

Rezultat D3.1

Izobraževalni moduli za študente HEI in VET

**7 učnih načrtov za izobraževalne
module visokošolskega izobraževanja**

**7 učnih načrtov za izobraževalne
module in usposabljanje**

1

Podrobnosti o dostavi

Številka dostave	D3.1
Vrsta rezultata	R-DEC
Raven razširjanja	PU - javna
Delovni paket št.	3
Naslov delovnega paketa	Razvoj virov SymbioTech Manager
Naloga št.	T3.1 & T3.2
Naziv naloge	Razvoj 7 izobraževalnih modulov na ravni HEI EQF6. Razvoj 7 izobraževalnih modulov na ravni VET EQF5
Avtor(i)	UPAT, vsi partnerji
Status (F: final; D: vpoklic; RD: revidiran osnutek) F	F
Ime datoteke	D3.1. Izobraževalni moduli za visokošolske in poklicne učence
Rok	M15 (januar 2026)
Datum dostave	31/01/2026

Financirano s strani Evropske unije. Izražena stališča in mnenja so zgolj stališča in mnenja avtorja(-ev) in ni nujno, da odražajo stališča in mnenja Evropske unije ali Evropske izvajalske agencije za izobraževanje in kulturo (EACEA). Zanje ne moreta biti odgovorna niti Evropska unija niti EACEA.

Kazalo vsebine

Vsebina	Stran
Uvod	4
DEL A: 7 Učni načrti za module usposabljanja visokošolskega izobraževanja	5
1. Predloga jedrnatega učnega načrta – HEI (EQF6). Naslov modula: Okvir industrijske simbioze (IS)	6
2. Predloga jedrnatega učnega načrta – HEI (EQF6). Naslov modula: Načela ocenjevanja življenjskega cikla za ocenjevanje okoljskih koristi in slabosti deljenja virov	16
3. Predloga jedrnatega učnega načrta – HEI (EQF6). Naslov modula: Medorganizacijski odnosi	24
4. Predloga jedrnatega učnega načrta – HEI (EQF6). Naslov modula: UI in strojno učenje za napovedovanje pretoka materialov ter optimizacijo dobavne verige/procesov	35
5. Predloga jedrnatega učnega načrta – HEI (EQF6). Naslov modula: Blockchain tehnologije, za ustvarjanje preglednih in varnih sistemov za sledenje in certificiranje materialnih in energetskih tokov	46
6. Predloga jedrnatega učnega načrta – HEI (EQF6). Naslov modula: Simbiotske tehnologije in modeli energetske učinkovitosti/upravljanja	53
7. Predloga jedrnatega učnega načrta – HEI (EQF6). Naslov modula: Sistemi okoljskega upravljanja (EMS)	63
DEL B: 7 Učni načrti za module usposabljanja in usposabljanja	69
1. Predloga jedrnatega učnega načrta – VET (EQF5). Naslov modula: Okvir industrijske simbioze (IS)	70
2. Predloga jedrnatega učnega načrta – VET (EQF5). Naslov modula: Načela ocenjevanja življenjskega cikla za ocenjevanje okoljskih koristi in slabosti deljenja virov	78
3. Predloga jedrnatega učnega načrta – VET (EQF5). Naslov modula: Medorganizacijski odnosi	86
4. Predloga jedrnatega učnega načrta – VET (EQF5). Naslov modula: UI in strojno učenje za napovedovanje pretoka materialov ter optimizacijo dobavne verige/procesov	94
5. Predloga jedrnatega učnega načrta – VET (EQF5). Naslov modula: Blockchain tehnologije, za ustvarjanje preglednih in varnih sistemov za sledenje in certificiranje materialnih in energetskih tokov	101
6. Predloga jedrnatega učnega načrta – VET (EQF5). Naslov modula: Simbiotske tehnologije in modeli energetske učinkovitosti/upravljanja	109
7. Predloga jedrnatega učnega načrta – VET (EQF5). Naslov modula: Sistemi okoljskega upravljanja (EMS)	116

Uvod

Ta rezultat je vključen v celotno izobraževalno strategijo projekta SymbioTech in predstavlja naslednji korak po prepoznavanju potreb po usposabljanju ter opredelitvi okvira za izvajanje usposabljanja. Neposredno temelji na ugotovitvah in priporočilih **Poročila o kartiranju potreb po usposabljanju SME in strukture učne poti (D2.2)** ter **načrta zahtev za izvajanje usposabljanja SymbioTech (D2.3)**, ki je opredelil okvir kompetenc, učne rezultate in pogoje izvajanja, potrebne za pripravo SymbioTech vodij na področju digitalne industrijske simbioze (DIS).

V tem kontekstu se trenutni izdelek osredotoča na strukturiran razvoj vsebine SymbioTech izobraževalnih modulov. Njegov glavni cilj je prevesti strateške usmeritve, učne cilje in zahteve po kompetencah, opredeljene v prejšnjih rezultatih, v konkretne, koherentne in pedagoško ustrezne učne module. Razvoj modulov sledi izobraževalnemu pristopu, usmerjenemu učencu in praksi, s poudarkom na aktivni vključenosti učencev, integraciji teorije z uporabo v praksi ter razvoju prenosljivih, delovno pomembnih veščin.

Moduli so zasnovani tako, da podpirajo prilagodljive in modularne učne poti tako za visokošolske ustanove (HEI) kot za poklicno izobraževanje in usposabljanje (VET). Vsak modul združuje teoretične osnove z uporabnimi učnimi dejavnostmi, vključno s študijami primerov, digitalnimi orodji, simulacijami in interaktivnimi vajami, s čimer spodbuja kritično mišljenje, sposobnosti reševanja problemov in medsektorsko sodelovanje. Ti elementi neposredno odgovarjajo na vrzeli v kompetencah in prioritete usposabljanja, ugotovljene z analizo potreb po usposabljanju SymbioTech.

V skladu s načeli, opisanimi v D2.3, je proces razvoja modula usklajen z mehanizmi zagotavljanja kakovosti, pristopi mikro-potrdil in načeli vseživljenjskega učenja. Vsebina usposabljanja je zasnovana tako, da je primerna za digitalne, mešane in hibridne oblike izvajanja, kar omogoča dostopnost, razširljivost in prilagodljivost v različnih nacionalnih in institucionalnih kontekstih. Posebna pozornost je namenjena zagotavljanju skladnosti med učnimi cilji, učnimi izidi, učnimi dejavnostmi in metodami ocenjevanja v vseh modulih.

Na splošno ta izdelek služi kot povezovalni instrument med strateškim oblikovanjem programa usposabljanja SymbioTech in njegovo praktično izvedbo. Zagotavlja dosleden in izvedljiv okvir za razvoj modulov, ki zagotavlja, da vsebina usposabljanja učinkovito podpira pripravo trenutnih in prihodnjih SymbioTech managerjev, sposobnih oblikovati, olajšati in upravljati pobude digitalne industrijske simbioze v kompleksnih industrijskih in krožnih gospodarskih ekosistemih.

Del A

7 učnih načrtov za izobraževalne module visokošolskega izobraževanja

1 Predloga jedrnatega učnega načrta – HEI (EQF6)

Naslov modula: Okvir industrijske simbioze (IS)

EQF stopnja: 6

ECTS krediti: 4 ECTS

Skupna obremenitev (ure): 100 ur

- Kontaktne ure (predavanja, laboratoriji, seminarji, delavnice itd.): 40 ur
- Vodeno samostojno učenje: 30 ur
- Projektno delo: 30 ur

Izobraževalna ustanova: UNIVERZA V PATRAS (UPAT), Grčija

1.1 Pregled modula

Ta modul predstavlja temeljne koncepte in načela industrijske simbioze (IS), ključne sestavine Evropskega zelenega dogovora in Akcijskega načrta EU za krožno gospodarstvo. Učencem omogoča strukturirano razumevanje temeljev IS, vključno z definicijami, obsegom, zgodovinskim razvojem in povezavami s krožnim gospodarstvom ter ekoindustrijskimi parki. Modul prav tako raziskuje okvire politik EU, ki vplivajo na sprejetje IS, sodobne poslovne modele in tipologije, orodja in algoritme za digitalno ujemanje, kartiranje materialnih in energetskih tokov, strategije vključevanja deležnikov ter oblikovanje in vrednotenje simbiotičnih mrež. Učenci dodatno preučujejo kazalnike uspešnosti IS, koristi, ovire, tveganja in dejavnike, ki vplivajo na uspešno implementacijo.

Modul je namenjen študentom visokošolskih šol, izobraževalcem, poslovnim menedžerjem, svetovalcem, facilitatorjem, raziskovalnim organizacijam, podjetniškim podpornim institucijam in oblikovalskim organom, ki se ukvarjajo s trajnostjo in inovacijami z uporabo virov.

Predstavlja temeljni del izobraževalne poti SymbioTech, ki udeležence pripravlja na napredne module o digitalni industrijski simbiozi in sistemih okoljskega upravljanja.

Splošno razumevanje trajnosti ali industrijskega delovanja je koristno, vendar ni nujno. Osnovne analitične veščine in zanimanje za sodelovalno reševanje problemov podpirajo učinkovito vključevanje v teoretične in praktične sestavine modula.

1.2 Učni izidi (LO)

Predvideni učni izidi so razdeljeni v tri področja EQF:

▪ **Znanje.** *Študenti bodo:*

1. celovito razumeti načela/elemente IS, ovire, koristi, vlogo IS znotraj okvirov krožnega gospodarstva ter politične kontekste, kot sta EU Fit for 55 in taksonomske uredbe (LO1),
2. seznaniti se z zgodovinskim razvojem in evolucijo od tradicionalnih praks IS do digitalnih pristopov IS (LO2),
3. bodite seznanjeni s trenutnimi poslovnimi modeli, prek katerih je mogoče IS implementirati (LO3).

▪ **Spretnosti.** *Učenci lahko:*

4. kritično analizirati industrijske grozde, da bi prepoznali simbiotične priložnosti z uporabo orodij, kot sta QGIS in Sankeyjevi diagrami (LO4),
5. uporaba tipologij poslovnih modelov in analize deležnikov za oblikovanje izvedljivih partnerstev na področju IS (LO5),
6. zbiranje podatkov, kartiranje materialov in energetskih tokov ter uporaba teh podatkov za odločanje (LO6),
7. učinkovito predstaviti in komunicirati priložnosti za IS v pisni in ustni obliki (LO7).

▪ **Kompetence (avtonomija in odgovornost).** *Študenti lahko:*

8. zasnovati in ocenjevati projekte IS ob upoštevanju tehničnih, ekonomskih in okoljskih vidikov (LO8),
9. sodelujejo v multidisciplinarnih ekipah, vključujejo deležnike in upravljajo projektne delovne procese (LO9),
10. vključujejo politike EU in mednarodne standarde v projektne predloge, ki temeljijo na etičnem in trajnostno usmerjenem miselnosti (LO10),
11. nenehno izboljševanje znanja o IS in praktičnih veščin s samostojnim učenjem in reflektivno prakso (LO11).

1.3 Indikativni urnik učenja / urnik izvedbe

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
1	Uvod v IS, zgodovinski razvoj in svetovno uporabnost.	Predavanje / delavnica / e-učenje	Definicije, obseg, elementi, motivi in povezave IS s krožnim gospodarstvom in ekoindustrijskimi parki. Od primera IS v Kalundborgu v šestdesetih letih do digitalnega IS v 2020-ih.	LO1, LO2	Vimal in sodelavci. (2020), Neves et al. (2020), Ashton et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023), Khan et al. (2023).	Interaktivno predavanje z vodenim razpravo o IS, CE in vprašanih trajnosti. Študije primerov o uspehih in neuspehih IS.
2	Kontekst politike EU.	Seminar / e-učenje	IS je primeren za paket EU 55 in usklajevanje taksonomije EU. Regulativni okviri EU, povezani z IS.	LO1, LO10	Evropski zeleni dogovor, paket Fit for 55', EU taksonomija za trajnostne dejavnosti.	Uvod v predpise EU na podlagi seminarjev. Strokovni spletni seminarji.
3	Poslovni modeli za IS.	Predavanje / delavnica / e-učenje	IS poslovni modeli in tipologije.	LO3, LO5, LO8	Ponis (2021), Demartini et al. (2022), Erol et al. (2023), Iyer et al. (2024).	Študije primerov razpoložljivih poslovnih modelov.
4	Algoritmi in digitalna orodja za IS.	Seminar / e-učenje	Simbiotski algoritmi za ujemanje in digitalna orodja.	LO2, LO4	Angelis-Dimakis et al. (2021), Silva et al. (2022), Iyer et al. (2024), QGIS, SankeyMATIC Software tutorials.	Uvod v algoritme in digitalna orodja, ki temeljijo na seminarjih. Strokovni spletni seminarji. Praktični laboratoriji z uporabo programske opreme.

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
5	Izmenjava virov ter materialnih in energetskih tokov.	Predavanje/delavnica / e-učenje	Kartiranje materialnih in energijskih tokov v grozde.	LO6	Neves et al. (2020), Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023).	Študije primerov izmenjave virov.
6	Deležniki in omrežja IS.	Predavanje/delavnica / e-učenje	Analiza deležnikov in strategije vključevanja. Oblikovanje simbiotskih omrežij in vrednostnih verig.	LO4, LO5, LO9	Neves et al. (2020), Aviso et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023), Khan et al. (2023).	Skupinsko delo/možgansko nevihto glede kriterijev in vključenosti deležnikov. Študije primerov vpletenih deležnikov v omrežja IS. Študije primerov obstoječih omrežij IS.
7	Ocenjevanje uspešnosti IS in koristi IS.	Predavanje/delavnica / e-učenje	Določanje in poročanje KPI-jev IS. Operativne, gospodarske, marketinške, okoljske in družbene koristi IS.	LO1, LO8	Agudo et al. (2022), Agudo et al. (2023), Agudo et al. (2024), Vimal et al. (2020), Khan et al. (2023).	Skupinsko delo/možgansko nevihto za komentiranje KPI-jev IS. Skupinsko delo/možgansko nevihto za komentiranje in primerjavo operativnih, ekonomskih, marketinških, okoljskih in družbenih vidikov/koristi.
8	Ovire za IS, upravljanje tveganj in dejavniki, ki vplivajo na IS.	Predavanje / delavnica / e-učenje	Ovire in tveganja, ki vplivajo na izvajanje in strategije omilitve IS. Dejavniki, ki vplivajo na izvajanje in učinkovitost IS.	LO1, LO2, LO3, LO8	Ponis (2021), Taqi et al. (2022), Henriques et al. (2022), Angelis-Dimakis et al., (2023), Karman et al. (2024).	Skupinsko delo/možgansko nevihto za komentiranje ovir in tveganj IS. Delavnica reševanja problemov. Skupinsko delo/možganska nevihta za komentiranje dejavnikov, ki vplivajo na IS.

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
9	Praktični projekt IS.	Projekt in ocenjevanje	Ocena priložnosti IS za lokalni grozd.	In4, in7, in8, in9, od 10, in11	Vsa zgoraj omenjena branja/gradivo.	Predstavitev skupinskega projekta.
10	Izpiti iz IS.	Ocena	Zaključni izpiti in ocenjevanja.	LO1, LO2, LO3, LO7	Vsa zgoraj omenjena branja/gradivo.	Pisni in ustni izpiti (odprta vprašanja, vprašanja z več izbirami, kvizi itd.).

1.4 Metode poučevanja in učenja

▪ Učni pristop

Za ta modul bo sprejet hibridni učni pristop. Z drugimi besedami, uporabljali bomo tako sinhrono kot asinhrono učenje. Natančneje, s sinhronim učenjem se bodo trenerji in učenci zbirali virtualno ob istem času in na istem mestu (v digitalni učilnici) ter komunicirali v realnem času. Po drugi strani pa lahko učenci na podlagi asinhronega učenja dostopajo do gradiv, ki bodo na voljo na digitalni platformi (naloženi s strani trenerjev). Ta gradiva (npr. vnaprej posneta predavanja, predstavitev, word/pdf datoteke, slike, videoposnetki itd.) opisujejo teoretična vprašanja in praktične študije primerov. Tako lahko učenci z vsakim gradivom komunicirajo v svojem tempu skozi daljša obdobja.

▪ Ključne metode poučevanja

V modulu bo uporabljenih več ključnih učnih metod, kot so interaktivna predavanja z vodenimi razpravami, študije primerov, seminarji, strokovni spletni seminarji, delavnice, praktični laboratoriji, skupinsko delo ter projektni, pisni in ustni izpiti. Vprašanja, povezana z industrijsko simbiozo (IS), krožnim gospodarstvom (CE) in trajnostjo, se bodo odražala v zgoraj omenjenih učnih metodah.

▪ Pristopi in metode, ki podpirajo aktivno učenje in praktično uporabo znanja

Sinhroni pristop učenja je zelo primeren za takojšnjo vključenost trenerjev in učencev ter hitrejšo izmenjavo informacij, s čimer pomaga graditi občutek skupnosti in razjasniti zmote. Poleg tega je asinhrono učenje bolj prilagodljivo. Študentom omogoča več časa za raziskovanje in vključevanje v snov ter dostop do širšega kroga učencev.

Poleg tega bodo ključne učne metode (kot so predavanja) zagotovile teoretično znanje o IS za celovito razumevanje načel, elementov in praks IS. To znanje skupaj s številnimi praktičnimi primeri, ki jih ponujajo praktične učne metode (kot so študije primerov IS, praktične laboratorijske vaje), postavlja temelje, da lahko študent HEI in poslovni vodja postane vodja IS. Strokovni spletni seminarji in seminarji bodo še dodatno prispevali k izboljšanju teoretičnega in praktičnega znanja o IS. Timsko delo, ki se spodbuja z učnimi metodami, kot so delavnice, skupinsko delo in projekti, omogoča vodji IS uspešno sodelovanje z deležniki in razvoj učinkovitih IS mrež.

11

1.5 Metode ocenjevanja in dokazi

Modul uporablja mešano strategijo ocenjevanja, ki združuje aktivno sodelovanje in angažiranost študentov, predstavitev skupinskih projektov ter pisne in ustne izpite (odprta vprašanja, vprašanja z več izbirami, kvizi itd.), da oceni tako raven teoretičnega znanja študentov o konceptu IS kot tudi njihovo praktično sposobnost razvoja trajnostnih in konkurenčnih okvirov IS, sestavljenih iz ustreznih deležnikov, ki si izmenjujejo več virov. Vključene niso le sumativne (končno ocenjene oddaje) ocene za podporo napredku učenja, ampak tudi formativne (stalno sodelovanje in povratne informacije pri vseh ključnih učnih metodah).

Komponente ocenjevanja in dokazi o doseganju učnih izidov:



- *Udeležba in angažiranost (teža 10 %).* Aktivno sodelovanje pri vseh učnih metodah, kot so predavanja, študije primerov, seminarji, spletni seminarji, delavnice, praktične laboratorijske vaje, skupinsko delo in razvoj projektov.
- *Predstavitev skupinskega projekta (teža 30%).* 3.000 besed dolgo analitično poročilo, ki ocenjuje resnično ali simulirano lokalno priložnost za IS, vključno z analizo grozdov, kartiranjem toka in priporočili poslovnih modelov.
- *Zaključni pisni in ustni izpiti (odprta vprašanja, vprašanja z več izbirami, kvizi itd.) (teža 60%).* Izpiti, ki preverjajo teoretično znanje, razumevanje politik in kompetence praktičnih orodij.

1.6 Bibliografija in orodja

1.6.1 Obvezno

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>

Poleg tega morajo študenti preučiti vse izobraževalne materiale (predavanja, predstavitve, zapiske, delovne liste in dodatne dokumente), ki jih predavatelj naloži na tečajno platformo, saj so sestavni del osnovnih učnih virov modula.

1.6.2 Priporočeno

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-Passtani, 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 Predloga jedrnatega učnega načrta – HEI (EQF6)

Naslov modula: Načela ocenjevanja življenjskega cikla za ocenjevanje okoljskih koristi in slabosti deljenja virov

EQF stopnja: 6

ECTS krediti: 4 ECTS

Skupna obremenitev (ure): 100 ur

- Kontaktne ure (predavanja, laboratoriji, seminarji, delavnice itd.): 30 ur
- Voden samostojno učenje: 30 ur
- Projektno delo: 40 ur

Izvajalska ustanova: DERMOL SVETOVANJE D.O.O. (Dermol d.o.o.), Slovenija.

2.1 Pregled modula

16

Ta modul udeležencem predstavi načela in integrirano uporabo ocenjevanja življenjskega cikla (LCA), izračunavanja stroškov življenjskega cikla (LCC) in ocenjevanja socialnega življenjskega cikla (S-LCA) z uporabo programske opreme FootprintCalc kot osrednjega orodja za analizo trajnosti. Namen je opremiti učence z zmožnostjo modeliranja, interpretacije in komuniciranja okoljskih, ekonomskih in družbenih vplivov izdelkov in sistemov skozi njihov življenjski cikel v skladu s standardi ISO 14040/14044.

Ključne teme vključujejo razmišljanje o življenjskem ciklu, koncepte krožnega gospodarstva (CE) in industrijske simbioze (IS), zbiranje podatkov in zbiranje zalog, integracijo LCC in S-LCA kazalnikov ter interpretacijo rezultatov z večkriterijsko analizo odločitev in nadzornimi ploščami trajnosti.

Modul je namenjen študentom visokega šolstva (EQF 6), ki se pripravljajo na kariere v upravljanju trajnosti, krožnem poslovnem oblikovanju in koordinaciji industrijske simbioze, vključno s prihodnjimi vodji SymbioTech. Povezuje se s sorodnimi moduli o digitalni industrijski simbiozi, krožnih poslovnih modelih in trajnostnih inovacijah ter zagotavlja metodološko osnovo za uporabno analizo trajnosti.

Priporočeno predhodno znanje vključuje osnovno poznavanje načel trajnosti, okoljskega upravljanja ali digitalnih orodij; vendar pa niso potrebni posebni predpogojni moduli.

2.2 Učni izidi (LO)

Predvideni učni izidi so razdeljeni v tri področja EQF:

▪ **Znanje.** *Študenti bodo:*

1. opisati vlogo trajnosti, krožnega gospodarstva (CE) in industrijske simbioze (IS) v povezavi z življenjskim ciklom in sistemskim razmišljanjem (LO1),
2. opredeliti in pojasniti glavna načela, okvire in medsebojne povezave ocenjevanja življenjskega cikla (LCA), izračunavanja stroškov življenjskega cikla (LCC) in socialnega ocenjevanja življenjskega cikla (S-LCA) znotraj ocenjevanja trajnosti življenjskega cikla (LCSA) (LO2),
3. razumeti štiri glavne faze LCA (opredelitev cilja in obsega, analiza inventarja, ocena vpliva in interpretacija) ter načela, zahteve in smernice ISO 14040/14044 (LO3),
4. prepoznati, kako LCA podpira učinkovitost virov, krožno oblikovanje in odločanje, usmerjeno v trajnost, v kontekstih CE/IS (LO4),
5. poznajte strukturo in namen spletnih orodij za trajnost (npr. FootprintCalc) in podatkovnih baz (npr. Idemat 2025) (LO5).

▪ **Spretnosti.** *Učenci lahko:*

6. uporabo sklepanja na podlagi ISO za oceno kakovosti, preglednosti in zanesljivosti študij LCA, LCC in S-LCA (LO6),
7. uporaba spletne programske opreme (npr. FootprintCalc) za izdelavo podatkovnih nizov Bills of Materials (BoM) in Life Cycle Inventory (LCI), ki združujejo okoljske, ekonomske in socialne podatke (LO7),
8. uporaba metod presoje vplivov (npr. EF 3.1, ReCiPe) za analizo in interpretacijo rezultatov trajnosti in kompromisov (LO8),
9. razvijati, vizualizirati in komunicirati nadzorne plošče trajnosti ter večkriterijske analize (MCDA) za podporo informiranemu odločanju (LO9).

▪ **Kompetence (avtonomija in odgovornost).** *Študenti lahko:*

10. izvajati poenostavljene študije LCA, LCC in S-LCA neodvisno z uporabo FootprintCalc (LO10),
11. kritično oceniti kakovost podatkov, metodološke predpostavke in omejitve v ocenah trajnosti (LO11),
12. učinkovito sodelovati pri multidisciplinarnih CE/IS projektih in jasno komunicirati priporočila trajnosti raznolikim deležnikom (LO12).

2.3 Indikativni urnik učenja / urnik

izvedbe

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
1	Uvod v trajnost, CE in IS	Predavanja / e-učenje	Pregled konceptov trajnosti, krožnega gospodarstva (CE), industrijske simbioze (IS) in vloge razmišljanja o življenjskem ciklu.	LO1	Kirchherr et al. (2017)	Interaktivno predavanje z vodeno razpravo, konceptualno mapiranje in kratko refleksijsko vajo.
2	Uvod v konceptualne okvire LCA, LCC in S-LCA	Seminar / e-učenje	Osnove ocenjevanja življenjskega cikla (LCA), stroškov življenjskega cikla (LCC) in socialnega LCA (S-LCA)	LO2, LO4	Visentin et al (2021), Valdivia et al. (2021)	Uvod v vsak okvir na podlagi seminarjev. Skupinsko razmišljanje in vodena razprava za primerjavo okoljskih, ekonomskih in družbenih vidikov. Analiza primera preprostega produktne sistema, ki uporablja tri perspektive. Vprašanja in odgovori z inštruktorjem.
3	ISO 14040 in ISO 14044 Okviri za ocenjevanje življenjskega cikla	Seminar / e-učenje	ISO načela, faze, terminologija in usklajenost z realno prakso LCA.	LO3, LO6	ISO (2006)	Voden pregled strukture in terminologije ISO 14040/14044. Skupinsko preslikavo faz LCA s praktičnimi primeri. Razprava o objavljeni študiji primera LCA, usklajeni s standardi ISO. Razmišljanje o izzivih in dobrih praksah pri implementaciji LCA, skladnih z ISO standardi, so vodili inštruktorji.

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
4	Gradnja in upravljanje podatkov o zalogah	Predavanje / delavnica / e-učenje	Ustvarjanje zbirke materialov in LCI podatkovne zbirke; uvoz podatkov v FootprintCalc; Določite ključne tokove in kategorije vpliva.	LO5, LO7	FootprintCalc (2024), Fundacija za metrike trajnostnega vpliva (SIMF), 2023	Nadzorovano laboratorijsko delo z usmerjanjem v realnem času; delo v paru za ustvarjanje BoM; vaje; ter odpravljanje težav z uporabo vzorčnih podatkovnih nizov.
5	Okoljska, ekonomska in socialna ocena	Projekt / E-učenje	Izvajanje izračunov LCA z uporabo EF 3.1 ali ReCiPe; integracijo LCC in S-LCA indikatorjev; vizualizirajte kompromise z uporabo MCDA nadzornih plošč.	LO8, LO9	Valdivia et al. (2021), UNEP (2020)	Timsko projektno simulacijo; skupinska analiza rezultatov LCA; razvoj primerjalnih nadzornih plošč; Recenzija rezultatov.
6	Interpretacija trajnosti in podpora odločanju	Projekt / delavnica / e-učenje	Interpretirajte integrirane rezultate, identificirajte žarišča trajnosti, ocenite kompromise in ugotovite pretvorite v izvedljiva priporočila za odločitve o CE/IS.	LO10, LO11, LO12	Klöpffer & Grahl (2014), Daddi et al. (2017)	Delavnica za reševanje problemov, vaja predstavitev, razprave na podlagi scenarijev ter priprava povzetkov in vizualnih predstavitev trajnosti.
7	Digitalna orodja za odločanje o CE/IS	Predavanje / Seminar / e-učenje	Raziskujte digitalne CE/IS platforme (npr. FootprintCalc MCDA, Simapro)	LO5, LO7, LO9	Dokumentacija orodij (FootprintCalc, Simapro demo),	Demonstracija z vodenim raziskovanjem orodij; kratke naloge, ki modelirajo izmenjave virov; Povratne informacije inštruktorjev

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
8	Študije primerov industrijske simbioze in krožnega gospodarstva	Seminar / e-učenje	Preučite resnične primere CE/IS; ocenjevanje sistemskih vplivov z uporabo razmišljanja o življenjskem ciklu; Razpravljajte o razširljivosti in ovirah.	LO1, LO4, LO11, LO12	Chertow (2007), Ažman Momirski in sod. (2021)	analiza skupinskih primerov; igranje vlog deležnikov; strukturirano razpravo; primerjalni razvoj matrike.
9	Politika, standardi in korporativne strategije, ki podpirajo LCA v CE/IS	Predavanja / e-učenje	Zeleni dogovor EU, taksonomija, standardi, EPD-ji in kako politični okviri vplivajo na odločitve, ki temeljijo na LCA.	LO2, LO3, LO6, LO11	Evropska komisija (2020), ISO (2017) smernice za EPD	Interaktivno predavanje; kartiranje politik; analizo realnih EPD-jev; razprava o posledicah za MSP in omrežja IS.
10	Integracija in predstavitev končnega projekta	Projekt / delavnica / ocenjevanje	Študenti pripravijo in predstavijo projekt CE/IS, ki vključuje ugotovitve in priporočila LCA–LCC–S-LCA.	LO6, LO8, LO10, LO11, LO12	Vsa zgoraj omenjena branja/gradivo	Trenerska seja; svetovanje s kolegi; strukturirane zaključne predavitve; Refleksivna ocena rezultatov projektov

2.4 Metode poučevanja in učenja

▪ *Učni pristop*

Modul uporablja hibridni model učenja, ki združuje sinhrono in asinhrono komponente. Sinhrono seje združujejo trenerje in učence v realnem času v virtualni učilnici, kar omogoča neposredno interakcijo, takojšnje povratne informacije in skupni občutek skupnosti. Ashrino učenje omogoča študentom, da dostopajo do gradiv – kot so vnaprej posneta predavanja, predstavitve, dokumenti, slike in videoposnetki – preko digitalne platforme v svojem tempu. Ti viri pokrivajo tako teoretične osnove kot praktične študije primerov, učencem omogočajo prilagodljivost in hkrati podpirajo globlje vključevanje v vsebino. Pedagoška strategija poudarja aktivno in v prakso usmerjeno učenje. Študenti uporabljajo teoretične koncepte za resnične izzive trajnosti, hkrati pa razvijajo digitalne kompetence z strukturirano uporabo orodij za ocenjevanje LCA (npr. FootprintCalc) in programske opreme za vizualizacijo podatkov.

▪ *Ključne metode poučevanja*

Metode poučevanja vključujejo interaktivna predavanja, seminarje, praktične delavnice, nadzorovane računalniške laboratorije in skupinske projekte. FootprintCalc služi kot glavno analitično orodje skozi celoten modul. Učenci delajo tudi s študijami primerov, sodelujejo v razpravah med vrstniki in opravljajo vaje na podlagi scenarijev, ki simulirajo odločanje v kontekstih krožnega gospodarstva (CE) in industrijske simbioze (IS).

▪ *Pristopi in metode, ki podpirajo aktivno učenje in praktično uporabo znanja.*

Sinhroni format omogoča takojšnjo vključenost, pojasnitev kompleksnih tem v realnem času in sodelovalno interakcijo med učenci in trenerji. Nasprotno pa asinhroni format ponuja prilagodljivost in samostojno učenje, kar študentom omogoča poglobljeno raziskovanje gradiva in razširja dostop za raznolike učence. Kombinacija teoretičnega poučevanja in praktičnih dejavnosti – kot so nadzorovani računalniški laboratoriji in skupinski projekti – zagotavlja močno osnovo za razvoj kompetenc, povezanih z LCA. Te metode opremijo tako študente visokošolskih šol kot poslovne vodje z veščinami, potrebnimi za učinkovito delovanje kot izvajalci LCA. Sodelovanje in timsko delo, ki sta vtkana skozi celoten modul, dodatno pripravljata udeležence na uspešno sodelovanje z deležniki v realnih okoljih trajnosti in krožnega gospodarstva.

21

2.5 Metode ocenjevanja in dokazi

Modul uporablja mešano strategijo ocenjevanja, ki združuje projektne, praktične in reflektivne komponente za oceno sposobnosti študentov za uporabo FootprintCalc v integrirani analizi trajnosti. Vključene so tako formativne (stalne povratne informacije med delavnicami in laboratoriji) kot sumativne (končne ocenjene oddaje) ocene za podporo napredku učenja.

Komponente ocenjevanja in dokazi o doseganju učnih izidov:

- *Skupinski projekt (teža 40 %).* Sodelovalna študija primera ocene trajnosti življenjskega cikla (LCSA) z uporabo FootprintCalc, ki združuje perspektive LCA, LCC in S-LCA. Dokazi vključujejo seznam materialov (BoM), inventarni model, interpretacijo vplivov in poročilo ali predstavitev večkriterijske analize odločitev (MCDA).

- *Praktična laboratorijska naloga (teža 30 %).* Individualna oddaja datoteke modela FootprintCalc, spremljana s kratko metodološko refleksijo o ravnanju s podatki in izbirah ocenjevanja.
- *Individualno poročilo (teža 20 %).* Pisna refleksija (približno 1000 besed), ki prikazuje razumevanje interpretacije LCSA in njeno relevantnost za odločanje v kontekstih krožnega gospodarstva ali industrijske simbioze.
- *Udeležba (teža 10 %).* Aktivno sodelovanje v delavnicah, vrstniških razpravah in povratnih informacijah, kar dokazuje stalno učenje in prispevek k skupinskemu delu.

2.6 Bibliografija in orodja

2.6.1 Obvezno

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.6.2 Priporočeno

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 Programska oprema in digitalna orodja

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

Excel / Power BI (za vizualizacijo MCDA)

Neobvezno: OpenLCA za primerjalno modeliranje, <https://www.openlca.org/>

3 Predloga jedrnatega učnega načrta – HEI (EQF6)

Naslov modula: Medorganizacijski odnosi

EQF stopnja: 6

ECTS krediti: 4 ECTS

Skupna obremenitev (ure): 100 ur

- Kontaktne ure (predavanja, laboratoriji, seminarji, delavnice itd.): 30 ur
- Vodeno samostojno učenje: 40 ur
- Projektno delo: 30 ur

Izvajalska ustanova: AKADEMIA GORNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE (Univerza AGH), Poljska.

3.1 Pregled modula

24

Medorganizacijsko sodelovanje je temeljna sposobnost sodobnih prehodov na področju trajnosti in preobrazb krožnega gospodarstva. Industrijska simbioza (IS) temelji na strukturiranem sodelovanju med različnimi organizacijami – proizvajalci, komunalnimi podjetji, občinami, ponudniki logistike, tehnološkimi podjetji, regulatorji, nevladnimi organizacijami in posredniki – ki morajo usklajevati izmenjave virov, usklajevati spodbude, vzpostavljati skupne vizije in vzdrževati sodelovanje skozi daljša obdobja.

Ta modul ponuja globoko, celovito raziskavo, kako takšno sodelovanje nastane, kako se razvija in kako ga je mogoče okrepiti. Študenti se seznani s *temeljnimi teoretičnimi okviri, ki pojasnjujejo organizacijsko vedenje v večakterskih sistemih: teorijo odvisnosti od virov (RDT), ekonomijo transakcijskih stroškov (TCE), teorijo omrežij, institucionalno teorijo, koncepte relacijskega upravljanja in vedenjske teorije zaupanja.*

Hkrati se modul močno osredotoča na *veščine, ki temeljijo na praksi*, potrebne za koordinacijo IS:

- kartiranje deležnikov, analiza akterjev in identifikacija meja omrežja,
- Diagnoza tveganj in ovir pri sodelovanju,
- oblikovanje in komuniciranje upravljaljskih struktur,
- pogajanja in gradnja soglasja v zapletenih okoljih,
- upravljanje konfliktov, nezaupanja in nasprotujočih si interesov,

- zaznavanje in reševanje odpora do sprememb,
- posredovanje nesoglasij in spodbujanje produktivnega dialoga,
- Spodbujanje zaupanja, preglednosti in dolgoročne zavezanosti.

Modul poudarja *izkustveno, interaktivno in uporabno učenje*. Študenti sodelujejo v obsežnih simulacijah, delavnicah, ki temeljijo na scenarijih, igrah vlog za reševanje konfliktov in skupnih laboratorijskih dejavnostih z uporabo orodij za mapiranje in analizo v resničnem svetu, kot sta QGIS ali PowerMap.

Naučijo se reševati resnične izzive koordinacije IS, kot so:

- Zadržanost pri deljenju podatkov ali stroškov,
- asimetrije v moči, virih in pogajalskih sposobnostih,
- nasprotujoči si časovni horizonti in strateške prioritete,
- tekmovalne interpretacije tveganja in vrednosti,
- politični pritiski in institucionalne omejitve.

Diplomanti tega modula bodo dobro pripravljeni za delo kot koordinatorji IS, facilitatorji krožnega gospodarstva, upravljavci industrijskih grozdov, vodje projektov trajnosti ali analitiki, ki podpirajo regionalni razvoj in medsektorsko sodelovanje.

3.2 Učni izidi (LO)

25

Predvideni učni izidi so razdeljeni v tri področja EQF:

- *Znanje. Študenti bodo:*
 1. podrobno pojasnite predpostavke, izvor in posledice RDT, TCE in teorije omrežij ter ocenite, kako te teorije pojasnjujejo organizacijsko odločanje v IS omrežjih (LO1),
 2. analizirati večnivojske dejavnike (gospodarske, organizacijske, družbene, na politiki temelječe), ki vplivajo na pripravljenost in pripravljenost za sodelovanje v ekosistemi krožnega gospodarstva (LO2),
 3. opisati institucionalne pritiske, ki oblikujejo medorganizacijsko vedenje, vključno z izomorfizmom, skladnostjo s predpisi in vlogo legitimnosti (LO3),
 4. prepoznati tipične vzorce asimetrije moči (npr. prevladujoča podjetja proti MSP; zasebni sektor proti javnim organom) in oceniti, kako ti vplivajo na rezultate sodelovanja (LO4),
 5. primerjati modele upravljanja, kot so hierarhično, relacijsko, pogodbeno in hibridno upravljanje, ter oceniti njihovo primernost za kontekste IS (LO5),
 6. razumeti kognitivne, vedenjske in strukturne vzroke konfliktov med organizacijami ter jasno opredeliti, kako se takšni konflikti lahko stopnjujejo ali omilijo (LO6).

▪ *Spretnosti. Učenci lahko:*

7. ustvarjanje kompleksnih, večplastnih zemljevidov deležnikov, vključno s tokovi, linijami vpliva, odločitvenimi arenami, koalicijami in potencialnimi konfliktnimi točkami (LO7),
8. izvajajo intervjuje z deležniki in interpretirajo kvalitativne podatke za podporo načrtom sodelovanja (LO8),
9. oblikovati okvire upravljanja, ki uravnotežijo odgovornost, prilagodljivost in pravičnost, vključno s skupnimi KPI-ji, jasnimi odgovornostmi, protokoli preglednosti in mehanizmi spremljanja (LO9),
10. pripraviti in predstaviti prepričljive predstavitve več deležnikov, ki jasno izražajo koristi, tveganja, priložnosti za ustvarjanje vrednosti in poti angažiranosti (LO10),
11. uporabiti pogajalske tehnike (npr. BATNA, pogajanja na podlagi interesov, preoblikovanje, sidranje) v simuliranih konfliktnih situacijah (LO11),
12. olajšati zahtevne sestanke, reševati spore in usmerjati akterje skozi strukturirane postopke upravljanja konfliktov (LO12),
13. uporaba vedenjske diagnostike za prepoznavanje gonilnikov odpora (npr. strah pred izgubo, negotovost, grožnja identiteti) in oblikovanje prilagojenih intervencij (LO13).

▪ *Kompetence (avtonomija in odgovornost). Študenti lahko:*

14. prevzeti odgovornost za usmerjanje sodelovalnih procesov in vzdrževanje dolgoročnega zaupanja med partnerji IS (LO14),
15. se znajde v zapletenih političnih, organizacijskih in medosebnih kontekstih z etičnim, preglednim in odgovornim pristopom (LO15),
16. delujejo kot nevtralni facilitatorji in mediatorji, kadar organizacije doživijo konflikte, zastoje ali neusklajenost (LO16),
17. ocenjevanje in integracija okvirov politik EU (npr. Akcijski načrt za krožno gospodarstvo, IED, EMAS, EU taksonomija) v oblikovanje sodelovanja z IS (LO17),
18. učinkovito delujejo v multidisciplinarnih ekipah z inženirji, ekonomisti, načrtovalci, regulatorji in predstavniki skupnosti (LO18),
19. pokažejo prilagodljivo komunikacijo, odpornost pod pritiskom in reflektivno učenje iz praktičnih scenarijev (LO19).

3.3 Indikativni urnik učenja / urnik izvedbe

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
1	Temelji sodelovanja	Predavanje + Dialogna seja	Poglobljen teoretični uvod, ki zajema RDT, TCE, teorijo omrežij; razprava o tem, zakaj simbiotska omrežja uspevajo ali propadajo; pregled referenčnih primerov (Kalundborg, Ulsan, Dunkirk); raziskovanje struktur medsebojne odvisnosti in neuspehov koordinacije.	LO1, LO2, LO3	Lewicka, Zakrzewska-Bielawska (2019), Salmone et al. (2020)	Razširjena teoretična razlaga, vodeni dialog, reflektivna primerjalna analiza
2	Vozniki in ovire v IS	Laboratorij za študijo primera	Celovit okvir ovir: regulativna tveganja, tržna nestanovitnost, tehnološka negotovost, korporativna kultura, organizacijska inercija; kartiranje makro–mezo–mikro ovir; delo z resničnimi neuspešnimi primeri IS, analizo temeljnih vzrokov in scenarijsko usmerjeno zmanjševanje ovir.	LO2, LO3, LO8, LO17	Saha (2020)	Laboratorij primerov, vaja kartiranja ovir, delavnica za oblikovanje problemov
3	Kartiranje deležnikov	Tehnični laboratorij	Napredno večplastno preslikavo deležnikov in omrežij: matrike interesov moči, matrike za napovedovanje konfliktov, hierarhije vplivov, diagrami toka, identifikacija konektorjev–posrednikov–ozkih grl; delo z GIS sistemi in resničnimi industrijskimi podatkovnimi zbirkami.	LO3, LO7, LO13, LO19	Orodjarni kompleti + podatkovni nizi	Tehnični laboratorij za kartiranje, simulacija scenarijev, strukturirana analiza z orodji
4	Modeli upravljanja	Seminar + Oblikovalska vaja	Oblikovanje hibridnih modelov upravljanja, ki združujejo formalne in relacijske komponente; raziskovanje okvirov odgovornosti, pravil preglednosti, koordinacijskih vlog, modelov upravljanja	LO4, LO14	Shi (2019)	Seminar, izziv skupinskega oblikovanja, ocenjevanje vrstnikov

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Komentirane metode
5	Zaupanje in relacijsko upravljanje	Delavnica	Simulirane naloge za gradnjo zaupanja; diagnosticiranje erozije zaupanja; analizo komunikacijskih podnebj; sooblikovanje pogodb o zaupanju, mehanizmov transparentnosti in skupnih učnih struktur; Scenariji, ki temeljijo na vlogah, za vadbo gradnje dolgoročnih partnerstev.	LO3, LO15, LO16	Lewicka, Zakrzewska-Bielawska (2022), Alosi et al. (2025)	Igranje vlog, vodeno usposabljanje za čustveno inteligenco, sodelovalno pisanje osnutkov
6	Komunikacija in pogajanja	Cikel simulacije + povratne zanke	Kompleksna simulacija večstranskih pogajanj, ki vključuje nasprotujoče si cilje, informacijsko asimetrijo, sodelovalno pogajanje in strateško prepričevanje; Strukturirane povratne informacije o verbalnih, neverbalnih in pisnih komunikacijskih slogih.	LO9, LO10, LO11, LO18, LO19	Učbeniki za pogajanja	Učenje na osnovi simulacij, večnivojski debriefing, revizija komunikacije
7	Reševanje konfliktov	Igranje vlog + diagnostični laboratorij	Delavnica o kartiranju konfliktov: strukturni vs. vedenjski konflikti, interesi vs. stališča, stopnjevalne lestve; usposabljanje za mediatorje; oblikovanje poti za reševanje konfliktov; Diagnostika sprožilcev medosebnih in organizacijskih napetosti.	LO5, LO6 LO12, LO16, LO18	Gradiva za konfliktne primere	Rotacija strukturiranega mediatorja, laboratorij za kartiranje konfliktov
8	Upor proti spremembam	Delavnica + Akcijsko načrtovanje	Tristopenjska analiza odpornosti: individualna (strah, negotovost), organizacijska (strukturna inercija), institucionalna (zaklepanje politike); modeliranje poti sprememb; priprava akcijskega načrta; oblikovanje vedenjskih intervencij.	LO5, LO13, LO19	Literatura o organizacijskem vedenju	Delavnica, coaching cikel, reflektivna vedenjska ocena

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Komentirane metode
9	Oblikovanje vključevanja deležnikov	Laboratorij + Soustvarjanje	Oblikovanje poti za visoko vključenost; kartiranje dinamike moči; gradnjo mehanizmov za soodločanje; načrtovanje scenarijev za usmeritev; oblikovanje intervencij za sporne tokove virov; Sodelovalno prototipiranje.	LO8, LO13, LO14, LO18	Vodniki za angažiranost	Laboratorij, oblikovanje charrette za oblikovanje struktur sodelovanja in okvirov za vključevanje deležnikov, participativne metode
10	Spremljanje sodelovanja	Seminar + Razvoj kazalnikov	Napredne metrike sodelovanja: strukturni KPI, relacijski KPI, kazalniki zgodnjega opozarjanja; zaznavanje šibkih signalov poslabšanja partnerstva; izdelavo nadzornih plošč za spremljanje; Interpretacija podatkov za obveščanje o prilagoditvah upravljanja.	LO4, LO14	Okviri za spremljanje IS	Delavnica za razvoj kazalnikov, scenarijsko stresno testiranje

3.4 Metode poučevanja in učenja

▪ *Pristop učenja*

V tem modulu bo sprejet hibridni učni model, ki združuje **sinhrono** in **asinhrono** učno okolje za maksimiranje angažiranosti, refleksije in pridobivanja praktičnih veščin.

Pri **sinhronem učenju** se študenti in inštruktorji srečujejo v realnem času, bodisi v učilnici ali prek spleta, kjer izvajajo interaktivne razprave, simulacije pogajanj, igranje vlog za reševanje konfliktov, laboratorije za kartiranje in delavnice za facilitacijo. Te dejavnosti omogočajo takojšnje povratne informacije, vedenjsko opazovanje v realnem času in kolektivno razumevanje, kar je bistveno za obvladovanje medorganizacijske komunikacije in sodelovanja.

Pri **asinhronem učenju** učenci dostopajo do gradiv prek digitalne platforme v svojem tempu. Ti materiali, branja, opisi primerov, demonstracijski videoposnetki (npr. oblikovanje upravljanja), vodiči za kartiranje deležnikov in analitični orodjarni omogočajo učencem poglobljeno raziskovanje teoretičnih okvirov (RDT, TCE, teorija omrežij, institucionalna teorija) in pripravo na aplikativne dejavnosti, ki potekajo med sinhronimi srečanji.

Ta kombinirani model zagotavlja prilagodljivost, podpira raznolike učne preference in krepi globoko konceptualno razumevanje, preden se učenci lotijo visokointenzivnih simulacij in vaj, ki temeljijo na vlogah.

▪ *Ključne metode poučevanja*

Skozi celoten modul bo uporabljen širok nabor učnih metod, vključno z:

- Interaktivna predavanja z vodenim dialogom (teoretični temelji medorganizacijskega sodelovanja, modeli upravljanja, dinamika moči, teorija konfliktov)
- Študije primerov (resnična omrežja industrijske simbioze, neuspešna sodelovanja, regionalna večigralska partnerstva)
- Seminarji in strokovni spletni seminarji (praktiki, koordinatorji IS, strokovnjaki za politiko, mediatorji)
- Delavnice (gradnja zaupanja, analiza odpornosti, oblikovanje angažiranosti)
- Praktični laboratoriji (kartiranje deležnikov, kartiranje konfliktov, prototipiranje upravljanja, analiza poteka in vplivov)
- Simulacijske vaje (večstranska pogajanja, mediacijske vloge, koordinacijski scenariji)
- Skupinsko delo in sodelovalni projekti (oblikovanje okvirov upravljanja in strategij vključevanja)
- Pisni in ustni izpiti (preverjanje teoretičnega znanja in uporabe v zapletenih situacijah)

Čeprav se modul osredotoča na medorganizacijske odnose, številne dejavnosti vključujejo kontekste industrijske simbioze (IS), krožnega gospodarstva (CE) in trajnosti, da odražajo resnična okolja, kjer je sodelovanje več akterjev bistveno.

▪ *Pristopi in metode, ki podpirajo aktivno učenje in praktično uporabo*

Učni pristop je zasnovan za razvoj tako analitičnega razmišljanja kot medosebnih kompetenc, potrebnih za uspešno usklajevanje v kompleksnih organizacijskih ekosistemih.

- Sinhrona seja omogočajo povratne informacije v realnem času, vedenjsko opazovanje, takojšnje razjasnitev nesporazumov in aktivno soustvarjanje rešitev. Gradijo občutek pripadnosti in krepijo samozavest učencev pri pogajanjih, facilitaciji in nalogah reševanja konfliktov.
- Asinhrona seja spodbujajo reflektivno, samostojno učenje. Študenti se lahko ponovno lotijo teoretičnega gradiva, analizirajo brane primere in pripravijo zemljevide deležnikov ali ideje za upravljanje pred živimi delavnicami. Ta prilagodljivost omogoča globlje razumevanje kompleksnih teoretičnih okvirov.
- Interaktivna predavanja zagotavljajo temeljno teoretično znanje, potrebno za analizo medorganizacijskih struktur, odnosov moči, načinov upravljanja in gonilnikov sodelovanja.
- Študije primerov in praktične laboratorijske vaje teorijo prenesejo v prakso, saj študente izpostavijo resničnim izzivom sodelovanja, kot so neusklajeni spodbude, erozija zaupanja, asimetrije moči in pritiski na politike.
- Delavnice, simulacije in igranje vlog študentom omogočajo vadbo facilitacije, pogajanja, mediacije in tehnik reševanja konfliktov v realističnih okoljih. Te dejavnosti razvijajo čustveno inteligenco, prilagodljivost komunikacije in sprejemanje odločitev pod pritiskom.
- Skupinski projekti krepijo timsko delo, sodelovalno razumevanje in sposobnost oblikovanja struktur vključevanja in upravljanja z več akterji, kar so veščine, ki so ključne za bodoče koordinatorje informacijskih sistemov, oskrbovalce krožnega gospodarstva in vodilne na področju trajnosti.
- S temi združenimi metodami študenti razvijajo sposobnost krmarjenja po zapletenih organizacijskih odnosih, gradnje zaupanja med deležniki ter spodbujanja dolgoročnega sodelovanja v industrijskih in krožnih gospodarskih omrežjih.

3.5 Metode ocenjevanja in dokazi

Modul uporablja celovito strategijo ocenjevanja, ki združuje teoretično evalvacijo z dokazi na podlagi prakse o sposobnosti študentov za analizo, načrtovanje in spodbujanje medorganizacijskega sodelovanja. Metode ocenjevanja so zasnovane tako, da odražajo dejanske kompetence, potrebne pri usklajevanju industrijske simbioze, pogajanjih z več akterji, oblikovanju upravljanja in upravljanju konfliktov. Vključeni so tako **sumativni** (stopnjevani) kot **formativni** (neprekinjeni povratni podatki in angažiranost) komponente, ki podpirajo globoko učenje, izboljšanje vedenja in profesionalno pripravljenost.

3.5.1 Sestavni deli ocenjevanja

- *Udeležba in angažiranost (teža 10 %).* Aktivno sodelovanje študentov v interaktivnih učnih metodah – dialogih, pogajalskih laboratorijih, igrah vlog za reševanje konfliktov, delavnicah za mapiranje deležnikov, vajah oblikovanja upravljanja in vajah facilitacije. Dokazi vključujejo kakovost angažiranosti, pripravo, sodelovanje, reflektivne prispevke in analitične naloge v razredu.
- *Predstavitev skupinskega projekta (teža 30 %).* 3.000 besed dolgo analitično poročilo + skupinska predstavitev, ki diagnosticira resnično ali simulirano priložnost za medorganizacijsko sodelovanje v kontekstu IS ali krožne ekonomije. Poročilo vključuje:
 - Večplastno kartiranje deležnikov in analiza moči in vpliva,
 - prepoznavanje ovir za sodelovanje, tveganj in konfliktnih točk,
 - oblikovanje modela upravljanja (vloge, odgovornosti, pravila preglednosti, KPI),
 - načrt pogajanj in sodelovanja,
 - predlagane mehanizme za upravljanje konfliktov in gradnjo zaupanja,
 - priporočila, ki temeljijo na dokazih za krepitev dolgoročne stabilnosti odnosov.

Ocena se osredotoča na analitično globino, pravilnost uporabe teorije (RDT, TCE, teorija omrežij, institucionalna teorija), jasnost oblikovanja upravljanja in izvedljivost predlaganih intervencij.

- *Končni pisni in ustni izpiti (teža 60%).* Kombinacija:
 - pisni izpit (odprta vprašanja, kratki analitični eseji, vprašanja z več izbirami),
 - Ustni izpit (vprašanja na podlagi scenarijev, testiranje, reševanje problemov in komunikacijo).

Izpit ocenjuje študente:

- razumevanje temeljnih teorij, ki pojasnjujejo medorganizacijsko vedenje in upravljanje,
- sposobnost diagnosticiranja tveganj sodelovanja in asimetrij moči,
- poznavanje dinamike zaupanja, stopnjevanja konfliktov in mehanizmov upora,
- poznavanje političnih okvirov EU, ki vplivajo na medorganizacijsko sodelovanje (Akcijski načrt za krožno gospodarstvo, EMAS, EU taksonomija),
- sposobnost predlaganja realističnih, na teoriji temelječih intervencij za izboljšanje koordinacije in sodelovanja.

3.5.2 Dokazi o dosežkih

Dokazi, zbrani med ocenjevanjem, vključujejo:

- zemljevidi deležnikov, zemljevidi konfliktov, prototipi upravljanja in izhodi delavnic,
- pogajalske skripte, opombe o facilitaciji in refleksije vlog mediatorja,

- analize scenarijev in uporabne vaje reševanja problemov,
- ustne demonstracije komunikacijskih in prepričevalnih veščin,
- pisne naloge, ki dokazujejo teoretično integracijo in kritično razmišljanje.

Ti dokazi nudijo celostno sliko pripravljenosti študentov za usklajevanje sodelovanja več akterjev, reševanje sporov, oblikovanje upravljaljskih struktur in podpora razvoju omrežja IS.

3.6 Bibliografija in orodja

3.6.1 Obvezno

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

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

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

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

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

3.6.2 Priporočeno branje

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 Predloga jedrnatega učnega načrta – HEI (EQF6)

Naslov modula: UI in strojno učenje za napovedovanje pretoka materialov ter optimizacijo dobavne verige/procesov

EQF stopnja: 6

ECTS krediti: 4 ECTS

Skupna obremenitev (ure): 100 ur

- Kontaktne ure (predavanja, laboratoriji, seminarji, delavnice itd.): 40 ur
- Vodeno samostojno učenje: 30 ur
- Projektno delo: 30 ur

Izobraževalna ustanova: IMC HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN KREMS GMBH (IMC KREMS), Avstrija.

4.1 Pregled modula

35

Prehod industrijske simbioze (IS) v digitalno industrijsko simbiozo (DIS) je ključnega pomena. Ta modul raziskuje, kako vključiti umetno inteligenco (UI) in strojno učenje (ML) v upravljanje materialnega toka za drastično izboljšanje učinkovitosti dobavnih verig, napovedovanje trendov ponudbe in povpraševanja, optimizacijo logistike ter zmanjšanje odpadkov. Učencem omogoča, kako se lahko metode umetne inteligence (UI) in strojnega učenja (ML) uporabijo za pospešitev digitalne preobrazbe ekosistemov IS. Naučijo se, kako se lahko podatkovno podprti algoritmi uporabijo za napovedovanje pretokov materialov in energije, odkrivanje neučinkovitosti ter podporo odločanju v realnem času v krožnih dobavnih verigah. Skozi simulacije in študije primerov učenci razvijajo kompetence pri izbiri in uporabi ustreznih modelov strojnega učenja za reševanje resničnih industrijskih problemov. Na primer, napovedovanje razpoložljivosti sekundarnih virov, prepoznavanje simbiotskih ujemanj in optimizacija logistike. Modul poudarja praktično integracijo s platformami IS in etično uporabo podatkov v kontekstih krožnega gospodarstva.

Ta modul je namenjen študentom visokošolskih šol, izobraževalcem, poslovnim menedžerjem, svetovalcem, raziskovalnim organizacijam, podjetniškim podpornim institucijam in organom za oblikovanje politik, ki se ukvarjajo s trajnostjo, napovedovanjem in optimizacijo pretoka materialov.

Kompetence, pridobljene v tem modulu, so koristne za simbiotične tehnologije in modele upravljanja energije. Na primer, napovedovanje razpoložljivosti virov podpira minimizacijo in optimizacijo virov.

Splošno znanje o trajnosti in digitalni preobrazbi iz IS v DIS je koristno sprejeti v tem kontekstu. Osnovne programerske veščine pomagajo učencem implementirati algoritme, sicer pa lahko z digitalnimi orodji uporabljajo algoritme.

4.2 Učni izidi (LO)

Predvideni učni izidi so razdeljeni v tri področja EQF:

▪ **Znanje.** Študenti bodo:

1. razumevanje krožnega gospodarstva in industrijske simbioze (LO1),
2. pokazati razumevanje, kako umetna inteligenca (UI) in strojno učenje (ML) omogočata izboljšanje procesov in optimizacijo virov znotraj industrijskih simbioznih omrežij (LO2),
3. kritično pojasniti nadzorovane in nenadzorovane pristope strojnega učenja, npr. napovedovanje časovnih vrst, združevanje, napovedno modeliranje in njihovo relevantnost za aplikacije v krožnem gospodarstvu (LO3),
4. razumevanje ključnih značilnosti podatkov o industrijskem pretoku materialov (LO4),
5. razumeti etične, pravne in družbene izzive uporabe UI, npr. pristranskost, zasebnost in preglednost (LO5).

▪ **Spretnosti.** Učenci lahko:

6. zbirati, čistiti in pripravljati industrijske podatkovne zbirke z uporabo orodij za podatkovno znanost, kot sta Python in Pandas za gradnjo in analizo ML modelov (LO6),
7. razvijati in testirati modele strojnega učenja (npr. ARIMA, LSTM, k-povprečja) za primere uporabe, kot so napovedovanje materialnega toka, zaznavanje anomalij in optimizacija virov (LO7),
8. interpretirati rezultate izhodov modela strojnega učenja za pridobitev uporabnih vpogledov za izboljšanje dobavne verige, valorizacijo odpadkov in prenovo procesov (LO8),
9. učinkovito sporočajo analitične ugotovitve z uporabo vizualizacijskih platform (npr. Power BI, QGIS, SankeyMATIC) z jasnostjo tako za tehnične kot netehnične deležnike (LO9).

▪ **Kompetence (avtonomija in odgovornost).** Študenti lahko:

10. samostojno izbira ustreznih digitalnih/strojno-učnih pristopov za analizo in optimizacijo industrijskih tokov virov v kompleksnih, večdeležniških okoljih (LO10),
11. oceniti in uravnotežiti prednosti in omejitve orodij UI za določitev najbolj primerne tehnike za dani industrijski scenarij simbioze, ob upoštevanju zmogljivosti, stroškov, enostavnosti in trajnosti (LO11),
12. začenjajo in prispevajo k digitalni preobrazbi organizacij z priporočanjem podatkovno podprtih praks za izboljšanje delovanja industrijske simbioze (LO12),

13. sodelovati in etično v interdisciplinarnih ekipah, dosledno komunicirati vpoglede, podprte z umetno inteligenco, ter zagotavljati odgovorno uporabo podatkov in transparentnost algoritmičnega odločanja (LO13).

4.3 Indikativni urnik učenja / urnik izvedbe

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
1	Uvod v IS in krožno gospodarstvo	Predavanja / e-učenje	Definicije, primeri IS v kontekstu krožnega gospodarstva.	LO1	Akrivou et al. (2022), Rincón-Moreno et al. (2020).	Mešano: interaktivno predavanje, primeri primerov
2	Uvod v uporabo umetne inteligence in strojnega učenja v informacijski inteligenci	Predavanje / delavnica / e-učenje	Definicije, osnove umetne inteligence in strojnega učenja, razvoj od tradicionalnega IS do DIS.	LO1, LO2, LO3	Vimal et al. (2020), Ashton et al. (2022), Neves et al. (2020)	Mešano: interaktivno predavanje, skupinska razprava, primeri primerov
3	Viri podatkov in strukture materialnega toka, kartiranje tokov virov (material/energija in energija)	Predavanje/delavnica / e-učenje	Uvod v podatkovne strukture, tehnike čiščenja podatkov in metode za simbiotično ujemanje, digitalne platforme in orodja, uvod v Pandas/Python za IS podatke	LO3, LO4, LO5	Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020), Angelis-Dimakis et al. (2021), Silva et al. (2022), programski vodiči	Predavanja, korakalne vaje, praktična uporaba programske opreme za kartiranje, demonstracije
4	Tradicionalni algoritmi strojnega učenja, ML-pipeline, verzioniranje in testiranje modelov	Predavanje / delavnica / e-učenje	Metode za klasifikacijo in gručenje (nenadzorovano strojno učenje) in njihova uporaba v materialnem toku, uporaba za ML-pipeline, testiranje modelov in vzdrževanje verzij	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)	Mešano, analiza študije primerov, skupinsko možgansko nevihto

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
5	Napovedovanje časovnih vrst in uporabljena orodja ter tehnologije	Predavanje / delavnica / e-učenje	Metode za napovedovanje časovnih vrst in njihova uporaba pri materialnih in energijskih tokovih, primeri orodij in tehnologij za napovedovanje	LO2, LO3, LO4, LO7, LO10	Vimal et al. (2020), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020)	Kombinirano, analiza študij primerov, skupinsko možgansko nevihto
6	Uvedba dobavne verige in vloga UI v upravljanju dobavne verige	Predavanje / delavnica / e-učenje	Dobavna veriga, njeni vplivi in koristi umetne inteligence v upravljanju z orodji	LO4, LO5, LO7, LO8, LO10	Demartini et al. (2022), Zamani et al. (2022)	Kombinirana, analiza študije primera
7	Optimizacija logističnih tokov	Predavanje / delavnica / e-učenje	Pomen optimizacije logističnih tokov, metode optimizacije usmerjanja in njihove omejitve	LO4, LO5, LO7, LO8, LO10	Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020), Aviso et al. (2022)	Mešano: interaktivno predavanje, skupinska razprava, primeri primerov
8	Strojno učenje za napovedno analizo in vzdrževanje	Predavanje/delavnica / e-učenje	Metode za napovedovanje in odkrivanje anomalij, uvedba virov podatkov za vzdrževanje z uporabo napovedne analize.	LO2, LO7, LO8, LO9, LO10	Vimal et al. (2020), Namoun et al. (2022)	Mešano: interaktivno predavanje, skupinska razprava, primeri primerov
9	Integracija strojnega učenja/umetne inteligence v informacijskih sistemih ter omejitve in pristranskost v umetni inteligenci ter etiki podatkov	Predavanje / delavnica / e-učenje	Metode za integracijo UI v IS, izzivi/omejitve uporabe AI, etični, pravni in družbeni vidiki v AI/ML za IS (pristranskost, zasebnost, transparentnost)	LO4, LO5, LO10, LO11, LO13	Ponis (2021), Demartini et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023)	Kombinirano, analiza študij primerov, skupinsko možgansko nevihto

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
10	Praktični projekt IS.	Projekt in ocenjevanje	Skupinski projekt: razvoj modela napovednega pretoka materiala za IS-je	in6, in8, od 9, od 10, od 11, od 12, od 13	Vsa zgoraj omenjena branja/gradivo in platforme	Skupinsko delo, učenje na podlagi projektov, povratne informacije vrstnikov in inštruktorjev ter predstavitev skupinskih projektov.
	Končna ocena in refleksija	Ocena	Zaključni izpiti in ocenjevanja.	In1, in2, in3, in4, in5, in9	Vsa zgoraj omenjena branja/gradivo.	Pisni in ustni izpiti (odprta vprašanja, vprašanja z več izbirami, kvizi itd.).

4.4 Metode poučevanja in učenja

▪ Učni pristop

Modul uporablja kombiniran pristop učenja, ki združuje osebne seje, spletne aktivnosti in vodeno samostojno učenje v koherentno pedagoško zasnovo. Učenci postopoma prehajajo od konceptualnega razumevanja umetne inteligence, strojnega učenja in industrijske simbioze k samostojni uporabi teh konceptov v realističnih DIS kontekstih. Učno okolje je osredotočeno na učenca in kompetence, spodbuja analitično razmišljanje, etično refleksijo in interdisciplinarno sodelovanje, usklajeno z želenimi učnimi rezultati (LO1–LO13).

▪ Ključne metode poučevanja

Poučevanje temelji na kombinaciji predavanj, seminarjev, praktičnih delavnic in računalniških laboratorijev, učenja na podlagi primerov ter projektnega dela. Predavanja uvajajo teoretične temelje, okvire in politične kontekste, medtem ko se seminarji uporabljajo za kritično branje akademske literature, predpisov EU in poslovnih modelov. Delavnice in laboratoriji so osredotočeni na praktične veščine pri ravnanju s podatki, razvoju modelov in vizualizaciji z uporabo orodij, kot so Python, Power BI, QGIS in SankeyMATIC. Študije primerov in skupinski projekti udeležencem omogočajo spoznavanje avtentičnih industrijskih podatkovnih nizov in scenarijev, kar jim omogoča oblikovanje in ocenjevanje rešitev za industrijsko simbiozo, podprte z umetno inteligenco. Asinhrono e-učne naloge, kvizi in pripravljalna branja podpirajo kontinuiteto med kontaktnimi sejami in spodbujajo nadaljnjo vključenost.

▪ Pristopi k aktivnemu učenju in praktični uporabi

Aktivno učenje je vgrajeno skozi sodelovalno reševanje problemov, naloge, ki temeljijo na raziskovanju, in iterativne povratne cikle. Študenti delajo v interdisciplinarnih skupinah pri čiščenju in analizi podatkov o industrijskem materialnem pretoku, izbiri ustreznih pristopov strojnega učenja ter interpretaciji izhodov modela za odločanje v krožnih dobavnih verigah. Simulacije, analize scenarijev in projektno delo, usmerjeno v oblikovanje, zahtevajo, da učenci teoretično znanje uporabijo za kompleksne, resnične izzive, kar se zaključi z otipljivimi rezultati, kot so analitična poročila, nadzorne plošče in predstavitve, prilagojene tako tehničnim kot netehničnim deležnikom. Neprekinjene oblikovalne povratne informacije in strukturirane refleksijske dejavnosti dodatno podpirajo razvoj avtonomije, strokovne presoje in odgovornega dela, ki temelji na podatkih.

41

4.5 Metode ocenjevanja in dokazi

Assessment components

Strategija ocenjevanja združuje formativne in sumativne elemente za oceno tako konceptualnega razumevanja kot praktične uporabe metod umetne inteligence in strojnega učenja v industrijski simbiozi. Sumativno ocenjevanje temelji na integrativnem projektu, pisnem izpitu in komunikacijski komponenti, medtem ko formativne dejavnosti (kvizi, laboratorijske naloge, oddaja osnutkov) zagotavljajo povratne informacije in podpirajo učenje skozi celoten modul.

Metode sumativnega ocenjevanja (indikativno uteživanje):

- *Končni skupinski projekt umetne inteligence (industrijsko navdihnjena študija primera za napovedni model) (Teža 35%).*
- *Praktična vaja (vaje z orodji) (teža 25%).*
- *Zaključni izpit (kratki eseji, vprašanja na podlagi problemov in vprašanja z več izbirami) (Teža 30%).*
- *Sodelovanje in angažiranost na seminarjih, laboratorijskih vajah in povratnih informacijah vrstnikov (Teža 10 %)*

Dokazi o doseganju učnih izidov

Študenti svoje znanje pokažejo skozi analitični projektni dosje (koda, dnevnik obdelave podatkov, izhodi modela), strukturirano tehnično poročilo, nabor vizualnih artefaktov (nadzorne plošče, zemljevidi, Sankeyjevi diagrami) ter ustno predstavitev ali screencast, prilagojen mešani publiki. Pisni izpit dokazuje teoretično razumevanje in kritično razmišljanje o konceptih umetne inteligence/strojnega učenja, industrijski simbiozi ter ustreznih političnih in etičnih okvirih. Formativne ocene, vključno z nizko zahtevnimi kvizi, vmesnimi kontrolnimi točkami projektov in povratnimi informacijami o osnutkih, podpirajo napredovanje proti tem sumativnim rezultatom, ne da bi imele večjo težo v končni oceni.

4.6 Bibliografija in orodja

4.6.1 Obvezno

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

Luo, Z., Wang, J., Li, C., Xiong, L., & Zhao, Y. (2021). MLCask: Efficient management of component evolution in collaborative data analytics pipelines. In *2021 IEEE 37th International Conference on Data Engineering 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 Priporočeno

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 Predloga jedrnatega učnega načrta – HEI (EQF6)

Naslov modula: Blockchain tehnologije, za ustvarjanje preglednih in varnih sistemov za sledenje in certificiranje materialnih in energetskih tokov

EQF stopnja: 6

ECTS krediti: 4 ECTS

Skupna obremenitev (ure): 100 ur

- Kontaktne ure (predavanja, laboratoriji, seminarji, delavnice itd.): 40 ur
- Voden samostojno učenje: 30 ur
- Projektno delo: 30 ur

Izvajalska ustanova: DIMITROVA LIDIA (LIDI), Nizozemska.

5.1 Pregled modula

46

Ta modul uvaja osnove in uporabno uporabo blockchain tehnologij v kontekstu industrijske simbioze (IS) in krožnega gospodarstva. Študenti bodo raziskovali, kako je mogoče blockchain izkoristiti za ustvarjanje varnih, nespremenljivih in preglednih sistemov za spremljanje pretoka materialov in energije skozi kompleksna industrijska omrežja. Modul se osredotoča na izboljšanje integritete podatkov, sledljivosti v realnem času ter skladnosti z okoljskimi in trajnostnimi standardi (npr. CSRD, EFRAG, ISO 14000). S kombinacijo teoretičnega prispevka, analize študij primerov in uporabnih laboratorijev bodo študenti pridobili praktične vpoglede v produktne potne liste na osnovi blockchaine, digitalne dvojčke in certifikacijske sisteme, ki podpirajo prehode na nizkoogljične razmere in medorganizacijsko odgovornost. Modul je še posebej pomemben za bodoče SymbioTech managerje, ki si prizadevajo digitalizirati upravljanje virov v večakterskih industrijskih ekosistemi.

5.2 Učni izidi (LO)

Predvideni učni izidi so razdeljeni v tri področja EQF:

- **Znanje.** Študenti bodo:
 1. razumeti arhitekturo veriženja blokov, vključno z distribuiranimi knjigami, konsenzualnimi algoritmi in pametnimi pogodbami (LO1),
 2. seznaniti se z tokenizacijo, orakli, protokoli sledljivosti in okviri skladnosti (LO2),

3. poglobljeno poznavanje etičnih, pravnih in upravljaljskih vprašanj v trajnostnih sistemih, ki temeljijo na blockchainu (LO3).

▪ **Spretnosti. Učenci lahko:**

4. logika za načrtovanje pametnih pogodb (LO4),

5. kartiranje in modeliranje sledljivostnih tokov za surovine, reciklirane vhodne materiale ali obnovljive vire energije (LO5),

6. uporabljajo evalvacijske okvire za primerjavo blockchain rešitev za sledljivost, revizijo ali poročanje (LO6),

7. osnutek predlog za digitalne produktne potne liste za prijave na IS (LO7).

▪ **Kompetence (avtonomija in odgovornost). Študenti lahko:**

8. neodvisno ocenjujejo primernost blockchain rešitev v realnih scenarijih trajnosti (LO8),

9. ukažite presojo pri upravljanju konfliktov med preglednostjo in zaupnostjo v industrijskih podatkih (LO9),

10. sodelovati med tehničnimi in poslovnimi ekipami za zagovarjanje inovacij, ki temeljijo na zaupanju, v krožnih sistemih (LO10),

11. sporočiti potencial in omejitve sledljivosti na osnovi blockchaine več deležnikom (tehničnim, pravnim, vodstvenim) (LO11).

5.3 Indikativni urnik učenja / urnik izvedbe

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
1	Uvod v blockchain in DLT arhitekturo	Predavanj e / delavnica / e-učenje	Interaktivni demo: kako se bloki povezujejo v knjigi	LO1, LO2	Bahga & Madisetti (2016), Wang et al. (2020), Westerkamp et al. (2018), Samaniego & Deters (2023), Brownworth (n.d.)	Interaktivno predavanje s ključnimi vpogledi v osnove Blockchaina.
2	Blockchain in krožno gospodarstvo	Predavanj e/delavnica / e-učenje	Analiza primera: Circularise, Everledger	LO6, LO8	Ventura et al. (2024), Xia et al. (2025), Vladucu et al. (2024)	Študija primera Circularise in Everledger za poglobljeno razumevanje razpoložljivih tehnologij.
3	Pametne pogodbe in tokenizacija virov za IS	Predavanj e / delavnica / e-učenje	Oblikovalski žeton za materialne tokove	LO2, LO4, LO5	Westerkamp et al. (2018), Fu et al. (2023), Zuo et al. (2025)	Dejavnost z vajami, povezanimi z oblikovanjem pametnih pogodb in žetonov.
4	Sledljivost v dobavnih verigah in digitalni potni listi za izdelke	Predavanj e/delavnica / e-učenje	Ustvarite osnovno DPP predlogo	LO2, LO5, LO7	Zhang et al. (2023), Sezer et al. (2021), Malik et al. (2021)	Dejavnost, pri kateri morajo učenci ustvariti predlogo DPP, pri čemer preučujejo oblikovalske odločitve.
5	Energetski certifikati in blockchain	Predavanj e/delavnica / e-učenje	Simulacija sledenja obnovljivi energiji	LO2, LO5	Fu et al. (2023), Liu et al. (2024), Zuo et al. (2025)	Vključite se v simulacijo za realistično sledenje energiji obnovljivih virov.

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
6	Integracija IoT in Oracle	Predavanje/ delavnica / e-učenje	Oblikovanje nadzorne plošče senzorjev	LO1, LO2	Bahga & Madisetti (2016), Wang et al. (2020), Samaniego & Deters (2023), Schmid & Lefèvre (2024)	Analizirajte primere obstoječih nadzornih plošč senzorjev in uporabite kritično mišljenje za uporabo načel v podanem primeru uporabe.
7	Zasebnost, varnost in skladnost	Predavanje/ delavnica / e-učenje	Primer etike: Sledljivost proti zaupnosti	LO2, LO3	Cali et al. (2021), Sezer et al. (2021), Malik et al. (2021), Khan & Salah (2022)	Skupinska razprava ali individualna analiza kompromisov med sledljivostjo in zaupnostjo
8	Skupinski oblikovalski sprint	Projekt in ocenjevanje	Delavnica za ideje: projekt sledenja virom	LO5, LO6, LO10, LO11	Ni relevantno	Skupinsko delo/možgansko nevihto za predlaganje rešitve obstoječega problema z uporabo predmetnih tem.
9	Končne predstavitve	Projekt in ocenjevanje	Predstavitve skupinskih projektov	LO9, LO10, LO11	Ni relevantno	Predstavitve skupinskega projekta.
10	Izpit	Ocena	Zaključni izpiti in ocenjevanja.	LO1, LO2, LO3	Vsa zgoraj omenjena branja/gradivo.	Pisni in ustni izpiti (odprta vprašanja, kvizi itd.).

5.4 Metode poučevanja in učenja

▪ Učni pristop

Za ta modul se uporablja hibridni pristop. To vključuje kombinacijo sej pod vodstvom trenerjev in virov za samostojno učenje. Seje pod vodstvom trenerjev bodo potekale v digitalni učilnici, kjer se bodo učenci udeleževali pouka ob določenih urah. To digitalno družbeno okolje izboljšuje razumevanje skozi medosebno komunikacijo. Viri za samostojno učenje bodo študentom na voljo za uporabo, kadar jim najbolj ustreza. Ti viri vključujejo vnaprej posneta predavanja, predstavitev, dokumente, slike in videoposnetke. Tak pristop omogoča ravnovesje med strukturo in svobodo, namenjen učencem z različnimi preferencami in učnimi navadami. Ta prilagodljivost še dodatno omogoča multimedijske kontaktne točke, ki nudijo bolj celovito intuicijo o obravnavanih temah, ko jih gledamo in predstavljamo skozi drugačno prizmo, še posebej s kombinacijo pisnega besedila, video gradiva, interaktivnih simulacij in angažiranih učiteljev.

▪ Ključne metode poučevanja

Za zagotavljanje celovite učne izkušnje bodo uporabljene različne metode poučevanja. Najbolj izstopajo interaktivna predavanja, seminarji, praktične delavnice, nadzorovani računalniški laboratoriji in skupinski projekti. Vsebina tega modula, ki zajema teme Blockchain, industrijska simbioza (IS), krožno gospodarstvo (CE), spremljanje dobavne verige in pametne pogodbe, bo predstavljena z združevanjem zgoraj omenjenih učnih metod.

▪ Pristopi in metode, ki podpirajo aktivno učenje in praktično uporabo znanja.

Z združevanjem učnih metod v tem modulu je mogoče vsako uporabiti za pridobitev pomembne vrednosti. Družbena vključenost in osebno zaupanje omogočata interaktivno in personalizirano izkušnjo, kar študentom omogoča, da razjasnijo morebitne negotovosti glede svojega razumevanja tem. Asinhroni vidik omogoča učencem, da delajo v svojem tempu, kar zmanjšuje stres pri učencih, ki imajo koristi od dela vnaprej ali ponavljanja prejšnjih tem. Različni formati učnih gradiv koristijo tudi učencem, saj lahko sami izberejo, kateri formati so najbolj učinkoviti za njihov učni slog. Poleg obveznih tem bodo na voljo dodatni viri za učence, ki jih določene teme globoko zanimajo.

Kot rezultat skupinskih projektov bomo iz tega modula pridobili timsko delo in komunikacijske veščine. Znanje in veščine bodo neposredno uporabni v resničnem delovnem okolju. To študentom omogoča, da so pripravljeni na projekte v kontekstu LCA.

50

5.5 Metode ocenjevanja in dokazi

Komponente ocenjevanja in dokazi o doseganju učnih izidov:

Ta modul bo v skladu z raznolikimi učnimi metodami vseboval vrsto metod ocenjevanja za odkrivanje napredka, ki so ga učenci dosegli tako na področju znanja kot razvoja veščin. Takšne metode ocenjevanja vključujejo izpite, skupinske projekte, laboratorijska poročila in interaktivno sodelovanje pri pouku.

- *Skupinski projekt (teža 40 %).* Predlagajte rešitev obstoječega problema z uporabo tem predmeta. Dovoljena je uporaba generativne umetne inteligence za razmišljanje in raziskovanje obstoječih problemov in rešitev.

- *Portfelj laboratorijskih poročil (tehta 30 %).* Vse oblikovalske naloge skupaj upoštevajo to oceno.
- *Zaključni izpit (teža 30 %).* Tehnična in scenarijsko usmerjena vprašanja, energetska modeliranje in regulativna usklajenost.

5.6 Bibliografija in orodja

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 Predloga jedrnatega učnega načrta – HEI (EQF6)

Naslov modula: Simbiotske tehnologije in modeli energetske učinkovitosti/upravljanja

EQF stopnja: 6

ECTS krediti: 4 ECTS

Skupna obremenitev (ure): 100 ur

- Kontaktne ure (predavanja, laboratoriji, seminarji, delavnice itd.): 30 ur
- Vodeno samostojno učenje: 40 ur
- Projektno delo: 30 ur

Izvajalska ustanova: VSB - TEHNIČNA UNIVERZA V OSTRAVI (VSB - TUO), Češka.

53

6.1 Pregled modula

Ta modul ponuja uvod v energetske sisteme, obnovljive vire energije in trajnostno upravljanje energije. Študenti bodo pridobili temeljito razumevanje proizvodnje in porabe električne energije, obnovljivih virov energije, energetske učinkovitosti v stavbah, industrijskih energetskih tokov, skupnostnih energetskih modelov, finančnih in vrednotenih metod ter upravljanja emisijskih dovoljenj.

Modul združuje teorijo s praktičnimi aplikacijami preko predavanj, delavnic, seminarjev, e-učenja, študij primerov in simulacij. Študenti bodo svoje znanje uporabili pri vajah, kot so energetski pregledi, simulacije shranjevanja energije, ukrepi za učinkovitost, modeliranje energije skupnosti in načrtovanje urbane modro-zelene infrastrukture. Skupinski projekti in analitične naloge bodo še naprej razvijale njihove sposobnosti odločanja, napovedovanja in optimizacije.

Predpogoji Opomba: Priporočljivo je osnovno razumevanje programske opreme za preglednice (npr. Excel) in splošnih ekonomskih načel.

Ob koncu modula bodo študenti znali analizirati energetske sisteme, oceniti okoljske in gospodarske vplive, oblikovati in ocenjevati ukrepe za varčevanje z energijo ter sprejemati informirane odločitve glede strategij upravljanja z energijo.

6.2 Učni izidi (LO)

Predvideni učni izidi so razdeljeni v tri področja EQF:

▪ **Znanje.** *Študenti bodo:*

1. razumevanje energetskega sistema in tokov: razumevanje ključnih konceptov proizvodnje električne energije, obnovljivih in neobnovljivih virov ter distribucije v kontekstu upravljanja z energijo (LO1),
2. opredelite energetske učinkovitosti in storitve: Pojasnite načela energetskega storitev, dejavnike učinkovitosti (stroški, tveganje, tehnologija) in vlogo energetskega pregleda (LO2),
3. Razlikovati med poslovnimi modeli: Razlikovati med tradicionalnimi modeli ponudbe in modeli, ki temeljijo na uspešnosti (ESCO, EPC, PPA), vključno z okviri skupnostne energije in skupnega lastništva (LO3),
4. razumeti finančna in tveganjska načela: razumeti metode finančnega vrednotenja (ROI, IRR, Payback) in prepoznati tveganja, povezana z denarnimi tokovi in energetskimi projekti (LO4),
5. razumeti regulativne mehanizme: Razumeti zakonodajni okvir za emisijske dovolilnice, trgovinske sheme in urbane energetske politike (LO5).

▪ **Spretnosti.** *Učenci lahko:*

6. analizirajte energetske podatke: Izvajajte izračune za uravnoteženje industrijskih energetskega tokov, prepoznavanje priložnosti za učinkovitost in optimizacijo porabe (LO6),
7. oceniti gradbene in urbane rešitve: oceniti energetske učinkovitosti stavb in oblikovati modro-zeleno infrastrukturo (npr. zelene strehe) za zmanjšanje mestnih toplotnih otokov (LO7),
8. uporaba modelov napovedovanja: uporaba analize časovnih vrst in stohastičnih modelov za napovedovanje negotovih spremenljivk na energetskih trgih (LO8),
9. izvajanje ekonomske analize: izračunavanje denarnih tokov za projekte obnovljivih virov energije in izvajanje vrednotenja z uporabo determinističnih in naključnih spremenljivk (LO9),
10. primerjajte možnosti pogodb: Analizirajte in izberite optimalne pogodbene pristope (npr. zagotovljeni prihranki v primerjavi s skupnimi prihranki) glede na specifične omejitve (LO10).

54

▪ **Kompetence (avtonomija in odgovornost).** Študenti lahko:

11. sprejemati strateške investicijske odločitve: Sintetizirati tveganja in ekonomsko analizo za sprejemanje in obrambo informiranih odločitev glede naložb v obnovljive vire energije (LO11),
12. oblikovati simbiotske energetske modele: Razviti izvedljive poslovne ali operativne modele za skupnostno deljenje energije in decentralizirano proizvodnjo energije (LO12),
13. optimizirati emisijske strategije: Oblikovati strategije za upravljanje emisijskih dovoljenj za doseganje skladnosti in gospodarske optimizacije (LO13),
14. reševanje zapletenih energetskih problemov: Integracija tehničnih, okoljskih in družbenih vidikov za predlaganje celostnih rešitev za trajnostno upravljanje energije (LO14).

6.3 Indikativni urnik/urnik izvedbe

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
1	Uvod v električno energijo, upravljanje proizvodnje električne energije in porabe v kontekstu obnovljivih in neobnovljivih virov.	Predavanja / e-učenje	Osnovni koncepti električne energije, proizvodnih ciklov, distribucije in porabe v primerjavi z upravljanjem energije v gospodarskih subjektih.	LO1, LO6,	Cleveland & Morris (2015), Randolph & Masters (2018), Rubino, Sapio in La (2021)	Interaktivna predavanja, razprave.
2	Obnovljivi viri energije	Predavanje / delavnica / e-učenje	Vrste obnovljivih virov, okoljski in družbeni vplivi ter integracija v omrežje.	LO1, LO2, LO7	Sebestyén (2011), Alam et al. (2020), Beck et al. (2025), Evropska komisija (2017)	Igra razvrščanja virov energije. Interaktivna aktivnost na zemljevidu – kjer obnovljivi deli najbolj delujejo. Mini študija primera: Obnovljiva energija v moji državi/regiji/mestu/domu.
3	Industrijski energetski tokovi (uravnoteženje porabe)	Predavanje / delavnica / e-učenje	Spremljanje/merjenje energije, uravnoteženje, optimizacija in shranjevanje energije.	LO1, LO6, LO8	Ionita et al. (2023), Nolzen, Leenders & Bardow (2023), Guo et al. (2024)	Energetski pregled gospodinjstva. Mini primeri (npr. Blackout Scenario). Simulacija shranjevanja energije.
4	Simbiotsko (skupnostno) deljenje energije	Predavanje / seminar / e-učenje	Koncepti delitve energije v skupnostih, tehnična infrastruktura in zakonodajni okvir.	LO3, LO10, LO12	Leghissa, G. (2024), Chen, T. in sodelavci (2025), Koalicija moči Evropske skupnosti (2021)	Simulacija skupnostnega energetskega modela (npr. z uporabo študije primera ali igranja vlog).

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
5	Zmanjševanje porabe energije v stavbah	Predavanje/ delavnica / e-učenje	Energetski standardi, optimizacija izolacije, spremljanje porabe, izboljšanje trajnosti.	LO2, LO6, LO7	Gkotsis et al. (2024), Energetska učinkovitost (2024), Widuto (2022)	Izvajanje ukrepov za učinkovitost v praktičnih primerih, izvajanje interaktivnih vaj.
6	Modro-zelena infrastruktura (simbioza na toplotnih otokih)	Predavanje/ delavnica / e-učenje	Ohlajanje mest, zelene strehe, žive stene, podpora biotske raznovrstnosti, modro-zelena simbioza.	LO7, LO14	SALUTE4CE-Priročnik (2022), Gartland (2008), Brázdová & Kupka (2023)	Načrtovane intervencije, terenski obiski, analiza podatkov.
7	Finančno modeliranje in napovedovanje energetskih trgov	Predavanje/ delavnica	Analiza podatkov, modeli razvoja in napovedovanje tržnih spremenljivk.	LO4, LO8,	Bunn, Derek (2004), Prossr, Matthias (2025), Rees, Michael (2018)	Predavanje z vodenimi študijami primerov o modeliranju naključnih spremenljivk na energetskih trgih.
8	Vrednotenje naložb v obnovljive vire energije	Predavanje/ delavnica	Napoved denarnega toka, vrednotenje projektov, analiza tveganj (IRR, NPV).	LO4, LO9, LO11	Hürlimann, Christian (2019), Santosh Raikar in Seabron Adamson (2024)	Teorija in praktične študije primerov o vrednotenju naložb v obnovljive vire energije
9	Energetsko pogodbeno delo in poslovni modeli	Predavanje / delavnica / e-učenje	PPA, ESCO, EPC, skupne pogodbe, ocenjevanje poslovnih modelov.	LO3, LO10, LO12	Andersen (2025), Mednarodna agencija za energijo (2023, 2024), Neto ničelni center za severovzhod in Yorkshire. (2024), platforma RE-Source (2025)	Predavanje z vodenimi študijami primerov, interaktivni seminar z vodeno razpravo/projektom.
10	Emisijske dovolilnice in njihovo optimalno upravljanje	Predavanje / seminar / e-učenje	Vrste dovoljenj, metode dodelitve in modeli odločanja o tveganjih za podjetja.	LO05, LO13	Zapletal (2018), Zapletal et al. (2020), Abrell et al. (2022), Skjærseth & Wettestad (2016), Błażejowska et al. (2024)	Teoretična in praktična študija primera industrijskega podjetja v EU na podlagi zgodovinskih podatkov.

6.4 Metode poučevanja in učenja

▪ Učni pristop

Za ta modul bo sprejet hibridni učni pristop, ki omogoča izvajanje sej bodisi sinhrono bodisi asinhrono. Študenti bodo sodelovali v interaktivnih predavanjih, delavnicah, seminarjih in vodenih razpravah, pa tudi v vnaprej posnetih predavanjih, predstavitev, branju, študijah primerov in simulacijskih vajah. Ta pristop omogoča prilagodljivost, hkrati pa zagotavlja aktivno sodelovanje in celovito razumevanje tem.

▪ Ključne metode poučevanja

Modul bo uporabljal različne učne metode, vključno z interaktivnimi predavanji z vodenimi razpravami za uvajanje temeljnih znanj o energetskih sistemih, obnovljivih virih energije in upravljanju z energijo. Študije primerov, mini-analize primerov in simulacije igranja vlog bodo študentom omogočile uporabo teoretičnega znanja v praktičnih scenarijih, kot so energetski pregledi, delitev energije in upravljanje emisijskih dovoljenj. Delavnice in praktični laboratoriji bodo razvijali veščine na področju energetske optimizacije, finančnega modeliranja, napovedovanja in urbanega energetskega načrtovanja. Predavanja/spletni seminarji, skupinski projekti in seminarji bodo izboljšali razumevanje regulativnih okvirov, inovativnih poslovnih modelov in strategij trajnosti. Ocenjevanja bodo vključevala pisne ali ustne naloge za oceno znanja, analitičnih sposobnosti in praktične uporabe.

▪ Pristopi in metode, ki podpirajo aktivno učenje in praktično uporabo znanja.

Praktične metode, kot so simulacije, terenske intervencije in študije primerov, študentom omogočajo uporabo teoretičnih konceptov pri resničnih energetskih izzivih. Timsko delo skozi delavnice, skupinske projekte in sodelovalne vaje izboljšuje sposobnosti reševanja problemov, modeliranja in sprejemanja odločitev. Ta kombinacija študentom omogoča znanje, veščine in kompetence za učinkovito upravljanje energetskih sistemov, izvajanje trajnostnih rešitev ter ocenjevanje inovativnih strategij v industrijskem in urbanem okolju.

58

6.5 Metode ocenjevanja in dokazi

Modul uporablja mešano strategijo ocenjevanja za ocenjevanje tako teoretičnega znanja kot praktičnih veščin na vseh področjih. Razumevanje študentov o energetskih sistemih, obnovljivih virih, industrijskih energetskih tokovih, energiji skupnosti, energetski učinkovitosti stavb, urbani modro-zeleni infrastrukturi, finančnem modeliranju, vrednotenju obnovljivih virov energije, pogodbah z energijo in upravljanju emisijskih dovoljenj bo ocenjeno na več načinov. Ocenjevanje vključuje aktivno sodelovanje, praktične vaje, projektno delo ter pisne in ustne izpite. Tako formativno ocenjevanje (stalno sodelovanje, vaje in povratne informacije) kot tudi sumativno ocenjevanje (končne ocenjene oddaje) sta integrirani za podporo napredku pri učenju.

Komponente ocenjevanja in dokazi o doseganju učnih izidov:

- *Udeležba in angažiranost (teža 10 %).* Aktivno sodelovanje v vseh učnih in učnih dejavnostih, vključno s predavanji, delavnicami, seminarji, e-učnimi vajami, študijami primerov, simulacijami in vodenimi razpravami. Vključenost bo ocenjena na podlagi prispevka k razpravam, sodelovanja v skupinskih dejavnostih in zaključka interaktivnih vaj.

- *Uporabne vaje in mini primeri (teža 20%).* Opravljanje praktičnih vaj, kot so igre razvrščanja virov energije, energetske revizije gospodinjstev, simulacije obnovljivih virov energije, intervencije v energetske učinkovitost stavb in projektantske naloge modro-zelene infrastrukture (testiranje LO6, LO7, LO8).
- *Skupinski projekt (teža 40%).* Sodelovalni analitični projekt (približno 3.000 besed) se je osredotočal na resničen ali simuliran energetski scenarij, kot so optimizacija skupne delitve energije, oblikovanje ukrepov energetske učinkovitosti za stavbo ali ocenjevanje strategij emisijskih dovoljenj. Poročilo naj vključuje analizo podatkov, odločanje in praktična priporočila (testiranje LO11 – LO14).
- *Končni pisni ali ustni izpiti (teža 30%).* Izpiti bodo preverjali teoretično znanje in praktično razumevanje vseh tem modulov, vključno z energetskimi sistemi, obnovljivimi viri energije, industrijskimi energetskimi tokovi, finančnim modeliranjem, vrednotenjem, energetskimi pogodbami in upravljanjem emisij. Oblike vprašanj lahko vključujejo odprta vprašanja, vprašanja z več izbirami in probleme na podlagi scenarijev za celovito ocenjevanje LO1-LO5, LO9, LO10.

6.6 Bibliografija in orodja

6.6.1 Obvezno

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

Widuto, A. (2022). *Energy saving and demand reduction*. European Parliamentary Research Service.

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733666/EPRS_BRI\(2022\)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 Priporočeno

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

Frona, 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 Predloga jedrnatega učnega načrta – HEI (EQF6)

Naslov modula: Sistemi okoljskega upravljanja (EMS)

EQF stopnja: 6

ECTS krediti: 4 ECTS

Skupna obremenitev (ure): 100 ur

- Kontaktne ure (predavanja, laboratoriji, seminarji, delavnice itd.): 40 ur
- Voden samostojno učenje: 30 ur
- Projektno delo: 30 ur

Izobraževalna ustanova: UNIVERZA V PATRAS (UPAT), Grčija

7.1 Pregled modula

63

Ta modul ponuja napredni uvod v sisteme okoljskega upravljanja (EMS) in njihovo vlogo pri podpori organizacijske trajnosti, skladnosti in nenehnemu izboljševanju. Osredotoča se na evropsko uredbo EMAS kot primarni okvir za EMS, podprt z javno dostopnimi osnovami ISO 14001 in praktičnimi, korak-po-koraki smernicami ameriškega modela EMS. Študenti razvijejo integrirano razumevanje, kako so strukturirani okviri EMS, kako se okoljski vidiki in vplivi prepoznavajo in ocenjujejo, kako se določajo obveznosti skladnosti in kazalniki uspešnosti ter kako postopki revizije, spremljanja in pregleda zagotavljajo stalno izboljševanje. Ta osredotočenost pomaga učencem videti, kako se EMS orodja uporabljajo v resničnih okoljih za izboljšanje okoljske učinkovitosti. Z obsežno praktično uporabo uradnih orodij EMAS – vključno z orodjem za okoljske vidike, orodjem za zbiranje podatkov in osnovnimi kazalniki – ter delovnimi listi EPA, študenti pridobivajo praktične veščine pri analizi okoljske učinkovitosti in načrtovanju komponent EMS.

Modul je namenjen študentom visokošolskega izobraževanja in bodočim strokovnjakom na področju trajnosti, upravljanja okolja, facilitacije industrijske simbioze, svetovanja in skladnosti. Neposredno je povezan z modulom Industrijska simbioza, saj zagotavlja operativne in upravljaljske mehanizme, potrebne za vključevanje simbiotskih praks v organizacijske sisteme. Predhodno znanje o okoljskem upravljanju, regulativnih okvirih ali konceptih krožnega gospodarstva je koristno, vendar ni obvezno. Ob koncu modula bodo študenti znali razumeti, primerjati in uporabljati EMS metodologije EMAS, ISO in EPA ter implementirali ključne elemente majhnega sistema EMAS, kar jih pripravlja na izzive upravljanja okolja v resničnem svetu.

7.2 Učni izidi (LO)

Predvideni učni izidi so razdeljeni v tri področja EQF:

▪ **Znanje.** *Študenti bodo:*

1. pokazati napredno razumevanje načel, strukture in namena EMS, vključno z zahtevami EMAS (Priloge I–IV) in javno dostopnimi osnovami ISO 14001 (LO1),
2. kritično oceniti okvire EMAS, ISO 14001 in EPA EMS ter prepoznati njihove razlike v zahtevah, preglednosti, reviziji in uspešnosti (LO2).

▪ **Spretnosti.** *Učenci lahko:*

3. prepoznati in oceniti okoljske vidike in vplive z uporabo metodologij in orodij EMAS (Environmental Aspects Tool, kriteriji Priloge II) (LO3),
4. razvija osnovno dokumentacijo EMS/EMAS, vključno z okoljsko politiko, cilji, KPI-ji, registri skladnosti, načrti spremljanja in operativnimi kontrolami (LO4),
5. uporabljati orodja EMAS in delovne liste EPA EMS za interpretacijo okoljskih podatkov, ocenjevanje kazalnikov uspešnosti in podporo odločanju EMS (LO5).

▪ **Kompetence (avtonomija in odgovornost).** *Študenti lahko:*

6. samostojno načrtovati in usklajevati ključne faze izvajanja EMAS, vključno z ocenjevanjem vidikov, ocenjevanjem skladnosti, nastavljanjem KPI in spremljanjem (LO6),
7. izvajajo notranje EMS revizije in prispevajo k procesom pregleda vodstva, kar dokazuje odgovornost in usmerjenost k nenehnim izboljšavam (LO7),
8. učinkovito komunicirati, oblikovati in zagovarjati na dokazih temelječa priporočila za izboljšanje EMS pred različnimi deležniki, vključno z vodstvom in revizorji (LO8),
9. predlaga prilagodljive rešitve za pogoste izzive implementacije ali neskladnosti znotraj EMS, pri čemer upravičuje odločitve na podlagi načel EMAS, ISO in EPA (LO9).

7.3 Indikativni urnik učenja / urnik izvedbe

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
1	Kaj so EMS? Razumevanje konteksta	Predavanje / delavnica / e-učenje	Kaj so EMS, zakaj so pomembni, EMS v trajnosti EU in industrijska simbioza	LO1	Uporabniški priročnik EMAS (uvod); Pregled EPA EMS	Interaktivno predavanje; kontekstno preslikavo; Vodena razprava
2	EMS arhitektura in osnovne komponente (EMAS/ISO/EPA)	Predavanje	Struktura EMS (politika → načrtovanje → izvajanje → preverjanje → pregled); PDCA	LO1	Uporabniški priročnik EMAS – struktura EMS; Stran EPA "Osnovni EMS komponenti"	Sistemska preslikavo; Razčlenitev komponent
3	Osnove EMAS (1. del)	Predavanje	Kaj je EMAS; Registracija EMAS; Zahteve po Prilogi I EMAS; dodana vrednost izven ISO	LO1, LO2	Uredba o EMAS (Priloga I)	Vodeno branje
4	Osnove EMAS (2. del): Vidiki in vplivi	Delavnica	metodologija EMAS Priloge II; oceno pomembnosti; Kartiranje okoljskih vidikov	LO3, LO6	Orodje EMAS za okoljske vidike; EMAS Priloga II	Praktična uporaba orodja EMAS Aspects; Ocenjevanje pomembnosti
5	EMAS orodja: Vidiki, indikatorji, podatki (Hands-On Lab)	Praktični laboratorij	Uporaba orodij EMAS: orodje Aspects, orodje za zbiranje podatkov, osnovni indikatorji; priprava EMAS podatkovnih nizov	LO3, LO4, LO5, LO6	Orodje za zbiranje podatkov EMAS; Smernice za ključne kazalnike EMAS	Vaje na podlagi predlog; Interpretacija podatkov

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
6	Osnove ISO 14001	Predavanje	ISO Visoka struktura (javne informacije); Pregled klavzule; razmišljanje, ki temelji na tveganju; Razlike v primerjavi z EMAS	LO1, LO2	Javni pregled ISO 14001 (iso.org); EPA "ISO-usklajena navodila EMS"	Konceptualna primerjava; Preslikava ISO strukture
7	EPA EMS korak-po-koraku vodič (praktični modul)	Delavnica / laboratorij	EPA EMS koraki 1–9: Vidiki politike → → pravni → cilji → izvajanje → spremljanje → revizije → pregledi → izboljšave	LO3, LO5, LO6	Vodnik za izvajanje EMS pri EPA; EPA delovni list	Izpolnjevanje praktičnega delovnega lista; Scenarijske vaje
8	EMAS proti ISO 14001 proti EPA – Razlike, prednosti, orodja	Delavnica	Primerjava vzporedno: zahteve, preglednost, kazalniki, revizije, dokumentacija	LO2, LO8, LO9	Primerjava EMAS in ISO (EU); Stran EPA "EMS Models"	Vennov diagram; strukturirano primerjavo; Analiza skupin
9	Implementacija EMAS korak za korakom (napredno)	Delavnica	Celoten delovni tok EMAS: Vidiki politike → → skladnosti → KPI-ji → nadzori → spremljanju → reviziji → Izjava (Priloga IV)	LO4, LO7, LO9	EMAS Priloga III (Revizija) in Priloga IV (Izjava)	Analiza skupin
10	Končni projekt EMAS in integracija	Projekt / Ocenjevanje	Projekt / Ocenjevanje	LO4, LO5, LO6, LO8, LO9	Vsa EMAS orodja; EPA EMS delovni listi	Dokumentacijska delavnica

7.4 Metode poučevanja in učenja

▪ Učni pristop

Sprejet je hibridni pristop učenja, ki združuje sinhrono in asinhrono načine. Sinhrono seje (predavanja, seminarji, delavnice) omogočajo neposredno interakcijo, vodene razprave in reševanje problemov v realnem času. Asinhrono učenje omogoča prilagodljivost z zagotavljanjem skrbno izbranih digitalnih gradiv (EMAS uporabniški priročnik, EMAS orodja, EPA delovni listi, ISO javni povzetki) na učni platformi, kar omogoča samostojno učenje.

▪ Ključne metode poučevanja

- Interaktivna predavanja, ki uvajajo EMS koncepte, strukturo EMAS, osnove ISO 14001 in korak-po-koraku navodila EPA.
- Učenje na podlagi primerov, uporaba orodij EMAS za resnične ali realistične organizacijske scenarije.
- Praktične laboratorijske vaje z uporabo orodja EMAS Environmental Aspects, EMAS Data Collection Tool, EMAS Core Indicators in EPA delovnih listov.
- Delavnice in simulacije, kot so simulacijske revizije, simulacije pregleda upravljanja in priprava okoljskih izjav.
- Skupinsko delo, podpora učenju vrstnikov preko nalog, ki temeljijo na orodjih (analiza vidikov, nastavitve KPI, kartiranje skladnosti).
- Učenje na podlagi projektov, ki se zaključijo z razvojem popolnega EMAS mini-sistema.

67

Te metode razvijajo tako konceptualno razumevanje kot praktično kompetenco pri izvajanju EMS/EMAS.

▪ Pristopi in metode, ki podpirajo aktivno učenje in praktično uporabo znanja

Sinhroni pristop učenja je zelo primeren za takojšnjo vključenost trenerjev in učencev ter hitrejšo izmenjavo informacij, s čimer pomaga graditi občutek skupnosti in razjasniti zmote. Poleg tega je asinhrono učenje bolj prilagodljivo. Študentom omogoča več časa za raziskovanje in vključevanje v snov ter dostop do širšega kroga učencev.

7.5 Metode ocenjevanja in dokazi

Komponente ocenjevanja in dokazi o doseganju učnih rezultatov

Sestavljajo jih:

- udeležba in angažiranost (Teža 10 %),
- praktični skupinski projekt (teža 30 %) in
- končni pisni izpit (Teža 60 %).

Sodelovanje odraža aktivno vključenost študentov v predavanja, seminarje, delavnice in vaje z orodji, ki uporabljajo uradna orodja EMAS in delovne liste EPA EMS. Skupinski projekt

zahteva, da študenti skupaj oblikujejo jedrnat EMAS mini-sistem za resnično ali hipotetično organizacijo, pri čemer uporabljajo ključne elemente, predstavljene v 10 enotah, hkrati pa ohranjajo prilagodljivost v strukturi in globini glede na specifičen organizacijski kontekst, ki ga izberejo. Zaključni pisni izpit ocenjuje razumevanje načel EMS in EMAS, osnov ISO 14001 (z uporabo javno dostopnih virov), razlik med modeli EMAS–ISO–EPA ter njihovo sposobnost analize scenarijev ali interpretacije okoljskih vidikov, kazalnikov ali podatkov o skladnosti. Skupaj ti sestavni deli zagotavljajo, da študenti pokažejo tako teoretično znanje kot praktično usposobljenost za izvajanje osnovnih EMS/EMAS procesov.

7.6 Bibliografija in orodja

7.6.1 Obvezno

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>

Poleg tega morajo študenti preučiti vse izobraževalne materiale (predavanja, predstavitve, zapiske, delovne liste in dodatne dokumente), ki jih predavatelj naloži na tečajno platformo, saj so sestavni del osnovnih učnih virov modula.

7.6.2 Priporočeno

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>

Del B

69

7 učnih načrtov za izobraževalne module in usposabljanje

1 Predloga jedrnatega učnega načrta – VET (EQF5)

Naslov modula: Okvir industrijske simbioze (IS)

EQF nivo: 5

ECVET krediti: 2 do 3 ECVET

Skupna obremenitev (ure): 50-75

- Kontaktne ure (prispevki, seminarji, delavnice itd.). 42-56 ur
- Vodeno samostojno učenje: 4-9
- Projektno delo: 4-10

Ustanova za izvajanje: MOGENSEN LENE (IDDK), Danska.

1.1 Pregled modula

Ta modul udeležencem predstavi temeljne koncepte in praktične aplikacije **krožnega gospodarstva (CE)** ter **industrijske simbioze (IS)** v kontekstu proizvodnje in proizvodnje.

Namenjena je posebej menedžerjem, koordinatorjem in facilitatorjem na področju krožnega gospodarstva in pobud industrijske simbioze, ter jih opremi z bistvenimi menedžerskimi kompetencami.

Ta modul udeležencem predstavi industrijsko simbiozo (IS) z vidika praktičnega in človeku usmerjenega VET. Preučuje kompetence, potrebne za CE/IS managerja/facilitatorja. Modul si prizadeva tudi za gradnjo razumevanja IS v vsakdanjem smislu, vključevanje deležnikov skozi dialog, prepoznavanje kulturnih dejavnikov in ovir ter podporo inovacijam znotraj ekip in omrežij. Poudarek je na uvodnih veščinah facilitacije, ki temeljijo na resničnih organizacijskih kontekstih.

Deluje kot temeljni del izobraževalne poti SymbioTech, ki udeležence pripravlja na naslednje module o digitalni industrijski simbiozi in sistemih upravljanja okolja.

Splošno razumevanje trajnosti ali industrijskega delovanja je koristno, vendar ni nujno. Osnovne analitične veščine in zanimanje za sodelovalno reševanje problemov podpirajo učinkovito vključevanje v teoretične in praktične sestavine modula.

Po zaključku bodo SymbioTech vodje in facilitatorji lahko opazovali, dokumentirali in analizirali materialne in energetske tokove znotraj industrijskih obratov ter spodbujali inovacije v različnih ekipah in mreži.

1.2 Učni izidi (LO)

Predvideni učni izidi so razdeljeni v tri področja EQF:

▪ **Znanje.** *Študenti bodo:*

1. razumeti načela industrijskih simbioz (IS) in krožnega gospodarstva (CE) (LO1),
2. razumeti tipične tokove virov, energije, vode in materialov v malih in srednje velikih podjetjih (MSP) (LO2),
3. imeti znanje o omogočevalcih in ovirah IS (organizacijski, kulturni, regulativni) (LO3),
4. poznati vlogo in ključne kompetence IS facilitatorjev, IS managerjev, vodij ekip itd. (LO4),
5. pridobili so znanje o facilitaciji meddisciplinarnih ekip z visoko stopnjo raznolikosti ter inovativnih procesih (LO5).

▪ **Spretnosti.** *Učenci lahko:*

6. identificirati in dokumentirati materialne/energetske tokove z enostavnimi orodji (SankeyMATIC) (LO6),
7. prepoznajo kulturne, organizacijske in regulativne dejavnike ter ovire v svojem kontekstu (LO7),
8. prepoznati temeljne kompetence, potrebne za upravljanje in/ali omogočanje IS (LO8),
9. graditi zaupanje in razumevanje v meddisciplinarnih in raznolikih ekipah (LO9),
10. omogočiti preproste inovativne in ideje generirajoče procese znotraj ekip in omrežij (LO10).

▪ **Kompetence (avtonomija in odgovornost).** *Študenti lahko:*

11. prevzeti odgovornost za zgodnje naloge raziskovanja IS (LO11)
12. sodelovati z omogočevalci in ovirami na organizacijski ravni za podporo vodjem pri odločanju (LO12),
13. nenehno izboljševanje lastnih kompetenc kot vodja/facilitator IS z reflektivno prakso (LO13),
14. omogočajo procese ustvarjanja pomena znotraj in znotraj IS omrežij, ki jih zaznamuje visoka raznolikost (LO14),
15. uravnovežiti raznolikost in psihološko varnost, da zagotovimo inovacije in generiranje idej (LO15).

1.3 Indikativni urnik učenja / urnik izvedbe

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
1	Uvod v IS in CE ter njuno zgodovino. Uvod v kartiranje tokov energije in materialov	Vhod Delavnica	Pregled krožnega gospodarstva in industrijske simbioze, definicija IS. Od primera IS v Kalundborgu v šestdesetih letih do digitalnega IS v 2020-ih. Kartiranje pretoka energije in materiala s Sankey MATIC	LO1, LO2, LO6, LO11	Nolan (2020) SankeyMATIC Programski vodiči QGIS programski vodiči	Interaktivni prispevki z vodenjo razpravo o I, CE in študijah trajnosti. Študije primerov uspehov in neuspehov IS Interaktivni vhod za preslikavo tokov energije in materialov Navodilo o domači nalogi (SankeyMATIC kartiranje tokov energije in materiala)
2	Omogočevalci in ovire, razumevanje organizacijskega in kulturnega konteksta, politika EU in možnosti financiranja	Vhod Delavnica	Začetni pogled na človeški dejavnik, ki omogoča SI. Razumevanje organizacijske kulture ter nacionalne kulture in kako se ta povezuje z osnovnimi načeli SI. Poznavanje politike EU in nacionalne politike ter možnosti financiranja	LO3, LO7, LO12	Mathews (2024) Evropski Greanski dogovor Študije primerov IS	Predstavitev domače naloge Interaktivni prispevki o organizacijski in nacionalni kulturi, ki jim sledijo skupinske razprave o lastnih primerih Uvod v zakonodajo EU in možnosti financiranja na podlagi seminarjev Skupinsko delo na lastnem zakonodajnem in finančnem kontekstu. Predstavitev skupinskega dela.

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
3	Kompetence, vloga in odgovornosti vodje in vodje IS. Preslikava notranjih in zunanjih deležnikov	Vhod Delavnica	Podrobneje preučite človeški dejavnik pri samozavestni situaciji. Prepoznavanje različnih organizacijskih vlog znotraj SI ter kompetenc, potrebnih za vsako vlogo. Poleg tega začetno kartiranje potencialnih partnerjev. Kdaj uporabiti različne kompetence kot prodajalec, mrežnik, vodja, vodja projektov, zbiralec sredstev, facilitator. Samorefleksija: ali sem prava oseba na pravem položaju in kaj moram razviti?	LO4, LO8, LO13	Lasthein et al. (2021) Mortensen & Kørnøv (2019)	Interaktivni prispevki o vlogah in povezanih kompetencah v IS programih. Skupinsko delo na kartiranju različnih položajev znotraj in zunaj organizacije v povezavi z IS, pa tudi vpliva na različne dele organizacije. Predstavitve skupinskega projekta Samorefleksija o lastnih IS kompetencah.

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
4	Vključenost, raznolikost in psihološka varnost. Spodbujanje interdisciplinarnega dialoga	Vhod Delavnica	Facilitacija ekip in skupin v kontekstu IS. Razumevanje pomena raznolikosti poklicev, spola, starosti itd. ter psihološke varnosti. Vadba osnovnih veščin dialoga in facilitacije, gradnja razumevanja ter omogočanje razmišljanja izven okvirjev	LO5, LO9, LO14	Edmonson & Roloff (2009) Gallo (2023) Kepinski & Nielsen (2022) Pentland (2014) Rock et al. (2016)	Interaktivni prispevki o olajšanju delovanja ekip in omrežij. Praktična vaja (konkretne vaje in igranje vlog). Povratne informacije vodje tečaja. Navodila o ustnem izpitu.
5	Spodbujanje inovacij Ocena	Vhod Delavnica	Razumevanje postopnih in radikalnih inovacij Dejavniki, ki omogočajo inovacije Olajšanje inovativnih procesov znotraj organizacije in zunaj znotraj omrežja	LO5, LO10, LO15	Darsø (2001) Høyrup (2010)	Interaktivni prispevki o inovacijah in kako spodbuditi inovacije v ekipah. Praktična vaja (konkretne vaje in igranje vlog). Povratne informacije vodje tečaja. Ustni izpit.

1.4 Metode poučevanja in učenja

▪ Učni pristop

Moduli bodo predvsem temeljili na učenju v živo, dopolnjevali pa bodo naloge, ki jih bodo izvajali med moduli, predvsem znotraj lastne organizacije. Osebni pristop študentom omogoča razvoj kompetenc, potrebnih na delovnem mestu, in pridobivanje neposrednih povratnih informacij o njihovi uspešnosti od vrstnikov in trenerja.

Modul bo podprt z digitalno platformo za asinhrono učenje, kjer bodo študenti lahko dostopali do gradiva, ki jih bodo na voljo trenerji. Gradivo na digitalni platformi bo večinoma obsegalo literaturo in predstavitve, ki opisujejo teoretična vprašanja.

▪ Ključne metode poučevanja

V moduli bo uporabljenih več ključnih učnih metod, kot so interaktivni vhodi z vodenimi razpravami, študije primerov, skupinske razprave, skupinsko projektno delo, igre vlog in simulacije, individualna refleksija ter naloge, ki jih bomo izvajali med moduli znotraj lastne organizacije.

▪ Pristopi in metode, ki podpirajo aktivno učenje in praktično uporabo znanja

Učenje v živo je zelo primerno za ustvarjanje vključenosti med trenerji in študenti ter za zagotavljanje, da je teorija relevantna v vsakodnevni praksi. Kljub teoretični osnovi bo usposabljanje zelo praktično. Tečaj bo sestavljen iz mešanice kratkih teoretičnih prispevkov, konkretnih vaj in skupinskih razprav. Vhodni podatki bodo zagotovili teoretično znanje za celovito razumevanje načel, elementov in praks IS. Verjame se, da je edini način, da se naučimo olajšati procese SI, povezati teorijo s konkretnimi realnostmi v različnih organizacijah, preizkusiti orodja v resničnem življenju in pridobiti lastne izkušnje ter o njih razmišljati. Izhodišče za prispevke in razprave bodo torej delovni izzivi in vprašanja, ki jih skupina prinaša v sobo. Prav tako se bodo moduli zaključili s konkretnimi nalogami, ki študentom pomagajo preizkusiti nove ideje doma. Poleg tega učenje iz oči v oči v kombinaciji s skupinskimi razpravami, igrami vlog in simulacijami učencem omogoča oblikovanje skupnosti, v kateri lahko poteka učenje vrstnikov. Vloga facilitatorja bo zagotoviti, da bodo v sobo vključeni raznoliki glasovi, ki prikazujejo kompleksnost vprašanj IS z vidika različnih spolov, starosti, poklicev, kulturnih ozadij itd.

75

1.5 Metode ocenjevanja in dokazi

Modul uporablja mešano strategijo ocenjevanja, ki združuje aktivno sodelovanje in angažiranost študentov, skupinsko predstavitev projektov in ustni izpit, da oceni tako raven teoretičnega znanja študentov o konceptu IS kot tudi njihovo praktično sposobnost razvoja trajnostnih okvirov IS ter olajša dialog med raznolikimi deležniki. Ocenjevanje ne bo le sumativno (končne ocenjene oddaje), ampak tudi formativno (stalno sodelovanje in povratne informacije vrstnikov ter trenerjev pri vseh ključnih učnih metodah), kar podpira napredek učenja.

Ocenjevalne komponente:



- *Udeležba in angažiranost (Teža 40 %).* Aktivno sodelovanje pri vseh učnih metodah, kot so vhodni podatki, razprave na plenarnem zasedanju, igre vlog in simulacije
- *Skupinska in individualna predstavitev projektov (teža 30%).* Predstavitev skupinskega dela med moduli ter predstavitev posameznih nalog, ki potekajo med moduli.
- *Zaključni ustni izpit (teža 30%).* Sledil bo končni ustni izpit, ki bo ocenil, ali je študent dosegel znanje modula, pri čemer se to poveže z lastnim organizacijskim kontekstom, vključno s načrtom za lastni razvoj kot vodja ali facilitator IS. Izpit preverja teoretično znanje, razumevanje politik ter praktične kompetence.

1.6 Bibliografija in orodja

1.6.1 Obvezno

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://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.symbiosis.dk/wp-content/uploads/2021/03/Guide-for-IS-facilitators_online2.pdf

Mathews, S. (2024) Metaphors of Organizations: Beyond the Machine.
<https://www.leadingapiens.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://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2025-09/SCALER-Quick-Guides.pdf

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

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

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

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

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

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

1.6.2 Priporočeno

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 Predloga jedrnatega učnega načrta – VET (EQF5)

Naslov modula: Načela ocenjevanja življenjskega cikla za ocenjevanje okoljskih koristi in slabosti deljenja virov

EQF nivo: 5

ECVET krediti: 2 do 3 ECVET

Skupna obremenitev (ure): 50-75

- Kontaktne ure (prispevki, seminarji, delavnice itd.). 42-56 ur
- Voden samostojno učenje: 4-9
- Projektno delo: 4-10

Institucija izvajalcev: GOSPODARSKA IN INDUSTRIJSKA ZBORNICA VRATSA SDRUZHENIE (CCI VRATSA), Bolgarija.

78

2.1 Pregled modula

Ta modul udeležencem omogoča bistveno znanje in praktične veščine za uporabo ocenjevanja življenjskega cikla (LCA) kot orodja za podporo odločanju v kontekstih krožnega gospodarstva (CE) in industrijske simbioze (IS). Predstavi razmišljanje o življenjskem ciklu in najnovejše informacije o aplikacijah LCA, sledi pregled družine standardov za upravljanje okolja ISO 14000 ter osredotočen uvod v metodologijo ISO 14040/14044 in ključne kazalnike trajnosti, kot so okoljski odtis (EF 3.1), izračun stroškov življenjskega cikla (LCC) in socialni LCA.

Modul, ki se izvaja v intenzivnem 4–5 tednu kombiniranega formata, združuje delavnice v živo, spletne seminarje, e-učenje in mentorirano projektno delo. Udeleženci se učijo modelirati in interpretirati okoljske vplive z uporabo openLCA, ocenjevati kompromise in prepoznavati priložnosti za izboljšave med različnimi produktnimi sistemi. Modul povezuje razmišljanje o življenjskem ciklu s širšimi trajnostnimi okviri, vključno z evropskim zelenim dogovorom in cilji trajnostnega razvoja ZN.

Učenci razvijajo sistemsko razmišljanje, etično ozaveščenost in komunikacijske veščine. Predhodno opravljanje modula ni potrebno, čeprav je osnovno poznavanje trajnosti ali industrijskih procesov koristno.

Ob koncu modula lahko udeleženci samostojno izvedejo poenostavljen LCA, podpirajo poročanje o trajnosti in prispevajo k informiranemu odločanju v okolju MSP in CE/IS. Učni rezultati so usklajeni s kompetencami ESCO in GreenComp.

2.2 Učni izidi (LO)

Predvideni učni izidi so razdeljeni na tri EQF področja: Znanje, Veščine in Kompetence (avtonomija in odgovornost):

▪ **Znanje.** *Študenti bodo:*

1. razumeti štiri faze LCA v skladu z ISO 14040/14044 (opredelitev cilja in obsega, inventar življenjskega cikla, ocena vpliva življenjskega cikla, interpretacija) (LO1),
2. razumeti strukturo in namen ključnih okoljskih kazalnikov (npr. metodologija EF 3.1) ter njihovo vlogo pri upravljalškem odločanju in poročanju o trajnosti (LO2),
3. prepoznati, kako LCA deluje v širših strategijah trajnosti (npr. modeli krožnega gospodarstva in cilji trajnostnega razvoja) ter pojasniti medsebojne povezave med okviri krožnega gospodarstva, cilji trajnostnega razvoja in razmišljanjem o življenjskem ciklu (LO3),
4. interpretirati okoljske, ekonomske in družbene kazalnike uspešnosti z uporabo orodij na osnovi LCA za primerjavo vplivov izdelkov ali procesov na trajnost (LO4),
5. opredeliti politično relevantnost rezultatov LCA, zlasti v povezavi z Evropskim zelenim dogovorom in Akcijskim načrtom EU za krožno gospodarstvo (LO5).

▪ **Spretnosti.** *Učenci lahko:*

6. Zbiranje in organizacija potrebnih podatkov (npr. seznam materialov in procesni podatki) za izdelavo LCA modela, zagotavljanje kakovosti in popolnosti podatkov (LO6),
7. Uporabljajte programsko opremo openLCA za izvajanje ocen življenjskega cikla – vključno z uporabo čarovnika "Quick LCA" za poenostavljene primere – in modelirajte scenarije krožnega gospodarstva ali industrijske simbioze za oceno okoljskih vplivov (LO7),
8. Analizirati in interpretirati rezultate LCA za podporo trajnostni proizvodnji in poslovnemu odločanju, prepoznavanje žarišč in priložnosti za izboljšave (LO8),
9. Vključiti osnovne pristope k izračunu stroškov življenjskega cikla (LCC) in socialnim LCA (S-LCA) za oceno ekonomskih in družbenih dimenzij skupaj z okoljskimi vplivi za bolj celostno oceno trajnosti (LO9).
10. Tehnične ugotovitve LCA prevedite v jasne vizualne in ustne komunikacije (poročila, predstavitev), prilagojene raznolikim deležnikom in odločevalcem (LO10).

▪ **Kompetence (avtonomija in odgovornost).** *Študenti lahko:*

11. Delati samostojno in metodično pri nalogah LCA, prevzemati odgovornost za natančnost podatkov, pravilno metodologijo in pravilno interpretacijo rezultatov (LO11),
12. Prevezmite pobudo za umestitev ugotovitev LCA v širši kontekst trajnostnih in poslovnih ciljev ter prepoznajte priložnosti za uporabo LCA pri organizacijskih izboljšavah in prizadevanjih za skladnost (LO12),

13. Rezultate LCA komunicirajte na odgovoren in pregleden način, jasno priznavajoč negotovosti, omejitve in meje sistema analize (LO13),
14. Pokazati sistemsko razmišljanje in etično ozaveščenost pri ocenjevanju okoljskih, ekonomskih in družbenih vplivov, ob upoštevanju medsebojno povezane narave izzivov trajnosti (LO14),
15. Kritično premislite o kompromisih, pogledih deležnikov in vrednostnih konfliktih, ki so značilni za prehode v krožno gospodarstvo, ter uravnotežite te dejavnike pri podajanju priporočil (LO15).

2.3 Indikativni urnik učenja / urnik izvedbe

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
1	Temelji LCA & CE/IS	Srečanje iz oči v oči, Bootcamp	Razmišljanje o življenjskem ciklu in kontekst trajnosti; LCA v krožnem gospodarstvu in industrijski simbiozi; trenutne politike in industrijske aplikacije; okvir ISO 14000 in ISO 14040/14044; Načela LCA, funkcionalne enote in meje sistema.	LO1, LO3, LO5, LO14	Pregled družine ISO 14000 (izbrani odlomki); ISO 14040/44 izvlečki; EC Zeleni dogovor	Interaktivno predavanje, vodena razprava, predstavitev programske opreme, praktična vaja.
2	Zbiranje podatkov in modeliranje LCI	Spletni seminar, e-učenje, mentorstvo	Zbiranje podatkov BoM in LCI; kakovost podatkov; podatkovne baze LCI; gradnja produktivnih sistemov v openLCA; Reševanje vrzeli v podatkih	LO6, LO7, LO11	BoM predloga; LCI vodiči; primeri podatkovnih nizov; openLCA vodnik za začetnike	Samostojno učenje, naloge na delovnem mestu, mentorski pregledi.
3	LCIA in interpretacija	Spletni seminar v živo + Uporabna praksa	EF 3.1 metoda; indikatorje sredinske/končne točke; usmrnitev v LCIA; analizo vročih točk; primerjava krožnih in linearnih scenarijev; uvod v LCC in S-LCA	in2, in4, in8, in9, in12, in15	EF 3.1 metodni dokumenti; Valdivia et al. (2021)	Programski vodič; analizo študij primera; Razprava med vrstniki.

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
4	Razvoj projekta LCA in recenzija s strani strokovnikov	Mentorirano projektno delo + spletna delavnica	Zaključek modela LCA; interpretacijo rezultatov; možnosti izboljšav; priprava povzetka na 5 diapozitivih; Recenzentska seja	in4, in8, od 10, od 11, od 12, od 13, od 15	Predloga za interpretacijo; Kontrolni seznam predstavitve	Samostojno projektno delo; srečanja z mentorji; Strukturirane povratne informacije vrstnikov.
5	Končna ocena	Hibridna ocena	Oddaja modela in poročila; končna predstavitev; Ustna obramba	LO10, LO11, LO12, LO13, LO14, LO15	LCA modelna datoteka; predstavitev; Ocenjevalna rubrika	Sumativna ocena; Ustni izpit.

2.4 Metode poučevanja in učenja

Ta modul se izvaja v kombinirani obliki, ki vključuje začetni bootcamp v živo, spletne seminarje, e-učenje in mentorirano projektno delo. Pedagoški pristop poudarja aktivno, na prakso usmerjeno učenje skozi interaktivna predavanja, vodene razprave, praktično usposabljanje v openLCA in študije primerov iz resničnega sveta. Udeleženci opravijo aplikativni LCA projekt in prejmejo tedensko podporo mentorjev.

Ta kombiniran, aplikativen pristop gradi avtonomijo, sposobnosti reševanja problemov in analitične kompetence, ki jih pričakujemo na ravni EQF 5.

Modul sledi vključujočim učnim načelom in zagotavlja dostopnost digitalnih gradiv, ocenjevanj in učnih dejavnosti.

2.5 Metode ocenjevanja in dokazi

Ocenjevanje v tem modulu je integrirano s praktičnim projektnim delom za avtentično ocenjevanje doseganja učnih rezultatov. Strategija ocenjevanja vključuje tako formativne kot sumativne komponente, s poudarkom na dokazovanju praktičnih kompetenc LCA:

Formativno ocenjevanje: V celotnem modulu učenci prejema stalne povratne informacije o svojem napredku. Mentorji pregledujejo osnutke del (kot so definicije obsega LCA, začasni podatkovni nizi in preliminarni rezultati) ter nudijo usmeritve. Seja povratnih informacij vrstnikov v 9. tednu je tudi oblikovalna priložnost za učence, da izpopolnijo svoje predstavitve in poglobijo razumevanje v okolju z nizkimi vložki. Čeprav formativne dejavnosti niso ocenjene, so ključne za učenje in pripravo.

Povzetna ocena: Formalna ocena poteka v 10. tednu in je sestavljena iz treh delov:

- *Oddaja projekta LCA (približno 50 % teža):* Vsak študent predloži celoten dosje projekta LCA. To vključuje **projektno datoteko** openLCA (ali izvožen paket) s popolnoma definiranim modelom (dokumentira funkcionalno enoto, mejo sistema, podatke o inventarju, izbrano metodo ocenjevanja vpliva in vse predpostavke). Model lahko spremlja kratko pisno poročilo ali anotirane predstavitvene diapozitive, ki povzemajo obseg, metodologijo in ključne ugotovitve študije. Ta komponenta ocenjuje tehnično sposobnost udeleženca za izvedbo LCA in pripravo potrebne dokumentacije.
- *Predstavitev (približno 20 %):* Udeleženci predstavijo jedrnat predstavitev (približno 5 diapozitivov), ki predstavi projekt LCA občinstvu. To preverja sposobnost jasnega povzetka in predstavitve informacij – zajema cilj in obseg, pomembne rezultate (npr. najpomembnejše prispevalce), interpretacijo, vključno z morebitnimi primerjavami ali scenariji izboljšav, ter praktična priporočila. Tukaj ocenjujemo jasnost komunikacije, vizualno učinkovitost in osredotočenost na vpoglede, pomembne za odločanje.
- *Ustna obramba (približno 30 %):* Takoj po predstavitvi se udeleženci vključijo v **ustni izpit** (strukturiran Q&A ali "viva voce"). Ocenjevalec preiskuje razumevanje učenca njegovega dela: zahteva utemeljitev odločitev (npr. zakaj so bili uporabljeni določeni podatki, metode vpliva ali predpostavke), interpretacijo specifičnih rezultatov (zlasti v povezavi s kategorijami vplivov EF 3.1) in implikacije ugotovitev. Učence lahko vprašajo tudi o omejitvah njihove študije in o tem, kako so obvladovali negotovosti (obravnavanje LO13).

Ta komponenta ocenjuje globino razumevanja, kritično mišljenje ter sposobnost artikulacije in zagovarjanje dela – ključne kompetence v EQF5.

Če je primerno, se lahko uporabi tudi element povratnih informacij vrstnikov (neocenjen), kjer sošolci izpolnijo obrazec za povratne informacije ali rubriko za vsako predstavitev. To spodbuja refleksivno prakso, vendar neposredno ne vpliva na ocene.

Ocenjevalni dokazi: Za uspešno opravljanje modula morajo učenci predložiti **otipljive dokaze** o svojih kompetencah. To vključuje:

- OpenLCA *modelna datoteka* (ali izvožen arhiv), ki vsebuje vse podatke modela, in prikazuje pravilno nastavitve in izvedbo študije LCA.
- Predstavitvena datoteka (PDF diapozitivov ali poročil), ki jedrnato predstavi postopek LCA in rezultate.
- *Posnetek ali živo opazovanje* ustne obrambe, ki zagotavlja dokaze o razlagalnih in razumskih sposobnostih učenca.
- Izpolnjen *ocenjevalni rubrik* ali evalvacijski obrazec od inštruktorja, ki dokumentira uspešnost glede na vsak kriterij (npr. tehnična natančnost, uporaba standardov, kakovost komunikacije in analitični vpogled).
- (Neobvezno) *Obrazci za povratne informacije vrstnikov* ali zapiski o samorefleksiji učenca, ki se uporabljajo v učnem procesu in jih je mogoče vključiti v portfelj.

Tako projektni artefakt kot ustni nastop morata izpolnjevati minimalne standarde kakovosti. Ocenjevalna rubrika je usklajena z učnimi rezultati, da se zagotovi pravičnost in preglednost. Udeleženci morajo pokazati kompetence na vsakem glavnem področju (tehnične veščine LCA, analiza/interpretacija in komunikacija), da pridobijo polne 3 ECVET kredite in digitalno značko SymbioTech "EcoFootprint Assessor" za ta modul.

2.6 Bibliografija in orodja

2.6.1 Recenzirani članki

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 Poročila EU o politiki in institucijah

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 Mednarodni standardi (ISO)

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

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

2.6.4 Programska oprema in podatkovne baze

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>

85

2.6.5 Izbirni / dopolnilni viri

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 Predloga jedrnatega učnega načrta – VET (EQF5)

Naslov modula: Medorganizacijski odnosi

EQF nivo: 5

ECVET krediti: 2 do 3 ECVET

Skupna obremenitev (ure): 65

- Kontaktne ure (prispevki, seminarji, delavnice itd.). 45 ur
- Vodeno samostojno učenje: 20

Ustanova za izvajanje: EXEO LAB S.R.L. (Exeo Lab), Italija.

3.1 Pregled modula

86

Ta modul udeležencem nudi praktične veščine, potrebne za začetek in olajšanje medorganizacijskega sodelovanja znotraj ekosistemov industrijske simbioze (IS). Njegov cilj je izboljšati veščine bodočih vodij SymbioTech, študentov in strokovnjakov, ki delajo v industrijski, občinski ali okoljski industriji, da bi odkrili ustrezne partnerje, okrepili zaupanje in spodbudili zgodnje sodelovanje pri izmenjavi virov.

Modul zajema pomembne teme, kot so profiliranje in kartiranje deležnikov, komunikacijske in strategije gradnje zaupanja, upravljanje konfliktov in nasprotij, ključni pristopi k pogajanjem ter ustvarjanje preprostih sodelujočih dokumentov (npr. Memorandumi o soglasju). Modul je strukturiran v **petih tednih** in je sestavljen iz desetih jedrnatih učnih enot, organiziranih v progresivnem in na prakso usmerjenem zaporedju. Ta zasnova sledi kompetencam temelječemu VET pristopu, ki združuje kratke teoretične prispevke z neprekinjeno uporabo, refleksijo in vadbo veščin. Vsak teden se osredotoča na koherentno tematsko področje in vodi do konkretnih učnih rezultatov, ki prispevajo k končnemu projektu sodelovanja s partnerji. Struktura je usklajena z izkustvenimi in mikroučnimi načeli, kar zagotavlja kognitivno trajnost, učinkovito pridobivanje veščin in močan prenos znanja v strokovne okvire.

Praktični seminarji in vaje igranja vlog študentom omogočajo vadbo komunikacije, vodenja srečanj in prepričevalnih tehnik v resničnih življenjskih situacijah.

Ta modul je predvsem namenjen **študentom in strokovnjakom za poklicno izobraževanje in izobraževanje**, ki delajo na področju krožnega gospodarstva, okoljskih storitev, industrijskih obratov ali lokalnega razvoja. Osredotoča se na uvodno znanje, *predstavljeno v Modulu 1: Okvir industrijske simbioze*, zlasti na koncepte IS in relevantnost za deležnike. Prav tako

pripravlja študente na uspešne module, ki pokrivajo digitalne tehnologije, upravljanje okolja in napredno koordinacijo partnerstev.

Formalne kvalifikacije niso potrebne, vendar so priporočene predhodne izkušnje s trajnostjo, osnovnimi komunikacijskimi veščinami ali organizacijsko dinamiko.

3.2 Učni izidi (LO)

▪ **Znanje.** Študenti bodo:

1. razumeti dinamiko medorganizacijskega sodelovanja v industrijski simbiozi (IS), vključno s tem, kako prepoznati in profilirati tipične vrste partnerjev (MSP, komunalna podjetja, občine, upravljavci odpadkov). Razviti razumevanje kompleksnih problemov trajnosti in njihovega razvoja ter prepoznati, da se komponente sistema obnašajo drugače, ko jih analiziramo ločeno kot znotraj širšega sistema (LO1),
2. poznati načela gradnje zaupanja, usklajevanja interesov in sodelovalnega vedenja v okoljih z več deležniki (LO2),
3. prepoznati skupne vire odpornosti do sprememb in razumeti vedenjske strategije za obravnavo in ublažitev odpora v zgodnjih pobudah IS (LO3),
4. razumeti strukturo, namen in bistvene sestavine osnovnega memoranduma o soglasju (MoU) za opredelitev pogojev sodelovanja (LO4),
5. seznanite se z osnovnimi načeli pogajanj, prepričevalne komunikacije in lobiranja znotraj poslovnih partnerstev, ki so relevantna za industrijsko simbiozo (LO5).

87

▪ **Spretnosti.** Učenci lahko:

6. kartirati in dokumentirati deležnike z uporabo preprostih orodij (npr. predloge, matrike), identificirati njihove interese, vpliv, potencialne prispevke in ovire, pomembne za pobude industrijske simbioze (LO6),
7. profesionalno komunicirati v pisni in ustni obliki, vključno s pripravo e-pošte za obveščanje, pripravo skript za sestanke, izvedbo klicev za odkrivanje in pripravo na obiske na lokaciji pri potencialnih partnerjih (LO7),
8. olajšati zgodnje sodelovanje z vodenjem uvodnih razprav, upravljanjem interakcij v majhnih skupinah in podporo dialogu med raznolikimi organizacijskimi akterji (LO8),
9. uporabiti osnovne tehnike pogajanj in prepričevanja za reševanje pomislekov, obvladovanje ugovorov in spodbujanje skupnega razumevanja med potencialnimi partnerji IS (LO9),
10. pripravi preprost memorandum o soglasju (MoU), ki jasno opredeljuje vloge, pričakovanja, možne izmenjave virov, tveganja in medsebojne koristi (LO10),
11. uporabljajo tehnike gradnje zaupanja, aktivnega poslušanja in preoblikovanja za vplivanje in vključevanje zadržanih ali skeptičnih partnerjev, s čimer krepijo zgodnje faze sodelovanja (LO11).

- **Kompetence (avtonomija in odgovornost).** Študenti lahko:
- 12. prevzeti odgovornost za načrtovanje in izvajanje aktivnosti za sodelovanje s partnerji, vključno s predhodnimi raziskavami, pripravo sestankov in pravočasnim spremljanjem (LO12),
- 13. pričakovati morebitni odpor ali nesporazume med medorganizacijskimi izmenjavami in prilagoditi komunikacijske strategije za ohranjanje zaupanja, jasnosti in konstruktivnega sodelovanja (LO13).
- 14. zastopati svojo organizacijo profesionalno, etično in diplomatsko v interakcijah z zunanjimi deležniki ter zagotavljati transparentno in spoštljivo komunikacijo (LO14),
- 15. eskalirajte zapletene, občutljive ali pravne zadeve nadzornikom ali vodjem projektov, hkrati pa samostojno ohranjajte zagon v zgodnjih procesih sodelovanja (LO15).
- 16. proaktivno sodelovati s partnerji z izkazovanjem pobude, vztrajnosti in reflektivne prakse za krepitev učinkovitosti sodelovanja v kontekstih IS (LO16).

3.3 Indikativni urnik učenja / urnik izvedbe

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
1	U.1 Uvod v medorganizacijske odnose v IS	Teoretični vhod + delavnica	Pregled partnerstev IS; razumevanje vrst partnerjev (MSP, komunalna podjetja, občine, upravljavci odpadkov); Uvod v kompleksne probleme trajnosti in vedenje sistema ("komponente se v izolaciji obnašajo drugače kot v sistemu")	LO1, LO3	Študije primerov (npr. Ekoindustrijski parki, ECO3)	Interaktivno predavanje; vodene razprave; Uvodna analiza scenarijev.
	U.2 Kartiranje deležnikov in teorija vključevanja	Vnos teorije + delavnica	Teorija vključevanja deležnikov (Freemanov model, model pomembnosti, mreže interesov/vplivov); kartiranje interesov, vplivov, motivacij in ovir igralcev; prepoznavanje potenciala za sodelovanje v ekosistemi IS.	LO1, LO2, LO6, LO8	Predloge za kartiranje deležnikov; Študije primerov IS	Vhod interaktivne teorije; laboratorij za neposredno kartiranje; vaje v majhnih skupinah.
2	U.3 Strategije gradnje zaupanja in komunikacije	Vnos + igranje vlog	Gradnja odnosov v okoljih z več deležniki; komunikacijske stile; zaupanje in vzajemnost; Okvirjanje in aktivno poslušanje. Uporaba za interakcije z IS v zgodnji fazi.	LO2, LO7, LO8, LO11	Komunikacijski komplet: kratka branja o gradnji zaupanja	simulacije igranja vlog; povratne informacije vrstnikov; Vodena razprava.
	U.4 Odpornost proti spremembam in tehnike prepričevanja	Delavnica	Vrste organizacijskega in vedenjskega odpora; reševanje ugovorov; strategije prepričevanja in vplivanja; Preoblikovanje koristi za oklevajoče partnerje.	LO3, LO9, LO11	Kupček scenarijev odpornosti	simulacije na podlagi primerov; mikro-vaje; Povratne informacije trenerjev.

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
3	U.5 Aktivnosti za sodelovanje s partnerji in zgodnje vključevanje	Input + Delavnica	Priprava e-poštnih sporočil za doseganje ljudi; načrtovanje uvodnih klicev; pripravo in olajšanje obiskov na terenu; Upravljanje zgodnjih interakcij z raznolikimi akterji.	LO7, LO8, LO12	Predloge skript za e-pošto in klice	Pisateljske laboratorije; simulacije parov; Praktične komunikacijske vaje.
	U.6 Osnove pogajanj v kontekstih IS	Vhod + simulacija	Načela pogajanj, ki zmagajo za vse; prepoznavanje interesov v primerjavi s položaji; okvirne predloge; pogajanja o zgodnjih pogojih sodelovanja.	LO5, LO9, LO11	Primeri pogajalskih primerov	simulacije strukturiranih pogajanj; Skupinska refleksija.
4	U.7 Priprava memoranduma o soglasju (MoU)	Delavnica	Namen in struktura memorandumov; pripravo klavzul (vloge, tokovi, tveganja, koristi, zaupnost, naslednji koraki); Recenzija osnutkov.	K4, S5	Predloga MoU	Skupinska seja osnutka; Delavnica za medsebojno ocenjevanje.
	U.8 Projekt sodelovanja partnerjev na delovnem mestu	Mentorirano samostojno učenje	Učenci izberejo resničnega ali hipotetičnega partnerja; pripravite profil deležnikov, načrt sodelovanja, vzorce komunikacije in pripravite pogoje memoranduma o soglasju.	LO6–LO11, LO12–LO16	Podatki o delovnem mestu in kontekst	Mentorstvo inštruktorjev; iterativne povratne informacije; Razvoj avtonomnih projektov.
5	Klinika za končno ocenjevanje	Ocena	Predložitev načrta sodelovanja partnerjev; posneto igro vlog, ki simulira pogajanja z oklevajočim partnerjem; kratka ustna vprašanja in odgovori o gradnji zaupanja in upravljanju upora.	Vsi LO	ocenjevalna rubrika; Smernice za video/snemanje	Ustno poročilo; oceno uspešnosti; Refleksivna razprava.

3.4 Metode poučevanja in učenja

Modul uporablja praktično usmerjen in izkustveni pristop k učenju in usposabljanju, zasnovan za krepitev medosebnih, komunikacijskih in pogajalskih veščin, potrebnih za medorganizacijsko sodelovanje v industrijski simbiozi. Metode poučevanja in učenja združujejo kratke teoretične prispevke z praktičnimi dejavnostmi, refleksijo in uporabo na delovnem mestu za podporo pridobivanju veščin in vedenjske kompetence.

1. Teoretični prispevki: kratke, osredotočene predstavitve (10–25 minut), ki predstavljajo ključne koncepte, kot so teorija vključevanja deležnikov, gradnja zaupanja, odpornost proti spremembam, prepričevalna komunikacija in načela pogajanj. Ti prispevki učencem nudijo bistvene okvire, potrebne za informirano sodelovanje v praktičnih dejavnostih.

2. Delavnice: udeleženci analizirajo scenarije z deležniki, izvajajo mapiranje deležnikov, pripravljajo sporočila za obveščanje in razpravljajo o morebitnih poteh sodelovanja. Delavnice poudarjajo aktivno sodelovanje, reševanje problemov in učenje z delom, kar učencem omogoča, da teoretične koncepte uporabijo v realističnih situacijah.

3. Igre vlog in simulacije: simulirani partnerski sestanki, pogajalske vaje in scenariji obvladovanja odpora učencem omogočajo vadbo komunikacijskih, prepričevalnih in facilitacijskih tehnik v varnem okolju. Igre vlog vključujejo strukturirane povratne informacije vrstnikov in trenerjev, kar krepi samospoznanje in vedenjsko kompetenco.

4. Skupinsko delo in učenje vrstnikov: ekipe sodelujejo pri vajah kartiranja, pripravi memorandumov, strategijah za obveščanje in analizi primerov. Učenje vrstnikov spodbuja raznolike poglede in odraža resnično dinamiko medorganizacijskega sodelovanja, hkrati pa razvija mehke veščine, kot so poslušanje, koordinacija in upravljanje konfliktov.

5. Učenje na podlagi scenarijev: realistične študije primerov (industrijski parki, lokalni grozdi, občinska partnerstva) usmerjajo učence k raziskovanju ovir, priložnosti in odnosnih dinamik v industrijski simbiozi. Učenje na podlagi scenarijev podpira sprejemanje odločitev, sistemsko razmišljanje in praktično reševanje problemov.

6. Usposabljanje za mikroveščine: s kratkimi praktičnimi vajami (npr. sestavljanje predmetov e-pošte, vaje uvodnih vrstic klicev, povzemanje partnerjevega stališča) učenci izpopolnjujejo specifične komunikacijske in facilitacijske veščine, potrebne za učinkovito obveščanje in angažiranost.

7. Refleksivna praksa: učenci pregledajo svojo uspešnost po igrah vlog, preučijo prednosti in slabosti ter prepoznajo področja za osebni napredek. Refleksija podpira neprekinjen razvoj kompetenc, avtonomijo in zrelost pri obvladovanju strokovnih interakcij.

8. Učenje na delovnem mestu: učenci uporabljajo koncepte modulov na delovnem mestu ali v simuliranem profesionalnem okolju tako, da predstavijo resničnega ali potencialnega partnerja, pripravijo načrt sodelovanja in pripravijo vsebino MoU. To povezuje teorijo z avtentično prakso in podpira relevantnost za delovna mesta.

9. Mentorstvo in povratne informacije: trenerji nudijo personalizirane povratne informacije o vzorcih komunikacije, strategijah sodelovanja in osnutkih memorandumov o soglasju. Mentorstvo izboljšuje prenos znanja in krepi samozavest učencev pri obvladovanju resničnih sodelovanj.

3.5 Metode ocenjevanja in dokazi

Strategija ocenjevanja za ta modul združuje formativne in sumativne komponente, da oceni sposobnost učencev za učinkovito sodelovanje v medorganizacijskih sodelovanjih, ki so pomembni za industrijsko simbiozo. Ocenjevanja merijo ne le teoretično razumevanje, temveč tudi komunikacijske veščine, vedenjske kompetence ter sposobnost uporabe orodij in metod v realističnih kontekstih.

- *Sodelovanje in angažiranost – 30 % (formativno + sumativno).* Udeležence ocenjujejo glede na njihov aktiven prispevek k delavnicam, igram vlog, razpravam, aktivnostim kartiranja deležnikov in vajam mikroveščin.

Ocenjene kompetence: komunikacija, sodelovanje, profesionalno vedenje, reflektivna praksa.

Dokazi: opazovalne zapiske trenerjev, povratne informacije vrstnikov, dnevnik sodelovanja.

- *Načrt sodelovanja partnerjev – 40 % (povzetek).* Vsak učenec razvije strukturiran načrt za vključevanje resničnega ali hipotetičnega zunanega partnerja, usklajenega s priložnostjo industrijske simbioze.
Načrt vključuje: i) profil deležnikov in kartiranje; ii) prepoznavanje interesov, skrbi in vplivov; iii) e-pošto/sporočilo za doseganje ljudi; iv) oris klica ali sestanka za odkrivanje informacij; v) časovni okvir za korake sodelovanja; vi) osnutek razdelka MoU (vloge, koristi, tveganja, naslednji koraki).

Ocenjene kompetence: analiza deležnikov, komunikacijska strategija, strukturirano načrtovanje, razumevanje komponent MoU.

Dokazi: pisno poročilo (1.000–1.500 besed), vzorci komunikacije, zemljevidi deležnikov, osnutek memorandumov o soglasju.

- *Simulacija igranja vlog + ustna refleksija – 30 % (povzetek).* Učenci posnamejo ali izvedejo simulirano interakcijo z oklevajočim partnerjem (začetni sestanek, pogajanja, reševanje ugovorov ali scenarij prepričevalne komunikacije).
Sledi kratek ustni pogovor, kjer učenec pojasni: razloge za izbrane komunikacijske strategije; kako se je pristopilo k gradnji zaupanja; kako je bil odpor obravnavan; kaj bi izboljšali

Ocenjene kompetence: pogajanje, prepričevanje, aktivno poslušanje, vedenjska prilagoditev, strokovno zastopanje.

Dokazi: video ali simulacija v živo (5–10 minut); ustni povzetek (5 minut); ocenjevalna rubrika, ki jo izpolni trener.

3.6 Bibliografija in orodja

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 Predloga jedrnatega učnega načrta – VET (EQF5)

Naslov modula: UI in strojno učenje za napovedovanje materialnih tokov ter optimizacijo dobavne verige/procesov

EQF nivo: 5

ECVET krediti: 3 ECVET

Skupna obremenitev (ure): 75

- Kontaktne ure (prispevki, seminarji, delavnice itd.). 45-50 ur
- Vodeno samostojno učenje: 10-15 ur
- Projektno delo: 10-15 ur

Izvajalska ustanova: PRIOS KOMPETANSE AS (PRIOS), Norveška.

4.1 Pregled modula

Ta modul uvaja temeljne koncepte in praktične uporabe umetne inteligence (UI) ter strojnega učenja (ML) znotraj industrijske simbioze (IS). Učencem omogoča jasno, operativno razumevanje napovednega modeliranja, prepoznavanja vzorcev, združevanja in podpore odločanju na podlagi nadzorne plošče, s poudarkom na vrstah industrijskih podatkov, ki so običajno na voljo v MSP. Modul učencem omogoča interpretacijo napovedi, prepoznavanje trendov in anomalij ter prevajanje analitičnih vpogledov v praktična priporočila, ki podpirajo učinkovitost virov, uravnoteženje ponudbe in povpraševanja ter optimizacijo simbiotičnih izmenjav.

Udeleženci raziskujejo, kako lahko orodja, podprta z umetno inteligenco, izboljšajo procese odločanja v industrijskih grozdih, vključno s tem, kako obvladovati negotovost, se izogibati napačnim razlagam ter uporabljati etične in odgovorne podatkovne prakse pri delu z občutljivimi ali nepopolnimi podatkovnimi nizi. Modul prav tako krepi komunikacijske in poročevalske veščine z vajami, ki zahtevajo jasno razlago analitičnih rezultatov ne-strokovnim deležnikom.

Kot del poti SymbioTech VET ta modul gradi na temeljnih konceptih IS, predstavljenih prej v učnem načrtu, in pripravlja učence na module, osredotočene na digitalna orodja, implementacijo EMS ter optimizacijo energije/virov. Predhodne izkušnje z umetno inteligenco ali programiranjem niso potrebne; osnovno poznavanje podatkov o IS in industrijskih procesih je koristno.

4.2 Učni izidi (LO)

▪ *Znanje. Študenti bodo:*

1. Razumeti osnovna načela umetne inteligence in strojnega učenja, ki so relevantna za industrijsko simbiozo, vključno z nadzorovanim in nenadzorovanim učenjem (napovedovanje, združevanje) (LO1),
2. Poznajste glavne vrste podatkovnih podatkov, ki se uporabljajo za napovedno analizo, kot so tokovi materialov, poraba energije, variabilnost proizvodnje in tokovi odpadkov (LO2),
3. Bodite pozorni, kako nadzorne plošče delujejo kot orodja za podporo odločanju, vključno s komponentami, filtri, spremenljivkami in logiko časovnega okna (LO3),
4. Bodite pozorni na pogoste omejitve modela in vire pristranskosti (LO4),
5. Razumite etične in odgovorne podatkovne prakse pri uporabi orodij, ki jih podpira umetna inteligenca, vključno s preglednostjo, negotovostjo in omejitvami napovednih modelov (LO5).

▪ *Spretnosti. Učenci lahko:*

6. Preverjanje vhodnih podatkov, prepoznavanje anomalij in označevanje vprašljivih vzorcev pred analizo (LO6),
7. Interpretirati rezultate modelov napovedovanja in združevanja, uporabljenih na podatkovnih nizih IS, ter prepoznati trende, anomalije in vroče točke (LO7),
8. Konfigurirajte in uporabljajte predloge nadzorne plošče za pregled industrijskih podatkov, prilagajanje parametrov in raziskovanje različnih analitičnih pogledov (LO8),
9. Razviti jasne, na dokazih temelječe pisne in ustne razlage analitičnih rezultatov za vodje MSP in operativno osebje (LO9),
10. Pripravite izvedljiva priporočila, ki povezujejo napovedne vpogleds z izvedljivimi odločitvami o IS in optimizacijskimi ukrepi (LO10).

▪ *Kompetence (avtonomija in odgovornost). Učenci lahko:*

11. Uporaba nadzornih plošč, podprtih z umetno inteligenco, za informiranje in utemeljitev odločitev, povezanih z IS, neodvisno v operativnem kontekstu (LO11),
12. Oceniti izvedljivost in posledice priporočil, ki jih generira umetna inteligenca, ob upoštevanju omejitev, negotovosti in etičnih vidikov MSP (LO12),
13. Jasno in odgovorno komunicirati analitične vpogleds ne-strokovnjakom ter podpirati sodelovalno odločanje (LO13),

Premislite o omejitvah in tveganjih, povezanih s prediktivnimi orodji, ter ustrezno prilagodite priporočila (LO14).

4.3 Indikativni urnik učenja / urnik izvedbe

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
1	Kontekst UI in pripravljenost podatkov	Prispevek in delavnica	Pregled: AI/ML v industrijski simbiozi (IS); Nadzorovano proti nenadzorovanemu učenju. Podatki: Raziskovanje podatkovnih nizov IS (tokovi materialov, energetski dnevniki); Prepoznavanje težav s kakovostjo podatkov (šum, manjkajoče vrednosti) v kontekstih malih in srednjih podjetij.	LO1, LO2, LO6	Hyndman & Athanasopoulos (2021) Pogl. 1-2; Yeo et al. (2020) razdelek z orodji.	Interaktivno predavanje; Primeri primerov podatkovnih virov; Praktičen pregled podatkov.
2	Napovedno modeliranje: Napovedovanje in združevanje	Input & Lab	Napovedovanje: logika regresije in časovnih vrst; sezonskost in negotovost. Združevanje: Zaznavanje vročih točk, segmentov in anomalij v tokovih. Dejavnost: Interpretacija izhodov vnaprej pripravljenih modelov (pristop črne škatle) namesto kodiranja iz nič.	LO1, LO5, LO7, LO10	Hyndman & Athanasopoulos (2021) Pog. 3; Patel & Dave (2019) primeri gručenja; Chandola et al. (2009) Zaznavanje anomalij	Vizualna demonstracija; "Interpretacijski laboratorij" z uporabo preglednic/vizualnih orodij.
3	Konfiguracija nadzorne plošče in vizualna analiza	Delavnica	Struktura: spremenljivke nadzorne plošče, filtri, časovna okna. Konfiguracija: Nalaganje podatkov IS v predloge; prilagajanje parametrov. Interpretacija: Branje vizualizacij za diagnostiko trendov in operativnih napak.	LO3, LO6, LO8	<i>Few (2006) Pogl. 1-2; Nekaj (2012) izbranih odsekov.</i>	Vodena delavnica (konfiguracija predlog); Vprašanja in odgovori s kolegi.

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
4	Podpora pri odločanju, etika in komunikacija	Seminar in delavnica pisanja	Logika odločanja: Povezovanje napovedi z uravnoteženjem ponudbe in povpraševanja ter izvedljivostjo. Etika: upravljanje podatkov, odgovorno ravnanje in sporočanje negotovosti. Izhod: Priprava priporočil, ki temeljijo na dokazih, za ne-strokovnjake.	In4, in5, in9, od 12, in13, in14	<i>Mittelstadt (2019) Etika umetne inteligence;</i> <i>Knaflic (2015) pripovedni deli zgodb.</i>	Vodič po scenariju; Delavnica praktičnega pisanja; Refleksivna razprava.
5	Projekt integriranega scenarija in končna ocena	Projektno delo in ocenjevanje	Projekt: Uporaba vpogledov z nadzorne plošče v realističnem scenariju odločanja o MSP. Ocena: Končna predstavitev interpretacije nadzorne plošče, priporočil in ustne obrambe glede izvedljivosti in etike.	LO9, LO10, LO11, LO12, LO14	Povzetek projekta; Ocenjevalna rubrika.	nadzorovana projektna klinika; Formalna predstavitev/ustna razprava.

4.4 Metode poučevanja in učenja

▪ Učni pristop

Ta modul uporablja hibridni učni pristop, ki združuje sinhrono dejavnosti (predavanja, razprave, delavnice, laboratorije) z asinhronimi materiali, ki jih lahko učenci raziskujejo samostojno. Ta format podpira tako takojšnjo interakcijo med vodenimi sejami kot tudi globljo refleksijo skozi samostojno učenje. Asinhroni elementi – bralni materiali, podatkovni povzetki in strukturirani analitični vodniki – omogočajo učencem, da se po potrebi ponovno lotijo logike napovedovanja, načel združevanja in tehnik interpretacije podatkov za utrjevanje razumevanja.

▪ Ključne metode poučevanja

Učne metode vključujejo interaktivna predavanja za uvajanje temeljnih konceptov umetne inteligence/strojnega učenja, seminarje za razpravo o podatkovni etiki in negotovosti ter študije primerov, ki prikazujejo uporabo napovednih orodij v industrijski simbiozi. Delavnice in praktični laboratoriji nudijo strukturirane priložnosti za vajo interpretacije napovedi, prepoznavanje anomalij in konfiguracijo predlog nadzornih plošč. Skupinske naloge, ki temeljijo na scenarijih, spodbujajo sodelovalno razmišljanje, medtem ko projektno delo omogoča učencem uporabo analitičnih metod v realističnih kontekstih podatkov MSP in razvoj priporočil, ki temeljijo na dokazih.

▪ Pristopi, ki podpirajo aktivno učenje in praktično uporabo

Učne dejavnosti so zasnovane tako, da podpirajo aktivno vključevanje in postopni razvoj veščin. Delavnice in laboratoriji omogočajo učencem neposredno delo s predlogami in podatkovnimi nizi ter prevod abstraktnih konceptov v operativno kompetenco. Razprave, ki temeljijo na primerih, in naloge scenarijev spodbujajo kritično razmišljanje in podpirajo uporabo analitičnih rezultatov v resničnih situacijah odločanja. Končni projekt združuje znanje, veščine in kompetence tako, da od učencev zahteva, da neodvisno interpretirajo napovedne rezultate, upravičijo odločitve, obravnavajo negotovost in jasno komunicirajo vpogled, ki jasno odražajo raven avtonomije in odgovornosti, ki se pričakuje na ravni EQF 5.

98

4.5 Metode ocenjevanja in dokazi

▪ Pristop k ocenjevanju

Ocenjevanje v tem modulu združuje **formativne** in **sumativne** komponente za oceno razvoja znanja, praktičnih veščin in analitičnih kompetenc, usklajenih z učnimi rezultati. Formativne ocene so integrirane v celoten modul, da zagotavljajo neprekinjene povratne informacije, usmerjajo učence pri interpretaciji napovednih rezultatov in podpirajo postopni razvoj pismenosti na nadzornih ploščah, interpretacije podatkov in komunikacijskih veščin. Sumativna ocena obsega strukturiran končni projekt, ki od udeležencev zahteva, da interpretirajo podatkovne zbirke industrijske simbioze z uporabo predloge nadzorne plošče, pripravijo nabor priporočil, ki temeljijo na dokazih, ter pokažejo refleksivno razumevanje negotovosti in etičnih vidikov.

▪ Formativno ocenjevanje

Naloge formativnega ocenjevanja vključujejo kratke analitične vaje, opravljene med delavnicami in laboratoriji, kot so interpretacija trendov v prikazih nadzorne plošče, prepoznavanje anomalij, preverjanje težav s kakovostjo podatkov in priprava predhodnih vpogledov. Dodatni oblikovalni elementi vključujejo sodelovanje v razpravah o primerih, prispevke k skupinskemu delu s scenariji ter kratke pisne refleksije, povezane z negotovostjo in etičnimi vidiki napovednih orodij. Te dejavnosti niso ocenjene, vendar nudijo ključne povratne informacije, kar učencem omogoča, da pred končnim ocenjevanjem utrdijo razumevanje.

▪ Sumativna ocena

Sumativno ocenjevanje temelji na **individualnem projektu**, ki združuje vse komponente modula. Udeleženci morajo izpolniti predlogo nadzorne plošče z uporabo zagotovljenega podatkovnega nabora, interpretirati napovedne izhode (npr. trende, anomalije, vroče točke) in pripraviti kratko pisno priporočilo, naslovljeno na odločevalca iz MSP. Ocena se zaključi s **predstavitvijo in ustno razpravo**, med katero učenci upravičijo svoje analitično razmišljanje, pojasnijo izbire konfiguracij, sporočajo negotovost in odgovarjajo na vprašanja o izvedljivosti in etičnih implikacijah. Za **zagotavljanje preglednosti in doslednosti pri ocenjevanju analitične natančnosti, jasnosti komunikacije, utemeljitve odločitev, etične ozaveščenosti in splošne usposobljenosti se uporablja** strukturirana rubrika.

Utež komponent

Končni razred sestavljajo:

- *Formativna komponenta: 30 %*
 - Delavnice/laboratorijske vaje (interpretacijske naloge)
 - Kratke pisne refleksije o negotovosti/etiki
 - Prispevek k skupinskemu delu, ki temelji na scenarijih
- *Posumljiva komponenta: 70 %*
 - Interpretacija nadzorne plošče in pisni priporočilni povzetek (45%)
 - Predstavitev in ustna razprava (25%)

Formativni sestavni deli prispevajo k končni oceni, da prepoznajo pomen stalne vključenosti in razvoja veščin, medtem ko sumativni projekt zagotavlja, da lahko učenci samostojno uporabijo analitične metode, podprte z umetno inteligenco, v kontekstu industrijske simbioze. Merila za ocenjevanje vključujejo natančnost in ustreznost interpretacije, pravilno prepoznavanje anomalij in omejitev, jasnost in relevantnost priporočil, koherentnost komunikacije, etično ozaveščenost in refleksivno utemeljitev odločitev.

4.6 Bibliografija in orodja

4.6.1 Obvezno

Naslednji materiali podpirajo temeljne koncepte in uporabne dejavnosti v tem modulu. Izbrana poglavja ali odlomki so lahko dodeljeni glede na predhodno znanje učencev in osredotočenost posameznih enot.

- 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 Priporočeno

Za globlje učne izkušnje je mogoče uporabiti tudi naslednjo zbirko gradiv:

- 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., & Hermann, C. (2015). A big data analytics approach to develop industrial symbioses in large cities. Procedia CIRP, 29, 450–455.

5 Predloga jedrnatega učnega načrta – VET (EQF5)

Naslov modula: Blockchain tehnologije, za ustvarjanje preglednih in varnih sistemov za sledenje in certificiranje materialnih in energetskih tokov

EQF nivo: 5

ECVET krediti: 3 ECVET

Skupna obremenitev (ure): 75

- Kontaktne ure (prispevki, seminarji, delavnice itd.). 45-50 ur
- Vodeno samostojno učenje: 10-15 ur
- Projektno delo: 10-15 ur

Izvajalska ustanova: PRIOS KOMPETANSE AS (PRIOS), Norveška.

101

5.1 Pregled modula

Ta modul uvaja praktično uporabo blockchain tehnologij za podporo pregledni sledljivosti v krožnih in industrijskih simbioznih vrednostnih verigah. Udeležencem omogoča jasno, operativno razumevanje, kako sistemi z dovoljenji za veriženje blokov beležijo podatke na ravni serij, varujejo dokumentacijo in zagotavljajo preverljive dokaze za revizije, certificiranje in sodelovanje med več deležniki.

Modul se osredotoča na kompetence sledljivosti, ki jih omogoča blockchain, ki so potrebne v digitalni praksi IS: vnos in posodabljanje serijskih informacij, priloženje podpornih dokumentov, generiranje QR kod, preverjanje vnosov v knjigovodstvu in razlaganje rezultatov sledljivosti partnerjem ali revizorjem. Udeleženci raziskujejo, kako blockchain povečuje zaupanje v izmenjavo virov, podpira digitalne produktne potne liste (DPP) in zmanjšuje informacijske vrzeli v simbiotskih omrežjih. Modul obravnava tudi etična in upravljavka vprašanja, vključno z odgovornim ravnanjem z podatki ter omejitvami veriženja blokov, kadar so izvorni podatki nezanesljivi ali nepopolni.

Ta modul nadgrajuje prejšnje usposabljanje za poklicno izobraževanje v industrijski simbiozi in digitalnih orodjih ter pripravlja udeležence na nadaljnje module, ki vključujejo sisteme okoljskega upravljanja in operativno optimizacijo. Predhodno tehnično znanje ni potrebno; Osnovno poznavanje industrijskih procesov ali dokumentacijskih praks je koristno, a ni obvezno.

5.2 Učni izidi (LO)

Znanje. Študenti bodo:

1. Razumeti osnovna načela veriženja blokov, ki so pomembna za industrijsko simbiozo, vključno z distribuiranimi knjigami, dovoljenimi omrežji, bloki, transakcijami, zgoščenimi vrednostmi in vlogo nespremenljivosti v integriteti podatkov (LO1),
2. Spoznajte, kako blockchain podpira transparentno sledljivost v krožnih in simbiotskih vrednostnih verigah, vključno z beleženjem na ravni serij, digitalno certificiranjem in povezavo z Digital Product Passports (DPP) ter poročanjem o trajnosti (LO2).
3. Razumeti strukturo in namen dovoljenih blockchain sistemov (npr. Hyperledger), vključno z udeleženci, sredstvi, transakcijami in pravicami do dostopa (LO3),
4. Pri beleženju in deljenju podatkov o sledljivosti, vključno s tveganji, omejitvami in operativnim pomenom »integritete podatkov«, bodite pozorni na etične, upravljske in varstvene vidike podatkov. (*Kanon: etika, upravljanje podatkov, preprečevanje greenwashinga*) (LO4),
5. Spoznajte vrste dokumentov in podatkov, ki so običajno povezani z zapisi verige blokov (npr. serijski ID-ji, lokacija, časovni žigi, potrdila, dostavna potrdila) in njihovo vlogo pri podpori revizij in zaupanju deležnikov (LO5).

▪ **Spretnosti. Učenci lahko:**

6. Ustvarjanje in posodabljanje zapisov sledljivosti v okolju z dovoljenjem za verižen verižen mehanizem, pravilno vnos paketnih podatkov, metapodatkov in podpornih dokumentov (LO6),
7. Generiranje in uporaba QR kod, povezanih z blockchain vnosi, s čimer se zagotavlja pravilna funkcionalnost za pridobivanje informacij o sledljivosti (LO7),
8. Navigacija po vmesniku, ki temelji na Hyperledgerju, ali okolju z nizko kodo za uvajanje, testiranje in preverjanje preprostih poslovnih omrežij po določenih postopkih (LO8),
9. Preverite pravilnost blockchain vnosov, vključno s popolnostjo zapisov, potrditvijo zgoščenih vrednosti, priložnosti dokumentov in skladnostjo z operativnimi podatki (LO9),
10. Interpretirati izhode sledljivosti, ki temeljijo na blockchainu, prepoznati vrzeli ali neskladnosti ter oceniti, kaj zapis blockchaine potrjuje in česa ne potrjuje (LO10),
11. Pripravite jasne pisne ali ustne razlage delovnih tokov sledljivosti za deležnike MSP, ki prikazujejo, kako blockchain podpira preglednost, certificiranje in zaupanje (LO11),

▪ **Kompetence (avtonomija in odgovornost). Učenci lahko:**

12. Neodvisno upravljanje delovnega toka sledljivosti verige blokov v kontekstu MSP ali industrijske simbioze, ob upoštevanju uveljavljenih pravil upravljanja in upravljanja podatkov (LO12),

13. Prevezeti odgovornost za integriteto podatkov pri vnosu ali spreminjanju podatkov o sledljivosti, zagotavljati natančnost, popolnost in ustrezno dokumentacijo (LO13),
14. Uporaba etičnih in odgovornih praks pri ravnanju z občutljivimi ali zaupnimi podatki v evidencah sledljivosti, prepoznavanje meja in omejitev (LO14),
15. Transparentno komunicirati dokaze, ki temeljijo na blockchainu, partnerjem, revizorjem ali sodelavcem IS, s čimer podpirajo gradnjo zaupanja in preprečujejo napačne interpretacije ali greenwashing (LO15),
16. Ocenite, kdaj je blockchain primerno orodje za potrebe sledljivosti, na podlagi zahtev po preglednosti, kompleksnosti več deležnikov, potreb po reviziji in razpoložljivih alternativ (LO16).

5.3 Indikativni urnik učenja / urnik izvedbe

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
1	Osnove in kontekst sledljivosti	Prispevek in demonstracija	Koncept: Porazdeljene knjige, bloki, zgoščevalne vrednosti in koncept »nespremenljivosti«. Kontekst: Kako sledljivost podpira krožno gospodarstvo (digitalni produkti in potni listi) in zaupanje v simbiotske izmenjave. Demo: Navigacija po vmesniku z dovoljenjem (ogled udeležencev in sredstev).	LO1, LO2, LO3, LO8	Antonopoulos & Wood (2018) – Osnove; Evropska komisija (2022) – ESPR kontekst.	Interaktivno predavanje; analiza primerov (krožne dobavne verige); Strukturirano opazovanje vmesnika.
2	Pisanje v knjigo: Vnos podatkov in dokumentacija	Delavnica / laboratorij	Struktura podatkov: Razumevanje paketnih metapodatkov (ID-ji, časovni žigi) v primerjavi s priloženimi dokazi (PDF-ji, certifikati). Akcija: Praktična praksa vnosa novih zapisov sledljivosti v okolje peskovnika. Kakovost: Zagotavljanje popolnosti pred "zapečatenjem" zapisa.	LO5, LO6, LO12, LO13	GS1 (2022) – Okvir sledljivosti in metapodatki; Hyperledger Sandbox orodja.	Praktični laboratorij; Mikro-vaje (polnjenje polj); Praksa, ki jo podpirajo inštruktorji.
3	Branje knjige: Preverjanje in pridobivanje	Delavnica / laboratorij	Preverjanje: Uporaba kontrolnih vsot/zgoščenek za preverjanje integritete podatkov; Prepoznavanje vrzeli ali manipuliranih zapisov. Pridobivanje: Ustvarjanje QR kod, povezanih z vnosi v knjigo.	LO7, LO9, LO10	GS1 Digital Link (2020); Antonopoulos & Wood – Hashing/Integriteta.	Praktična delavnica (generiranje QR vsebin); Preverjanje vrstnikov (revizija vnosov drug drugega).

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
4	Upravljanje, etika in strateške odločitve	Seminar in skupinsko delo	Strategija: "Kdaj uporabiti Blockchain?" (Merila za odločanje: zaupanje, kompleksnost, potrebe po reviziji). Etika: Upravljanje občutljivih podatkov, zasebnost in izogibanje "greenwashingu" (pretiravanju na podlagi šibkih virov podatkov). Upravljanje: Kdo ima dovoljenje za pisanje/branje?	LO4, LO14, LO15, LO16	WEF (2018) Onkraj navdušenja; Francisco & Swanson (2018) – Tveganja transparentnosti.	Vaja preslikave odločitev (Blockchain proti podatkovnim bazam); Refleksivna razprava o greenwashingu.
5	Projekt in ocenjevanje integrirane sledljivosti	Projektno delo in ocenjevanje	Projekt: Ustvarjanje celotnega življenjskega cikla zapisa (vnos + priloga dokumenta + QR koda) za specifičen scenarij IS. Ocena: Predstavitev delovnega toka in ustna obramba glede integritete podatkov in omejitev sistema.	LO6, LO9, LO11, LO13, LO16	Povzetek projekta; Ocenjevalna rubrika.	nadzorovana projektna klinika; Končna predstavitev in ustni izpit.

5.4 Metode poučevanja in učenja

Ta modul uporablja kombinirano učenje, ki združuje sinhrono dejavnosti (predavanja, delavnice, laboratorije, seminarje, projektne klinike) z asinhronimi materiali, ki jih lahko učenci raziskujejo samostojno. Ta kombinacija podpira tako usmerjanje v realnem času med praktičnimi vajami kot tudi samostojno utrjevanje konceptov, delovnih tokov in interpretacijskih veščin.

Učne metode vključujejo interaktivna predavanja za uvajanje ključnih konceptov veriženja blokov in sledljivosti, seminarje za raziskovanje etičnih in upravljaljskih vprašanj ter seje na podlagi primerov za umeščanje sledljivosti v krožne in industrijske simbiozne vrednostne verige. Delavnice in praktični laboratoriji predstavljajo jedro modula, saj ponujajo strukturirane priložnosti za vadbo ustvarjanja vnosov v knjigi, prilaganje dokumentacije, generiranje QR kod in preverjanje integritete podatkov v okolju z dovoljenji za veriženje blokov. Vodena analiza in vaje na podlagi scenarijev pomagajo učencem interpretirati izhode blockchaina in razviti presojo o tem, kdaj je blockchain primeren za določene potrebe sledljivosti.

V celotnem modulu je poudarek na aktivnem učenju, natančnosti in odgovornosti. Praktične ure zahtevajo, da udeleženci delajo z resničnimi formati dokumentacije, sledijo pravilom upravljanja podatkov in preizkušajo lastne rezultate za doslednost. Skupinske razprave in ustna pojasnila krepijo komunikacijske veščine, medtem ko projektno delo podpira razvoj kompetenc pri odločanju, kakovosti dokumentacije in etični uporabi sledljivosti podatkov. Te metode skupaj zagotavljajo, da udeleženci razvijejo operativne sposobnosti, ki se pričakujejo od menedžerjev EQF5 SymbioTech, z zaupanjem pri odgovorni uporabi orodij sledljivosti v industrijskih kontekstih.

106

5.5 Metode ocenjevanja in dokazi

Ocenjevanje v tem modulu združuje formativne in sumativne komponente za oceno znanja, uporabnih veščin in kompetenc učencev na področju sledljivosti, ki jo omogoča blockchain. Formativne ocene so vgrajene v celoten modul, da zagotavljajo neprekinjene povratne informacije in podpirajo napredovanje od konceptualnega razumevanja do samostojnega delovanja sledljivostnih delovnih tokov.

Formativno ocenjevanje

- Kratke praktične vaje med delavnicami in laboratoriji (ustvarjanje vnosov, pripenjanje dokumentov, preverjanje podatkov, navigacija po vmesniku za dovoljenja blockchain, iskanje elementov zapisa).
- Sodelovanje na seminarjih in skupinskih razpravah o etiki, upravljanju in odločanju.
- Vodene analitične naloge so bile osredotočene na interpretacijo izhodov blockchaina in prepoznavanje nepopolnih ali nedoslednih zapisov.
- Kratke refleksivne opombe o omejitvah, integriteti podatkov ali etičnih vidikih.

Ti oblikovalni elementi pomagajo učencem utrditi postopkovno natančnost, okrepiti interpretacijske veščine in se pripraviti na končni projekt.

Sumativna ocena

Povzetna ocena je individualni projekt, ki ga sestavljajo štiri komponente:

1. Naloga sledljivosti zapisa (vnos v knjigo + dokumentacija + QR)

Udeleženci morajo ustvariti ali posodobiti popoln zapis o sledljivosti v okolju z dovoljenjem za verižen mehanizem, vključno z natančnimi metapodatki, ustreznimi podpornimi dokumenti in delujočo QR povezavo.

2. Preverjanje in preverjanje integritete

Udeleženci sami preverjajo svoj dosje, prepoznajo morebitne težave ter dokumentirajo popravke ali omejitve.

3. Kratek pisni povzetek (interpretacija dokazov)

Jedrnata razlaga, kaj zapis o blockchainu potrjuje, česa ne potrjuje in kako podpira preglednost za deležnike.

4. Predstavitev in ustna razprava

Kratka predstavitev končnega zapisa, ki ji sledi ustni izpit, ki zajema sprejete odločitve, omejitve, na katere se srečujemo, rezultate preverjanja in etične vidike (npr. občutljivost podatkov, tveganje pretiravanja).

Utež

- *Formativne komponente:* 30 % (delavnice, laboratoriji, refleksivne naloge, sodelovanje)
- *Sumativni projekt:* 70 %
 - Naloga v knjigi + integriteta dokumentacije: 40%
 - Pisni povzetek (interpretacija in omejitve): 10 %
 - Predstavitev in ustna razprava: 20 %

107

Merila ocenjevanja

- Natančnost in popolnost vnosa v knjigo ter metapodatkov.
- Pravilna uporaba podpornih dokumentov in QR povezave.
- Kakovost preverjanja in preverjanje integritete (prepoznavanje vrzeli ali omejitev).
- Jasnost in pravilnost pri interpretaciji, kar kaže zapis o blockchainu.
- Etična ozaveščenost in odgovorno ravnanje z občutljivimi ali nepopolnimi podatki.
- Komunikacijske veščine in sposobnost razlaganja odločitev ne-strokovnjakom.
- Splošna avtonomija, zanesljivost in spoštovanje pravil upravljanja.

Te metode ocenjevanja odražajo poudarek EQF5 na uporabni kompetenci, odgovornem odločanju in jasni komunikaciji – kar zagotavlja, da lahko udeleženci neodvisno upravljajo sledljivostne delovne tokove z verigo blokov v kontekstih industrijske simbioze.

5.6 Bibliografija in orodja

5.6.1 Bibliografija

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 Orodja in platforme

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

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

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

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

6 Predloga jedrnatega učnega načrta – VET (EQF5)

Naslov modula: Simbiotske tehnologije in modeli energetske učinkovitosti/upravljanja

EQF nivo: 5

ECVET krediti: 3 ECVET

Skupna obremenitev (ure): 50-75 ur

Izvajalska ustanova: SLOVENSKA INOVACNA A ENERGETICKA AGENTURA (SIEA), (SIEA), Slovaška

6.1 Pregled modula

Ta modul je posebej zasnovan za SymbioTech managerje, ki iščejo celovito in praktično strokovno znanje pri upravljanju simbiotskih energetskih sistemov v industrijskih in proizvodnih okoljih v skladu z Direktivo EU o energetske učinkovitosti (EED) 2023/1791 in Nacionalnimi energetskimi in podnebnimi načrti (NECP 2021-2030). Nudi poglobljen pregled osnovnih okvirov EMS, s posebnim poudarkom na ISO 50001, ki podpira mednarodno priznane standarde za energetske učinkovitost in skladnost v simbiotičnih industrijskih omrežjih.

Udeleženci bodo pridobili temeljito razumevanje temeljnih načel in zahtev teh energetskih okvirov, kar jim bo omogočilo strokovno načrtovanje, izvajanje in vzdrževanje učinkovitih praks upravljanja z energijo. Program temeljito raziskuje vsak komponent simbiotskih energetskih sistemov znotraj EMS, kot so oblikovanje energetske politike, prilagojene industrijski simbiozi, revizija skladnosti z energijo, upravljanje energetskih tveganj in mehanizmi za stalno izboljševanje. Posebna pozornost je namenjena zagotavljanju, da so ti sistemi ne le skladni, temveč tudi strateško usklajeni s principi krožnega gospodarstva in industrijske simbioze, kar spodbuja učinkovitost virov, zmanjševanje odpadkov in simbiotično sodelovanje med industrijami. Poleg tega se bodo vodje SymbioTech naučili razumeti in izvajati hierarhijo ravnanja z odpadki v praksi, s poudarkom na preprečevanju, ponovni uporabi in recikliranju industrijskih stranskih produktov, zlasti odpadkov, povezanih z energijo. Vodje bodo izvajali energijske bilance in kartirali vhode in izhode surovin z analizo pretoka materialov (MFA), da bi identificirali energijske odpadke, ki lahko služijo kot vir za druge procese v okviru industrijske simbioze. Glede krožnega oblikovanja izdelkov bodo vodje SymbioTecha razumeli, kako prenove procesov, ki temeljijo na energetskih orodjih, zmanjšujejo proizvodnjo nerekiclabilnih materialov na začetku proizvodnega cikla.

Vodje se bodo srečali z naprednimi praktičnimi orodji in metodologijami za ocenjevanje vpliva energije – kot so analiza pinch, termalno slikanje in preproste energetske meritve – ter se naučili

sistematično interpretirati te podatke za strateško odločanje za izboljšanje energetske učinkovitosti. Menedžerji SymbioTech bodo obvladali osnove Pinch analize za načrtovanje termalnih integracijskih omrežij med simbiotskimi podjetji – povezovanjem presežne odpadne toplote enega podjetja s procesnimi potrebami drugega preko skupnih izmenjevalnih kaskad – kar omogoča strateško vodstvo v industrijski simbiozi. Usposabljanje vključuje določanje energetskih ciljev, določanje kazalnikov uspešnosti in razvoj orodij za poročanje. Modul prav tako zajema tehnike izvajanja notranjih in zunanjih revizij upravljanja energije, s čimer se zagotavlja, da organizacije izpolnjujejo vse zahteve ISO 50001.

Delavnice kot interaktivne seje bodo poglobile konceptualno razumevanje, medtem ko simulacije ponujajo praktične scenarije za uporabo večšin energetske revizije in implementacije – kot je uporaba termalnih podatkov za odločitve v ekipi. To nudi podporo vodjem SymbioTech pri krmarjenju po zapletenostih integracije simbiotskih energetskih sistemov v obstoječe organizacijske procese in spodbuja otipljive izboljšave okoljske učinkovitosti.

V celotnem modulu je poudarek na spodbujanju vodstvenih sposobnosti pri simbiotičnem upravljanju energije, kar omogoča vodjem SymbioTech, da spodbujajo neprekinjeno energetsko odgovornost v svojih organizacijah. Ob koncu tečaja bodo udeleženci opremljeni za vodenje projektov energetske učinkovitosti, ki ne le izpolnjujejo mednarodne standarde, vključno z ISO 50001, temveč tudi pomembno prispevajo k trajnostnim industrijskim praksam ter sodelovalnemu upravljanju energije in EMS v industrijskih omrežjih.

6.2 Učni izidi (LO)

110

Predvideni učni izidi so razdeljeni v tri področja EQF:

▪ **Znanje.** *Študenti bodo :*

1. razumeti temeljna načela energetske učinkovitosti in energetskih odpadkov, vključno s koncepti, kot so pridobivanje odpadne toplote, optimizacija sistema, hierarhija ravnanja z odpadki, analiza materialnega pretoka (MFA) za kartiranje virov znotraj podjetja in krožno oblikovanje izdelkov za omogočanje izmenjave izdelkov med industrijskimi partnerji (LO1),
2. seznanite se z osnovami analize pincha (vroči/hladni tokovi, tlačna točka) kot metodo za izboljšanje integracije toplotne energije – njeno uporabo znotraj za učinkovitost procesov in zunanje med podjetji, tako da se odvečna odvečna toplota enega podjetja poveže z vhodnim materialom za potrebe ogrevanja drugega podjetja (LO2),
3. prepoznati ključne sestavine standardov ISO 50001, ki usmerjajo sisteme upravljanja z energijo v industrijskih okoljih (LO3).

▪ **Spretnosti.** *Učenci lahko:*

4. izvajanje preprostih energetsko povezanih meritev (temperature, odčitkov moči) na industrijskih strojih z uporabo osnovnih orodij (LO4),
5. Uporabite naprave, kot so termalne kamere, za prepoznavanje območij izgube toplote in zbiranje podpornih podatkov. Uporaba termalne kamere omogoča praktično izkušnjo, ki je

potrebna za vodje SymbioTech, da prepoznajo priložnosti za izmenjavo med industrijami (LO5).

6. uporabo kontrolnih seznamov in uvodnih orodij za analizo pripenjanja za oceno vzorcev porabe energije, iskanje neučinkovitosti in predlaganje ustreznih tehničnih prilagoditev (npr. izolacija, sistemi za pridobivanje sredstev, izboljšave procesov) (LO6),
7. jasno dokumentirati ugotovitve in strukturirati priporočila v načrtu korektivnih ukrepov (LO7).

▪ **Kompetence (avtonomija in odgovornost).** Učenci lahko:

8. varno in pozorno delujejo v industrijskih okoljih, upoštevajo uveljavljene operativne protokole, zlasti pri ravnanju z vročimi površinami, delu z električnimi sistemi ali upravljanju premikajoče se opreme (LO8),
9. prevzeti pobudo pri prepoznavanju točk izgube energije in pripravi priporočil, hkrati pa prepoznati pomen sodelovanja z inženirskimi ekipami za utemeljitev izvajanja (LO9),
10. voditi jasne in sistematične evidence o energetskih opazovanjih, zagotavljati sledljivost in zanesljivost za namene nadaljnjih pregledov ali revizij (LO10).

6.3 Indikativni urnik učenja / urnik izvedbe

Teden	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Priporočene metode
1	Uspostabljanje za bootcamp na kraju samem (osebno)	Predavanje / delavnica / e-učenje	Temelji energetske učinkovitosti, resnični primeri prihrankov energije.	LO1, LO2	Branca et al. (2022), Kemp et al. (2020), Direktiva o energetske učinkovitosti 2023/1791	Uporaba termalnih kamer in senzorjev; udeleženci vadijo prepoznavanje toplotnih izgub iz izbrane opreme; Vaje za analizo škripanja.
2	Mentorirano e-učenje in taks na delovnem mestu	Seminar / e-učenje	Upravljanje z energijo, energetska bilanca, hierarhija ravnanja z odpadki, MFA, krožno oblikovanje izdelkov, tehnike zmanjševanja odpadkov, izračun porabe energije (študije primerov)	In1, in3, in4, in5, in6, in7	Evropski zeleni dogovor, Fit for 55, Direktiva o energetske učinkovitosti 2023/1791, ISO 50001 (Sistemi upravljanja z energijo)	Simulirane študije primerov, samostojni kvizi, izvajanje mini energetskega pregleda.
3, 4	Klinika za končno ocenjevanje	Predavanje / delavnica / e-učenje	Zemljevid izgube energije ob izgubah energije, Korektivni načrt za ukrepe izboljšav.	LO1, LO8, LO9, LO10	Cervo et al. (2020), Fraccascia et al. (2020)	Samoučenje, vprašanja in odgovori, analiza obrambe.

6.4 Ključna orodja in viri

- **Termalna kamera in senzorji** – Uporabljajo se med usposabljanjem na lokaciji in drugimi projektnimi deli za zaznavanje in dokumentiranje izgub toplote v opremi ali procesih.
- **Kontrolni sezname energetske učinkovitosti** – Na podlagi standarda **ISO 50001** ta orodja pomagajo udeležencem sistematično pregledovati procese in prepoznati pogoste vzroke energetske neučinkovitosti (npr. stroji v prostem teku, pomanjkanje izolacije).

6.5 Metode poučevanja in učenja

- *Učni pristop*

Za ta modul bo sprejet hibridni učni pristop. Z drugimi besedami, uporabljeno bo tako sinhrono kot asinhrono učenje. Natančneje, s sinhronim učenjem se bodo trenerji in vodje zbirali virtualno ob istem času in na istem mestu (v digitalni učilnici) ter sodelovali v realnem času. Po drugi strani pa lahko vodje na podlagi asinhronega učenja dostopajo do gradiv, ki bodo na voljo na digitalni platformi (naloženi s strani trenerjev). Ta gradiva (npr. vnaprej posneta predavanja, predstavitev, word/pdf datoteke, slike, videoposnetki itd.) opisujejo teoretična vprašanja in praktične študije primerov. Tako lahko upravljavci z vsakim materialom komunicirajo v svojem tempu in skozi daljša obdobja.

- *Ključne metode poučevanja*

V modulu bo uporabljenih več ključnih učnih metod, kot so interaktivna predavanja z vodenimi razpravami, študije primerov, seminarji, strokovni spletni seminarji, delavnice, praktične laboratorijske vaje. Vprašanja, povezana z industrijsko simbiozo (IS), krožnim gospodarstvom (CE) in trajnostjo, se bodo odražala v zgoraj omenjenih učnih metodah. Ključni viri za module vključujejo termalno kamero in senzorje, ki jih bomo uporabljali med usposabljanjem na lokaciji v prvem tednu za zaznavanje in dokumentiranje toplotnih izgub v opremi ali procesih ter kontrolni seznam energetske učinkovitosti.

- *Pristopi in metode, ki podpirajo aktivno učenje in praktično uporabo znanja.*

Pristop sinhronega učenja je zelo primeren za takojšnjo vključenost trenerjev in vodij z hitrejšo izmenjavo informacij, kar pomaga graditi občutek skupnosti in razjasniti zmote. Poleg tega je asinhrono učenje bolj prilagodljivo. Omogoča več časa vodjem za raziskovanje in angažiranje z vsebino.

Poleg tega bodo ključne učne metode (kot so predavanja) zagotovile teoretično znanje o IS za celovito razumevanje načel, elementov in praks IS. To znanje skupaj s številnimi praktičnimi primeri, ki jih zagotavljajo praktične učne metode (kot so študije primerov IS), postavlja temelje za SymbioTech Managerja.

Strokovni spletni seminarji in seminarji bodo dodatno prispevali k izboljšanju teoretičnega in praktičnega znanja o IS. Timsko delo, ki se spodbuja z učnimi metodami, kot so delavnice, skupinsko delo in projekti, omogoča vodji SymbioTecha uspešno sodelovanje z deležniki in razvoj učinkovitih IS mrež.

6.6 Metode ocenjevanja in dokazi

Ocenjevanje in vrednotenje modula SymbioTech Managers sta zasnovana tako, da merita tako teoretično razumevanje kot praktično uporabo konceptov energetske simbioze v industrijskih omrežjih. Vodje bodo ocenjeni s kombinacijo posameznih nalog, kot so tehnična poročila, ki analizirajo izboljšave energetske učinkovitosti z uporabo podatkov iz resničnega sveta, ter skupinskih projektov, ki zahtevajo razvoj in predstavitev prilagojenih rešitev za upravljanje energije. Sodelovanje v razpravah o študijah primerov, delavnicah in sejah za reševanje problemov bo prispevalo k neprekinjenemu ocenjevanju preko strukturiranega opazovanja ekipe, ocenjevanja kritičnega mišljenja in mehkih veščin, kot so vodenje, sodelovanje, komunikacija in prilagodljivost v skupinskih okoljih. Poleg tega bodo reflektivni eseji o gostujočih predavanjih in terenskih obiskih ali virtualnih ogledih spodbudili študente k povezovanju industrijskih vpogledov z akademskim znanjem. Ta kombiniran evalvacijski pristop zagotavlja, da udeleženci pridobijo merljive kompetence za upravljanje inovativnih, trajnostnih energetskih sistemov v resničnih industrijskih kontekstih.

Udeleženci imajo priložnost obiskovati gostujoča predavanja in industrijska predavanja (seje, ki jih vodijo strokovnjaki iz energetskega sektorja, ki izpostavljajo najsodobnejše tehnološke politike in tržne trende) ter terenske obiske ali virtualne ogleda. Terenski obiski so v okviru tečaja povsem prostovoljni in vključujejo obisk industrijskih lokacij, kjer prakticirajo energetske simbioze, da iz prve roke opazujemo aplikacije tehnologije in upravljalvske prakse.

Sestavni deli ocenjevanja:

Rezultati energetskega pregleda:

- Zemljevid energije in odpadkov (npr. diagram, tabela ali anotirana termična slika), ki prikazuje območja izgube energije.
- Načrt korektivnih ukrepov, ki opisuje predlagane izboljšave z utemeljitvijo (npr. toplotna izolacija, toplotni izmenjevalnik, zaustavitve procesov).

Ustna obramba (vprašanja in odgovori):

- Udeleženci pojasnijo svoje energetske ugotovitve, opišejo uporabljena orodja in odgovarjajo na vprašanja o strategijah energetske učinkovitosti in metodah revizije.

Predložitev dokazov:

- Izpolnite mini paket revizije, ki vključuje opazovalne dnevnike, diagrame in akcijske liste.
- Ocenjevanje po 20-točkovni lestvici, s povratnimi informacijami o tehnični natančnosti, varnostni ozaveščenosti in kakovosti priporočil.

6.7 Bibliografija in orodja

6.7.1 Obvezno

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.

115

6.7.2 Priporočeno

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 Predloga jedrnatega učnega načrta – VET (EQF5)

Naslov modula: Sistemi okoljskega upravljanja (EMS)

EQF nivo: 5

ECVET krediti: 2-3 ECVET

Skupna obremenitev (ure): 50-75 ur

- Kontaktne ure (predavanja, laboratoriji, seminarji, delavnice itd.): 30-45 ur
- Vodeno samostojno učenje: 10-15 ur
- Projektno delo: 10-15 ur

Izvajalska ustanova: VSB - TEHNIČNA UNIVERZA V OSTRAVI (VSB - TUO), Češka.

116

7.1 Pregled modula

Ta modul študente seznani s strukturo, implementacijo in evalvacijo sistemov okoljskega upravljanja (EMS), s posebnim poudarkom na okvirih ISO 14001 in EMAS. Skozi praktične dejavnosti, analizo primerov in simulirane revizije se bodo študenti naučili, kako izvajati okoljske preglede, postavljati cilje in kazalnike, izvajati operativne kontrole ter zagotavljati skladnost s predpisi.

Na podlagi znanja, pridobljenega v moduli 1-6 poti SymbioTech, si ta modul prizadeva razviti uporabne EMS zmogljivosti za industrijsko simbiozo. Pripravlja študente, da usmerjajo MSP ali grozde k izboljšanju okoljske učinkovitosti, usklajevanju predpisov in dolgoročnim strategijam trajnosti.

Modul je zasnovan za študente poklicnega poklica, poslovne menedžerje, svetovalce in facilitatorje, ki se ukvarjajo z inovacijami z učinkovitimi viri. Splošno razumevanje trajnosti je koristno, vendar ni nujno.

7.2 Učni izidi (LO)

Predvideni učni izidi so razdeljeni v tri področja EQF:

▪ **Znanje.** *Študenti bodo:*

1. Razumite strateško vlogo EMS: Pojasnite, kako upravljanje okolja usklajuje gospodarske, družbene in okoljske potrebe znotraj organizacije (LO1),
2. Razlikovati EMS okvire: Razlikovati med ključnimi standardi, zlasti ISO 14001 in EMAS, ter njihovimi koraki izvajanja (LO2),
3. Povežite EMS s širšimi cilji: Prepoznajte povezave med EMS, industrijsko simbiozo, krožnim gospodarstvom in politikami podnebne nevtralnosti EU (LO3).

▪ **Spretnosti.** *Učenci lahko:*

4. Izvedite okoljske preglede: Izvedite začetno okoljsko analizo za identifikacijo pomembnih vidikov in vplivov organizacije (LO4),
5. Razviti komponente EMS: pripraviti okoljske politike, določiti merljive cilje in opredeliti ključne kazalnike uspešnosti (KPI) (LO5),
6. Pripravite okoljska poročila: Pripravite pregledne okoljske izjave v skladu s standardi poročanja (npr. osnove CSRD) (LO6).

▪ **Kompetence (avtonomija in odgovornost).** *Študenti lahko:*

7. Usklajevanje izvajanja EMS: Vodenje načrtovanja in izvajanja EMS projektov znotraj MSP ali industrijskih grozdov (LO7),
8. Upravljanje skladnosti in revizij: Zagotavljanje skladnosti z okoljskimi predpisi in priprava organizacije na notranje ali zunanje revizije (LO8),
9. Spodbujanje sodelovanja deležnikov: Učinkovito komunicirajte okoljske zmogljivosti regulatorjem, partnerjem in javnosti (LO9).

7.3 Indikativni urnik učenja / urnik izvedbe

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvide ni LO	Obvezno branje / gradiva	Komentirane metode
1	Uvod v sisteme okoljskega upravljanja (EMS) in za okoljsko certificiranje	Predavanje + seminar / e-učenje	EMS kot orodje za uravnoteženje okoljskih in ekonomskih potreb. Prednosti certificiranja (tržnega, regulativnega, operativnega).	LO1, LO3	Tinsley (2015), Watson M., Emery A. (2004), Dentch M.P. (2016), McKeiver C., Gadenne D. (2005), Hui et al. (2001); Ferenhof et al. (2014), Daddi T., Iraldo F., Testa F. (2015), Sheldon in Yoxon (2012).	Interaktivno predavanje z vodeno razpravo. Shema seminarja, ki uporablja raziskovalno osnovano učenje (RBL)
2	EMAS: Shema revizije ekološkega upravljanja - Faza načrtovanja	Predavanje + seminar / E-učenje	Uvod v strukturo EMAS in "Koraki do EMAS". Zavezanost vodstva in izvajanje začetnega okoljskega pregleda.	LO2, LO4	Uporabniški priročnik EMAS (2023) EMAS uredba (2009) Sheldon C., Yoxon M. (2012)	Interaktivno predavanje. Uvod v načrtovanje, ki temelji na seminarjih.
3	EMAS: Opredelitev okoljske politike in programa (1) - Vzpostavitev in implementacija EMAS	Delavnica / e-učenje	Postavljanje okoljskih ciljev, ciljev in ukrepov. Viri, odgovornosti, pregled pravne skladnosti in priprava na revizijo.	LO4, LO5, LO7, LO8	Uporabniški priročnik EMAS (2023) EMAS uredba (2009)	Skupinski projekt, 1. del: Postavljanje ciljev in meritev. Pregled skladnosti.

A/A	Naslov enote / oddelka	Vrsta seje	Tema / dejavnost	Predvideni LO	Obvezno branje / gradiva	Komentirane metode
4	Okoljska izjava z EMAS	Delavnica / e-učenje	Zahteve za okoljsko izjavo in ključne KPI-je. Skladnost s predpisi o poročanju o trajnosti (ESRS, CSRD).	LO3, LO6, LO9	Uporabniški priročnik EMAS (2023) EMAS uredba (2009) Campos et al. (2015) ESRS: E1 (podnebne spremembe), E2 (onesnaževanje), E3 (voda in morski viri), E4 (biotska raznovrstnost in ekosistemi), E5 (raba virov in krožno gospodarstvo)	Skupinski projekt, 2. del: Priprava in izpopolnjevanje poročila.
5	Skladnost EMAS z ISO 14001:2015 Ocena projekta	Seminar / e-učenje Ocena	Primerjava EMAS in ISO 14001; prepoznavanje sinergij. Predstavitev portfelja EMS.	LO1 – LO9	ISO 14001:2015, ISO 14001 Ključne prednosti, EMAS uredba (2009), Dentch M.P. (2016) Salim H.K et al. (2018), Campos et al. (2015), Oliveira et al. (2016), Camilleri M.A. (2022)	Možganska nevihta: kartiranje skladnosti. Predstavitev skupinskih projektov (politika, pregled, poročilo).

7.4 Metode poučevanja in učenja

▪ *Učni pristop*

Za ta modul je mogoče uporabiti hibridni učni pristop. Z drugimi besedami, lahko uporabimo tako sinhrono kot asinhrono učenje. Natančneje, s sinhronim učenjem se bodo trenerji in učenci zbirali virtualno ob istem času in na istem mestu (v digitalni učilnici) ter komunicirali v realnem času. Po drugi strani pa lahko učenci na podlagi asinhronega učenja dostopajo do gradiv, ki bodo na voljo na digitalni platformi (naloženi s strani trenerjev). Ta gradiva (npr. vnaprej posneta predavanja, predstavitev, word/pdf datoteke, slike, videoposnetki itd.) opisujejo teoretična vprašanja in praktične študije primerov. Tako lahko učenci z vsakim gradivom komunicirajo v svojem tempu skozi daljša obdobja.

▪ *Ključne metode poučevanja*

V modulu bo uporabljenih več ključnih učnih metod. Za teoretične in konceptualne vpogleda ta tečaj ponuja interaktivna predavanja z vodenimi razpravami in seminarji, ki uporabljajo elemente možganske nevihte ali raziskovalnega učenja. Za praktične vidike (kot so vidiki izvajanja EMAS) ta modul ponuja delavnice, ki udeležencem omogočajo sodelovanje pri razvoju projektov.

▪ *Pristopi in metode, ki podpirajo aktivno učenje in praktično uporabo znanja.*

Sinhroni pristop učenja je zelo primeren za takojšnjo vključenost trenerjev in učencev ter hitrejšo izmenjavo informacij, s čimer pomaga graditi občutek skupnosti in razjasniti zmote. Poleg tega je asinhrono učenje bolj prilagodljivo. Študentom omogoča več časa za raziskovanje in vključevanje v snov ter dostop do širšega kroga učencev.

Poleg tega bodo ključne učne metode (kot so predavanja) zagotovile teoretično znanje o IS za celovito razumevanje načel, elementov in praks IS. To znanje skupaj s številnimi praktičnimi primeri, ki jih ponujajo praktične učne metode (kot so študije primerov IS, praktične laboratorijske vaje), postavlja temelje, da lahko študent HEI in poslovni vodja postane vodja IS. Strokovni spletni seminarji in seminarji bodo še dodatno prispevali k izboljšanju teoretičnega in praktičnega znanja o IS. Timsko delo, ki se spodbuja z učnimi metodami, kot so delavnice, skupinsko delo in projekti, omogoča vodji IS uspešno sodelovanje z deležniki in razvoj učinkovitih IS mrež.

7.5 Metode ocenjevanja in dokazi

Modul uporablja mešano strategijo ocenjevanja, ki združuje aktivno sodelovanje in angažiranost študentov, rezultate skupinskih projektov in pisni izpit. Te metode bodo uporabljene za oceno splošnega znanja udeležencev o sistemih upravljanja okolja ter veščin in kompetenc za praktično izvajanje EMS, na podlagi primera EMAS.

Sestavni deli ocenjevanja:

- *Sodelovanje in angažiranost (Teža 20 %):* Aktiven prispevek k razpravam, seminarjem in delavnicam.

- *EMS praktični portfelj (skupinski projekt) (teža 80 %):* Študenti bodo delali v skupinah pri razvoju celovite simulacije EMS za izbrano entiteto. Ocena je razdeljena na štiri kumulativne izhode, da se zagotovi neprekinjen trud:
 - *Okoljska politika in cilji (20 %):* Priprava strateške usmeritve in merljivih ciljev.
 - *Skladnost in pregled (20 %):* Izvajanje začetnega pregleda in preverjanja pravne skladnosti.
 - *Končna okoljska izjava/poročilo (30 %):* Sinteza podatkov v končno javno poročilo (vključno s KPI).
 - *Povzetek in refleksija (10 %):* Pregled uspešnosti in refleksivna razprava

7.6 Bibliografija in orodja

7.6.1 Obvezno

Dentch, M. P. (2016). Priročnik za implementacijo ISO 14001:2015: Uporaba procesnega pristopa za gradnjo sistema okoljskega upravljanja. Milwaukee: ASQ Quality Press.

Daddi, T., Iraldo, F., & Testa, F. (2015). Okoljsko certificiranje za organizacije in izdelke: Pristopi k upravljanju in operativna orodja. New York: Routledge.

Evropska komisija. (2023). EMAS uporabniški priročnik. Odločitev Komisije (EU) 2023/2463. [Na spletu]. Na voljo na: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2023/2463/oj/eng>

Evropski parlament in Svet. (2009). Uredba (ES) št. 1221/2009 (EMAS uredba). [Na spletu]. Na voljo na: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2009/1221/oj/eng>

Evropska komisija. (2023). Evropski standardi za poročanje o trajnosti (ESRS). Delegirana uredba (EU) 2023/2772.

ISO. (2015). ISO 14001:2015 Sistemi okoljskega upravljanja – Zahteve z navodili za uporabo.

Sheldon, C., & Yoxon, M. (2012). Sistemi okoljskega upravljanja: Vodnik korak za korakom za implementacijo in vzdrževanje (3. izdaja). New York: Earthscan / Routledge.

Tinsley, S. (2014). Upravljanje okolja v nizkoogljični ekonomiji. New York: Routledge.

7.6.2 Priporočeno

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

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

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

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

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

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

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

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

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