

Leverance D3.1

Uddannelsesmoduler for studerende ved VU og EUV

**7 pensa for uddannelsesmoduler på
videregående uddannelser**

1

**7 pensa for
erhvervsuddannelsesmoduler**

Detaljer om leverancer

Leverance nr.	D3.1
Type leverance	R-DEC
Formidlingsniveau	PU - Offentlig
Arbejdspakke nr.	3
Arbejdspakke titel	Udvikling af SymbioTech Manager-ressourcer
Opgave nr.	T3.1 & T3.2
Opgavens titel	Udvikling af de 7 uddannelsesmoduler på VU-niveau EQF6. Udvikling af de 7 uddannelsesmoduler på erhvervsuddannelsesniveau EQF5
Forfatter	UPAT, alle partnere
Status (F: endelig; D: udkast; RD: revideret udkast) F	F
Filnavn	D3.1. Uddannelsesmoduler for studerende ved videregående uddannelsesinstitutioner og erhvervsuddannelsesinstitutioner
Forfaldsdato	M15 (januar 2026)
Leveringsdato	31/01/2026

2

Finansieret af Den Europæiske Union. Synspunkter og holdninger, der kommer til udtryk, er udelukkende forfatterens/forfatternes og er ikke nødvendigvis udtryk for Den Europæiske Unions eller Det Europæiske Forvaltningsorgan for Uddannelse og Kulturs (EACEA) officielle holdning. Hverken den Europæiske Union eller EACEA kan holdes ansvarlig herfor.

Indholdsfortegnelse

Indhold	Side
Introduktion	4
DEL A: 7 pensa for uddannelsesmoduler på videregående uddannelser	5
1. Kortfattet pensumskabelon – VU (EQF6). Modulets titel: Rammerne for industriel symbiose (IS)	6
2. Kortfattet pensumskabelon – VU (EQF6). Modulets titel: Principper for livscyklusvurdering til vurdering af de miljømæssige fordele og ulemper ved at dele ressourcer	16
3. Kortfattet pensumskabelon – VU (EQF6). Modulets titel: Interorganisationelle relationer	24
4. Kortfattet pensumskabelon – VU (EQF6). Modulets titel: AI og maskinlæring til at forudsige materialestrømme og optimere forsyningskæden/processen	36
5. Kortfattet pensumskabelon – VU (EQF6). Modulets titel: Blockchain-teknologier til at skabe transparente og sikre sporings- og certificeringssystemer for materiale- og energistrømme	47
6. Kortfattet pensumskabelon – VU (EQF6). Modulets titel: Symbiotiske energieffektivitets-/energistyrs teknologier og modeller	54
7. Kortfattet pensumskabelon – VU (EQF6). Modulets titel: Miljøledelsessystemer (EMS)	65
DEL B: 7 pensa til erhvervsuddannelsesmoduler	72
1. Kortfattet pensumskabelon – erhvervsuddannelse (EQF5). Modulets titel: Rammerne for industriel symbiose (IS)	73
2. Kortfattet pensumskabelon – erhvervsuddannelse (EQF5). Modulets titel: Principper for livscyklusvurdering til vurdering af de miljømæssige fordele og ulemper ved at dele ressourcer	81
3. Kortfattet pensumskabelon – erhvervsuddannelse (EQF5). Modulets titel: Interorganisationelle relationer	89
4. Kortfattet pensumskabelon – erhvervsuddannelse (EQF5). Modulets titel: AI og maskinlæring til at forudsige materialestrømme og optimere forsyningskæden/processen	98
5. Kortfattet pensumskabelon – erhvervsuddannelse (EQF5). Modulets titel: Blockchain-teknologier til at skabe transparente og sikre sporings- og certificeringssystemer for materiale- og energistrømme	105
6. Kortfattet pensumskabelon – erhvervsuddannelse (EQF5). Modulets titel: Symbiotiske energieffektivitets-/energistyrs teknologier og modeller	114
7. Kortfattet pensumskabelon – erhvervsuddannelse (EQF5). Modulets titel: Miljøledelsessystemer (EMS)	121

Indledning

Dette resultat er en del af den overordnede uddannelsesstrategi for SymbioTech-projektet og udgør det næste skridt efter identificeringen af uddannelsesbehov og fastlæggelsen af rammerne for gennemførelsen af uddannelsen. Det bygger direkte på resultaterne og anbefalingerne i **SME SymbioTech Training Needs Mapping Report and Learning Pathway's Structure (D2.2)** og **SymbioTech Training Implementation Requirement Plan (D2.3)**, som definerede kompetencerammen, læringsmålene og implementeringsbetingelserne, der er nødvendige for at forberede SymbioTech-ledere inden for digital industriel symbiose (DIS).

På denne baggrund fokuserer den foreliggende leverance på den strukturerede udvikling af indholdet i SymbioTech-uddannelsesmodulerne. Dens primære mål er at omsætte de strategiske retningslinjer, læringsmål og kompetencekrav, der er identificeret i de tidligere leverancer, til konkrete, sammenhængende og pædagogisk velfunderede læringsmoduler. Udviklingen af modulerne følger en lærerorienteret og praksisdrevet pædagogisk tilgang, der lægger vægt på aktivt engagement fra de lærende, integration af teori med praktisk anvendelse og udvikling af overførbare, jobrelevante færdigheder.

Modulerne er designet til at understøtte fleksible og modulopbyggede læringsforløb for både videregående uddannelsesinstitutioner (VU) og erhvervsuddannelser (EUV). Hvert modul kombinerer teoretiske grundlag med anvendte læringsaktiviteter, herunder casestudier, digitale værktøjer, simuleringer og interaktive øvelser, hvilket fremmer kritisk tænkning, problemløsningskompetencer og tværsektorielt samarbejde. Disse elementer imødekommer direkte de kompetencegab og uddannelsesprioriteter, der er identificeret gennem SymbioTech-uddannelsesbehovsanalysen.

I overensstemmelse med principperne i D2.3 er moduludviklingsprocessen tilpasset kvalitetssikringsmekanismer, mikrokvalifikationsmetoder og principper for livslang læring. Uddannelsesindholdet er designet til at være egnet til digitale, blandede og hybride leveringsformater, hvilket muliggør tilgængelighed, skalerbarhed og tilpasningsevne på tværs af forskellige nationale og institutionelle kontekster. Der lægges særlig vægt på at sikre sammenhæng mellem læringsmål, læringsresultater, læringsaktiviteter og vurderingsmetoder på tværs af alle moduler.

Samlet set fungerer dette resultat som et brobygningsinstrument mellem den strategiske udformning af SymbioTech-uddannelsesprogrammet og dets praktiske gennemførelse. Det giver en sammenhængende og handlingsorienteret ramme for moduludvikling, der sikrer, at uddannelsesindholdet effektivt understøtter forberedelsen af nuværende og fremtidige SymbioTech-ledere, der er i stand til at designe, facilitere og styre digitale industrielle symbioseinitiativer inden for komplekse industrielle og cirkulære økosystemer.

Del A

7 pensa for VU-uddannelsesmoduler

1. Kortfattet pensumskabelon – VU (EQF6)

Modulets titel: Rammerne for industriel symbiose (IS)

EQF-niveau: 6

ECTS-point: 4 ECTS

Samlet arbejdsbyrde (timer): 100 timer

- Kontakttimer (forelæsninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 40 timer
- Vejledt selvstudium: 30 timer
- Projektarbejde: 30 timer

Udbydende institution: UNIVERSITY OF PATRAS (UPAT),
Grækenland

1.1 Moduloversigt

Dette modul introducerer de grundlæggende begreber og principper inden for industriel symbiose (IS), som er en central del af den europæiske grønne pagt og EU's handlingsplan for cirkulær økonomi. Det giver de studerende en struktureret forståelse af IS' grundlag, herunder definitioner, omfang, historisk udvikling og forbindelser til cirkulær økonomi og økoindustrielle parker. Modulet undersøger også EU's politiske rammer, der påvirker indførelsen af IS, moderne forretningsmodeller og typologier, digitale matchingsværktøjer og algoritmer, kortlægning af materiale- og energistrømme, strategier for inddragelse af interessenter samt design og evaluering af symbiotiske netværk. Deltagerne undersøger desuden IS-præstationsindikatorer, fordele, barrierer, risici og faktorer, der påvirker en vellykket implementering.

Modulet er designet til studerende på videregående uddannelser, undervisere, virksomhedsledere, konsulenter, facilitatorer, forskningsorganisationer, erhvervsstøtteinstitutioner og politiske organer, der beskæftiger sig med bæredygtighed og ressourceeffektiv innovation.

Det fungerer som en grundlæggende komponent i SymbioTech-uddannelsesforløbet og forbereder deltagerne til avancerede moduler om digital industriel symbiose og miljøledelsessystemer.

En generel forståelse af bæredygtighed eller industrielle processer er nyttig, men ikke påkrævet. Grundlæggende analytiske færdigheder og interesse for samarbejdsbaseret

problemløsning understøtter effektivt engagement i modulets teoretiske og praktiske komponenter.

1.2 Læringsmål

De tilsigtede læringsmål er opdelt i de tre EQF-domæner:

▪ **Viden.** *Studerende vil:*

1. få en omfattende forståelse af IS-principperne/elementerne, barrierer, fordele, IS' rolle inden for rammerne af cirkulær økonomi og de politiske kontekster, såsom EU's Fit for 55 og taksonomibestemmelser (LO1)
2. være fortrolige med den historiske udvikling og evolution fra traditionelle IS-praksisser til digitale IS-tilgange (LO2),
3. være opmærksom på de aktuelle forretningsmodeller, gennem hvilke IS kan implementeres (LO3).

▪ **Færdigheder.** *Studerende kan:*

4. kritisk analysere industrielle klynger for at identificere symbiotiske muligheder ved hjælp af værktøjer som QGIS og Sankey-diagrammer (LO4)
5. anvende forretningsmodeltypologier og interessentanalyse til at designe levedygtige IS-partnerskaber (LO5)
6. indsamle data, kortlægge materiale- og energistrømme og anvende disse data til beslutningstagning (LO6)
7. præsentere og kommunikere IS-muligheder effektivt i skriftlig og mundtlig form (LO7).

▪ **Kompetencer (autonomi og ansvar).** *Studerende er i stand til at:*

8. designe og evaluere IS-projekter under hensyntagen til tekniske, økonomiske og miljømæssige aspekter (LO8)
9. arbejde sammen i tværfaglige teams, inddrage interessenter og styre projektarbejdsgange (LO9)
10. integrere EU-politikker og internationale standarder i projektforslag baseret på en etisk og bæredygtighedsorienteret tankegang (LO10)
11. kontinuerligt forbedre IS-viden og praktiske færdigheder gennem selvstyret læring og reflektiv praksis (LO11).

1.3 Vejledende læringsplan / leveringsplan

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
1	Introduktion til IS, historisk udvikling og global anvendelighed.	Forelæsning / workshop / e-læring	IS-definitioner, omfang, elementer, motiver og sammenhænge med cirkulær økonomi og øko-industrielle parker. Fra IS-casen i Kalundborg i 1960'erne til digital IS i 2020'erne.	LO1, LO2	Vimal et al. (2020), Neves et al. (2020), Ashton et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023), Khan et al. (2023) .	Interaktiv forelæsning med guidet diskussion om IS, CE og bæredygtighedsspørgsmål . Casestudier af succes- og fiaskohistorier inden for IS.
2	EU's politiske kontekst.	Seminar / e-læring	IS, der passer til EU-pakke 55 og tilpasning til EU-taksonomien. EU's lovgivningsmæssige rammer i relation til IS.	LO1, LO10	Den europæiske grønne pagt, Fit for 55-pakken, EU-taksonomien for bæredygtige aktiviteter.	Seminarbaseret introduktion til EU-regler. Ekspertwebinarer.
3	Forretningsmodeller for IS.	Forelæsning/workshop/e-læring	IS-forretningsmodeller og typologier.	LO3, LO5, LO8	Ponis (2021), Demartini et al. (2022), Erol et al. (2023), Iyer et al. (2024).	Casestudier af tilgængelige forretningsmodeller.
4	Algoritmer og digitale værktøjer til IS.	Seminar / e-læring	Symbiotiske matchingsalgoritmer og digitale værktøjer.	LO2, LO4	Angelis-Dimakis et al. (2021), Silva et al. (2022), Iyer et al. (2024), QGIS, SankeyMATIC	Seminarbaseret introduktion til algoritmer og digitale værktøjer. Ekspertwebinarer. Praktiske øvelser med brug af softwareværktøjer.

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
5	Udveksling af ressourcer samt materiale- og energistrømme.	Forelæsning/workshop/e-læring	Kortlægning af materiale- og energistrømme i klynger.	LO6	Neves et al. (2020), Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023) .	Casestudier om udveksling af ressourcer.
6	IS-interessenter og netværk.	Forelæsning/workshop/e-læring	Analyse af interessenter og strategier for inddragelse. Design af symbiotiske netværk og værdikæder.	LO4, LO5, LO9	Neves et al. (2020), Aviso et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023), Khan et al. (2023).	Gruppearbejde/brainstorming vedrørende interessenter udvælgelseskriterier og engagement. Casestudier af involverede interessenter i IS-netværk. Casestudier af eksisterende IS-netværk.
7	Evaluerings af IS-præstationer og IS-fordele.	Forelæsning/workshop/e-læring	Fastlæggelse og rapportering af IS-KPI'er. Operationelle, økonomiske, markedsføringsmæssige, miljømæssige og sociale fordele ved IS.	LO1, LO8	Agudo et al. (2022), Agudo et al. (2023), Agudo et al. (2024), Vimal et al. (2020), Khan et al. (2023) .	Gruppearbejde/brainstorming for at kommentere IS-KPI'er. Gruppearbejde/brainstorming for at kommentere og sammenligne operationelle, økonomiske, markedsføringsmæssige, miljømæssige og sociale aspekter/fordele.

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
8	IS-barrierer og risikostyring samt faktorer, der påvirker IS.	Forelæsning/workshop/e-læring	Barrierer og risici, der påvirker implementering af IS, og strategier til afbødning heraf. Faktorer, der påvirker implementering og effektivitet af IS.	LO1, LO2, LO3, LO8	Ponis (2021), Taqi et al. (2022), Henriques et al. (2022), Angelis-Dimakis et al., (2023), Karman et al. (2024) .	Gruppearbejde/brainstorming for at kommentere IS-barrierer og -risici. Problemløsningsworkshop. Gruppearbejde/brainstorming for at kommentere faktorer, der påvirker IS.
9	Praktisk IS-projekt.	Projekt og vurdering	Vurdering af IS-muligheder for en lokal klynge.	LO4, LO7, LO8, LO9, LO10, LO11	Alle ovennævnte tekster/materialer.	Præsentation af gruppeprojekt.
10	Eksamener i IS.	Evaluering	Afsluttende eksamener og vurderinger.	LO1, LO2, LO3, LO7	Alle ovennævnte læsestoffer/materialer.	Skriftlige og mundtlige eksamener (åbne spørgsmål, multiple choice-spørgsmål, quizzes osv.).

1.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Der vil blive anvendt en hybrid læringsmetode i dette modul. Med andre ord vil der blive anvendt både synkron og asynkron læring. Konkret vil undervisere og studerende gennem synkron læring mødes virtuelt på samme tid og sted (i et digitalt klasseværelse) og interagere i realtid. På den anden side kan de studerende, baseret på asynkron læring, få adgang til materialer, der vil være tilgængelige på en digital platform (uploadet af undervisere). Disse materialer (f.eks. forudindspillede forelæsninger, præsentationer, word-/pdf-filer, figurer, videoer osv.) vil beskrive teoretiske emner og praktiske casestudier. De studerende kan således interagere med hvert materiale i deres eget tempo over længere perioder.

▪ *Vigtigste undervisningsmetoder*

Der vil blive anvendt flere vigtige undervisningsmetoder i løbet af modulet, såsom interaktive forelæsninger med guidet diskussion, casestudier, seminarer, ekspertwebinarer, workshops, praktiske øvelser, gruppearbejde og projekter, skriftlige og mundtlige eksamener. Emner relateret til industriel symbiose (IS), cirkulær økonomi (CE) og bæredygtighed vil blive afspejlet i ovennævnte undervisningsmetoder.

▪ *Tilgange og metoder, der understøtter aktiv læring og praktisk anvendelse af viden*

Synkron læring er velegnet til at skabe øjeblikkeligt engagement hos undervisere og studerende og hurtigere udveksling af information, hvilket bidrager til at opbygge et fællesskab og afklare misforståelser. Desuden er asynkron læring mere fleksibel. Den giver de studerende mere tid til at udforske og engagere sig i materialet og giver adgang til en bredere vifte af studerende.

Desuden vil de vigtigste undervisningsmetoder (f.eks. forelæsninger) give den teoretiske viden om IS, der er nødvendig for en omfattende forståelse af IS-principperne, -elementerne og -praksis. Denne viden sammen med de mange praktiske eksempler, der gives gennem de praktisk orienterede undervisningsmetoder (f.eks. IS-casestudier, praktiske øvelser), danner grundlaget for, at en studerende ved en højere uddannelsesinstitution og en virksomhedsleder kan blive IS-leder. Ekspertwebinarer og seminarer vil yderligere bidrage til at forbedre den teoretiske og praktiske viden om IS. Teamwork, som fremmes gennem undervisningsmetoder såsom workshops, gruppearbejde og projekter, gør IS-lederen i stand til at samarbejde med interessenter og udvikle effektive IS-netværk.

11

1.5 Bedømmelsesmetoder og dokumentation

Modulet anvender en blandet vurderingsstrategi, der kombinerer de studerendes aktive deltagelse og engagement, gruppeopgavepræsentationer og skriftlige og mundtlige eksamener (åbne spørgsmål, multiple choice-spørgsmål, quizzer osv.) for at evaluere både de studerendes teoretiske viden om IS-konceptet og deres praktiske evne til at udvikle bæredygtige og konkurrencedygtige IS-rammer bestående af relevante interessenter, der udveksler flere ressourcer. Der indgår ikke kun summative (endelige bedømte afleveringer) vurderinger til støtte for læringsforløbet, men også formative (løbende deltagelse og feedback under alle de vigtigste undervisningsmetoder).

Evalueringskomponenter og dokumentation for opnåelse af læringsmål:

- *Deltagelse og engagement (vægt 10 %).* Aktiv deltagelse i alle anvendte undervisningsmetoder, såsom forelæsninger, casestudier, seminarer, webinarer, workshops, praktiske øvelser, gruppearbejde og projektudvikling.
- *Gruppeprojektpræsentation (vægt 30 %).* En analytisk rapport på 3.000 ord, der evaluerer en reel eller simuleret lokal IS-mulighed, herunder klyngeanalyse, flowkortlægning og anbefalinger til forretningsmodeller.
- *Afsluttende skriftlige og mundtlige eksamener (åbne spørgsmål, multiple choice-spørgsmål, quizzer osv.) (vægtning 60 %).* Eksamener, der tester teoretisk viden, forståelse af politikker og kompetence i praktiske værktøjer.

1.6 Bibliografi og værktøjer

1.6.1 Obligatorisk

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>

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

1.6.2 Anbefalet

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

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

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

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

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

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

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

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

Hariyani, D., & Mishra, S. (2024). A descriptive statistical analysis of enablers for integrated sustainable-green-lean-six sigma-agile manufacturing system (ISGLSAMS) in Indian manufacturing industries. *Benchmarking: An International Journal*, 31(3), 824–865. <https://doi.org/10.1108/BIJ-06-2022-0344>

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

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

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

2. Kortfattet pensumskabelon – VU (EQF6)

Modulets titel: Livscyklusvurdering Principper for vurdering af de miljømæssige fordele og ulemper ved deling af ressourcer

EQF-niveau: 6

ECTS-point: 4 ECTS

Samlet arbejdsbyrde (timer): 100 timer

- Kontakttimer (forelæsninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 30 timer
- Vejledt selvstudium: 30 timer
- Projektarbejde: 40 timer

Undervisningsinstitution: DERMOL SVETOVANJE D.O.O. (Dermol d.o.o.), Slovenien.

16

2.1 Moduloversigt

Dette modul introducerer de studerende til principperne og den integrerede anvendelse af livscyklusvurdering (LCA), livscyklusomkostninger (LCC) og social livscyklusvurdering (S-LCA) ved hjælp af FootprintCalc-software som det centrale værktøj til bæredygtighedsanalyse. Formålet er at give de studerende evnen til at modellere, fortolke og kommunikere de miljømæssige, økonomiske og sociale virkninger af produkter og systemer gennem hele deres livscyklus i overensstemmelse med ISO 14040/14044-standarderne.

De vigtigste emner omfatter livscyklus-tænkning, koncepterne cirkulær økonomi (CE) og industriel symbiose (IS), dataindsamling og opbygning af inventar, integration af LCC- og S-LCA-indikatorer samt fortolkning af resultater gennem multikriteriebeslutningsanalyse og bæredygtighedsdashboards.

Modulet er rettet mod studerende på videregående uddannelser (EQF 6), der forbereder sig på en karriere inden for bæredygtighedsledelse, cirkulært forretningsdesign og koordinering af industriel symbiose, herunder fremtidige SymbioTech-ledere. Det hænger sammen med relaterede moduler om digital industriel symbiose, cirkulære forretningsmodeller og bæredygtig innovation og giver et metodologisk grundlag for anvendt bæredygtighedsanalyse.

Anbefalet forudgående viden omfatter en grundlæggende fortrolighed med bæredygtighedsprincipper, miljøledelse eller digitale værktøjer, men der er ingen specifikke forudsætningsmoduler.

2.2 Læringsmål

De tilsigtede læringsmål er opdelt i de tre EQF-domæner:

▪ **Viden.** *Studerende vil:*

1. beskrive bæredygtigheds, cirkulær økonomi (CE) og industriel symbiose (IS) rolle i relation til livscyklus og systemtænkning (LO1)
2. identificere og forklare de vigtigste principper, rammer og sammenhænge i livscyklusvurdering (LCA), livscyklusomkostninger (LCC) og social livscyklusvurdering (S-LCA) inden for vurdering af livscyklusbæredygtighed (LCSA) (LO2)
3. forstå de fire hovedfaser i en LCA (definition af mål og omfang, inventaranalyse, konsekvensanalyse og fortolkning) samt principperne, kravene og retningslinjerne i ISO 14040/14044 (LO3)
4. anerkende, hvordan LCA understøtter ressourceeffektivitet, cirkulært design og bæredygtighedsorienteret beslutningstagning i CE/IS-sammenhænge (LO4)
5. kende strukturen og formålet med webbaserede bæredygtighedsværktøjer (f.eks. FootprintCalc) og databaser (f.eks. Idemat 2025) (LO5).

▪ **Færdigheder.** *Studerende kan:*

6. anvende ISO-baseret ræsonnement til at evaluere kvaliteten, gennemsigtigheden og pålideligheden af LCA-, LCC- og S-LCA-undersøgelser (LO6)
7. bruge webbaseret software (f.eks. FootprintCalc) til at opbygge datasæt for materialelister (BoM) og livscyklusinventar (LCI) ved at integrere miljømæssige, økonomiske og sociale data (LO7)
8. anvende konsekvensanalysemetoder (f.eks. EF 3.1, ReCiPe) til at analysere og fortolke bæredygtighedsresultater og afvejninger (LO8)
9. udvikle, visualisere og kommunikere bæredygtighedsdashboards og multikriterieanalyser (MCDA) til støtte for informeret beslutningstagning (LO9).

▪ **Kompetencer (autonomi og ansvar).** *Studerende er i stand til at:*

10. gennemføre forenklede LCA-, LCC- og S-LCA-undersøgelser uafhængigt ved hjælp af FootprintCalc (LO10)
11. kritisk evaluere datakvalitet, metodologiske antagelser og begrænsninger i bæredygtighedsvurderinger (LO11),
12. samarbejde effektivt i tværfaglige CE/IS-projekter og kommunikere bæredygtighedsanbefalinger klart til forskellige interessenter (LO12).

2.3 Vejledende læringsplan/leveringsplan

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
1	Introduktion til bæredygtighed, CE og IS	Forelæsning / e-læring	Oversigt over bæredygtighedskoncepter, cirkulær økonomi (CE), industriel symbiose (IS) og livscyklus-tankegangens rolle.	LO1	Kirchherr et al. (2017)	Interaktiv forelæsning med guidet diskussion, konceptkortlægning og en kort refleksionsøvelse.
2	Introduktion til LCA, LCC og S-LCA Konceptuelle rammer	Seminar / e-læring	Grundlæggende principper for livscyklusvurdering (LCA), livscyklusomkostninger (LCC) og social LCA (S-LCA)	LO2, LO4	Visentin et al (2021), Valdivia et al. (2021)	Seminarbaseret introduktion til hver ramme. Gruppebrainstorming og guidet diskussion for at sammenligne miljømæssige, økonomiske og sociale aspekter. Caseanalyse af et simpelt produktsystem, hvor de tre perspektiver anvendes. Spørgsmål og svar med underviser.
3	ISO 14040 og ISO 14044 rammer for livscyklusvurdering	Seminar / e-læring	ISO-principper, faser, terminologi og tilpasning til praksis inden for livscyklusvurdering.	LO3, LO6	ISO (2006)	Vejledning i ISO 14040/14044-strukturen og terminologien. Gruppekortlægning af LCA-faserne med praktiske eksempler. Diskussion af en offentliggjort LCA-

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsligtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
						casestudie, der er tilpasset ISO-standarderne. Instruktørfaciliteret refleksion over udfordringer og god praksis i ISO-konform LCA-implementering.
4	Opbygning og styring af lagerdata	Forelæsning / workshop / e-læring	Oprette styklister og LCI-datasæt; importere data til FootprintCalc; identificere vigtige strømme og påvirkningskategorier.	LO5, LO7	FootprintCalc (2024), Sustainable Impact Metrics Foundation (SIMF), 2023	Overvåget laboratoriearbejde med vejledning i realtid; pararbejde med oprettelse af styklister; praktiske øvelser; og fejlfindingssessioner ved hjælp af eksempeldatasæt.
5	Miljømæssig, økonomisk og social vurdering	Projekt / e-læring	Udfør LCA-beregninger ved hjælp af EF 3.1 eller ReCiPe; integrer LCC- og S-LCA-indikatorer; visualiser kompromiser ved hjælp af MCDA-dashboards.	LO8, LO9	Valdivia et al. (2021), UNEP (2020)	Teambaseret projektsimulering; gruppeanalyse af LCA-resultater; udvikling af sammenlignende dashboards; peer review af resultater.
6	Bæredygtighedsfortolkning og beslutningsstøtte	Projekt / workshop / e-læring	Fortolke integrerede resultater, identificere bæredygtighedshotspots, evaluere kompromiser og omsætte resultater til handlingsrettede anbefalinger til CE/IS-beslutninger.	LO10, LO11, LO12	Klopffer & Grahl (2014), Daddi et al. (2017)	Problemløsningsworkshop, præsentationsøvelser, scenariebaserede diskussioner og udarbejdelse af bæredygtighedsnotater og visuelle præsentationer.

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
7	Digitale værktøjer til CE/IS-beslutningstagning	Forelæsning / Seminar / e-læring	Udforsk digitale CE/IS-platforme (f.eks. FootprintCalc MCDA, Simapro-demosæt, IS-kortlægningsværktøjer).	LO5, LO7, LO9	Værktøjsdokumentation (FootprintCalc, Simapro demo), SIMF-datasæt	Demonstration med guidet udforskning af værktøjer; korte opgaver, der modellerer ressourceudvekslinger; feedback fra instruktøren
8	Casestudier inden for industriel symbiose og cirkulær økonomi	Seminar / e-læring	Undersøg virkelige CE/IS-cases; vurder systemiske virkninger ved hjælp af livscyklus-tankegang; diskuter skalerbarhed og barrierer.	LO1, LO4, LO11, LO12	Chertow (2007), Ažman Momirski et al. (2021)	Gruppenanalyse af cases; rollespil med interessenter; struktureret debat; udvikling af sammenligningsmatrix.
9	Politik, standarder og virksomhedsstrategier, der understøtter LCA i CE/IS	Forelæsning/e-læring	EU's Green Deal, taksonomi, standarder, EPD'er og hvordan politiske rammer påvirker LCA-baserede beslutninger.	LO2, LO3, LO6, LO11	Europa-Kommissionen (2020), ISO (2017) retningslinjer for EPD'er	Interaktiv forelæsning; kortlægning af politikker; analyse af reelle EPD'er; diskussion af implikationer for SMV'er og IS-netværk.
10	Afsluttende projektintegration og præsentation	Projekt / workshop / vurdering	Studerende forbereder og præsenterer et CE/IS-projekt, der integrerer LCA–LCC–S-LCA-resultater og anbefalinger.	LO6, LO8, LO10, LO11, LO12	Alle ovennævnte læsestoffer/materialer	Coaching-session; peer-konsultation; strukturerede afsluttende præsentationer; reflekterende evaluering af projektsresultater

2.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Modulet anvender en hybrid læringsmodel, der kombinerer synkrone og asynkrone komponenter. Synkrone sessioner samler undervisere og studerende i realtid i et virtuelt klasseværelse, hvilket muliggør direkte interaktion, øjeblikkelig feedback og en følelse af fællesskab. Asynkron læring giver de studerende mulighed for at få adgang til materialer – såsom forudindspillede forelæsninger, præsentationer, dokumenter, figurer og videoer – via en digital platform i deres eget tempo. Disse ressourcer dækker både teoretiske grundlag og praktiske casestudier, hvilket giver de studerende fleksibilitet og samtidig understøtter en dybere engagement i indholdet. Den pædagogiske strategi lægger vægt på aktiv og praksisorienteret læring. De studerende anvender teoretiske koncepter på reelle bæredygtighedsudfordringer, samtidig med at de udvikler digitale kompetencer gennem struktureret brug af LCA-vurderingsværktøjer (f.eks. FootprintCalc) og datavisualiseringssoftware.

▪ *Vigtigste undervisningsmetoder*

Undervisningsmetoderne omfatter interaktive forelæsninger, seminarer, praktiske workshops, overvågede computerlaboratorier og gruppeprojekter. FootprintCalc fungerer som det primære analyseværktøj gennem hele modulet. De studerende arbejder også med casestudier, deltager i peer-diskussioner og gennemfører scenariebaserede øvelser, der simulerer beslutningstagning i forbindelse med cirkulær økonomi (CE) og industriel symbiose (IS).

▪ *Tilgange og metoder, der understøtter aktiv læring og praktisk anvendelse af viden.*

Det synkrone format understøtter øjeblikkeligt engagement, realtidsafklaring af komplekse emner og samarbejdsbaseret interaktion mellem studerende og undervisere. I modsætning hertil tilbyder det asynkrone format fleksibilitet og selvstændig læring, hvilket giver de studerende mulighed for at udforske materialet mere indgående og udvider adgangen for forskellige studerende. Kombinationen af teoretisk undervisning og praktiske aktiviteter – såsom overvågede computerlaboratorier og gruppeprojekter – giver et solidt grundlag for udvikling af LCA-relaterede kompetencer. Disse metoder udstyrer både studerende på videregående uddannelser og virksomhedsledere med de færdigheder, der er nødvendige for at fungere som effektive LCA-praktikere. Samarbejde og teamwork, der er integreret i hele modulet, forbereder de studerende yderligere til at arbejde succesfuldt sammen med interessenter i virkelige bæredygtigheds- og cirkulære økonomimiljøer.

21

2.5 Bedømmelsesmetoder og dokumentation

Modulet anvender en blandet vurderingsstrategi, der kombinerer projektbaserede, praktiske og reflekterende komponenter for at evaluere de studerendes evne til at anvende FootprintCalc i integreret bæredygtighedsanalyse. Både formative (løbende feedback under workshops og laboratorier) og summative (endelige bedømte afleveringer) vurderinger er inkluderet for at understøtte læringsforløbet.

Evalueringskomponenter og dokumentation for opnåelse af læringsmål:



- *Gruppeprojekt (vægt 40 %).* En samarbejdsbaseret casestudie om livscyklusberedtyghedsvurdering (LCSA) ved hjælp af FootprintCalc, der integrerer LCA-, LCC- og S-LCA-perspektiver. Bevis inkluderer en omfatter en materialeliste (BoM), en lagerbeholdningsmodel, en fortolkning af virkningen og en rapport eller præsentation om multikriteriebeslutningsanalyse (MCDA).
- *Praktisk laboratorieopgave (vægtning 30 %).* Individuel indsendelse af en FootprintCalc-model fil ledsaget af en kort metodologisk refleksion over datahåndtering og vurderingsvalg.
- *Individuel rapport (vægt 20 %).* En skriftlig refleksion (ca. 1000 ord), der demonstrerer forståelse af LCSA-fortolkning og dens relevans for beslutningstagning i forbindelse med cirkulær økonomi eller industriel symbiose.
- *Deltagelse (vægt 10 %).* Aktiv deltagelse i workshops, peer-diskussioner og feedback-sessioner, der demonstrerer kontinuerlig læring og bidrag til gruppearbejde.

2.6 Bibliografi og værktøjer

2.6.1 Obligatorisk

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 Anbefalet

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 Software og digitale værktøjer

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

Excel / Power BI (til MCDA-visualisering)

Valgfrit: OpenLCA til komparativ modellering, <https://www.openlca.org/>

3. Kortfattet pensumskabelon – VU (EQF6)

Modulets titel: Interorganisationelle relationer

EQF-niveau: 6

ECTS-point: 4 ECTS

Samlet arbejdsbyrde (timer): 100 timer

- Kontakttimer (forelæsninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 30 timer
- Vejledt selvstudium: 40 timer
- Projektarbejde: 30 timer

Udbydende institution: AKADEMIA GORNICZO-HUTNICZA IM. STANISLAWA STASZICA W KRAKOWIE (AGH University), Polen.

3.1 Moduloversigt

24

Interorganisatorisk samarbejde er en grundlæggende kompetence i moderne bæredygtighedsovergange og cirkulære økonomitransformationer. Industriel symbiose (IS) afhænger af struktureret samarbejde mellem forskellige organisationer – producenter, forsyningsselskaber, kommuner, logistikudbydere, teknologivirksomheder, tilsynsmyndigheder, NGO'er og formidlere – som skal koordinere ressourceudvekslinger, afstemme incitament, etablere fælles visioner og opretholde samarbejdet over lange perioder.

Dette modul giver en dybdegående og omfattende undersøgelse af, hvordan et sådant samarbejde opstår, hvordan det udvikler sig, og hvordan det kan styrkes. Studerende introduceres til de *centrale teoretiske rammer*, der forklarer organisatorisk adfærd i systemer med flere aktører: ressourceafhængighedsteori (RDT), transaktionsomkostningsøkonomi (TCE), netværksteori, institutionel teori, relationelle styringskoncepter og adfærdsteorier om tillid.

Samtidig fokuserer modulet i høj grad på *de praksisbaserede færdigheder*, der er nødvendige i IS-koordinering:

- kortlægning af interessenter, aktøranalyse og identifikation af netværksgrænser,
- diagnose af samarbejdsrisici og -barrierer,
- design og kommunikation af styringsstrukturer,
- forhandling og konsensusopbygning i komplekse situationer,

- håndtering af konflikter, mistillid og modstridende interesser,
- opdage og håndtere modstand mod forandringer,
- mægling i uenigheder og fremme af produktiv dialog,
- at fremme tillid, gennemsigtighed og langsigtet engagement.

Modulet lægger vægt på *erfaringsbaseret, interaktiv og anvendt læring*. De studerende deltager i omfattende simulationer, scenariebaserede workshops, rollespil om konfliktløsning og samarbejdsbaserede laboratorieaktiviteter, hvor de bruger virkelige kortlægnings- og analyseværktøjer som QGIS eller PowerMap.

De lærer at navigere i virkelige IS-koordinationsudfordringer, såsom:

- modvilje mod at dele data eller omkostninger,
- asymmetri i magt, ressourcer og forhandlingskapacitet,
- modstridende tidshorisonter og strategiske prioriteter
- konkurrerende fortolkninger af risiko og værdi,
- politisk pres og institutionelle begrænsninger.

Kandidater fra dette modul vil være godt rustet til at arbejde som IS-koordinatore, facilitatorer inden for cirkulær økonomi, ledere af industrielle klynger, ledere af bæredygtighedsprojekter eller analytikere, der støtter regional udvikling og tværsektorielt samarbejde.

25

3.2 Læringsmål

De tilsigtede læringsmål er opdelt i de tre EQF-domæner:

- **Viden.** Studerende vil:

1. forklare i detaljer antagelserne, oprindelsen og implikationerne af RDT, TCE og netværksteori og evaluere, hvordan disse teorier forklarer organisatorisk beslutningstagning i IS-netværk (LO1)
2. analysere de flerstrengede drivkræfter (økonomiske, organisatoriske, samfundsmæssige, politikbaserede), der påvirker samarbejdsberedskabet og -viljen i cirkulære økosystemer (LO2)
3. beskrive institutionelle pres, der former interorganisatorisk adfærd, herunder isomorfisme, overholdelse af regler og legitimitetens rolle (LO3)
4. identificere typiske mønstre for magtasymmetri (f.eks. dominerende virksomheder vs. SMV'er; privat sektor vs. offentlige myndigheder) og vurdere, hvordan de påvirker samarbejdsresultaterne (LO4)
5. sammenligne styringsmodeller såsom hierarkisk, relationel, kontraktuel og hybrid styring og evaluere deres egnethed i IS-sammenhænge (LO5)
6. forstå kognitive, adfærdsmæssige og strukturelle årsager til konflikter mellem organisationer og formulere, hvordan sådanne konflikter kan eskalere eller afbødes (LO6).

▪ **Færdigheder.** *Studerende kan:*

7. oprette komplekse, flerlagede interessentkort, herunder strømme, indflydelseslinjer, beslutningsarenaer, koalitioner og potentielle konfliktpunkter (LO7)
8. gennemføre interviews med interessenter og fortolke kvalitative data til støtte for engagementplaner (LO8),
9. designe styringsrammer, der afbalancerer ansvarlighed, fleksibilitet og retfærdighed, herunder fælles KPI'er, klare ansvarsområder, transparensprotokoller og overvågningsmekanismer (LO9)
10. forberede og aflevere overbevisende præsentationer for flere interessenter, der klart formulerer fordele, risici, muligheder for værdiskabelse og engagementveje (LO10)
11. anvende forhandlingsteknikker (f.eks. BATNA, interessebaseret forhandling, reframing, forankring) i simulerede konfliktsituationer (LO11)
12. facilitere vanskelige møder, mægle i tvister og vejlede aktører gennem strukturerede konflikthåndteringsprocesser (LO12)
13. bruge adfærdsdiagnostik til at identificere modstandsdrivere (f.eks. frygt for tab, usikkerhed, identitetstrusler) og designe skræddersyede interventioner (LO13).

▪ **Kompetencer (autonomi og ansvar).** *Studerende er i stand til at:*

14. tage ansvar for at vejlede samarbejdsprocesser og opretholde langsigtet tillid blandt IS-partnere (LO14)
15. navigere i komplekse politiske, organisatoriske og interpersonelle sammenhænge ved hjælp af en etisk, transparent og ansvarlig tilgang (LO15),
16. fungere som neutrale facilitatorer og mæglere, når organisationer oplever konflikter, dødvande eller uoverensstemmelser (LO16)
17. evaluere og integrere EU's politiske rammer (f.eks. handlingsplanen for cirkulær økonomi, IED, EMAS, EU-taksonomien) i IS-samarbejdets udformning (LO17)
18. arbejde effektivt i tværfaglige teams med ingeniører, økonomer, planlæggere, tilsynsmyndigheder og repræsentanter for lokalsamfundet (LO18)
19. demonstrere adaptiv kommunikation, modstandsdygtighed under pres og reflektiv læring fra praksisbaserede scenarier (LO19).

3.3 Vejledende læringsplan/leveringsplan

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
1	Grundlaget for samarbejde	Forelæsning + dialogsession	Dybdegående teoretisk introduktion til RDT, TCE og netværksteori; diskussion af, hvorfor symbiotiske netværk lykkes eller mislykkes; gennemgang af benchmark-cases (Kalundborg, Ulsan, Dunkirk); undersøgelse af indbyrdes afhængighedsstrukturer og koordinationssvigt.	LO1, LO2, LO3	Lewicka, Zakrzewska-Bielawska (2019), Salmone et al. (2020)	Udvidet teoretisk fremstilling, guidet dialog, reflekterende komparativ analyse
2	Drivkræfter og barrierer i IS	Casestudielaboratorium	Omfattende ramme for barrierer: regulatoriske risici, markedsvolatilitet, teknologisk usikkerhed, virksomhedskultur, organisatorisk inertie; kortlægning af makro-, meso- og mikrobarrierer; arbejde med virkelige eksempler på mislykkede IS-cases, analyse af grundlæggende årsager og scenariebaseret barrierereduktion.	LO2, LO3, LO8, LO17	Saha (2020)	Caselaboratorium, øvelse i kortlægning af barrierer, workshop om problemformulering
3	Kortlægning af interessenter	Teknisk laboratorium	Avanceret flerlags kortlægning af interessenter og netværk: magt-interesse-matricer, konfliktforudsigelsesmatricer, indflydelseshierarkier, flowdiagrammer, identifikation af	LO3, LO7, LO13, LO19	Værktøjskasse + datasæt	Teknisk kortlægningslaboratorium, scenariosimulering, struktureret værktøjsbaseret analyse

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
			forbindelsesled, mellemmand og flaskehalse; arbejde med GIS-baserede systemer og reelle industrielle datasæt.			
4	Governance-modeller	Seminar + designøvelse	Design af hybride styringsmodeller, der kombinerer formelle og relationelle komponenter; undersøgelse af rammer for ansvarlighed, regler for gennemsigtighed, koordineringsroller, risikostyringsmodeller; gruppeopgave med design af styring for en hypotetisk IS-klynge.	LO4, LO14	Shi (2019)	Seminar, gruppedesignudfordring, peer-evaluering
5	Tillid og relationsbaseret ledelse	Workshop	Simulerede opgaver til opbygning af tillid; diagnosticering af tillidserosion; analyse af kommunikationsklima; fælles udformning af tillidskontrakter, transparensmekanismer og fælles læringsstrukturer; rollebaserede scenarier til at øve opbygning af langsigtede partnerskaber.	LO3, LO15, LO16	Lewicka, Zakrzewska-Bielawska (2022), Alosi et al. (2025)	Rollespil, guidet træning i emotionel intelligens, fælles udarbejdelse af udkast
6	Kommunikation og forhandling	Simulering + feedbackcyklus	Kompleks forhandlingssimulation med flere parter, der involverer konkurrerende mål, informationsasymmetri, samarbejdsbaseret forhandling og strategisk overtalelse; struktureret	LO9, LO10, LO11, LO18, LO19	Forhandlingslære-bøger	Simuleringsbaseret læring, debriefing på flere niveauer, kommunikationsaudit

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
			feedback på verbale, nonverbale og skriftlige kommunikationsstile.			
7	Konfliktløsning	Rollespil + diagnostisk laboratorium	Konfliktkortlægningsworkshop: strukturelle vs. adfærdsmæssige konflikter, interesser vs. holdninger, eskaleringsstiger; mediatoruddannelse; udformning af konfliktløsningsveje; diagnosticering af interpersonelle og interorganisationelle spændingsudløsere.	LO5, LO6 LO12, LO16, LO18	Konfliktcasematerialer	Struktureret mæglerrotation, konfliktkortlægningslaboratorium
8	Modstand mod forandring	Workshop + handlingsplanlægning	Modstandsanalyse på tre niveauer: individuel (frygt, usikkerhed), organisatorisk (strukturel inerti), institutionel (politisk fastlåsthed); modellering af forandringsforløb; udarbejdelse af handlingsplan; design af adfærdsmæssige interventioner.	LO5, LO13, LO19	Litteratur om organisatorisk adfærd	Workshop, coachingcyklus, reflekterende adfærdsvurdering
9	Design af interessentinddragelse	Laboratorium + samskabelse	Design af stærkt inkluderende inddragelsesforløb; kortlægning af magtdynamikker; opbygning af fælles beslutningsmekanismer; scenarieplanlægning med henblik på tilpasning; design af interventioner for omstridte ressourceflows; samarbejdsbaseret prototyping.	LO8, LO13, LO14, LO18	Engagementsvejledninger	Lab, design af samarbejdsstrukturer og rammer for inddragelse af interessenter, deltagende metoder

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
10	Overvågning af samarbejde	Seminar + indikatorudvikling	Avancerede samarbejdsmålinger: strukturelle KPI'er, relationelle KPI'er, tidlige varslingsindikatorer; påvisning af svage signaler om forringelse af partnerskaber; opbygning af overvågningsdashboards; fortolkning af data til brug for justeringer af styringen.	LO4, LO14	IS-overvågningsrammer	Workshop om indikatorudvikling, stresstest af scenarier

3.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ Læringsmetode

I dette modul anvendes en hybrid læringsmodel, der kombinerer **synkrone** og **asynkrone** læringsmiljøer for at maksimere engagement, refleksion og tilegnelse af praktiske færdigheder.

I **synkron læring** mødes studerende og undervisere i realtid, enten i klasseværelset eller online, for at gennemføre interaktive diskussioner, forhandlingssimuleringer, rollespil om konfliktløsning, kortlægningslaboratorier og faciliteringsworkshops. Disse aktiviteter giver mulighed for øjeblikkelig feedback, adfærdsobservation i realtid og kollektiv meningsdannelse, hvilket alt sammen er afgørende for at mestre interorganisatorisk kommunikation og samarbejde.

I **asynkron læring** får de studerende adgang til materialer via en digital platform i deres eget tempo. Disse materialer, læsestof, casebeskrivelser, demonstrationsvideoer (f.eks. governance design), tutorials til kortlægning af interessenter og analytiske værktøjskasser giver de studerende mulighed for at udforske teoretiske rammer i dybden (RDT, TCE, netværksteori, institutionel teori) og forberede sig på de anvendte aktiviteter, der gennemføres under synkrone sessioner.

Denne blandede model sikrer fleksibilitet, understøtter forskellige læringspræferencer og styrker den dybe konceptuelle forståelse, inden de studerende deltager i højintensiv simulation og rollebaserede øvelser.

▪ Vigtigste undervisningsmetoder

Der vil blive anvendt en bred vifte af undervisningsmetoder i løbet af modulet, herunder:

- Interaktive forelæsninger med guidet dialog (teoretiske grundlag for samarbejde mellem organisationer, styringsmodeller, magtdynamikker, konfliktteori)
- Casestudier (reelle industrielle symbiosenetværk, mislykkede samarbejder, regionale partnerskaber med flere aktører)
- Seminarer og ekspertwebinarer (praktikere, IS-koordinatorer, politiske eksperter, mæglere)
- Workshops (tillidsskabende, modstandsanalyse, engagementdesign)
- Praktiske øvelser (kortlægning af interessenter, kortlægning af konflikter, prototyping af governance, analyse af flow og indflydelse)
- Simuleringsøvelser (forhandlinger mellem flere parter, rollespil om mægling, koordinationsscenarier)
- Gruppearbejde og samarbejdsprojekter (udformning af styringsrammer og engagementstrategier)
- Skriftlige og mundtlige eksamener (test af teoretisk viden og anvendelse i komplekse scenarier)

Selvom modulet fokuserer på interorganisationelle relationer, integrerer mange aktiviteter industriel symbiose (IS), cirkulær økonomi (CE) og bæredygtighed for at afspejle virkelige situationer, hvor samarbejde mellem flere aktører er afgørende.

▪ *Tilgange og metoder, der understøtter aktiv læring og praktisk anvendelse*

Undervisningsmetoden er designet til at udvikle både analytisk tænkning og interpersonelle kompetencer, der er nødvendige for en vellykket koordinering i komplekse organisatoriske økosystemer.

- Synkrone sessioner muliggør feedback i realtid, adfærdsobservation, øjeblikkelig afklaring af misforståelser og aktiv medskabelse af løsninger. De skaber en følelse af tilhørsforhold og styrker de studerendes selvtillid i forbindelse med forhandling, facilitering og konfliktløsning.
- Asynkrone sessioner fremmer refleksiv læring i eget tempo. Studerende kan genbesøge teoretiske materialer, analysere casestudier og forberede deres interressentkort eller governance-idéer inden live-workshops. Denne fleksibilitet understøtter en dybere forståelse af komplekse teoretiske rammer.
- Interaktive forelæsninger giver den grundlæggende teoretiske viden, der er nødvendig for at analysere interorganisatoriske strukturer, magtforhold, styringsformer og samarbejde.
- Casestudier og praktiske øvelser omsætter teori til praksis ved at udsætte de studerende for virkelige samarbejdsudfordringer, såsom uoverensstemmende incitamenter, tillidserosion, magtasymmetrier og politisk pres.
- Workshops, simulationer og rollespil giver de studerende mulighed for at øve sig i facilitering, forhandling, mægling og konfliktløsningsteknikker i realistiske situationer. Disse aktiviteter udvikler emotionel intelligens, kommunikationsfleksibilitet og beslutningstagning under pres.
- Gruppeprojekter styrker teamwork, samarbejdsbaseret meningsskabelse og evnen til at designe strukturer for engagement og styring med flere aktører, hvilket er færdigheder, der er afgørende for fremtidige IS-koordinatore, facilitatorer inden for cirkulær økonomi og ledere inden for bæredygtighed.
- Gennem disse kombinerede metoder udvikler de studerende evnen til at navigere i komplekse organisatoriske relationer, opbygge tillid blandt interessenter og fremme langsigtet samarbejde i industrielle og cirkulære økonominetværk.

3.5 Evalueringsmetoder og dokumentation

Modulet anvender en omfattende vurderingsstrategi, der kombinerer teoretisk evaluering med praksisbaseret dokumentation for de studerendes evner til at analysere, designe og facilitere samarbejde mellem organisationer. Vurderingsmetoderne er designet til at afspejle de reelle kompetencer, der er nødvendige inden for koordinering af industriel symbiose, forhandlinger mellem flere aktører, design af styringsstrukturer og konflikthåndtering. Både **summative**

(karaktergivende) og **formative** (kontinuerlig feedback og engagement) komponenter er integreret for at understøtte dyb læring, adfærdsmæssig forbedring og professionel parathed.

Evalueringskomponenter

- *Deltagelse og engagement (vægt 10 %).* Studerendes aktive deltagelse i interaktive undervisningsmetoder – dialogsessioner, forhandlingslaboratorier, rollespil om konfliktløsning, workshops om kortlægning af interessenter, øvelser i governance-design og faciliteringsøvelser. indikatorer omfatter kvaliteten af engagementet, forberedelse, samarbejde, reflekterende bidrag og analytiske opgaver i undervisningen.
- *Gruppeprojektpræsentation (vægt 30 %).* En analytisk rapport på 3.000 ord + gruppepræsentation, der diagnosticerer en reel eller simuleret mulighed for samarbejde mellem organisationer inden for en IS- eller cirkulær økonomi-kontekst. Rapporten omfatter:
 - flerlags kortlægning af interessenter og analyse af magt og indflydelse
 - identifikation af samarbejdsbarrierer, risici og konfliktpunkter,
 - udformning af governance-model (roller, ansvar, regler for gennemsigtighed, KPI'er)
 - forhandlings- og engagementplan
 - foreslåede mekanismer til konflikthåndtering og opbygning af tillid
 - evidensbaserede anbefalinger til styrkelse af langsigtet relationsstabilitet.

Bedømmelsen fokuserer på analytisk dybde, korrekt anvendelse af teori (RDT, TCE, netværksteori, institutionel teori), klarhed i udformningen af styringsmodellen og gennemførligheden af de foreslåede interventioner.

- *Afsluttende skriftlige og mundtlige eksamener (vægtning 60 %).* En kombination af:
 - skriftlig eksamen (åbne spørgsmål, korte analytiske essays, multiple choice-spørgsmål)
 - mundtlig eksamen (scenariebaserede spørgsmål, der tester problemløsning og kommunikation).

Eksamen vurderer de studerendes:

- forståelse af centrale teorier, der forklarer interorganisatorisk adfærd og governance,
- evne til at diagnosticere samarbejdsrisici og magtasymmetrier,
- viden om tillidsdynamik, konflikteskalering og modstandsmekanismer,
- kendskab til EU's politiske rammer, der påvirker samarbejde mellem organisationer (handlingsplan for cirkulær økonomi, EMAS, EU-taksonomi)
- evne til at foreslå realistiske, teoribaserede interventioner, der forbedrer koordinering og samarbejde.

Indikatorer for præstation

Indikatorer indsamlet under vurderingen omfatter:



- kort over interessenter, kort over konflikter, prototyper for styring og resultater af workshops,
- forhandlingsmanuskripter, faciliteringsnoter og refleksioner over mæglerrollen,
- scenarieanalyser og anvendte problemløsningsøvelser,
- mundtlige demonstrationer af kommunikations- og overtalelsesevner
- skriftlige opgaver, der demonstrerer teoretisk integration og kritisk ræsonnement.

Dette materiale giver et helhedsbillede af de studerendes parathed til at koordinere samarbejde mellem flere aktører, mægle i tvister, designe styringsstrukturer og støtte udvikling af IS-netværk.

3.6 Bibliografi og værktøjer

3.6.1 Obligatorisk

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

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

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

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

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

3.6.2 Anbefalet læsning

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4. Kortfattet pensumskabelon – VU (EQF6)

Modulets titel: AI og maskinlæring til at forudsige materialestrømme og optimere forsyningskæden/processen

EQF-niveau: 6

ECTS-point: 4 ECTS

Samlet arbejdsbyrde (timer): 100 timer

- Kontakttimer (forelæsninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 40 timer
- Vejledt selvstudium: 30 timer
- Projektarbejde: 30 timer

Udbydende institution: IMC HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN KREMS GMBH (IMC KREMS), Østrig.

36

4.1 Moduloversigt

Overgangen fra industriel symbiose (IS) til digital industriel symbiose (DIS) er afgørende. Dette modul undersøger, hvordan kunstig intelligens (AI) og maskinlæring (ML) kan integreres i materialestrømsstyring for at forbedre effektiviteten af forsyningskæder drastisk, forudsige tendenser i udbud og efterspørgsel, optimere logistikken og reducere spild. Det giver de studerende viden om, hvordan kunstig intelligens (AI) og maskinlæring (ML) kan bruges til at fremskynde den digitale transformation af IS-økosystemer. De lærer, hvordan datadrevne algoritmer kan bruges til at forudsige materiale- og energistrømme, opdage ineffektiviteter og understøtte beslutningstagning i realtid i cirkulære forsyningskæder. Gennem simuleringer og casestudier udvikler de studerende kompetencer i at vælge og anvende egnede ML-modeller til at løse virkelige industrielle problemer. For eksempel at forudsige tilgængeligheden af sekundære ressourcer, identificere symbiotiske match og optimere logistikken. Modulet lægger vægt på praktisk integration med IS-platforme og etisk brug af data i cirkulære økonomikontekster.

Dette modul er designet til studerende på videregående uddannelser, undervisere, virksomhedsledere, konsulenter, forskningsorganisationer, erhvervsstøtteinstitutioner og politiske organer, der beskæftiger sig med bæredygtighed, prognoser for materialestrømme og optimering.

De kompetencer, der opnås i dette modul, er nyttige i forbindelse med symbiotiske energistyrings teknologier og modeller. For eksempel understøtter forudsigelse af ressourcetilgængelighed minimering og optimering af ressourcer.

En generel viden om bæredygtighed og digital transformation fra IS til DIS er nyttig for at forstå sammenhængen. Grundlæggende programmeringsfærdigheder hjælper de studerende med at implementere algoritmerne, ellers kan de studerende bruge algoritmer via digitale værktøjer.

4.2 Læringsmål (LOs)

De tilsigtede læringsresultater er opdelt i de tre EQF-domæner:

▪ **Viden.** Studerende vil:

1. forstå cirkulær økonomi og industriel symbiose (LO1),
2. demonstrere forståelse for, hvordan kunstig intelligens (AI) og maskinlæring (ML) muliggør procesforbedring og ressourceoptimering inden for industrielle symbiose-netværk (LO2),
3. kritisk forklare overvågede og uovervågede ML-tilgange, f.eks. tidsserieprognoser, klyngedannelse, prædiktiv modellering og deres relevans for cirkulære økonomianvendelser (LO3),
4. forstå vigtige industrielle materialestrømsdatafunktioner (LO4),
5. forstå de etiske, juridiske og sociale udfordringer ved brug af AI, f.eks. bias, privatliv og gennemsigtighed (LO5).

▪ **Færdigheder.** Studerende kan:

6. indsamle, rense og forberede industrielle datasæt ved hjælp af datavidenskabsværktøjer som Python og Pandas til ML-modelopbygning og -analyse (LO6)
7. udvikle og teste ML-modeller (f.eks. ARIMA, LSTM, k-means) til brugsscenarier, herunder prognoser for materialestrømme, detektion af afvigelser og ressourceoptimering (LO7)
8. fortolke resultater fra ML-modeloutput for at generere handlingsrettede indsigter til forbedring af forsyningskæden, affaldsvalorisering og procesomlægning (LO8)
9. kommunikere analytiske fund effektivt ved hjælp af visualiseringsplatforme (f.eks. Power BI, QGIS, SankeyMATIC) med klarhed til både tekniske og ikke-tekniske interessenter (LO9).

▪ **Kompetencer (autonomi og ansvar).** Studerende er i stand til at:

10. selvstændigt vælge passende digitale/maskinlæringsmetoder til analyse og optimering af industrielle ressourcestrømme i komplekse miljøer med flere interessenter (LO10)

11. at evaluere og afveje fordele og begrænsninger ved AI-værktøjer for at bestemme den mest egnede teknik til et givet industrielt symbiose-scenario under hensyntagen til ydeevne, omkostninger, enkelhed og bæredygtighed (LO11)
12. at igangsætte og bidrage til den digitale transformation af organisationer ved at anbefale datadrevet praksis til forbedring af industrielle symbioseoperationer (LO12)
13. arbejde samarbejdsvilligt og etisk i tværfaglige teams, konsekvent kommunikere AI-understøttede indsigter og sikre ansvarlig brug af data og gennemsigtighed i algoritmisk beslutningstagning (LO13).

4.3 Vejledende læringsplan / leveringsplan

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
1	Introduktion til IS og cirkulær økonomi	Forelæsning / e-læring	Definitioner, eksempler på IS i forbindelse med cirkulær økonomi.	LO1	Akrivou et al. (2022), Rincón-Moreno et al. (2020).	Blandet: interaktiv forelæsning, caseeksempler
2	Introduktion til anvendelsen af AI og ML i IS	Forelæsning / workshop / e-læring	Definitioner, grundlæggende principper for AI og ML, udvikling fra traditionelle IS til DIS.	LO1, LO2, LO3	Vimal et al. (2020), Ashton et al. (2022), Neves et al. (2020)	Blandet: interaktiv forelæsning, gruppediskussion, caseeksempler
3	Datakilder og strukturer for materialestrømme, kortlægning af ressourcestrømme (materiale-/energi- og energistrømme)	Forelæsning/workshop/e-læring	Introduktion til datastrukturer, datarensningsteknikker og metoder til symbiotisk matching, digitale platforme og værktøjer, introduktion til Pandas/Python til IS-data	LO3, LO4, LO5	Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020), Angelis-Dimakis et al. (2021), Silva et al. (2022), software-tutorials	Forelæsning, trinvis øvelser, praktisk brug af kortlægningssoftware, demonstration
4	Traditionelle maskinlæringsalgoritmer, ML-pipelines,	Forelæsning / workshop / e-læring	Metoder til klassificering og klyngedannelse (uovervåget maskinlæring) og deres anvendelse i	LO2, LO3, LO7, LO10	Namoun et al. (2022), Demetriou et al. (2024), Filippou et al.	Blandet, casestudieanalyse, brainstorming i grupper

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
	modelversionering og -testning		materialestrømme, anvendelser til ML-pipeline, test af modeller og vedligeholdelse af versionering		(2023), Nguyen et al. (2020) Luo et al. (2021), Chandrasekaran et al. (2023)	
5	Tidsserieprognoser og anvendte værktøjer og teknologier	Forelæsning / workshop / e-læring	Metoder til tidsrækkeforudsigelser og deres anvendelse i materiale- og energistrømme, eksempler på værktøjer og teknologier til forudsigelser	LO2, LO3, LO4, LO7, LO10	Vimal et al. (2020), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020)	Blandet, casestudieanalyse, gruppebrainstorming
6	Introduktion til forsyningskæden og AI's rolle i forsyningskædeadministration	Forelæsning / workshop / e-læring	Forsyningskæden, dens indvirkning og fordelene ved AI i styringen med introduktion til værktøjer	LO4, LO5, LO7, LO8, LO10	Demartini et al. (2022), Zamani et al. (2022)	Blandet, casestudieanalyse
7	Optimering af logistiske strømme	Forelæsning / workshop / e-læring	Betydningen af optimering af logistiske strømme, metoder til ruteoptimering og deres begrænsninger	LO4, LO5, LO7, LO8, LO10	Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020), Aviso et al. (2022)	Blandet: interaktiv forelæsning, gruppediskussion, caseeksempler

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
8	Maskinlæring til prædiktiv analyse og vedligeholdelse	Forelæsning/workshop/e-læring	Metoder til forudsigelse og afvigelsesdetektering, introduktion til datakilder til vedligeholdelse ved hjælp af prædiktiv analyse.	LO2, LO7, LO8, LO9, LO10	Vimal et al. (2020), Namoun et al. (2022)	Blandet: interaktiv forelæsning, gruppediskussion, caseeksempler
9	Integration af ML/AI i IS og begrænsninger og bias i AI og dataetik	Forelæsning / workshop / e-læring	Metoder til integration af AI i IS, udfordringer/begrænsninger ved brug af AI, etiske, juridiske og sociale aspekter i AI/ML for IS (forudindtagethed, privatliv, gennemsigtighed)	LO4, LO5, LO10, LO11, LO13	Ponis (2021), Demartini et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023)	Blandet, casestudieanalyse, gruppebrainstorming
10	Praktisk IS-projekt.	Projekt og vurdering	Gruppenprojekt: udvikling af en prædiktiv materialestrømsmodel for IS'er	LO6, LO8, LO9, LO10, LO11, LO12, LO13	Alle ovennævnte læsestoffer/materialer og platforme	Gruppearbejde, projektbaseret læring, feedback fra medstuderende og undervisere samt præsentation af gruppeprojekt.
	Afsluttende vurdering og refleksion	Evaluering	Afsluttende eksamener og vurderinger.	LO1, LO2, LO3, LO4, LO5, LO9	Alle ovennævnte læsestoffer/materialer.	Skriftlige og mundtlige eksamener (åbne spørgsmål, multiple choice-spørgsmål, quizzet osv.).

4.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Modulet anvender en blandet læringsmetode, der integrerer fysiske undervisningssessioner, onlineaktiviteter og vejledt selvstudie i et sammenhængende pædagogisk design. Deltagerne bevæger sig gradvist fra en konceptuel forståelse af AI, maskinlæring og industriel symbiose til en uafhængig anvendelse af disse koncepter i realistiske DIS-kontekster. Læringsmiljøet er elevcentreret og kompetenceorienteret og fremmer analytisk tænkning, etisk refleksion og tværfagligt samarbejde i overensstemmelse med de tilsigtede læringsmål (LO1–LO13).

▪ *Vigtigste undervisningsmetoder*

Undervisningen er struktureret omkring en kombination af forelæsninger, seminarer, praktiske workshops og computerlaboratorier, casebaseret læring og projektbaseret arbejde. Forelæsningerne introducerer teoretiske grundlag, rammer og politiske kontekster, mens seminarerne bruges til kritisk læsning af akademisk litteratur, EU-regler og forretningsmodeller. Workshops og laboratorier fokuserer på praktiske færdigheder inden for datahåndtering, modeludvikling og visualisering ved hjælp af værktøjer som Python, Power BI, QGIS og SankeyMATIC. Casestudier og gruppeprojekter udsætter de studerende for autentiske industrielle datasæt og scenarier, hvilket sætter dem i stand til at designe og evaluere AI-baserede industrielle symbiose-løsninger. Asynkrone e-læringsopgaver, quizzet og forberedende læsning understøtter kontinuiteten mellem kontaktsessionerne og tilskynder til løbende engagement.

42

▪ *Tilgange til aktiv læring og praktisk anvendelse*

Aktiv læring er integreret gennem samarbejdsbaseret problemløsning, undersøgelsesbaserede opgaver og iterative feedbackcyklusser. De studerende arbejder i tværfaglige teams med at rense og analysere industrielle materialestømsdata, vælge egnede maskinlæringsmetoder og fortolke modelresultater til beslutningstagning i cirkulære forsyningskæder. Simuleringer, scenarieanalyser og designorienteret projektarbejde kræver, at de studerende anvender teoretisk viden på komplekse, virkelige udfordringer, hvilket munder ud i konkrete resultater såsom analytiske rapporter, dashboards og præsentationer, der er skræddersyet til både tekniske og ikke-tekniske interessenter. Kontinuerlig formativ feedback og strukturerede refleksionsaktiviteter understøtter yderligere udviklingen af autonomi, professionel dømmekraft og ansvarlig datadrevet praksis.

4.5 Bedømmelsesmetoder og dokumentation

Evalueringskomponenter

Evalueringsstrategien kombinerer formative og summative elementer for at evaluere både konceptuel forståelse og praktisk anvendelse af AI og maskinlæringsmetoder i industriel symbiose. Summativ evaluering er centreret om et integrerende projekt, en skriftlig eksamen og en kommunikationskomponent, mens formative aktiviteter (quizzet, laboratorieopgaver, udkast til indsendelser) giver feedback og understøtter læring på tværs af modulet.

Summative vurderingsmetoder (vejledende vægtning):

- *Afsluttende gruppe-AI-projekt (industriinspireret casestudie til prædiktiv model) (vægtning 35 %).*
- *Praktisk øvelse (værktøjsbaserede øvelser) (vægtning 25 %).*
- *Afsluttende eksamen (korte essays, problembaserede spørgsmål og multiple choice-spørgsmål) (vægtning 30 %).*
- *Deltagelse og engagement i seminarer, laboratorier og peer feedback (vægtning 10 %)*

Indikatorer for opnåelse af læringsmål

Studerende demonstrerer deres læring gennem et analytisk projektdossier (kode, databehandlingslogfiler, modeloutput), en struktureret teknisk rapport, et sæt visuelle artefakter (dashboards, kort, Sankey-diagrammer) og en mundtlig præsentation eller skærmoptagelse, der er skræddersyet til et blandet publikum. Den skriftlige eksamen dokumenterer teoretisk forståelse og kritisk refleksion over AI/ML-koncepter, industriel symbiose og relevante politiske og etiske rammer. Formative vurderinger, herunder quizzet med lav vægt, midtvejskontrol af projekter og feedback på udkast, understøtter fremskridt mod disse summative resultater uden at have stor vægt i den endelige karakter.

43

4.6 Bibliografi og værktøjer

4.6.1 Obligatorisk

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

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

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

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

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

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

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

Angelis-Dimakis, A., Arampatzis, G., Pieri, T., 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 Anbefalet

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. Kortfattet pensumskabelon – VU (EQF6)

Modulets titel: Blockchain-teknologier til at skabe transparente og sikre sporings- og certificeringssystemer for materiale- og energistrømme

EQF-niveau: 6

ECTS-point: 4 ECTS

Samlet arbejdsbyrde (timer): 100 timer

- Kontakttimer (forelæsninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 40 timer
- Vejledt selvstudium: 30 timer
- Projektarbejde: 30 timer

Undervisningsinstitution: DIMITROVA LIDIA (LIDI), Holland.

47

5.1 Moduloversigt

Dette modul introducerer grundlæggende og anvendt brug af blockchain-teknologier i sammenhæng med industriel symbiose (IS) og cirkulær økonomi. Studerende vil undersøge, hvordan blockchain kan udnyttes til at skabe sikre, uforanderlige og transparente systemer til sporing af materiale- og energistrømme på tværs af komplekse industrielle netværk. Modulet fokuserer på at forbedre dataintegritet, sporbarehed i realtid og overholdelse af miljø- og bæredygtighedsstandarder (f.eks. CSRD, EFRAG, ISO 14000). Gennem en kombination af teoretisk input, casestudieanalyse og anvendte laboratorier får de studerende praktisk indsigt i blockchain-baserede produktpas, digitale tvillinger og certificeringssystemer, der understøtter overgangen til lavt kulstofforbrug og ansvarlighed mellem organisationer. Modulet er især relevant for fremtidige SymbioTech-ledere, der sigter mod at digitalisere ressourceforvaltningen i industrielle økosystemer med flere aktører.

5.2 Læringsmål

De tilsigtede læringsmål er opdelt i de tre EQF-domæner:

- *Viden. De studerende vil:*
 1. forstå blockchain-arkitektur, herunder distribuerede regnskaber, konsensusalgoritmer og smarte kontrakter (LO1)

2. være fortrolige med tokenisering, orakler, sporbarhedsprotokoller og compliance-rammer (LO2)
3. have indgående kendskab til etiske, juridiske og styringsmæssige spørgsmål i blockchain-baserede bæredygtighedssystemer (LO3).

▪ **Færdigheder.** *Studerende kan:*

4. designe smart kontraktlogik (LO4),
5. kortlægge og modellere sporbarhedsstrømme for råmaterialer, genanvendte input eller vedvarende energi (LO5)
6. anvende evalueringsrammer til at sammenligne blockchain-løsninger til sporbarhed, revision eller rapportering (LO6)
7. udarbejde skabeloner til digitale produktpas til IS-applikationer (LO7).

▪ **Kompetencer (autonomi og ansvar).** *Studerende er i stand til at:*

8. selvstændigt vurdere egnetheden af blockchain-løsninger i virkelige bæredygtighedsscenarier (LO8)
9. udøve skøn i håndteringen af konflikter mellem gennemsigtighed og fortrolighed i industrielle data (LO9)
10. samarbejde på tværs af tekniske og forretningsmæssige teams for at fremme tillidsbaseret innovation i cirkulære systemer (LO10)
11. kommunikere potentialet og begrænsningerne ved blockchain-baseret sporbarhed til flere interessenter (tekniske, juridiske, ledelsesmæssige) (LO11).

5.3 Vejledende læringsplan / leveringsplan

A/A	Enheds titel	Sessionst ype	Emne / Aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
1	Introduktion til blockchain og DLT-arkitektur	Forelæsning/works hop/e-læring	Interaktiv demo: hvordan blokke forbindes i en hovedbog	LO1, LO2	Bahga & Madisetti (2016), Wang et al. (2020), Westerkamp et al. (2018), Samaniego & Deters (2023), Brownworth (n.d.)	Interaktiv forelæsning med vigtige indsigter i grundlæggende elementer i blockchain.
2	Blockchain og cirkulær økonomi	Forelæsning/works hop/e-læring	Casestudie: Circularise, Everledger	LO6, LO8	Ventura et al. (2024), Xia et al. (2025), Vladucu et al. (2024)	Casestudie af Circularise og Everledger for at få en dybere forståelse af tilgængelige teknologier.
3	Smarte kontrakter og tokenisering af ressourcer til IS	Forelæsning/works hop/e-læring	Design af token til materialestrømme	LO2, LO4, LO5	Westerkamp et al. (2018), Fu et al. (2023), Zuo et al. (2025)	Aktivitet med øvelser relateret til design af smarte kontrakter og tokens.
4	Sporbarhed i forsyningskæder og digitale produktpas	Forelæsning/works hop/e-læring	Opret en grundlæggende DPP-skabelon	LO2, LO5, LO7	Zhang et al. (2023), Sezer et al. (2021), Malik et al. (2021)	Aktivitet, hvor studerende skal oprette en DPP-skabelon og undersøge designbeslutninger.
5	Energicertifikater og blockchain	Forelæsning/works hop/e-læring	Simulering af sporing af vedvarende energi	LO2, LO5	Fu et al. (2023), Liu et al. (2024), Zuo et al. (2025)	Deltag i en simulering af realistisk sporing af vedvarende energi.

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
6	IoT og Oracles-integration	Forelæsning/workshop /e-læring	Design af et sensordashboard	LO1, LO2	Bahga & Madiseti (2016), Wang et al. (2020), Samaniego & Deters (2023), Schmid & Lefèvre (2024)	Analyser eksempler på eksisterende sensordashboards og brug kritisk tænkning til at anvende principperne på et givet eksempel på en brugssituation.
7	Privatliv, sikkerhed og compliance	Forelæsning/workshop /e-læring	Etisk case: Sporbarhed vs. fortrolighed	LO2, LO3	Cali et al. (2021), Sezer et al. (2021), Malik et al. (2021), Khan & Salah (2022)	Gruppet debat eller individuel analyse af afvejningen mellem sporbarhed og fortrolighed
8	Gruppedesign sprint	Projekt og vurdering	Idéudviklingsworkshop: ressourcesporingsprojekt	LO5, LO6, LO10, LO11	Ikke relevant	Gruppearbejde/brainstorming for at foreslå en løsning på et eksisterende problem ved hjælp af kursets emner.
9	Afsluttende præsentationer	Projekt og vurdering	Præsentation af gruppeprojekter	LO9, LO10, LO11	Ikke relevant	Præsentation af gruppeprojekter.
10	Eksamen	Evaluerings	Afsluttende eksamener og vurderinger.	LO1, LO2, LO3	Alle ovennævnte læsestoffer/materialer.	Skriftlige og mundtlige eksamener (åbne spørgsmål, quizzer osv.).

5.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

I dette modul anvendes en hybrid tilgang. Dette indebærer en kombination af undervisningsledede sessioner og selvstudiematerialer. De undervisningsledede sessioner finder sted i et digitalt klasseværelse, hvor de studerende deltager i undervisningen på bestemte tidspunkter. Dette digitale sociale miljø forbedrer forståelsen gennem interpersonel kommunikation. De studerende har adgang til selvstudiematerialerne, når det passer dem bedst. Disse ressourcer omfatter forudindspillede forelæsninger, præsentationer, dokumenter, figurer og videoer. En sådan tilgang giver mulighed for en balance mellem struktur og frihed, der har til formål at gavne studerende med forskellige præferencer og læringsvaner. Denne fleksibilitet giver desuden mulighed for multimedie-berøringspunkter, der giver en mere omfattende intuition om de aktuelle emner, da de ses og præsenteres gennem en anden linse, især med kombinationen af skriftlig tekst, videomateriale, interaktive simuleringer og engagerede undervisere.

▪ *Vigtigste undervisningsmetoder*

For at tilbyde en komplet læringsoplevelse vil der blive gjort brug af forskellige undervisningsmetoder. De mest fremtrædende er interaktive forelæsninger, seminarer, praktiske workshops, overvågede computerlaboratorier og gruppeprojekter. Indholdet af dette modul, der dækker emnerne blockchain, industriel symbiose (IS), cirkulær økonomi (CE), sporing af forsyningskæden og smarte kontrakter, vil blive leveret ved at kombinere de ovennævnte undervisningsmetoder.

▪ *Tilgange og metoder, der understøtter aktiv læring og praktisk anvendelse af viden.*

Ved at kombinere undervisningsmetoderne i dette modul kan hver enkelt metode bruges til at udvinde betydelig værdi. Socialt engagement og personlig tillid muliggør en interaktiv og personlig oplevelse, der giver de studerende mulighed for at afklare eventuelle usikkerheder, de har om deres forståelse af emnerne. Det asynkrone aspekt giver de studerende mulighed for at arbejde i deres eget tempo, hvilket reducerer stress for de studerende, der har gavn af at arbejde forud eller gennemgå tidligere emner. De forskellige formater for læringsmaterialer er også en fordel for de studerende, da de kan vælge, hvilke formater der er mest effektive for deres egen læringsstil. Uden for de obligatoriske emner vil der være supplerende ressourcer til rådighed for studerende, der er dybt interesserede i bestemte emner.

Som et resultat af gruppeprojekter vil dette modul give de studerende teamwork- og kommunikationsfærdigheder. Viden og færdigheder vil være direkte anvendelige i det virkelige arbejdsmiljø. Dette giver de studerende mulighed for at være forberedte på projekter i LCA-sammenhæng.

5.5 Bedømmelsesmetoder og dokumentation

Evalueringskomponenter og dokumentation for opnåelse af læringsmål:

I tråd med de forskellige undervisningsmetoder vil dette modul have en række vurderingsmetoder til at måle de fremskridt, de studerende har gjort både med hensyn til viden

og færdighedsudvikling. Sådanne vurderingsmetoder omfatter eksamener, gruppeprojekter, laboratorierapporter og interaktiv deltagelse i undervisningen.

- *Gruppeprojekt (vægt 40 %).* Foreslå en løsning på et eksisterende problem ved hjælp af emner fra kurset. Brug af generativ AI til brainstorming og research af eksisterende problemer og løsninger er tilladt.
- *Laboratorierapportportefølje (vægt 30 %).* Alle designopgaver tilsammen udgør denne karakter.
- *Afsluttende eksamen (vægt 30 %).* Tekniske og scenariebaserede spørgsmål, energimodellering og reguleringsmæssig tilpasning.

5.6 Bibliografi og værktøjer

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. Kortfattet pensumskabelon – VU (EQF6)

Modulets titel: Symbiotiske energieffektivitets-/energistyings teknologier og modeller

EQF-niveau: 6

ECTS-point: 4 ECTS

Samlet arbejdsbyrde (timer): 100 timer

- Kontakttimer (forelæsninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 30 timer
- Vejledt selvstudium: 40 timer
- Projektarbejde: 30 timer

Udbydende institution: VSB - TEKNISK UNIVERSITET I OSTRAVA (VSB - TUO), Tjekkiet.

54

6.1 Moduloversigt

Dette modul giver en introduktion til energisystemer, vedvarende energi og bæredygtig energistyring. De studerende får en solid forståelse af elproduktion og -forbrug, vedvarende energikilder, energieffektivitet i bygninger, industrielle energistrømme, energimodeller for lokalsamfund, finansielle metoder og værdiansættelsesmetoder samt forvaltning af emissionskvoter.

Modulet kombinerer teori med praktiske anvendelse gennem forelæsninger, workshops, seminarer, e-læring, casestudier og simuleringer. De studerende vil anvende deres viden i øvelser såsom energirevisioner, energilagringssimuleringer, effektiviseringstiltag, energimodellering i lokalsamfund og design af blå-grøn infrastruktur i byer. Gruppeprojekter og analytiske opgaver vil yderligere udvikle deres beslutningstagning, prognoser og optimeringsfærdigheder.

Forudsætninger Bemærk: En grundlæggende forståelse af regnearkssoftware (f.eks. Excel) og generelle økonomiske principper anbefales.

Ved afslutningen af modulet vil de studerende være i stand til at analysere energisystemer, vurdere miljømæssige og økonomiske konsekvenser, designe og evaluere energibesparende foranstaltninger og træffe informerede beslutninger om energistyingsstrategier.

6.2 Læringsmål

De tilsigtede læringsmål er opdelt i de tre EQF-domæner:

▪ **Viden.** *De studerende vil:*

1. forstå energisystemer og -strømme: forstå nøglebegreber inden for elproduktion, vedvarende og ikke-vedvarende energikilder og distribution i forbindelse med energistyring (LO1)
2. definere energieffektivitet og -tjenester: Forklare principperne for energitjenester, drivkræfter for effektivitet (omkostninger, risiko, teknologi) og energirevisioners rolle (LO2)
3. skelne mellem forretningsmodeller: skelne mellem traditionelle forsyningsmodeller og præstationsbaserede modeller (ESCO, EPC, PPA), herunder rammer for fællesskabsenergi og fælles ejerskab (LO3)
4. forstå finansielle og risikomæssige principper: forstå metoderne til finansiell værdiansættelse (ROI, IRR, tilbagebetalingstid) og identificere risici forbundet med pengestrømme og energiprojekter (LO4)
5. forstå reguleringsmekanismer: Forstå de lovgivningsmæssige rammer for emissionskvoter, handelsordninger og byenergipolitikker (LO5).

▪ **Færdigheder.** *Studerende kan:*

6. analysere energidata: Udføre beregninger for at afbalancere industrielle energistrømme, identificere muligheder for effektivisering og optimere forbruget (LO6)
7. evaluere bygnings- og byløsninger: Vurdere bygningers energimæssige ydeevne og designe blå-grøn infrastruktur (f.eks. grønne tage) for at mindske varmeøer i byerne (LO7),
8. anvende prognosemodeller: Anvende tidsserieanalyse og stokastiske modeller til at forudsige usikre variabler på energimarkederne (LO8)
9. gennemføre økonomiske analyser: beregne pengestrømme for vedvarende energiprojekter og foretage værdiansættelse ved hjælp af deterministiske og tilfældige variabler (LO9)
10. sammenligne kontraktmuligheder: Analysere og vælge optimale kontraktmæssige tilgange (f.eks. garanterede besparelser vs. delte besparelser) baseret på specifikke begrænsninger (LO10).

▪ **Kompetencer (autonomi og ansvar).** Studerende er i stand til at:

11. træffe strategiske investeringsbeslutninger: Syntetisere risiko- og økonomisk analyse for at træffe og forsvare informerede beslutninger vedrørende investeringer i vedvarende energi (LO11)
12. designe symbiotiske energimodeller: Udvikle levedygtige forretnings- eller driftsmodeller for energideling i lokalsamfundet og decentraliseret elproduktion (LO12),
13. optimere emissionsstrategier: Formulere strategier for forvaltning af emissionskvoter for at opnå overholdelse og økonomisk optimering (LO13),
14. løse komplekse energiproblemer: Integrere tekniske, miljømæssige og sociale aspekter for at foreslå holistiske løsninger til bæredygtig energistyring (LO14).

6.3 Vejledende læringsplan/leveringsplan

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
1	Introduktion til elektrisk energi, styring af elproduktion og forbrug i sammenhæng med vedvarende og ikke-vedvarende ressourcer.	Forelæsning / e-læring	Grundlæggende begreber inden for elektrisk energi, produktionscyklusser, distribution og forbrug kontra energistyring i økonomiske enheder.	LO1, LO6,	Cleveland, & Morris (2015), Randolph & Masters (2018), Rubino, Sapio, & La Scala (2021)	Interaktive forelæsninger, diskussion.
2	Vedvarende energikilder	Forelæsning/workshop/e-læring	Typer af vedvarende energikilder, miljømæssige/sociale konsekvenser og integration i elnettet.	LO1, LO2, LO7	Sebestyén (2011), Alam et al. (2020), Beck et al. (2025), Europa-Kommissionen (2017)	Spil om sortering af energikilder. Interaktiv kortaktivitet – hvor vedvarende energi fungerer bedst. Minicase-undersøgelse: Vedvarende energi i mit land/min region/min by/mit hjem.
3	Industrielle energistrømme (forbrugsbalance)	Forelæsning/workshop/e-læring	Overvågning/måling af energi, balance, optimering og energilagring.	LO1, LO6, LO8	Ionita et al. (2023), Nolzen, Leenders & Bardow (2023), Guo et al. (2024)	Energirevision i husholdninger. Minicases (f.eks. blackout-scenario). Simulering af energilagring.
4	Symbiotisk (fællesskabsbaseret) energideling	Forelæsning / Seminar / e-læring	Koncepter for energideling i lokalsamfundet, teknisk infrastruktur og lovgivningsmæssige rammer.	LO3, LO10, LO12	Leghissa, G. (2024), Chen, T., et al. (2025),	Simulering af energimodeller i lokalsamfundet (f.eks. ved hjælp af casestudier eller rollespil).

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
					European Community Power Coalition (2021)	
5	Reduktion af bygningers energiforbrug	Forelæsning/workshop/e-læring	Energistandarder, optimering af isolering, overvågning af forbrug, forbedring af bæredygtighed.	LO2, LO6, LO7	Gkotsis et al. (2024), Energieffektivitet (2024), Widuto (2022)	Implementering af effektiviseringstiltag i praktiske tilfælde, gennemførelse af interaktive øvelser.
6	Blå-grøn infrastruktur (symbiose i varmeøer)	Forelæsning/workshop/e-læring	Byafkøling, grønne tage, levende vægge, støtte til biodiversitet, blågrøn symbiose.	LO7, LO14	SALUTE4CE-Håndbog (2022), Gartland (2008), Brázdová & Kupka (2023)	Designinterventioner, feltbesøg, dataanalyse.
7	Finansiell modellering og prognoser på energimarkederne	Forelæsning/workshop	Dataanalyse, udviklingsmodeller og prognoser for markedsvariabler.	LO4, LO8,	Bunn, Derek (2004), Prossr, Matthias (2025), Rees, Michael (2018)	Forelæsning med vejledte casestudier om modellering af tilfældige variabler på energimarkederne.
8	Værdiansættelse af investeringer i vedvarende energi	Forelæsning/workshop	Cash flow-prognoser, projektværdiansættelse, risikoanalyse (IRR, NPV).	LO4, LO9, LO11	Hürlimann, Christian (2019), Santosh Raikar og Seabron Adamson (2024)	Teori og praktiske casestudier om værdiansættelse af investeringer i vedvarende energi
9	Energikontrakter og forretningsmodeller	Forelæsning / workshop / e-læring	PPA, ESCO, EPC, delte kontrakter, evaluering af forretningsmodeller.	LO3, LO10, LO12	Andersen (2025), Det Internationale Energiagentur (2023, 2024), North	Forelæsning med guidede casestudier, interaktivt seminar med guidet diskussion/projekt.

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
					East & Yorkshire Net Zero Hub. (2024), RE-Source Platform (2025)	
10	Emissionskvoter og deres optimale forvaltning	Forelæsning/seminar/e-læring	Typer af kvoter, tildelingsmetoder og risikobeslutningsmodeller for virksomheder.	LO05, LO13	Zapletal (2018), Zapletal et al. (2020), Abrell et al. (2022), Skjærseth & Wettstad (2016), Błażejowska et al. (2024)	Teori og praktisk casestudie af en industriel virksomhed i EU baseret på historiske data.

6.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Der vil blive anvendt en hybrid læringsmetode i dette modul, hvilket gør det muligt at afholde sessioner enten synkront eller asynkront. De studerende vil deltage i interaktive forelæsninger, workshops, seminarer og guidede diskussioner samt forudindspillede forelæsninger, præsentationer, læsestof, casestudier og simuleringsøvelser. Denne metode giver fleksibilitet og sikrer samtidig aktiv deltagelse og en omfattende forståelse af emnerne.

▪ *Vigtigste undervisningsmetoder*

Modulet vil anvende en række forskellige undervisningsmetoder, herunder interaktive forelæsninger med guidede diskussioner for at introducere grundlæggende viden om energisystemer, vedvarende energi og energistyring. Casestudier, mini-case-analyser og rollespilssimulationer vil give de studerende mulighed for at anvende teoretisk viden i praktiske scenarier såsom energirevisioner, energideling og forvaltning af emissionskvoter. Workshops og praktiske laboratorier vil udvikle færdigheder inden for energioptimering, finansiel modellering, prognoser og byenergiplanlægning. Forelæsninger/webinarer, gruppeprojekter og seminarer vil forbedre forståelsen af lovgivningsmæssige rammer, innovative forretningsmodeller og bæredygtighedsstrategier. Bedømmelsen vil omfatte skriftlige eller mundtlige opgaver for at evaluere viden, analytiske evner og praktisk anvendelse.

▪ *Tilgange og metoder, der understøtter aktiv læring og praktisk anvendelse af viden.*

Praktisk orienterede metoder, såsom simuleringer, feltinterventioner og casestudier, giver de studerende mulighed for at anvende teoretiske koncepter på virkelige energiudfordringer. Teamwork gennem workshops, gruppeprojekter og samarbejdsøvelser forbedrer problemløsnings-, modellerings- og beslutningstagningsevner. Denne kombination giver de studerende den viden, de færdigheder og de kompetencer, der er nødvendige for effektivt at kunne styre energisystemer, implementere bæredygtige løsninger og vurdere innovative strategier i industrielle og urbane sammenhænge.

60

6.5 Bedømmelsesmetoder og dokumentation

Modulet anvender en blandet vurderingsstrategi til at evaluere både teoretisk viden og praktiske færdigheder på tværs af alle emner. De studerendes forståelse af energisystemer, vedvarende energikilder, industrielle energistømme, energi i lokalsamfundet, energieffektivitet i bygninger, blå-grøn infrastruktur i byer, finansiel modellering, værdiansættelse af vedvarende energi, energikontrakter og forvaltning af emissionskvoter vil blive vurderet ved hjælp af flere metoder. Vurderingerne omfatter aktiv deltagelse, anvendte øvelser, projektarbejde samt skriftlige og mundtlige eksamener. Både formativ vurdering (løbende deltagelse, øvelser og feedback) og summativ vurdering (endelige bedømte afleveringer) er integreret for at understøtte læringsforløbet.

Evalueringskomponenter og dokumentation for opnåelse af læringsmål:

- *Deltagelse og engagement (vægtning 10 %).* Aktiv deltagelse i alle undervisnings- og læringsaktiviteter, herunder forelæsninger, workshops, seminarer, e-læringsøvelser,

casestudier, simuleringer og guidede diskussioner. Engagementet vil blive evalueret på baggrund af bidrag til diskussioner, samarbejde i gruppeaktiviteter og gennemførelse af interaktive øvelser.

- *Anvendte øvelser og minicases (vægtning 20 %).* Gennemførelse af praktiske øvelser såsom energikildesorteringsspil, energirevisioner i husholdninger, simuleringer af vedvarende energi, energieffektiviseringstiltag i bygninger og designopgaver inden for blå-grøn infrastruktur (test af LO6, LO7, LO8).
- *Gruppeprojekt (vægt 40 %).* Et samarbejdsbaseret analytisk projekt (ca. 3.000 ord) med fokus på et reelt eller simuleret energirelateret scenario, såsom optimering af energideling i lokalsamfundet, design af energieffektiviseringstiltag for en bygning eller vurdering af strategier for emissionskvoter. Rapporten skal omfatte dataanalyse, beslutningstagning og praktiske anbefalinger (test af LO11 – LO14).
- *Afsluttende skriftlige eller mundtlige eksamener (vægt 30 %).* Eksamenerne tester teoretisk viden og praktisk forståelse på tværs af alle modulets emner, herunder energisystemer, vedvarende energikilder, industrielle energistrømme, finansiell modellering, værdiansættelse, energikontrakter og emissionsstyring. Spørgsmålene kan være åbne spørgsmål, multiple choice-spørgsmål og scenariebaserede problemer, der evaluerer LO1-LO5, LO9 og LO10.

6.6 Bibliografi og værktøjer

6.6.1 Obligatorisk

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 Anbefalet

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

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

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

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

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

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

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

Xue, X., Wang, S., Chun, T., Xin, H., Xue, R., Tian, X., & Zhang, R. (2023). An integrated framework for industrial symbiosis performance evaluation in an energy-intensive industrial park in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 42056–42074.

<https://doi.org/10.1007/s11356-023-25232-0>

7. Kortfattet pensumskabelon – VU (EQF6)

Modulets titel: Miljøledelsessystemer (EMS)

EQF-niveau: 6

ECTS-point: 4 ECTS

Samlet arbejdsbyrde (timer): 100 timer

- Kontakttimer (forelæsninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 40 timer
- Vejledt selvstudium: 30 timer
- Projektarbejde: 30 timer

Udbydende institution: UNIVERSITY OF PATRAS (UPAT), Grækenland

7.1 Moduloversigt

Dette modul giver en avanceret introduktion til miljøledelsessystemer (EMS) og deres rolle i at understøtte organisatorisk bæredygtighed, overholdelse af regler og løbende forbedringer. Det fokuserer på den europæiske EMAS-forordning som den primære EMS-ramme, understøttet af offentligt tilgængelige ISO 14001-grundprincipper og den praktiske, trinvis vejledning i den amerikanske EPA EMS-model. Studerende udvikler en integreret forståelse af, hvordan EMS-rammer er struktureret, hvordan miljøaspekter og -påvirkninger identificeres og evalueres, hvordan overholdelsesforpligtelser og præstationsindikatorer fastsættes, og hvordan revisions- overvågnings- og gennemgangsprocesser sikrer løbende forbedringer. Dette fokus hjælper studerende med at se, hvordan EMS-værktøjer anvendes i virkelige situationer for at forbedre miljøpræstationen. Gennem omfattende praktisk brug af officielle EMAS-værktøjer – herunder værktøjet til miljøaspekter, værktøjet til dataindsamling og kerneindikatorer – samt EPA-regneark får de studerende praktiske færdigheder i at analysere miljøpræstationer og designe EMS-komponenter.

Modulet er designet til studerende på videregående uddannelser og fremtidige fagfolk inden for bæredygtighed, miljøledelse, fremme af industriel symbiose, rådgivning og compliance. Det hænger direkte sammen med modulet om industriel symbiose ved at tilvejebringe de operationelle og styringsmæssige mekanismer, der er nødvendige for at integrere symbiotiske praksisser i organisatoriske systemer. Forudgående viden om miljøledelse, lovgivningsmæssige rammer eller cirkulære økonomikoncepter er en fordel, men ikke et krav. Ved afslutningen af modulet vil de studerende være i stand til at forstå, sammenligne og anvende EMAS-, ISO- og

EPA-miljøledelsesmetoder og implementere de centrale elementer i et EMAS-system i mindre skala, hvilket forbereder dem på virkelige udfordringer inden for miljøledelse.

7.2 Læringsmål (LOs)

De tilsigtede læringsmål er opdelt i de tre EQF-domæner:

▪ **Viden.** *De studerende vil:*

1. demonstrere avanceret forståelse af EMS-principper, struktur og formål, herunder EMAS-krav (bilag I-IV) og offentligt tilgængelige ISO 14001-grundlæggende principper (LO1)
2. kritisk evaluere EMAS-, ISO 14001- og EPA EMS-rammerne og identificere deres forskelle med hensyn til krav, gennemsigthed, revision og ydeevne (LO2).

▪ **Færdigheder.** *De studerende kan:*

3. identificere og evaluere miljøaspekter og -påvirkninger ved hjælp af EMAS-metoder og -værktøjer (værktøj til miljøaspekter, bilag II-kriterier) (LO3)
4. udvikle EMS/EMAS-kerndokumentation, herunder miljøpolitik, mål, KPI'er, overensstemmelsesregistre, overvågningsplaner og operationelle kontroller (LO4)
5. anvende EMAS-værktøjer og EPA EMS-regneark til at fortolke miljødata, vurdere præstationsindikatorer og understøtte EMS-beslutningstagning (LO5).

▪ **Kompetencer (selvstændighed og ansvar).** *Studerende er i stand til at:*

6. selvstændigt planlægge og koordinere nøglefaser i EMAS-implementeringen, herunder evaluering af aspekter, overensstemmelsesvurdering, fastsættelse af KPI'er og overvågning (LO6)
7. udføre interne EMS-audits og bidrage til ledelsens gennemgangsprocesser, hvor de udviser ansvarlighed og fokus på løbende forbedringer (LO7)
8. kommunikere effektivt, formulere og forsvare evidensbaserede anbefalinger til forbedring af EMS over for forskellige interessenter, herunder ledelse og revisorer (LO8)
9. foreslå adaptive løsninger på almindelige implementeringsudfordringer eller manglende overensstemmelse inden for et EMS og begrunde valg baseret på EMAS-, ISO- og EPA-principper (LO9).

7.3 Vejledende læringsplan/leveringsplan

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
1	Hvad er EMS? Forståelse af konteksten	Forelæsning / workshop / e-læring	Hvad er EMS, hvorfor er det vigtigt, EMS i EU's bæredygtighed og industriel symbiose	LO1	EMAS-brugervejledning (introduktion); EPA EMS-oversigt	Interaktiv forelæsning; kontekstkortlægning; guidet diskussion
2	EMS-arkitektur og kernekomponenter (EMAS/ISO/EPA)	Forelæsning	EMS-struktur (politik → planlægning → implementering → kontrol → gennemgang); PDCA	LO1	EMAS-brugervejledning – EMS-struktur; EPA-siden "Grundlæggende EMS-komponenter"	Systemkortlægning; komponentopdeling
3	EMAS-grundlæggende (Del 1)	Forelæsning	Hvad er EMAS? EMAS-registrering; EMAS-bilag I-krav; merværdi ud over ISO	LO1, LO2	EMAS-forordningen (bilag I)	Vejledende læsning
4	EMAS-grundlæggende (Del 2): Aspekter og virkninger	Workshop	EMAS-bilag II-metodologi; betydningsvurdering; kortlægning af miljøaspekter	LO3, LO6	EMAS-værktøj til miljøaspekter; EMAS-bilag II	Praktisk brug af EMAS-aspektværktøjet; væsentlighedsvurdering
5	EMAS-værktøjer: Aspekter, indikatorer, data (praktisk øvelse)	Praktisk øvelse	Brug af EMAS-værktøjer: Aspektværktøj, dataindsamlingsværktøj, kerneindikatorer; forberedelse af EMAS-datasæt	LO3, LO4, LO5, LO6	EMAS-dataindsamlingsværktøj; vejledning til EMAS-kerneindikatorer	Skabelonbaserede øvelser; datatolkning

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
6	ISO 14001 Grundlæggende	Forelæsning	ISO High Level Structure (offentlig information); oversigt over klausuler; risikobaseret tænkning; forskelle fra EMAS	LO1, LO2	ISO 14001 Offentlig oversigt (iso.org); EPA "ISO-aligned EMS Guidance"	Konceptuel sammenligning; kortlægning af ISO-struktur
7	EPA EMS trin-for-trin guide (praktisk modul)	Workshop/laboratorium	EPA EMS trin 1–9: Politik → Aspekter → Juridiske aspekter → Mål → Implementering → Overvågning → Revision → Gennemgang → Forbedring	LO3, LO5, LO6	EPA EMS Implementeringsvejledning; EPA Arbejdsark	Praktisk udfyldelse af arbejdsark; scenarieøvelser

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
8	EMAS vs. ISO 14001 vs. EPA – Forskelle, styrker, værktøjer	Workshop	Side om side-sammenligning: krav, gennemsigtighed, indikatorer, revisioner, dokumentation	LO2, LO8, LO9	EMAS vs ISO-sammenligning (EU); EPA-siden "EMS-modeller"	Venn-diagram; struktureret sammenligning; gruppeanalyse
9	EMAS-implementering trin for trin (avanceret)	Workshop	Fuld EMAS-arbejdsgang: Politik → Aspekter → Overholdelse → KPI'er → Kontroller → Overvågning → Audit → Erklæring (bilag IV)	LO4, LO7, LO9	EMAS bilag III (revision) og bilag IV (erklæring)	Gruppeanalyse
10	Endeligt EMAS-projekt og integration	Projekt/vurdering	Projekt/vurdering	LO4, LO5, LO6, LO8, LO9	Alle EMAS-værktøjer; EPA EMS-arbejdsark	Dokumentationsworkshop

7.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Der anvendes en hybrid læringsmetode, der kombinerer synkrone og asynkrone tilgange. Synkrone sessioner (forelæsninger, seminarer, workshops) fremmer direkte interaktion, guidede diskussioner og problemløsning i realtid. Asynkron læring giver fleksibilitet ved at tilbyde kuraterede digitale materialer (EMAS-brugervejledning, EMAS-værktøjer, EPA-arbejdsark, ISO-offentlige resuméer) på læringsplatformen, hvilket muliggør selvstudium i eget tempo.

▪ *Vigtigste undervisningsmetoder*

- Interaktive forelæsninger, der introducerer EMS-koncepter, EMAS-struktur, ISO 14001-grundlæggende principper og EPA's trinvis vejledning.
- Casebaseret læring, hvor EMAS-værktøjer anvendes på virkelige eller realistiske organisatoriske scenarier.
- Praktiske laboratorieøvelser ved hjælp af EMAS-værktøjet til miljøaspekter, EMAS-værktøjet til dataindsamling, EMAS-kerneindikatorer og EPA-regneark.
- Workshops og simulationer, såsom simulerede audits, simulationer af ledelsesgennemgang og udarbejdelse af miljøredegørelser.
- Gruppearbejde, der understøtter peer learning gennem værktøjsbaserede opgaver (aspektanalyse, fastsættelse af KPI'er, kortlægning af overholdelse).
- Projektbaseret læring, der kulminerer i udviklingen af et komplet EMAS-minisystem.

Disse metoder fremmer både konceptuel forståelse og praktisk kompetence i implementeringen af EMS/EMAS.

▪ *Tilgange og metoder, der understøtter aktiv læring og praktisk anvendelse af viden*

Synkron læring er velegnet til at skabe øjeblikkeligt engagement hos undervisere og studerende og hurtigere udveksling af information, hvilket bidrager til at opbygge et fællesskab og afklare misforståelser. Desuden er asynkron læring mere fleksibel. Den giver de studerende mere tid til at udforske og engagere sig i materialet og giver adgang til en bredere vifte af studerende.

7.5 Evalueringsmetoder og dokumentation

Evalueringskomponenter og dokumentation for opnåelse af læringsmål

De består af:

- *deltagelse og engagement (vægt 10 %),*
- *et praktisk gruppeprojekt (vægtning 30 %) og*
- *en afsluttende skriftlig eksamen (vægtning 60 %).*

Deltagelse afspejler de studerendes aktive engagement i forelæsninger, seminarer, workshops og værktøjsbaserede øvelser ved hjælp af officielle EMAS-værktøjer og EPA EMS-arbejdsark.

Gruppeopgave en kræver, at de studerende i fællesskab designer et kortfattet EMAS-minisystem til en reel eller hypotetisk organisation, hvor de anvender nøgleelementer, der er introduceret i de 10 enheder, samtidig med at de bevarer fleksibilitet i struktur og dybde i henhold til den specifikke organisatoriske kontekst, de vælger. Den afsluttende skriftlige eksamen evaluerer de studerendes forståelse af EMS- og EMAS-principper, ISO 14001-grundlæggende principper (ved hjælp af offentligt tilgængelige kilder), forskellene mellem EMAS-, ISO- og EPA-modellerne samt deres evne til at analysere scenarier eller fortolke miljøaspekter, indikatorer eller overensstemmelsesdata. Sammen sikrer disse komponenter, at de studerende demonstrerer både teoretisk viden og praktisk kompetence i implementeringen af centrale EMS/EMAS-processer.

7.6 Bibliografi og værktøjer

7.6.1 Obligatorisk

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

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

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

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

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

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

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

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

7.6.2 Anbefalet

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

7 Pensa for erhvervsuddannelsesmoduler

1. Kortfattet pensumskabelon – EUV (EQF5)

Modulets titel: Rammerne for industriel symbiose (IS)

EQF-niveau: 5

ECVET-point: 2 til 3 ECVET

Samlet arbejdsbyrde (timer): 50-75

- Kontakttimer (input, seminarer, workshops osv.): 42-56 timer
- Vejledt selvstudie: 4-9
- Projektarbejde: 4-10

Undervisningsinstitution: IN DIALOGUE DENMARK, Danmark.

1.1 Moduloversigt

Dette modul introducerer deltagerne til de grundlæggende begreber og praktiske anvendelser af **cirkulær økonomi (CE)** og **industriel symbiose (IS)** inden for produktion og fremstilling.

Det er specielt designet til ledere, koordinatore og facilitatorer inden for cirkulær økonomi og industriel symbiose, og giver dem de nødvendige ledelseskompetencer.

Dette modul introducerer deltagerne til industriel symbiose (IS) fra et praktisk og menneskecentreret erhvervsuddannelsesperspektiv. Det ser på de kompetencer, der er nødvendige for en CE/IS-leder/facilitator. Modulet søger desuden at opbygge forståelse for IS i hverdagen ved at inddrage interessenter gennem dialog, anerkende kulturelle katalysatorer og barrierer og støtte innovation inden for teams og netværk. Der lægges vægt på indledende faciliteringsfærdigheder baseret på reelle organisatoriske kontekster.

Det fungerer som en grundlæggende komponent i SymbioTech-uddannelsesforløbet og forbereder deltagerne til de næste moduler om digital industriel symbiose og miljøledelsessystemer.

En generel forståelse af bæredygtighed eller industrielle processer er nyttig, men ikke påkrævet. Grundlæggende analytiske færdigheder og interesse for samarbejdsbaseret problemløsning understøtter et effektivt engagement i modulets teoretiske og praktiske komponenter.

Efter afslutningen vil SymbioTech-ledere og facilitatorer være i stand til at observere, dokumentere og analysere materiale- og energistrømme inden for industrielle faciliteter samt være i stand til at facilitere innovation inden for forskellige teams og netværk.

1.2 Læringsmål (LOs)

De tilsigtede læringsmål er opdelt i de tre EQF-domæner:

▪ **Viden.** *Studerende vil:*

1. forstå principperne for industriel symbiose (IS) og cirkulær økonomi (CE) (LO1)
2. have en forståelse af typiske ressource-, energi-, vand- og materialestrømme i små og mellemstore virksomheder (SMV'er) (LO2)
3. have viden om IS' facilitatorer og barrierer (organisatoriske, kulturelle, lovgivningsmæssige) (LO3),
4. kende rollen og kernekompetencerne hos IS-facilitatorer, IS-ledere, teamledere osv. (LO4)
5. have tilegnet sig viden om facilitering af tværfaglige teams med høj grad af mangfoldighed samt om innovative processer (LO5).

▪ **Færdigheder.** *Studerende kan:*

6. identificere og dokumentere materiale-/energistrømme ved hjælp af enkle værktøjer (SankeyMATIC) (LO6)
7. identificere kulturelle, organisatoriske og lovgivningsmæssige fremmede faktorer og barrierer i deres egen kontekst (LO7),
8. genkende de kernekompetencer, der er nødvendige for at lede og/eller facilitere IS (LO8),
9. opbygge tillid og forståelse i tværfaglige og mangfoldige teams (LO9),
10. facilitere enkle innovative og idéskabende processer inden for teams og netværk (LO10).

▪ **Kompetencer (autonomi og ansvar).** *Studerende er i stand til at:*

11. tage ansvar for IS-udforskningsopgaver i den tidlige fase (LO11)
12. forholde sig til muligheder og barrierer på organisationsniveau for at støtte ledere i deres beslutningstagning (LO12)
13. kontinuerligt forbedre egne kompetencer som IS-leder/facilitator gennem reflektiv praksis (LO13)
14. facilitere meningsskabende processer internt og inden for IS-netværk, der er kendetegnet ved stor mangfoldighed (LO14)
15. balancere mangfoldighed og psykologisk sikkerhed for at sikre innovation og idégenerering (LO15).

1.3 Vejledende læringsplan/leveringsplan

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
1	Introduktion til IS og CE og deres historie. Introduktion til kortlægning af energi- og materialestrømme	Input Workshop	Oversigt over cirkulær økonomi og industriel symbiose, definition af IS. Fra IS-eksemplet Kalundborg i 1960'erne til digital IS i 2020'erne. Kortlægning af energi- og materialestrømme med Sankey MATIC	LO1, LO2, LO6, LO11	Nolan (2020) SankeyMATIC Software-tutorials QGIS Software-tutorials	Interaktivt input med guidet diskussion om I, CE og bæredygtighedsundersøgelser. Casestudier med succeser og fiaskoer inden for IS Interaktivt input om kortlægning af energi- og materialestrømme Instruktion i hjemmearbejde (SankeyMATIC-kortlægning af energi- og materialestrømme)
2	Facilitatorer og barrierer, forståelse af organisatorisk og kulturel kontekst, EU-politik og finansieringsmuligheder	Input Workshop	Et indledende kig på den menneskelige faktor, der gør SI mulig. Forståelse af organisationskultur og national kultur, og hvordan disse interagerer med de grundlæggende principper for SI. Kendskab til EU- og national politik samt finansieringsmuligheder	LO3, LO7, LO12	Mathews (2024) Den europæiske grønne aftale IS-casestudier	Præsentation af hjemmeopgave Interaktivt input om organisatorisk og national kultur efterfulgt af gruppediskussioner om egne cases Seminarbaseret introduktion til EU-lovgivning og finansieringsmuligheder Gruppearbejde om egen lovgivnings- og finansieringskontekst. Præsentation af gruppearbejde.

A/A	Enhed/sektionstitel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
3	IS-leders og facilitators kompetencer, rolle og ansvar. Kortlægning af interne og eksterne interessenter	Input Workshop	Yderligere undersøgelse af den menneskelige faktor i SI. Identificering af forskellige organisatoriske roller inden for SI samt de kompetencer, der kræves for hver rolle. Desuden indledende kortlægning af potentielle partnere. Hvornår skal de forskellige kompetencer anvendes som sælger, netværker, leder, projektleder, fundraisere, facilitator. Selvrefleksion: Er jeg den rigtige person i den rigtige position, og hvad skal jeg udvikle?	LO4, LO8, LO13	Lasthein et al. (2021) Mortensen & Kørnøv (2019)	Interaktivt input om IS-roller og tilknyttede kompetencer. Gruppearbejde med kortlægning af forskellige positioner inden for og uden for organisationen i relation til IS samt indvirkning på forskellige dele af organisationen. Gruppeprojektpræsentation Selvrefleksion over egne IS-kompetencer.

A/A	Enhed/sektionstitel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
4	Inklusion, mangfoldighed og psykologisk tryghed. Fremme af tværfaglig dialog	Input Workshop	Facilitering af teams og grupper i en IS-kontekst. Forståelse af vigtigheden af mangfoldighed i forhold til professioner, køn, alder osv. samt psykologisk tryghed. Øvelse i grundlæggende dialog- og faciliteringsfærdigheder, opbygning af forståelse samt fremme af nytænkning.	LO5, LO9, LO14	Edmonson & Roloff (2009) Gallo (2023) Kepinski & Nielsen (2022) Pentland (2014) Rock et al. (2016)	Interaktivt input om facilitering af teams og netværk. Praktisk session (konkrete øvelser og rollespil). Feedback fra kursuslederen. Instruktion om mundtlig eksamen.
5	Facilitering af innovation Evaluering	Input Workshop	Forståelse af inkrementel vs. radikal innovation Faktorer, der muliggør innovation Fremme af innovative processer internt i organisationen og eksternt i netværket	LO5, LO10, LO15	Darsø (2001) Høyrup (2010)	Interaktivt input om innovation og hvordan man fremmer innovation i teams. Praktisk session (konkrete øvelser og rollespil). Feedback fra kursuslederen. Mundtlig eksamen.

1.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Modulerne vil primært være baseret på face-to-face-undervisning, suppleret med opgaver, der skal udføres mellem modulerne, primært inden for deres egen organisation. Den face-to-face-tilgang giver de studerende mulighed for at udvikle de kompetencer, der er nødvendige på arbejdspladsen, og få direkte feedback på deres præstationer fra deres medstuderende og underviseren.

Modulet vil blive understøttet af en digital platform til asynkron læring, hvor de studerende kan få adgang til materialer, som underviserne stiller til rådighed. Materialet på den digitale platform vil primært bestå af litteratur og præsentationer, der beskriver teoretiske emner.

▪ *Vigtigste undervisningsmetoder*

Der vil blive anvendt flere centrale undervisningsmetoder i løbet af modulerne, såsom interaktive input med guidede diskussioner, casestudier, gruppediskussioner, gruppeprojektarbejde, rollespil og simulationer, individuel refleksion og opgaver, der skal udføres mellem modulerne i egen organisation.

▪ *Tilgange og metoder, der understøtter aktiv læring og praktisk anvendelse af viden*

Ansigt til ansigt-undervisning er velegnet til at skabe engagement mellem undervisere og studerende og til at sikre, at teorien opfattes som relevant i den daglige arbejdspraksis. På trods af den teoretiske baggrund vil undervisningen være meget praktisk. Kurset vil bestå af en blanding af korte teoretiske input, konkrete øvelser og gruppediskussioner. Inputtet vil give teoretisk viden til en omfattende forståelse af IS-principperne, -elementerne og -praksis. Den bedste måde at lære at facilitere IS-processer på er at relatere teorien til de konkrete realiteter i de forskellige organisationer, at afprøve værktøjerne i det virkelige liv og få egne erfaringer, reflektere over dem. Udgangspunktet for input og diskussioner vil således være de arbejdsmæssige udfordringer og spørgsmål, som gruppen bringer med sig. Modulerne afsluttes ligeledes med konkrete opgaver, der hjælper de studerende med at afprøve nye ideer derhjemme. Desuden giver ansigt til ansigt-undervisning kombineret med gruppediskussioner, rollespil og simulationer de studerende mulighed for at danne et fællesskab, hvor peer-learning kan finde sted. Det er facilitatorens rolle at sikre, at der kommer forskellige stemmer til orde, så kompleksiteten af IS-spørgsmål vises fra forskellige køn, aldersgrupper, professioner, kulturelle baggrunde osv.

78

1.5 Bedømmelsesmetoder og dokumentation

Modulet anvender en blandet bedømmelsesstrategi, der kombinerer de studerendes aktive deltagelse og engagement, præsentation af gruppeopgaver og mundtlig eksamen for at evaluere både de studerendes teoretiske viden om IS-konceptet og deres praktiske evne til at udvikle bæredygtige IS-rammer samt facilitere dialog mellem en bred vifte af interessenter. Evalueringen vil ikke kun være summativ (endelige bedømte afleveringer), men også formativ (løbende deltagelse og feedback fra medstuderende og underviser under alle de vigtigste undervisningsmetoder) for at understøtte læringsforløbet.

Evalueringskomponenter:

- *Deltagelse og engagement (vægt 40 %).* Aktiv deltagelse i alle anvendte undervisningsmetoder, såsom input, diskussioner i plenum, rollespil og simulationer
- *Gruppe- og individuel projektpræsentation (vægt 30 %).* Præsentation af gruppearbejde under modulerne samt præsentation af individuelle opgaver, der er udført mellem modulerne.
- *Afsluttende mundtlig eksamen (vægt 30 %).* Der afholdes en afsluttende mundtlig eksamen for at vurdere, om den studerende har opnået læringen i modulet, relateret til egen organisatoriske kontekst, herunder en plan for egen udvikling som IS-leder eller facilitator. Eksamen tester teoretisk viden, forståelse af politikker samt praktiske kompetencer.

1.6 Bibliografi og værktøjer

1.6.1 Obligatorisk

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

Mathews, S. (2024) Metaphors of Organizations: Beyond the Machine.
<https://www.leadingsapians.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](https://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 Anbefalet

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

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

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

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

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

2. Kortfattet pensumskabelon – EUV (EQF5)

Modulets titel: Principper for livscyklusvurdering til vurdering af de miljømæssige fordele og ulemper ved at dele ressourcer

EQF-niveau: 5

ECVET-point: 2 til 3 ECVET

Samlet arbejdsbyrde (timer): 50-75

- Kontakttimer (input, seminarer, workshops osv.): 42-56 timer
- Vejledt selvstudie: 4-9
- Projektarbejde: 4-10

81

Udbydende institution: HANDELSKAMMERET OG INDUSTRI VRATSA SDRUZHENIE (CCI VRATSA), Bulgarien.

2.1 Moduloversigt

Dette modul giver deltagerne den nødvendige viden og de praktiske færdigheder til at anvende livscyklusvurdering (LCA) som et beslutningsstøtteværktøj inden for cirkulær økonomi (CE) og industriel symbiose (IS). Det introducerer livscyklus-tankegangen og den nyeste udvikling inden for LCA-anvendelser, efterfulgt af en oversigt over ISO 14000-familien af miljøledelsesstandarder og en fokuseret introduktion til ISO 14040/14044-metodologien og vigtige bæredygtighedsindikatorer såsom miljøaftryk (EF 3.1), livscyklusomkostninger (LCC) og social LCA.

Modulet leveres i et intensivt 4-5 ugers blandet format og kombinerer fysiske workshops, online-seminarer, e-læring og mentorstyret projektarbejde. Deltagerne lærer at modellere og fortolke miljøpåvirkninger ved hjælp af openLCA, vurdere kompromiser og identificere forbedringsmuligheder på tværs af produktsystemer. Modulet knytter livscyklus-tankegangen sammen med bredere bæredygtighedsrammer, herunder den europæiske grønne aftale og FN's mål for bæredygtig udvikling.

Deltagerne udvikler systemtænkning, etisk bevidsthed og kommunikationsevner. Der kræves ingen forudgående modulafslutning, men det er en fordel at have grundlæggende kendskab til bæredygtighed eller industrielle processer.

Ved afslutningen af modulet kan deltagerne selvstændigt gennemføre en forenklet LCA, støtte bæredygtighedsrapportering og bidrage til informeret beslutningstagning i SMV- og CE/IS-miljøer. Læringsresultaterne er i overensstemmelse med ESCO- og GreenComp-kompetencer.

2.2 Læringsmål (LOs)

De tilsigtede læringsmål er opdelt i de tre EQF-domæner viden, færdigheder og kompetence (autonomi og ansvar):

▪ **Viden.** *Studerende vil:*

1. forstå de fire faser i en LCA i henhold til ISO 14040/14044 (definition af mål og omfang, livscyklusopgørelse, vurdering af livscykluspåvirkning, fortolkning) (LO1),
2. forstå strukturen og formålet med centrale miljøindikatorer (f.eks. EF 3.1-metodologi) og deres rolle i ledelsesbeslutninger og bæredygtighedsrapportering (LO2),
3. genkende, hvordan LCA fungerer inden for bredere bæredygtighedsstrategier (f.eks. cirkulære økonomimodeller og målene for bæredygtig udvikling), og forklare sammenhængen mellem rammerne for cirkulær økonomi, målene for bæredygtig udvikling og livscyklus-tankegangen (LO3),
4. fortolke miljømæssige, økonomiske og sociale præstationsindikatorer ved hjælp af LCA-baserede værktøjer til at sammenligne bæredygtighedspåvirkningen af produkter eller processer (LO4)
5. identificere den politiske relevans af LCA-resultater, især i relation til den europæiske grønne aftale og EU's handlingsplan for cirkulær økonomi (LO5).

▪ **Færdigheder.** *Studerende kan:*

6. Indsamle og organisere de nødvendige data (f.eks. styklister og procesdata) til opbygning af en LCA-model og sikre datakvalitet og fuldstændighed (LO6).
7. Bruge openLCA-softwaren til at udføre livscyklusvurderinger – herunder ved hjælp af guiden "Quick LCA" til forenklede tilfælde – og modellere scenarier for cirkulær økonomi eller industriel symbiose for at vurdere miljøpåvirkninger (LO7)
8. Analysere og fortolke LCA-resultater til støtte for bæredygtig produktion og forretningsmæssig beslutningstagning, identificere hotspots og muligheder for forbedring (LO8)
9. Inkorporere grundlæggende livscyklusomkostningsberegninger (LCC) og sociale LCA-tilgange (S-LCA) for at evaluere økonomiske og sociale dimensioner sammen med miljøpåvirkninger for en mere holistisk bæredygtighedsvurdering (LO9)

10. Oversætte tekniske LCA-resultater til klar visuel og verbal kommunikation (rapporter, præsentationer), der er skræddersyet til forskellige interessenter og beslutningstagere (LO10).

▪ **Kompetencer (autonomi og ansvar).** Studerende er i stand til at:

11. Arbejde selvstændigt og metodisk med LCA-opgaver og tage ansvar for datanøjagtighed, korrekt metodik og korrekt fortolkning af resultater (LO11)
12. Tage initiativ til at kontekstualisere LCA-resultater inden for bredere bæredygtigheds- og forretningsmål og identificere muligheder for at bruge LCA i organisatoriske forbedringer og compliance-indsatser (LO12).
13. Kommunikere LCA-resultater på en ansvarlig og transparent måde, hvor usikkerheder, begrænsninger og systemgrænser i analysen klart anerkendes (LO13)
14. Demonstrere systemtænkning og etisk bevidsthed ved evaluering af miljømæssige, økonomiske og sociale påvirkninger under hensyntagen til bæredygtighedsudfordringernes indbyrdes sammenhæng (LO14)
15. Reflektere kritisk over kompromiser, interessenters perspektiver og værdikonflikter, der er forbundet med overgangen til cirkulær økonomi, og afveje disse faktorer, når der gives anbefalinger (LO15).

2.3 Vejledende læringsplan/leveringsplan

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
1	Grundlæggende om LCA og CE/IS	Ansigt til ansigt, Bootcamp	Livstidscyklus-tankegang og bæredygtighedskontekst; LCA i cirkulær økonomi og industriel symbiose; aktuelle politiske og industrielle anvendelser; ISO 14000-rammeverk og ISO 14040/14044; LCA-principper, funktionel enhed og systemgrænser.	LO1, LO3, LO5, LO14	Oversigt over ISO 14000-familien (udvalgte uddrag); uddrag fra ISO 14040/44; EC Green Deal	Interaktiv forelæsning, guidet diskussion, software-demo, praktisk øvelse.
2	Dataindsamling og LCI-modellering	Online-seminar, e-læring, mentoring	BoM- og LCI-dataindsamling; datakvalitet; LCI-databaser; opbygning af produktsystemer i openLCA; håndtering af datahuller	LO6, LO7, LO11	BoM-skabelon; LCI-tutorials; eksempler på datasæt; openLCA Begynderguide	Selvstudium, arbejdsopgaver, mentorcheck.
3	LCIA og fortolkning	Live webinar + anvendt praksis	EF 3.1-metode; midtpunkts-/slutpunktsindikatorer; LCIA-udførelse; hotspot-analyse; sammenligning af cirkulære og lineære scenarier; introduktion til LCC og S-LCA	LO2, LO4, LO8, LO9, LO12, LO15	EF 3.1-metodedokumenter; Valdivia et al. (2021)	Gennemgang af software; analyse af casestudier; diskussion med kolleger.

A/A	Enheds titel	Sessions type	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Pædagogisk teori	Anbefalede metoder
4	LCA-projektudvikling og peer review	Mentorstyret projektarbejde + online workshop	Færdiggørelse af LCA-model; fortolkning af resultater; forbedringsmuligheder; udarbejdelse af 5-siders resumé; peer review-session	LO4, LO8, LO10, LO11, LO12, LO13, LO15	Fortolkningsskabelon; præsentationscheckliste	Uafhængigt projektarbejde; mentor-møder; struktureret peer-feedback.
5	Afsluttende vurdering	Hybrid vurdering	Indsendelse af model og rapport; afsluttende præsentation; mundtligt forsvar	LO10, LO11, LO12, LO13, LO14, LO15	LCA-modelfil; diaspræsentation; vurderingsskema	Summativ vurdering; mundtlig eksamen.

2.4 Undervisnings- og læringsmetoder

Dette modul leveres i et blandet format, der integrerer en indledende bootcamp med fysisk fremmøde, online-seminarer, e-læring og mentorstyret projektarbejde. Den pædagogiske tilgang lægger vægt på aktiv, praksisorienteret læring gennem interaktive forelæsninger, guidede diskussioner, praktisk træning i openLCA og case-studier fra den virkelige verden. Deltagerne gennemfører et anvendt LCA-projekt og modtager ugentlig mentorstøtte.

Denne blandede, anvendte tilgang opbygger den autonomi, problemløsningsevne og analytiske kompetence, der forventes på EQF-niveau 5.

Modulet følger inkluderende undervisningsprincipper og sikrer tilgængeligheden af digitale materialer, vurderinger og læringsaktiviteter.

2.5 Bedømmelsesmetoder og dokumentation

Evalueringen i dette modul er integreret i det praktiske projektarbejde for at kunne vurdere opnåelsen af læringsmålene på en autentisk måde. Evalueringsstrategien omfatter både formative og summative komponenter med vægt på at demonstrere LCA-kompetencer fra den virkelige verden:

Formativ vurdering: Gennem hele modulet modtager de studerende løbende feedback på deres fremskridt. Mentorerne gennemgår udkast til arbejde (såsom LCA-omfangsdefinitioner, foreløbige datasæt og foreløbige resultater) og giver vejledning. Peer-feedback-sessionen i uge 9 er også en formativ mulighed for de studerende til at finpudse deres præsentationer og uddybe deres forståelse i et miljø med lav risiko. Selvom formative aktiviteter ikke bedømmes, er de afgørende for læring og forberedelse.

Summativ vurdering: Den formelle evaluering finder sted i uge 10 og består af tre dele:

- **LCA-projektindsendelse (ca. 50 % vægtning):** Hver studerende indsender et komplet LCA-projektdossier. Dette omfatter **openLCA-projektfilen** (eller eksporteret pakke) med en fuldt defineret model (der dokumenterer den funktionelle enhed, systemgrænsen, inventardata, den valgte konsekvensvurderingsmetode og eventuelle antagelser). Modellen kan ledsages af en kort skriftlig rapport eller kommenterede præsentationsslides, der opsummerer studiets omfang, metodologi og vigtigste resultater. Denne komponent vurderer den studerendes tekniske evne til at gennemføre en LCA og udarbejde den nødvendige dokumentation.
- **Præsentation (ca. 20 %):** De studerende holder en kortfattet **præsentation** (ca. 5 slides), der formidler LCA-projektet til et publikum. Dette tester evnen til at destillere og præsentere information klart – omfattende mål og omfang, vigtige resultater (f.eks. de største bidrag til påvirkningen), fortolkning, herunder eventuelle sammenligninger eller forbedringsscenarier, og praktiske anbefalinger. Her vurderes kommunikationsklarhed, visuel effektivitet og fokus på beslutningsrelevante indsigter.
- **Mundtligt forsvar (ca. 30 %):** Umiddelbart efter præsentationen deltager de studerende i en **mundtlig eksamen** (en struktureret spørgerunde eller "viva voce"). Bedømmeren undersøger den studerendes forståelse af sit arbejde ved at bede om begrundelse for valg

(f.eks. hvorfor bestemte data, effektmetoder eller antagelser blev brugt), fortolkning af specifikke resultater (især i relation til EF 3.1-effektkategorier) og implikationer af resultaterne. De studerende kan også blive spurgt om begrænsninger i deres studie og om, hvordan de har håndteret usikkerheder (i relation til LO13). Denne komponent evaluerer dybden af forståelsen, kritisk tænkning og evnen til at formulere og forsvare arbejdet – noglekompetencer på EQF5.

Hvis det er relevant, kan der også anvendes *et element med feedback fra medstuderende* (uden karakter), hvor medstuderende udfylder en feedbackformular eller en rubrik for hver præsentation. Dette fremmer refleksiv praksis, men har ikke direkte indflydelse på karaktererne.

Evalueringsbevis: For at bestå modulet skal de studerende fremlægge **konkret bevis** for deres kompetencer. Dette omfatter:

- *OpenLCA-modelfilen* (eller eksporteret arkiv) indeholdende alle modeldata, som demonstrerer korrekt opsætning og udførelse af en LCA-undersøgelse.
- En *præsentationsfil* (PDF med dias eller rapport), der kortfattet kommunikerer LCA-processen og resultaterne.
- En *optagelse eller liveobservation* af den mundtlige forsvare, der dokumenterer den studerendes evner til at forklare og argumentere.
- En udfyldt *vurderingsrubrik* eller evalueringsformular fra underviseren, der dokumenterer præstationen i forhold til hvert kriterium (f.eks. teknisk nøjagtighed, anvendelse af standarder, kommunikationskvalitet og analytisk indsigt).
- (Valgfrit) *Peer feedback-formularer* eller den studerendes selvrefleksionsnoter, som bruges i læringsprocessen og kan inkluderes som en del af en portfolio.

87

Både projektartefakten og den mundtlige præstation skal opfylde minimumsstandarden for kvalitet. Bedømmelseskemaet er afstemt med læringsresultaterne for at sikre retfærdighed og gennemsigtighed. Eleverne skal vise kompetence inden for hvert hovedområde (tekniske LCA-færdigheder, analyse/fortolkning og kommunikation) for at opnå de fulde 3 ECVET-point og SymbioTechs digitale badge "**EcoFootprint Assessor**" for dette modul.

2.6 Bibliografi og værktøjer

2.6.1 Peer-reviewed artikler

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 EU-politik og institutionelle rapporter

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 Internationale standarder (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 Software og databaser

GreenDelta. (2023). *openLCA* (Version 1.11) [Software]. <https://www.openlca.org>

GreenDelta. (2023). *openLCA Nexus* [Database platform]. <https://nexus.openlca.org>

Ecoinvent Association. (2023). *Ecoinvent database* (Version 3.8) [Life cycle inventory database]. <https://www.ecoinvent.org>

SankeyMATIC. (2023). *SankeyMATIC* [Web-based software]. <https://sankeymatic.com>

2.6.5 Valgfri/supplerende ressourcer

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. Kortfattet pensumskabelon – EUV (EQF5)

Modulets titel: Interorganisationelle relationer

EQF-niveau: 5

ECVET-point: 2 til 3 ECVET

Samlet arbejdsbyrde (timer): 65

- Kontakttimer (input, seminarer, workshops osv.): 45 timer
- Vejledt selvstudium: 20

Udbydende institution: EXEO LAB S.R.L. (Exeo Lab), Italien.

3.1 Moduloversigt

89

Dette modul giver de studerende de praktiske færdigheder, der er nødvendige for at indlede og fremme samarbejde mellem organisationer inden for industrielle symbioseøkosystemer (IS). Målet er at forbedre færdighederne hos fremtidige SymbioTech-ledere, erhvervsuddannelsesstuderende og fagfolk, der arbejder i industrien, kommunerne eller miljøsektoren, så de kan finde relevante partnere, skabe tillid og fremme samarbejde om udveksling af ressourcer i en tidlig fase.

Modulet dækker vigtige emner såsom profilering og kortlægning af interesser, kommunikations- og tillidsskabende strategier, konflikt- og modsætningshåndtering, centrale forhandlingsmetoder og udarbejdelse af enkle samarbejdsaftaler (f.eks. aftalememoranda). Modulet er opbygget **over fem uger** og består af ti kortfattede læringsenheder, der er organiseret i en progressiv og praksisorienteret rækkefølge. Dette design følger en kompetencebaseret erhvervsuddannelsesstilgang, der kombinerer korte teoretiske input med kontinuerlig anvendelse, refleksion og færdighedstræning. Hver uge fokuserer på et sammenhængende tematisk område og fører til konkrete læringsresultater, der bidrager til et afsluttende partnerengagementsprojekt. Strukturen er tilpasset erfaringsbaserede og mikrolæringsprincipper, hvilket sikrer kognitiv bæredygtighed, effektiv færdighedstilegnelse og stærk læringsoverførsel til professionelle sammenhænge.

Praktiske seminarer og rollespilsøvelser giver de studerende mulighed for at øve sig i kommunikation, mødefacilitering og overbevisende teknikker i virkelige situationer.

Dette modul er primært rettet mod **erhvervsuddannelsesstuderende og fagfolk**, der arbejder inden for cirkulær økonomi, miljøtjenester, industriel drift eller lokal udvikling. Det fokuserer på den indledende viden, der præsenteres i *modul 1: Rammer for industriel symbiose*, især på IS-koncepter og relevans for interessenter. Det forbereder også de studerende på succesfulde moduler, der dækker digitale teknologier, miljøledelse og avanceret partnerskabskoordinering.

Der kræves ingen formelle kvalifikationer, men det anbefales, at man har erfaring med bæredygtighed, grundlæggende kommunikationsevner eller organisationsdynamik.

3.2 Læringsmål (LOs)

▪ **Viden.** De studerende vil:

1. forstå dynamikken i interorganisatorisk samarbejde inden for industriel symbiose (IS), herunder hvordan man identificerer og profilerer typiske partnertyper (SMV'er, forsyningsselskaber, kommuner, affaldsoperatører). Udvikle en forståelse for komplekse bæredygtighedsproblemer og deres udvikling, idet man erkender, at systemkomponenter opfører sig forskelligt, når de analyseres isoleret i forhold til inden for det bredere system (LO1).
2. kende principperne for opbygning af tillid, afstemning af interesser og samarbejdsadfærd i miljøer med flere interessenter (LO2)
3. genkende almindelige kilder til modstand mod forandring og forstå adfærdsstrategier til at tackle og mindske modstand i tidlige IS-initiativer (LO3)
4. forstå strukturen, formålet og de væsentlige komponenter i et grundlæggende aftalememorandum (MoU) til skitsering af samarbejdsvilkår (LO4),
5. være fortrolig med de grundlæggende principper for forhandling, overbevisende kommunikation og lobbyvirksomhed inden for forretningspartnerskaber, der er relevante for industriel symbiose (LO5).

▪ **Færdigheder.** Studerende kan:

6. kortlægge og dokumentere interessenter ved hjælp af enkle værktøjer (f.eks. skabeloner, matricer) og identificere deres interesser, indflydelse, potentielle bidrag og barrierer, der er relevante for industrielle symbioseinitiativer (LO6)
7. kommunikere professionelt i skriftlig og mundtlig form, herunder udarbejde outreach-e-mails, udvikle dagsordener til møder, gennemføre opdagelsessamtaler og forberede besøg hos potentielle partnere (LO7)
8. facilitere samarbejdsaktiviteter i den tidlige fase ved at lede indledende drøftelser, styre interaktioner i små grupper og støtte dialogen mellem forskellige organisatoriske aktører (LO8)

9. anvende grundlæggende forhandlings- og overtalelseteknikker til at adressere bekymringer, håndtere indvendinger og fremme fælles forståelse blandt potentielle IS-partnere (LO9)
10. udarbejde et simpelt aftalememorandum (MoU), der klart skitserer roller, forventninger, potentielle ressourceudvekslinger, risici og gensidige fordele (LO10)
11. bruge tillidsskabende, aktiv lytning og omformuleringsmetoder til at påvirke og engagere tøvende eller skeptiske partnere og styrke samarbejdsdynamikken i den tidlige fase (LO11).

▪ **Kompetencer (autonomi og ansvar).** Studerende er i stand til at:

12. tage ansvar for planlægning og gennemførelse af partnerudviklingsaktiviteter, herunder forundersøgelser, mødeforberedelse og rettidig opfølgning (LO12)
13. forudse mulig modstand eller misforståelser under udvekslinger mellem organisationer og tilpasse kommunikationsstrategier for at opretholde tillid, klarhed og konstruktivt engagement (LO13).
14. repræsentere deres organisation professionelt, etisk og diplomatisk i interaktioner med eksterne interessenter og sikre transparent og respektfuld kommunikation (LO14)
15. eskalere komplekse, følsomme eller juridiske spørgsmål til vejledere eller projektledere, samtidig med at de selvstændigt opretholder momentum i de tidlige samarbejdsprocesser (LO15).
16. engagere sig proaktivt med partnere ved at udvise initiativ, vedholdenhed og refleksiv praksis for at styrke samarbejdets effektivitet i IS-sammenhænge (LO16).

3.3 Vejledende læringsplan / leveringsplan

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
1	U.1 Introduktion til interorganisatoriske relationer i IS	Teori + workshop	Oversigt over IS-partnerskaber; forståelse af partnertyper (SMV'er, forsyningsselskaber, kommuner, affaldsoperatører); introduktion til komplekse bæredygtighedsproblemer og systemadfærd ("komponenter opfører sig forskelligt isoleret set i forhold til systemet")	LO1, LO3	Casestudier (f.eks. øko-industriparker, ECO3)	Interaktiv forelæsning; guidet diskussion; indledende scenarieanalyse.
	U.2 Kortlægning af interessenter og engagementsteori	Teori + workshop	Teori om inddragelse af interessenter (Freeman-modellen, salience-modellen, interesse-/indflydelsesmatricer); kortlægning af aktørernes interesser, indflydelse, motivationer og barrierer; identificering af samarbejdspotentialer i IS-økosystemer.	LO1, LO2, LO6, LO8	Skabeloner til kortlægning af interessenter; IS-casestudier	Interaktivt teoriinput; praktisk kortlægningslaboratorium; øvelser i små grupper.
2	U.3 Tillidsskabende kommunikationsstrategier	Input + rollespil	Relationsopbygning i miljøer med flere interessenter; kommunikationsstile; tillid og gensidighed; rammesætning og aktiv lytning. Anvendelse på IS-interaktioner i tidlige faser.	LO2, LO7, LO8, LO11	Kommunikationsværktøjskasser: korte tekster om opbygning af tillid	Rollespilssimulationer; feedback fra kolleger; guidet diskussion.

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
	U.4 Modstand mod forandring og overtalelseteknikker	Workshop	Typer af organisatorisk og adfærdsmæssig modstand; håndtering af indvendinger; overtalelses- og påvirkningsstrategier; omformulering af fordele for tøvende partnere.	LO3, LO9, LO11	Modstandsscenariepakke	Casebaserede simulationer; mikroøvelser; feedback fra underviser.
3	U.5 Partnerudbredelse og tidlige engagementaktiviteter	Input + workshop	Udarbejdelse af outreach-e-mails; planlægning af introduktionssamtaler; forberedelse og facilitering af besøg på stedet; håndtering af tidlige interaktioner med forskellige aktører.	LO7, LO8, LO12	Skabeloner til e-mails og opkald	Skriveøvelser; parsimuleringer; praktiske kommunikationsøvelser.
	U.6 Grundlæggende forhandlingsteknikker i IS-sammenhænge	Input + simulation	Win-win-forhandlingsprincipper; identificering af interesser kontra holdninger; udformning af forslag; forhandling af tidlige samarbejdsvilkår.	LO5, LO9, LO11	Eksempler på forhandlingssager	Strukturerede forhandlingssimuleringer; gruppeovervejelser.
4	U.7 Udarbejdelse af et aftalememorandum (MoU)	Workshop	Formål og struktur af aftalememoranda; udarbejdelse af klausuler (roller, strømme, risici, fordele, fortrolighed, næste skridt); peer review af udkast.	K4, S5	Skabelon til aftalememorandum	Gruppearbejde med udarbejdelse; workshop med peer-vurdering.

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
	U.8 Arbejdspladsbaseret partnerengagementsprojekt	Selvstudium med vejledning	Deltagerne vælger en reel eller hypotetisk partner; udarbejder interesserprofil, engagementplan, kommunikationsprøver og udkast til aftalevilkår.	LO6–LO11, LO12–LO16	Arbejdspladsdata og kontekst	Vejledning af tutor; iterativ feedback; autonom projektudvikling.
5	Afsluttende vurdering Klinik	Evaluering	Indsendelse af partnerengagementsplan; optaget rollespil, der simulerer forhandling med en tøvende partner; kort mundtlig Q&A om tillidsskabende og modstandsstyring.	Alle læringsmål	Evalueringskema; retningslinjer for video/optagelse	Mundtlig debriefing; præstationsvurdering; reflekterende diskussion.

3.4 Undervisnings- og læringsmetoder

Modulet anvender en praksisorienteret og erfaringsbaseret EUV-læringsmetode, der er designet til at styrke de interpersonelle, kommunikative og forhandlingsmæssige færdigheder, der kræves for interorganisatorisk samarbejde inden for industriel symbiose. Undervisnings- og læringsmetoderne kombinerer korte teoretiske input med praktiske aktiviteter, refleksion og anvendelse på arbejdspladsen for at understøtte tilegnelsen af færdigheder og adfærdsmæssig kompetence.

1. Teoretisk input: korte, fokuserede præsentationer (10-25 minutter), der introducerer nøglebegreber som f.eks. teori om inddragelse af interessenter, opbygning af tillid, modstand mod forandring, overbevisende kommunikation og forhandlingsprincipper. Dette input giver de lærende de nødvendige rammer for at kunne deltage i de praktiske aktiviteter på et informeret grundlag.

2. Workshops: Deltagerne analyserer interessent-scenarier, kortlægger interessenter, udarbejder udkast til outreach-budskaber og diskuterer mulige samarbejdsveje. Workshops lægger vægt på aktiv deltagelse, problemløsning og læring gennem praksis, så deltagerne kan anvende teoretiske begreber i realistiske situationer.

3. Rollespil og simulationer: Simulerede partnern møder, forhandlingsøvelser og scenarier for håndtering af modstand giver deltagerne mulighed for at øve sig i kommunikation, overtalelse og faciliteringsteknikker i et trygt miljø. Rollespil omfatter struktureret feedback fra kolleger og undervisere, hvilket øger selvbevidstheden og adfærdskompetencen.

4. Gruppearbejde og peer learning: Teams samarbejder om kortlægningsøvelser, udarbejdelse af aftalememoranda, outreach-strategier og case-analyse. Peer learning fremmer forskellige perspektiver og afspejler den reelle dynamik i samarbejdet mellem organisationer, samtidig med at det opbygger bløde færdigheder som lytteevne, koordinering og konflikthåndtering.

5. Scenariebaseret læring: realistiske casestudier (industriparker, lokale klynger, kommunale partnerskaber) vejleder eleverne i at udforske barrierer, muligheder og relationsdynamikker i industriel symbiose. Scenariebaseret læring understøtter beslutningstagning, systemtænkning og praktisk problemløsning.

6. Træning i mikrokompetencer: Gennem korte praktiske øvelser (f.eks. udarbejdelse af emnelinjer til e-mails, øvelse af indledende sætninger til opkald, sammenfatning af en partners holdning) finpudser de lærende specifikke kommunikations- og faciliteringsfærdigheder, der er nødvendige for effektivt opfølgende arbejde og engagement.

7. Reflekterende praksis: De studerende gennemgår deres præstationer efter rollespil, undersøger styrker og svagheder og identificerer områder, hvor de kan forbedre sig. Refleksion understøtter kontinuerlig kompetenceudvikling, autonomi og modenhed i håndteringen af professionelle interaktioner.

8. Arbejdspladsbaseret læring: Deltagerne anvender modulets koncepter på deres arbejdsplads eller i et simuleret professionelt miljø ved at profilere en reel eller potentiel partner, udarbejde en engagementplan og udarbejde et udkast til en samarbejdsaftale. Dette forbinder teori med autentisk praksis og understøtter relevansen for jobfunktioner.

9. Mentoring og feedback: undervisere giver personlig feedback på kommunikationsprøver, engagementstrategier og udkast til aftalememorandum. Mentoring forbedrer læringsoverførslen og styrker de lærendes selvtillid i håndteringen af samarbejdssituationer i det virkelige liv.

3.5 Bedømmelsesmetoder og dokumentation

Evalueringsstrategien for dette modul kombinerer formative og summative komponenter for at evaluere de lærendes evne til at engagere sig effektivt i interorganisationelle samarbejdsprocesser, der er relevante for industriel symbiose. Evalueringerne måler ikke kun teoretisk forståelse, men også kommunikationsfærdigheder, adfærdskompetencer og evnen til at anvende værktøjer og metoder i realistiske sammenhænge.

- *Deltagelse og engagement – 30 % (formativ + summativ).* De lærende vurderes på deres aktive bidrag til workshops, rollespil, diskussioner, aktiviteter med kortlægning af interessenter og øvelser i mikrokompetencer.

Vurderede kompetencer: kommunikation, samarbejde, professionel adfærd, reflektiv praksis.

Bevis: trænerens observationsnoter, feedback fra medstuderende, deltagelseslog.

- *Partnerengagementsplan – 40 % (summativ).* Hver deltager udarbejder en struktureret plan for at engagere en reel eller hypotetisk ekstern partner, der er i tråd med en industriel symbiose-mulighed.

Planen omfatter: i) interessentprofil og kortlægning; ii) identifikation af interesser, bekymringer og indflydelse; iii) outreach-e-mail/besked; iv) oversigt over et opdagelsesopkald eller møde; v) tidsplan for engagementstrin; vi) udkast til MoU-sektion (roller, fordele, risici, næste trin).

Vurderede kompetencer: analyse af interessenter, kommunikationsstrategi, struktureret planlægning, forståelse af MoU-komponenter.

Indikatorer: skriftlig rapport (1.000–1.500 ord), kommunikationsprøver, kortlægning af interessenter, udkast til aftalememorandum.

- *Rollespilssimulation + mundtlig refleksion – 30 % (summativ).* Deltagerne optager eller udfører en simuleret interaktion med en tøvende partner (indledende møde, forhandling, håndtering af indvendinger eller overbevisende kommunikationsscenario).

Dette efterfølges af en kort mundtlig spørgerunde, hvor den lærende forklarer: begrundelsen for de valgte kommunikationsstrategier, hvordan man har tilgået opbygningen af tillid, hvordan man har håndteret modstand, og hvad man vil forbedre.

Vurderede kompetencer: forhandling, overtalelse, aktiv lytning, adfærdsmæssig tilpasning, professionel repræsentation.

Bevis: video eller live-simulering (5–10 minutter); mundtlig debriefing (5 minutter); vurderingsskema udfyldt af underviseren.

96

3.6 Bibliografi og værktøjer

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. Kortfattet pensumskabelon – EUV (EQF5)

Modulets titel: AI og maskinlæring til at forudsige materialestømme og optimere forsyningskæden/processen

EQF-niveau: 5

ECVET-point: 3 ECVET

Samlet arbejdsbyrde (timer): 75

- Kontakttimer (input, seminarer, workshops osv.): 45-50 timer
- Vejledt selvstudie: 10-15 timer
- Projektarbejde: 10-15 timer

Udbydende institution: PRIOS KOMPETANSE AS (PRIOS), Norge.

98

4.1 Moduloversigt

Dette modul introducerer de grundlæggende begreber og praktiske anvendelser af kunstig intelligens (AI) og maskinlæring (ML) inden for industriel symbiose (IS). Det giver de studerende en klar, operationel forståelse af prædiktiv modellering, mønstergenkendelse, klyngedannelse og dashboardbaseret beslutningsstøtte med stærkt fokus på de typer industrielle data, der typisk er tilgængelige i SMV'er. Modulet sætter de studerende i stand til at fortolke prognoser, identificere tendenser og afvigelser og omsætte analytiske indsigter til praktiske anbefalinger, der understøtter ressourceeffektivitet, balance mellem udbud og efterspørgsel og optimering af symbiotiske udvekslinger.

Deltagerne undersøger, hvordan AI-understøttede værktøjer kan forbedre beslutningsprocesserne i industrielle klynger, herunder hvordan man håndterer usikkerhed, undgår fejlagtige fortolkninger og anvender etiske og ansvarlige datapraksisser, når man arbejder med følsomme eller ufuldstændige datasæt. Modulet styrker også kommunikations- og rapporteringsfærdigheder gennem øvelser, der kræver en klar forklaring af analytiske resultater til ikke-ekspertinteressenter.

Som en del af SymbioTech EUV-forløbet bygger dette modul på grundlæggende IS-koncepter, der er introduceret tidligere i pensummet, og forbereder de studerende til moduler med fokus på digitale værktøjer, EMS-implementering og energi-/ressourceoptimering. Der kræves ingen forudgående erfaring med AI eller kodning, men det er en fordel at have grundlæggende kendskab til IS-data og industrielle processer.

4.2 Læringsmål (LOs)

▪ *Viden. De studerende vil:*

1. Forstå de grundlæggende principper for AI og ML, der er relevante for industriel symbiose, herunder overvåget og uovervåget læring (prognoser, klyngedannelse) (LO1)
2. Kende de vigtigste typer IS-data, der bruges til prædiktiv analyse, såsom materialestømme, energiforbrug, produktionsvariabilitet og affaldsstrømme (LO2)
3. Være opmærksomme på, hvordan dashboards fungerer som beslutningsstøtteværktøjer, herunder komponenter, filtre, variabler og tidsvindueslogik (LO3)
4. Være opmærksomme på almindelige modelbegrænsninger og kilder til bias (LO4)
5. Forstå etiske og ansvarlige datapraksisser ved brug af AI-understøttede værktøjer, herunder gennemsigthed, usikkerhed og begrænsninger ved prædiktive modeller (LO5).

▪ *Færdigheder. Studerende kan:*

6. Validere inputdata, identificere afvigelser og markere tvivlsomme mønstre før analyse (LO6)
7. Fortolke resultaterne af prognose- og klyngemodeller anvendt på IS-datasæt, identificere tendenser, afvigelser og hotspots (LO7)
8. Konfigurere og bruge dashboardskabeloner til at undersøge industrielle data, justere parametre og udforske forskellige analytiske visninger (LO8).
9. Udarbejde klare, evidensbaserede skriftlige og mundtlige forklaringer af analytiske resultater til SMV-ledere og driftspersonale (LO9)
10. Udarbejde handlingsrettede anbefalinger, der knytter forudsigelige indsigter til gennemførlige IS-beslutninger og optimeringsforanstaltninger (LO10).

99

▪ *Kompetencer (autonomi og ansvar). Studerende kan:*

11. Bruge AI-understøttede dashboards til at informere og begrunde IS-relaterede beslutninger uafhængigt inden for en operationel kontekst (LO11)
12. Evaluerer gennemførligheden og implikationerne af AI-genererede anbefalinger under hensyntagen til SMV-begrænsninger, usikkerhed og etiske aspekter (LO12).
13. Kommunikere analytiske indsigter klart og ansvarligt til ikke-eksperter og dermed understøtte samarbejdsbaseret beslutningstagning (LO13)
14. Reflektere over begrænsningerne og risiciene forbundet med forudsigelsesværktøjer og justere anbefalingerne i overensstemmelse hermed (LO14).

4.3 Vejledende læringsplan / leveringsplan

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
1	AI-kontekst og dataklarhed	Input og workshop	Oversigt: AI/ML i industriel symbiose (IS); Overvåget vs. uovervåget læring. Data: Udforskning af IS-datasæt (materialestrømme, energilogger); Identificering af datakvalitetsproblemer (støj, manglende værdier) i SMV-sammenhænge.	LO1, LO2, LO6	Hyndman & Athanasopoulos (2021) kap. 1-2; Yeo et al. (2020) afsnit om værktøjer.	Interaktiv forelæsning; Caseeksempler på datakilder; Praktisk datagennemgang.
2	Prediktiv modellering: Prognoser og klyngedannelse	Input og laboratorieøvelser	Prognoser: Logik i regression og tidsserier; sæsonudsving og usikkerhed. Klyngedannelse: Påvisning af hotspots, segmenter og afvigelser i strømme. Aktivitet: Fortolkning af resultater fra foruddefinerede modeller (black-box-tilgang) i stedet for kodning fra bunden.	LO1, LO5, LO7, LO10	Hyndman & Athanasopoulos (2021) kap. 3; Patel & Dave (2019) eksempler på klyngedannelse; Chandola et al. (2009) afvigelsesdetektering	Visuel demonstration; "Interpretation Lab" ved hjælp af regneark/visuelle værktøjer.
3	Dashboardkonfiguration og visuel analyse	Workshop	Struktur: Dashboardvariabler, filtre, tidsvinduer. Konfiguration: Indlæsning af IS-data i skabeloner; justering af parametre. Fortolkning: Læsning af visualiseringer for at diagnosticere tendenser og driftsfejl.	LO3, LO6, LO8	Few (2006) kap. 1-2; Few (2012) udvalgte afsnit.	Vejledt workshop (skabelonkonfiguration); spørgsmål og svar mellem kolleger.

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
4	Beslutningsstøtte, etik og kommunikation	Seminar og skriveværksted	Beslutningslogik: Forbindelse mellem forudsigelser og balance mellem udbud og efterspørgsel samt gennemførlighed. Etik: Datastyring, ansvarlig håndtering og kommunikation af usikkerhed. Resultat: Udarbejdelse af evidensbaserede anbefalingsnotater til ikke-eksperter.	LO4, LO5, LO9, LO12, LO13, LO14	<i>Mittelstadt (2019) AI Ethics; Knaflitz (2015) afsnit om storytelling.</i>	Gennemgang af scenarier; Praktisk skriveworkshop; Reflekterende diskussion.
5	Integreret scenarieprojekt og afsluttende vurdering	Projektarbejde og vurdering	Projekt: Anvendelse af dashboardindsigt i et realistisk SMV-beslutningsscenario. Evaluerings: Afsluttende præsentation af dashboardfortolkning, anbefalinger og mundtlig forsvar vedrørende gennemførlighed og etik.	LO9, LO10, LO11, LO12, LO14	Projektbeskrivelse; Vurderingsskema.	Overvåget projektklinik; Formel præsentation/mundtlig diskussion.

4.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Dette modul anvender en hybrid læringsmetode, der kombinerer synkrone aktiviteter (forelæsninger, diskussioner, workshops, laboratorier) med asynkrone materialer, som de studerende kan udforske på egen hånd. Dette format understøtter både øjeblikkelig interaktion under vejledte sessioner og dybere refleksion gennem selvstudium. De asynkrone elementer – læsemateriale, dataoversigter og strukturerede analytiske vejledninger – sikrer, at de studerende kan genbesøge prognoselogik, klyngedannelsesprincipper og datatolkningsteknikker efter behov for at konsolidere deres forståelse.

▪ *Vigtigste undervisningsmetoder*

Undervisningsmetoderne omfatter interaktive forelæsninger, der introducerer centrale AI/ML-begreber, seminarer, hvor dataetik og usikkerhed diskuteres, og casestudier, der illustrerer brugen af forudsigelsesværktøjer i industrielle symbiose-miljøer. Workshops og praktiske laboratorier giver strukturerede muligheder for at øve sig i at fortolke prognoser, identificere afvigelser og konfigurere dashboardskabeloner. Scenariobaserede gruppeopgaver fremmer samarbejdsbaseret ræsonnement, mens projektbaseret arbejde giver de studerende mulighed for at anvende analytiske metoder på realistiske SMV-datakontekster og udvikle evidensbaserede anbefalinger.

▪ *Tilgange, der understøtter aktiv læring og praktisk anvendelse*

Læringsaktiviteterne er designet til at understøtte aktivt engagement og progressiv kompetenceudvikling. Workshops og laboratorier giver de studerende mulighed for at arbejde direkte med skabeloner og datasæt og omsætte abstrakte begreber til operationel kompetence. Casebaserede diskussioner og scenarieopgaver fremmer kritisk tænkning og understøtter anvendelsen af analytiske resultater i reelle beslutningssituationer. Det afsluttende projekt integrerer viden, færdigheder og kompetencer ved at kræve, at de studerende selvstændigt fortolker forudsigelige resultater, begrundar beslutninger, håndterer usikkerhed og kommunikerer indsigter, der klart afspejler det niveau af autonomi og ansvar, der forventes på EQF-niveau 5.

102

4.5 Bedømmelsesmetoder og dokumentation

▪ *Evalueringsmetode*

Evalueringen i dette modul kombinerer **formative** og **summative** komponenter for at vurdere udviklingen af viden, praktiske færdigheder og analytiske kompetencer i overensstemmelse med læringsmålene. Formative evalueringer er integreret i hele modulet for at give løbende feedback, vejlede de studerende i at fortolke forudsigelige resultater og understøtte den gradvise udvikling af dashboard-kompetencer, datatolkning og kommunikationsfærdigheder. Den summative vurdering består af et struktureret afsluttende projekt, hvor de studerende skal fortolke datasæt om industriel symbiose ved hjælp af en dashboardskabelon, udarbejde en række evidensbaserede anbefalinger og demonstrere en reflekteret forståelse af usikkerhed og etiske overvejelser.

▪ **Formativ vurdering**

Formative vurderingsopgaver omfatter korte analytiske øvelser, der udføres under workshops og laboratorieøvelser, såsom fortolkning af tendenser i dashboardvisninger, identifikation af afvigelser, validering af data kvalitetsproblemer og udarbejdelse af foreløbige indsigtserklæringer. Yderligere formative elementer omfatter deltagelse i arbejde med cases, bidrag til gruppescenariearbejde og korte skriftlige refleksioner knyttet til usikkerhed og etiske aspekter af forudsigelsesværktøjer. Disse aktiviteter bedømmes ikke, men giver vigtig feedback, som giver de studerende mulighed for at konsolidere deres forståelse inden den afsluttende vurdering.

▪ **Summativ vurdering**

Den summative vurdering er baseret på et **individuel projekt**, der integrerer alle modulkomponenter. Deltagerne skal udfylde en dashboardskabelon ved hjælp af et leveret datasæt, fortolke forudsigelige resultater (f.eks. tendenser, afvigelser, hotspots) og udarbejde en kort skriftlig anbefalingsrapport rettet til en beslutningstager i en SMV. Evalueringen afsluttes med en **præsentation og mundtlig diskussion**, hvor de studerende begrundes deres analytiske ræsonnement, forklarer konfigurationsvalg, kommunikerer usikkerhed og besvarer spørgsmål om gennemførlighed og etiske implikationer. Der anvendes en **struktureret rubrik** for at sikre gennemsigtighed og konsistens i vurderingen af analytisk nøjagtighed, klarhed i kommunikationen, begrundelse for beslutninger, etisk bevidsthed og overordnet kompetence.

Vægtning af komponenter

Den endelige karakter består af:

- *Formativ komponent: 30 %*
 - workshop/laboratorieøvelser (fortolkningsopgaver)
 - korte skriftlige refleksioner om usikkerhed/etik
 - bidrag til scenariebaseret gruppearbejde
- *Summativ komponent: 70 %*
 - fortolkning af dashboard og skriftlig anbefalingsrapport (45 %)
 - præsentation og mundtlig diskussion (25 %)

Formative komponenter bidrager til den endelige karakter for at anerkende vigtigheden af kontinuerligt engagement og kompetenceudvikling, mens det summative projekt sikrer, at de studerende selvstændigt kan anvende AI-understøttede analytiske metoder i en industriel symbiose-kontekst. Evalueringskriterierne omfatter nøjagtighed og hensigtsmæssighed af fortolkningen, korrekt identifikation af afvigelser og begrænsninger, klarhed og relevans af anbefalinger, sammenhæng i kommunikationen, etisk bevidsthed og reflekterende begrundelse for beslutninger.

4.6 Bibliografi og værktøjer

4.6.1 Obligatorisk

The following materials support the core concepts and applied activities in this module. Selected chapters or excerpts may be assigned depending on learners' prior knowledge and the focus of specific units.

- 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.
- Knaflic, 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 Anbefalet

104

For en dybere læringsoplevelse kan følgende samling af materialer også anvendes:

- 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. Kortfattet pensumskabelon – EUV (EQF5)

Modulets titel: Blockchain-teknologier til at skabe transparente og sikre sporings- og certificeringssystemer for materiale- og energistrømme

EQF-niveau: 5

ECVET-point: 3 ECVET

Samlet arbejdsbyrde (timer): 75

- Kontakttimer (input, seminarer, workshops osv.): 45-50 timer
- Vejledt selvstudie: 10-15 timer
- Projektarbejde: 10-15 timer

Udbydende institution: PRIOS KOMPETANSE AS (PRIOS), Norge.

105

5.1 Moduloversigt

Dette modul introducerer den praktiske anvendelse af blockchain-teknologier til at understøtte gennemsigtig sporbarhed i cirkulære og industrielle symbioseværdikæder. Det giver de studerende en klar, operationel forståelse af, hvordan godkendte blockchain-systemer registrerer data på batchniveau, sikrer dokumentation og leverer verificerbare beviser til revision, certificering og samarbejde mellem flere interessenter.

Modulet fokuserer på de blockchain-baserede sporbarhedskompetencer, der kræves i digital IS-praksis: indtastning og opdatering af batchoplysninger, vedhæftning af støttedokumenter, generering af QR-koder, verifikation af hovedbogsposteringer og forklaring af sporbarhedsresultater til partnere eller revisorer. Deltagerne undersøger, hvordan blockchain øger tilliden til ressourceudveksling, understøtter digitale produktpas (DPP'er) og reducerer informationshuller i symbiotiske netværk. Modulet behandler også etiske og styringsmæssige overvejelser, herunder ansvarlig datahåndtering og begrænsningerne ved blockchain, når kildedata er upålidelige eller ufuldstændige.

Dette modul bygger på tidligere erhvervsuddannelse i industriel symbiose og digitale værktøjer og forbereder de studerende til efterfølgende moduler, der omhandler miljøledelsessystemer og driftsoptimering. Der kræves ingen forudgående teknisk viden; grundlæggende kendskab til industrielle processer eller dokumentationspraksis er nyttigt, men ikke obligatorisk.

5.2 Læringsmål (LOs)

▪ *Viden. Deltagerne vil:*

1. Forstå de grundlæggende principper for blockchain, der er relevante for industriel symbiose, herunder distribuerede regnskabsbøger, tilladte netværk, blokke, transaktioner, hashes og uforanderlighedens rolle i dataintegritet (LO1).
2. Vide, hvordan blockchain understøtter gennemsigtig sporbarhed i cirkulære og symbiotiske værdikæder, herunder registrering på batchniveau, digital certificering og sammenkobling med digitale produktпас (DPP'er) og bæredygtighedsrapportering (LO2).
3. Forstå strukturen og formålet med tilladte blockchain-systemer (f.eks. Hyperledger), herunder deltagere, aktiver, transaktioner og adgangsrettigheder (LO3).
4. Vær opmærksom på etiske, styringsmæssige og databeskyttelsesmæssige overvejelser, når du registrerer og deler sporbarhedsdata, herunder risici, begrænsninger og den operationelle betydning af "dataintegritet". (*Canon: etik, datastyring, anti-greenwashing*) (LO4),
5. Kend de typer dokumenter og data, der typisk vedhæftes blockchain-registreringer (f.eks. batch-id'er, placering, tidsstempler, certifikater, leveringssedler) og deres rolle i at understøtte revisioner og interessenters tillid (LO5).

▪ *Færdigheder. Studerende kan:*

6. Oprette og opdatere sporbarhedsregistreringer i et godkendt blockchain-miljø ved korrekt indtastning af batchdata, metadata og understøttende dokumenter (LO6).
7. Generere og bruge QR-koder, der er knyttet til blockchain-poster, og sikre korrekt funktionalitet til hentning af sporbarhedsoplysninger (LO7).
8. Navigere i et Hyperledger-baseret interface eller et low-code-miljø for at implementere, teste og verificere enkle forretningsnetværk efter definerede procedurer (LO8)
9. Verificere rigtigheden af blockchain-poster, herunder fuldstændighed af poster, hash-bekræftelse, vedhæftede dokumenter og overensstemmelse med operationelle data (LO9)
10. Fortolke blockchain-baserede sporbarhedsresultater, identificere huller eller uoverensstemmelser og evaluere, hvad blockchain-registreringen bekræfter og ikke bekræfter (LO10)
11. Udarbejde klare skriftlige eller mundtlige forklaringer af sporbarhedsworkflows til SMV-interessenter, der demonstrerer, hvordan blockchain understøtter gennemsigthed, certificering og tillid (LO11)

▪ *Kompetencer (autonomi og ansvar). Studerende kan:*

12. Betjene en blockchain-sporbarhedsarbejdsgang uafhængigt inden for en SMV- eller industriel symbiose-kontekst i overensstemmelse med fastlagte regler for governance og datastyring (LO12).

13. Tage ansvar for dataintegriteten, når de indtaster eller ændrer sporbarhedsoplysninger, og sikre nøjagtighed, fuldstændighed og korrekt dokumentation (LO13).
14. Anvende etiske og ansvarlige praksis ved håndtering af følsomme eller fortrolige data i sporbarhedsregistre og anerkende grænser og begrænsninger (LO14).
15. Kommunikere blockchain-baseret dokumentation på en transparent måde til partnere, revisorer eller IS-samarbejdspartnere, hvilket understøtter opbygningen af tillid og forhindrer fejlagtige fortolkninger eller greenwashing (LO15).
16. Vurdere, hvornår blockchain er et passende værktøj til et sporbarhedsbehov, baseret på krav til gennemsigtighed, kompleksitet med flere interessenter, revisionsbehov og tilgængelige alternativer (LO16).

5.3 Vejledende læringsplan / leveringsplan

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
1	Grundlæggende principper og sporbarhed Kontekst	Input og demonstration	Begreb: Distribuerede regnskabsbøger, blokke, hashes og begrebet "uforanderlighed". Kontekst: Hvordan sporbarhed understøtter cirkulær økonomi (digitale produktpas) og tillid til symbiotiske udvekslinger. Demo: Navigation i en godkendt ledger-grænseflade (visning af deltagere og aktiver).	LO1, LO2, LO3, LO8	Antonopoulos & Wood (2018) – Grundlæggende; Europa-Kommissionen (2022) – ESPR-kontekst.	Interaktiv forelæsning; Caseanalyse (cirkulære forsyningskæder); Struktureret observation af grænseflade.
2	Skrivning til ledger: Dataindtastning og dokumentation	Workshop/laboratorium	Datastruktur: Forståelse af batchmetadata (ID'er, tidsstempler) vs. vedhæftet dokumentation (PDF'er, certifikater). Handling: Praktisk øvelse i at indtaste nye sporbarhedsposter i et sandkasse-miljø. Kvalitet: Sikring af fuldstændighed inden "forsegling" af posten.	LO5, LO6, LO12, LO13	GS1 (2022) – Sporbarhedsramme og metadata; Hyperledger Sandbox-værktøjer.	Praktisk øvelse; Mikroøvelser (udfyldelse af felter); Instruktørstøttet øvelse.
3	Læsning af hovedbogen: Verifikation og hentning	Workshop/laboratorium	Verifikation: Brug af checksums/hashes til at verificere dataintegritet; identificering af huller eller manipulerede poster. Hentning: Generering af QR-koder knyttet til hovedbogsposter; test af brugeroplevelsen (scanning for at se oprindelse).	LO7, LO9, LO10	GS1 Digital Link (2020); Antonopoulos & Wood – Hashing/Integritet.	Praktisk workshop (QR-generering); Peer-verifikation (kontrol af hinandens indtastninger).

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
4	Ledelse, etik og strategiske beslutninger	Seminar og gruppearbejde	Strategi: "Hvornår skal man bruge blockchain?" (Beslutningskriterier: tillid, kompleksitet, revisionsbehov). Etik: Håndtering af følsomme data, privatliv og undgåelse af "greenwashing" (overdrevne påstande baseret på svage kildedata). Governance: Hvem har tilladelse til at skrive/læse?	LO4, LO14, LO15, LO16	WEF (2018) Beyond the Hype; Francisco & Swanson (2018) – Transparensrisici.	Beslutningskortlægning søvelse (Blockchain vs. Database); Reflekterende diskussion om greenwashing.
5	Integreret sporbarhedsprojekt og vurdering	Projektarbejde og vurdering	Projekt: Oprettelse af en fuld livscyklusregistrering (indtastning + vedhæftet dokument + QR-kode) for et specifikt IS-scenarie. Vurdering: Præsentation af arbejdsgangen og mundtligt forsvar vedrørende dataintegritet og systembegrænsninger.	LO6, LO9, LO11, LO13, LO16	Projektbeskrivelse; Vurderingsskema.	Overvåget projektklinik; Afsluttende præsentation og mundtlig eksamen.

5.4 Undervisnings- og læringsmetoder

Dette modul anvender en blandet læringsmetode, der kombinerer synkrone aktiviteter (forelæsninger, workshops, laboratorier, seminarer, projektklinikker) med asynkrone materialer, som de studerende kan udforske på egen hånd. Denne kombination understøtter både vejledning i realtid under praktiske sessioner og selvstændig konsolidering af begreber, arbejdsgange og fortolkningsfærdigheder.

Undervisningsmetoderne omfatter interaktive forelæsninger, der introducerer centrale blockchain- og sporbarhedskoncepter, seminarer, der udforsker etiske og styringsmæssige spørgsmål, og casebaserede sessioner, der placerer sporbarhed inden for cirkulære og industrielle symbioseværdikæder. Workshops og praktiske laboratorier udgør kernen i modulet og giver strukturerede muligheder for at øve sig i at oprette hovedbogsposter, vedhæfte dokumentation, generere QR-koder og verificere dataintegritet i et godkendt blockchain-miljø. Vejledet analyse og scenariebaserede øvelser hjælper de studerende med at fortolke blockchain-resultater og udvikle en vurdering af, hvornår blockchain er eller ikke er passende for bestemte sporbarhedsbehov.

Gennem hele modulet lægges der vægt på aktiv læring, nøjagtighed og ansvarlighed. De praktiske sessioner kræver, at de studerende arbejder med reelle dokumentformater, følger reglerne for datastyring og tester deres egne resultater for konsistens. Gruppediskussioner og mundtlige forklaringer styrker kommunikationsfærdighederne, mens projektbaseret arbejde understøtter kompetenceudviklingen inden for beslutningstagning, dokumentationskvalitet og etisk brug af sporbarhedsdata. Disse metoder sikrer samlet set, at de studerende udvikler de operationelle færdigheder, der forventes af EQF5 SymbioTech Managers, med tillid til at anvende sporbarhedsværktøjer ansvarligt i industrielle sammenhænge.

110

5.5 Bedømmelsesmetoder og dokumentation

Evalueringen i dette modul kombinerer formative og summative komponenter for at vurdere de studerendes viden, anvendte færdigheder og kompetencer inden for blockchain-baseret sporbarhed. Formative evalueringer er integreret i hele modulet for at give løbende feedback og støtte udviklingen fra konceptuel forståelse til uafhængig drift af sporbarhedsworkflows.

Formativ vurdering

- Korte praktiske øvelser under workshops og laboratorier (oprettelse af poster, vedhæftning af dokumenter, verifikation af data, navigation i blockchain-grænsefladen for tilladelser, lokalisering af posteringslementer).
- Deltagelse i seminarer og gruppediskussioner om etik, governance og beslutningstagning.
- Vejlede analyseopgaver med fokus på fortolkning af blockchain-output og identifikation af ufuldstændige eller inkonsekvente poster.
- Korte refleksionsnoter om begrænsninger, dataintegritet eller etiske overvejelser.

Disse formative elementer hjælper eleverne med at konsolidere proceduremæssig nøjagtighed, styrke fortolkningsfærdigheder og forberede sig til det afsluttende projekt.

Summativ vurdering

Den summative vurdering er et individuelt projekt, der består af fire komponenter:

1. Opgave vedrørende sporbarhedsregistrering (hovedbogsposter + dokumentation + QR)

Eleverne skal oprette eller opdatere en komplet sporbarhedsregistrering i det godkendte blockchain-miljø, herunder nøjagtige metadata, relevante bilag og et fungerende QR-link.

2. Verifikation og integritetskontrol

Eleverne verificerer deres egen registrering, identificerer potentielle problemer og dokumenterer rettelser eller begrænsninger.

3. Kort skriftlig redegørelse (fortolkning af beviser)

En kortfattet forklaring af, hvad blockchain-registreringen bekræfter, hvad den ikke bekræfter, og hvordan den understøtter gennemsigtighed for interessenterne.

4. Præsentation og mundtlig diskussion

En kort præsentation af den endelige registrering efterfulgt af en mundtlig eksamen, der dækker trufne beslutninger, begrænsninger, verifikationsresultater og etiske overvejelser (f.eks. datasensitivitet, risiko for overvurdering).

Vægtning

- *Formative komponenter:* 30 % (workshops, laboratorier, refleksionsopgaver, deltagelse)
- *Summativt projekt:* 70
 - Ledger-opgave + dokumentationsintegritet: 40 %
 - Skriftlig redegørelse (fortolkning og begrænsninger): 10 %
 - Præsentation og mundtlig diskussion: 20 %

111

Bedømmelseskriterier

- Nøjagtighed og fuldstændighed af hovedbogsposter og metadata.
- Korrekt brug af bilag og QR-kobling.
- Kvaliteten af verifikationen og integritetskontrollen (identificering af mangler eller begrænsninger).
- Klarhed og korrekthed i fortolkningen af, hvad blockchain-registreringen viser.
- Etisk bevidsthed og ansvarlig håndtering af følsomme eller ufuldstændige data.
- Kommunikationsevner og evne til at forklare beslutninger til ikke-eksperter.
- Overordnet autonomi, pålidelighed og overholdelse af styringsregler.

Disse vurderingsmetoder afspejler EQF5's fokus på anvendt kompetence, ansvarlig beslutningstagning og klar kommunikation, hvilket sikrer, at eleverne kan arbejde selvstændigt med blockchain-baserede sporbarhedsworkflows inden for industrielle symbiose-kontekster.

5.6 Bibliografi og værktøjer

5.6.1 Bibliografi

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 Værktøjer og 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. Kortfattet pensumskabelon – EUV (EQF5)

Modulets titel: Symbiotiske energieffektivitets-/energistyris teknologier og modeller

EQF-niveau: 5

ECVET-point: 3 ECVET

Samlet arbejdsbyrde (timer): 50-75 timer

Udbydende institution: SLOVENSKA INOVACNA A ENERGETICKA AGENTURA (SIEA), (SIEA), Slovakiet

6.1 Moduloversigt

Dette modul er specielt udviklet til SymbioTech-ledere, der søger omfattende, praktisk ekspertise i styring af symbiotiske energisystemer inden for industri- og produktionsmiljøer i overensstemmelse med EU's energieffektivitetsdirektiv (EED) 2023/1791 og nationale energi- og klimaplaner (NECP 2021-2030). Det giver en dybdegående undersøgelse af centrale EMS-rammer med særlig vægt på ISO 50001, som understøtter internationalt anerkendte standarder for energipræstation og overholdelse i symbiotiske industrielle netværk.

Deltagerne får en solid forståelse af de grundlæggende principper og krav i disse energistrukturer, hvilket sætter dem i stand til at designe, implementere og vedligeholde effektive energistyrispraksisser. Programmet undersøger grundigt hver enkelt komponent i symbiotiske energisystemer inden for EMS, såsom formulering af energipolitik tilpasset industriel symbiose, revision af overholdelse af energirelaterede regler, energirisikostyring og mekanismer til løbende forbedring. Der lægges særlig vægt på at sikre, at disse systemer ikke kun er i overensstemmelse med reglerne, men også strategisk er tilpasset principperne for cirkulær økonomi og industriel symbiose, hvilket fremmer ressourceeffektivitet, minimering af affald og symbiotisk samarbejde mellem industrier. Derudover vil SymbioTech-ledere lære at forstå og implementere affaldshierarkiet i praksis med fokus på forebyggelse, genbrug og genanvendelse af industrielle biprodukter, især energirelateret affald. Ledere vil udføre energibalance og kortlægge råvareinput og -output gennem materialestrømsanalyse (MFA) for at identificere energispild, der kan tjene som en ressource for andre processer inden for rammerne af industriel symbiose. Med hensyn til cirkulært produktdesign vil SymbioTech-ledere forstå, hvordan procesomlægninger, baseret på energiværktøjer, reducerer produktionen af ikke-genanvendelige materialer i begyndelsen af produktionscyklussen.

Ledere vil arbejde med avancerede praktiske værktøjer og metoder til vurdering af energipåvirkningen – såsom Pinch-analyse, termisk billedbehandling og enkle energirelaterede

målinger – og lære at fortolke disse data systematisk med henblik på strategisk beslutningstagning for at forbedre energieffektiviteten. SymbioTech-ledere vil mestre grundlæggende Pinch Analysis til at designe termiske integrationsnetværk på tværs af symbiotiske virksomheder – hvor den ene virksomheds overskydende spildvarme kobles til en anden virksomheds procesbehov via fælles varmevekslingskaskader – hvilket muliggør strategisk lederskab inden for industriel symbiose. Uddannelsen omfatter fastsættelse af energimål, fastsættelse af præstationsindikatorer og udvikling af rapporteringsværktøjer. Modulet dækker også teknikker til gennemførelse af interne og eksterne energistyringsaudits, der sikrer, at organisationer opfylder alle ISO 50001-krav.

Workshopperne, som er interaktive sessioner, vil uddybe den konceptuelle forståelse, mens simuleringer tilbyder praktiske scenarier til at anvende energirevision og implementeringsfærdigheder – såsom brug af termiske billeddata til teambaserede beslutninger. Dette giver SymbioTech-ledere støtte til at navigere i kompleksiteten ved at integrere symbiotiske energisystemer i eksisterende organisatoriske processer og fremmer konkrete forbedringer i miljøpræstationen.

Gennem hele modulet lægges der vægt på at fremme lederegenskaber inden for symbiotisk energistyring, så SymbioTech-ledere bliver i stand til at fremme kontinuerlig energianvendelse inden for deres organisationer. Ved afslutningen af kurset vil deltagerne være rustet til at lede energieffektivitetsprojekter, der ikke kun overholder internationale standarder, herunder ISO 50001, men også bidrager meningsfuldt til bæredygtige industrielle praksis og samarbejdsbaseret energistyring og EMS på tværs af industrielle netværk.

6.2 Læringsmål (LOs)

De tilsigtede læringsmål er opdelt i de tre EQF-domæner:

▪ **Viden.** Deltagerne vil:

1. forstå de grundlæggende principper for energieffektivitet og energispild, herunder begreber som spildvarmegenvinding, systemoptimering, affaldshåndteringshierarki, materialestrømsanalyse (MFA) til ressourcekortlægning inden for en virksomhed og cirkulært produktdesign for at muliggøre produktudveksling mellem industrielle partnere (LO1)
2. blive fortrolige med grundlæggende principper for pinch-analyse (varme/kolde strømme, pinch-punkt) som en metode til forbedring af termisk energiintegration – anvende den internt til proceseffektivitet og eksternt på tværs af virksomheder ved at koble en virksomheds overskydende spildvarme til en anden virksomheds opvarmningsbehov (LO2)
3. genkende de vigtigste komponenter i ISO 50001-standarderne, der vejleder energistyringssystemer i industrielle miljøer (LO3).

▪ **Færdigheder.** Studerende kan:

4. udføre enkle energirelaterede målinger (temperatur, effektmålinger) på industrimaskiner ved hjælp af grundlæggende værktøjer (LO4),

5. anvende enheder såsom termiske kameraer til at identificere varmetabszoner og indsamle understøttende data. Brugen af termiske kameraer giver en praktisk erfaring med de værktøjer, der er nødvendige for SymbioTech-ledere til at identificere muligheder for tværfaglig deling (LO5)
6. anvende tjeklister og introduktionsværktøjer til pinch-analyse til at vurdere energiforbrugsmønstre, lokalisere ineffektiviteter og foreslå passende tekniske justeringer (f.eks. isolering, genvindingssystemer, procesforbedringer) (LO6)
7. dokumentere resultaterne klart og strukturere anbefalingerne i en handlingsplan for korrigerende foranstaltninger (LO7).

▪ **Kompetencer (autonomi og ansvar).** Studerende kan:

8. arbejde sikkert og opmærksomt i industrielle miljøer og overholde fastlagte driftsprotokoller, især ved håndtering af varme overflader, arbejde med elektriske systemer eller betjening af bevægeligt udstyr (LO8)
9. tage initiativ til at identificere energitabspunkter og udarbejde anbefalinger, samtidig med at de anerkender vigtigheden af at samarbejde med ingeniørteams for at begrunde implementeringen (LO9),
10. føre klare og systematiske optegnelser over energiobservationer og sikre sporbarhed og pålidelighed med henblik på opfølgning eller revision (LO10).

6.3 Vejledende læringsplan / leveringsplan

Uge	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
1	Bootcamp-træning på stedet (ansigt til ansigt)	Forelæsning/workshop/e-læring	Grundlæggende energieffektivitet, konkrete eksempler på energibesparelser.	LO1, LO2	Branca et al. (2022), Kemp et al. (2020), Energieffektivitetsdirektivet 2023/1791	Brug af termiske kameraer og sensorer; deltagerne over sig i at identificere varmetab fra udvalgte apparater; øvelser i pinch-analyse.
2	Mentorbaseret e-læring og arbejdsopgaver	Seminar / e-læring	Energistyring, energibalance, affaldshåndteringshierarki, MFA, cirkulært produktdesign, teknikker til affaldsreduktion, beregning af energiforbrug (casesudier)	LO1, LO3, LO4, LO5, LO6, LO7	Den europæiske grønne pagt, Fit for 55, energieffektivitetsdirektivet 2023/1791, ISO 50001 (energistyringssystemer)	Simulerede casestudier, quizzer i eget tempo, gennemførelse af en mini-energi-audit.
3, 4	Afsluttende vurdering Klinik	Forelæsning/workshop/e-læring	Kort over energitab, handlingsplan for forbedrende foranstaltninger.	LO1, LO8, LO9, LO10	Cervo et al. (2020), Fraccascia et al. (2020)	Selvlæring, spørgsmål og svar-sessioner, analyseforsvar.

6.4 Vigtige værktøjer og ressourcer

- **Termisk kamera og sensorer** – Anvendes under bootcamp-træningen på stedet og andet projektarbejde til at registrere og dokumentere varmetab i udstyr eller processer.
- **Tjeklister for energieffektivitet** – Baseret på **ISO 50001** hjælper disse værktøjer deltagerne med systematisk at inspicere processer og identificere almindelige årsager til energieffektivitet (f.eks. maskiner i tomgang, manglende isolering).

6.5 Undervisnings- og læringsmetoder

- *Læringsmetode*

Der vil blive anvendt en hybrid læringsmetode i dette modul. Med andre ord vil der blive anvendt både synkron og asynkron læring. Konkret vil undervisere og ledere gennem synkron læring samles virtuelt på samme tid og sted (i et digitalt klasseværelse) og interagere i realtid. På den anden side kan ledere, baseret på asynkron læring, få adgang til materialer, der vil være tilgængelige på en digital platform (uploadet af undervisere). Disse materialer (f.eks. forudindspillede forelæsninger, præsentationer, word-/pdf-filer, figurer, videoer osv.) vil beskrive teoretiske emner og praktiske casestudier. Ledere kan således interagere med hvert materiale i deres eget tempo over længere perioder.

- *Vigtigste undervisningsmetoder*

Der vil blive anvendt flere vigtige undervisningsmetoder i løbet af modulet, såsom interaktive forelæsninger med guidet diskussion, casestudier, seminarer, ekspertwebinarer, workshops og praktiske øvelser. Emner relateret til industriel symbiose (IS), cirkulær økonomi (CE) og bæredygtighed vil blive afspejlet i ovennævnte undervisningsmetoder. De vigtigste ressourcer for modulerne omfatter et termisk kamera og sensorer, som vil blive brugt under bootcamp-træningen på stedet i uge 1 til at opdage og dokumentere varmetab i udstyr eller processer, samt en tjekliste for energieffektivitet.

- *Tilgange og metoder, der understøtter aktiv læring og praktisk anvendelse af viden.*

Synkron læring er velegnet til at skabe øjeblikkeligt engagement hos undervisere og ledere med hurtigere udveksling af information, hvilket bidrager til at opbygge et fællesskab og afklare misforståelser. Desuden er asynkron læring mere fleksibel. Den giver ledere mere tid til at udforske og engagere sig i materialet.

Desuden vil de vigtigste undervisningsmetoder (f.eks. forelæsninger) give teoretisk viden om IS for en omfattende forståelse af IS-principperne, -elementerne og -praksis. Denne viden sammen med de mange praktiske eksempler, der gives gennem de praktisk orienterede undervisningsmetoder (f.eks. IS-casestudier), danner grundlaget for en SymbioTech-leder.

Ekspertwebinarer og -seminarer vil yderligere bidrage til at forbedre den teoretiske og praktiske viden om IS. Teamwork, som fremmes gennem undervisningsmetoder såsom workshops, gruppearbejde og projekter, gør SymbioTech-lederen i stand til at samarbejde med interessenter og udvikle effektive IS-netværk.

6.6 Bedømmelsesmetoder og dokumentation

Bedømmelse og evaluering af SymbioTech Managers-modulet er designet til at måle både teoretisk forståelse og praktisk anvendelse af energisymbiose-koncepter inden for industrielle netværk. Ledere vil blive bedømt gennem en kombination af individuelle opgaver, såsom tekniske rapporter, der analyserer energieffektivitetsforbedringer ved hjælp af data fra den virkelige verden, og gruppeprojekter, der kræver udvikling og præsentation af skræddersyede energistyringsløsninger. Deltagelse i casestudiediskussioner, workshops og problemløsningssessioner vil bidrage til løbende vurdering gennem struktureret teamobservation, hvor kritisk tænkning og bløde færdigheder såsom lederskab, samarbejdskommunikation og tilpasningsevne i gruppesammenhænge evalueres. Derudover vil reflektive essays om gæsteforelæsninger og feltbesøg eller virtuelle ture tilskynde de studerende til at forbinde brancheindsigt med akademisk viden. Denne blandede evalueringsmetode sikrer, at de studerende opnår målbar kompetence i at styre innovative, bæredygtige energisystemer i virkelige industrielle sammenhænge.

Deltagerne har mulighed for at deltage i gæsteforelæsninger og brancheforedrag (sessioner ledet af eksperter fra energisektoren, der fremhæver banebrydende teknologipolitikker og markedstendenser) samt feltbesøg eller virtuelle ture. Feltbesøg er fuldt ud valgfrie inden for kurset og omfatter besøg på industrianlæg, der praktiserer energisymbiose, for at observere teknologianvendelser og ledelsespraksis på første hånd.

Evalueringskomponenter:

Resultater af energirevision:

- Energi-spildskort (f.eks. diagram, tabel eller annoteret termisk billede), der viser zoner med energitab.
- Korrektiv handlingsplan, der skitserer foreslåede forbedringer med begrundelse (f.eks. termisk isolering, varmeveksler, procesnedlukninger).

Mundtligt forsvar (spørgsmål og svar):

- Eleverne forklarer deres energifund, beskriver de anvendte værktøjer og besvarer spørgsmål om energieffektivitetsstrategier og revisionsmetoder.

Indsendelse af dokumentation:

- Udfyld et mini-revisionspakke, der indeholder observationslogger, diagrammer og handlingsark.
- Evaluering efter en 20-punkts rubrik med feedback om teknisk nøjagtighed, sikkerhedsbevidsthed og kvaliteten af anbefalingerne.

6.7 Bibliografi og værktøjer

6.7.1 Obligatorisk

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.

120

6.7.2 Anbefalet

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. Kortfattet pensumskabelon – EUV (EQF5)

Modulets titel: Miljøledelsessystemer (EMS)

EQF-niveau: 5

ECVET-point: 2-3 ECVET

Samlet arbejdsbyrde (timer): 50-75 timer

- Kontakttimer (forelæsninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 30-45 timer
- Vejledt selvstudie: 10-15 timer
- Projektarbejde: 10-15 timer

Udbydende institution: VSB - TEKNISK UNIVERSITET I OSTRAVA (VSB - TUO), Tjekkiet.

121

7.1 Moduloversigt

Dette modul introducerer de studerende til strukturen, implementeringen og evalueringen af miljøledelsessystemer (EMS) med særligt fokus på ISO 14001- og EMAS-rammerne. Gennem praktiske aktiviteter, casestudier og simulerede audits lærer de studerende, hvordan man gennemfører miljøvurderinger, fastsætter mål og indikatorer, implementerer operationelle kontroller og sikrer overholdelse af reglerne.

Med udgangspunkt i den viden, der er opnået i modul 1-6 i SymbioTech-forløbet, har dette modul til formål at udvikle anvendelige EMS-kompetencer til industrielle symbiose-miljøer. Det forbereder de studerende til at vejlede SMV'er eller klynger mod forbedret miljøpræstation, overholdelse af lovgivning og langsigtede bæredygtighedsstrategier.

Modulet er designet til erhvervsuddannelsesstuderende, virksomhedsledere, konsulenter og facilitatorer, der beskæftiger sig med ressourceeffektiv innovation. En generel forståelse af bæredygtighed er nyttig, men ikke påkrævet.

7.2 Læringsmål

De tilsigtede læringsmål er opdelt i de tre EQF-domæner:

▪ **Viden.** *De studerende vil:*

1. Forstå den strategiske rolle, som EMS spiller: Forklare, hvordan miljøledelse afbalancerer økonomiske, sociale og miljømæssige behov inden for en organisation (LO1)
2. Skelne mellem EMS-rammer: Skelne mellem de vigtigste standarder, specifikt ISO 14001 og EMAS, og deres implementeringstrin (LO2)
3. Forbinde EMS med bredere mål: Anerkende sammenhængen mellem EMS, industriel symbiose, cirkulær økonomi og EU's politikker for klimaneutralitet (LO3).

▪ **Færdigheder.** *Studerende kan:*

4. Gennemføre miljøvurderinger: Udføre en indledende miljøanalyse for at identificere væsentlige aspekter og påvirkninger af en organisation (LO4)
5. Udvikle EMS-komponenter: Udarbejde miljøpolitikker, fastsætte målbare mål og definere nøglepræstationsindikatorer (KPI'er) (LO5)
6. Udarbejde miljørapporter: Udarbejde gennemsigtige miljøredegørelser i overensstemmelse med rapporteringsstandarder (f.eks. CSRD) (LO6).

▪ **Kompetencer (autonomi og ansvar).** *Studerende er i stand til at:*

7. Koordinere implementering af EMS: Lede planlægningen og gennemførelsen af EMS-projekter inden for SMV'er eller industrielle klynger (LO7)
8. Styre overholdelse og revisioner: Sikre overensstemmelse med miljøregler og forberede en organisation til interne eller eksterne revisioner (LO8)
9. Fremme interessenters engagement: Kommunikere miljøpræstationer effektivt til tilsynsmyndigheder, partnere og offentligheden (LO9).

7.3 Vejledende læringsplan/leveringsplan

A/A	Enheds titel	Sessionstype	Emne/aktivitet	Tilsigtede læringsmål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
1	Introduktion til miljøledelsessystemer (EMS) og miljøcertificering	Forelæsning + seminar / e-læring	EMS som et redskab til at afbalancere miljømæssige og økonomiske behov. Fordele ved certificering (marked, lovgivning, drift).	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 og Yoxon (2012).	Interaktiv forelæsning med guidet diskussion. Seminar med brug af forskningsbaseret læring (RBL)
2	EMAS: Miljøledelses- og miljørevisionsovrordning - Planlægningsfase	Forelæsning + seminar / e-læring	Introduktion til EMAS-strukturen og "Steps to EMAS" (Trin til EMAS). Ledelsens forpligtelse og gennemførelse af den indledende miljøgennemgang.	LO2, LO4	EMAS-brugervejledning (2023) EMAS-forordningen (2009) Sheldon C., Yoxon M. (2012)	Interaktiv forelæsning. Seminarbaseret introduktion til planlægning.
3	EMAS: Definition af miljøpolitik og -program (1) - Oprettelse og implementering af EMAS	workshop / e-læring	Fastlæggelse af miljømål, delmål og foranstaltninger. Ressourcer, ansvar, gennemgang af overholdelse af lovgivning og forberedelse af audit.	LO4, LO5, LO7, LO8	EMAS-brugervejledning (2023) EMAS-forordningen (2009)	Gruppenprojekt del 1: Fastlæggelse af mål og foranstaltninger. Overensstemmelseskontrol.

A/A	Enhed/sektions titel	Sessionst ype	Emne / Aktivitet	Tilsigtede læringsm ål	Obligatorisk litteratur/materialer	Anbefalede metoder
4	Miljøreddegørelse med EMAS	workshop / e-læring	Krav til miljøreddegørelsen og centrale KPI'er. Overholdelse af reglerne for bæredygtighedsrapportering (ESRS, CSRD).	LO3, LO6, LO9	EMAS-brugervejledning (2023) EMAS-forordningen (2009) Campos et al. (2015) ESRS: E1 (klimaændringer), E2 (forurening), E3 (vand- og havressourcer), E4 (biodiversitet og økosystemer), E5 (ressourceanvendelse og cirkulær økonomi)	Gruppenprojekt del 2: Udarbejdelse og finpudsning af rapporten.
5	EMAS- overensstemmelse med ISO 14001:2015 Projektvurdering	Seminar/e- læring Vurdering	Sammenligning af EMAS og ISO 14001; identifikation af synergier. Præsentation af EMS-porteføljen.	LO1 – LO9	ISO 14001:2015, ISO 14001 Vigtigste fordele, EMAS-forordningen (2009), Dentch M.P. (2016) Salim H.K et al. (2018), Campos et al. (2015), Oliveira et al. (2016), Camilleri M.A. (2022)	Brainstorming: Kortlægning af overholdelse. Præsentation af gruppeprojekter (politik, gennemgang, rapport).

7.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Der kan anvendes en hybrid læringsmetode til dette modul. Med andre ord kan både synkron og asynkron læring anvendes. Konkret vil undervisere og studerende gennem synkron læring samles virtuelt på samme tid og sted (i et digitalt klasseværelse) og interagere i realtid. På den anden side kan de studerende, baseret på asynkron læring, få adgang til materialer, der vil være tilgængelige på en digital platform (uploadet af undervisere). Disse materialer (f.eks. forudindspillede forelæsninger, præsentationer, word-/pdf-filer, figurer, videoer osv.) vil beskrive teoretiske emner og praktiske casestudier. De studerende kan således interagere med hvert materiale i deres eget tempo over længere perioder.

▪ *Vigtigste undervisningsmetoder*

Der vil blive anvendt flere vigtige undervisningsmetoder i løbet af modulet. For at give teoretisk og konceptuel indsigt tilbyder dette kursus interaktive forelæsninger med guidede diskussioner og seminarer, der bruger elementer fra brainstorming eller forskningsbaseret læring. For de praktiske aspekter (såsom aspekter af EMAS-implementering) tilbyder dette modul workshops, der giver deltagerne mulighed for at samarbejde om projektudvikling.

▪ *Tilgange og metoder, der understøtter aktiv læring og praktisk anvendelse af viden.*

Synkron læring er velegnet til at skabe øjeblikkeligt engagement hos undervisere og studerende og hurtigere udveksling af information, hvilket bidrager til at opbygge et fællesskab og afklare misforståelser. Desuden er asynkron læring mere fleksibel. Den giver de studerende mere tid til at udforske og engagere sig i materialet og giver adgang til en bredere vifte af studerende.

Desuden vil de vigtigste undervisningsmetoder (f.eks. forelæsninger) give den teoretiske viden om IS, der er nødvendig for en omfattende forståelse af IS-principperne, -elementerne og -praksis. Denne viden sammen med de mange praktiske eksempler, der gives gennem de praktisk orienterede undervisningsmetoder (f.eks. IS-casestudier, praktiske øvelser), danner grundlaget for, at en studerende ved en højere uddannelsesinstitution og en virksomhedsleder kan blive IS-leder. Ekspertwebinarer og seminarer vil yderligere bidrage til at forbedre den teoretiske og praktiske viden om IS. Teamwork, som fremmes gennem undervisningsmetoder såsom workshops, gruppearbejde og projekter, gør IS-lederen i stand til at samarbejde med interessenter og udvikle effektive IS-netværk.

7.5 Bedømmelsesmetoder og dokumentation

Modulet anvender en blandet vurderingsstrategi, der kombinerer de studerendes aktive deltagelse og engagement, gruppeprojektresultater og skriftlig eksamen. Disse metoder vil blive anvendt til at evaluere deltagerens generelle viden om miljøledelsessystemer samt færdigheder og kompetencer i praktisk implementering af EMS baseret på eksemplet med EMAS.

Evalueringskomponenter:

- *Deltagelse og engagement (vægt 20 %):* Aktivt bidrag til diskussioner, seminarer og workshopaktiviteter.

- *EMS praktisk portefølje (gruppeprojekt) (vægtning 80 %):* Studerende arbejder i grupper for at udvikle en omfattende EMS-simulering for en valgt enhed. Karakteren fordeles på fire kumulative resultater for at sikre en kontinuerlig indsats:
 - *Miljøpolitik og mål (20 %):* Udarbejdelse af den strategiske retning og målbare mål.
 - *Overholdelse og gennemgang (20 %):* Gennemførelse af den indledende gennemgang og kontrol af overholdelse af lovgivningen.
 - *Endelig miljøreddegørelse/rapport (30 %):* Syntese af data i en endelig offentlig rapport (inklusive KPI'er).
 - *Debriefing og refleksion (10 %):* Præstationsgennemgang og reflekterende diskussion

7.6 Bibliografi og værktøjer

7.6.1 Obligatorisk

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

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

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

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

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

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

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

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

7.6.2 Anbefalet

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

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

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

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

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

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

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

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

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