stratégie zmierňovania IS. Faktory ovplyvňujúce	LO1, LO2, LO3, LO8	Ponis (2021), Taqi et al. (2022), Henriques et al. (2022), Angelis-Dimakis et al., (2023), Karman et al. (2024).	Skupinová práca/brainstorming s komentovaním bariér a riziká IS. Workshop riešenia problémov. Skupinová práca/brainstorming s komentovaním faktorov ovplyvňujúcich IS.

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
9	Praktický projekt IS.	Projekt a hodnotenie	Hodnotenie príležitostí IS pre miestny klaster.	LO4, LO7, LO8, LO9, LO10, LO11	Všetky vyššie uvedené texty/materiály.	Prezentácia skupinového projektu.
10	Skúšky v IS.	Hodnotenie	Záverečné skúšky a hodnotenia.	LO1, LO2, LO3, LO7	Všetky vyššie uvedené texty /materiály.	Písomné a ústne skúšky (otvorené otázky, otázky s výberom odpovede, kvízy a pod.).

1.4 Metódy vyučovania a učenia

1. Prístup k učeniu

Pre tento modul bude prijatý hybridný prístup k učeniu. Inými slovami, bude použité ako synchronné, tak asynchronné učenie. Konkrétne, prostredníctvom synchronného učenia sa školitelia a manažéri stretnú virtuálne v rovnakom čase a na rovnakom mieste (v digitálnej triede) a budú komunikovať v reálnom čase. Na druhej strane, na základe asynchronného učenia môžu manažéri pristupovať k materiálom, ktoré budú dostupné na digitálnej platforme (uloženej školiteľmi). Tieto materiály (napr. vopred nahraté prednášky, prezentácie, word/pdf súbory, obrázky, videá a pod.) budú popisovať teoretické otázky a praktické prípadové štúdie. Manažéri tak môžu s každým materiálom interagovať vlastným tempom počas dlhšieho obdobia.

1. Kľúčové vyučovacie metódy

Počas modulu sa použije viacero kľúčových vyučovacích metód, ako sú interaktívne prednášky s vedenou diskusiou, prípadové štúdie, semináre, odborné webináre, workshopy, praktické cvičenia v laboratóriu, skupinová práca a projektové, písomné a ústne skúšky. Otázky týkajúce sa priemyselnej symbiózy (IS), cirkulárnej ekonomiky (CE) a udržateľnosti sa budú odrážať vo vyššie uvedených vyučovacích metódach.

2. Prístupy a metódy podporujúce aktívne učenie a praktické využitie poznatkov

Synchronný prístup k učeniu je vhodný na okamžité zapojenie školiteľov a študujúcich a rýchlejšiu výmenu informácií, čím pomáha budovať pocit komunity a vysvetľuje mylné predstavy. Navyše, prístup k asynchronnému učeniu je flexibilnejší. Poskytuje študujúcim viac času na skúmanie a zapojenie sa do materiálov a umožňuje prístup k širšiemu spektru študujúcich.

Navyše, kľúčové vyučovacie metódy (ako prednášky) poskytnú teoretické poznatky o IS pre komplexné pochopenie princípov, prvkov a praktík IS. Tieto vedomosti spolu s mnohými praktickými príkladmi poskytované praktickými vyučovacími metódami (ako sú prípadové štúdie IS, praktické laboratória) vytvárajú základy pre to, aby študujúci a manažér podniku mohli byť manažermi IS. Odborné webináre a semináre ďalej prispievajú k rozšíreniu teoretických a praktických poznatkov o IS. Tímová práca, ktorá sa podporuje prostredníctvom vyučovacích metód ako workshopy, skupinová práca a projekty, umožňuje manažérovi IS úspešne spolupracovať so zainteresovanými stranami a rozvíjať efektívne siete IS.

1.5 Metódy hodnotenia a dôkazy

Modul využíva zmiešanú hodnotiacu stratégiu, ktorá kombinuje aktívnu účasť a zapojenie budúcich manažérov, prezentáciu skupinových projektov a písomné a ústne skúšky (otvorené otázky, otázky s výberom odpovede, kvízy atď.) na hodnotenie úrovne teoretických znalostí konceptu IS aj ich praktickej schopnosti vyvíjať udržateľné a konkurencieschopné rámce IS pozostávajúce z vhodných zainteresovaných strán, ktoré si vymieňajú viaceré zdroje. Nie sú zahrnuté len sumatívne (záverečné hodnotené odovzdania) hodnotenia na podporu pokroku v učení, ale aj formálne (priebežná účasť a spätná väzba počas všetkých kľúčových vyučovacích metód).

Hodnotiace zložky a dôkazy o dosiahnutí výsledkov učenia:

1. *Účast' a angažovanosť (váha 10 %)*. Aktívna účasť na všetkých vyučovacích metódach, ako sú prednášky, prípadové štúdie, semináre, webináre, workshopy, praktické laboratória, skupinová práca a rozvoj projektov.
2. *Prezentácia skupinového projektu (váha 30%)*. 3 000 - slovná analytická správa hodnotiaca reálnu alebo simulovanú lokálnu príležitosť v oblasti IS, vrátane analýzy klastrov, mapovania toku a odporúčaní obchodných modelov.
3. *Záverečné písomné a ústne skúšky (otvorené otázky, otázky s výberom odpovede, kvízy a pod.) (váha 60%)*. Skúšky testujú teoretické vedomosti, znalosť politik a kompetencie v praktických nástrojoch.

1.6 Bibliografia a nástroje**1.6.1 Povinné**

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

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

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

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

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

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

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

Cagno, E., Negri, M., Neri, A., & Giambone, M. (2023). One framework to rule them all: An integrated, multi-level and scalable performance measurement framework of

sustainability, circular economy and industrial symbiosis. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 55–71. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.10.016>

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Okrem toho sú účastníci povinní študovať všetky vzdelávacie materiály (prednášky, prezentácie, poznámky, pracovné listy a doplnkové dokumenty), ktoré vyučujúci nahraje na platformu kurzu, pretože tvoria neoddeliteľnú súčasť základných vzdelávacích zdrojov modulu.

1.6.2 Odporúčané

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. Návrh Syllabu – HEI (EQF6)

Názov modulu: Zásady hodnotenia životného cyklu na hodnotenie environmentálnych prínosov a nevýhod zdieľania zdrojov

EQF úroveň: 6

ECTS kredity: 4 ECTS

Celková pracovná záťaž (hodiny): 100 hodín

- Výučba (prednášky, laboratóriá, semináre, workshopy a pod.): 30 hodín
- Samoštúdium: 30 hodín
- Projektová práca: 40 hodín

Inštitúcia poskytovania: DERMOL SVETOVANIE D.O.O. (Dermol d.o.o.) Slovinsko.

2.1 Prehľad modulu

Tento modul oboznamuje študujúcich s princípmi a integrovaním aplikácie hodnotenia životného cyklu (LCA), s výpočtom nákladov životného cyklu (LCC) a hodnotením sociálneho životného cyklu (S-LCA) s využitím softvéru FootprintCalc ako centrálneho nástroja pre analýzu udržateľnosti. Jeho cieľom je vybaviť študujúcich schopnosťou modelovať, interpretovať a komunikovať environmentálne, ekonomické a sociálne dopady produktov a systémov počas ich životného cyklu v súlade s normami ISO 14040/14044.

Kľúčové témy zahŕňajú zásady životného cyklu, koncepty cirkulárnej ekonomiky (CE) a priemyselnej symbiózy (IS), zber dát a tvorbu inventúry, integráciu LCC a S-LCA indikátorov a interpretáciu výsledkov prostredníctvom viac-kritériovej rozhodovacej analýzy a dashboards udržateľnosti.

Modul je zameraný na študentov študujúcich formou vysokoškolského vzdelávania (EQF 6), ktorí sa pripravujú na kariéru v oblasti manažmentu udržateľnosti, cirkulárneho dizajnu podnikania a koordinácie priemyselnej symbiózy, vrátane budúcich manažérov SymbioTech. Prepája sa s príbuznými modulmi o digitálnej priemyselnej symbióze, cirkulárnych obchodných modeloch a udržateľných inováciách, čím poskytuje metodologický základ pre aplikovanú analýzu udržateľnosti.

Odporúčané predchádzajúce znalosti zahŕňajú základnú znalosť princípov udržateľnosti, environmentálneho manažmentu alebo digitálnych nástrojov; avšak nie sú potrebné žiadne špecifické predpokladové moduly.

2.2 Výsledky vzdelávania (LO)

Plánované výsledky vzdelávania sú rozdelené do troch oblastí EQF:

▪ **Vedomosti.** Manažéri budú schopní:

1. Opísať úlohu udržateľnosti, cirkulárnej ekonomiky (CE) a priemyselnej symbiózy (IS) v súvislosti s životným cyklom a systémovým myslením (LO1),
2. Identifikovať a vysvetliť hlavné princípy, rámce a vzájomné vzťahy hodnotenia životného cyklu (LCA), výpočtu nákladov životného cyklu (LCC) a hodnotenia sociálneho životného cyklu (S-LCA) v rámci hodnotenia udržateľnosti životného cyklu (LCSA) (LO2),
3. Rozumieť štyrom hlavným fázam LCA (Definícia cieľa a rozsahu, analýza inventára, hodnotenie dopadov a interpretácia) a princípom, požiadavkám a usmerneniam normy ISO 14040/14044 (LO3),
4. Rozpoznať, ako LCA podporuje efektívnosť zdrojov, cirkulárny dizajn a rozhodovanie orientované na udržateľnosť v kontextoch CE/IS (LO4),
5. Poznať štruktúru a účel webových nástrojov na udržateľnosť (napr. FootprintCalc) a databáz (napr. Idemat 2025) (LO5).

▪ **Zručnosti.** Manažéri budú schopní:

6. Aplikovať uvažovanie v kontexte ISO na hodnotenie kvality, transparentnosti a spoľahlivosti štúdií LCA, LCC a S-LCA (LO6),
7. Používať webový softvér (napr. FootprintCalc) na tvorbu dátových súborov Bills of Materials (BoM) a Life Cycle Inventory (LCI), integrujúc environmentálne, ekonomické a sociálne údaje (LO7).
8. Použiť metódy hodnotenia dopadov (napr. EF 3.1, ReCiPe) na analýzu a interpretáciu výsledkov udržateľnosti a kompromisov (LO8),
9. Vyvíjať, vizualizovať a komunikovať dashboards udržateľnosti a viac-kritériové analýzy (MCDA) na podporu informovaného rozhodovania (LO9).

▪ **Kompetencie (autonómia a zodpovednosť).** Manažéri budú schopní:

10. Samostatne vykonávať zjednodušené štúdie LCA, LCC a S-LCA pomocou FootprintCalc (LO10),
11. Kriticky hodnotiť kvalitu dát, metodologické predpoklady a obmedzenia v hodnoteniach udržateľnosti (LO11),
12. Efektívne spolupracovať na multidisciplinárnych projektoch CE/IS a jasne komunikovať odporúčania udržateľnosti rôznym zainteresovaným stranám (LO12).

2.3 Indikatívny rozvrh učenia / harmonogram výučby

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
1	Úvod do udržateľnosti, CE a IS	Prednášky / e-learning	Prehľad konceptov udržateľnosti, cirkulárnej ekonomiky (CE), priemyselnej symbiózy (IS) a úlohy life cycle thinking.	LO1	Kirchherr a kol. (2017)	Interaktívna prednáška s vedenou diskusiou, konceptuálnym mapovaním a krátkym reflexným cvičením.
2	Úvod do konceptuálnych rámcov LCA, LCC a S-LCA	Seminár / e-learning	Základy hodnotenia životného cyklu (LCA), výpočtu nákladov životného cyklu (LCC) a sociálneho LCA (S-LCA)	LO2, LO4	Visentin a kol. (2021), Valdivia et kol. (2021)	Seminárny úvod do každého rámca. Skupinové brainstormovanie a vedená diskusia na porovnanie environmentálnych, ekonomických a sociálnych aspektov. Analýza prípadu jednoduchého produktového systému aplikujúceho tri perspektívy. Otázky a rozhovory s inštruktorom.
3	ISO 14040 a ISO 14044 Rámce pre hodnotenie životného cyklu	Seminár / e-learning	ISO princípy, fázy, terminológia a súlad s reálnou praxou LCA.	LO3, LO6	ISO (2006)	Prezentovania štruktúry a terminológie ISO 14040/14044. Skupinové mapovanie fáz LCA s praktickými príkladmi. Diskusia o publikovanej prípadovej štúdii LCA v súlade s normami ISO. Inštruktorom facilitovaná reflexia o výzvach a dobrých postupoch v implementácii LCA v súlade s normami.

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
4	Vytváranie a spravovanie údajov o materiáloch a zásobách	Prednáška / workshop / e-learning	Vytvoriť súbor materiálov a LCI; importovať dáta do FootprintCalc; Identifikujte kľúčové toky a kategórie dopadu.	LO5, LO7	FootprintCalc (2024), Sustainable Impact Metrics Foundation (SIMF), 2023	Laboratórna práca s asistenciou; párová práca pri tvorbe BoM; cvičné cvičenia; riešenie problémov pomocou vzorových dátových súborov.
5	Environmentálne, ekonomické a sociálne hodnotenie	Projekt / E-learning	Výpočty LCA pomocou EF 3.1 alebo ReCiPe; integrovanie LCC a S-LCA indikátorov; vizualizácia pomocou MCDA dashboardov.	LO8, LO9	Valdivia et al. (2021), UNEP (2020)	Tímová projektová simulácia; skupinová analýza výsledkov LCA; vývoj komparatívnych dashboardov; Recenzovanie výstupov odborníkmi.
6	Interpretácia udržateľnosti a podpora rozhodovania	Projekt / Workshop / e-learning	Interpretovanie integrovaných výsledkov, identifikovať ohniská udržateľnosti, hodnotiť kompromisy a premieňať zistenia do praktických odporúčaní pre rozhodnutia CE/IS.	LO10, LO11, LO12	Klöpffer & Grahl (2014), Daddi et al. (2017)	Workshop na riešenie problémov, prezentačné cvičenia, diskusie založené na scenároch a príprava prehľadov o udržateľnosti a vizuálnych prezentácií.

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
7	Digitálne nástroje na rozhodovanie v oblasti CE/IS	Prednáška / Seminár / e-learning	Oboznámenie sa s digitálnymi CE/IS platformami (napr. FootprintCalc MCDA, demo sady Simapro, nástroje na mapovanie IS).	LO5, LO7, LO9	Dokumentácia nástrojov (FootprintCalc, Simapro demo), SIMF datasety	Demonštrácia s riadeným prieskumom nástrojov; krátke úlohy modelujúce výmenu zdrojov; Spätná väzba od lektora
8	Prípadové štúdie v priemyselnej symbióze a cirkulárnej ekonomike	Seminár / e-learning	Preskúmanie skutočných prípadov CE/IS; vyhodnocovanie systémových dopadov pomocou životného cyklického; Diskusie o škálovateľnosti a prekážkach.	LO1, LO4, LO11, LO12	Chertow (2007), Ažman Momirski a kol. (2021)	Analýza skupinového prípadu; hranie rolí zainteresovaných strán; štruktúrovaná debata; komparatívny vývoj matice.
9	Politika, štandardy a firemné stratégie podporujúce LCA v CE/IS	Prednášky / e-learning	Zelená dohoda EÚ, taxonómia, štandardy, EPD a to, ako politické rámce ovplyvňujú rozhodnutia založené na LCA.	LO2, LO3, LO6, LO11	Európska komisia (2020), ISO (2017) usmernenia o EPD	Interaktívna prednáška; mapovanie politík; analýza reálnych EPD; diskusia o dôsledkoch pre MSP a siete IS.
10	Záverečná integrácia projektu a prezentácia	Projekt / Workshop / Hodnotenie	Príprava a prezentácia projektu CE/IS, ktorý integruje zistenia a odporúčania LCA–LCC–S-LCA.	LO6, LO8, LO10, LO11, LO12	Všetky vyššie uvedené materiály	Koučing; konzultácie s rovesníkmi; štruktúrované záverečné prezentácie; Reflexívne hodnotenie výsledkov projektu

2.4 Metódy vyučovania a učenia

▪ *Prístup k učniu*

Modul využíva hybridný model učenia, ktorý kombinuje synchronné a asynchrónne komponenty. Synchronné sedenia spájajú školiteľov a študujúcich v reálnom čase vo virtuálnej triede, čo umožňuje priamu interakciu, okamžitú spätnú väzbu a spoločný pocit komunity. Asynchrónne učenie umožňuje študujúcim pristupovať k materiálom – ako sú prednahraté prednášky, prezentácie, dokumenty, obrázky a videá – prostredníctvom digitálnej platformy vlastným tempom. Tieto zdroje pokrývajú teoretické základy aj praktické prípadové štúdie, poskytujú študujúcim flexibilitu a zároveň podporujú hlbšie zapojenie do obsahu. Pedagogická stratégia kladie dôraz na aktívne a praktické učenie. Manažéri aplikujú teoretické koncepty na reálne výzvy udržateľnosti a zároveň rozvíjajú digitálnu kompetenciu prostredníctvom štruktúrovaného využívania hodnotiacich nástrojov LCA (napr. FootprintCalc) a softvéru na vizualizáciu dát.

▪ *Kľúčové vyučovacie metódy*

Vyučovacie metódy zahŕňajú interaktívne prednášky, semináre, praktické workshopy, prácu s nástrojmi a skupinové projekty. FootprintCalc slúži ako hlavný analytický nástroj počas celého modulu. Manažéri tiež pracujú s prípadovými štúdiami, zúčastňujú sa diskusií medzi rovesníkmi a plnia cvičenia založené na scenároch, ktoré simulujú rozhodovanie v kontextoch obehového hospodárstva (CE) a priemyselnej symbiózy (IS).

▪ *Prístupy a metódy podporujúce aktívne učenie a praktické využitie poznatkov.*

Synchronizovaný formát podporuje okamžité zapojenie, okamžité objasnenie zložitých tém a spoluprácu medzi študujúcimi a školiteľmi. Naopak, asynchrónny formát ponúka flexibilitu a samostatné štúdium, čo umožňuje budúcim manažérom hlbšie skúmať materiály a rozširuje prístup pre rôznorodých študujúcich. Kombinácia teoretickej výučby a praktických aktivít – ako využívanie analytických nástrojov a skupinové projekty – poskytuje silný základ pre rozvoj kompetencií súvisiacich s LCA. Tieto metódy vybavujú študentov vysokých škôl aj obchodných manažérov zručnosťami potrebnými na to, aby mohli efektívne pôsobiť ako LCA praktici. Spolupráca a tímová práca, integrovaná v celom module, ďalej pripravuje študujúcich na úspešnú spoluprácu so zainteresovanými stranami v reálnych prostrediach udržateľnosti a cirkulárnej ekonomiky.

21

2.5 Metódy hodnotenia a dôkazy

Modul využíva zmiešanú hodnotiacu stratégiu, ktorá kombinuje projektové, praktické a reflexívne prvky na hodnotenie schopnosti študujúcich aplikovať FootprintCalc v integrovanej analýze udržateľnosti. Na podporu pokroku v učení sú zahrnuté formujúce (priebežná spätná väzba počas workshopov a laboratórií) aj sumatívne (záverečné hodnotené odovzdania) hodnotenia.

Hodnotiace zložky a dôkazy o dosiahnutí výsledkov učenia:

- *Skupinový projekt (váha 40 %).* Spoločná prípadová štúdia hodnotenia udržateľnosti životného cyklu (LCSA) s využitím FootprintCalc, integrujúca prístupy LCA, LCC a S-

LCA. Dôkazy zahŕňajú zoznam materiálov (BoM), inventory model, interpretáciu dopadov a viac-kritériovú rozhodovaciu analýzu (MCDA) správu alebo prezentáciu.

- *Praktická laboratórna úloha (váha 30 %).* Individuálne odovzdanie súboru modelu FootprintCalc sprevádzané krátkou metodologickou reflexiou o spracovaní dát a výbere hodnotenia.
- *Individuálna správa (hmotnosť 20 %).* Písomná reflexia (približne 1000 slov) preukazujúca pochopenie interpretácie LCSA a jej relevantnosť pre rozhodovanie v kontextoch cirkulárnej ekonomiky alebo priemyselnej symbiôzy.
- *Účasť (váha 10 %).* Aktívne zapojenie do workshopov, diskusií medzi rovesníkmi a spätných väzieb, čo dokazuje neustále učenie sa a prínos k skupinovej práci.

2.6 Bibliografia a nástroje

2.6.1 Povinné

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.2007.11110>

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>

(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 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=0AAAAADPppxtDLHMB7ri

YH8e_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>

(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>

23

2.6.2 Odporúčané

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 Softvér a digitálne nástroje

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

Excel / Power BI (for MCDA visualisation)

Optional: OpenLCA for comparative modelling,

<https://www.openlca.org/>

3. Návrh Sylabu – HEI (EQF6)

Názov modulu: Medzi-organizačné vzťahy

EQF úroveň: 6

ECTS kredity: 4 ECTS

Celková pracovná záťaž (hodiny): 100 hodín

- Výučba (prednášky, laboratória, semináre, workshopy a pod.): 30 hodín
- Samoštúdium: 40 hodín
- Projektová práca: 30 hodín

Vyučujúca inštitúcia: Academia Gorniczo-Hutnicza University of Krakow
(Univerzita AGH), Poľsko.

3.1 Prehľad modulu

Medziorganizačná spolupráca je základnou schopnosťou moderných transformácií udržateľnosti a transformácií obehového hospodárstva. Priemyselná symbióza (IS) závisí od štruktúrovanej spolupráce medzi rôznymi organizáciami – výrobcami, energetickými spoločnosťami, obcami, poskytovateľmi logistiky, technologickými firmami, regulátormi, mimovládnyimi organizáciami a sprostredkovateľmi – ktorí musia koordinovať výmenu zdrojov, zosúladiť stimuly, vytvárať spoločné vízie a udržiavať spoluprácu počas dlhých časových období.

Tento modul poskytuje hlboký, komplexný pohľad na to, ako takáto spolupráca vzniká, ako sa vyvíja a ako ju možno posilniť. Manažéri sú oboznámení so *základnými teoretickými rámcami* vysvetľujúcimi organizačné správanie v systémoch s viacerými aktérmi: teória závislosti od zdrojov (RDT), ekonómia transakčných nákladov (TCE), teória sietí, inštitucionálna teória, koncepty relačného riadenia a behaviorálne teórie dôvery.

Zároveň sa modul silne zameriava na *praktické zručnosti* potrebné v koordinácii IS:

- mapovanie zainteresovaných strán, analýzu aktérov a identifikáciu hraníc klastrov,
- diagnostika rizík a prekážok spolupráce,
- navrhovanie a komunikácia riadiacich štruktúr,
- vyjednávanie a budovanie konsenzu v zložitých prostrediach,
- riadenie konfliktov, nedôvery a protichodných záujmov,
- detekcia a riešenie odporu voči zmenám,

- sprostredkovanie nezhôd a podpora produktívneho dialógu,
- Podporuje dôveru, transparentnosť a dlhodobý záväzok.

Modul kladie dôraz na *zážitkové, interaktívne a aplikované učenie*. Manažéri sa zúčastňujú rozsiahlych simulácií, workshopov založených na scenároch, roleplay na riešenie konfliktov a spoločných laboratórnych aktivít s využitím reálnych nástrojov na mapovanie a analýzu ako QGIS alebo PowerMap.

Učia sa zvládať reálne výzvy koordinácie IS, ako sú:

- neochota zdieľať údaje alebo náklady,
- asymetrie v zdrojoch a vyjednávacej kapacite,
- protichodné časové horizonty a strategické priority,
- konkurenčné interpretácie rizika a hodnoty,
- Politické tlaky a inštitucionálne obmedzenia.

Absolventi tohto modulu budú dobre pripravení pracovať ako koordinátori IS, facilitátori cirkulárnej ekonomiky, manažéri priemyselných klastrov, vedúci projektov udržateľnosti alebo analytici podporujúci regionálny rozvoj a medzisektorovú spoluprácu.

3.2 Výsledky vzdelávania (LO)

Plánované výsledky vzdelávania sú rozdelené do troch oblastí EQF:

- **Vedomosti.** Manažéri budú schopní:

1. podrobne vysvetliť predpoklady, pôvod a dôsledky RDT, TCE a teórie sietí, a vyhodnotiť, ako tieto teórie vysvetľujú organizačné rozhodovanie v IS sieťach (LO1),
2. analyzovať viacúrovňové faktory (ekonomické, organizačné, spoločenské, na politike založené), ktoré ovplyvňujú pripravenosť a ochotu spolupracovať v ekosystémoch obehového hospodárstva (LO2),
3. opísať inštitucionálne tlaky formujúce medzi-organizačné správanie, vrátane izomorfizmu, dodržiavania predpisov a úlohy legitímnosti (LO3),
4. identifikovať typické vzory asymetrie moci (napr. dominantné firmy vs. MSP; súkromný sektor vs. verejné orgány) a posúdiť, ako ovplyvňujú výsledky spolupráce (LO4),
5. porovnávať modely správy, ako sú hierarchická, relačná, zmluvná a hybridná správa, a hodnotiť ich vhodnosť pre IS kontexty (LO5),
6. pochopiť kognitívne, behaviorálne a štrukturálne príčiny konfliktov medzi organizáciami a vysvetliť, ako môžu takéto konflikty eskalovať alebo byť zmiernené (LO6).

- **Zručnosti.** Manažéri budú schopní:

7. vytvárať komplexné, viacvrstvové mapy zainteresovaných strán vrátane tokov, línií vplyvu, rozhodovacích arén, koalícií a potenciálnych konfliktných bodov (LO7),

8. viesť rozhovory so zainteresovanými stranami a interpretovať kvalitatívne údaje na podporu plánov zapojenia (LO8),
9. navrhovať rámce správy, ktoré vyvažujú zodpovednosť, flexibilitu a spravodlivosť, vrátane spoločných KPI, jasných zodpovedností, protokolov transparentnosti a monitorovacích mechanizmov (LO9),
10. pripraviť a predniesť presvedčivé prezentácie viacerých zainteresovaných strán, ktoré jasne vyjadrujú prínosy, riziká, príležitosti na tvorbu hodnoty a cesty zapojenia (LO10),
11. aplikovať vyjednávací techniky (napr. BATNA, vyjednávanie založené na záujmoch, preformulovanie, ukotvenie) v simulovaných konfliktných situáciách (LO11),
12. facilitovať náročné stretnutia, sprostredkovať spory a sprevádzať aktérov štruktúrovanými procesmi riadenia konfliktov (LO12),
13. používať behaviorálnu diagnostiku na identifikáciu hnacích síl rezistencie (napr. strach zo straty, neistota, ohrozenie identity) a navrhovať prispôsobené intervencie (LO13).

▪ **Kompetencie (autonómia a zodpovednosť).** Manažéri budú schopní:

14. prevziať zodpovednosť za usmerňovanie kolaboratívnych procesov a udržiavanie dlhodobej dôvery medzi partnermi IS (LO14),
15. orientovať sa v zložitých politických, organizačných a medziľudských kontextoch pomocou etického, transparentného a zodpovedného prístupu (LO15),
16. pôsobiť ako neutrálni facilitátori a mediátori, keď organizácie zažívajú konflikt, patovú situáciu alebo nesúlad (LO16),
17. hodnotiť a integrovať rámce politik EÚ (napr. Akčný plán pre cirkulárnu ekonomiku, IED, EMAS, EU taxonómia) do návrhu spolupráce s IS (LO17),
18. efektívne pracovať v multidisciplinárnych tímoch s inžiniermi, ekonómami, plánovačmi, regulátormi a zástupcami komunity (LO18),
19. preukázať adaptívnu komunikáciu, odolnosť pod tlakom a reflexívne učenie sa zo scenárov založených na praxi (LO19).

3.3 Indikatívny rozvrh učenia / harmonogram výučby

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
1	Základy spolupráce	Prednáška + Dialógová relácia	Hlboký teoretický úvod pokrývajúci RDT, TCE, teóriu sietí; diskusia o tom, prečo symbiotické siete uspejú alebo zlyhajú; preskúmanie referenčných prípadov (Kalundborg, Ulsan, Dunkerke); Skúmanie štruktúr vzájomnej závislosti a zlyhaní koordinácie.	LO1, LO2, LO3	Lewicka, Zakrzewska-Bielawska (2019), Salmone a kol. (2020)	Rozšírená teoretická expozícia, vedený dialóg, reflexívna komparatívna analýza
2	Vodiči a prekážky v IS	Laboratórium prípadových štúdií	Komplexný rámec bariér: regulačné riziká, trhová volatilita, technologická neistota, firemná kultúra, organizačná zotrvačnosť; mapovanie makro–mezo–mikrobariér; pracovanie s reálnymi neúspešnými prípadmi IS, analýza príčin a scenárové zmierňovanie prekážok.	LO2, LO3, LO8, LO17	Saha (2020)	Laboratórium prípadov, cvičenie mapovania bariér, workshop na rámovanie problémov
3	Mapovanie zainteresovaných strán	Technické laboratórium	Pokročilé viacvrstvové mapovanie zainteresovaných strán a sietí: matice záujmov, matice predikcie konfliktov, hierarchie vplyvu, diagramy toku, identifikácia konektorov–sprostredkovateľov–úzkych miest; pracovanie so systémami založenými na GIS a reálnymi priemyselnými datasetmi.	LO3, LO7, LO13, LO19	Toolkity + datasety	Laboratórium technického mapovania, simulácie scenárov, štruktúrovaná analýza založená na nástrojoch

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Komentované metódy
4	Modely riadenia	Seminár + Dizajnérske cvičenie	Návrh hybridných radiacich modelov kombinujúcich formálne a relačné komponenty; skúmanie rámcov zodpovednosti, pravidiel transparentnosti, koordinačných úloh, modelov riadenia rizík; skupinové priradenie navrhujúce riadenie pre hypotetický IS klaster.	LO4, LO14	Shi (2019)	Seminár, výzva skupinového dizajnu, hodnotenie rovesníkov
5	Dôvera a vzťahové riadenie	Workshop	Simulované úlohy budovania dôvery; diagnostikovanie narušenie dôvery; analýzu komunikačných klím; spolu-navrhovanie verných zmlúv, mechanizmov transparentnosti a štruktúr zdieľaného učenia; scenáre založené na rolách na precvičovanie budovania dlhodobých partnerstiev.	LO3, LO15, LO16	Lewicka, Zakrzewska-Bielawska (2022), Alosi a kol. (2025)	Hranie rolí, vedený tréning emocionálnej inteligencie, spoločné písanie
6	Komunikácia a vyjednávanie	Cyklus simulácie + spätnej väzby	Komplexná simulácia viacstranných rokovaní zahŕňajúca konkurenčné ciele, informačnú asymetriu, kooperatívne vyjednávanie a strategické presvedčanie; Štruktúrovaná spätná väzba k verbálnym, neverbálnym a písomným štýlom komunikácie.	LO9, LO10, LO11, LO18, LO19	Učebnice vyjednávania	Učenie založené na simuláciách, viacúrovňové debrief, audit komunikácie
7	Riešenie konfliktov	Roleplay + diagnostické laboratórium	Workshop mapovanie konfliktov: štruktúrálno vs. behaviorálny konflikt, záujmy vs. pozície, eskalačné rebríky; školenie mediátorov; navrhovanie riešení konfliktov; Identifikácia medziľudského a medzi-organizačného napätia.	LO5, LO6 LO12, LO16, LO18	Materiály o konfliktných prípadoch	Rotácia štruktúrovaného mediátora, laboratórium na mapovanie konfliktov

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Komentované metódy
8	Rezistencia voči zmenám	Workshop + Akčné plánovanie	Trojúrovňová analýza odporu: individuálna (strach, neistota), organizačná (štrukturálna zotrvačnosť), inštitucionálna (uzamknutie politiky); modelovanie ciest zmien; tvorba akčného plánu; behaviorálny intervenčný dizajn.	LO5, LO13, LO19	Literatúra o organizačnom správaní	Workshop, Coaching, reflexívne behaviorálne hodnotenie
9	Návrh zapojenia zainteresovaných strán	Laboratórium + interaktívne sedenia	Navrhovanie ciest zapojenia s vysokou inklúziou; mapovanie mocenskej dynamiky; budovanie mechanizmov spolurozhodovania; plánovanie hypotetických situácií pre zarovnanie; navrhovanie intervencií pre sporné toky zdrojov; kolaboratívne prototypovanie.	LO8, LO13, LO14, LO18	Návody na zapojenie	Laboratórium, design charrette na navrhovanie štruktúr spolupráce a rámcov zapojených zainteresovaných strán, participatívne metódy
10	Monitorovacia spolupráca	Seminár + vývoj indikátorov	Pokročilé metriky spolupráce: štrukturálne KPI, vzťahové KPI, indikátory včasného varovania; detegovanie slabých signálov úpadku partnerstiev; vytváranie monitorovacích panelov; interpretácia dát na podporu úprav správy.	LO4, LO14	Rámce monitorovania IS	Workshop na development indikátorov, záťažové testovanie scenárov

3.4 Metódy vyučovania a učenia

▪ Prístup k učeniu

V tomto module bude prijatý hybridný model učenia, ktorý kombinuje **synchronne** aj **asynchronne vzdelávacie prostredia na maximalizáciu zapojenia, reflexie a získavania praktických zručností**.

V synchronnej výučbe sa manažéri a inštruktori stretávajú v reálnom čase, buď v triede alebo online, aby viedli interaktívne diskusie, simulácie vyjednávania, roleplay na riešenie konfliktov, mapovacie laboratóriá a workshopy facilitácie. Tieto aktivity umožňujú okamžitú spätnú väzbu, pozorovanie správania v reálnom čase a kolektívne vytváranie zmyslov, čo všetko je nevyhnutné pre zvládnutie medzi-organizačnej komunikácie a spolupráce.

Pri asynchronnej výučbe manažéri prístupujú k materiálom cez digitálnu platformu vlastným tempom. Tieto materiály, popisy prípadov, demonštračné videá (napr. návrh správy), tutoriály na mapovanie zainteresovaných strán a analytické nástroje umožňujú budúcim manažérom hlboko preskúmať teoretické rámce (RDT, TCE, teória sietí, inštitucionálna teória) a pripraviť sa na aplikované aktivity počas synchronných sedení.

Tento kombinovaný model zabezpečuje flexibilitu, podporuje rôznorodé preferencie učenia a posilňuje hlboké konceptuálne porozumenie ešte predtým, než sa manažéri zapoja do vysoko intenzívnych simulácií a cvičení založených na rolách.

▪ Kľúčové vyučovacie metódy

Počas celého modulu bude použitá široká škála vyučovacích metód, vrátane:

- Interaktívne prednášky s vedeným dialógom (teoretické základy medzi-organizačnej spolupráce, modely riadenia, mocenská dynamika, teória konfliktov)
- Prípadové štúdie (skutočné siete priemyselnej symbiózy, neúspešné spolupráce, regionálne partnerstvá viacerých aktérov)
- Seminára a odborné webinára (praktici, koordinátori IS, odborníci na politiku, mediátori)
- Workshopy (budovanie dôvery, analýza odporu, návrh zapojenia)
- Praktické laboratóriá (mapovanie zainteresovaných strán, mapovanie konfliktov, prototypovanie správy, analýza toku a vplyvu)
- Simulačné cvičenia (viacstranné rokovania, mediačné roleplay, koordinačné scenáre)
- Skupinová práca a kolaboratívne projekty (navrhovanie rámcov riadenia a stratégií zapojenia)
- Písomné a ústne skúšky (testovanie teoretických vedomostí a aplikácie v zložitých scenároch)

Hoci sa modul zameriava na medzi-organizačné vzťahy, mnohé aktivity integrujú kontexty priemyselnej symbiôzy (IS), cirkulárnej ekonomiky (CE) a udržateľnosti, aby odrážali reálne prostredie, kde je spolupráca viacerých aktérov nevyhnutná.

▪ *Prístupy a metódy podporujúce aktívne učenie a praktické využitie*

Vyučovací prístup je navrhnutý tak, aby rozvíjal analytické myslenie aj medziľudské kompetencie potrebné pre úspešnú koordináciu v zložitých organizačných ekosystémoch.

- Synchronné sedenia umožňujú spätnú väzbu v reálnom čase, pozorovanie správania, okamžité objasnenie nedorozumení a aktívne spoluvytváranie riešení. Budujú pocit spolupatričnosti a zvyšujú dôveru budúcich manažérov vo vyjednávaní, facilitácií a úlohách riešenia konfliktov.
- Asynchrónne sedenia podporujú reflexívne, samostatné učenie. Manažéri sa môžu vracieť k teoretickým materiálom, analyzovať prípadové čítania a pripraviť si mapy zainteresovaných strán alebo nápady na riadenie pred živými workshopmi. Táto flexibilita podporuje hlbšie pochopenie zložitých teoretických rámcov.
- Interaktívne prednášky poskytujú základné teoretické poznatky potrebné na analýzu medzi-organizačných štruktúr, mocenských vzťahov, spôsobov riadenia a hnacích síl spolupráce.
- Prípadové štúdie a praktické laboratóriá prekladajú teóriu do praxe tým, že študujúcim vystavujú reálnym výzvam spolupráce, ako sú nesprávne zosúladené stimuly, erozia dôvery, mocenské asymetrie a tlaky na politiku.
- Workshopy, simulácie a roleplay umožňujú študujúcim precvičovať techniky facilitácie, vyjednávania, mediácie a riešenia konfliktov v realistických prostrediach. Tieto aktivity rozvíjajú emocionálnu inteligenciu, prispôsobivosť komunikácie a schopnosť rozhodovať pod tlakom.
- Skupinové projekty posilňujú tímovú prácu, spolupracujúce hľadanie zmyslov a schopnosť navrhovať štruktúry zapojenia a riadenia viacerých aktérov, zručnosti nevyhnutné pre budúcich koordinátorov IS, facilitátorov cirkulárnej ekonomiky a lídrov v oblasti udržateľnosti.
- Prostredníctvom týchto kombinovaných metód si manažéri rozvíjajú schopnosť orientovať sa v zložitých organizačných vzťahoch, budovať dôveru medzi zainteresovanými stranami a podporovať dlhodobú spoluprácu v priemyselných a cirkulárnych ekonomických sieťach.

3.5 Metódy hodnotenia a dôkazy

Modul prijíma komplexnú hodnotiacu stratégiu, ktorá kombinuje teoretické hodnotenie s praktickými dôkazmi o schopnostiach študujúcich analyzovať, navrhovať a podporovať medzi-organizačnú spoluprácu. Hodnotiace metódy sú navrhnuté tak, aby odrážali skutočné kompetencie potrebné v koordinácii priemyselnej symbiôzy, vyjednávaní viacerých aktérov, návrhu riadenia a riadení konfliktov. Integrované sú **sumatívne** (stupňované) aj **formatívne**

(kontinuálna spätná väzba a zapojenie) zložky na podporu hlbokého učenia, zlepšovania správania a profesionálnej pripravenosti.

Hodnotiace zložky

- *Účasť a angažovanosť (váha 10 %).* Aktívna účasť budúcich manažérov na interaktívnych vyučovacích metódach – dialógové sedenia, laboratória, roleplay na riešenie konfliktov, workshopy mapovania zainteresovaných strán, cvičenia na návrh riadenia a cvičenia facilitácie. Dôkazy zahŕňajú kvalitu zapojenia, prípravu, spoluprácu, reflexívne príspevky a analytické úlohy priamo v triede.
- *Prezentácia skupinového projektu (váha 30%).* 3 000-slovná analytická správa + skupinová prezentácia diagnostikujúca skutočnú alebo simulovanú medzi-organizačnú spoluprácu v kontexte IS alebo cirkulárnej ekonomiky. Správa obsahuje:
 - viacvrstvové mapovanie zainteresovaných strán a analýza vplyvu a moci,
 - identifikácia prekážok spolupráce, rizík a konfliktných bodov,
 - návrh modelu riadenia (roly, zodpovednosti, pravidlá transparentnosti, KPI),
 - plán vyjednávania a zapojenia,
 - navrhované mechanizmy riadenia konfliktov a budovania dôvery,
 - odporúčania založené na dôkazoch na posilnenie dlhodobej stability.

Hodnotenie sa zameriava na analytickú hĺbku, správnosť používania teórie (RDT, TCE, teória sietí, inštitucionálna teória), jasnosť návrhu riadenia a uskutočniteľnosť navrhovaných zásahov.

- *Záverečné písomné a ústne skúšky (váha 60%).* Kombinácia:
 - písomná skúška (otvorené otázky, krátke analytické eseje, otázky s výberom odpovede),
 - ústna skúška (otázky založené na scenároch, testovanie, riešenie problémov a komunikáciu).

Skúška hodnotí u študujúcich:

- pochopenie základných teórií vysvetľujúcich medzi-organizačné správanie a riadenie,
- schopnosť diagnostikovať riziká spolupráce a asymetrie moci,
- poznanie dynamiky dôvery, eskalácie konfliktov a mechanizmov odporu,
- oboznámenie s politickými rámcami EÚ ovplyvňujúcimi medzi-organizačnú spoluprácu (Akčný plán pre cirkulárnu ekonomiku, EMAS, Taxonómia EÚ),
- schopnosť navrhovať realistické, teoreticky založené intervencie na zlepšenie koordinácie a spolupráce.

Dôkazy o úspechoch

Dôkazy zozbierané počas hodnotenia zahŕňajú:

- mapy zainteresovaných strán, mapy konfliktov, prototypy riadenia a výstupy z workshopov,
- vyjednávacie scenáre, facilitačné poznámky a reflexie v úlohe mediátora,
- analýzy scenárov a aplikované cvičenia na riešenie problémov,
- ústne ukážky komunikačných a presviedčacích schopností,
- písomné úlohy preukazujúce teoretickú integráciu a kritické myslenie.

Tieto dôkazy poskytujú komplexný obraz o pripravenosti študujúcich koordinovať spoluprácu viacerých aktérov, sprostredkovať spory, navrhovať štruktúry riadenia a podporovať rozvoj siete IS.

3.6 Bibliografia a nástroje

3.6.1 Povinné

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

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

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

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

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

3.6.2 Odporúčané čítanie

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. Návrh Syllabu – HEI (EQF6)

Názov modulu: AI a strojové učenie na predpovedanie materiálových tokov a optimalizáciu dodávateľského reťazca

EQF úroveň: 6

ECTS kredity: 4 ECTS

Celková pracovná záťaž (hodiny): 100 hodín

- Výučba (prednášky, laboratória, semináre, workshopy atď.): 40 hodín
- Samoštúdium: 30 hodín
- Projektová práca: 30 hodín

Vyučujúca inštitúcia: (IMC) University of Applied Sciences Krems GMBH, Rakúsko.

4.1 Prehľad modulu

Prechod priemyselnej symbiózy (IS) na digitálnu priemyselnú symbiózu (DIS) je kľúčový. Tento modul skúma, ako začleniť umelú inteligenciu (AI) a strojové učenie (ML) do riadenia materiálových tokov s cieľom výrazne zlepšiť efektivitu dodávateľských reťazcov, predpovedať trendy ponuky a dopytu, optimalizovať logistiku a znížiť odpad. Poskytuje študujúcim, ako môžu byť metódy umelej inteligencie (AI) a strojového učenia (ML) využité na urýchlenie digitálnej transformácie ekosystémov informačných technológií. Učia sa, ako možno algoritmy založené na dátach využiť na predpovedanie materiálových a energetických tokov, detekciu neefektívnosti a podporu rozhodovania v reálnom čase v obehových dodávateľských reťazcoch. Prostredníctvom simulácií a prípadových štúdií si manažéri rozvíjajú kompetencie pri výbere a aplikácii vhodných ML modelov na riešenie reálnych priemyselných problémov. Napríklad predpovedanie dostupnosti sekundárnych zdrojov, identifikácia symbiotických zhôd a optimalizácia logistiky. Modul kladie dôraz na praktickú integráciu s platformami informačných technológií a etické využívanie dát v kontexte cirkulárnej ekonomiky.

Tento modul je určený pre študentov vysokých škôl, pedagógov, obchodných manažérov, konzultantov, výskumné organizácie, inštitúcie podpory podnikania a orgány tvoriace politiky, ktoré sa zaoberajú udržateľnosťou, predpovedaním materiálových tokov a optimalizáciou.

Kompetencie získané v tomto module sú užitočné pre symbiotické technológie a modely riadenia energie. Napríklad predikcia dostupnosti zdrojov podporuje minimalizáciu a optimalizáciu zdrojov.

Všeobecné znalosti udržateľnosti a digitálnej transformácie z IS na DIS sú užitočné pochopiť v danom kontexte. Základné programátorské zručnosti pomáhajú študujúcim implementovať algoritmy, inak prostredníctvom digitálnych nástrojov môžu manažéri algoritmy používať.

4.2 Výsledky vzdelávania (LO)

Plánované výsledky vzdelávania sú rozdelené do troch oblastí EQF:

▪ **Vedomosti.** Manažéri budú:

1. Rozumieť cirkulárnej ekonomike a priemyselnej symbióze (LO1),
2. Vedieť preukázať pochopenie toho, ako umelá inteligencia (AI) a strojové učenie (ML) umožňujú zlepšovanie procesov a optimalizáciu zdrojov v rámci priemyselných symbiózných sietí (LO2),
3. Vedieť kriticky vysvetliť riadené a neriadené ML prístupy, napr. časové predpovedanie, zhľukovanie, prediktívne modelovanie a ich význam pre aplikácie v obehovej ekonomike (LO3),
4. Rozumieť kľúčovým vlastnostiam údajov o priemyselnom materiálovom toku (LO4),
5. Rozumieť etickým, právnym a spoločenským výzvam používania AI, napríklad zaujatosti, súkromie a transparentnosť (LO5).

▪ **Zručnosti.** Manažéri budú:

6. Zbierať, čistiť a pripravovať priemyselné dátové súbory pomocou nástrojov na dátovú vedu, ako sú Python a Pandas na tvorbu a analýzu ML modelov (LO6),
7. Vyvíjať a testovať ML modely (napr. ARIMA, LSTM, k-means) pre prípady použitia vrátane predpovedania materiálového toku, detekcie anomálií a optimalizácie zdrojov (LO7),
8. Interpretovať výsledky z výstupov ML modelov s cieľom získať praktické poznatky na zlepšenie dodávateľského reťazca, valorizáciu odpadu a redizajn procesov (LO8),
9. Efektívne komunikovať analytické zistenia pomocou vizualizačných platforiem (napr. Power BI, QGIS, SankeyMATIC) s jasnosťou pre technických aj netechnických zainteresovaných strán (LO9).

▪ **Kompetencie (autonómia a zodpovednosť).** Manažéri budú schopní:

10. Nezávisle vyberať vhodné digitálne/strojové učenie prístupy na analýzu a optimalizáciu priemyselných zdrojov v komplexných, viacstranových prostrediach (LO10),
11. Vyhodnotiť a zvážiť výhody a obmedzenia AI nástrojov, aby určil najvhodnejšiu techniku pre daný scenár priemyselnej symbiózy, pričom berie do úvahy výkon, náklady, jednoduchosť a udržateľnosť (LO11).

12. Inicialovať a prispieť k digitálnej transformácii organizácií odporúčaním dátovo riadených postupov na zlepšenie prevádzky priemyselnej symbiôzy (LO12),
13. Eticky spolupracovať v interdisciplinárnych tímoch, dôsledne komunikovať poznatky podporované AI a zabezpečiť zodpovedné využívanie dát a transparentnosť algoritmického rozhodovania (LO13).

4.3 Indikatívny rozvrh učenia / harmonogram výučby

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
1	Úvod do IS a cirkulárnej ekonomiky	Prednášky / e-learning	Definície, príklady IS v kontexte cirkulárnej ekonomiky.	LO1	Akrivou et al. (2022), Rincón-Moreno et al. (2020).	Interaktívna prednáška, príklady prípadov
2	Úvod do aplikácie AI a strojového učenia v informačných systémoch	Prednáška / workshop / e-learning	Definície, základy AI a strojového učenia, vývoj od tradičného IS k DIS.	LO1, LO2, LO3	Vimal et al. (2020), Ashton et al. (2022), Neves et al. (2020)	Interaktívna prednáška, skupinová diskusia, príklady prípadov
3	Zdroje dát a štruktúry toku materiálov, mapovanie tokov zdrojov (materiál/energia a energetické toky)	Prednáška/workshop / e-learning	Úvod do dátových štruktúr, techník čistenia dát a metód symbiotického párovania, digitálnych platforiem a nástrojov, úvod do Pandas/Python pre IS dáta	LO3, LO4, LO5	Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020), Angelis-Dimakis et al. (2021), Silva et al. (2022), softvérové tutoriály	Prednášky, cvičenia krok za krokom, praktické mapovanie softvéru, demonštrácia
4	Tradičné algoritmy strojového učenia, ML-pipelines, verzie modelov a testovanie modelov	Prednáška / workshop / e-learning	Metódy pre klasifikáciu a klastrovanie (neriadené strojové učenie) a ich aplikácia v materiálovom toku, využitie pre ML-pipeline, testovanie modelov a udržiavanie verzií	LO2, LO3, LO7, LO10	Namoun et al. (2022), Demetriou et al. (2024), Filippou et al. (2023), Nguyen et al. (2020), Luo et al. (2021), Chandrasekaran et al. (2023)	Analýza prípadových štúdií, skupinové brainstormovanie

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
5	Predpovedanie časových radov a použité nástroje a technológie	Prednáška / workshop / e-learning	Metódy predpovedania časových radov a ich aplikácia v materiálnych a energetických tokoch, príklady nástrojov a technológií na predpovede	LO2, LO3, LO4, LO7, LO10	Vimal et al. (2020), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020)	Analýza prípadových štúdií, skupinové brainstormovanie
6	Zavedenie dodávateľského reťazca a úloha AI v riadení dodávateľského reťazca	Prednáška / workshop / e-learning	Dodávateľský reťazec, jeho dopady a výhody AI v manažmente pomocou nástrojov	LO4, LO5, LO7, LO8, LO10	Demartini et al. (2022), Zamani et al. (2022)	Kombinovaná analýza prípadových štúdií
7	Optimalizácia logistických tokov	Prednáška / workshop / e-learning	Význam optimalizácie logistických tokov, metódy optimalizácie smerovania a ich obmedzenia	LO4, LO5, LO7, LO8, LO10	Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020), Aviso et al. (2022)	Zmiešané: interaktívna prednáška, skupinová diskusia, príklady prípadov
8	Strojové učenie pre prediktívnu analýzu a údržbu	Prednáška/workshop / e-learning	Metódy predikcie a detekcie anomálií, zavedenie zdrojov údajov na údržbu pomocou prediktívnej analýzy.	LO2, LO7, LO8, LO9, LO10	Vimal et al. (2020), Namoun et al. (2022)	Zmiešané: interaktívna prednáška, skupinová diskusia, príklady prípadov
9	Integrácia ML/AI v IS a obmedzenia a zaujatosti v AI a dátovej etike	Prednáška / workshop / e-learning	Metódy integrácie AI do IS, výzvy/obmedzenia pri používaní AI, etické, právne a sociálne aspekty v AI/ML pre IS (zaujatosť, súkromie, transparentnosť)	LO4, LO5, LO10, LO11, LO13	Ponis (2021), Demartini et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023)	Kombinované, analýza prípadových štúdií, skupinové brainstormovanie

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
10	Praktický projekt IS.	Projekt a hodnotenie	Skupinový projekt: vývoj prediktívneho modelu toku materiálov pre IS	LO6, LO8, LO9, LO10, LO11, LO12, LO13	Všetky vyššie uvedené materiály a platformy	Skupinová práca, projektové učenie, spätná väzba od kolegov a inštruktorov a prezentácia skupinových projektov.
	Záverečné hodnotenie a reflexia	Hodnotenie	Záverečné skúšky a hodnotenia.	LO1, LO2, LO3, LO4, LO5, LO9	Všetky vyššie uvedené materiály.	Písomné a ústne skúšky (otvorené otázky, otázky s výberom odpovede, kvízy a pod.).

4.4 Metódy vyučovania a učenia

▪ Prístup k učeniu

Modul využíva kombinovaný prístup, ktorý integruje osobné stretnutia, online aktivity a samoštúdium do koherentného pedagogického dizajnu. Manažéri postupne prechádzajú od konceptuálneho chápania AI, strojového učenia a priemyselnej symbiôzy k samostatnej aplikácii týchto konceptov v realistických kontextoch DIS. Vzdelávacie prostredie je zamerané na študujúcich a kompetencie, podporuje analytické myslenie, etickú reflexiu a interdisciplinárnu spoluprácu v súlade so zamýšľanými výsledkami učenia (LO1–LO13).

▪ Kľúčové vyučovacie metódy

Výučba je štruktúrovaná okolo kombinácie prednášok, seminárov, praktických workshopov a počítačových laboratórií, prípadového učenia a projektovej práce. Prednášky predstavujú teoretické základy, rámce a politické kontexty, zatiaľ čo semináre slúžia na kritické čítanie akademickej literatúry, predpisov EÚ a obchodných modelov. Workshopy a laboratória sa zameriavajú na praktické zručnosti v spracovaní dát, vývoji modelov a vizualizácii pomocou nástrojov ako Python, Power BI, QGIS a SankeyMATIC. Prípadové štúdie a skupinové projekty vystavujú študujúcim autentické priemyselné dátové súbory a scenáre, čo im umožňuje navrhovať a hodnotiť riešenia priemyselnej symbiôzy podporené AI. Asynchrónne e-learningové úlohy, kvízy a prípravné čítania podporujú kontinuitu medzi kontaktnými sedeniami a povzbudzujú k pokračujúcej angažovanosti.

▪ Prístupy k aktívnemu učeniu a praktickému využitiu

Aktívne učenie je zakorenené prostredníctvom spolupráce pri riešení problémov, úloh založených na skúmaní a iteratívnych cyklov spätnej väzby. Manažéri pracujú v interdisciplinárnych tímoch pri analýze údajov o priemyselnom materiálovom toku, výbere vhodných prístupov strojového učenia a interpretácii výstupov modelov pre rozhodovanie v kruhových dodávateľských reťazcoch. Simulácie, analýzy scenárov a projektová práca orientovaná na dizajn vyžadujú, aby manažéri aplikovali teoretické poznatky na zložité reálne výzvy, čo vyvrcholí hmatateľnými výstupmi, ako sú analytické správy, dashboardy a prezentácie prispôbené technickým aj netechnickým zainteresovaným stranám. Kontinuálna formujúca spätná väzba a štruktúrované reflexné aktivity ďalej podporujú rozvoj autonómie, profesionálneho úsudku a zodpovednej práce založenej na dátach.

42

4.5 Metódy hodnotenia a dôkazy

Hodnotiace zložky

Hodnotiaca stratégia kombinuje formujúce a sumatívne prvky na hodnotenie konceptuálneho pochopenia a praktickej aplikácie metód AI a strojového učenia v priemyselnej symbiôze. Sumatívne hodnotenie je zamerané na integratívny projekt, písomnú skúšku a komunikačnú zložku, zatiaľ čo formujúce aktivity (kvízy, laboratórne úlohy, návrhy návrhov) poskytujú spätnú väzbu a podporujú učenie v rámci modulu.

Metódy sumatívneho hodnotenia (indikatívne váženie):

- *Záverečný skupinový AI projekt (prípadová štúdia inšpirovaná priemyslom pre prediktívny model) (váha 35%).*
- *Praktické cvičenie (cvičenia založené na nástrojoch) (váha 25%).*
- *Záverečná skúška (krátke eseje, úlohové otázky a otázky s výberom odpovede) (váha 30%).*
- *Účasť a angažovanosť na seminároch, laboratóriách a spätnej väzbe od kolegov (Váha 10 %)*

Dôkazy o dosiahnutí výsledkov učenia

Manažéri demonštrujú svoje vedomosti prostredníctvom analytického projektového spisu (kód, záznamy spracovania dát, výstupy modelu), štruktúrovanej technickej správy, súboru vizuálnych artefaktov (dashboards, mapy, Sankeyho diagramy) a ústnej prezentácie alebo Screencastu prispôbeného zmiešanému publiku. Písomná skúška poskytuje dôkazy o teoretickom pochopení a kritickej reflexii konceptov AI/ML, priemyselnej symbiózy a relevantných politických a etických rámcov. Hodnotenia, vrátane kvízov s nízkym rizikom, kontrolných bodov pre priebežné projekty a spätnej väzby k návrhom, podporujú postup smerom k týmto sumatívnym výstupom bez toho, aby mali významnú váhu vo finálnej známke.

4.6 Bibliografia a nástroje

4.6.1 Povinné

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.6.2 Odporúčané

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. Návrh Sylabu – HEI (EQF6)

Názov modulu: Blockchain technológie na vytvorenie transparentných a bezpečných systémov sledovania a certifikácie tokov materiálov a energie

EQF úroveň: 6

ECTS kredity: 4 ECTS

Celková pracovná záťaž (hodiny): 100 hodín

- Výučba (prednášky, laboratóriá, semináre, workshopy atď.): 40 hodín
- Samoštúdium: 30 hodín
- Projektová práca: 30 hodín

Vyučujúca inštitúcia: LIDI SMART SOLUTIONS (LIDI), Holandsko.

47

5.1 Prehľad modulu

Tento modul predstavuje základy a aplikované využitie blockchainových technológií v kontexte priemyselnej symbiôzy (IS) a cirkulárnej ekonomiky. Manažéri preskúmajú, ako možno blockchain využiť na vytváranie bezpečných, nemenných a transparentných systémov na sledovanie materiálov a energetických tokov naprieč zložitými priemyselnými sieťami. Modul sa zameriava na zlepšenie integrity dát, sledovateľnosti v reálnom čase a súladu s environmentálnymi a udržateľnými normami (napr. CSRD, EFRAG, ISO 14000). Kombináciou teoretických vstupov, analýzy prípadových štúdií a aplikovaných laboratórií získajú manažéri praktické poznatky o produktových pasoch založených na blockchaine, digitálnych dvojčatách a certifikačných systémoch, ktoré podporujú nízkouhlíkové prechody a medzi-organizačnú zodpovednosť. Modul je obzvlášť relevantný pre budúcich manažerov SymbioTech, ktorí sa snažia digitalizovať správu zdrojov v multi-aktérových priemyselných ekosystémoch.

5.2 Výsledky vzdelávania (LO)

Plánované výsledky vzdelávania sú rozdelené do troch oblastí EQF:

- **Vedomosti.** Manažéri budú:
 1. Rozumieť blockchainovej architektúre / štruktúre, vrátane distribuovaných účtovných knihách, konsenzuálnych algoritmov a Smart kontraktov (LO1),

2. Oboznámený s tokenizáciou, orákulami, protokolmi sledovateľnosti a rámcami pre súlad (LO2),
3. Rozumieť etickým, právnym a riadiacim otázkam v systémoch udržateľnosti založených na blockchaine (LO3).

▪ **Zručnosti.** Manažéri budú:

4. Návrhovať logiku Smart kontraktov (LO4),
5. Mapovať a modelovať sledovateľné toky pre suroviny, recyklované vstupy alebo obnoviteľnú energiu (LO5),
6. Využívať hodnotiace rámce na porovnávanie blockchainových riešení na účely sledovateľnosti, auditu alebo reportovania (LO6),
7. Schopní navrhovať šablónu Digitálneho produktového pasu pre žiadosti o IS (LO7).

▪ **Kompetencie (autonómia a zodpovednosť).** Manažéri budú schopní:

8. Nezávisle posúdiť vhodnosť blockchainových riešení v reálnych scenároch udržateľnosti (LO8),
9. Uplatniť úsudok pri riadení konfliktov transparentnosti verzus dôvernosti v priemyselných dátach (LO9),
10. Spolupracovať naprieč technickými a obchodnými tímami na presadzovaní inovácií založených na dôvere v obehových systémoch (LO10),
11. Komunikovať potenciál a obmedzenia sledovateľnosti založenej na blockchaine viacerým zainteresovaným stranám (technické, právne, manažérske) (LO11).

5.3 Indikatívny rozvrh učenia / harmonogram výučby

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
1	Úvod do blockchainu a DLT architektúry	Prednáška / workshop / e-learning	Interaktívna ukážka: ako sa bloky prepájajú v účtovnej knihe	LO1, LO2	Bahga & Madiseti (2016), Wang et al. (2020), Westerkamp et al. (2018), Samaniego & Deters (2023), Brownworth (n.d.)	Interaktívna prednáška s kľúčovými poznatkami o základoch blockchainu.
2	Blockchain a cirkulárna ekonomika	Prednáška / workshop / e-learning	Analýza prípadu: Circularise, Everledger	LO6, LO8	Ventura et al. (2024), Xia et al. (2025), Vladucu et al. (2024)	Prípadová štúdia Circularise a Everledger pre hlboké pochopenie dostupných technológií.
3	Smart kontrakty a tokenizácia zdrojov pre IS	Prednáška / workshop / e-learning	Dizajnový token pre materiálové toky	LO2, LO4, LO5	Westerkamp et al. (2018), Fu et al. (2023), Zuo et al. (2025)	Aktivita s cvičeniami týkajúcimi sa navrhovania Smart kontraktov a tokenov.
4	Sledovateľnosť v dodávateľských reťazcoch a digitálne produktové pasy	Prednáška / workshop / e-learning	Vytvorte základnú šablónu DPP	LO2, LO5, LO7	Zhang et al. (2023), Sezer et al. (2021), Malik et al. (2021)	Aktivita, pri ktorej manažéri potrebujú vytvoriť šablónu DPP, skúmajúc dizajnové rozhodnutia.

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
5	Energetické certifikáty a blockchain	Prednáška/workshop / e-learning	Simulujte sledovanie obnoviteľnej energie	LO2, LO5	Fu et al. (2023), Liu et al. (2024), Zuo et al. (2025)	Zapojte sa do simulácie na realistické sledovanie energie obnoviteľných zdrojov.
6	Integrácia IoT a Oracle	Prednáška/workshop / e-learning	Navrhovanie senzorovej dosky	LO1, LO2	Bahga & Madiseti (2016), Wang et al. (2020), Samaniego & Deters (2023), Schmid & Lefèvre (2024)	Analyzujte príklady existujúcich senzorových panelov a použite kritické myslenie na aplikáciu princípov na daný príklad použitia.
7	Súkromie, bezpečnosť a súlad	Prednáška/workshop / e-learning	Etický prípad: Sledovateľnosť verzus dôverynosť	LO2, LO3	Cali et al. (2021), Sezer et al. (2021), Malik et al. (2021), Khan & Salah (2022)	Skupinová debata alebo individuálna analýza kompromisov medzi sledovateľnosťou a dôverynosťou
8	Skupinový návrhový šprint	Projekt a hodnotenie	Workshop na tvorbu nápadov: projekt sledovania zdrojov	LO5, LO6, LO10, LO11	Nie je relevantné	Skupinová práca/brainstorming, aby sme navrhli riešenie existujúceho problému pomocou tém kurzov.

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
9	Záverečné prezentácie	Projekt a hodnotenie	Prezentácie skupinových projektov	LO9, LO10, LO11	Nie je relevantné	Prezentácia skupinového projektu.
10	Skúška	Hodnotenie	Záverečné skúšky a hodnotenia.	LO1, LO2, LO3	Všetky vyššie uvedené materiály.	Písomné a ústne skúšky (otvorené otázky, kvízy a pod.).

5.4 Metódy vyučovania a učenia

▪ Prístup k učeniu

Pre tento modul sa používa hybridný prístup. To zahŕňa kombináciu sedení vedených trénermi spolu so zdrojmi na samoštúdium. Sedenia vedené trénermi sa budú konať v digitálnej triede, kde sa manažéri pripoja k lekciám v určených hodinách. Toto digitálne sociálne prostredie zlepšuje porozumenie prostredníctvom medziľudskej komunikácie. Samostatné študijné zdroje budú manažérom dostupné, kedykoľvek im to najviac vyhovuje. Tieto zdroje zahŕňajú prednahráné prednášky, prezentácie, dokumenty, obrázky a videá. Takýto prístup umožňuje rovnováhu medzi štruktúrou a slobodou, zameraný na prospech manažérov s rôznymi preferenciami a učebnými návykmi. Táto flexibilita ďalej umožňuje multimediálne kontaktné body, ktoré poskytujú komplexnejšiu intuíciu o témach, keď sú vnímané a prezentované iným pohľadom, najmä kombináciou písaného textu, video materiálov, interaktívnych simulácií a zapojených učiteľov.

▪ Kľúčové vyučovacie metódy

Na poskytnutie kompletného vzdelávacieho zážitku sa využijú rôzne vyučovacie metódy. Najvýraznejšie interaktívne prednášky, semináre, praktické workshopy, riadené počítačové laboratória a skupinové projekty. Obsah tohto modulu, ktorý pokrýva témy ako blockchain, priemyselná symbióza (IS), cirkulárna ekonomika (CE), sledovanie dodávateľského reťazca a inteligentné zmluvy, bude realizovaný kombinovaním vyššie uvedených vyučovacích metód.

▪ Prístupy a metódy podporujúce aktívne učenie a praktické využitie poznatkov.

Kombinovaním vyučovacích metód v tomto module je možné každú metódu využiť na získanie významnej hodnoty. Sociálne zapojenie a osobná dôvera umožňujú interaktívny a personalizovaný zážitok, ktorý manažérom ponúka príležitosť objasniť si akékoľvek neistoty ohľadom svojho chápania tém. Asynchronny aspekt umožňuje manažérom pracovať vlastným tempom, čím sa znižuje stres u manažérov, ktorí profitujú z práce vopred alebo z opakovania predchádzajúcich tém. Rôzne formáty učebných materiálov tiež prospievajú manažérom, pretože si môžu vybrať, ktoré formáty sú najefektívnejšie pre ich vlastný štýl učenia. Okrem povinných tém budú k dispozícii doplnkové zdroje pre manažérov, ktorí majú hlboký záujem o konkrétne témy.

Vďaka skupinovému projektom získame tímovú prácu a komunikačné zručnosti z tohto modulu. Tieto vedomosti a zručnosti budú priamo aplikovateľné v reálnom pracovnom prostredí. To umožňuje manažérom pripraviť sa na projekty v kontexte LCA.

52

5.5 Metódy hodnotenia a dôkazy

Hodnotiace zložky a dôkazy o dosiahnutí výsledkov učenia:

Tento modul, v súlade s rôznorodými vyučovacími metódami, bude obsahovať množstvo hodnotiacich metód na zistenie pokroku, ktorý manažéri dosiahli, či už v oblasti vedomostí alebo rozvoja zručností. Takéto hodnotiace metódy zahŕňajú skúšky, skupinové projekty, laboratórne správy a interaktívnu účasť v triede.

- *Skupinový projekt (váha 40 %)*. Navrhnuť riešenie existujúceho problému pomocou tém kurzov. Používanie AI na brainstorming a výskum existujúcich problémov a riešení je povolené.
- *Portfólio laboratórnych správ (váha 30 %)*. Všetky dizajnérske úlohy spolu zohľadňujú túto známku.
- *Záverečná skúška (váha 30 %)*. Technické a hypotetické otázky, energetické modelovanie a zosúladenie regulácií.

5.6 Bibliografia a nástroje

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. Návrh Sylabu – HEI (EQF6)

Názov modulu: Symbiotické technológie a modely manažmentu energetickej účinnosti

EQF úroveň: 6

ECTS kredity: 4 ECTS

Celková pracovná záťaž (hodiny): 100 hodín

- Výučba (prednášky, laboratória, semináre, workshopy a pod.): 30 hodín
- Samoštúdium: 40 hodín
- Projektová práca: 30 hodín

Vyučujúca inštitúcia: VSB - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA (VSB - TUO), Česko.

55

6.1 Prehľad modulu

Tento modul poskytuje úvod do energetických systémov, obnoviteľných zdrojov energie a udržateľného riadenia energie. Manažéri získajú pevné pochopenie výroby a spotreby elektriny, obnoviteľných zdrojov energie, energetickej efektívnosti budov, priemyselných energetických tokov, komunitných energetických modelov, finančných a oceňovacích metód a správy emisných povoleniek.

Modul kombinuje teóriu s praktickými aplikáciami prostredníctvom prednášok, workshopov, seminárov, e-learningu, prípadových štúdií a simulácií. Manažéri uplatnia svoje vedomosti v cvičeniach, ako sú energetické audity, simulácie ukladania energie, zásahy do efektívnosti, komunitné energetické modelovanie a návrh mestskej modro-zelenej infraštruktúry. Skupinové projekty a analytické úlohy ďalej rozvíjajú ich rozhodovacie, predpovedacie a optimalizačné schopnosti.

Poznámka: Odporúča sa základné pochopenie tabuľkového softvéru (napr. Excel) a všeobecných ekonomických princípov.

Na konci modulu budú manažéri schopní analyzovať energetické systémy, hodnotiť environmentálne a ekonomické dopady, navrhovať a hodnotiť opatrenia na úsporu energie a prijímať informované rozhodnutia týkajúce sa stratégie riadenia energie.

6.2 Výsledky vzdelávania (LO)

Plánované výsledky vzdelávania sú rozdelené do troch oblastí EQF:

▪ **Vedomosti.** Manažéri budú:

1. Rozumieť energetickým systémom a tokom: pochopiť kľúčové koncepty výroby elektriny, obnoviteľných a neobnoviteľných zdrojov a distribúcie v kontexte energetického manažmentu (LO1),
2. Definovať energetickú efektívnosť a služby: Vysvetliť princípy energetických služieb, faktory zvyšujúce efektívnosť (náklady, riziká, technológie) a úlohu energetických auditov (LO2),
3. Rozlišovať obchodné modely: Rozlišujte medzi tradičnými modelmi ponuky a modelmi založenými na výkone (ESCO, EPC, PPA), vrátane rámcov komunitnej energie a zdieľaného vlastníctva (LO3),
4. Chápať finančné a rizikové princípy: Pochopiť metódy finančného oceňovania (ROI, IRR, návratnosť) a identifikovať riziká spojené s peňažnými tokmi a energetickými projektmi (LO4),
5. Chápať regulačné mechanizmy: Porozumieť legislatívnemu rámcu pre emisné povolenky, obchodné schémy a mestské energetické politiky (LO5).

▪ **Zručnosti.** Manažéri budú:

6. Analyzovať energetické dáta: Vykonávanie výpočtov na vyváženie priemyselných energetických tokov, identifikácia príležitostí na efektívnosť a optimalizácia spotreby (LO6),
7. Hodnotiť stavebné a mestské riešenia: Hodnotiť energetickú výkonnosť budov a navrhovať modro-zelenú infraštruktúru (napr. zelené strechy) na zmiernenie mestských tepelných ostrovov (LO7),
8. Aplikovať prognostické modely: Použiť analýzu časových radov a stochastické modely na predpovedanie neistých premenných na energetických trhoch (LO8),
9. Vykonávať ekonomickú analýzu: Vypočítať peňažné toky pre projekty obnoviteľnej energie a vykonať oceňovanie pomocou deterministických a náhodných premenných (LO9),
10. Porovnávať možnosti zmluvných zmlúv: Analyzujte a vyberte optimálne zmluvné prístupy (napr. garantované úspory vs. spoločné úspory) na základe konkrétnych obmedzení (LO10).

56

- **Kompetencie (autonómia a zodpovednosť). Manažéri budú schopní:**
- 11. Robiť strategické investičné rozhodnutia: Syntetizovať riziká a ekonomickú analýzu na prijímanie a obhajobu informovaných rozhodnutí týkajúcich sa investícií do obnoviteľnej energie (LO11),
- 12. Navrhovať symbiotické energetické modely: Vyvíjať životaschopné obchodné alebo prevádzkové modely pre komunitné zdieľanie energie a decentralizovanú výrobu elektriny (LO12),
- 13. Optimalizovať emisné stratégie: Formulovať stratégie na správu emisných povoleniek s cieľom dosiahnuť súlad a ekonomickú optimalizáciu (LO13),
- 14. Riešiť zložité energetické problémy: Integrovať technické, environmentálne a sociálne aspekty na navrhovanie komplexných riešení pre udržateľné riadenie energie (LO14).

6.3 Indikatívny rozvrh/harmonogram výučby

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
1	Úvod do elektrickej energie, riadenie výroby elektriny a spotreba v kontexte obnoviteľných a neobnoviteľných zdrojov.	Prednášky / e-learning	Základné pojmy elektrickej energie, výrobných cyklov, distribúcie a spotreby verzus riadenie energie v ekonomických subjektoch.	LO1, LO6,	Cleveland & Morris (2015), Randolph & Masters (2018), Rubino, Sapio & La Scala (2021)	Interaktívne prednášky, diskusie.
2	Obnoviteľné zdroje energie	Prednáška / workshop/ e-learning	Typy obnoviteľných zdrojov, environmentálne/sociálne dopady a integrácia do siete.	LO1, LO2, LO7	Sebestyén (2011), Alam et al. (2020), Beck et al. (2025), European Commission (2017)	Triedenie zdrojov energie. Interaktívna mapa – kde obnoviteľné zdroje fungujú najlepšie. Minipřípadová štúdia: Obnoviteľná energia v mojej krajine/regióne/meste/domove.
3	Priemyselné energetické toky (vyrovnávanie spotreby)	Prednáška / workshop / e-learning	Monitorovanie/meranie energie, balancing, optimalizácia a skladovanie energie.	LO1, LO6, LO8	Ionita et al. (2023), Nolzen, Leenders & Bardow (2023), Guo et al. (2024)	Energetický audit domácnosti. Minicase (napr. Blackout Scenario). Simulácia ukladania energie.
4	Symbiotické (komunitné) zdieľanie energie	Prednáška / seminár / e-learning	Koncepty zdieľania energie v komunite, technická infraštruktúra a legislatívny rámec.	LO3, LO10, LO12	Leghissa, G. (2024), Chen, T. a kol. (2025), European Community Power Coalition (2021)	Simulácia komunitného energetického modelu (napr. pomocou prípadovej štúdie alebo hrania rolí).

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
5	Znižovanie energetickej spotreby budov	Prednáška/ workshop / e-learning	Energetické normy, optimalizácia izolácie, monitorovanie spotreby, zlepšovanie udržateľnosti.	LO2, LO6, LO7	Gkotsis et al. (2024), Energy Efficiency (2024), Widuto (2022)	Implementácia opatrení na efektívnosť v praktických prípadoch, absolvovanie interaktívnych cvičení.
6	Modro-zelená infraštruktúra (symbióza na tepelných ostrovoch)	Prednáška/ workshop / e-learning	Ochladzovanie miest, zelené strechy, živé steny, podpora biodiverzity, modro-zelená symbióza.	LO7, LO14	SALUTE4CE-Handbook (2022), Gartland (2008), Brázdová & Kupka (2023)	Návrh intervencie, terénne návštevy, analýzu dát.
7	Finančné modelovanie a prognózovanie energetických trhov	Prednáška/ workshop	Analýza dát, modely vývoja a prognózovanie trhových premenných.	LO4, LO8,	Bunn, Derek (2004), Prosser, Matthias (2025), Rees, Michael (2018)	Prednáška s vedenými prípadovými štúdiami o modelovaní náhodných premenných na energetických trhoch.
8	Oceňovanie investícií do obnoviteľnej energie	Prednáška/ workshop	Predpoveď cash flow, oceňovanie projektov, analýza rizík (IRR, NPV).	LO4, LO9, LO11	Hürlimann, Christian (2019), Santosh Raikar a Seabron Adamson (2024)	Teória a praktické prípadové štúdie oceňovania investícií do obnoviteľných zdrojov energie
9	Energetické zmluvy a obchodné modely	Prednáška / workshop / e-learning	PPA, ESCO, EPC, zdieľané zmluvy, hodnotenie obchodného modelu.	LO3, LO10, LO12	Andersen (2025), International Energy Agency (2023, 2024), North East & Yorkshire Net Zero Hub. (2024), RE-Source Platform (2025)	Prednáška s vedenými prípadovými štúdiami, interaktívny seminár s vedenou diskusiou/projektom.
10	Emisné povolenky a ich optimálne riadenie	Prednáška / seminár / e-learning	Typy povoleniek, metódy priradenia a modely rozhodovania o riziku pre spoločnosti.	LO05, LO13	Zapletal (2018), Zapletal et al. (2020), Abrell et al. (2022), Skjærseth & Wettestad (2016), Błażejowska et al. (2024)	Teoretická a praktická prípadová štúdia priemyselnej spoločnosti v EÚ založená na historických údajoch.

6.4 Metódy vyučovania a učenia

▪ Prístup k učeniu

Pre tento modul bude prijatý hybridný prístup k učeniu, ktorý umožní viesť sedenia buď synchronne, alebo asynchronne. Manažéri sa zapoja do interaktívnych prednášok, workshopov, seminárov a vedených diskusií, ako aj do prednahráných prednášok, prezentácií, čítaní, prípadových štúdií a simulačných cvičení. Tento prístup poskytuje flexibilitu a zároveň zabezpečuje aktívne zapojenie a komplexné pochopenie tém.

▪ Kľúčové vyučovacie metódy

Modul využije rôzne vyučovacie metódy, vrátane interaktívnych prednášok s vedenými diskusiami na predstavenie základných poznatkov o energetických systémoch, obnoviteľných zdrojoch energie a riadení energie. Prípadové štúdie, mini-analýzy prípadov a simulácie rolí umožnia manažérom aplikovať teoretické poznatky na praktické scenáre, ako sú energetické audity, zdieľanie energie a riadenie emisných povoleniek. Workshopy a praktické laboratória rozvinú zručnosti v oblasti optimalizácie energie, finančného modelovania, prognózovania a plánovania mestskej energie. Prednášky/webináre, skupinové projekty a semináre rozšíria pochopenie regulačných rámcov, inovatívnych obchodných modelov a stratégií udržateľnosti. Hodnotenia budú zahŕňať písomné alebo ústne úlohy na hodnotenie vedomostí, analytických schopností a praktického využitia.

▪ Prístupy a metódy podporujúce aktívne učenie a praktické využitie poznatkov.

Praktické metódy, ako simulácie, terénne zásahy a prípadové štúdie, umožňujú manažérom aplikovať teoretické koncepty na reálne energetické výzvy. Tímová práca prostredníctvom workshopov, skupinových projektov a spoločných cvičení zlepšuje zručnosti v riešení problémov, modelovaní a rozhodovaní. Táto kombinácia vybavuje manažérov vedomosťami, zručnosťami a kompetenciami na efektívne riadenie energetických systémov, implementáciu udržateľných riešení a hodnotenie inovatívnych stratégií v priemyselných a mestských kontextoch.

60

6.5 Metódy hodnotenia a dôkazy

Modul využíva zmiešanú hodnotiacu stratégiu na hodnotenie teoretických vedomostí aj praktických zručností vo všetkých témach. Porozumenie manažérov energetickým systémom, obnoviteľným zdrojom, priemyselným energetickým tokom, komunitnej energii, energetickej efektívnosti budov, mestskej modro-zelenej infraštruktúre, finančnému modelovaniu, oceňovaniu obnoviteľných zdrojov, zákazkám na energiu a manažmentu emisných povoleniek bude hodnotené viacerými metódami. Hodnotenia zahŕňajú aktívnu účasť, aplikované cvičenia, projektovú prácu a písomné a ústne skúšky. Formujúce hodnotenie (priebežná účasť, cvičenia a spätná väzba) aj sumatívne hodnotenie (záverečné hodnotené odovzdávanie) sú integrované na podporu pokroku vo vzdelávaní.

Hodnotiace zložky a dôkazy o dosiahnutí výsledkov učenia:

- *Účasť a angažovanosť (váha 10 %).* Aktívna účasť na všetkých vyučovacích a vzdelávacích aktivitách, vrátane prednášok, workshopov, seminárov, e-learningových cvičení,

prípadových štúdií, simulácií a vedených diskusií. Zapojenie bude hodnotené na základe príspevku do diskusií, spolupráce v skupinových aktivitách a splnenia interaktívnych cvičení.

- *Aplikované cvičenia a mini-prípady (váha 20%).* Plnenie praktických cvičení, ako sú hry triedenia zdrojov energie, energetické audity domácností, simulácie obnoviteľných zdrojov energie, zásahy do energetickej efektívnosti budov a úlohy návrhu modro-zelenej infraštruktúry (testovanie LO6, LO7, LO8).
- *Skupinový projekt (váha 40%).* Kolaboratívny analytický projekt (približne 3 000 slov) sa zameriava na reálny alebo simulovaný scenár súvisiaci s energiou, ako je optimalizácia zdieľania energie v komunite, navrhovanie ukazovateľov energetickej efektívnosti budovy alebo hodnotenie stratégií emisných povoleniek. Správa by mala obsahovať analýzu dát, rozhodovanie a praktické odporúčania (testovanie LO11 – LO14).
- *Záverečné písomné alebo ústne skúšky (váha 30%).* Skúšky preveria teoretické vedomosti a praktické pochopenie vo všetkých témach modulov, vrátane energetických systémov, obnoviteľných zdrojov energie, priemyselných energetických tokov, finančného modelovania, oceňovania, energetických zmlúv a riadenia emisií. Formáty otázok môžu zahŕňať otvorené otázky, otázky s výberom odpovede a úlohy založené na scenároch na komplexné hodnotenie LO1-LO5, LO9, LO10.

6.6 Bibliografia a nástroje

6.6.1 Povinné

61

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/esco-contracts>

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Sebestyén, V. (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., & Wettstad, 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 Odporúčané

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. Návrh Sylabu – HEI (EQF6)

Názov modulu: Systémy environmentálneho manažmentu (EMS)

EQF úroveň: 6

ECTS kredity: 4 ECTS

Celková pracovná záťaž (hodiny): 100 hodín

- Výučba (prednášky, laboratória, semináre, workshopy atď.): 40 hodín
- Samoštúdium: 30 hodín
- Projektová práca: 30 hodín

Vyučujúca inštitúcia: UNIVERZITA V PATRAS (UPAT), Grécko

7.1 Prehľad modulu

Tento modul poskytuje pokročilý úvod do systémov environmentálneho manažmentu (EMS) a ich úlohy pri podpore organizačnej udržateľnosti, dodržiavania predpisov a neustáleho zlepšovania. Zameriava sa na európske nariadenie EMAS ako hlavný rámec EMS, podporený verejne dostupnými základmi ISO 14001 a praktickými, krok za krokmi usmernením modelu EMS z EPA USA. Manažéri si vytvárajú integrované pochopenie toho, ako sú štruktúrované rámce EMS, ako sa identifikujú a hodnotia environmentálne aspekty a dopady, ako sa stanovujú povinnosti a ukazovatele výkonnosti, a ako auditné, monitorovacie a kontrolné procesy zabezpečujú neustále zlepšovanie. Tento dôraz pomáha manažérom vidieť, ako sa EMS nástroje používajú v reálnych podmienkach na zlepšenie environmentálneho výkonu. Vďaka rozsiahlemu praktickému používaniu oficiálnych nástrojov EMAS – vrátane nástroja pre environmentálne aspekty, nástroja na zber dát a základných indikátorov – ako aj pracovných listov EPA, manažéri získavajú praktické zručnosti v analýze environmentálneho výkonu a navrhovaní komponentov EMS.

Modul je určený pre študujúcich vysokoškolského vzdelávania a budúcich profesionálov v oblasti udržateľnosti, environmentálneho manažmentu, facilitácie priemyselnej symbiôzy, konzultácií a compliance pozícií. Je priamo prepojený s modulom Modely Priemyselnej symbiôzy tým, že poskytuje prevádzkové a riadiace mechanizmy potrebné na začlenenie symbiotických praktík do organizačných systémov. Predchádzajúce znalosti environmentálneho manažmentu, regulačných rámcov alebo konceptov obehového hospodárstva sú užitočné, ale nie povinné. Na konci modulu budú manažéri schopní pochopiť, porovnávať a aplikovať metodológie EMS EMAS, ISO a EPA a implementovať základné prvky malého systému EMAS, čím sa pripraví na reálne výzvy environmentálneho manažmentu.

7.2 Výsledky vzdelávania (LO)

Plánované výsledky vzdelávania sú rozdelené do troch oblastí EQF:

▪ **Vedomosti.** Manažéri budú:

1. Vedieť preukázať pokročilé pochopenie princípov, štruktúry a účelu EMS, vrátane požiadaviek EMAS (prílohy I–IV) a verejne dostupných základov ISO 14001 (LO1),
2. Kriticky hodnotiť rámce EMS EMAS, ISO 14001 a EPA EMS, identifikovať ich rozdiely v požiadavkách, transparentnosti, audite a výkonnosti (LO2).

▪ **Zručnosti.** Manažéri budú:

3. Identifikovať a vyhodnocovať environmentálne aspekty a dopady pomocou metodológií a nástrojov EMAS (Environmental Aspects Tool, kritériá prílohy II) (LO3),
4. Vedieť vypracovať základnú dokumentáciu EMS/EMAS, vrátane environmentálnej politiky, cieľov, KPI, registrov súladu, monitorovacích plánov a prevádzkových kontrol (LO4),
5. Používať nástroje EMAS a pracovné listy EPA EMS na interpretáciu environmentálnych údajov, hodnotenie ukazovateľov výkonnosti a podporu rozhodovania v oblasti EMS (LO5).

▪ **Kompetencie (autonómia a zodpovednosť).** Manažéri budú schopní:

6. Samostatne plánovať a koordinovať kľúčové fázy implementácie EMAS, vrátane hodnotenia aspektov, hodnotenia súladu, nastavovania KPI a monitorovania (LO6),
7. Vykonávať interné audity EMS a prispievať k procesom manažérskemu hodnoteniu, preukazujúc zodpovednosť a orientáciu na neustále zlepšovanie (LO7),
8. Efektívne komunikovať, formulovať a obhajovať odporúčania založené na dôkazoch na zlepšenie EMS pre rôznych zainteresovaných strán, vrátane manažmentu a audítorov (LO8),
9. Navrhovať adaptívne riešenia bežných implementačných výziev alebo nesúladow v rámci EMS, ospravedlňujúc rozhodnutia na základe princípov EMAS, ISO a EPA (LO9).

7.3 Indikatívny rozvrh učenia / harmonogram výučby

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
1	Čo sú EMS? Pochopenie kontextu	Prednáška / workshop / e-learning	Čo sú EMS, prečo sú dôležité, EMS v udržateľnosti EÚ a priemyselná symbióza	LO1	EMAS User's Guide (úvod); Prehľad EPA EMS	Interaktívna prednáška; kontextové mapovanie; Vedená diskusia
2	EMS štruktúra a základné komponenty (EMAS/ISO/EPA)	Prednáška	Štruktúra EMS (politika → plánovanie → implementácia → kontrola → revízia); PDCA	LO1	Používateľská príručka EMAS – Štruktúra EMS; Stránka EPA "Základné komponenty EMS"	Mapovanie systému; Zloženie komponentov
3	Základy EMAS (Časť 1)	Prednáška	Čo je EMAS; registrácia v EMAS; Požiadavky prílohy I EMAS; pridaná hodnota nad rámec ISO	LO1, LO2	Nariadenie EMAS (príloha I)	Čítanie povinných nariadení
4	Základy EMAS (Časť 2): Aspekty a dopady	Workshop	metodológia EMAS Annex II; hodnotenie významnosti; Mapovanie environmentálnych aspektov	LO3, LO6	Nástroj EMAS pre environmentálne aspekty; EMAS Annex II	Praktické používanie nástroja EMAS Aspects Tool; Hodnotenie významnosti
5	EMAS nástroje: Aspekty, indikátory, dáta (Hands-On Lab)	Praktické laboratórium	Použitie nástrojov EMAS: Aspects Tool, Data Collection Tool, Core Indicators; príprava EMAS dátových súborov	LO3, LO4, LO5, LO6	Nástroj na zber dát EMAS; Usmernenie k hlavným indikátorom EMAS	Cvičenia založené na šablónach; Interpretácia údajov

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
6	Základy ISO 14001	Prednáška	ISO High Level Structure (verejné informácie); Prehľad klauzuly; myslenie založené na riziku; rozdiely oproti EMAS	LO1, LO2	Verejný prehľad ISO 14001 (iso.org); EPA "Usmernenie EMS v súlade s ISO"	Konceptuálne porovnanie; Mapovanie ISO štruktúry
7	Praktický modul EPA EMS krok za krokom	Workshop / Laboratórium	Kroky 1–9 EMS EPA: Aspekty politiky → → právne → ciele → implementácia → monitorovanie → audity → revízia → zlepšovanie	LO3, LO5, LO6	Implementačný sprievodca EMS EPA; Pracovný list EPA	Praktické vyplnenie pracovného listu; Cvičenia so scenármi
8	EMAS vs ISO 14001 vs EPA – rozdiely, silné stránky, nástroje	Workshop	Porovnanie vedľa seba: požiadavky, transparentnosť, indikátory, audity, dokumentácia	LO2, LO8, LO9	porovnanie EMAS vs ISO (EÚ); Stránka EPA "EMS Models"	Vennov diagram; štruktúrované porovnanie; Skupinová analýza
9	Implementácia EMAS krok za krokom (pokročilá)	Workshop	Kompletný workflow EMAS: Politické → aspekty → súladu → KPI → kontroly → monitorovanie → audit → vyhlásenie (príloha IV)	LO4, LO7, LO9	Príloha III EMAS (Audit) a príloha IV (Vyhlásenie)	Skupinová analýza
10	Záverečný projekt EMAS a integrácia	Projekt / Hodnotenie	Projekt / Hodnotenie	LO4, LO5, LO6, LO8, LO9	Všetky EMAS nástroje; Pracovné listy EPA EMS	Dielňa dokumentácie

7.4 Metódy vyučovania a učenia

▪ Prístup k učeniu

Prijíma sa hybridný prístup k učeniu, ktorý kombinuje synchronné a asynchrónne režimy. Synchronné sedenia (prednášky, semináre, workshopy) umožňujú priamu interakciu, vedené diskusie a riešenie problémov v reálnom čase. Asynchrónne učenie poskytuje flexibilitu tým, že ponúka starostlivo vybrané digitálne materiály (EMAS User's Guide, EMAS Tools, EPA pracovné listy, ISO verejné zhrnutia) na vzdelávacej platforme, čo umožňuje štúdium vlastným tempom.

▪ Kľúčové vyučovacie metódy

- Interaktívne prednášky predstavujúce EMS koncepty, štruktúru EMAS, základy ISO 14001 a krok za krokom usmernenia EPA.
- Učenie založené na prípadoch, aplikácia nástrojov EMAS na reálne alebo realistické organizačné scenáre.
- Praktické laboratórne sedenia s využitím EMAS Environmental Aspects Tool, EMAS Data Collection Tool, EMAS Core Indicators a pracovných listov EPA.
- Workshopy a simulácie, ako sú simulované audity, simulácie manažérskych revízií a tvorba environmentálnych vyhlásení.
- Skupinová práca, podpora vzájomného učenia prostredníctvom úloh založených na nástrojoch (analýza aspektov, nastavenie KPI, mapovanie súladu).
- Projektovo orientované učenie, ktoré vyvrcholilo vývojom kompletného mini-systému EMAS.

69

Tieto metódy rozvíjajú konceptuálne porozumenie aj praktickú kompetenciu v implementácii EMS/EMAS.

▪ Prístupy a metódy podporujúce aktívne učenie a praktické využitie poznatkov

Synchronný prístup k učeniu je vhodný na okamžité zapojenie školiteľov a manažérov a rýchlejšiu výmenu informácií, čím pomáha budovať pocit komunity a vysvetľovať mylné predstavy. Navyše, prístup k asynchrónnemu učeniu je flexibilnejší. Umožňuje manažérom viac času na skúmanie a zapojenie sa do materiálov a umožňuje prístup k širšiemu spektru manažérov.

7.5 Metódy hodnotenia a dôkazy

Komponenty hodnotenia a dôkazy o dosiahnutí výsledkov učenia

Skladajú sa z:

- *účasť a zapojenie (váha 10 %),*
- *praktický skupinový projekt (váha 30 %), a*
- *záverečná písomná skúška (váha 60 %).*

Účasť odráža aktívnu účasť manažérov na prednáškach, seminároch, workshopoch a cvičeniach s nástrojmi pomocou oficiálnych nástrojov EMAS a pracovných listov EPA EMS. Skupinový projekt vyžaduje, aby manažéri spoločne navrhli stručný mini-systém EMAS pre reálnu alebo hypotetickú organizáciu, pričom aplikujú kľúčové prvky predstavené v rámci 10 jednotiek, pričom si zachovávajú flexibilitu v štruktúre a hĺbke podľa konkrétneho organizačného kontextu, ktorý si zvolia. Záverečná písomná skúška hodnotí pochopenie princípov EMS a EMAS, základov ISO 14001 (s využitím verejne dostupných zdrojov), rozdielov medzi modelmi EMAS–ISO–EPA a ich schopnosti analyzovať scenáre alebo interpretovať environmentálne aspekty, indikátory či údaje o súlade. Tieto komponenty spolu zabezpečujú, že manažéri preukazujú teoretické vedomosti aj praktickú spôsobilosť pri implementácii základných procesov EMS/EMAS.

7.6 Bibliografia a nástroje

7.6.1 Povinné

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

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

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

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

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

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

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

Okrem toho sú manažéri povinní študovať všetky vzdelávacie materiály (prednášky, prezentácie, poznámky, pracovné listy a doplnkové dokumenty), ktoré vyučujúci nahraje na platformu kurzu, pretože tvoria neoddeliteľnú súčasť základných vzdelávacích zdrojov modulu.

7.6.2 Odporúčané

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>

Časť B

7 Sylabov pre vzdelávacie moduly odborného vzdelávania a prípravy (VET)

71

1. Návrh Sylabu – VET (EQF5)

Názov modulu: Model priemyselnej symbiózy (IS)

EQF úroveň: 5

ECVET kredity: 2 až 3 ECVET

Celková pracovná záťaž (hodiny): 50-75

- Výučba (vstupy, semináre, workshopy a pod.). 42-56 hodín
- Samoštúdium: 4-9
- Projektová práca: 4-10

Inštitúcia poskytujúca: IN DIALOGUE (IDDK), Dánsko.

1.1 Prehľad modulu

Tento modul predstavuje manažérom základné koncepty a praktické aplikácie **obehového hospodárstva (CE)** a **priemyselnej symbiózy (IS)** v kontexte výroby.

Je navrhnutý špeciálne pre manažérov, koordinátorov a facilitátorov v iniciatívach cirkulárnej ekonomiky a priemyselnej symbiózy, vybavujúc ich základnými manažérskymi kompetenciami.

Tento modul uvádza manažérov do priemyselnej symbiózy (IS) z praktického a na človeka zameraného pohľadu odborného vzdelávania (ET). Zameriava sa na kompetencie potrebné pre CE/IS manažéra/facilitátora. Modul sa ďalej snaží budovať porozumenie IS v každodenných termínoch, zapájať zainteresované strany prostredníctvom dialógu, rozpoznávať kultúrne faktory a prekážky a podporovať inovácie v tímoch a sieťach. Dôraz je kladený na úvodné facilitačné zručnosti založené na reálnych organizačných kontextoch.

Služí ako základná súčasť vzdelávacej cesty SymbioTech, ktorá pripravuje účastníkov na ďalšie moduly o digitálnej priemyselnej symbióze a systémoch environmentálneho manažmentu.

Všeobecné pochopenie udržateľnosti alebo priemyselných operácií je užitočné, ale nie je povinné. Základné analytické zručnosti a záujem o spoločné riešenie problémov podporujú efektívne zapojenie sa do teoretických a praktických častí modulu.

Po dokončení budú manažéri a facilitátori SymbioTech schopní pozorovať, dokumentovať a analyzovať toky materiálov a energie v priemyselných zariadeniach, ako aj podporovať inovácie v rôznorodých tímoch a sieťovanie.

1.2 Výsledky vzdelávania (LO)

Plánované výsledky vzdelávania sú rozdelené do troch oblastí EQF:

▪ **Vedomosti.** Manažéri budú:

1. Chápať princípy priemyselných symbióz (IS) a cirkulárnej ekonomiky (CE) (LO1),
2. Chápať typických tokov zdrojov, energie, vody a materiálu v malých a stredných podnikoch (MSP) (LO2),
3. Mať znalosti o príležitostiach a prekážkach IS (organizačné, kultúrne, regulačné) (LO3),
4. Poznať úlohu a základné kompetencie facilitátorov IS, manažérov IS, vedúcich tímov a pod. (LO4),
5. Mať poznatky o facilitácii interdisciplinárnych tímov s vysokou úrovňou diverzity, ako aj o inovatívnych procesoch (LO5).

▪ **Zručnosti.** Manažéri budú:

6. Identifikovať a dokumentovať toky materiálu/energie pomocou jednoduchých nástrojov (SankeyMATIC) (LO6),
7. Identifikovať kultúrne, organizačné a regulačné faktory a prekážky vo vlastnom kontexte (LO7),
8. Vedieť rozpoznať základné kompetencie potrebné na riadenie a/alebo uľahčenie IS (LO8),
9. Budovať dôveru a porozumenie v medziodborových a rozmanitých tímoch (LO9),
10. Vedieť uľahčiť jednoduché inovatívne a nápadové procesy v tímoch a sieťach (LO10).

▪ **Kompetencie (autonómia a zodpovednosť).** Manažéri budú schopní:

11. Prevziať zodpovednosť za úlohy prieskumu IS v počiatočnej fáze (LO11)
12. Zapojiť sa do spolupráce s faktormi a prekážkami na úrovni organizácie na podporu manažérov pri rozhodovaní (LO12),
13. Zlepšovať vlastné kompetencie ako manažér/facilitátor IS prostredníctvom reflexívnej praxe (LO13),
14. Umožňovať procesy tvorby významu interne aj v rámci IS sietí charakterizovaných vysokou diverzitou (LO14),
15. Mať rozmanitosť a psychologickú bezpečnosť, aby sa zabezpečila inovácia a generovanie nápadov (LO15).

1.3 Indikatívny rozvrh učenia / harmonogram výučby

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
1	Úvod do IS a CE a ich histórie. Úvod do mapovania tokov energie a materiálov	Vstup Workshop	Prehľad cirkulárnej ekonomiky a priemyselnej symbiózy, definícia IS. Od prípadu IS v Kalundborgu v 60. rokoch až po digitálny IS v 20. rokoch 21. storočia. Mapovanie toku energie a materiálu pomocou Sankey MATIC	LO1, LO2, LO6, LO11	Nolan (2020) SankeyMATIC Softvérové tutoriály QGIS softvérové tutoriály	Interaktívny vstup s vedenou diskusiou o I, CE a štúdiách udržateľnosti. Prípadové štúdie úspechov a neúspechov IS Interaktívny vstup k mapovaniu tokov energie a materiálov Inštrukcia o domácej úlohe (SankeyMATIC mapovanie tokov energie a materiálu)
2	Prístupy a prekážky, pochopenie organizačného a kultúrneho kontextu, politika EÚ a možnosti financovania	Vstup Workshop	Počiatkový pohľad na ľudský faktor, ktorý spôsobuje, že SI vzniká. Pochopenie organizačnej kultúry, ako aj národnej kultúry a toho, ako interaguje so základnými princípmi SI. Znalosť politiky EÚ a národnej politiky, ako aj možnosti financovania	LO3, LO7, LO12	Mathews (2024) Európska Greenova dohoda Prípadové štúdie IS	Prezentácia domáceho pridelenia Interaktívne vstupy o organizačnej a národnej kultúre nasledované skupinovými diskusiami o vlastných prípadoch Seminárny úvod do legislatívy EÚ a možnosti financovania Skupinová práca na vlastnom legislatívnom a finančnom kontexte. Prezentácia skupinovej práce.

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
3	Kompetencie, úloha a zodpovednosti manažéra a facilitátora IS. Mapovanie interných a externých zainteresovaných strán	Vstup Workshop	Pozrite sa ďalej na ľudský faktor samovraždy. Identifikácia rôznych organizačných rolí v rámci SI, ako aj kompetencií potrebných pre každú rolu. Ďalej počiatkové mapovanie potenciálnych partnerov. Kedy využiť rôzne kompetencie ako predajca, networker, manažér, projektový manažér, fundraiser, facilitátor. Sebareflexia: som ten správny človek na správnej pozícii a čo potrebujem rozvíjať?	LO4, LO8, LO13	Lasthein et al. (2021) Mortensen & Kørnøv (2019)	Interaktívne vstupy k rolám v oblasti informačných systémov a prepojeným kompetenciám. Skupinová práca na mapovaní rôznych pozícií v rámci organizácie aj mimo nej vo vzťahu k IS, ako aj na vplyv na rôzne časti organizácie. Prezentácia skupinového projektu Sebareflexia vlastných IS kompetencií.

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
4	Inklúzia, diverzita a psychologická bezpečnosť. Uľahčenie interdisciplinárneho dialógu	Vstup Workshop	Facilitácia tímov a skupín v kontexte IS. Pochopenie dôležitosti rozmanitosti povolání, pohlavia, veku a podobne, ako aj psychologickéj bezpečnosti. Precvičovanie základných dialógových a facilitačných zručností, budovanie porozumenia a zároveň umožňovanie netradičného myslenia	LO5, LO9, LO14	Edmonson & Roloff (2009) Gallo (2023) Kepinski & Nielsen (2022) Pentland (2014) Rock a kol. (2016)	Interaktívne vstupy o facilitácii tímov a sietí. Praktické sedenie (konkrétne cvičenia a hranie rolí). Spätná väzba od vedúceho kurzu. Inštrukcie o ústnej skúške.
5	Podpora inovácií Hodnotenie	Vstup Workshop	Pochopenie inkrementálnych vs. radikálnych inovácií Faktory, ktoré umožňujú inovácie Facilitácia inovatívnych procesov interne v organizácii aj externe v rámci siete	LO5, LO10, LO15	Darsø (2001) Høyrup (2010)	Interaktívne podnety o inováciách a o tom, ako podporiť inovácie v tímoch. Praktické sedenie (konkrétne cvičenia a hranie rolí). Spätná väzba od vedúceho kurzu. Ústna skúška.

1.4 Metódy vyučovania a učenia

▪ Prístup k učeniu

Moduly budú primárne založené na prezenčnom učení, doplnené úlohami, ktoré sa budú vykonávať medzi modulmi, predovšetkým v rámci ich vlastnej organizácie. Osobný prístup umožňuje manažérom rozvíjať kompetencie potrebné na pracovisku a získať priamu spätnú väzbu o svojom výkone od rovesníkov a školiť. a.

Modul bude podporovaný digitálnou platformou pre asynchrónne učenie, kde manažéri budú mať prístup k materiálom, ktoré budú poskytnuté školiť. mi. Materiály na digitálnej platforme budú primárne pozostávať z literatúry a prezentácií popisujúcich teoretické otázky.

▪ Kľúčové vyučovacie metódy

V priebehu modulov sa použije viacero kľúčových vyučovacích metód, ako sú interaktívne vstupy s vedenými diskusiami, prípadové štúdie, skupinové diskusie, skupinová práca na projektoch, hranie rolí a simulácie, individuálna reflexia a zadania, ktoré sa budú realizovať medzi modulmi v rámci vlastnej organizácie.

▪ Prístupy a metódy podporujúce aktívne učenie a praktické využitie poznatkov

Prezenčné vzdelávanie je vhodné na vytváranie interakcie medzi školiť. mi a manažérmi a na zabezpečenie relevantnosti teórie v každodennej pracovnej praxi. Napriek teoretickému základu bude výcvik veľmi praktický. Kurz bude pozostávať z kombinácie krátkych teoretických vstupov, konkrétnych cvičení a skupinových diskusií. Vstupy poskytnú teoretické poznatky pre komplexné pochopenie princípov, prvkov a praktík IS. Verí sa, že jediný spôsob, ako sa naučiť uľahčovať procesy SI, je prepojiť teóriu s konkrétnymi realitami v rôznych organizáciách, vyskúšať nástroje v reálnom živote a získať vlastné skúsenosti, zamyslieť sa nad nimi. Východiskovým bodom pre vstupy a diskusie budú teda pracovné výzvy a otázky, ktoré skupina prináša do miestnosti. Rovnako moduly končia konkrétnymi úlohami, ktoré manažérom pomôžu doma skúšať nové nápady. Navyše, osobné učenie v kombinácii so skupinovými diskusiami, hrami rolí a simuláciami umožňuje manažérom vytvoriť komunitu, v ktorej môže prebiehať vzájomné učenie. Úlohou facilitátora bude zabezpečiť, aby do miestnosti boli zapojené rôznorodé hlasy, ktoré ukazujú zložitost' otázok IS z pohľadu rôznych pohlaví, veku, povolání, kultúrneho prostredia a podobne.

77

1.5 Metódy hodnotenia a dôkazy

Modul využíva zmiešanú hodnotiacu stratégiu, ktorá kombinuje aktívnu účasť a zapojenie manažérov, prezentáciu skupinových projektov a ústnu skúšku, aby vyhodnotila úroveň teoretických znalostí konceptu IS, ako aj ich praktickú schopnosť vyvíjať udržateľné rámce IS, ako aj uľahčiť dialóg medzi rôznorodými zainteresovanými stranami. Hodnotenie nebude len sumatívne (záverečné hodnotené odovzdania), ale aj formujúce (priebežná účasť a spätná väzba od rovesníkov a školiť. ov počas všetkých kľúčových vyučovacích metód), aby podporila pokrok v učení.

Hodnotiace zložky:



- *Účasť a angažovanosť (váha 40 %).* Aktívna účasť na všetkých prijatých vyučovacích metódach, ako sú vstupy, diskusie v pléne, hranie rolí a simulácie
- *Skupinová a individuálna prezentácia projektov (hmotnosť 30%).* Prezentácia skupín pracuje počas modulov, ako aj prezentácia jednotlivých úloh vykonávaných medzi modulmi.
- *Záverečná ústna skúška (váha 30%).* Bude sa konať záverečná ústna skúška, ktorá zhodnotí, či manažér dosiahol vedomosti z modulu, pričom sa vzťahuje k vlastnému organizačnému kontextu, vrátane plánu vlastného rozvoja ako manažéra alebo facilitátora IS. Skúška testuje teoretické vedomosti, porozumenie politikám, ako aj praktické kompetencie.

1.6 Bibliografia a nástroje

1.6.1 Povinné

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? *Havard 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://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://www.symbiosis.dk/wp-content/uploads/2021/03/Guide-for-IS-facilitators_online2.pdf

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

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

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

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

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

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

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

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

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

79

1.6.2 Odporúčané

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., Zanotti, 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. Návrh Sylabu – VET (EQF5)

Názov modulu: Zásady hodnotenia životného cyklu na hodnotenie environmentálnych prínosov a nevýhod zdieľania zdrojov

EQF úroveň: 5

ECVET kredity: 2 až 3 ECVET

Celková pracovná záťaž (hodiny): 50-75

- Výučba (vstupy, semináre, workshopy a pod.). 42-56 hodín
- Samoštúdium: 4-9
- Projektová práca: 4-10

Vedúca inštitúcia: Chamber of Commerce and Industry – VRATSA. (CCI VRATSA), Bulharsko.

80

2.1 Prehľad modulu

Tento modul vybavuje manažérov základnými vedomosťami a praktickými zručnosťami na aplikáciu hodnotenia životného cyklu (LCA) ako nástroja na podporu rozhodovania v kontextoch cirkulárnej ekonomiky (CE) a priemyselnej symbiôzy (IS). Predstavuje myslenie životného cyklu a najmodernejšie aplikácie LCA, nasleduje prehľad environmentálnych noriem ISO 14000 a zameraný úvod do metodológie ISO 14040/14044 a kľúčových ukazovateľov udržateľnosti, ako sú environmentálna stopa (EF 3.1), náklady životného cyklu (LCC) a sociálne LCA.

Modul, realizovaný v intenzívnom 4–5 týždňovom kombinovanom formáte, kombinuje osobné workshopy, online semináre, e-learning a mentorovanú projektovú prácu. Účastníci sa učia modelovať a interpretovať environmentálne dopady pomocou openLCA, hodnotiť kompromisy a identifikovať príležitosti na zlepšenie naprieč produktovými systémami. Modul prepája myslenie životného cyklu so širšími rámcami udržateľnosti, vrátane Európskej zelenej dohody a cieľov udržateľného rozvoja OSN.

Manažéri rozvíjajú systémové myslenie, etické povedomie a komunikačné zručnosti. Nie je potrebné predchádzajúce absolvovanie modulu, hoci základná znalosť udržateľnosti alebo priemyselných procesov je prínosná.

Na konci modulu môžu účastníci samostatne vykonávať zjednodušený LCA, podporovať reportovanie udržateľnosti a prispievať k informovanému rozhodovaniu v prostredí SME a CE/IS. výsledky vzdelávania sú v súlade s kompetenciami ESCO a GreenComp.

2.2 Výsledky vzdelávania (LO)

Plánované výsledky vzdelávania sú rozdelené do troch oblastí EQF: Vedomosti, Zručnosti a Kompetencie (Autonómia a Zodpovednosť):

▪ **Vedomosti.** Manažéri budú schopní:

1. pochopiť štyri fázy LCA podľa ISO 14040/14044 (definícia cieľa a rozsahu, inventár životného cyklu, hodnotenie vplyvu životného cyklu, interpretácia) (LO1),
2. pochopiť štruktúru a účel kľúčových environmentálnych indikátorov (napr. metodológia EF 3.1) a ich úlohu v manažérskom rozhodovaní a reportovaní udržateľnosti (LO2),
3. rozpoznať, ako LCA funguje v rámci širších stratégií udržateľnosti (napr. modely cirkulárnej ekonomiky a Cieľov udržateľného rozvoja) a vysvetliť prepojenia medzi rámcami obehového hospodárstva, SDGs a myslením životného cyklu (LO3),
4. interpretovať environmentálne, ekonomické a sociálne ukazovatele výkonnosti pomocou nástrojov založených na LCA na porovnanie dopadov produktov alebo procesov na udržateľnosť (LO4),
5. identifikovať politickú relevantnosť výsledkov LCA, najmä v súvislosti s Európskou zelenou dohodou a Akčným plánom EÚ pre cirkulárnu ekonomiku (LO5).

81

▪ **Zručnosti.** Manažéri budú schopní:

6. Zhromažďovať a organizovať potrebné údaje (napr. zoznam materiálov a údaje o procesoch) na vytvorenie LCA modelu, čím zabezpečíte kvalitu a úplnosť dát (LO6),
7. Prevádzkovať softvér openLCA na vykonávanie hodnotení životného cyklu – vrátane použitia sprievodcu "Quick LCA" pre zjednodušené prípady – a modelovať scenáre cirkulárnej ekonomiky alebo priemyselnej symbiózy na posúdenie environmentálnych dopadov (LO7),
8. Analyzovať a interpretovať výsledky LCA na podporu udržateľnej výroby a podnikateľského rozhodovania, identifikovať ohniská a príležitosti na zlepšenie (LO8),
9. Zahrnúť základné prístupy k výpočtu nákladov životného cyklu (LCC) a sociálnemu LCA (S-LCA) na vyhodnotenie ekonomických a sociálnych rozmerov spolu s environmentálnymi dopadmi pre komplexnejšie hodnotenie udržateľnosti (LO9),
10. Analyzovať technické zistenia LCA do jasných vizuálnych a ústnych komunikácií (správ, prezentácií), ktoré sú prispôbené rôznorodým zainteresovaným stranám a rozhodovacím orgánom (LO10).

▪ **Kompetencie (autonómia a zodpovednosť).** Manažéri budú schopní:

11. Pracovať samostatne a systematicky na úlohách LCA, prevziať zodpovednosť za presnosť dát, správnu metodológiu a správnu interpretáciu výsledkov (LO11),
12. Prevziať iniciatívu na zasadenie zistení LCA do širších cieľov udržateľnosti a podnikania a identifikujte príležitosti na využitie LCA v zlepšovaní organizácií a súladoch (LO12),
13. Komunikovať výsledky LCA zodpovedným a transparentným spôsobom, jasne uznávajúc neistoty, obmedzenia a systémové hranice analýzy (LO13),
14. Preukazovať systémové myslenie a etické povedomie pri hodnotení environmentálnych, ekonomických a sociálnych dopadov, pričom zohľadňujú prepojenú povahu výziev udržateľnosti (LO14),
15. Kriticky sa zamyslieť nad kompromismi, pohľadmi zainteresovaných strán a konfliktmi hodnôt, ktoré sú neoddeliteľné pri prechode do cirkulárnej ekonomiky, a vyvažujte tieto faktory pri podávaní odporúčaní (LO15).

2.3 Indikatívny rozvrh učenia / harmonogram výučby

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
1	Základy LCA a CE/IS	Osobný výcvik	Myslenie o životnom cykle a kontext udržateľnosti; LCA v oblasti cirkulárnej ekonomiky a priemyselnej symbiôzy; súčasné politické a priemyselné aplikácie; rámec ISO 14000 a ISO 14040/14044; Princípy LCA, funkčné jednotky a hranice systému.	LO1, LO3, LO5, LO14	Prehľad rodiny ISO 14000 (vybrané výňatky); ISO 14040/44 extrakty; Zelená dohoda EC	Interaktívna prednáška, vedená diskusia, softvérová ukážka, praktické cvičenie.
2	Zber dát a modelovanie LCI	Online seminár, e-learning, mentoring	Zber údajov z BoM a LCI; kvalitu dát; databázy LCI; budovanie produktových systémov v openLCA; Riešenie dátových medzier	LO6, LO7, LO11	Šablóna BoM; LCI tutoriály; príklady dátových súborov; openLCA Príručka pre začiatočníkov	Samostatné učenie, pracovné úlohy, kontroly mentorov.
3	LCIA a interpretácia	Živý webinár + aplikovaná prax	metóda EF 3.1; indikátory stredového/koncového bodu; Poprava v LCIA; analýzu hotspotov; porovnanie kruhových a lineárnych scenárov; úvod do LCC a S-LCA	LO2, LO4, LO8, LO9, LO12, LO15	Dokumentácia metódy EF 3.1; Valdivia et al. (2021)	softvérový návod; analýza prípadových štúdií; Diskusia medzi rovesníkmi.

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
4	Vývoj projektu LCA a recenzovanie kolegami	Mentorovaná projektová práca + online workshop	Finalizácia modelu LCA; interpretácia výsledkov; možnosti zlepšenia; príprava 5-sljadového zhrnutia; Recenzné sedenie	LO4, LO8, LO10, LO11, LO12, LO13, LO15	Interpretačná šablóna; Kontrolný zoznam prezentácie	Samostatná projektová práca; stretnutia s mentormi; Štruktúrovaná spätná väzba od kolegov.
5	Záverečné hodnotenie	Hybridné hodnotenie	Predloženie modelu a správy; záverečná prezentácia; Ústna obhajoba	LO10, LO11, LO12, LO13, LO14, LO15	LCA modelový súbor; prezentácia; Hodnotiaca rubrika	Sumatívne hodnotenie; ústna skúška.

2.4 Metódy vyučovania a učenia

Tento modul je realizovaný v kombinovanom formáte, ktorý integruje úvodný prezenčný bootcamp, online semináre, e-learning a mentorovanú projektovú prácu. Pedagogický prístup kladie dôraz na aktívne, praktické učenie prostredníctvom interaktívnych prednášok, vedených diskusií, praktického školenia v openLCA a reálnych prípadových štúdií. Manažéri dokončia aplikovaný projekt LCA a dostávajú týždennú podporu mentora.

Tento kombinovaný, aplikovaný prístup buduje autonómiu, schopnosti riešiť problémy a analytické kompetencie, ktoré sa očakávajú na úrovni EQF 5.

Modul sa riadi inkluzívnymi vyučovacími princípmi a zabezpečuje dostupnosť digitálnych materiálov, hodnotení a vzdelávacích aktivít.

2.5 Metódy hodnotenia a dôkazy

Hodnotenie v tomto module je integrované s praktickou projektovou prácou na autentické hodnotenie dosiahnutia vzdelávacích výsledkov. Hodnotiaca stratégia zahŕňa formujúce aj sumatívne zložky, s dôrazom na preukázanie reálnych kompetencií LCA:

Formatívne hodnotenie: Počas celého modulu dostávajú manažéri priebežnú spätnú väzbu o svojom pokroku. Mentori prezerať návrhy prác (ako sú definície rozsahu LCA, dočasné dátové súbory a predbežné výsledky) a poskytujú usmernenia. Vzájomná spätná väzba v 9. týždni je tiež formujúcou príležitosťou pre manažérov zdokonaľiť svoje prezentácie a prehĺbiť porozumenie v prostredí s nízkym rizikom. Hoci formujúce aktivity nie sú hodnotené, sú kľúčové pre učenie a prípravu.

Sumatívne hodnotenie: Formálne hodnotenie prebieha v 10. týždni a pozostáva z troch častí:

- *Podanie projektu LCA (približne 50 % váženie):* Každý manažér predloží kompletný spis projektu LCA. To zahŕňa **projektový súbor** openLCA (alebo exportovaný balík) s plne definovaným modelom (dokumentujúcim funkčnú jednotku, hranicu systému, inventárne údaje, zvolenú metódu hodnotenia dopadov a akékoľvek predpoklady). Model môže sprevádzať krátka písomná správa alebo anotované prezentačné snímky zhrňujúce rozsah štúdie, metodológiu a kľúčové zistenia. Táto zložka hodnotí technickú schopnosť účastníka vykonať LCA a vypracovať potrebnú dokumentáciu.
- *Prezentácia (približne 20 %):* Manažéri prednášajú stručnú prezentáciu (približne 5 snímok), ktorá komunikuje projekt LCA publiku. To testuje schopnosť jasne zhrnúť a prezentovať informácie – pokrýva cieľ a rozsah, dôležité výsledky (napr. najvýznamnejší prispievateľ vplyvu), interpretáciu vrátane prípadných porovnaní alebo scenárov zlepšenia a praktické odporúčania. Tu sa hodnotí jasnosť komunikácie, vizuálna efektívnosť a zameranie na poznatky relevantné pre rozhodovanie.
- *Ústna obhajoba (približne 30 %):* Bezprostredne po prezentácii sa účastníci zapájajú do **ústnej skúšky** (štruktúrované otázky a odpovede alebo "viva voce"). Hodnotiteľ skúma pochopenie práce manažéra: pýta sa na odôvodnenie rozhodnutí (napr. prečo boli použité určité údaje, metódy dopadu alebo predpoklady), interpretáciu konkrétnych výsledkov (najmä v súvislosti s kategóriami dopadu EF 3.1) a dôsledky zistení. Manažéri môžu byť tiež

požiadaní o obmedzenia svojej štúdie a o tom, ako zvládali neistoty (riešenie LO13). Táto zložka hodnotí hĺbku porozumenia, kritické myslenie a schopnosť artikulovať a obhajovať prácu – kľúčové kompetencie v EQF5.

Ak je to relevantné, môže sa použiť aj prvok spätnej väzby od kolegov (nehodnotený), kde ostatní manažéri vyplnia formulár spätnej väzby alebo rubriku pre každú prezentáciu. To podporuje reflexívnu prax, ale priamo neovplyvňuje známky.

Hodnotiace dôkazy: Na úspešné absolvovanie modulu musia manažéri predložiť **hmatateľné dôkazy** o svojich kompetenciách. To zahŕňa:

- OpenLCA modelový súbor (*alebo exportovaný archív*) obsahujúci všetky modelové dáta, ktorý demonštruje správne nastavenie a vykonanie štúdie LCA.
- *Prezentačný súbor* (PDF snímok alebo správ), ktorý stručne komunikuje proces LCA a jeho výsledky.
- Ústnej obhajoba, (naživo alebo zo záznamu), ktorá poskytuje dôkaz o vysvetľovacích a rozumových schopnostiach manažéra.
- Vyplnená *hodnotiaca rubrika* alebo hodnotiaci formulár od inštruktora, dokumentujúci výkon podľa každého kritéria (napr. technická presnosť, uplatňovanie štandardov, kvalita komunikácie a analytické poznatky).
- (Voliteľné) *Formuláre spätnej väzby od rovesníkov* alebo poznámky k sebareflexii manažéra, ktoré sa používajú v procese učenia a môžu byť zahrnuté do portfólia.

Projektový artefakt aj ústne vystúpenie musia spĺňať minimálne štandardy kvality. Hodnotiaca rubrika je zosúladená s výsledkami učenia, aby bola zabezpečená spravodlivosť a transparentnosť. Manažéri musia preukázať kompetencie v každej hlavnej oblasti (technické zručnosti LCA, analýza/interpretácia a komunikácia), aby získali plné 3 ECVET kredity a digitálny odznak SymbioTech "**EcoFootprint Assessor**" pre tento modul.

86

2.6 Bibliografia a nástroje

2.6.1 Recenzované články

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 EÚ politické správy a reporty

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>

2.6.3 Medzinárodné normy (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.

87

2.6.4 Softvér a databázy

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 Voliteľné / doplnkové zdroje

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. Návrh Syllabu – VET (EQF5)

Názov modulu: Medzi-organizačné vzťahy

EQF úroveň: 5

ECVET kredity: 2 až 3 ECVET

Celková pracovná záťaž (hodiny): 65

- Výučba (vstupy, semináre, workshopy a pod.). 45 hodín
- Samoštúdium: 20

Inštitúcia poskytujúca: EXEO LAB S.R.L. (Exeo Lab), Taliansko.

3.1 Prehľad modulu

88

Tento modul poskytuje manažérom praktické zručnosti potrebné na začatie a uľahčenie medzi-organizačnej spolupráce v rámci ekosystémov priemyselnej symbiózy (IS). Jeho cieľom je zlepšiť zručnosti budúcich manažérov SymbioTech, študujúcich odborné vzdelávanie a odborníkov pracujúcich v priemyselnom, mestskom alebo environmentálnom sektore, aby našli relevantných partnerov, posilnili dôveru a podporili spoluprácu v ranom štádiu výmeny zdrojov.

Modul pokrýva dôležité témy ako profilovanie a mapovanie zainteresovaných strán, komunikačné a budovanie stratégií dôvery, riadenie konfliktov a protistrany, kľúčové vyjednávací prístupy a tvorbu jednoduchých dokumentov o spolupráci (napr. Memorandá o porozumení). Modul je štruktúrovaný **na päť týždňov** a pozostáva z desiatich stručných učebných jednotiek organizovaných v progresívnom a na prax orientovanom poradí. Tento dizajn vychádza z kompetencií založeného na VET, kombinujúc krátke teoretické vstupy s neustálym uplatňovaním, reflexiou a precvičovaním zručností. Každý týždeň sa zameriava na koherentnú tematickú oblasť a vedie k hmatateľným vzdelávacím výstupom, ktoré prispievajú k záverečnému projektu zapojenia partnerov. Štruktúra je zosúladená s princípmi zážitkového a mikroučenia, čím zabezpečuje kognitívnu udržateľnosť, efektívne získavanie zručností a silný prenos vedomostí do profesionálnych prostredí.

Praktické semináre a role-play cvičenia umožňujú manažérom precvičovať komunikáciu, facilitáciu stretnutí a presvedčacie techniky v reálnych situáciách.

Tento modul je primárne určený **pre manažerov odborného vzdelávania a odborníkov pracujúcich** v oblasti cirkulárnej ekonomiky, environmentálnych služieb, priemyselných prevádzok alebo miestneho rozvoja. Zameriava sa na úvodné poznatky prezentované v *module 1: Rámec priemyselnej symbiôzy*, najmä na koncepty IS a relevantnosť pre zainteresované strany. Tiež pripravuje manažerov na úspešné moduly pokrývajúce digitálne technológie, environmentálny manažment a pokročilú koordináciu partnerstiev.

Formálne kvalifikácie nie sú potrebné, avšak odporúča sa mať predchádzajúce skúsenosti s udržateľnosťou, základnými komunikačnými zručnosťami alebo organizačnou dynamikou.

3.2 Výsledky vzdelávania (LO)

▪ **Vedomosti.** Manažéri budú:

1. Chápať dynamiku medzi-organizačnej spolupráce v priemyselnej symbióze (IS), vrátane toho, ako identifikovať a profilovať typické typy partnerov (MSP, energetické spoločnosti, obce, prevádzkovatelia odpadu). Budú schopní rozvinúť pochopenie zložitých problémov udržateľnosti a ich vývoja, pričom si uvedomíť, že komponenty systému sa pri analýze izolovane správajú odlišne v porovnaní s širším systémom (LO1),
2. Poznať princípy budovania dôvery, zosúladenia záujmov a spolupracujúceho správania v prostredí s viacerými zainteresovanými stranami (LO2),
3. Vedieť rozpoznať spoločné zdroje odporu voči zmenám a pochopiť behaviorálne stratégie na riešenie a zmiernenie odporu v raných iniciatívach IS (LO3),
4. Vedieť pochopiť štruktúru, účel a základné komponenty základného memoranda o porozumení (MoU) na stanovenie podmienok spolupráce (LO4),
5. Oboznámený so základnými princípmi vyjednávania, presvedčivej komunikácie a lobovania v rámci obchodných partnerstiev relevantných pre priemyselnú symbiózu (LO5).

▪ **Zručnosti.** Manažéri budú:

6. Mapovať a dokumentovať zainteresované strany pomocou jednoduchých nástrojov (napr. šablóny, matice), identifikovať ich záujmy, vplyv, potenciálne príspevky a prekážky relevantné pre iniciatívy priemyselnej symbiôzy (LO6),
7. Komunikovať profesionálne v písomnej aj ústnej forme, vrátane prípravy kontaktných e-mailov, tvorby scenárov stretnutí, organizovania discovery calls a prípravy na návštevy miest s potenciálnymi partnermi (LO7),
8. Vedieť uľahčiť rané fázy spolupráce vedením úvodných diskusií, riadením interakcií v malých skupinách a podporou dialógu medzi rôznorodými organizačnými aktérmi (LO8),
9. Aplikovať základné techniky vyjednávania a presvedčania na riešenie problémov, zvládanie námietok a podporu spoločného porozumenia medzi potenciálnymi partnermi IS (LO9),
10. Vedieť vypracovať jednoduché Memorandum o porozumení (MoU), ktoré jasne stanovuje úlohy, očakávania, možné výmeny zdrojov, riziká a vzájomné prínosy (LO10),

11. Používať techniky budovania dôvery, aktívneho počúvania a preformulovania na ovplyvnenie a zapojenie váhajúcich alebo skeptických partnerov, čím posilňujú dynamiku spolupráce v ranom štádiu (LO11).

▪ **Kompetencie (autonómia a zodpovednosť). Manažéri budú schopní:**

12. Prevziať zodpovednosť za plánovanie a realizáciu partnerských kontaktných aktivít, vrátane predbežného výskumu, prípravy stretnutí a včasného následného sledovania (LO12),

13. Očakávať možný odpor alebo nedorozumenia počas medzi-organizačných výmen a prispôbiť komunikačné stratégie na udržanie dôvery, jasnosti a konštruktívneho zapojenia (LO13).

14. Zastupovať svoju organizáciu profesionálne, eticky a diplomaticky v interakciách s externými zainteresovanými stranami, čím zabezpečuje transparentnú a rešpektujúcu komunikáciu (LO14),

15. Eskalovať zložité, citlivé alebo právne záležitosti k nadriadeným alebo vedúcim projektov, pričom nezávisle udržiavate dynamiku v raných procesoch spolupráce (LO15).

16. Proaktívne spolupracovať s partnermi prejavovaním iniciatívy, vytrvalosti a reflexívnej praxe na posilnenie efektívnosti spolupráce v kontextoch informačných systémov (LO16).

3.3 Indikatívny rozvrh učenia / harmonogram výučby

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
1	U.1 Úvod do medzi-organizačných vzťahov v IS	Vstup teórie + Workshop	Prehľad partnerstiev IS; pochopenie typov partnerov (MSP, energetické spoločnosti, obce, prevádzkovatelia odpadu); Úvod do komplexných problémov udržateľnosti a správania systému ("Komponenty sa správajú odlišne izolovane v porovnaní so systémom")	LO1, LO3	Prípadové štúdie (napr. Eco-Industrial Parks, ECO3)	Interaktívna prednáška; vedená diskusia; Úvodná analýza scenárov.
	U.2 Mapovanie zainteresovaných strán a teória zapojenia	Vstup teórie+Workshop	Teória zapojenia zainteresovaných strán (Freemanov model, model významnosti, mriežky záujmov/vplyvu); mapovanie záujmov, vplyvu, motivácií a prekážok hercov; identifikácia potenciálu spolupráce v ekosystémoch IS.	LO1, LO2, LO6, LO8	Mapovacie šablóny zainteresovaných strán; Prípadové štúdie IS	Interaktívny teoretický vstup; praktické mapovacie laboratórium; cvičenia v malých skupinách.
2	U.3 Trust building a komunikačné stratégie	Vstup + hranie rolí	Budovanie vzťahov v prostredí s viacerými zainteresovanými stranami; štýly komunikácie; dôvera a reciprocita; Rámovanie a aktívne počúvanie. Aplikácia na skoré štádiá interakcií IS.	LO2, LO7, LO8, LO11	Komunikačná súprava: krátke čítania o budovaní dôvery	Simulácie hrania rolí; spätná väzba od rovesníkov; vedená diskusia.
	U.4 Odolnosť voči zmenám a presvedčacie techniky	Workshop	Typy organizačného a behaviorálneho odporu; riešenie námietok; stratégie presvedčania a ovplyvňovania; Preformulovanie výhod pre váhajúcich partnerov.	LO3, LO9, LO11	Balíček scenárov odolnosti	Simulácie založené na prípadoch; mikrocvičenia; Spätná väzba od trénerov.

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
3	U.5 Aktivity zamerané na oslovovanie partnerov a skoré zapojenie	Input + Workshop	Príprava e-mailov na oslovenie; plánovanie úvodných hovorov; prípravu a uľahčenie návštev miest; Riadenie skorých interakcií s rôznorodými aktérmi.	LO7, LO8, LO12	Šablóny e-mailových a hovorových skriptov	Písacie laboratória; párové simulácie; Praktické komunikačné cvičenia.
	U.6 Základy vyjednávania v kontextoch IS	Input + simulácia	Princípy vyjednávania win-win, identifikácia záujmov verzus pozícií; rámcové návrhy; vyjednávanie skorých podmienok spolupráce.	LO5, LO9, LO11	Príklady vyjednávacích prípadov	Simulácie štruktúrovaných vyjednávání; Skupinová reflexia.
4	U.7 Vypracovanie memoranda o porozumení (MoU)	Workshop	Účel a štruktúra memoranda o porozumení; vypracovanie ustanovení (roly, toky, riziká, benefity, dôvernosc, ďalšie kroky); Recenzovanie návrhov kolegami.	K4, S5	Šablóna MoU	Skupinové draftovanie; Workshop hodnotenia rovesníkmi.
	U.8 Projekt zapojenia partnerov na pracovisku	Mentorované samoštúdium	Manažéri si vyberajú skutočného alebo hypotetického partnera; pripravte profil zainteresovaných strán, plán zapojenia, ukážky komunikácie a vypracujte podmienky memoranda o porozumení.	LO6–LO11, LO12–LO16	Údaje o pracovisku a kontext	Mentoring; interaktívna spätná väzba; Vývoj autonómnych projektov.
5	Klinika záverečného hodnotenia	Hodnotenie	Predkladanie plánu zapojenia partnerov; nahrané hranie rolí simulujúce vyjednávanie s váhajúcim partnerom; krátke ústne otázky a odpovede o budovaní dôvery a riadení odporu.	Všetci LO	hodnotiaca hodnotiaca schéma; Pokyny k videu/nahrávaniu	Ústny debrief; hodnotenie výkonu; Reflexívna diskusia.

3.4 Metódy vyučovania a učenia

Modul využíva praktický a skúsenostný prístup k vzdelávaniu a vzdelávaciu prípravu (VET), ktorý je navrhnutý na posilnenie medziľudských, komunikačných a vyjednávacích zručností potrebných pre medzi-organizačnú spoluprácu v priemyselnej symbióze. Metódy vyučovania a učenia kombinujú krátke teoretické vstupy s praktickými aktivitami, reflexiou a aplikáciou na pracovisku na podporu získavania zručností a behaviorálnej kompetencie.

1. Teoretický vstup: krátke, zamerané prezentácie (10–25 minút), ktoré predstavujú kľúčové koncepty ako teória zapojenia zainteresovaných strán, budovanie dôvery, odpor voči zmenám, presvedčivá komunikácia a princípy vyjednávania. Tieto vstupy poskytujú manažérom základné rámce potrebné na informovanú účasť na praktických aktivitách.

2. Workshopy: účastníci analyzujú scenáre zainteresovaných strán, vykonávajú mapovanie zainteresovaných strán, pripravujú osvetové správy a diskutujú o možných cestách spolupráce. Workshopy kladú dôraz na aktívnu účasť, riešenie problémov a učenie sa praxou, čo umožňuje manažérom aplikovať teoretické koncepty na realistické situácie.

3. Hranie rolí a simulácie: simulované stretnutia partnerov, vyjednávacie cvičenia a scenáre zvládania odporu umožňujú manažérom precvičovať techniky komunikácie, presvedčania a facilitácie v bezpečnom prostredí. Role-play zahŕňajú štruktúrovanú spätnú väzbu od rovesníkov a školiteľov, čím sa zvyšuje sebauvedomenie a behaviorálna kompetencia.

4. Skupinová práca a vzájomné učenie: tímy spolupracujú na mapovacích cvičeniach, tvorbe memoranda o porozumení, stratégiách osvetovej komunikácie a analýze prípadov. Učenie rovesníkov podporuje rozmanité pohľady a odráža skutočnú dynamiku medziorganizačnej spolupráce, pričom buduje mäkké zručnosti, ako je počúvanie, koordinácia a riadenie konfliktov.

5. Učenie založené na scenároch: realistické prípadové štúdie (priemyselné parky, miestne klastry, mestské partnerstvá) vedú manažérov k skúmaniu prekážok, príležitostí a vzťahových dynamík v priemyselnej symbióze. Učenie založené na scenároch podporuje rozhodovanie, systémové myslenie a praktické riešenie problémov.

6. Školenie mikrozručností: prostredníctvom krátkych praktických cvičení (napr. tvorba predmetov e-mailov, nacvičovanie úvodných riadkov hovorov, zhrnutie pozície partnera) si manažéri zdokonaľujú špecifické komunikačné a facilitačné zručnosti potrebné pre efektívnu komunikáciu a zapojenie.

7. Reflexívna prax: manažéri si po hraní rolí prehodnocujú svoj výkon, skúmajú silné a slabé stránky a identifikujú oblasti na osobné zlepšenie. Reflexia podporuje neustály rozvoj kompetencií, autonómiu a zrelosť pri zvládaní profesionálnych interakcií.

8. Učenie založené na pracovisku: manažéri aplikujú koncepty modulov na pracovisku alebo v simulovanom profesionálnom prostredí profilovaním skutočného alebo potenciálneho partnera, prípravou plánu zapojenia a vypracovaním obsahu MoU. To prepája teóriu s autentickou praxou a podporuje relevantnosť pre pracovné pozície.

9. Mentoring a spätná väzba: školitelia poskytujú personalizovanú spätnú väzbu k ukážkam komunikácie, stratégiám zapojenia a návrhom memoranda o porozumení. Mentoring zlepšuje

prenos vedomostí a posilňuje sebedomie manažérov pri zvládání reálnych kolaboračných situácií.

3.5 Metódy hodnotenia a dôkazy

Hodnotiaca stratégia tohto modulu kombinuje formujúce a sumatívne zložky na hodnotenie schopnosti študujúcich efektívne sa zapájať do medzi-organizačných procesov spolupráce relevantných pre priemyselnú symbiózu. Hodnotenia merajú nielen teoretické porozumenie, ale aj komunikačné zručnosti, behaviorálne kompetencie a schopnosť aplikovať nástroje a metódy v realistických kontextoch.

- *Účasť a zapojenie – 30 % (formujúce + sumatívne).* Manažéri sú hodnotení podľa svojho aktívneho príspevku na workshopy, hranie rolí, diskusie, aktivity mapovania zainteresovaných strán a cvičenia mikrozručností.

Hodnotené kompetencie: komunikácia, spolupráca, profesionálne správanie, reflexívna prax.

Dôkazy: poznámky z pozorovania trénerov, spätná väzba od kolegov, záznam o účasti.

- *Plán zapojenia partnerov – 40 % (sumatívne).* Každý študujúci si vypracuje štruktúrovaný plán na zapojenie skutočného alebo hypotetického externého partnera, ktorý je v súlade s príležitosťou priemyselnej symbiózy.

Plán zahŕňa: i) profil zainteresovaných strán a mapovanie; ii) identifikáciu záujmov, obáv a vplyvu; iii) kontaktný e-mail/správa; iv) osnovu oznamovacieho hovoru alebo stretnutia; v) časový rámec krokov zapojenia; vi) návrh časti MoU (roly, benefity, riziká, ďalšie kroky).

Hodnotené kompetencie: analýza zainteresovaných strán, komunikačná stratégia, štruktúrované plánovanie, pochopenie zložiek MoU.

Dôkazy: písomná správa (1 000 - 1 500 slov), ukážky komunikácie, mapy zainteresovaných strán, návrh MoU.

- *Simulácia hrania rolí + ústna reflexia – 30 % (sumatívne).* Manažéri nahrávajú alebo vykonávajú simulovanú interakciu s váhajúcim partnerom (úvodné stretnutie, vyjednávanie, riešenie námietok alebo presvedčivá komunikácia).

Nasleduje krátky ústny rozhovor, kde budúci manažér vysvetľuje: dôvody za zvolenými komunikačnými stratégiami; ako sa pristupovalo k budovaniu dôvery; ako sa riešil odpor; návrhy na zlepšenie

Hodnotené kompetencie: vyjednávanie, presvedčanie, aktívne počúvanie, behaviorálna adaptácia, profesionálne zastupovanie.

Dôkazy: video alebo živá simulácia (5–10 minút); ústne zhrnutie (5 minút); hodnotiaca rubrika vyplnená školiteľom.

3.6 Bibliografia a nástroje

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. Návrh Sylabu – VET (EQF5)

Názov modulu: AI a strojové učenie na predpovedanie materiálových tokov a optimalizáciu dodávateľského reťazca

EQF úroveň: 5

ECVET kredity: 3 ECVET

Celková pracovná záťaž (hodiny): 75

- Výučba (vstupy, semináre, workshopy a pod.). 45-50 hodín
- Samoštúdium: 10-15 hodín
- Projektová práca: 10-15 hodín

Vyučujúca inštitúcia: PRIOS KOMPETANSE AS (PRIOS), Nórsko.

96

4.1 Prehľad modulu

Tento modul predstavuje základné koncepty a praktické aplikácie umelej inteligencie (AI) a strojového učenia (ML) v rámci priemyselnej symbiôzy (IS). Poskytuje manažérom jasné, operačné pochopenie prediktívneho modelovania, rozpoznávania vzorov, klastrovania a podpory rozhodovania na základe dashboardov, so silným zameraním na typy priemyselných dát bežne dostupných v MSP. Modul umožňuje študujúcim interpretovať prognózy, identifikovať trendy a anomálie a prekladať analytické poznatky do praktických odporúčaní, ktoré podporujú efektivitu zdrojov, vyváženie ponuky a dopytu a optimalizáciu symbiotických výmen.

Manažéri skúmajú, ako môžu nástroje podporované AI zlepšiť rozhodovacie procesy v priemyselných klastroch, vrátane toho, ako zvládať neistotu, predchádzať nesprávnym interpretáciám a aplikovať etické a zodpovedné dátové postupy pri práci s citlivými alebo neúplnými dátovými súborami. Modul tiež posilňuje komunikačné a reportovacie zručnosti prostredníctvom cvičení vyžadujúcich jasné vysvetlenie analytických výstupov neodborným zainteresovaným stranám.

Ako súčasť SymbioTech VET modulov, tento sylabus nadväzuje na základné koncepty informačných systémov, ktoré boli predstavené skôr v učebnom pláne, a pripravuje študujúcich na moduly zamerané na digitálne nástroje, implementáciu EMS a optimalizáciu energie/zdrojov. Nie je potrebná žiadna predchádzajúca skúsenosť s AI alebo programovaním; základná znalosť IS dát a priemyselných procesov je prínosná.

4.2 Výsledky vzdelávania (LO)

▪ *Vedomosti. Manažéri budú:*

1. Chápať základné princípy AI a ML relevantné pre priemyselnú symbiózu, vrátane riadeného a neriadeného učenia (predpovedanie, klastrovanie) (LO1),
2. Poznať hlavné typy dát IS používaných na prediktívnu analýzu, ako sú toky materiálu, spotreba energie, variabilita výroby a prúdy odpadu (LO2),
3. Budú rozumieť ako dashboardy fungujú ako nástroje na podporu rozhodovania, vrátane komponentov, filtrov, premenných a logiky časového okna (LO3),
4. Budú si vedomí bežných obmedzení modelov a zdrojov zaujatosti (LO4),
5. Budú rozumieť etickým a zodpovedným dátovým praktikám pri používaní nástrojov podporovaných AI, vrátane transparentnosti, neistoty a obmedzení prediktívnych modelov (LO5).

▪ *Zručnosti. Manažéri budú:*

6. Vedieť overiť vstupné údaje, identifikovať anomálie a označiť pochybné vzory pred analýzou (LO6),
7. Interpretovať výstupy predpovedacích a klastrovacích modelov aplikovaných na IS dátové súbory, identifikovať trendy, anomálie a horúce miesta (LO7),
8. Konfigurovať a používať šablóny dashboardov na skúmanie priemyselných dát, úpravu parametrov a skúmanie rôznych analytických pohľadov (LO8),
9. Vedieť vypracovať jasné, na dôkazoch podložené písomné a ústne vysvetlenia analytických výsledkov pre manažerov MSP a prevádzkový personál (LO9),
10. Vedieť vypracovať konkrétne odporúčania, ktoré prepojujú prediktívne poznatky s uskutočniteľnými rozhodnutiami o IS a optimalizačnými opatreniami (LO10).

▪ *Kompetencie (autonómia a zodpovednosť). Manažéri budú:*

11. Používať panely podporované AI na nezávislé informovanie a odôvodnenie rozhodnutí súvisiacich s IS v rámci prevádzkového kontextu (LO11),
12. Hodnotiť uskutočniteľnosť a dôsledky odporúčaní generovaných AI, pričom zohľadníte obmedzenia, neistotu a etické aspekty MSP (LO12),
13. Jasne a zodpovedne komunikovať analytické poznatky laikom, podporujúc spoločné rozhodovanie (LO13),
14. Vedieť rozoznať obmedzenia a riziká spojenými s prediktívnymi nástrojmi a podľa toho upraviť odporúčania (LO14).

4.3 Indikatívny rozvrh učenia / harmonogram výučby

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
1	Kontext AI a pripravenosť dát	Vstup a workshop	Prehľad: AI/ML v priemyselnej symbióze (IS); Učenie s mentorom vs. bez dozoru. Dáta: Skúmanie dátových súborov IS (materiálové toky, energetické záznamy); Identifikácia problémov s kvalitou dát (šum, chýbajúce hodnoty) v kontexte malých a stredných podnikov.	LO1, LO2, LO6	Hyndman & Athanasopoulos (2021) Kap. 1-2; Yeo et al. (2020) sekcia nástrojov.	Interaktívna prednáška; Case studies dátových zdrojov; Praktická kontrola dát.
2	Prediktívne modelovanie: Forecasting a clustering	Vstup a laboratórium	Forecasting: Logika regresie a časových radov; Sezónnosť a neistota. Clustering: Detekcia horúcich miest, segmentov a anomálií v prúdoch. Aktivita: Interpretácia výstupov predpripravených modelov (prístup čiernej skrinky) namiesto kódovania od nuly.	LO1, LO5, LO7, LO10	Hyndman & Athanasopoulos (2021) Kap. 3; Patel & Dave (2019) príklady zhlukovania; Chandola et al. (2009) Detekcia anomálií	Vizuálna demonštrácia; "Interpretačné laboratórium" pomocou tabuľkových a vizuálnych nástrojov.
3	Konfigurácia dashboardu a vizuálna analýza	Workshop	Štruktúra: Premenné na dashboarde, filtre, časové okná. Konfigurácia: Načítanie dát IS do šablón; Úprava parametrov. Interpretácia: Čítanie vizualizácií na diagnostiku trendov a prevádzkových chýb.	LO3, LO6, LO8	<i>Few (2006) Kap. 1-2; Niekoľko (2012) vybraných sekcií.</i>	Vedený workshop (konfigurácia šablóny); Otázky a odpovede s rovesníkmi.

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
4	Podpora rozhodovania, etika a komunikácia	Seminár a workshop písania	Logika rozhodovania: Prepojenie predpovedí s vyvážením ponuky a dopytu a uskutočniteľnosťou. Etika: Správa dát, zodpovedné zaobchádzanie a komunikácia neistoty. Výstup: Vypracovanie odporúčaní založených na dôkazoch pre neodborníkov.	LO4, LO5, LO9, LO12, LO13, LO14	<i>Mittelstadt (2019) Etika AI; Knaflíc (2015) storytelling sections.</i>	Praktický priebeh cez hypotetickú situáciu; Workshop praktického písania; Reflexívna diskusia.
5	Integrovaný projekt a záverečné hodnotenie	Projektová práca a hodnotenie	Projekt: Aplikácia poznatkov z dashboardu na realistický scenár rozhodovania pre MSP. Hodnotenie: Záverečná prezentácia interpretácie dashboardu, odporúčaní a ústnej obhajoby týkajúcej sa uskutočniteľnosti a etiky.	LO9, LO10, LO11, LO12, LO14	Stručný projekt; Hodnotiaca rubrika.	Dozorovaná projektová klinika; Formálna prezentácia/ústna diskusia.

4.4 Metódy vyučovania a učenia

▪ Prístup k učeniu

Tento modul využíva hybridný prístup k učeniu, ktorý kombinuje synchronné aktivity (prednášky, diskusie, workshopy, laboratóriá) s asynchrónnymi materiálmi, ktoré môžu manažéri skúmať samostatne. Tento formát podporuje okamžitú interakciu počas vedených sedení aj hlbšiu reflexiu prostredníctvom samostatného štúdia. Asynchrónne prvky – čítacie materiály, dátové zručnosti a štruktúrované analytické príručky – zabezpečujú, že manažéri sa môžu vracat' k princípom zhlukovania a technikám interpretácie dát podľa potreby na upevnenie porozumenia.

▪ Kľúčové vyučovacie metódy

Vyučovacie metódy zahŕňajú interaktívne prednášky na predstavenie základných konceptov AI/ML, semináre na diskusiu o dátovej etike a neistote a prípadové štúdie ilustrujúce použitie prediktívnych nástrojov v prostredí priemyselnej symbiôzy. Workshopy a praktické laboratóriá poskytujú štruktúrované príležitosti na precvičovanie interpretácie predpovedí, identifikáciu anomálií a konfiguráciu šablón dashboardov. Skupinové úlohy založené na scenároch podporujú spolupracujúce uvažovanie, zatiaľ čo projektová práca umožňuje manažerom aplikovať analytické metódy na realistické dátové kontexty MSP a vyvíjať odporúčania založené na dôkazoch.

▪ Prístupy podporujúce aktívne učenie a praktickú aplikáciu

Vzdelávacie aktivity sú navrhnuté tak, aby podporovali aktívne zapojenie a progresívny rozvoj zručností. Workshopy a laboratóriá umožňujú manažerom pracovať priamo so šablónami a dátovými sadami, pričom abstraktné koncepty prekladajú do operačnej kompetencie. Diskusie založené na prípadoch a úlohy so scenármi podporujú kritické myslenie a podporujú aplikáciu analytických výsledkov na reálne rozhodovacie situácie. Záverečný projekt integruje vedomosti, zručnosti a kompetencie tým, že vyžaduje, aby manažéri nezávisle interpretovali prediktívne výstupy, ospravedlňovali rozhodnutia, riešili neistotu a komunikovali poznatky, ktoré jasne odrážajú úroveň autonómie a zodpovednosti očakávanú na úrovni EQF 5.

100

4.5 Metódy hodnotenia a dôkazy

▪ Prístup k hodnoteniu

Hodnotenie v tomto module kombinuje **formujúce** a **sumatívne** zložky na hodnotenie rozvoja vedomostí, praktických zručností a analytických kompetencií v súlade s výsledkami učenia. Formatívne hodnotenia sú integrované v celom module, aby poskytovali kontinuálnu spätnú väzbu, usmerňovali manažerov pri interpretácii prediktívnych výstupov a podporovali progresívny rozvoj gramotnosti na dashboardoch, interpretácie dát a komunikačných zručností. Sumatívne hodnotenie pozostáva zo štruktúrovaného záverečného projektu, ktorý vyžaduje, aby manažéri interpretovali dátové súbory priemyselnej symbiôzy pomocou šablóny dashboardu, pripravili súbor odporúčaní založených na dôkazoch a preukázali reflexívne pochopenie neistoty a etických otázok.

▪ Formatívne hodnotenie



Úlohy formatívneho hodnotenia zahŕňajú krátke analytické cvičenia počas workshopov a laboratórií, ako je interpretácia trendov v zobrazeniach dashboardov, identifikácia anomálií, validácia problémov s kvalitou dát a vypracovanie predbežných poznatkov. Ďalšie formujúce prvky zahŕňajú účasť na diskusiách o prípadoch, príspevky k skupinovej práci so scenármi a krátke písomné reflexie súvisiace s neistotou a etickými aspektmi prediktívnych nástrojov. Tieto aktivity nie sú hodnotené, ale poskytujú nevyhnutnú spätnú väzbu, ktorá umožňuje manažérom upevniť si porozumenie pred záverečným hodnotením.

▪ Sumatívne hodnotenie

Sumatívne hodnotenie je založené na individuálnom projekte, ktorý integruje všetky komponenty modulu. Manažéri musia vyplniť šablónu dashboardu pomocou poskytnutého dátového súboru, interpretovať prediktívne výstupy (napr. trendy, anomálie) a pripraviť krátky písomný odporúčací brief adresovaný rozhodovateľovi v oblasti MSP. Hodnotenie končí prezentáciou a **ústnou diskusiou**, počas ktorej manažéri obhajujú svoje analytické uvažovanie, vysvetľujú nastavenia konfigurácie, komunikujú neistotu a odpovedajú na otázky týkajúce sa uskutočniteľnosti a etických dôsledkov. Na **zabezpečenie transparentnosti a konzistentnosti pri hodnotení analytickej presnosti, jasnosti komunikácie, odôvodnenia rozhodnutí, etického povedomia a celkovej kompetencie** sa uplatňuje štruktúrovaný hodnotiaci systém.

Váženie komponentov

Konečná trieda pozostáva z:

- *Formujúca zložka: 30 %*
 - workshopové/laboratórne cvičenia (interpretačné úlohy)
 - Krátke písomné úvahy o neistote/etike
 - Príspevok k skupinovej práci založenej na scenároch
- *Sumatívna zložka: 70 %*
 - Interpretácia dashboardu a písomné odporúčacie zadanie (45 %)
 - Prezentácia a ústna diskusia (25 %)

101

Formujúce komponenty prispievajú k záverečnej známke, aby si uvedomili dôležitosť neustáleho zapojenia a rozvoja zručností, zatiaľ čo sumatívny projekt zabezpečuje, že manažéri môžu samostatne aplikovať analytické metódy podporované AI v kontexte priemyselnej symbiózy. Hodnotiace kritériá zahŕňajú presnosť a vhodnosť interpretácie, správnu identifikáciu anomálií a obmedzení, jasnosť a relevantnosť odporúčaní, súdržnosť komunikácie, etické povedomie a reflexívne odôvodnenie rozhodnutí.

4.6 Bibliografia a nástroje

4.6.1 Povinné

Nasledujúce materiály podporujú základné koncepty a aplikované aktivity v tomto module. Vybrané kapitoly alebo úryvky môžu byť priradené v závislosti od predchádzajúcich vedomostí študujúcich a zamerania konkrétnych jednotiek.

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 Odporúčané

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. Návrh Sylabu – VET (EQF5)

Názov modulu: Blockchain technológie na vytvorenie transparentných a bezpečných systémov sledovania a certifikácie tokov materiálov a energie

EQF úroveň: 5

ECVET kredity: 3 ECVET

Celková pracovná záťaž (hodiny): 75

- Výučba (vstupy, semináre, workshopy a pod.). 45-50 hodín
- Samoštúdium: 10-15 hodín
- Projektová práca: 10-15 hodín

Vyučujúca inštitúcia: PRIOS KOMPETANSE AS (PRIOS), Nórsko.

103

5.1 Prehľad modulu

Tento modul predstavuje praktické využitie blockchainových technológií na podporu transparentnej sledovateľnosti v hodnotových reťazcoch cirkulárnej a priemyselnej symbiózy. Poskytuje manažérom jasné, funkčné pochopenie toho, ako povolené blockchainové systémy zaznamenávajú dáta, zabezpečujú dokumentáciu a poskytujú overiteľné dôkazy pre audity, certifikáciu a spoluprácu medzi viacerými zainteresovanými stranami.

Modul sa zameriava na kompetencie sledovateľnosti podporované blockchainom, ktoré sú potrebné v digitálnej praxi IS: zadávanie a aktualizácia dávkových informácií, prikladanie podporných dokumentov, generovanie QR kódov, overovanie záznamov v účtovnej knihe a vysvetľovanie výsledkov partnerom alebo audítorom. Manažéri skúmajú, ako blockchain zvyšuje dôveru vo výmene zdrojov, podporuje digitálne produktové pasy (DPP) a znižuje informačné medzery v symbiotických sieťach. Modul sa tiež zaoberá etickými a riadiacimi otázkami, vrátane zodpovedného nakladania s dátami a obmedzení blockchainu, keď sú zdrojové dáta nespoľahlivé alebo neúplné.

Tento modul nadväzuje na predchádzajúce vzdelávacie školenia v oblasti priemyselnej symbiózy a digitálnych nástrojov a pripravuje študujúcich na ďalšie moduly zahrňajúce systémy environmentálneho manažmentu a prevádzkovú optimalizáciu. Nie je potrebná žiadna predchádzajúca technická znalosť; základná znalosť priemyselných procesov alebo dokumentácie je užitočná, ale nie povinná.

5.2 Výsledky vzdelávania (LO)

▪ *Vedomosti. Manažéri budú:*

1. Chápať základné princípy blockchainu relevantné pre priemyselnú symbiózu, vrátane distribuovaných účtovných kníh, povolených sietí, blokov, transakcií a úlohy nemennosti v integrite dát (LO1),
2. Zistiť ako blockchain podporuje transparentnú sledovateľnosť v obehových a symbiotických hodnotových reťazcoch, vrátane dávkového zaznamenávania, digitálnej certifikácie a prepojenia s digitálnymi produktovými pasmi (DPP) a reportovaním udržateľnosti (LO2).
3. Rozumieť štruktúre a účelu povolených blockchainových systémov (napr. Hyperledger), vrátane účastníkov, aktív, transakcií a prístupových práv (LO3),
4. Budú si vedomí etických, riadiacich a ochranných aspektov pri zaznamenávaní a zdieľaní údajov o sledovateľnosti, vrátane rizík, obmedzení a operačného významu "integrity dát". (*Kánon: etika, správa dát, anti-greenwashing*) (LO4),
5. Zistiť, aké typy dokumentov a dát sú zvyčajne pripájané k blockchainovým záznamom (napr. batch ID, lokalita, časové pečiatky, certifikáty, dodacie poznámky) a ich úloha pri podpore auditov a dôvery zainteresovaných strán (LO5).

▪ *Zručnosti. Manažéri budú:*

6. Vytvárať a aktualizovať záznamy o sledovateľnosti v prostredí s povoleným blockchainom, správne zadávajúc dávkové dáta, metadáta a podporné dokumenty (LO6),
7. Generovať a používať QR kódy prepojené s blockchainovými záznamami, aby sa zabezpečila správna funkčnosť na získavanie informácií o sledovateľnosti (LO7),
8. Navigovať rozhranie založené na Hyperledgere alebo low-code prostredie na nasadenie, testovanie a overovanie jednoduchých podnikových sietí podľa definovaných postupov (LO8),
9. Vedieť overiť správnosť blockchainových záznamov, vrátane úplnosti záznamov, potvrdenia hashom, prílohy dokumentu a konzistencie s prevádzkovými údajmi (LO9),
10. Interpretovať výstupy sledovateľnosti založené na blockchaine, identifikovať medzery alebo nezrovnalosti a vyhodnocovať, čo blockchainový záznam potvrdzuje a čo nie (LO10),
11. Pripraviť jasné písomné alebo ústne vysvetlenia pracovných postupov sledovateľnosti pre zainteresované strany MSP, ktoré ukážu, ako blockchain podporuje transparentnosť, certifikáciu a dôveru (LO11),

▪ *Kompetencie (autonómia a zodpovednosť). Manažéri budú:*

12. Prevádzkovať workflow sledovateľnosti blockchainu nezávisle v kontexte SME alebo priemyselnej symbiózy, podľa zavedených pravidiel správy a správy dát (LO12),

13. Zodpovední za integritu dát pri zadávaní alebo úprave informácií o sledovateľnosti, aby zabezpečili presnosť, úplnosť a správnu dokumentáciu (LO13),
14. Uplatňovať etické a zodpovedné postupy pri nakladaní s citlivými alebo dôvernými údajmi v záznamoch o sledovateľnosti, pričom budú uznávať hranice a obmedzenia (LO14),
15. Transparentne komunikovať dôkazy založené na blockchaine partnerom, audítorom alebo spolupracovníkom IS, podporovať budovanie dôvery a predchádzať nesprávnemu výkladu alebo greenwashingu (LO15),
16. Vedieť zhodnotiť, kedy je blockchain vhodným nástrojom pre potrebu sledovateľnosti, na základe požiadaviek na transparentnosť, a zložitosti viacerých zainteresovaných strán, potrieb auditu a dostupných alternatív (LO16).

5.3 Indikatívny rozvrh učenia / harmonogram výučby

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
1	Základy a kontext sledovateľnosti	Prednáška a demonštrácia	Koncept: Distribuované účtovné knihy, bloky, hashy a koncept "nemennosti". Kontext: Ako sledovateľnosť podporuje cirkulárnu ekonomiku (Digitálne produktové pasy) a dôveru v symbiotické výmeny. Ukážka: Navigácia v rozhraní s povolenou účtovnou knihou (zobrazenie účastníkov a aktív).	LO1, LO2, LO3, LO8	Antonopoulos & Wood (2018) – Basics; European Commission (2022) – ESPR context.	Interaktívna prednáška; analýza prípadov (kruhovú dodávateľskú reťazce); Štruktúrované pozorovanie rozhrania.
2	Písanie do účtovnej knihy: Záznam dát a dokumentácia	Workshop / Laboratórium	Dátová štruktúra: Pochopenie dávkových metadát (ID, časové pečiatky) vs. priložených dôkazov (PDF, certifikáty). Akcia: Prax pri zadávaní nových záznamov o sledovateľnosti do sandbox prostredia. Kvalita: Zabezpečenie úplnosti pred "zapečatením" záznamu.	LO5, LO6, LO12, LO13	GS1 (2022) – Traceability framework & Metadata; Hyperledger Sandbox tools.	Praktické laboratórium; Mikrocvičenia (vyplnenie polí); Prax podporovaná inštruktorom.
3	Čítanie účtovnej knihy: Overenie a vyhľadávanie	Workshop / Laboratórium	Overenie: Použitie kontrolných súčtov/hashov na overenie integrity dát; identifikácia medzier alebo upravených záznamov. Vyhľadávanie: Generovanie QR kódov spojených s účtovnými záznamami; Testovanie (skenovanie na zobrazenie pôvodu).	LO7, LO9, LO10	GS1 Digital Link (2020); Antonopoulos & Wood – Hashing/Integrity.	Praktický workshop (generovanie QR kódov); Overovanie rovesníkmi (auditovanie vzájomných záznamov).

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
4	Správa, etika a strategické rozhodnutia	Seminár a skupinová práca	Stratégia: "Kedy použiť Blockchain?" (Kritériá rozhodovania: dôvera, zložitosť, potreby auditu). Etika: Správa citlivých údajov, súkromie a vyhýbanie sa "greenwashingu" (preháňaniu na základe slabých zdrojov). Správa: Kto má povolenie písať/čítať?	LO4, LO14, LO15, LO16	WEF (2018) Beyond the Hype; Francisco & Swanson (2018) – Transparency risks.	Cvičenie mapovania rozhodnutí (Blockchain vs. databáza); Reflexívna diskusia o greenwashingu.
5	Integrovaný projekt sledovateľnosti a hodnotenie	Projektová práca a hodnotenie	Projekt: Vytvorenie úplného životného cyklu záznamu (Záznam + Príloha dokumentu + QR kód) pre konkrétny scenár IS. Hodnotenie: Prezentácia pracovného postupu a ústna obhajoba týkajúca sa integrity dát a obmedzení systému.	LO6, LO9, LO11, LO13, LO16	Stručný projekt; Hodnotiaca rubrika.	Dozorovaná projektová klinika; Záverečná prezentácia a ústna skúška.

5.4 Metódy vyučovania a učenia

Tento modul využíva kombinovaný prístup, ktorý kombinuje synchronné aktivity (prednášky, workshopy, laboratória, semináre, projektové kliniky) s asynchronnými materiálmi, ktoré môžu manažéri skúmať samostatne. Táto kombinácia podporuje nielen usmernenie v reálnom čase počas praktických hodín, ale aj samostatné upevňovanie konceptov, pracovných postupov a interpretačných zručností.

Vyučovacie metódy zahŕňajú interaktívne prednášky na predstavenie kľúčových konceptov blockchainu a sledovateľnosti, semináre na skúmanie etických a riadiacich otázok a prípadové sedenia na umiestnenie sledovateľnosti v rámci hodnotových reťazcov cirkulárnej a priemyselnej symbiôzy. Jadro modulu tvoria workshopy a praktické laboratória, ktoré poskytujú štruktúrované príležitosti na precvičovanie vytvárania účtovných záznamov, príkladania dokumentácie, generovania QR kódov a overovania integrity dát v prostredí s povoleným blockchainom. Vedená analýza a cvičenia založené na scenároch pomáhajú budúcim manažérom interpretovať výstupy blockchainu a rozvíjať úsudok o tom, kedy je blockchain vhodný alebo nie je vhodný pre konkrétne potreby sledovateľnosti.

Počas celého modulu sa kladie dôraz na aktívne učenie, presnosť a zodpovednosť. Praktické sedenia vyžadujú, aby manažéri pracovali s reálnymi formátmi dokumentácie, dodržiavali pravidlá správy dát a testovali vlastné výstupy z hľadiska konzistencie. Skupinové diskusie a ústne vysvetlenia posilňujú komunikačné zručnosti, zatiaľ čo projektová práca podporuje rozvoj kompetencií v rozhodovaní, kvalite dokumentácie a etickom využívaní sledovateľných údajov. Tieto metódy spoločne zabezpečujú, že manažéri rozvíjajú operačné schopnosti očakávané od manažérov EQF5 SymbioTech, s istotou pri zodpovednom uplatňovaní nástrojov sledovateľnosti v priemyselných kontextoch.

108

5.5 Metódy hodnotenia a dôkazy

Hodnotenie v tomto module kombinuje formujúce a sumatívne komponenty na hodnotenie vedomostí, aplikovaných zručností a kompetencií študujúcich v oblasti sledovateľnosti s podporou blockchainu. Formatívne hodnotenia sú integrované v celom module, aby poskytovali kontinuálnu spätnú väzbu a podporovali postup od konceptuálneho pochopenia k samostatnému fungovaniu pracovných tokov sledovateľnosti.

Formatívne hodnotenie

- Krátke praktické cvičenia počas workshopov a laboratórií (vytváranie záznamov, pripájanie dokumentov, overovanie dát, navigácia v rozhraní povolenia na blockchain, vyhľadávanie prvkov záznamu).
- Účasť na seminároch a skupinových diskusiách o etike, riadení a rozhodovaní.
- Riadené analytické úlohy sa zameriavali na interpretáciu výstupov blockchainu a identifikáciu neúplných alebo nekonzistentných záznamov.
- Krátke reflexívne poznámky o obmedzeniach, integrite dát alebo etických otázkach.

Tieto formujúce prvky pomáhajú študujúcim upevniť procedurálnu presnosť, posilniť interpretačné schopnosti a pripraviť sa na záverečný projekt.

Sumatívne hodnotenie

Sumatívne hodnotenie je individuálny projekt pozostávajúci zo štyroch komponentov:

1. Úloha záznamu sledovateľnosti (záznam v účtovnej knihe + dokumentácia + QR)

Manažéri musia vytvoriť alebo aktualizovať kompletný záznam o sledovateľnosti v prostredí povoleného blockchainu, vrátane presných metadát, vhodných podporných dokumentov a funkčného QR odkazu.

2. Overovanie a kontrola integrity

Manažéri si overujú vlastné záznamy, identifikujú potenciálne problémy a dokumentujú opravy alebo obmedzenia.

3. Krátke písomné podanie (interpretácia dôkazov)

Stručné vysvetlenie toho, čo blockchainový záznam potvrdzuje, čo nepotvrdzuje a ako podporuje transparentnosť pre zainteresované strany.

4. Prezentácia a ústna diskusia

Krátka prezentácia záverečného záznamu, nasledovaná ústnou skúškou pokrývajúcou prijaté rozhodnutia, prekážky, s ktorými sa stretávame, výsledky overovania a etické úvahy (napr. citlivosť na dáta, riziko prehnaného tvrdenia).

Vázenie

- *Formujúce komponenty:* 30 % (workshopy, laboratória, reflexné úlohy, účasť)
- *Súhrnný projekt:* 70 %
 - Úloha v účtovnej knihe + integrita dokumentácie: 40%
 - Písomné stanovisko (interpretácia a obmedzenia): 10 %
 - Prezentácia a ústna diskusia: 20 %

109

Kritériá hodnotenia

- Presnosť a úplnosť záznamov v účtovnej knihe a metadát.
- Správne používanie podporných dokumentov a QR prepojenia.
- Kvalita overovania a kontroly integrity (identifikácia medzier alebo obmedzení).
- Jasnosť a správnosť pri interpretácii toho, čo ukazuje blockchainový záznam.
- Etické povedomie a zodpovedné zaobchádzanie s citlivými alebo neúplnými údajmi.
- Komunikačné zručnosti a schopnosť vysvetliť rozhodnutia neodborníkom.
- Celková autonómia, spoľahlivosť a dodržiavanie pravidiel správy.

Tieto hodnotiace metódy odrážajú dôraz EQF5 na aplikovanú kompetenciu, zodpovedné rozhodovanie a jasnú komunikáciu – zabezpečujúc, že manažéri môžu samostatne prevádzkovať workflow sledovateľnosti s podporou blockchainu v kontextoch priemyselnej symbiózy.

5.6 Bibliografia a nástroje

5.6.1 Bibliografia

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 Nástroje a platformy

Hyperledger Foundation Labs (sandbox): <https://labs.hyperledger.org>

Hyperledger Fabric Test Network: https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/test_network.html

QR code generator (open source): <https://qrcode-monkey.com>

SHA-256 checksum calculator: https://emn178.github.io/online-tools/sha256_checksum.html

Kalkulačka kontrolného súčtu SHA-256: https://emn178.github.io/online-tools/sha256_checksum.html

6. Návrh Sylabu – VET (EQF5)

Názov modulu: Symbiotické technológie a modely manažmentu energetickej účinnosti

EQF úroveň: 5

ECVET kredity: 3 ECVET

Celková pracovná záťaž (hodiny): 50-75 hodín

- Výučba (prednášky, laboratória, semináre, workshopy atď.): 30-45 hodín
- Samoštúdium: 15-20 hodín
- Projektová práca: 5-10 hodín

Vyučujúca inštitúcia: SLOVENSKÁ INOVAČNÁ A ENERGETICKÁ AGENTÚRA (SIEA), Slovensko

111

6.1 Prehľad modulu

Tento modul je navrhnutý špeciálne pre manažérov SymbioTech, ktorí hľadajú komplexné a praktické znalosti v riadení symbiotických energetických systémov v priemyselných a výrobných prostrediach v súlade so Smernicou Európskej Únie o energetickej efektívnosti (EED) 2023/1791 a Národnými energetickými a klimatickými plánmi (NECP 2021-2030). Poskytuje hĺbkové preskúmanie základných rámcov EMS, so špeciálnym dôrazom na ISO 50001, ktoré podporuje medzinárodne uznávané normy pre energetickú výkonnosť a súlad v symbiotických priemyselných sieťach.

Účastníci získajú dôkladné pochopenie základných princípov a požiadaviek týchto energetických rámcov, čo im umožní efektívne navrhovať, implementovať a udržiavať efektívne postupy riadenia energie. Program dôkladne skúma každú zložku symbiotických energetických systémov v rámci EMS, ako je formulácia energetickej politiky prispôbenej priemyselnej symbióze, audit regulačných predpisov súvisiacich s energiou, riadenie energetických rizík a mechanizmy neustáleho zlepšovania. Osobitná pozornosť sa venuje tomu, aby tieto systémy boli nielen v súlade, ale aj strategicky zosúladené s princípmi cirkulárnej ekonomiky a priemyselnej symbiózy, podporujúc efektívnosť zdrojov, minimalizáciu odpadu a symbiotickú spoluprácu medzi viacerými odvetvami. Okrem toho sa manažéri SymbioTech naučia pochopiť a implementovať hierarchiu nakladania s odpadom v praxi, so zameraním na prevenciu, opätovné použitie a recykláciu priemyselných vedľajších produktov, najmä energeticky súvisiaceho odpadu. Manažéri budú vykonávať energetické bilancie a mapovať vstupy a výstupy surovín pomocou analýzy materiálového toku (MFA), aby identifikovali

energetický odpad, ktorý môže slúžiť ako zdroj pre iné procesy v rámci priemyselnej symbiôzy. Čo sa týka návrhu cirkulárnych produktov, manažéri SymbioTech pochopia, ako prepracovanie procesov, ovplyvnených energetickými nástrojmi, znižuje produkciu nerecyklovateľných materiálov na začiatku výrobného cyklu.

Manažéri sa budú stretávať s pokročilými praktickými nástrojmi a metodológiami na hodnotenie energetických dopadov – ako je analýza Pinch, termálne zobrazovanie a jednoduché merania súvisiace s energiou – pričom sa naučia systematicky interpretovať tieto údaje pre strategické rozhodovanie na zlepšenie energetickej efektívnosti. Manažéri SymbioTech zvládnu základy Pinch Analýzy na navrhovanie tepelných integračných sietí naprieč spoločnosťami – pričom prepoja prebytočné odpadové teplo jednej firmy s procesnými potrebami druhej firmy, prostredníctvom spoločných kaskád výmenníkov – čo umožní strategické vedenie v priemyselnej symbiôze. Školenie zahŕňa stanovenie energetických cieľov, stanovenie ukazovateľov výkonnosti a vypracovanie nástrojov na vykazovanie. Modul tiež pokrýva techniky vykonávania interných a externých auditov energetického manažmentu, čím zabezpečujú, že organizácie spĺňajú všetky požiadavky ISO 50001.

Workshopy, ako interaktívne sedenia, prehĺbia konceptuálne pochopenie, zatiaľ čo simulácie ponúkajú praktické scenáre na aplikáciu energetických auditov a implementačných zručností – napríklad využívanie termovizórnych dát na tímové rozhodovanie. To poskytuje podporu manažerom SymbioTech pri orientácii v zložitostiach integrácie symbiotických energetických systémov do existujúcich organizačných procesov a vedie k hmatateľným zlepšeniam environmentálneho výkonu.

Počas celého modulu sa kladie dôraz na rozvoj vodcovských schopností v oblasti symbiotického riadenia energie, čím sa manažerom SymbioTech umožňuje podporovať kontinuálnu energetickú zodpovednosť vo svojich organizáciách. Na konci kurzu budú účastníci pripravení viesť projekty energetickej efektívnosti, ktoré nielenže spĺňajú medzinárodné normy vrátane ISO 50001, ale zároveň významne prispievajú k udržateľným priemyselným praktikám a spolupráci v riadení energií a EMS systémov naprieč priemyselnými sieťami.

112

6.2 Výsledky vzdelávania (LO)

Plánované výsledky vzdelávania sú rozdelené do troch oblastí EQF:

▪ **Vedomosti.** Manažéri budú:

1. Rozumieť základným princípom energetickej efektívnosti a energetického plytvania, vrátane konceptov ako spätné získavanie odpadového tepla, optimalizácia systému, hierarchia nakladania s odpadom, analýza materiálových tokov (MFA) pre mapovanie zdrojov v spoločnosti a cirkulárny návrh produktov na umožnenie výmeny produktov medzi priemyselnými partnermi (LO1),
2. Rozumieť základom Pinch analýzy (horúce/studené prúdy, pinch point) ako metódu na zlepšenie integrácie tepelnej energie – a jej internej aplikácii pre efektivitu procesov a externe naprieč spoločnosťami tým, že sa prepojí prebytočné odpadové teplo jednej firmy ako vstup pre požiadavky na vykurovanie inej firmy (LO2).

3. Vedieť rozpoznáť kľúčové komponenty noriem ISO 50001, ktoré usmerňujú systémy riadenia energie v priemyselných podmienkach (LO3).

▪ **Zručnosti. Manažéri budú:**

4. Vykonávať jednoduché merania súvisiace s energiou (teplota, výkonové merania) na priemyselných strojoch pomocou základných nástrojov (LO4),
5. Využívať zariadenia, ako sú termovízorne kamery, na identifikáciu zón straty tepla a zber podporných údajov. Použitie termovízornej kamery poskytuje praktickú skúsenosť nevyhnutnú pre manažerov SymbioTech na identifikáciu príležitostí na zdieľanie naprieč odvetvami (LO5),
6. Aplikovať kontrolné zoznamy a úvodné nástroje na analýzu pinch na posúdenie vzorcov spotreby energie, lokalizovať neefektívnosti a navrhovať vhodné technické úpravy (napr. izolácia, systémy spätného získavania, zlepšenia procesov) (LO6),
7. Jasne dokumentovať zistenia a štruktúrovať odporúčania v pláne nápravných opatrení (LO7).

▪ **Kompetencie (autonómia a zodpovednosť). Manažéri budú:**

8. Pracovať bezpečne a pozorne v priemyselnom prostredí, dodržiavať zavedené prevádzkové protokoly, najmä pri manipulácii s horúcimi povrchmi, práci s elektrickými systémami alebo obsluhu pohyblivých zariadení (LO8).
9. Viesť iniciatívu pri identifikácii miest energetickej straty a pri vypracovaní odporúčaní, pričom budú zohľadňovať dôležitosť spolupráce s inžinierskymi tímami na odôvodnenie implementácie (LO9),
10. Udržiavať jasné a systematické záznamy o energetických pozorovaniach, zabezpečovať sledovateľnosť a spoľahlivosť pre následné alebo auditné účely (LO10).

6.3 Indikatívny rozvrh učenia / harmonogram výučby

Týždeň	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Odporúčané metódy
1	Bootcamp školenie priamo na mieste (osobne)	Prednáška / workshop / e-learning	Základy energetickej efektívnosti, skutočné príklady úspor energie.	LO1, LO2	Branca a kol. (2022), Kemp et al. (2020), Smernica o energetickej efektívnosti 2023/1791	Použitie termálnych kamier a senzorov; manažéri si precvičujú identifikáciu tepelných strát z vybraného vybavenia; cvičenia na Pinch Analýzu.
2	E-learning s mentorom a pracovné zadanie	Seminár / e-learning	Energetický manažment, energetické bilancie, hierarchia nakladania s odpadom, MFA, cirkulárny dizajn produktov, techniky znižovania odpadu, výpočet spotreby energie (prípadové štúdie)	LO1, LO3, LO4, LO5, LO6, LO7	Európska zelená dohoda, Fit for 55, Smernica o energetickej efektívnosti 2023/1791, ISO 50001 (Systémy riadenia energie)	Simulované prípadové štúdie, vlastné kvízy, mini energetický audit.
3, 4	Záverečné hodnotenie	Prednáška / workshop / e-learning	Mapa energetického plytvania pri energetických stratách, Plán nápravných opatrení na zlepšenie.	LO1, LO8, LO9, LO10	Cervo et al. (2020), Fraccascia et al. (2020)	Samostatné učenie, Q&A sedenia, obrana analýz.

6.4 Kľúčové nástroje a zdroje

- **Termovízna kamera a senzory** – Používajú sa počas bootcampu na mieste a iných projektových prác na detekciu a dokumentáciu tepelných strát v zariadeniach alebo procesoch.
- **Kontrolné záznamy energetickej efektívnosti** – Na základe **normy ISO 50001** tieto nástroje pomáhajú budúcim manažérom systematicky kontrolovať procesy a identifikovať bežné príčiny energetickej neefektívnosti (napr. nečinné stroje, nedostatok izolácie).

6.5 Metódy vyučby a učenia

- *Prístup k učeniu*

Pre tento modul bude prijatý hybridný prístup k učeniu. Inými slovami, bude sa aplikovať ako synchronné, tak asynchronné učenie. Konkrétne, prostredníctvom synchronného učenia sa školitelia a manažéri stretávajú virtuálne v rovnakom čase a na rovnakom mieste (v digitálnej triede) a komunikujú v reálnom čase. Na druhej strane, na základe asynchronného učenia môžu manažéri pristupovať k materiálom, ktoré budú plne dostupné na digitálnej platforme (nahranej školiteľmi). Tieto materiály (napr. prednahráné prednášky, prezentácie, Word/PDF súbory, obrázky, videá a pod.) budú popisovať teoretické otázky a praktické prípadové štúdie. Manažéri tak môžu s každým materiálom interagovať vlastným tempom počas dlhších období.

- *Kľúčové vyučovacie metódy*

V module sa použije viacero kľúčových vyučovacích metód, ako sú interaktívne prednášky s vedenou diskusiou, prípadové štúdie, semináre, odborné webináre, workshopy, praktické laboratória. Otázky týkajúce sa priemyselnej symbiôzy (IS), cirkulárnej ekonomiky (CE) a udržateľnosti sa budú odrážať vo vyššie uvedených vyučovacích metódach. Kľúčové zdroje pre moduly zahŕňajú termokameru a senzory, ktoré budú použité počas výcviku na mieste počas prvého týždňa na detekciu a dokumentáciu tepelných strát v zariadeniach alebo procesoch, a kontrolný zoznam energetickej efektívnosti.

- *Prístupy a metódy podporujúce aktívne učenie a praktické využitie poznatkov.*

Prístup k synchronizovanému učeniu je vhodný na okamžité zapojenie školiteľov a manažerov prostredníctvom rýchlejšej výmeny informácií, čím pomáha budovať pocit komunity a vyjasňovať mylné názory. Navyše, prístup k asynchronnému učeniu je flexibilnejší. Umožňuje manažérom viac času na skúmanie a zapojenie sa do materiálu. Okrem toho kľúčové vyučovacie metódy (ako prednášky) poskytnú teoretické poznatky o IS pre komplexné pochopenie princípov, prvkov a praktík IS. Tieto znalosti spolu s mnohými praktickými príkladmi a poskytovanými vyučovacími metódami (ako sú prípadové štúdie IS) tvoria základy pre SymbioTech manažéra.

Odborné webináre a semináre ďalej prispievajú k rozšíreniu teoretických a praktických poznatkov o IS. Tímová práca, ktorá sa podporuje prostredníctvom vyučovacích metód ako

workshopy, skupinová práca a projekty, umožňuje manažérovi SymbioTech úspešne spolupracovať so zainteresovanými stranami a rozvíjať efektívne siete IS.

6.6 Metódy hodnotenia a dôkazy

Hodnotenie manažérov a hodnotenie modulu SymbioTech Managers je navrhnuté tak, aby meralo teoretické pochopenie aj praktickú aplikáciu konceptov energetickej symbiôzy v priemyselných sieťach. Manažéri budú hodnotení kombináciou individuálnych úloh, ako sú technické správy analyzujúce zlepšenie energetickej efektívnosti na základe reálnych údajov, a skupinových projektov, ktoré vyžadujú vývoj a prezentáciu prispôbených riešení energetického manažmentu. Účasť na diskusiách prípadových štúdií, workshopoch a riešiteľských sedeniach prispeje ku kontinuálnemu hodnoteniu prostredníctvom štruktúrovaného tímového pozorovania, hodnotenia kritického myslenia a mäkkých zručností ako vedenie, spolupráca, komunikácia a prispôbivosť v skupinových prostrediach. Okrem toho reflexívne práce o prednáškach, terénnych návštevách alebo virtuálnych prehliadkach povzbudia budúcich manažérov k prepojeniu poznatkov z odvetvia s akademickými znalosťami. Tento kombinovaný hodnotiaci prístup zabezpečuje, že manažéri získavajú merateľnú kompetenciu v riadení inovatívnych, udržateľných energetických systémov v reálnych priemyselných kontextoch.

SymbioTech manažéri majú možnosť zúčastniť sa prednášok a odborných seminárov (sektie vedené odborníkmi z energetického sektora, ktoré zdôrazňujú najmodernejšie technologické politiky a trhové trendy) a terénnych návštev alebo virtuálnych prehliadok. Terénne návštevy sú v rámci kurzu plne dobrovoľné a zahŕňajú návštevy priemyselných lokalít, kde sa praktizuje energetická symbiôza, aby mohli priamo pozorovať aplikácie technológií a manažérske praktiky.

116

Hodnotiace zložky:

Výstupy energetickeho auditu:

- Mapa energie a odpadu (napr. diagram, tabuľka alebo anotovaný termálny obraz) zobrazujúca zóny energetickej straty.
- Plán nápravných opatrení načrtávajúci navrhované zlepšenia s odôvodnením (napr. tepelná izolácia, výmenník tepla, odstávky procesov).

Ústna obhajoba (otázky a odpovede):

- Manažéri vysvetľujú svoje energetické zistenia, popisujú použité nástroje a odpovedajú na otázky týkajúce sa stratégií energetickej efektívnosti a metód auditu.

Predloženie dôkazov:

- Mini audit vrátane pozorovacích záznamov, diagramov a akčných listov.
- Hodnotenie podľa 20-bodovej hodnotiacej schémy, s pripomienkou na technickú presnosť, povedomie o bezpečnosti a kvalite odporúčaní.

6.7 Bibliografia a nástroje

6.7.1 Požadované

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 Odporúčané

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. Návrh Sylabu – VET (EQF5)

Názov modulu: Systémy environmentálneho manažmentu (EMS)

EQF úroveň: 5

ECVET kredity: 2-3 ECVET

Celková pracovná záťaž (hodiny): 50-75 hodín

- Výučba (prednášky, laboratória, semináre, workshopy atď.): 30-45 hodín
- Samoštúdium: 10-15 hodín
- Projektová práca: 10-15 hodín

Vyučujúca inštitúcia: VSB - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA (VSB - TUO), Česko.

7.1 Prehľad modulu

Tento modul uvádza budúcich manažérov do štruktúry, implementácie a hodnotenia systémov environmentálneho manažmentu (EMS), so špecifickým zameraním na rámce ISO 14001 a EMAS. Prostredníctvom praktických aktivít, analýzy prípadov a simulovaných auditov sa manažéri naučia, ako vykonávať environmentálne hodnotenia, stanovovať ciele a indikátory, implementovať prevádzkové kontroly a zabezpečiť súlad s predpismi.

Na základe poznatkov získaných v moduloch 1-6 si tento modul kladie za cieľ rozvíjať aplikované EMS schopnosti pre priemyselnú symbiózu. Pripravuje budúcich manažérov na to, aby usmerňovali malé a stredné podniky alebo klastre k zlepšeniu environmentálneho výkonu, zosúladieniu regulácií a dlhodobým stratégiám udržateľnosti.

Modul je určený pre študujúcich formou odborného vzdelávania, obchodných manažérov, konzultantov a facilitátorov zapojených do inovácií efektívne využívajúcich zdroje. Všeobecné pochopenie udržateľnosti je užitočné, ale nie je nevyhnutné.

7.2 Výsledky vzdelávania (LO)

Plánované výsledky vzdelávania sú rozdelené do troch oblastí EQF:

▪ **Vedomosti.** Manažéri budú:

1. Chápať strategickú úlohu EMS: Vysvetliť, ako environmentálne riadenie vyvažuje ekonomické, sociálne a environmentálne potreby v rámci organizácie (LO1),
2. Rozlišovať rámce EMS: Rozlišujte kľúčové normy, konkrétne ISO 14001 a EMAS, a ich implementačné kroky (LO2),
3. Spájať EMS so širšími cieľmi: Uznávať prepojenia medzi EMS, priemyselnou symbiózou, cirkulárnou ekonomikou a politikami klimatickej neutrality EÚ (LO3).

▪ **Zručnosti.** Manažéri budú:

4. Vedieť vykonať environmentálne hodnotenia: Vykonať počiatočnú environmentálnu analýzu na identifikáciu významných aspektov a dopadov organizácie (LO4),
5. Schopní vypracovať komponenty EMS: Vypracovať environmentálne politiky, stanoviť merateľné ciele a definovať kľúčové ukazovatele výkonnosti (KPI) (LO5),
6. Schopní vytvárať environmentálne správy: Pripravovať transparentné environmentálne vyhlásenia v súlade s vykazovacími normami (napr. základy CSRD) (LO6).

▪ **Kompetencie (autonómia a zodpovednosť).** Manažéri budú:

7. Koordinovať implementáciu EMS: Viesť plánovanie a realizáciu EMS projektov v MSP alebo priemyselných klastroch (LO7),
8. Riadiť súlad a audity: Zabezpečiť súlad s environmentálnymi predpismi a pripraviť organizáciu na interné alebo externé audity (LO8),
9. Vedieť uľahčiť zapojenie zainteresovaných strán: Efektívne komunikovať environmentálnu výkonnosť regulátorom, partnerom a verejnosti (LO9).

120

7.3 Indikatívny rozvrh učenia / harmonogram výučby

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Komentované metódy
1	Úvod do systémov environmentálneho manažmentu (EMS) a na environmentálnu certifikáciu	Prednáška + seminár / e-learning	EMS ako nástroj na vyváženie environmentálnych a ekonomických potrieb. Výhody certifikácie (trhové, regulačné, prevádzkové).	LO1, LO3	Tinsley (2015), Watson M., Emery A. (2004), Dentch M.P. (2016), McKeiver C., Gadenne D. (2005), Hui a kol. (2001); Ferenhof et al. (2014), Daddi T., Iraldo F., Testa F. (2015), Sheldon a Yoxon (2012).	Interaktívna prednáška s vedenou diskusiou. Seminár využívajúci výskumom založené učenie (RBL)
2	EMAS: Schéma auditu ekologického manažmentu - Fáza plánovania	Prednáška + seminár / E-learning	Úvod do štruktúry EMAS a "Kroky k EMAS". Závazok manažmentu a vykonanie počiatočného environmentálneho hodnotenia.	LO2, LO4	Používateľský sprievodca EMAS (2023) Nariadenie EMAS (2009) Sheldon C., Yoxon M. (2012)	Interaktívna prednáška. Úvod do plánovania založený na seminári.
3	EMAS: Definovanie environmentálnej politiky a programu (1) - Nastavenie a implementácia EMAS	Workshop / e-learning	Stanovenie environmentálnych cieľov, cieľov a opatrení. Zdroje, zodpovednosti, kontrola právnych predpisov a príprava auditu.	LO4, LO5, LO7, LO8	Používateľský sprievodca EMAS (2023) Nariadenie EMAS (2009)	Skupinový projekt, časť 1: Stanovenie cieľov a meradiel. Cvičenie kontroly súladu.

A/A	Názov jednotky / sekcie	Typ sedenia	Téma / Aktivita	Plánované LO	Povinná literatúra / materiály	Komentované metódy
4	Environmentálne vyhlásenie s EMAS	Workshop / e-learning	Požiadavky na environmentálne vyhlásenie a kľúčové KPI. Súlad s predpismi o udržateľnom reportovaní (ESRS, CSRD).	LO3, LO6, LO9	Používateľský sprievodca EMAS (2023) Nariadenie EMAS (2009) Campos et al. (2015) ESRS: E1 (klimatická zmena), E2 (znečistenie), E3 (voda a morské zdroje), E4 (biodiverzita a ekosystémy), E5 (využívanie zdrojov a cirkulárna ekonomika)	Skupinový projekt Časť 2: Vypracovanie a zdokonalenie správy.
5	Súlad EMAS s ISO 14001:2015 Hodnotenie projektu	Seminár / e-learning Hodnotenie	Porovnanie EMAS a ISO 14001; Identifikácia synergií. Prezentácia portfólia EMS.	LO1 – LO9	ISO 14001:2015, ISO 14001 Kľúčové výhody, nariadenie EMAS (2009), Dentch M.P. (2016) Salim H.K et al. (2018), Campos et al. (2015), Oliveira et al. (2016), Camilleri M.A. (2022)	Brainstorming: Mapovanie súladu. Prezentácia skupinových projektov (politika, revízia, správa).

7.4 Metódy vyučovania a učenia

▪ Prístup k učeniu

Pre tento modul je možné použiť hybridný prístup k učeniu. Inými slovami, môže sa použiť ako synchronné, tak aj asynchronné učenie. Konkrétne, prostredníctvom synchronného učenia sa školitelia a manažéri stretnú virtuálne v rovnakom čase a na rovnakom mieste (v digitálnej triede) a budú komunikovať v reálnom čase. Na druhej strane, na základe asynchronného učenia môžu manažéri pristupovať k materiálom, ktoré budú dostupné na digitálnej platforme (nahraanej školiteľmi). Tieto materiály (napr. prednahráné prednášky, prezentácie, word/pdf súbory, obrázky, videá a pod.) budú popisovať teoretické otázky a praktické prípadové štúdie. Manažéri tak môžu s každým materiálom interagovať vlastným tempom počas dlhšieho obdobia.

▪ Kľúčové vyučovacie metódy

Počas modulu bude použitých viacero kľúčových vyučovacích metód. Pre teoretické a koncepčné poznatky tento kurz ponúka interaktívne prednášky s vedenými diskusiami a semináre využívajúce prvky brainstormingu alebo výskumom založeného učenia. Pre praktické aspekty (ako sú implementačné aspekty EMAS) tento modul ponúka workshopy, ktoré umožňujú účastníkom spolupracovať na rozvoji projektov.

▪ Prístupy a metódy podporujúce aktívne učenie a praktické využitie poznatkov.

Synchronný prístup k učeniu je vhodný na okamžité zapojenie školiteľov a študujúcich a rýchlejšiu výmenu informácií, čím pomáha budovať pocit komunity a vysvetľovať mylné predstavy. Navyše, prístup k asynchronnému učeniu je flexibilnejší. Poskytuje budúcim manažérom viac času na skúmanie a zapojenie sa do materiálov a umožňuje prístup k širšiemu spektru študujúcich.

Navyše, kľúčové vyučovacie metódy (ako prednášky) poskytnú teoretické poznatky o IS pre komplexné pochopenie princípov, prvkov a praktík IS. Tieto vedomosti spolu s mnohými praktickými príkladmi poskytovanými praktickými vyučovacími metódami (ako sú prípadové štúdie IS, praktické laboratória) vytvárajú základy pre to, aby študujúci HEI a manažér podniku mohli byť manažérmi IS. Odborné webináre a semináre ďalej prispievajú k rozšíreniu teoretických a praktických poznatkov o IS. Tímová práca, ktorá sa podporuje prostredníctvom vyučovacích metód ako workshopy, skupinová práca a projekty, umožňuje manažérovi IS úspešne spolupracovať so zainteresovanými stranami a rozvíjať efektívne siete IS.

7.5 Metódy hodnotenia a dôkazy

Modul využíva zmiešanú hodnotiacu stratégiu, ktorá kombinuje aktívnu účasť a zapojenie študujúcich, výsledky skupinových projektov a písomnú skúšku. Tieto metódy budú použité na hodnotenie všeobecných znalostí účastníkov o systémoch environmentálneho manažmentu, ako aj zručností a kompetencií v praktickej implementácii EMS na príklade EMAS.

Hodnotiace zložky:



- *Účast' a zapojenie (váha 20 %):* Aktívny príspevok do diskusií, seminárov a workshopových aktivít.
- *EMS praktické portfólio (skupinový projekt) (váha 80 %):* Manažéri budú pracovať v skupinách na vypracovaní komplexnej simulácie EMS pre vybranú entitu. Hodnotenie je rozdelené do štyroch kumulatívnych výstupov, aby sa zabezpečilo nepretržité úsilie:
 - *Environmentálna politika a ciele (20 %):* Vypracovanie strategického smerovania a merateľných cieľov.
 - *Súlad a kontrola (20 %):* Vykonanie počiatkovej kontroly a kontroly právneho súladu.
 - *Záverečné environmentálne vyhlásenie/správa (30 %):* Syntéza údajov do záverečnej verejnej správy (vrátane KPI).
 - *Debriefing a reflexia (10 %):* Hodnotenie výkonu a reflexívna diskusia

7.6 Bibliografia a nástroje

7.6.1 Povinné

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 Odporúčané

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., Ferraud 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>

125

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