

Leveranse D3.1 Opplæringsmoduler for studenter ved høyere og yrkesfaglige utdanningsinstitusjoner

**7 Læreplaner for utdanningsmoduler for
høyere utdanning**

1

**7 Læreplaner for yrkesfaglige
opplæringsmoduler**

Detaljer om leveranse

Leveranse nr.	D3.1
Leveringstype	R-DEC
Formidlingsnivå	PU – Offentlig
Arbeidspakke nr	3
Arbeidspakke tittel	Utvikling av ressurser for SymbioTech Manager
Oppgave nr.	T3.1 og T3.2
Oppgavens tittel	Utvikling av 7 opplæringsmoduler på høyskole- og universitetsnivå EQF6. Utvikling av 7 opplæringsmoduler på yrkesfaglig nivå EQF5
Forfatter	UPAT, alle partnere
Status (F: endelig; D: utkast; RD: revidert utkast) F	F
Filnavn	D3.1. Opplæringsmoduler for studenter ved høyere utdanningsinstitusjoner og yrkesfaglige utdanningsinstitusjoner
Forfallsdato	M15 (januar 2026)
Leveringsdato	31.01.2026

Finansiert av EU. Synspunktene og meningene som uttrykkes er imidlertid kun forfatterens(e) egne og gjenspeiler ikke nødvendigvis synspunktene og meningene til EU eller Det europeiske byrået for utdanning og kultur (EACEA). Verken EU eller EACEA kan holdes ansvarlige for dem.

Innholdsfortegnelse

Innhold	Side
Innledning	4
DEL A: 7 Læreplaner for utdanningsmoduler i høyere utdanning	5
1. Kortfattet pensummal – HEI (EQF6). Modultittel: Rammeverket for industriell symbiose (IS)	6
2. Kortfattet pensummal – HEI (EQF6). Modultittel: Prinsipper for livssyklusvurdering for å vurdere miljøfordelene og ulempene ved å dele ressurser	15
3. Kortfattet pensummal – HEI (EQF6). Modultittel: Interorganisatoriske relasjoner	23
4. Kortfattet pensummal – HEI (EQF6). Modultittel: AI og maskinlæring for å forutsi materialstrømmer og optimalisere forsyningskjeden/prosessen	35
5. Kortfattet pensummal – HEI (EQF6). Modultittel: Blokkjede-teknologier for å skape transparente og sikre sporings- og sertifiseringssystemer for material- og energistrømmer	46
6. Kortfattet pensummal – HEI (EQF6). Modultittel: Symbiotiske energieffektivitets-/energistyings-teknologier og -modeller	54
7. Kortfattet pensummal – HEI (EQF6). Modultittel: Miljøstyringssystemer (EMS)	64
DEL B: 7 pensum for yrkesfaglige opplæringsmoduler	71
1. Kortfattet mal for pensum – yrkesrettet opplæring (EQF5). Modultittel: Rammeverket for industriell symbiose (IS)	72
2. Kortfattet pensummal – yrkesrettet opplæring (EQF5). Modultittel: Prinsipper for livssyklusvurdering for å vurdere miljøfordelene og ulempene ved å dele ressurser	80
3. Kortfattet pensummal – VET (EQF5). Modultittel: Interorganisatoriske relasjoner	88
4. Kortfattet pensummal – VET (EQF5). Modultittel: AI og maskinlæring for å forutsi materialstrømmer og optimalisere forsyningskjeden/prosessen	98
5. Kortfattet pensummal – VET (EQF5). Modultittel: Blokkjede-teknologier for å skape transparente og sikre sporings- og sertifiseringssystemer for material- og energistrømmer	105
6. Kortfattet pensummal – VET (EQF5). Modultittel: Symbiotiske energieffektivitets-/energistyings teknologier og modeller	114
7. Kortfattet pensummal – VET (EQF5). Modultittel: Miljøstyringssystemer (EMS)	121

Innledning

Dette resultatet er en del av den overordnede utdanningsstrategien til SymbioTech-prosjektet og representerer neste trinn etter identifisering av opplæringsbehov og definering av rammeverket for gjennomføring av opplæringen. Den bygger direkte på funnene og anbefalingene i **SME SymbioTech Training Needs Mapping Report and Learning Pathway's Structure (D2.2)** og **SymbioTech Training Implementation Requirement Plan (D2.3)**, som definerte kompetanserammen, læringsutbyttet og implementeringsbetingelsene som kreves for å forberede SymbioTech-ledere innen digital industriell symbiose (DIS).

På denne bakgrunn fokuserer denne leveransen på strukturert utvikling av innholdet i SymbioTech-opplæringsmodulene. Hovedmålet er å oversette de strategiske retningslinjene, læringsmålene og kompetansekravene som er identifisert i tidligere leveranser, til konkrete, sammenhengende og pedagogisk solide læringsmoduler. Utviklingen av modulene følger en lærerorientert og praksisdrevet pedagogisk tilnærming, med vekt på aktivt lærerengasjement, integrering av teori med praktisk anvendelse og utvikling av overførbare, jobbrelevante ferdigheter.

Modulene er utformet for å støtte fleksible og modulære læringsforløp for både høyere utdanningsinstitusjoner (HEI) og yrkesrettet utdanning og opplæring (VET). Hver modul kombinerer teoretiske grunnlag med anvendte læringsaktiviteter, inkludert casestudier, digitale verktøy, simuleringer og interaktive øvelser, og fremmer dermed kritisk tenkning, problemløsningsferdigheter og tverrsektoriell samarbeid. Disse elementene svarer direkte på kompetansegapene og opplæringsprioriteringene som er identifisert gjennom SymbioTech-opplæringsbehovsanalysen.

I tråd med prinsippene skissert i D2.3 er modulutviklingsprosessen tilpasset kvalitetssikringsmekanismer, mikrokvalifikasjonsmetoder og prinsipper for livslang læring. Opplæringsinnholdet er utformet for å være egnet for digitale, blandede og hybride leveringsformater, noe som muliggjør tilgjengelighet, skalerbarhet og tilpasningsevne på tvers av ulike nasjonale og institusjonelle kontekster. Det legges særlig vekt på å sikre sammenheng mellom læringsmål, læringsutbytte, læringsaktiviteter og vurderingsmetoder på tvers av alle modulene.

Samlet sett fungerer dette leveringsresultatet som et brobyggende instrument mellom den strategiske utformingen av SymbioTech-opplæringsprogrammet og den praktiske gjennomføringen av det. Det gir et konsistent og handlingsrettet rammeverk for modulutvikling, som sikrer at opplæringsinnholdet effektivt støtter forberedelsen av nåværende og fremtidige SymbioTech-ledere som er i stand til å utforme, tilrettelegge og administrere digitale industrielle symbioseinitiativer innenfor komplekse industrielle og sirkulære økosystemer.

Del A

7 pensum for HE-opplæringsmoduler

1. Kortfattet pensummal – HEI (EQF6)

Modultittel: Rammeverket for industriell symbiose (IS)

EQF-nivå: 6

ECTS-poeng: 4 ECTS

Total arbeidsbelastning (timer): 100 timer

- Kontakttimer (forelesninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 40 timer
- Veiledet selvstudium: 30 timer
- Prosjektarbeid: 30 timer

Leverende institusjon: UNIVERSITETET I PATRAS (UPAT), Hellas

1.1 Moduloversikt

6

Denne modulen introduserer de grunnleggende konseptene og prinsippene for industriell symbiose (IS), en sentral komponent i den europeiske grønne avtalen og EUs handlingsplan for sirkulær økonomi. Den gir studentene en strukturert forståelse av IS-grunnlaget, inkludert definisjoner, omfang, historisk utvikling og forbindelser med sirkulær økonomi og øko-industriparker. Modulen utforsker også EUs politiske rammeverk som påvirker innføringen av IS, moderne forretningsmodeller og typologier, digitale matchingsverktøy og algoritmer, kartlegging av material- og energistrømmer, strategier for involvering av interessenter, samt utforming og evaluering av symbiotiske nettverk. Deltakerne undersøker i tillegg IS-ytelsesindikatorer, fordeler, barrierer, risikoer og faktorer som påvirker vellykket implementering.

Modulen er utviklet for studenter ved høyere utdanningsinstitusjoner, lærere, bedriftsledere, konsulenter, tilretteleggere, forskningsorganisasjoner, bedriftsstøtteinstitusjoner og politiske beslutningsorganer som arbeider med bærekraft og ressurseffektiv innovasjon.

Den fungerer som en grunnleggende komponent i SymbioTech-opplæringsløpet og forbereder deltakerne på avanserte moduler om digital industriell symbiose og miljøstyringssystemer.

En generell forståelse av bærekraft eller industriell drift er nyttig, men ikke nødvendig. Grunnleggende analytiske ferdigheter og interesse for samarbeidsbasert problemløsning støtter effektivt engasjement i modulens teoretiske og praktiske komponenter.

1.2 Læringsutbytte (LO)

De tiltenkte læringsutbyttene er delt inn i de tre EQF-områdene:

▪ **Kunnskap.** *Studentene vil:*

1. ha en omfattende forståelse av IS-prinsippene/elementene, barrierer, fordeler, IS' rolle innenfor rammeverkene for sirkulær økonomi og politiske kontekster som EU Fit for 55 og taksonomireguleringer (LO1),
2. bli kjent med den historiske utviklingen og evolusjonen fra tradisjonelle IS-praksiser til digitale IS-tilnærminger (LO2),
3. være kjent med de nåværende forretningsmodellene som IS kan implementeres gjennom (LO3).

▪ **Ferdigheter.** *Studentene kan:*

4. kritisk analysere industriklynger for å identifisere symbiotiske muligheter ved hjelp av verktøy som QGIS og Sankey-diagrammer (LO4),
5. anvende forretningsmodelltypologier og interessentanalyse for å utforme levedyktige IS-partnerskap (LO5),
6. samle inn data, kartlegge material- og energistrømmer og bruke disse dataene til beslutningstaking (LO6),
7. presentere og kommunisere IS-muligheter effektivt i skriftlig og muntlig form (LO7).

7

▪ **Kompetanser (autonomi og ansvar).** *Studentene er i stand til å:*

8. utforme og evaluere IS-prosjekter med hensyn til tekniske, økonomiske og miljømessige aspekter (LO8),
9. arbeide samarbeidsorientert i tverrfaglige team, involvere interessenter og administrere prosjektarbeidsflyt (LO9),
10. integrere EU-politikk og internasjonale standarder i prosjektforslag, basert på etisk og bærekraftsorientert tankesett (LO10),
11. kontinuerlig forbedre IS-kunnskap og praktiske ferdigheter gjennom selvstyrt læring og refleksiv praksis (LO11).

1.3 Veiledende læringsplan / leveringsplan

A/A	Enhet/seksjonstittel	Type økt	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
1	Introduksjon til IS, historisk utvikling og global anvendelighet.	Forelesning / workshop / e-læring	IS-definisjoner, omfang, elementer, motiver og koblinger til sirkulær økonomi og øko-industriparker. Fra IS-tilfellet Kalundborg på 1960-tallet til digital IS på 2020-tallet.	LO1, LO2	Vimal et al. (2020), Neves et al. (2020), Ashton et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023), Khan et al. (2023) .	Interaktiv forelesning med veiledet diskusjon om IS, CE og bærekraftsspørsmål. Casestudier av suksess- og fiaskohistorier innen IS.
2	EU-politisk kontekst.	Seminar / e-læring	IS tilpasset EU-pakke 55 og EUs taksonomijustering. EUs regelverk knyttet til IS.	LO1, LO10	Den europeiske grønne avtalen, Fit for 55-pakken, EUs taksonomi for bærekraftige aktiviteter.	Seminarbasert introduksjon til EU-regelverket. Ekspertwebinarer. 8
3	Forretningsmodeller for IS.	Forelesning / 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 av tilgjengelige forretningsmodeller.
4	Algoritmer og digitale verktøy for IS.	Seminar / e-læring	Symbiotiske matchingsalgoritmer og digitale verktøy.	LO2, LO4	Angelis-Dimakis et al. (2021), Silva et al. (2022), Iyer et al. (2024), QGIS, SankeyMATIC Programvareveiledninger.	Seminarbasert introduksjon til algoritmer og digitale verktøy. Ekspertwebinarer. Praktiske øvelser med programvareverktøy.
5	Utteksling av ressurser, material- og energistrømmer.	Forelesning/workshop/e-læring	Kartlegging av material- og energistrømmer i klynger.	LO6	Neves et al. (2020), Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023) .	Casestudier av utveksling av ressurser.

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
6	IS-interessenter og nettverk.	Forelesning/workshop/e-læring	Interessentanalyse og engasjementsstrategier. Utforming av symbiotiske nettverk og verdikjeder.	LO4, LO5, LO9	Neves et al. (2020), Aviso et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023), Khan et al. (2023).	Gruppearbeid/brainstorming om interessenters utvalgsriterier og engasjement. Casestudier av involverte interessenter i IS-nettverk. Casestudier av eksisterende IS-nettverk.
7	Evaluerings av IS-tytelse og IS-fordeler.	Forelesning/workshop/e-læring	Fastsettelse og rapportering av IS-KPIer. Operasjonelle, økonomiske, markedsføringsmessige, miljømessige og sosiale fordeler ved IS.	LO1, LO8	Agudo et al. (2022), Agudo et al. (2023), Agudo et al. (2024), Vimal et al. (2020), Khan et al. (2023) .	Gruppearbeid/brainstorming for å kommentere IS-KPIer. Gruppearbeid/brainstorming for å kommentere og sammenligne operasjonelle, økonomiske, markedsføringsmessige, miljømessige og sosiale aspekter/fordeler. 9
8	IS-barrierer og risikostyring og faktorer som påvirker IS.	Forelesning/workshop/e-læring	Hindringer og risikoer som påvirker IS-implementering og strategier for risikoreduksjon. Faktorer som påvirker IS-implementering og effektivitet.	LO1, LO2, LO3, LO8	Ponis (2021), Taqi et al. (2022), Henriques et al. (2022), Angelis-Dimakis et al., (2023), Karman et al. (2024) .	Gruppearbeid/brainstorming for å kommentere IS-barrierer og -risikoer. Problemløsningsverksted. Gruppearbeid/brainstorming for å kommentere faktorer som påvirker IS.
9	Praktisk IS-prosjekt.	Prosjekt og vurdering	IS-mulighetsvurdering for en lokal klynge.	LO4, LO7, LO8, LO9, LO10, LO11	Alle ovennevnte tekster/materiale.	Gruppeprosjektpresentasjon.
10	Eksamener i IS.	Vurdering	Avsluttende eksamener og vurderinger.	LO1, LO2, LO3, LO7	Alle ovennevnte lesninger/materiale.	Skriftlige og muntlige eksamener (åpne spørsmål)

1.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Det vil bli benyttet en hybrid læringsmetode for dette modulen. Med andre ord vil både synkron og asynkron læring bli benyttet. Spesifikt vil lærere og studenter gjennom synkron læring samles virtuelt på samme tid og sted (i et digitalt klasserom) og samhandle i sanntid. På den annen side, basert på asynkron læring, kan studentene få tilgang til materiell som vil være tilgjengelig på en digital plattform (lastet opp av lærere). Dette materialet (f.eks. forhåndsinnspilte forelesninger, presentasjoner, Word-/PDF-filer, figurer, videoer osv.) vil beskrive teoretiske spørsmål og praktiske casestudier. Dermed kan studentene samhandle med hvert materiell i sitt eget tempo over lengre perioder.

▪ *Viktige undervisningsmetoder*

Flere viktige undervisningsmetoder vil bli brukt gjennom hele modulen, for eksempel interaktive forelesninger med veiledet diskusjon, casestudier, seminarer, ekspertwebinarer, workshops, praktiske laboratorier, gruppearbeid og prosjekter, skriftlige og muntlige eksamener. Spørsmål knyttet til industriell symbiose (IS), sirkulær økonomi (CE) og bærekraft vil gjenspeiles i de ovennevnte undervisningsmetodene.

▪ *Tilnærminger og metoder som støtter aktiv læring og praktisk anvendelse av kunnskap*

Synkron læring er godt egnet for å skape umiddelbar engasjement hos lærere og studenter og raskere utveksling av informasjon, og bidrar dermed til å bygge fellesskap og avklare misforståelser. Asynkron læring er dessuten mer fleksibel. Den gir studentene mer tid til å utforske og engasjere seg i materialet og gir tilgang til et bredere spekter av studenter.

Videre vil de viktigste undervisningsmetodene (som forelesninger) gi teoretisk kunnskap om IS for en omfattende forståelse av IS-prinsipper, -elementer og -praksis. Denne kunnskapen, sammen med de mange praktiske eksemplene som gis gjennom de praktisk orienterte undervisningsmetodene (som IS-casestudier, praktiske laboratorier), legger grunnlaget for at en student ved en høyere utdanningsinstitusjon og en bedriftsleder kan bli IS-leder. Ekspertwebinarer og seminarer vil bidra ytterligere til å forbedre den teoretiske og praktiske kunnskapen om IS. Teamarbeid, som fremmes gjennom undervisningsmetoder som workshops, gruppearbeid og prosjekter, gjør IS-lederen i stand til å samarbeide med interessenter og utvikle effektive IS-nettverk.

10

1.5 Vurderingsmetoder og bevis

Modulen benytter en blandet vurderingsstrategi som kombinerer studentenes aktive deltakelse og engasjement, gruppeoppgavepresentasjoner og skriftlige og muntlige eksamener (åpne spørsmål, flervalgsspørsmål, quizzes osv.) for å vurdere både studentenes teoretiske kunnskap om IS-konseptet og deres praktiske evne til å utvikle bærekraftige og konkurransedyktige IS-rammeverk bestående av relevante interessenter som utveksler flere ressurser. Ikke bare summative (endelige vurderte oppgaver) vurderinger er inkludert for å støtte læringsprogresjonen, men også formative (kontinuerlig deltakelse og tilbakemelding under alle de viktigste undervisningsmetodene).

Vurderingskomponenter og bevis på oppnåelse av læringsutbytte:

- *Deltakelse og engasjement (vekt 10 %)*. Aktiv deltagelse i alle undervisningsmetoder som forelesninger, casestudier, seminarer, webinarer, workshops, praktiske laboratorier, gruppearbeid og prosjektutvikling.
- *Gruppeprosjektpresentasjon (vekt 30 %)*. En analytisk rapport på 3000 ord som evaluerer en reell eller simulert lokal IS-mulighet, inkludert klyngeanalyse, flytkartlegging og anbefalinger for forretningsmodeller.
- *Avsluttende skriftlig og muntlig eksamen (åpne spørsmål, flervalgsspørsmål, quizzer osv.) (Vekt 60 %)*. Eksamener som tester teoretisk kunnskap, forståelse av politikk og kompetanse i praktiske verktøy.

1.6 Bibliografi og verktøy

1.6.1 Obligatorisk

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). En oversikt over brasilianske selskapers beredskap til å implementere industriell symbiose. *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). Forslag til et vurderingsverktøy for å diagnostisere beredskap for industriell symbiose. *Bærekraftig produksjon og forbruk*, 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). Industriell symbiose i Balkan-Middelhavsregionen: Eksemplet med fast avfall. *Miljøer*, 10(1), <https://doi.org/10.3390/environments10010001>

Angelis-Dimakis, A., Arampatzis, G., Pieri, T., Solomou, K., Dedousis, P., & Apostolopoulos, G. (2021). SWAN-plattformen: Et nettbasert verktøy for å støtte utviklingen av forretningsmodeller for gjenbruk av fast avfall fra industrien. *Waste Management & Research*, 39(3), 489–498. <https://doi.org/10.1177/0734242X21989413>

Ashton, W. S., Chertow, M. R., & Althaf, S. (2022). Industriell symbiose: Nye forsyningsnettverk for sirkulærøkonomien. I L. Bals, W. L. Tate, & L. M. Ellram (red.), *Sirkulærøkonomiske forsyningskjeder: Fra kjeder til systemer* (s. 29–48). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83982-544-620221002>

Aviso, K. B., Laddaran, A., & Ngo, J. S. (2022). Modellering av interessenters mål i industriell symbiose. *Prosessintegrasjon og optimalisering for bærekraft*, 6, 543–558. <https://doi.org/10.1007/s41660-022-00226-6>

Cagno, E., Negri, M., Neri, A., & Giambone, M. (2023). Ett rammeverk for å styre dem alle: Et integrert, flernivå og skalerbart rammeverk for måling av bærekraft, sirkulær økonomi og

industriell symbiose. *Bærekraftig produksjon og forbruk*, 35, 55–71.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.10.016>

Demartini, M., Tonelli, F., & Govindan, K. (2022). En undersøkelse av modelleringsmetoder for industriell symbiose: En litteraturgjennomgang og forskningsagenda. *Renere logistikk og forsyningskjede*, 3, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100020>

Erol, I., Peker, I., Ar, I. M., & Searcy, C. (2023). Undersøkelse av rollen til urban-industriell symbiose i sirkulærøkonomien: En tilnærming basert på N-Force-feltteorien om endring og N-ISM-Micmac. *Operations Management Research*, 16, 2125–2147.
<https://doi.org/10.1007/s12063-023-00393-w>

EU-taksonomi for bærekraftige aktiviteter. Tilgjengelig på:
https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en

Den europeiske grønne avtalen. Tilgjengelig på: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Fit for 55-pakken. Tilgjengelig på: 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). Implementering av insentiver for industriell symbiose: Et anvendt vurderingsrammeverk for risikoreduksjon. *Sirkulær økonomi og bærekraft*, 2, 669–692.
<https://doi.org/10.1007/s43615-021-00069-2>

Iyer, S. V., Sangwana, K. S., & Dhiraj, D. (2024). Utvikling av et rammeverk for industriell symbiose gjennom digitalisering i sammenheng med Industri 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). Sirkulærøkonomiske praksiser som et skjold for langsiktig organisatorisk og nettverksmessig motstandskraft i krisetider: Innsikt fra en industriell symbiose. *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). Analyse av casestudier om industriell symbiose og dens potensial i 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). En omfattende gjennomgang av industriell symbiose. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119113.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119113>

Ponis, S. T. (2021). Industrielle symbiosenettverk i Hellas: Utnyttelse av kraften i blokkjede-baserte B2B-markedsplasser. *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-programvareveiledninger. Tilgjengelig på:
https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/training_manual/index.html

SankeyMATIC-programvareveiledninger. Tilgjengelig på: <https://sankeymatic.com/manual/>

Silva, M. G., de Carvalho, T. S., Castagna, A. G., Strauhs, F. do R., & Piekarski, C. M. (2022). Online-plattformers rolle i å muliggjøre prosessen med industriell symbiose: En analyse av verktøy som er tilgjengelige på markedet. *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). Hvilke utfordringer gjør veien mot industriell symbiose komplisert? *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). En undersøkelse av virkningen av implementering av industriell symbiose på organisasjonens ytelse ved hjelp av analytisk hierarkisk tilnærming. *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). Et integrert rammeverk for evaluering av industriell symbioseytelse i en energiintensiv industripark i Kina. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 42056–42074. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25232-0>

I tillegg må studentene studere alt undervisningsmaterieell (forelesninger, presentasjoner, notater, arbeidsark og tilleggsdokumenter) som er lastet opp av underviseren på kursplattformen, da dette utgjør en integrert del av modulens kjerneundervisningsressurser.

1.6.2 Anbefalt

Akyazi, T., Goti, A., Bayon, F., Kohlgruber, M., & Schroder, A. (2023). Identifisering av kompetansekrav knyttet til industriell symbiose og energieffektivitet for den europeiske prosessindustrien. *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). Utvikling av en vurderingsmodell for å avdekke potensielle synergier ved regional industriell symbiose: En casestudie av Valparaíso-regionen, Chile. *Journal of Cleaner Production*, 444, 141245. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141245>

Buda, G., & Ricz, J. (2023). Industriell symbiose og industripolitikk for bærekraftig utvikling i 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). Omfattende evaluering av miljømessige og økonomiske fordeler ved industriell symbiose i industriparker. *Journal of Cleaner Production*, 354, 131635. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131635>

Lybæk, R., Christensen, T. B., & Thomsen, T. P. (2021). Forbedring av politikk for implementering av industriell symbiose: Hva er hindringene, drivkreftene og veien videre? *Journal of Cleaner Production*, 280, 124351. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124351>

Filimonau, V., & Ermolaev, V. A. (2022). Utforsking av potensialet for industriell symbiose for å gjenvinne matavfall fra serveringsbransjen i Russland. *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). En foreløpig vurdering av industriell symbiose i Sodankylä. *Aktuell forskning innen miljømessig bærekraft*, 2, 100018. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2020.100018>

Hariyani, D., & Mishra, S. (2024). En beskrivende statistisk analyse av muliggjørere for integrert bærekraftig-grønn-lean-six sigma-agile produksjonssystem (ISGLSAMS) i indiske produksjonsindustrier. *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). Nåværende status, nye utfordringer og fremtidsutsikter for industriell symbiose i Afrika. *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). Utforsking av industriell symbiose for sirkulær økonomi: Undersøkelse og sammenligning av anatomien og utviklingsstrategiene i Italia. *Management Decision, forhåndskrift* (forhåndskrift). <https://doi.org/10.1108/MD-04-2023-0658>

Yazan, D. M., van Capelleveen, G., & Fraccascia, L. (2022). Beslutningsstøtteverktøy for smart overgang til sirkulær økonomi. I T. Bondarouk & M. R. Olivas-Luján (red.), *Smart industri – Bedre ledelse* (Advanced Series in Management, bind 28, s. 151–169). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S1877-636120220000028010>

2. Kortfattet pensummal – HEI (EQF6)

Modultittel: Livssyklusvurdering Prinsipper for vurdering av miljømessige fordeler og ulemper ved deling av ressurser

EQF-nivå: 6

ECTS-poeng: 4 ECTS

Total arbeidsbelastning (timer): 100 timer

- Kontakttimer (forelesninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 30 timer
- Veiledet selvstudium: 30 timer
- Prosjektarbeid: 40 timer

Leverandørinstitusjon: DERMOL SVETOVANJE D.O.O. (Dermol d.o.o.), Slovenia.

2.1 Moduloversikt

15

Denne modulen introduserer studentene for prinsippene og integrert anvendelse av livssyklusvurdering (LCA), livssyklus kostnadsberegning (LCC) og sosial livssyklusvurdering (S-LCA) ved hjelp av FootprintCalc-programvaren som det sentrale verktøyet for bærekraftsanalyse. Formålet er å gi deltakerne evnen til å modellere, tolke og kommunisere de miljømessige, økonomiske og sosiale konsekvensene av produkter og systemer gjennom hele deres livssyklus, i tråd med ISO 14040/14044-standardene.

Viktige temaer inkluderer livssyklustenkning, konsepter for sirkulær økonomi (CE) og industriell symbiose (IS), datainnsamling og inventarbygging, integrering av LCC- og S-LCA-indikatorer og tolkning av resultater gjennom beslutningsanalyse med flere kriterier og bærekraftsdashboards.

Modulen retter seg mot studenter i høyere utdanning (EQF 6) som forbereder seg på karrierer innen bærekraftig ledelse, sirkulær forretningsdesign og koordinering av industriell symbiose, inkludert fremtidige SymbioTech-ledere. Den knytter seg til relaterte moduler om digital industriell symbiose, sirkulære forretningsmodeller og bærekraftig innovasjon, og gir et metodologisk grunnlag for anvendt bærekraftsanalyse.

Anbefalt forkunnskap inkluderer grunnleggende kjennskap til bærekraftsprinsipper, miljøledelse eller digitale verktøy, men det er ikke krav om spesifikke forhåndskrav.

2.2 Læringsutbytte

De tiltenkte læringsutbyttene er delt inn i de tre EQF-områdene:

▪ **Kunnskap.** *Studentene skal:*

1. beskrive rollen til bærekraft, sirkulær økonomi (CE) og industriell symbiose (IS) i forhold til livssyklus og systemtenkning (LO1),
2. identifisere og forklare hovedprinsippene, rammene og sammenhengene mellom livssyklusvurdering (LCA), livssyklus kostnadsberegning (LCC) og sosial livssyklusvurdering (S-LCA) innenfor livssyklusbærekraftsvurdering (LCSA) (LO2),
3. forstå de fire hovedfasene i en LCA (mål- og omfangsdefinisjon, inventaranalyse, konsekvensanalyse og tolkning) og prinsippene, kravene og retningslinjene i ISO 14040/14044 (LO3),
4. erkjenne hvordan LCA støtter ressurseffektivitet, sirkulær design og bærekraftsorientert beslutningstaking i CE/IS-sammenhenger (LO4),
5. kjenne til strukturen og formålet med nettbaserte bærekraftverktøy (f.eks. FootprintCalc) og databaser (f.eks. Idemat 2025) (LO5).

▪ **Ferdigheter.** *Studentene kan:*

6. anvende ISO-basert resonnement for å evaluere kvaliteten, transparensen og påliteligheten til LCA-, LCC- og S-LCA-studier (LO6),
7. bruke nettbasert programvare (f.eks. FootprintCalc) til å lage materialfortegnelser (BoM) og livssyklusinventar (LCI) datasett, som integrerer miljømessige, økonomiske og sosiale data (LO7),
8. anvende konsekvensanalysemetoder (f.eks. EF 3.1, ReCiPe) for å analysere og tolke bærekraftsresultater og avveininger (LO8),
9. utvikle, visualisere og kommunisere bærekraftsoversikter og multikriterieanalyser (MCDA) for å støtte informert beslutningstaking (LO9).

▪ **Kompetanse (autonomi og ansvar).** *Studentene er i stand til å:*

10. gjennomføre forenklede LCA-, LCC- og S-LCA-studier uavhengig ved hjelp av FootprintCalc (LO10),
11. kritisk evaluere datakvalitet, metodologiske forutsetninger og begrensninger i bærekraftsvurderinger (LO11),
12. samarbeide effektivt i tverrfaglige CE/IS-prosjekter og kommunisere bærekraftsanbefalinger tydelig til ulike interessenter (LO12).

2.3 Veiledende læringsplan / leveringsplan

A/A	Enhet/seksjonstittel	Type økt	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
1	Introduksjon til bærekraft, CE og IS	Forelesning / e-læring	Oversikt over bærekraftbegreper, sirkulær økonomi (CE), industriell symbiose (IS) og livssyklusvurderingens rolle.	LO1	Kirchherr et al. (2017)	Interaktiv forelesning med veiledet diskusjon, konseptkartlegging og en kort refleksjonsøvelse.
2	Introduksjon til LCA, LCC og S-LCA Konseptuelle rammeverk	Seminar / e-læring	Grunnleggende om livssyklusvurdering (LCA), livssyklus kostnader (LCC) og sosial LCA (S-LCA)	LO2, LO4	Visentin et al (2021), Valdivia et al. (2021)	Seminarbasert introduksjon til hvert rammeverk. Gruppebrainstorming og veiledet diskusjon for å sammenligne miljømessige, økonomiske og sosiale aspekter. Caseanalyse av et enkelt produktsystem ved å anvende de tre perspektivene. Spørsmål og svar med instruktør.
3	ISO 14040 og ISO 14044 Rammeverk for livssyklusvurdering	Seminar / e-læring	ISO-prinsipper, faser, terminologi og tilpasning til praksis innen livssyklusvurdering.	LO3, LO6	ISO (2006)	Veiledet gjennomgang av ISO 14040/14044-strukturen og terminologien. Gruppekartlegging av LCA-fasene med praktiske eksempler. Diskusjon av en publisert LCA-casestudie i samsvar med ISO-standarder. Instruktørledet refleksjon over utfordringer og god praksis i ISO-konform LCA-implementering.

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Tema/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
4	Oppbygging og administrering av lagerdata	Forelesning / workshop / e-læring	Opprett styklister og LCI-datasett; importer data til FootprintCalc; identifiser viktige strømmer og påvirkningskategorier.	LO5, LO7	FootprintCalc (2024), Sustainable Impact Metrics Foundation (SIMF), 2023	Veiledet laboratoriearbeid med veiledning i sanntid; pararbeid for å lage BoM; øvelser; og feilsøkingsøker ved hjelp av eksempeldatasett.
5	Miljømessig, økonomisk og sosial vurdering	Prosjekt / E-læring	Utfør LCA-beregninger ved hjelp av EF 3.1 eller ReCiPe; integrer LCC- og S-LCA-indikatorer; visualiser avveininger ved hjelp av MCDA-dashboards.	LO8, LO9	Valdivia et al. (2021), UNEP (2020)	Teambasert prosjektsimulering; gruppeanalyse av LCA-resultater; utvikling av sammenlignende dashboards; fagfelleevaluering av resultater.
6	Bærekraftig tolkning og beslutningsstøtte	Prosjekt / Workshop / e-læring	Tolke integrerte resultater, identifisere bærekraftige hotspots, evaluere avveininger og oversette funn til handlingsrettede anbefalinger for CE/IS-beslutninger.	LO10, LO11, LO12	Klöppfer & Grahl (2014), Daddi et al. (2017)	Problemløsningsverksted, presentasjonsøvelser, scenaribaserte diskusjoner og utarbeidelse av bærekraftsnotater og visuelle presentasjoner.
7	Digitale verktøy for CE/IS-beslutningstaking	Forelesning / Seminar / e-læring	Utforsk digitale CE/IS-plattformer (f.eks. FootprintCalc MCDA, Simapro-demosett, IS-kartleggingsverktøy).	LO5, LO7, LO9	Verktøydokumentasjon (FootprintCalc, Simapro demo), SIMF-datasett	Demonstrasjon med veiledet utforskning av verktøy; korte oppgaver som modellerer ressursutveksling; tilbakemelding fra instruktør

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Emne / Aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
8	Casestudier i industriell symbiose og sirkulær økonomi	Seminar / e-læring	Undersøk reelle CE/IS-tilfeller; evaluer systemiske virkninger ved hjelp av livssykluslenking; diskuter skalerbarhet og barrierer.	LO1, LO4, LO11, LO12	Chertow (2007), Ažman Momirski et al. (2021)	Gruppesaksanalyse; rollespill med interessenter; strukturert debatt; utvikling av komparativ matrise.
9	Politikk, standarder og bedriftsstrategier som støtter LCA i CE/IS	Forelesning/e-læring	EU Green Deal, taksonomi, standarder, EPD-er og hvordan politiske rammeverk påvirker LCA-baserte beslutninger.	LO2, LO3, LO6, LO11	Europakommisjonen (2020), ISO (2017) retningslinjer for EPD-er	Interaktiv forelesning; kartlegging av politikk; analyse av reelle EPD-er; diskusjon om implikasjoner for SMB-er og IS-nettverk.
10	Sluttprosjektintegrasjon og presentasjon	Prosjekt / Workshop / Vurdering	Studentene utarbeider og presenterer et CE/IS-prosjekt som integrerer LCA–LCC–S-LCA-funn og anbefalinger.	LO6, LO8, LO10, LO11, LO12	Alle ovennevnte tekster/materiale	Coaching-økt; kollegial konsultasjon; strukturerte sluttpresentasjoner; reflekterende evaluering av prosjektresultatene

2.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Modulen benytter en hybrid læringsmodell som kombinerer synkrone og asynkrone komponenter. Synkrone økter bringer lærere og studenter sammen i sanntid i et virtuelt klasserom, noe som muliggjør direkte interaksjon, umiddelbar tilbakemelding og en felles følelse av fellesskap. Asynkron læring gir studentene tilgang til materiale – for eksempel forhåndsinnspilte forelesninger, presentasjoner, dokumenter, figurer og videoer – gjennom en digital plattform i sitt eget tempo. Disse ressursene dekker både teoretiske grunnlag og praktiske casestudier, noe som gir studentene fleksibilitet og samtidig støtter dypere engasjement i innholdet. Den pedagogiske strategien legger vekt på aktiv og praksisorientert læring. Studentene anvender teoretiske konsepter på reelle bærekraftsutfordringer, samtidig som de utvikler digital kompetanse gjennom strukturert bruk av LCA-vurderingsverktøy (f.eks. FootprintCalc) og datavisualiseringsprogramvare.

▪ *Viktige undervisningsmetoder*

Undervisningsmetodene omfatter interaktive forelesninger, seminarer, praktiske workshops, veiledede datalaboratorier og gruppeprosjekter. FootprintCalc fungerer som det primære analyseverktøyet gjennom hele modulen. Studentene arbeider også med casestudier, deltar i diskusjoner med medstudenter og gjennomfører scenariebaserde øvelser som simulerer beslutningstaking i sammenheng med sirkulær økonomi (CE) og industriell symbiose (IS).

▪ *Tilnærminger og metoder som støtter aktiv læring og praktisk anvendelse av kunnskap.*

Det synkrone formatet støtter umiddelbar engasjement, sanntidsavklaring av komplekse emner og samarbeidsorientert interaksjon mellom studenter og veiledere. Det asynkrone formatet tilbyr derimot fleksibilitet og selvstyrt læring, slik at studentene kan utforske materialet mer i dybden og gi bredere tilgang for ulike studenter. Kombinasjonen av teoretisk undervisning og praktiske aktiviteter – som veiledede datalaboratorier og gruppeprosjekter – gir et solid grunnlag for å utvikle LCA-relaterte kompetanser. Disse metodene gir både studenter ved høyere utdanningsinstitusjoner og bedriftsledere de ferdighetene som trengs for å fungere som effektive LCA-utøvere. Samarbeid og teamarbeid, som er integrert i hele modulen, forbereder studentene ytterligere på å samarbeide med interessenter i virkelige bærekrafts- og sirkulærøkonomimiljøer.

20

2.5 Vurderingsmetoder og bevis

Modulen benytter en blandet vurderingsstrategi som kombinerer prosjektbaserte, praktiske og reflekterende komponenter for å evaluere studentenes evne til å anvende FootprintCalc i integrert bærekraftsanalyse. Både formative (kontinuerlig tilbakemelding under workshops og laboratorier) og summative (endelige vurderte innleveringer) vurderinger er inkludert for å støtte læringsprogresjonen.

Vurderingskomponenter og bevis på oppnåelse av læringsutbytte:

- *Gruppeprosjekt (vekt 40 %).* En samarbeidsbasert casestudie om livssyklusbærekraftsvurdering (LCSA) ved bruk av FootprintCalc, som integrerer LCA-, LCC- og S-LCA-perspektiver. Bevisen inkluderer en materialfortegnelse (BoM),

inventarmodell, tolkning av påvirkning og en rapport eller presentasjon om multikriteriel beslutningsanalyse (MCDA).

- *Praktisk laboratorieoppgave (vekt 30 %)*. Individuell innlevering av en FootprintCalc-modellfil ledsaget av en kort metodologisk refleksjon om datahåndtering og vurderingsvalg.
- *Individuell rapport (vekt 20 %)*. En skriftlig refleksjon (ca. 1000 ord) som viser forståelse av LCSA-tolkning og dens relevans for beslutningstaking i sirkulærøkonomi eller industriell symbiose.
- *Deltakelse (vekt 10 %)*. Aktiv deltakelse i workshops, diskusjoner med medstudenter og tilbakemeldingsøker, som viser kontinuerlig læring og bidrag til gruppearbeid.

2.6 Bibliografi og verktøy

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>

Europakommisjonen. (2020). *En ny handlingsplan for sirkulær økonomi for et renere og mer konkurransedyktig Europa*. Brussel: Europakommisjonen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0098>

FootprintCalc. (2024). *FootprintCalc: Gratis produktfotavtrykkskalkulator for LCA-, LCC- og S-LCA-integrasjon*. <https://www.footprintcalc.org/>

Internasjonal standardiseringsorganisasjon. (2017). *ISO 14025:2017 — Miljømerker og miljøerklæringer — Miljøerklæringer av type III — Prinsipper og prosedyrer*. <https://www.iso.org/standard/64758.html>

ISO. (2006). *Miljøledelse – Livssyklusvurdering – Prinsipper og rammeverk (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). *Livssyklusvurdering (LCA): En guide til beste praksis*. 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). *Retningslinjer for sosial livssyklusvurdering av produkter og organisasjoner*. <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). Prinsipper for anvendelse av livssyklusbærekraftsvurdering. *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). Livssyklusbærekraftsvurdering: En systematisk litteraturgjennomgang. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121430. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121430>

2.6.2 Anbefalt

Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC). (2004). *Livssyklusvurdering – Beste praksis i ISO 14040-serien*. APEC-sekretariatet. 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

22

Ecochain Technologies. (2024). *Forklaring: LCA-standarder. Ecochain Technologies hjelpesenter*. <https://helpcenter.ecochain.com/en/articles/9515835-explained-lca-standards>

Europakommisjonen, Felles forskningssenter (JRC). (2010). *ILCD-håndbok – Generell veiledning for livssyklusvurdering: Detaljert veiledning*. Den europeiske unions publikasjonskontor. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC48157/ilcd_handbook-general_guide_for_lca-detailed_guidance_12march2010_isbn_fin.pdf

De forente nasjoners økonomiske kommisjon for Europa (UNECE) og Det amerikanske miljøvernbyrået (EPA). (2022). *Introduksjon til livssyklusvurderingsmetodikk og standarder*. https://unece.org/sites/default/files/2022-06/1_2_GHG_EPA.pdf

2.6.3 Programvare og digitale verktøy

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

Excel / Power BI (for MCDA-visualisering)

Valgfritt: OpenLCA for komparativ modellering, <https://www.openlca.org/>

3. Kortfattet pensummal – HEI (EQF6)

Modultittel: Interorganisatoriske relasjoner

EQF-nivå: 6

ECTS-poeng: 4 ECTS

Total arbeidsbelastning (timer): 100 timer

- Kontaktimer (forelesninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 30 timer
- Veiledet selvstudium: 40 timer
- Prosjektarbeid: 30 timer

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

3.1 Moduloversikt

23

Interorganisatorisk samarbeid er en grunnleggende evne i moderne bærekraftsoverganger og transformasjoner av sirkulær økonomi. Industriell symbiose (IS) avhenger av strukturert samarbeid mellom ulike organisasjoner – produsenter, forsyningsselskaper, kommuner, logistikkleverandører, teknologibedrifter, reguleringsmyndigheter, NGO-er og mellomledd – som må koordinere ressursutveksling, samordne insentiver, etablere felles visjoner og opprettholde samarbeid over lange perioder.

Denne modulen gir en dyp og omfattende utforskning av hvordan slikt samarbeid oppstår, hvordan det utvikler seg og hvordan det kan styrkes. Studentene blir introdusert for de *sentrale teoretiske rammene* som forklarer organisasjonsatferd i systemer med flere aktører: ressursavhengighetsteori (RDT), transaksjonskostnadsekonomi (TCE), nettverksteori, institusjonell teori, relasjonelle styringskonsepter og atferdsteorier om tillit.

Samtidig fokuserer modulen sterkt på *praksisbaserte ferdigheter* som er nødvendige i IS-koordinering:

- kartlegging av interesser, aktøranalyse og identifisering av nettverksgrenser,
- diagnose av samarbeidsrisikoer og -barrierer,
- utforming og kommunikasjon av styringsstrukturer,
- forhandling og konsensusbygging i komplekse situasjoner,
- håndtere konflikter, mistillit og motstridende interesser,

- oppdage og håndtere motstand mot endring,
- megle i uenigheter og legge til rette for produktiv dialog,
- fremme tillit, åpenhet og langsiktig engasjement.

Modulen legger vekt på *erfaringsbasert, interaktiv og anvendt læring*. Studentene deltar i omfattende simuleringer, scenaribaserte workshops, rollespill om konfliktløsning og samarbeidsorienterte laboratorieaktiviteter ved hjelp av ekte kartleggings- og analyseverktøy som QGIS eller PowerMap.

De lærer å håndtere virkelige IS-koordinasjonsutfordringer, for eksempel:

- motvilje mot å dele data eller kostnader,
- asymmetri i makt, ressurser og forhandlingskapasitet,
- motstridende tidshorisonter og strategiske prioriteringer
- konkurrerende tolkninger av risiko og verdi,
- politisk press og institusjonelle begrensninger.

Studenter som fullfører dette modulet vil være godt rustet til å jobbe som IS-koordinatorene, tilretteleggere for sirkulær økonomi, ledere for industriklynger, prosjektledere for bærekraft eller analytikere som støtter regional utvikling og samarbeid på tvers av sektorer.

3.2 Læringsutbytte (LO)

24

De tiltenkte læringsutbyttene er delt inn i de tre EQF-områdene:

- **Kunnskap.** Studentene skal:
 1. forklare i detalj forutsetningene, opprinnelsen og implikasjonene av RDT, TCE og nettverksteori, og evaluere hvordan disse teoriene forklarer organisatorisk beslutningstaking i IS-nettverk (LO1),
 2. analysere de flernivådrivere (økonomiske, organisatoriske, samfunnsmessige, politikkbaserte) som påvirker samarbeidsberedskap og vilje i sirkulærøkonomiske økosystemer (LO2),
 3. beskrive institusjonelle pressfaktorer som former interorganisatorisk atferd, inkludert isomorfisme, overholdelse av regelverk og legitimitetens rolle (LO3),
 4. identifisere typiske mønstre av maktasymmetri (f.eks. dominerende selskaper vs. SMB; privat sektor vs. offentlige myndigheter) og vurdere hvordan disse påvirker samarbeidsresultatene (LO4),
 5. sammenligne styringsmodeller som hierarkisk, relasjonell, kontraktmessig og hybrid styring, og evaluere deres egnethet for IS-kontekster (LO5),
 6. forstå kognitive, atferdsmessige og strukturelle årsaker til konflikt mellom organisasjoner og formulere hvordan slike konflikter kan eskalere eller dempes (LO6).

▪ **Ferdigheter.** *Studentene kan:*

7. lage komplekse, flerlags kart over interessenter, inkludert strømmer, innflytelseslinjer, beslutningsarenaer, koalisjoner og potensielle konfliktpunkter (LO7),
8. gjennomføre interessentintervjuer og tolke kvalitative data for å støtte engasjementsplaner (LO8),
9. utforme styringsrammer som balanserer ansvarlighet, fleksibilitet og rettferdighet, inkludert delte KPI-er, klare ansvarsområder, transparensprotokoller og overvåkningsmekanismer (LO9),
10. utarbeide og levere overbevisende presentasjoner for flere interessenter som tydelig uttrykker fordeler, risikoer, muligheter for verdiskaping og engasjementsveier (LO10)
11. anvende forhandlingsteknikker (f.eks. BATNA, interessebasert forhandling, reframing, forankring) i simulerte konfliktsituasjoner (LO11),
12. fasilitere vanskelige møter, megle i tvister og veilede aktører gjennom strukturerte konflikthåndteringsprosesser (LO12),
13. bruke atferdsdiagnostikk for å identifisere motstandsfaktorer (f.eks. frykt for tap, usikkerhet, identitetstrussel) og utforme skreddersydde tiltak (LO13).

▪ **Kompetanser (autonomi og ansvar).** *Studentene er i stand til å:*

14. ta ansvar for å veilede samarbeidsprosesser og opprettholde langsiktig tillit mellom IS-partnere (LO14),
15. navigere i komplekse politiske, organisatoriske og mellommenneskelige kontekster ved hjelp av en etisk, transparent og ansvarlighetsdrevet tilnærming (LO15),
16. fungere som nøytrale tilretteleggere og meglere når organisasjoner opplever konflikt, fastlåste situasjoner eller uoverensstemmelser (LO16),
17. evaluere og integrere EUs politiske rammeverk (f.eks. handlingsplan for sirkulær økonomi, IED, EMAS, EU-taksonomi) i utformingen av IS-samarbeid (LO17)
18. arbeide effektivt i tverrfaglige team med ingeniører, økonomer, planleggere, reguleringsmyndigheter og representanter for lokalsamfunnet (LO18),
19. demonstrere adaptiv kommunikasjon, motstandskraft under press og reflekterende læring fra praksisbaserte scenarier (LO19).

3.3 Veiledende læringsplan / leveringsplan

A/A	Enhet/seksjonstittel	Type økt	Emne / aktivitet	Forventede lærings mål	Obligatorisk lesestoff/materiell	Anbefalte metoder
1	Grunnleggende om samarbeid	Forelesning + dialog	Dyp teoretisk introduksjon som dekker RDT, TCE, nettverksteori; diskusjon om hvorfor symbiotiske nettverk lykkes eller mislykkes; gjennomgang av referansesaker (Kalundborg, Ulsan, Dunkirk); utforskning av gjensidige avhengighetsstrukturer og koordinasjonssvikt.	LO1, LO2, LO3	Lewicka, Zakrzewska-Bielawska (2019), Salmone et al. (2020)	Utvidet teoretisk fremstilling, veiledet dialog, reflekterende komparativ analyse
2	Drive og barrierer i IS	Case Study Lab	Omfattende rammeverk for barrierer: regulatoriske risikoer, markedsvolatilitet, teknologisk usikkerhet, bedriftskultur, organisatorisk treghet; kartlegging av makro-, meso- og mikrobarrierer; arbeid med virkelige IS-feileksemppler, grunnårsaksanalyse og scenaribasert barriereavbøting.	LO2, LO3, LO8, LO17	Saha (2020)	Casade, kartlegging av barrierer, workshop om problemformulering
3	Kartlegging av interessenter	Teknisk laboratorium	Avansert flerlags kartlegging av interessenter og nettverk: makt-interesse-matriser, konfliktprediksjonmatriser, innflytelseshierarkier, flytdiagrammer, identifisering av koblinger, mellommenn og flaskehalser; arbeid med GIS-baserte systemer og reelle industrielle datasett.	LO3, LO7, LO13, LO19	Verktøysett + datasett	Teknisk kartleggingslaboratorium, scenariosimulering, strukturert verktøybasert analyse

26

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Tema/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
4	Styringsmodeller	Seminar + designøvelse	Design av hybride styringsmodeller som kombinerer formelle og relasjonelle komponenter; utforskning av rammeverk for ansvarlighet, regler for åpenhet, koordineringsroller, risikostyringsmodeller; gruppeoppgave med utforming av styring for en hypotetisk IS-klynge.	LO4, LO14	Shi (2019)	Seminar, gruppedesignutfordring, kollegial evaluering
5	Tillit og relasjonell styring	Workshop	Simulerte oppgaver for å bygge tillit; diagnostisere svekkelse av tillit; analysere kommunikasjonsklima; samarbeidsutforming av tillitskontrakter, transparensmekanismer og felles læringsstrukturer; rollebaserte scenarier for å øve på å bygge langsiktige partnerskap.	LO3, LO15, LO16	Lewicka, Zakrzewska-Bielawska (2022), Alosi et al. (2025)	Rollespill, veiledet trening i emosjonell intelligens, samarbeidsbasert utarbeiding av utkast
6	Kommunikasjon og forhandling	Simulering + tilbakemeldingssyklus	Kompleks simulering av forhandlinger mellom flere parter med konkurrerende mål, informasjonsasymmetri, samarbeidsforhandlinger og strategisk overtalelse; strukturert tilbakemelding på verbale, ikke-verbale og skriftlige kommunikasjonsstiler.	LO9, LO10, LO11, LO18, LO19	Forhandlingslærebøker	Simuleringsbasert læring, debriefing på flere nivåer, kommunikasjonsrevisjon

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Tema/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
7	Konfliktløsning	Rollespill + diagnostisk laboratorium	Workshop om konfliktkartlegging: strukturelle vs. atferdsmessige konflikter, interesser vs. posisjoner, eskaleringsstiger; mediatoropplæring; utforming av konfliktløsningsveier; diagnostisering av utløsere for mellommenneskelige og interorganisatoriske spenninger.	LO5, LO6, LO12, LO16, LO18	Konfliktcasemateriale	Strukturert mediatorrotasjon, konfliktkartleggingslaboratorium
8	Motstand mot endring	Workshop + handlingsplanlegging	Tre-nivåers motstandsanalyse: individuell (frykt, usikkerhet), organisatorisk (strukturell treghet), institusjonell (politisk låsing); modellering av endringsveier; utarbeidelse av handlingsplan; utforming av atferdsintervensjon.	LO5, LO13, LO19	Organisasjonsatferds litteratur	Workshop, coaching-syklus, reflekterende atferdsvurdering

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Tema / Aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
9	Engasjement av interessenter Design	Laboratorium + samskaping	Utforming av inkluderende involveringsveier; kartlegging av maktdynamikk; utvikling av mekanismer for felles beslutningstaking; scenarioplanlegging for samordning; utforming av tiltak for omstridte ressursstrømmer; samarbeidsbasert prototyping.	LO8, LO13, LO14, LO18	Engasjementsveiledninger	Lab, designcharrette for utforming av samarbeidsstrukturer og rammeverk for involvering av interessenter, deltakende metoder
10	Overvåking av samarbeid	Seminar + utvikling av indikatorer	Avanserte samarbeidsmålinger: strukturelle KPI-er, relasjonelle KPI-er, tidlige varslingsindikatorer; oppdage svake signaler på forverring av partnerskap; konstruere overvåkingsdashboards; tolke data for å informere om justeringer i styringen.	LO4, LO14	IS-overvåkingsrammer	Workshop for utvikling av indikatorer, stresstesting av scenarier

3.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

I dette modulen vil det bli benyttet en hybrid læringsmodell som kombinerer **synkrone** og **asynkrone** læringsmiljøer for å maksimere engasjement, refleksjon og tilegnelse av praktiske ferdigheter.

I **synkron læring** møtes studenter og instruktører i sanntid, enten i klasserommet eller online, for å gjennomføre interaktive diskusjoner, forhandlingssimuleringer, rollespill om konfliktløsning, kartleggingslaboratorier og fasiliteringsworkshops. Disse aktivitetene gir mulighet for umiddelbar tilbakemelding, observasjon av atferd i sanntid og kollektiv meningsdannelse, noe som er avgjørende for å mestre kommunikasjon og samarbeid mellom organisasjoner.

I **asynkron læring** får studentene tilgang til materiell via en digital plattform i sitt eget tempo. Dette materialet, lesestoff, casebeskrivelser, demonstrasjonsvideoer (f.eks. governance design), veiledninger i kartlegging av interessenter og analytiske verktøysett, gjør det mulig for studentene å utforske teoretiske rammeverk i dybden (RDT, TCE, nettverksteori, institusjonell teori) og forberede seg på de anvendte aktivitetene som gjennomføres under synkrone økter.

Denne blandede modellen sikrer fleksibilitet, støtter ulike læringspreferanser og styrker dyp konseptuell forståelse før studentene deltar i intensive simuleringer og rollebaserte øvelser.

▪ *Viktige undervisningsmetoder*

Det vil bli brukt en rekke undervisningsmetoder gjennom hele modulen, blant annet:

- Interaktive forelesninger med veiledet dialog (teoretiske grunnlag for samarbeid mellom organisasjoner, styringsmodeller, makt-dynamikk, konfliktteori)
- Casestudier (reelle nettverk for industriell symbiose, mislykkede samarbeid, regionale partnerskap med flere aktører)
- Seminarer og ekspertwebinarer (praktikere, IS-koordinatorer, politiske eksperter, meklere)
- Workshops (tillitsbygging, motstandsanalyse, engasjementsdesign)
- Praktiske laboratorier (kartlegging av interessenter, kartlegging av konflikter, prototyping av styring, analyse av flyt og innflytelse)
- Simuleringsøvelser (forhandlinger mellom flere parter, rollespill om mekling, koordineringsscenarioer)
- Gruppearbeid og samarbeidsprosjekter (utforming av styringsrammer og engasjementsstrategier)
- Skriftlige og muntlige eksamener (testing av teoretisk kunnskap og anvendelse i komplekse scenarier)

Selv om modulen fokuserer på interorganisatoriske relasjoner, integrerer mange aktiviteter industriell symbiose (IS), sirkulær økonomi (CE) og bærekraftskontekster for å gjenspeile virkelige situasjoner der samarbeid mellom flere aktører er avgjørende.

▪ *Tilnærminger og metoder som støtter aktiv læring og praktisk anvendelse*

Undervisningsmetoden er utformet for å utvikle både analytisk tenkning og mellommenneskelige ferdigheter som er nødvendige for vellykket koordinering i komplekse organisatoriske økosystemer.

- Synkrone økter muliggjør tilbakemelding i sanntid, observasjon av atferd, umiddelbar avklaring av misforståelser og aktiv samskaping av løsninger. De bygger en følelse av tilhørighet og styrker studentenes selvtillit i forhandlinger, fasilitering og konfliktløsning.
- Asynkrone økter fremmer reflekterende læring i eget tempo. Studentene kan gå gjennom teoretisk materiale på nytt, analysere casestudier og forberede sine interessentkart eller styringsideer før live-workshopene. Denne fleksibiliteten støtter en dypere forståelse av komplekse teoretiske rammeverk.
- Interaktive forelesninger gir grunnleggende teoretisk kunnskap som er nødvendig for å analysere interorganisatoriske strukturer, maktforhold, styringsformer og samarbeidsdrivere.
- Casestudier og praktiske øvelser omsettes teori til praksis ved å utsette studentene for virkelige samarbeidsutfordringer som uoverensstemmende insentiver, svekket tillit, maktasymmetri og politisk press.
- Workshops, simuleringer og rollespill gir studentene mulighet til å øve på fasilitering, forhandling, meklings og konfliktløsningsteknikker i realistiske situasjoner. Disse aktivitetene utvikler emosjonell intelligens, kommunikasjonsfleksibilitet og beslutningstaking under press.
- Gruppeprosjekter styrker teamarbeid, samarbeidsorientert meningsdannelse og evnen til å utforme strukturer for engasjement og styring av flere aktører, ferdigheter som er avgjørende for fremtidige IS-koordinatorene, tilretteleggere for sirkulær økonomi og bærekraftsledere.
- Gjennom disse kombinerte metodene utvikler studentene evnen til å navigere i komplekse organisasjonsrelasjoner, bygge tillit mellom interessenter og fremme langsiktig samarbeid i industrielle og sirkulære økonomienettverk.

3.5 Vurderingsmetoder og bevis

Modulen benytter en omfattende vurderingsstrategi som kombinerer teoretisk evaluering med praksisbasert dokumentasjon av studentenes evne til å analysere, utforme og tilrettelegge for samarbeid mellom organisasjoner. Vurderingsmetodene er utformet for å gjenspeile de reelle kompetansene som kreves innen koordinering av industriell symbiose, forhandlinger mellom flere aktører, utforming av styringsstrukturer og konflikthåndtering. Både **summative**

(karakterbaserte) og **formative** (kontinuerlig tilbakemelding og engasjement) komponenter er integrert for å støtte dyp læring, atferdsmessig forbedring og profesjonell beredskap.

Vurderingskomponenter

- *Deltakelse og engasjement (vekt 10 %).* Studenters aktive deltagelse i interaktive undervisningsmetoder – dialogøker, forhandlingslaboratorier, rollespill for konfliktløsning, workshops for kartlegging av interesser, øvelser i utforming av styring og øvelser i tilrettelegging. Bevisene omfatter kvaliteten på engasjementet, forberedelser, samarbeid, reflekterende bidrag og analytiske oppgaver i klassen.
- *Gruppeprosjektpresentasjon (vekt 30 %).* En analytisk rapport på 3000 ord + gruppepresentasjon som diagnostiserer en reell eller simulert mulighet for samarbeid mellom organisasjoner innenfor en IS- eller sirkulærøkonomikontekst. Rapporten inkluderer:
 - flernivå kartlegging av interesser og analyse av makt og innflytelse
 - identifisering av samarbeidsbarrierer, risikoer og konfliktpunkter,
 - utforming av styringsmodell (roller, ansvar, regler for åpenhet, KPI-er),
 - forhandlings- og engasjementsplan,
 - foreslåtte mekanismer for konflikthåndtering og tillitsbygging
 - evidensbaserte anbefalinger for å styrke langsiktig relasjonsstabilitet.

Vurderingen fokuserer på analytisk dybde, korrekt bruk av teori (RDT, TCE, nettverksteori, institusjonell teori), klarhet i styringsdesign og gjennomførbarheten av foreslåtte tiltak.

- *Avsluttende skriftlig og muntlig eksamen (vekt 60 %).* En kombinasjon av:
 - skriftlig eksamen (åpne spørsmål, korte analytiske essays, flervalgsoppgaver),
 - muntlig eksamen (scenariobaserte spørsmål som tester problemløsning og kommunikasjon).

Eksamenen vurderer studentenes:

- forståelse av sentrale teorier som forklarer interorganisatorisk atferd og styring,
- evne til å diagnostisere samarbeidsrisikoer og maktasymmetrier,
- kunnskap om tillitsdynamikk, konflikteskalering og motstandsmechanismer,
- kjennskap til EUs politiske rammeverk som påvirker samarbeid mellom organisasjoner (handlingsplan for sirkulær økonomi, EMAS, EU-taksonomi),
- evne til å foreslå realistiske, teoribaserte tiltak som forbedrer koordinering og samarbeid.

Bevis på prestasjoner

Bevis samlet inn under vurderingen inkluderer:

- interessentkart, konfliktkart, prototyper for styring og resultater fra workshops,
- forhandlingsmanus, fasiliteringsnotater og refleksjoner fra meglerrollen,
- scenarioanalyser og praktiske problemløsningsøvelser,
- muntlige demonstrasjoner av kommunikasjons- og overtalelsesevner,
- skriftlige oppgaver som demonstrerer teoretisk integrering og kritisk tenkning.

Dette gir et helhetlig bilde av studentenes evne til å koordinere samarbeid mellom flere aktører, megle i konflikter, utforme styringsstrukturer og støtte utviklingen av IS-nettverk.

3.6 Bibliografi og verktøy

3.6.1 Påkrevd

Alosi, A., Katana, K., Annunziata, E., Mirata, M., Rizzi, F., & Frey, M. (2025). *Håndtering av paradoksale spenninger i industriell symbiose: En undersøkelse på interorganisatorisk nivå*. *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). Interorganisatorisk tillit i forretningsforhold: Samarbeid og coopetition. I A. Zakrzewska-Bielawska & M. Cygler (red.), *Contemporary challenges in cooperation and coopetition in the age of Industry 4.0: 10th Conference on Management of Organizations' Development (MOD)* (s. 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. (red.). (2020). *Industriell symbiose for sirkulær økonomi: Operasjonelle erfaringer, beste praksis og hindringer for en samarbeidsorientert forretningsmodell*. Springer International Publishing.

Saha, P. (2020). *Proessen med å bygge samarbeid mellom organisasjoner for industriell symbiose: To tilfeller fra Finland – ECO3 og Envitech*. Tampere University: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/123739/SahaPuja.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Shi, Lin. (2019). Industriell symbiose: Kontekst og relevans for bærekraftsmålene (SDG). I W. Leal Filho, A. M. Azul, L. Brandli & P. G. Özuyar (red.), *Ansvarlig forbruk og produksjon* (s. 23–42). Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-71062-4_19-1. ResearchGate+1

3.6.2 Anbefalt lesning

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*. I *Research in Organizational Behavior* (Vol. 36, s. 199–224). Elsevier.

Cloke, K., & Goldsmith, J. (2011). *Løse konflikter på jobben: Ti strategier for alle på jobben* (3. utg.). Jossey-Bass.

Edmondson, A. C. (2019). *Den fryktløse organisasjonen: Skape psykologisk trygghet på arbeidsplassen for læring, innovasjon og vekst*. Wiley.

Fisher, R., Ury, W., & Patton, B. (2011). *Å komme til ja: Forhandle frem en avtale uten å gi etter* (3. utg.). Penguin Books.

Grant, A. (2021). *Tenk om igjen: Kraften i å vite hva du ikke vet*. Viking.

Groysberg, B., Lee, J., Price, J., & Cheng, J. (2018). *Lederens guide til bedriftskultur*. Harvard Business Review Press.

Heath, C., & Heath, D. (2010). *Switch: Hvordan endre ting når endring er vanskelig*. Broadway Books.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2014). *Joining together: Group theory and group skills* (12. utg.). 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). *Tillit og mistillit i interorganisatoriske relasjoner – Skalautvikling*. *PLOS ONE*, 17(12), e0279231. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279231>

4. Kortfattet pensummal – HEI (EQF6)

Modultittel: AI og maskinlæring for å forutsi materialstrømmer og optimalisere forsyningskjeden/prosessen

EQF-nivå: 6

ECTS-poeng: 4 ECTS

Total arbeidsbelastning (timer): 100 timer

- Kontakttimer (forelesninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 40 timer
- Veiledet selvstudium: 30 timer
- Prosjektarbeid: 30 timer

Leverandørinstitusjon: IMC HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN KREMS GMBH (IMC KREMS), Østerrike.

35

4.1 Moduloversikt

Overgangen fra industriell symbiose (IS) til digital industriell symbiose (DIS) er avgjørende. Denne modulen utforsker hvordan kunstig intelligens (AI) og maskinlæring (ML) kan integreres i materialstrømstyring for å forbedre effektiviteten i forsyningskjeder, forutsi trender i tilbud og etterspørsel, optimalisere logistikk og redusere avfall. Den lærer studentene hvordan kunstig intelligens (AI) og maskinlæring (ML) kan brukes til å akselerere den digitale transformasjonen av IS-økosystemer. De lærer hvordan datadrevne algoritmer kan brukes til å forutsi material- og energistrømmer, oppdage ineffektivitet og støtte beslutningstaking i sanntid i sirkulære forsyningskjeder. Gjennom simuleringer og casestudier utvikler deltakerne kompetanse i å velge og anvende egnede ML-modeller for å løse reelle industrielle problemer. For eksempel å forutsi tilgjengeligheten av sekundære ressurser, identifisere symbiotiske matcher og optimalisere logistikk. Modulen legger vekt på praktisk integrering med IS-plattformer og etisk bruk av data i sirkulærøkonomiske sammenhenger.

Denne modulen er utviklet for studenter ved høyere utdanningsinstitusjoner, lærere, bedriftsledere, konsulenter, forskningsorganisasjoner, bedriftsstøtteinstitusjoner og politiske beslutningstakere som arbeider med bærekraft, prognoser for materialstrømmer og optimalisering.

Kompetansen som tilegnes i denne modulen er nyttig for symbiotiske energistyrings teknologier og modeller. For eksempel støtter prognoser for tilgjengelige ressurser ressursminimering og optimalisering.

Generell kunnskap om bærekraft og digital transformasjon fra IS til DIS er nyttig for å forstå konteksten. Grunnleggende programmeringsferdigheter hjelper elevene å implementere algoritmene, ellers kan elevene bruke algoritmer via digitale verktøy.

4.2 Læringsutbytte (LO)

De tiltenkte læringsutbyttene er delt inn i de tre EQF-områdene:

▪ **Kunnskap.** *Studentene skal:*

1. forstå sirkulær økonomi og industriell symbiose (LO1),
2. vise forståelse for hvordan kunstig intelligens (AI) og maskinlæring (ML) muliggjør prosessforbedring og ressursoptimalisering innen industrielle symbiosenettverk (LO2),
3. kritisk forklare overvåkede og uovervåkede ML-tilnærminger, f.eks. tidsserieprognoser, klyngedannelse, prediktiv modellering og deres relevans for sirkulærøkonomiske anvendelser (LO3),
4. forstå viktige funksjoner i industrielle materialstrømdata (LO4),
5. forstå etiske, juridiske og sosiale utfordringer ved bruk av AI, f.eks. skjevhet, personvern og åpenhet (LO5).

▪ **Ferdigheter.** *Studentene kan:*

6. samle inn, rense og forberede industrielle datasett ved hjelp av datavitenskapelige verktøy som Python og Pandas for ML-modellbygging og analyse (LO6),
7. utvikle og teste ML-modeller (f.eks. ARIMA, LSTM, k-means) for bruksområder som materialstrømprognoser, avvikdeteksjon og ressursoptimalisering (LO7),
8. tolke resultater fra ML-modellutdata for å generere handlingsrettede innsikter for forbedring av forsyningskjeden, avfallsverdisetting og prosessomlegging (LO8),
9. kommunisere analytiske funn på en effektiv måte ved hjelp av visualiseringsplattformer (f.eks. Power BI, QGIS, SankeyMATIC) med klarhet til både tekniske og ikke-tekniske interessenter (LO9).

▪ **Kompetanse (autonomi og ansvar).** *Studentene er i stand til å:*

10. selvstendig velge passende digitale/maskinlæringsmetoder for analyse og optimalisering av industrielle ressursstrømmer i komplekse miljøer med flere interessenter (LO10),
11. vurdere og avveie fordeler og begrensninger ved AI-verktøy for å bestemme den mest egnede teknikken for et gitt industrielt symbiosescenario, med hensyn til ytelse, kostnad, enkelhet og bærekraft (LO11),

12. initiere og bidra til digital transformasjon av organisasjoner ved å anbefale datadrevne praksiser for å forbedre industrielle symbioseoperasjoner (LO12),
13. samarbeide og arbeide etisk i tverrfaglige team, kommunisere AI-støttede innsikter på en konsekvent måte og sikre ansvarlig bruk av data og transparens i algoritmisk beslutningstaking (LO13).

4.3 Veiledende læringsplan / leveringsplan

A/A	Enhet / Seksjonstittel	Sesjonstype	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff/materiell	Anbefalte metoder
1	Introduksjon til IS og sirkulær økonomi	Forelesning / e-læring	Definisjoner, eksempler på IS i sirkulærøkonomisk sammenheng.	LO1	Akrivou et al. (2022), Rincón-Moreno et al. (2020).	Blandet: interaktiv forelesning, caseeksempler
2	Introduksjon til anvendelse av AI og ML i IS	Forelesning / workshop / e-læring	Definisjoner, grunnleggende om AI og ML, utvikling fra tradisjonell IS til DIS.	LO1, LO2, LO3	Vimal et al. (2020), Ashton et al. (2022), Neves et al. (2020)	Blandet: interaktiv forelesning, gruppediskusjon, caseeksempler
3	Datakilder og strukturer for materialflyt, kartlegging av ressursflyt (material-/energi- og energiflyt)	Forelesning/workshop/e-læring	Introduksjon til datastrukturer, teknikker for datarengjøring og metoder for symbiotisk matching, digitale plattformer og verktøy, introduksjon til Pandas/Python for 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), programvareveiledninger	Forelesning, trinnvis øvelser, praktisk bruk av kartleggingsprogramvare, demonstrasjon
4	Tradisjonelle maskinlæringsalgoritmer, ML-pipelines, modellversjonering og testing	Forelesning / workshop / e-læring	Metoder for klassifisering og klyngedannelse (uovervåket maskinlæring) og deres anvendelse i materialflyt, bruk av ML-pipeline, testing av modeller og vedlikehold av versjonering	LO2, LO3, LO7, LO10	Namoun et al. (2022), Demetriou et al. (2024), Filippou et al. (2023), Nguyen et al. (2020), Luo et al. (2021), Chandrasekaran et al. (2023)	Blandet, casestudieanalyse, gruppebrainstorming

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Emne / Aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
5	Tidsserieprognoser og brukte verktøy og teknologier	Forelesning / workshop / e-læring	Metoder for tidsserieprognoser og deres anvendelse i material- og energistrømmer, eksempler på verktøy og teknologier for prognoser	LO2, LO3, LO4, LO7, LO10	Vimal et al. (2020), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020)	Blandet, casestudieanalyse, gruppebrainstorming
6	Introduksjon til forsyningskjeden og AI-ens rolle i forsyningskjedestyring	Forelesning / workshop / e-læring	Forsyningskjeden, dens innvirkning og fordelene ved AI i styringen med introduksjon av verktøy	LO4, LO5, LO7, LO8, LO10	Demartini et al. (2022), Zamani et al. (2022)	Blandet, casestudieanalyse
7	Optimalisering av logistikkflyt	Forelesning / workshop / e-læring	Betydningen av optimalisering av logistikkflyt, metoder for ruteoptimalisering og deres begrensninger	LO4, LO5, LO7, LO8, LO10	Xue et al. (2023), Cagno et al. (2023), Neves et al. (2020), Aviso et al. (2022)	Blandet: interaktiv forelesning, gruppediskusjon, caseeksempler
8	Maskinlæring for prediktiv analyse og vedlikehold	Forelesning/workshop/e-læring	Metoder for prediksjon og avvikdeteksjon, introduksjon av datakilde for vedlikehold ved hjelp av prediktiv analyse.	LO2, LO7, LO8, LO9, LO10	Vimal et al. (2020), Namoun et al. (2022)	Blandet: interaktiv forelesning, gruppediskusjon, caseeksempler
9	Integrering av ML/AI i IS og begrensninger og skjevheter i AI og dataetikk	Forelesning / workshop / e-læring	Metoder for integrering av AI i IS, utfordringer/begrensninger ved bruk av AI, etiske, juridiske og sosiale aspekter ved AI/ML for IS	LO4, LO5, LO10, LO11, LO13	Ponis (2021), Demartini et al. (2022), Angelis-Dimakis et al. (2023)	Blandet, casestudieanalyse, gruppebrainstorming

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Emne / Aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
10	Praktisk IS-prosjekt.	Prosjekt og vurdering	Gruppeprosjekt: utvikling av en prediktiv materialflytmodell for IS-er	LO6, LO8, LO9, LO10, LO11, LO12, LO13	Alle ovennevnte tekster/materiale og plattformer	Gruppearbeid, prosjektbasert læring, tilbakemeldinger fra medstudenter og instruktører og presentasjon av gruppeprosjekt.
	Sluttvurdering og refleksjon	Vurdering	Avsluttende eksamener og vurderinger.	LO1, LO2, LO3, LO4, LO5, LO9	Alle ovennevnte tekster/materiale.	Skriftlige og muntlige eksamener (åpne spørsmål, flervalgsspørsmål, quizzes osv.).

4.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Modulen benytter en blandet læringsmetode som integrerer ansikt-til-ansikt-undervisning, nettbaserte aktiviteter og veiledet selvstudium i et sammenhengende pedagogisk opplegg. Studentene går gradvis fra konseptuell forståelse av AI, maskinlæring og industriell symbiose til uavhengig anvendelse av disse konseptene i realistiske DIS-kontekster. Læringsmiljøet er studentfokustert og kompetanseorientert, og fremmer analytisk tenkning, etisk refleksjon og tverrfaglig samarbeid i tråd med de tiltenkte læringsutbyttene (LO1–LO13).

▪ *Viktige undervisningsmetoder*

Undervisningen er strukturert rundt en kombinasjon av forelesninger, seminarer, praktiske workshops og datalaboratorier, case-basert læring og prosjektbasert arbeid. Forelesningene introduserer teoretiske grunnlag, rammeverk og politiske kontekster, mens seminarene brukes til kritisk lesing av akademisk litteratur, EU-regelverk og forretningsmodeller. Workshops og laboratorier fokuserer på praktiske ferdigheter i datahåndtering, modellutvikling og visualisering ved hjelp av verktøy som Python, Power BI, QGIS og SankeyMATIC. Casestudier og gruppeprosjekter eksponerer studentene for autentiske industrielle datasett og scenarier, slik at de kan designe og evaluere AI-baserte industrielle symbioseløsninger. Asynkrone e-læringsoppgaver, quizzer og forberedende lesing støtter kontinuiteten mellom kontaktundervisningen og oppmuntrer til kontinuerlig engasjement.

▪ *Tilnærminger til aktiv læring og praktisk anvendelse*

Aktiv læring er integrert gjennom samarbeidsbasert problemløsning, undersøkende oppgaver og iterative tilbakemeldingssykluser. Studentene arbeider i tverrfaglige team for å rense og analysere industrielle materialstrømdata, velge egnede tilnærminger til maskinlæring og tolke modellresultater for beslutningstaking i sirkulære forsyningskjeder. Simuleringer, scenarioanalyser og designorientert prosjektarbeid krever at studentene anvender teoretisk kunnskap på komplekse, virkelige utfordringer, som resulterer i konkrete resultater som analytiske rapporter, dashboards og presentasjoner tilpasset både tekniske og ikke-tekniske interessenter. Kontinuerlig formativ tilbakemelding og strukturerte refleksjonsaktiviteter støtter videre utviklingen av autonomi, profesjonell dømmekraft og ansvarlig datadrevet praksis.

41

4.5 Vurderingsmetoder og bevis

Vurderingskomponenter

Vurderingsstrategien kombinerer formative og summative elementer for å evaluere både konseptuell forståelse og praktisk anvendelse av AI og maskinlæringsmetoder i industriell symbiose. Summativ vurdering er sentrert om et integrerende prosjekt, en skriftlig eksamen og en kommunikasjonskomponent, mens formative aktiviteter (quizer, laboratorieoppgaver, innlevering av utkast) gir tilbakemelding og støtter læringen gjennom hele modulen.

Summative vurderingsmetoder (veiledende vekting):

- *Avsluttende gruppe-AI-prosjekt (industriinspirert casestudie for prediktiv modell) (vekting 35 %).*
- *Praktisk øvelse (verktøybaserte øvelser) (vekt 25 %).*
- *Avsluttende eksamen (korte essays, problembaserte spørsmål og flervalgsoppgaver) (vekt 30 %).*
- *Deltakelse og engasjement i seminarer, laboratorier og tilbakemeldinger fra medstudenter (vekt 10 %)*

Bevis på oppnåelse av læringsutbytte

Studentene demonstrerer sin læring gjennom en analytisk prosjektmappe (kode, databehandlingslogger, modellresultater), en strukturert teknisk rapport, et sett med visuelle artefakter (dashboards, kart, Sankey-diagrammer) og en muntlig presentasjon eller screencast tilpasset et blandet publikum. Den skriftlige eksamenen gir bevis på teoretisk forståelse og kritisk refleksjon rundt AI/ML-konsepter, industriell symbiose og relevante politiske og etiske rammeverk. Formative vurderinger, inkludert quizzes med lav innsats, midlertidige prosjektkontroller og tilbakemeldinger på utkast, støtter fremdriften mot disse summative resultatene uten å ha stor vekt i den endelige karakteren.

4.6 Bibliografi og verktøy

42

4.6.1 Påkrevd

Akrivou, C., Łekawska-Andrinopoulou, L., Manousiadis, C., Tsimiklis, G., Oikonomopoulou, V., Papadaki, S., Krokida, M., & Amditis, A. (2022). Konsept for industriell symbiose-markedsplass for avfallsverdisettingsveier. *E3S Web of Conferences*, 349, 11005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202234911005>

Rincón-Moreno, J., Ormazabal, M., Álvarez, M. J., & Jaca, C. (2020). Mangler ved transformasjon av et lokalt sirkulært økonomisystem gjennom industriell symbiose: En casestudie av spanske SMB-bedrifter. *Sustainability*, 12(20), 8423. <https://doi.org/10.3390/su12208423>

Filippou, K., Aifantis, G., Papakostas, G. A., & Tsekouras, G. E. (2023). Strukturlæring og hyperparameteroptimalisering ved hjelp av en automatisert maskinlæringspipeline (AutoML). *Informasjon*, 14(4), 232. <https://doi.org/10.3390/info14040232>

Nguyen, T., Maszczyk, T., Musial, K., Zöller, M., & Gabrys, B. (2020). AVATAR – Evaluering av maskinlæringspipeline ved hjelp av surrogatmodell. *ArXiv, abs/2001.11158*.

Luo, Z., Wang, J., Li, C., Xiong, L., & Zhao, Y. (2021). MLCask: Effektiv styring av komponentutvikling i samarbeidsbaserte dataanalyse-pipelines. I *2021 IEEE 37. internasjonale konferanse om dataingeniørfag (ICDE)* (s. 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). *Industriell symbiose i Balkan-Middelhavsregionen: Eksemplet med fast avfall*. *Miljøer*, 10(1), <https://doi.org/10.3390/environments10010001>

Angelis-Dimakis, A., Arampatzis, G., Pieri, T., Solomou, K., Dedousis, P., & Apostolopoulos, G. (2021). *SWAN-plattformen: Et nettbasert verktøy for å støtte utviklingen av forretningsmodeller for gjenbruk av fast industriavfall*. *Waste Management & Research*, 39(3), 489–498. <https://doi.org/10.1177/0734242X21989413>

Ashton, W. S., Chertow, M. R., & Althaf, S. (2022). *Industriell symbiose: Nye forsyningsnettverk for sirkulærøkonomien*. I L. Bals, W. L. Tate, & L. M. Ellram (red.), *Sirkulærøkonomiske forsyningskjeder: Fra kjeder til systemer* (s. 29–48). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83982-544-620221002>

Aviso, K. B., Laddaran, A., & Ngo, J. S. (2022). *Modellering av interessenters mål i industriell symbiose. Prosessintegrasjon og optimalisering for bærekraft*, 6, 543–558. <https://doi.org/10.1007/s41660-022-00226-6>

Cagno, E., Negri, M., Neri, A., & Giambone, M. (2023). *Ett rammeverk for å styre dem alle: Et integrert, flernivå og skalerbart rammeverk for måling av bærekraft, sirkulær økonomi og industriell symbiose. Bærekraftig produksjon og forbruk*, 35, 55–71. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.10.016>

Demartini, M., Tonelli, F., & Govindan, K. (2022). *En undersøkelse av modelleringsmetoder for industriell symbiose: En litteraturgjennomgang og forskningsagenda. Renere logistikk og forsyningskjede*, 3, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100020>

Demetriou, D., Polydorou, T., Petrou, Nicolaidis, D., Petrou, M. F. (2024). En klyngebasert maskinlæringsmetode for å forbedre prediksjonen av betongens trykkfasthet. *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). *Implementering av insentiver for industriell symbiose: Et anvendt vurderingsrammeverk for risikoreduksjon. Sirkulær økonomi og bærekraft*, 2, 669–692. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00069-2>

Karman, A., Prokop, V., & Lopes de Sousa Jabbour, A. B. (2024). *Sirkulærøkonomiske praksiser som et skjold for langsiktig organisasjons- og nettverksresiliens under kriser: Innsikt fra en industriell symbiose. 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). Generering og avhending av fast avfall ved hjelp av maskinlæringsmetoder: En undersøkelse av løsninger og utfordringer. *Sustainability*, 14(20), 13578. <https://doi.org/10.3390/su142013578>

Neves, A., Godina, R., Azevedo, S. G. & Matias, J. C. O. (2020) *En omfattende gjennomgang av industriell symbiose. Journal of Cleaner Production*. 247. doi:10.1016/j.jclepro.2019.119113.

Ponis, S. T. (2021). *Industrielle symbiosenettverk i Hellas: Utnyttelse av kraften i blokkjede-baserte B2B-markedsplasser*. *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-programvareveiledninger. Tilgjengelig på: https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/training_manual/index.html

SankeyMATIC-programvareveiledninger. Tilgjengelig på: <https://sankeymatic.com/manual/>

Silva, M. G., de Carvalho, T. S., Castagna, A. G., Strauhs, F. do R., & Piekarski, C. M. (2022). *Online-plattformers rolle i å muliggjøre prosessen med industriell symbiose: En analyse av verktøy som er tilgjengelige på markedet*. *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). *Hvilke utfordringer gjør veien mot industriell symbiose komplisert?* *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). *En undersøkelse av virkningen av implementering av industriell symbiose på organisasjonsprestasjoner ved hjelp av analytisk hierarkisk tilnærming*. *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). *Et integrert rammeverk for evaluering av industriell symbioseytelse i en energiintensiv industripark i Kina*. *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). *Kunstig intelligens og big data-analyse for robusthet i forsyningskjeden: en systematisk litteraturgjennomgang*. *Annals of operations research*, 1–28. Forhåndspublisering på nett. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04983-y>

44

4.6.2 Anbefalt

Agudo, F. L., Bezerra, B. S., & Gobbo Júnior, J. A. (2023). *Symbiotisk beredskap: Faktorer som forstyrrer implementeringen av industriell symbiose*. *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). *En oversikt over brasilianske selskapers beredskap til å implementere industriell symbiose*. *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). *Forslag til et vurderingsverktøy for å diagnostisere beredskap for industriell symbiose*. *Bærekraftig produksjon og forbruk*, 30, 916–929. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.01.013>

Barteková, E. og P. Börkey (2022), *Digitalisering for overgangen til en ressurseffektiv og sirkulær økonomi*, *OECD Environment Working Papers*, nr. 192, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/6f6d18e7-en>.

Europakommisjonen. (2020). EUs taksonomiforordning (forordning (EU) 2020/852). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32020R0852>

Den europeiske grønne avtalen. Tilgjengelig på: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Fit for 55-pakken. Tilgjengelig på: 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). *Analyse av casestudier om industriell symbiose og dens potensial i Saudi-Arabia*. *Journal of Cleaner Production, 385*, 135536. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135536>

Mantese, G.C. & Amaral, D.C. (2018) Agentbasert simulering for å evaluere og kategorisere indikatorer for industriell symbiose. *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) *Industrielle symbioseinitiativer i USA og Canada: Nåværende status og utfordringer*. I: *Proceedings of 2019 8th International Conference on Industrial Technology and Management, ICITM 2019*. 2019 s. 247–251. doi:10.1109/ICITM.2019.8710744.

Sgambaro, L., Chiaroni, D., Lettieri, E., & Paolone, F. (2024). *Utforsking av industriell symbiose for sirkulær økonomi: undersøkelse og sammenligning av anatomien og utviklingsstrategiene i Italia*. *Management Decision*, <https://doi.org/10.1108/MD-04-2023-0658>

5. Kortfattet pensummal – HEI (EQF6)

Modultittel: Blokkjede-teknologier for å skape transparente og sikre sporings- og sertifiseringssystemer for material- og energistrømmer

EQF-nivå: 6

ECTS-poeng: 4 ECTS

Total arbeidsbelastning (timer): 100 timer

- Kontakttimer (forelesninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 40 timer
- Veiledet selvstudium: 30 timer
- Prosjektarbeid: 30 timer

Leverandørinstitusjon: DIMITROVA LIDIA (LIDI), Nederland.

46

5.1 Moduloversikt

Denne modulen introduserer grunnleggende og anvendt bruk av blokkjede-teknologier i sammenheng med industriell symbiose (IS) og sirkulær økonomi. Studentene vil utforske hvordan blokkjede kan utnyttes til å skape sikre, uforanderlige og transparente systemer for sporing av material- og energistrømmer på tvers av komplekse industrielle nettverk. Modulen fokuserer på å forbedre dataintegritet, sporbarhet i sanntid og overholdelse av miljø- og bærekraftstandarter (f.eks. CSRD, EFRAG, ISO 14000). Gjennom en kombinasjon av teoretisk input, casestudieanalyse og praktiske laboratorieøvelser vil studentene få praktisk innsikt i blokkjede-baserte produktpass, digitale tvillinger og sertifiseringssystemer som støtter overgangen til lavutslippssamfunnet og ansvarlighet mellom organisasjoner. Modulen er spesielt relevant for fremtidige SymbioTech-ledere som har som mål å digitalisere ressursforvaltningen i industrielle økosystemer med flere aktører.

5.2 Læringsutbytte

De tiltenkte læringsutbyttene er delt inn i de tre EQF-domenene:

- **Kunnskap.** Studentene vil:
 1. forstå blokkjede-arkitektur, inkludert distribuerte hovedbøker, konsensusalgoritmer og smarte kontrakter (LO1),

2. bli kjent med tokenisering, orakler, sporbarhetsprotokoller og rammeverk for samsvar (LO2),
3. ha inngående kjennskap til etiske, juridiske og styringsmessige spørsmål i blokkjede-baserte bærekraftssystemer (LO3).

▪ **Ferdigheter.** Studentene skal kunne:

4. designe smart kontraktlogikk (LO4),
5. kartlegge og modellere sporbarhetsstrømmer for råvarer, resirkulerte innsatsvarer eller fornybar energi (LO5),
6. bruke evalueringsrammeverk for å sammenligne blokkjede-løsninger for sporbarhet, revisjon eller rapportering (LO6),
7. utarbeide maler for digitale produktpass for IS-applikasjoner (LO7).

▪ **Kompetanse (autonomi og ansvar).** Studentene er i stand til å:

8. selvstendig vurdere egnetheten av blokkjede-løsninger i virkelige bærekraftsscenarier (LO8),
9. utøve skjønn i håndteringen av konflikter mellom åpenhet og konfidensialitet i industrielle data (LO9),
10. samarbeide på tvers av tekniske og forretningsmessige team for å fremme tillitsbasert innovasjon i sirkulære systemer (LO10),
11. kommunisere potensialet og begrensningene ved blokkjede-basert sporbarhet til flere interessenter (tekniske, juridiske, ledelsesmessige) (LO11).

5.3 Veiledende læringsplan / Leveringsplan

A/A	Enhet/seksjon stittel	Type økt	Emne / Aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
1	Introduksjon til blokkjede og DLT-arkitektur	Forelesning / workshop / e-læring	Interaktiv demo: hvordan blokker kobles sammen i en hovedbok	LO1, LO2	Bahga & Madiseti (2016), Wang et al. (2020), Westerkamp et al. (2018), Samaniego & Deters (2023), Brownworth (n.d.)	Interaktiv forelesning med viktige innsikter i grunnleggende prinsipper for blokkjeder.
2	Blokkjede og sirkulær økonomi	Forelesning/workshop/e-læring	Caseanalyse: Circularise, Everledger	LO6, LO8	Ventura et al. (2024), Xia et al. (2025), Vladucu et al. (2024)	Casestudie av Circularise og Everledger for dypere forståelse av tilgjengelige teknologier.
3	Smarte kontrakter og tokenisering av ressurser for IS	Forelesning / workshop / e-læring	Design token for materialstrømmer	LO2, LO4, LO5	Westerkamp et al. (2018), Fu et al. (2023), Zuo et al. (2025)	Aktivitet med øvelser knyttet til utforming av smarte kontrakter og tokens.
4	Sporbarhet i forsyningskjeder og digitale produktpass	Forelesning/workshop/e-læring	Lag en grunnleggende DPP-mal	LO2, LO5, LO7	Zhang et al. (2023), Sezer et al. (2021), Malik et al. (2021)	Aktivitet der studentene må lage en DPP-mal og undersøke designvalg.
5	Energisertifikater og blokkjede	Forelesning	Simulere sporing av fornybar energi	LO2, LO5	Fu et al. (2023), Liu et al. (2024), Zuo et al. (2025)	Delta i en simulering for realistisk sporing av fornybar energi.

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstypene	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff/materiell	Anbefalte metoder
6	IoT og Oracles-integrasjon	Forelesning /workshop/ e-læring	Utforming av et sensordashboard	LO1, LO2	Bahga & Madiseti (2016), Wang et al. (2020), Samaniego & Deters (2023), Schmid & Lefèvre (2024)	Analyser eksempler på eksisterende sensordashboards og bruk kritisk tenkning for å anvende prinsippene på et gitt eksempel på brukstilfelle.
7	Personvern, sikkerhet og samsvar	Forelesning /workshop/ e-læring	Etikkeksempel: Sporbarhet vs. konfidensialitet	LO2, LO3	Cali et al. (2021), Sezer et al. (2021), Malik et al. (2021), Khan & Salah (2022)	Gruppedebatt eller individuell analyse av avveininger mellom sporbarhet og konfidensialitet
8	Gruppedesign sprint	Prosjekt og vurdering	Ideutviklingsverksted : ressurssporingsprosjekt	LO5, LO6, LO10, LO11	Ikke relevant	Gruppearbeid/brainstorming for å foreslå en løsning på et eksisterende problem ved hjelp av emner fra kurset.

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstyp e	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff/materiell	Anbefalte metoder
9	Sluttpresentasjoner	Prosjekt og vurdering	Gruppeprosjektpresentasjoner	LO9, LO10, LO11	Ikke relevant	Gruppeprosjektpresentasjon.
10	Eksamen	Vurdering	Avsluttende eksamener og vurderinger.	LO1, LO2, LO3	Alle ovennevnte tekster/materiale.	Skriftlige og muntlige eksamener (åpne spørsmål, quizzer osv.).

5.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

For dette modulen brukes en hybrid tilnærming. Dette innebærer en kombinasjon av lærerstyrte økter og ressurser for selvstudium. De lærerstyrte øktene vil finne sted i et digitalt klasserom hvor studentene vil delta i undervisningen på bestemte tidspunkter. Dette digitale sosiale miljøet forbedrer forståelsen gjennom mellommenneskelig kommunikasjon. Ressursene for selvstudium vil være tilgjengelige for studentene når det passer dem best. Disse ressursene inkluderer forhåndsinnspilte forelesninger, presentasjoner, dokumenter, figurer og videoer. En slik tilnærming gir en balanse mellom struktur og frihet, med sikte på å komme studenter med ulike preferanser og læringsvaner til gode. Denne fleksibiliteten åpner videre for multimediale berøringspunkter som gir en mer omfattende forståelse av temaene som behandles, da de blir sett og presentert gjennom et annet perspektiv, spesielt med kombinasjonen av skriftlig tekst, videomateriale, interaktive simuleringer og engasjerende lærere.

▪ *Viktige undervisningsmetoder*

For å tilby en komplett læringsopplevelse vil ulike undervisningsmetoder bli benyttet. De mest fremtredende er interaktive forelesninger, seminarer, praktiske workshops, veiledede datalaboratorier og gruppeprosjekter. Innholdet i denne modulen, som dekker temaene Blokkjede, Industrial Symbiosis (IS), Circular Economy (CE), Supply Chain Tracking og Smart Contracts, vil bli levert ved å blande de ovennevnte undervisningsmetodene.

▪ *Tilnærminger og metoder som støtter aktiv læring og praktisk anvendelse av kunnskap.*

Ved å kombinere undervisningsmetodene i denne modulen kan hver av dem brukes til å hente ut betydelig verdi. Sosialt engasjement og personlig tillit gir en interaktiv og personlig opplevelse, og gir studentene muligheten til å avklare eventuelle usikkerheter de har om forståelsen av emnene. Det asynkrone aspektet gjør at studentene kan jobbe i sitt eget tempo, noe som reduserer stresset for studenter som har nytte av å jobbe i forkant eller revidere tidligere emner. Det varierte formatet på læringsmaterialet er også en fordel for studentene, da de kan velge hvilke formater som er mest effektive for deres egen læringsstil. Utenom de obligatoriske emnene vil det være tilgjengelige tilleggsressurser for studenter som er dypt interessert i bestemte emner.

Som et resultat av gruppeprosjekter vil studentene tilegne seg ferdigheter i teamarbeid og kommunikasjon gjennom dette modulen. Kunnskapen og ferdighetene vil være direkte anvendbare i det virkelige arbeidsmiljøet. Dette gjør at studentene kan forberede seg på prosjekter i LCA-sammenheng.

5.5 Vurderingsmetoder og bevis

Vurderingskomponenter og bevis på oppnåelse av læringsutbytte:

I tråd med de ulike undervisningsmetodene vil denne modulen ha en rekke vurderingsmetoder for å måle studentenes fremgang både når det gjelder kunnskaps- og ferdighetsutvikling. Slike vurderingsmetoder inkluderer eksamener, gruppeprosjekter, laboratorierapporter og interaktiv deltakelse i undervisningen.

- *Gruppeprosjekt (vekt 40 %)*. Foreslå en løsning på et eksisterende problem ved hjelp av emner fra kurset. Det er tillatt å bruke generativ AI til idémyldring og forskning på eksisterende problemer og løsninger.
- *Laboratorierapportportefølje (vekt 30 %)*. Alle designoppgaver til sammen vil utgjøre denne karakteren.
- *Avsluttende eksamen (vekt 30 %)*. Tekniske og scenaribaserte spørsmål, energimodellering og reguleringsjustering.

5.6 Bibliografi og verktøy

Bahga, A., & Madiseti, V. K. (2016). Blokkjede-plattform for industrielt tingenes internett. *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). Blokkjede-basert handel med sertifikater for fornybar energi for lavutslippssamfunn med aktive energibyråer. *Sustainability*, 15(23), 16300. <https://doi.org/10.3390/su152316300>

Khan, M., & Salah, K. (2022). Blokkjede 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: Opprinnelse og personvern i blokkjede-baserte forsyningskjeder. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2104.13964>

Samaniego, M., & Deters, R. (2023). En digital tvilling-tilnærming for blokkjede-basert IoT-ressursstyring. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2309.01042>

Schmid, D., & Lefèvre, J. (2024). Blokkjede-basert sertifisering for EUs hydrogenmarked: Designhensyn og utfordringer. *Frontiers in Blokkjede*, 5, 1408743. <https://doi.org/10.3389/fbloc.2024.1408743>

Sezer, E., Topal, A., & Nuriyev, U. (2021). Reviderbarhet, gjennomsiktighet og personvernsbeskyttende mekanismer for blokkjede-basert sporbarhet i forsyningskjeden. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2103.10519>

Silvestri, L., Forcina, A., Introna, V., Santolamazza, A., & Cesarotti, V. (2020). Vedlikeholdstransformasjon gjennom Industry 4.0-teknologier: En systematisk litteraturgjennomgang. *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). Blokkjede og industriell symbiose: Et foreløpig to-trinns rammeverk for grønne sirkulære forsyningskjeder. *Sirkulær økonomi og bærekraft*, 22, 17–30.

Wang, Q., Zhu, X., Ni, Y., Gu, L., & Zhu, H. (2020). Blokkjede for IoT og industriell IoT: En gjennomgang. *Internet of Things*, 10, 100081. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2019.100081>

Westerkamp, M., Victor, F., & Küpper, A. (2018). Sporing av produksjonsprosesser ved hjelp av blokkjede-baserte tokenoppskrifter. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1810.09843>

Xia, H., Li, J., Li, Q. J., Milisavljevic-Syed, J., & Salonitis, K. (2025). Integrering av blokkjede med digitale produktpass for å administrere omvendt forsyningskjede. *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). Et blokkjede-basert rammeverk for sporbarhet i forsyningskjeden ved hjelp av digitale sertifikater. *International Journal of Logistics Research and Applications*.

Zuo, K., Wang, S., & Li, J. (2025). En ikke-overførbar handelsordning for grønn kraft basert på blokkjede. *Energies*, 17(16), 4002. <https://doi.org/10.3390/en17164002>

6. Kortfattet pensummal – HEI (EQF6)

Modultittel: Symbiotiske energieffektivitets-/energistyings teknologier og modeller

EQF-nivå: 6

ECTS-poeng: 4 ECTS

Total arbeidsbelastning (timer): 100 timer

- Kontakttimer (forelesninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 30 timer
- Veiledet selvstudium: 40 timer
- Prosjektarbeid: 30 timer

Leverandørinstitusjon: VSB - TEKNISK UNIVERSITET I OSTRAVA (VSB - TUO), Tsjekkia.

54

6.1 Moduloversikt

Denne modulen gir en introduksjon til energisystemer, fornybar energi og bærekraftig energistyring. Studentene vil få en solid forståelse av elektrisitetsproduksjon og -forbruk, fornybare energikilder, energieffektivitet i bygninger, industrielle energistrømmer, samfunnsenergimodeller, finansielle og verdsettelsesmetoder og utslippskvoteforvaltning.

Modulen kombinerer teori med praktiske anvendelser gjennom forelesninger, workshops, seminarer, e-læring, casestudier og simuleringer. Studentene vil anvende sin kunnskap i øvelser som energirevisjoner, energilagringssimuleringer, effektiviseringstiltak, energimodellering for lokalsamfunn og design av blågrønn infrastruktur i byer. Gruppesprosjekter og analytiske oppgaver vil videreutvikle deres ferdigheter innen beslutningstaking, prognoser og optimalisering.

Forutsetninger Merk: Det anbefales grunnleggende kunnskap om regnearkprogramvare (f.eks. Excel) og generelle økonomiske prinsipper.

Ved slutten av modulen vil studentene være i stand til å analysere energisystemer, vurdere miljømessige og økonomiske konsekvenser, designe og evaluere energisparende tiltak og ta informerte beslutninger om energistyingsstrategier.

6.2 Læringsutbytte

De tiltenkte læringsutbyttene er delt inn i de tre EQF-områdene:

▪ **Kunnskap.** *Studentene vil:*

1. forstå energisystemer og -strømmer: Forstå sentrale begreper innen elektrisitetsproduksjon, fornybare og ikke-fornybare kilder og distribusjon i sammenheng med energistyring (LO1)
2. definere energieffektivitet og tjenester: Forklare prinsippene for energitjenester, drivkrefter for effektivitet (kostnad, risiko, teknologi) og energirevisjoners rolle (LO2)
3. skille mellom forretningsmodeller: skille mellom tradisjonelle forsyningsmodeller og ytelsesbaserte modeller (ESCO, EPC, PPA), inkludert rammeverk for fellesskapsenergi og delt eierskap (LO3),
4. forstå finansielle og risikomessige prinsipper: Forstå metodene for finansiell verdsettelse (ROI, IRR, Payback) og identifisere risikoer knyttet til kontantstrøm og energiprojekter (LO4),
5. forstå reguleringsmekanismer: Forstå lovgivningsrammeverket for utslippskvoter, handelsordninger og urbane energipolitikker (LO5).

▪ **Ferdigheter.** *Studentene kan:*

6. analysere energidata: Utføre beregninger for å balansere industrielle energistrømmer, identifisere effektiviseringsmuligheter og optimalisere forbruket (LO6),
7. vurdere bygnings- og urbane løsninger: Vurdere bygningers energiprestasjon og designe blågrønn infrastruktur (f.eks. grønne tak) for å redusere urbane varmeøyer (LO7),
8. anvende prognosemodeller: Bruke tidsserieanalyse og stokastiske modeller for å forutsi usikre variabler i energimarkedene (LO8),
9. gjennomføre økonomiske analyser: beregne kontantstrømmer for fornybare energiprojekter og utføre verdivurderinger ved hjelp av deterministiske og tilfeldige variabler (LO9),
10. sammenligne kontraktsalternativer: Analysere og velge optimale kontraktstilnærminger (f.eks. garanterte besparelser vs. delte besparelser) basert på spesifikke begrensninger (LO10).

- **Kompetanse (autonomi og ansvar).** Studentene er i stand til å:
 11. ta strategiske investeringsbeslutninger: Syntetisere risiko- og økonomisk analyse for å ta og forsvare informerte beslutninger om investeringer i fornybar energi (LO11),
 12. utforme symbiotiske energimodeller: Utvikle levedyktige forretnings- eller driftsmodeller for energideling i lokalsamfunnet og desentralisert kraftproduksjon (LO12),
 13. optimalisere utslippsstrategier: Utarbeide strategier for håndtering av utslippskvoter for å oppnå samsvar og økonomisk optimalisering (LO13),
 14. løse komplekse energiproblemer: Integrere tekniske, miljømessige og sosiale aspekter for å foreslå helhetlige løsninger for bærekraftig energistyring (LO14).

6.3 Veiledende læringsplan/leveringsplan

A/A	Enhet/seksjonstittel	Type økt	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
1	Introduksjon til elektrisk energi, styring av elektrisitetsproduksjon og forbruk i sammenheng med fornybare og ikke-fornybare ressurser.	Forelesning / e-læring	Grunnleggende begreper innen elektrisk energi, produksjonssykluser, distribusjon og forbruk kontra energistyring i økonomiske enheter.	LO1, LO6,	Cleveland, & Morris (2015), Randolph & Masters (2018), Rubino, Sapio, & La Scala (2021)	Interaktive forelesninger, diskusjon.
2	Fornybare energikilder	Forelesning / workshop/ e-læring	Typer fornybare kilder, miljømessige/sosiale konsekvenser og nettintegrasjon.	LO1, LO2, LO7	Sebestyén (2011), Alam et al. (2020), Beck et al. (2025), Europakommisjonen (2017)	Spill om sortering av energikilder. Interaktiv kartaktivitet – hvor fornybar energi fungerer best. Minicase-studie: Fornybar energi i mitt land/min region/min by/mitt hjem.
3	Industrielle energistrømmer (forbruksbalansering)	Forelesning /workshop/ e-læring	Overvåking/måling av energi, balansering, optimalisering og energilagring.	LO1, LO6, LO8	Ionita et al. (2023), Nolzen, Leenders & Bardow (2023), Guo et al. (2024)	Energirevisjon i husholdninger. Minikase (f.eks. strømbryddsscenario). Simulering av energilagring.
4	Symbiotisk (fellesskapsbasert) energideling	Forelesning / seminar / e-læring	Konsepter for energideling i lokalsamfunnet, teknisk infrastruktur og lovgivningsmessig rammeverk.	LO3, LO10, LO12	Leghissa, G. (2024), Chen, T., et al. (2025), European Community Power Coalition (2021)	Simulering av fellesskapets energimodell (f.eks. ved hjelp av casestudier eller rollespill).

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstyp e	Tema/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
5	Redusere energiforbruket i bygninger	Forelesning /workshop/ e-læring	Energistandarder, isolasjonsoptimalisering, forbruksovervåking, bærekraftsforbedring.	LO2, LO6, LO7	Gkotsis et al. (2024), Energieffektivitet (2024), Widuto (2022)	Implementering av effektiviseringstiltak i praktiske tilfeller, fullfør interaktive øvelser.
6	Blågrønn infrastruktur (symbiose i varmeøyer)	Forelesning /workshop/ e-læring	Byavkjøling, grønne tak, levende vegger, støtte for biologisk mangfold, blågrønn symbiose.	LO7, LO14	SALUTE4CE-Håndbok (2022), Gartland (2008), Brázdová & Kupka (2023)	Designintervensjoner, feltbesøk, dataanalyse.
7	Finansiell modellering og prognoser på energimarkedene	Forelesning / verksted	Dataanalyse, utviklingsmodeller og prognoser for markedsvariabler.	LO4, LO8,	Bunn, Derek (2004), Prosser, Matthias (2025), Rees, Michael (2018)	Forelesning med veiledede casestudier om modellering av tilfeldige variabler på energimarkedene.
8	Verdivurdering av investeringer i fornybar energi	Forelesning / workshop	Kontantstrømprognoser, prosjektverdivurdering, risikoanalyse (IRR, NPV).	LO4, LO9, LO11	Hürlimann, Christian (2019), Santosh Raikar og Seabron Adamson (2024)	Teori og praktiske casestudier om verdivurdering av investeringer i fornybar energi
9	Energikontrakter og forretningsmodeller	Forelesning / workshop / e-læring	PPA, ESCO, EPC, delte kontrakter, evaluering av forretningsmodeller.	LO3, LO10, LO12	Andersen (2025), Det internasjonale energibyrået (2023, 2024), North East & Yorkshire Net Zero Hub. (2024), RE-Source Platform (2025)	Forelesning med veiledede casestudier, interaktivt seminar med veiledet diskusjon/prosjekt.
10	Utslippskvoter og optimal forvaltning av disse	Forelesning /seminar/e-læring	Typer kvoter, tildelingsmetoder og risikobeslutningsmodeller for selskaper.	LO05, LO13	Zapletal (2018), Zapletal et al. (2020), Abrell et al. (2022), Skjærseth & Wettstad (2016), Błażejowska et al. (2024)	Teori og praktisk casestudie av et industribedrift i EU basert på historiske data.

6.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Denne modulen vil benytte en hybrid læringsmetode, som gjør det mulig å gjennomføre øktene enten synkront eller asynkront. Studentene vil delta i interaktive forelesninger, workshops, seminarer og veiledede diskusjoner, samt forhåndsinnspilte forelesninger, presentasjoner, lesestoff, casestudier og simuleringsøvelser. Denne metoden gir fleksibilitet samtidig som den sikrer aktiv deltakelse og omfattende forståelse av emnene.

▪ *Viktige undervisningsmetoder*

Modulen vil bruke en rekke undervisningsmetoder, inkludert interaktive forelesninger med veiledede diskusjoner for å introdusere grunnleggende kunnskap om energisystemer, fornybar energi og energistyring. Casestudier, minicasestudier og rollespill-simuleringer vil gi studentene mulighet til å anvende teoretisk kunnskap i praktiske scenarier som energirevisjoner, energideling og utslippskvoteforvaltning. Verksteder og praktiske laboratorier vil utvikle ferdigheter innen energioptimalisering, finansiell modellering, prognoser og urban energiplanlegging. Forelesninger/webinarer, gruppeprosjekter og seminarer vil øke forståelsen av regelverk, innovative forretningsmodeller og bærekraftstrategier. Vurderingene vil omfatte skriftlige eller muntlige oppgaver for å evaluere kunnskap, analytiske evner og praktisk anvendelse.

▪ *Tilnærminger og metoder som støtter aktiv læring og praktisk anvendelse av kunnskap.*

Praktisk orienterte metoder, som simuleringer, feltintervensjoner og casestudier, gjør det mulig for studentene å anvende teoretiske konsepter på virkelige energiutfordringer. Teamarbeid gjennom workshops, gruppeprosjekter og samarbeidsøvelser forbedrer ferdighetene innen problemløsning, modellering og beslutningstaking. Denne kombinasjonen gir studentene kunnskap, ferdigheter og kompetanse til å effektivt administrere energisystemer, implementere bærekraftige løsninger og vurdere innovative strategier i industrielle og urbane sammenhenger.

59

6.5 Vurderingsmetoder og bevis

Modulen benytter en blandet vurderingsstrategi for å evaluere både teoretisk kunnskap og praktiske ferdigheter på tvers av alle emner. Students forståelse av energisystemer, fornybare kilder, industrielle energistrømmer, samfunnsenergi, energieffektivitet i bygninger, urbane blå-grønne infrastrukturer, finansiell modellering, verdivurdering av fornybar energi, energikontrakter og forvaltning av utslippskvoter vil bli vurdert gjennom flere metoder. Vurderingene omfatter aktiv deltakelse, praktiske øvelser, prosjektarbeid og skriftlige og muntlige eksamener. Både formativ vurdering (kontinuerlig deltakelse, øvelser og tilbakemeldinger) og summativ vurdering (endelige karakterer) er integrert for å støtte læringsprogresjonen.

Vurderingskomponenter og bevis på oppnåelse av læringsutbytte:

- *Deltakelse og engasjement (vekt 10 %).* Aktiv deltakelse i alle undervisnings- og læringsaktiviteter, inkludert forelesninger, workshops, seminarer, e-læringsøvelser, casestudier, simuleringer og veiledede diskusjoner. Engasjement vil bli vurdert basert på

bidrag til diskusjoner, samarbeid i gruppeaktiviteter og gjennomføring av interaktive øvelser.

- *Anvendte øvelser og minikase (vekt 20 %).* Gjennomføring av praktiske øvelser som sorteringsspill for energikilder, energirevisjoner i husholdninger, simuleringer av fornybar energi, tiltak for energieffektivisering i bygninger og oppgaver for utforming av blågrønn infrastruktur (testing av LO6, LO7, LO8).
- *Gruppeprosjekt (vekt 40 %).* Et samarbeidsbasert analytisk prosjekt (ca. 3000 ord) med fokus på et reelt eller simulert energirelatert scenario, for eksempel optimalisering av energideling i lokalsamfunnet, utforming av energieffektiviseringstiltak for en bygning eller vurdering av strategier for utslippskvoter. Rapporten skal inneholde dataanalyse, beslutningstaking og praktiske anbefalinger (testing av LO11 – LO14).
- *Avsluttende skriftlig eller muntlig eksamen (vekt 30 %).* Eksamenene vil teste teoretisk kunnskap og praktisk forståelse av alle modulens emner, inkludert energisystemer, fornybare energikilder, industrielle energistrømmer, finansiell modellering, verdivurdering, energikontrakter og utslippsstyring. Spørsmålene kan være åpne spørsmål, flervalgsspørsmål og scenaribaserte oppgaver for å evaluere LO1-LO5, LO9, LO10 på en helhetlig måte.

6.6 Bibliografi og verktøy

6.6.1 Obligatorisk

Abrell, J., Cludius, J., Lehmann, S., Schleich, J., & Betz, R. (2022). Bedrifters utslippshandel i løpet av det første tiåret av EU ETS. *Environmental and Resource Economics*, 83(1), 47–83.

Alam, M. S., Al-Ismaïl, F. S., Abido, M. A., & Salem, A. (2020). Høy penetrasjon av fornybar energi med nett: Utfordringer og muligheter. *arXiv*, 2006.04638. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.04638>

Andersen. (16. juli 2025). Energiprestasjonskontrakter (EPC): En vei til bærekraftige energiløsninger. <https://es.andersen.com/en/publications-and-news/energy-performance-contracts-eps-a-pathway-to-sustainable-energy-solutions.html>

Beck, H. P., et al. (2025). En omfattende gjennomgang av bærekraftige energisystemer i sammenheng med den tyske energiovergangen – Del 2: Fornybar energi og lagringsteknologier. *Carbon Neutral Systems*, 3. <https://doi.org/10.1007/s44438-025-00013-z>

Błażejowska, M., Czarny, A., Kowalska, I., Michalczewski, A., & Stępień, P. (2024). Effektiviteten av EU ETS-politikken i å endre energimiksen i utvalgte europeiske land. *Energies*, 17(17), 4243.

Brázdová, K., & Kupka, J. (2023). Objektiviseringen av konseptet med levende grønne vegger som et verktøy for urban grønnngjøring (casestudie: LIKO-S a.s., Slavkov u Brna, Tsjekkia). *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). Implementering av energideling i energisamfunn: En komparativ juridisk analyse av Østerrike og Flandern. *Utilities Policy*, 96. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2025.101993>

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

Energy Efficiency. (2024). Sammenlignende analyse av politikken for avkarbonisering av boligbygg i store økonomier: Innsikt fra EU, Kina og India. *Energy Efficiency*, 17. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-024-10225-w>

Europakommisjonen. (2017). Miljøgrunnlagsstudie for utvikling av fornybare energikilder, energilagring og et sammenkoblet strømmnett i Nordsjøen og Irskesjøen. 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). Håndbok om fellesskapets energi. <https://communitypowercoalition.eu/2021/05/31/handbook-on-community-energy/>

Gartland, L. (2008). *Varmeøyer: Forståelse og demping av varme i urbane områder*. Earthscan / Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9781849771559>

Gkotsis, P., Papadopoulos, A., & Karagiannidis, A. (2024). Energieffektivitet i bygninger i Sentral- og Øst-Europa: Rom for forbedring. *Energieffektivitet*, 17, artikkel 32. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-024-10215-y>

Guo, J., Peng, J., Luo, Y., Zou, B., & Luo, Z. (2024). Studie om hybrid energilagring for energisystemer i industriparker: Fordeler, nåværende status og utfordringer. *Nonlinear Systems and Optimization*, 3(1). <https://doi.org/10.1051/nso/20230051>

Hürlimann, C. (2019). *Vurdering av investeringer i fornybar energi*. Zürich: Springer Gabler. ISBN 978-3658274696

Ionita, A., Kostopoulos, E., Almeida, A., Pires, A., & Ferreira, V. (2023). En systematisk litteraturgjennomgang av datadrevne energistyringssystemer for boliger og industri. *Energies*, 16(4), 1688. <https://doi.org/10.3390/en16041688>

Det internasjonale energibyrået. (u.d.). Energitjenesteselskaper (ESCO): ESCO-kontrakter. IEA-publikasjoner. <https://www.iea.org/reports/energy-service-companies-escos-2/esco-contracts>

Det internasjonale energibyråets program for effektiv energiovergang (IEA EBC Annex 75 Deliverable 2). (19. juni 2023). Forretningsmodeller for kostnadseffektiv bygningsrenovering på distriktsnivå. https://annex75.iea-ebc.org/Data/publications/Annex75_D2_Report_BusinessModels_19_June_2023.pdf

Leghissa, G. (2024). En veikart for et politisk og juridisk rammeverk for energifellesskap. Generaldirektoratet for energi, Energy Community Repository.

North East & Yorkshire Net Zero Hub. (2024, februar). Veiledning for kraftkjøpsavtaler. <https://www.neynetzerohub.com/wp-content/uploads/2024/02/Power-Purchase-Agreement-Guide.pdf>

Nolzen, N., Leenders, L., & Bardow, A. (2023). Fleksibilitetsutvidelsesplanlegging av multienergisystemer ved hjelp av energilagring for deltakelse i balanseenergimarkeder. *Frontiers in Energy Research*, 11, 1225564. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1225564>

Prossr, M. (2025). *Renewable Energy Financial Modelling* (1. utg.). Uavhengig utgitt. ISBN 979-8301944512

Randolph, J., & Masters, G. B. (2018). *Energi for bærekraft: Grunnlag for teknologi, planlegging og politikk*. Island Press. ISBN 978-1-61091-820-6

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

Rees, M. (2018). *Prinsipper for finansiell modellering: Modelldesign og beste praksis ved bruk av Excel og VBA* (1. utgave). Hoboken: John Wiley. ISBN 9781118904015

RE-Source Platform. (u.d.). RE-Sources guide til bedrifts-PPA. <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). Miljøpåvirkningsnettverk for fornybare energikraftverk. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, 111626. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111626>

Skjærseth, J. B., & Wettestad, J. (2016). *EUs utslippshandel: Oppstart, beslutningstaking og gjennomføring*. Routledge.

Widuto, A. (2022). *Energisparing og reduksjon av etterspørselen*. Den europeiske parlamentets forskningsavdeling.

[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). *Optimaliseringsmodeller for utslippsstyring*. Serie om avanserte økonomiske spørsmål, Økonomisk fakultet, VŠB-TU Ostrava, bind 53. Ostrava: VŠB-TU Ostrava. ISBN 978-80-248-4193-9

Zapletal, F., Šmíd, M., & Kopa, M. (2020). Flertrinns utslippsstyring i et stålselskap. *Annals of Operations Research*, 292(2), 735–751.

6.6.2 Anbefalt

Boungou, W., & Dufau, B. (2024). EU ETS fase IV og industriell ytelse. *Economics Letters*, 236, 111596.

Ellerman, D. (2010). EUs utslippshandelssystem. I *Post-Kyoto International Climate Policy* (s. 88).

Farid, M. (2021). *Introduksjon til prosjektfinansiering i infrastruktur for fornybar energi: Inkludert offentlig-private investeringer og umodne markeder* (1. utg.). Berlin: Springer. ISBN 978-3030687427

Fronda, S. (2025). *Prosjektledelse innen fornybar energi: Strategi, gjennomføring og bærekraftig innvirkning: En omfattende guide til utvikling, ledelse og finansiering av bærekraftige infrastrukturprosjekter* (1. utgave). Uavhengig utgitt. ISBN 979-8288094965

Lynch, A. P. (2017). *Finansmodellering for prosjektfinansiering: Modellering av kontantstrøm før finansiell avslutning i Excel* (3. utgave). London: Lynch-Ayerst Publishing. ISBN 978-0995673007

SankeyMATIC Software tutorials. (u.d.). Tilgjengelig på: <https://sankeymatic.com/manual/>

Tang, L., Wang, H., Li, L., Yang, K., & Mi, Z. (2020). Kvantitative modeller i forskning på utslippshandelssystemer: En litteraturgjennomgang. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 132, 110052.

Xue, X., Wang, S., Chun, T., Xin, H., Xue, R., Tian, X., & Zhang, R. (2023). Et integrert rammeverk for evaluering av industriell symbiose i en energiintensiv industripark i Kina. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 42056–42074. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25232-0>

7. Kortfattet pensummal – HEI (EQF6)

Modultittel: Miljøstyringssystemer (EMS)

EQF-nivå: 6

ECTS-poeng: 4 ECTS

Total arbeidsbelastning (timer): 100 timer

- Kontakttimer (forelesninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 40 timer
- Veiledet selvstudium: 30 timer
- Prosjektarbeid: 30 timer

Leverende institusjon: UNIVERSITETET I PATRAS (UPAT), Hellas

7.1 Moduloversikt

Denne modulen gir en avansert introduksjon til miljøstyringssystemer (EMS) og deres rolle i å støtte organisasjonens bærekraft, samsvar og kontinuerlig forbedring. Den fokuserer på den europeiske EMAS-forordningen som det primære EMS-rammeverket, støttet av offentlig tilgjengelige ISO 14001-grunnleggende prinsipper og den praktiske, trinnvise veiledningen i den amerikanske EPA EMS-modellen. Studentene utvikler en integrert forståelse av hvordan EMS-rammeverk er strukturert, hvordan miljøaspekter og -påvirkninger identifiseres og evalueres, hvordan samsvarsforpliktelser og ytelsesindikatorer fastsettes, og hvordan revisjons-, overvåkings- og gjennomgangsprosesser sikrer kontinuerlig forbedring. Dette fokuset hjelper studentene å se hvordan EMS-verktøy brukes i virkelige situasjoner for å forbedre miljøytelsen. Gjennom omfattende praktisk bruk av offisielle EMAS-verktøy – inkludert verktøyet for miljøaspekter, verktøyet for datainnsamling og kjerneindikatorer – samt EPA-regneark, får studentene praktiske ferdigheter i å analysere miljøprestasjoner og utforme EMS-komponenter.

Modulen er utviklet for studenter ved høyere utdanningsinstitusjoner og fremtidige fagpersoner innen bærekraft, miljøledelse, tilrettelegging for industriell symbiose, rådgivning og samsvarsroller. Den knytter seg direkte til modulen Industriell symbiose ved å tilby de operasjonelle og styringsmekanismene som kreves for å integrere symbiotiske praksiser i organisasjonssystemer. Forhåndskunnskap om miljøledelse, regelverk eller sirkulærøkonomikonsepter er en fordel, men ikke obligatorisk. Ved slutten av modulen vil studentene være i stand til å forstå, sammenligne og anvende EMAS-, ISO- og EPA EMS-metodologier, samt implementere kjerneelementene i et småskala EMAS-system, noe som forbereder dem på virkelige miljøledelsesutfordringer.

7.2 Læringsutbytte (LO)

De tiltenkte læringsutbyttene er delt inn i de tre EQF-domenene:

▪ **Kunnskap. Studentene vil:**

1. demonstrere avansert forståelse av EMS-prinsipper, struktur og formål, inkludert EMAS-krav (vedlegg I–IV) og offentlig tilgjengelige ISO 14001-grunnleggende prinsipper (LO1)
2. vurdere EMAS-, ISO 14001- og EPA EMS-rammeverkene kritisk og identifisere forskjellene mellom dem når det gjelder krav, åpenhet, revisjon og ytelse (LO2).

▪ **Ferdigheter. Studentene skal:**

3. identifisere og evaluere miljøaspekter og -påvirkninger ved hjelp av EMAS-metoder og -verktøy (verktøy for miljøaspekter, kriterier i vedlegg II) (LO3),
4. utvikle EMS/EMAS-kjerne dokumentasjon, inkludert miljøpolitikk, mål, KPI-er, samsvarsregistre, overvåkingsplaner og operasjonelle kontroller (LO4),
5. bruke EMAS-verktøy og EPA EMS-regneark til å tolke miljødata, vurdere ytelsesindikatorer og støtte EMS-beslutningstaking (LO5).

▪ **Kompetanse (autonomi og ansvar). Studentene er i stand til å:**

6. selvstendig planlegge og koordinere viktige faser av EMAS-implementeringen, inkludert evaluering av aspekter, samsvarsvurdering, fastsettelse av KPI-er og overvåking (LO6),
7. utføre interne EMS-revisjoner og bidra til ledelsens gjennomgangsprosesser, og vise ansvarlighet og kontinuerlig forbedringsorientering (LO7),
8. kommunisere effektivt, formulere og forsvare evidensbaserte anbefalinger for EMS-forbedring til ulike interessenter, inkludert ledelse og revisorer (LO8),
9. foreslå tilpasningsdyktige løsninger på vanlige implementeringsutfordringer eller avvik innenfor et EMS, og begrunne valg basert på EMAS-, ISO- og EPA-prinsipper (LO9).

7.3 Veiledende læringsplan/leveringsplan

A/A	Enhet/seksjonstittel	Type økt	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
1	Hva er EMS? Forstå konteksten	Forelesning / workshop / e-læring	Hva EMS er, hvorfor de er viktige, EMS i EUs bærekraft og industriell symbiose	LO1	EMAS brukerveiledning (intro); EPA EMS oversikt	Interaktiv forelesning; kontekstkartlegging; veiledet diskusjon
2	EMS-arkitektur og kjernekomponenter (EMAS/ISO/EPA)	Forelesning	Strukturen til EMS (policy → planlegging → implementering → kontroll → gjennomgang); PDCA	LO1	EMAS brukerveiledning – EMS-struktur; EPA-siden «Grunnleggende EMS-komponenter»	Systemkartlegging; oversikt over komponenter
3	EMAS-grunnleggende (Del 1)	Forelesning	Hva er EMAS? EMAS-registrering; EMAS vedlegg I-krav; merverdi utover ISO	LO1, LO2	EMAS-forordningen (vedlegg I)	Veiledet lesing
4	EMAS-grunnleggende (Del 2): Aspekter og virkninger	Workshop	EMAS vedlegg II-metodikk; betydningsvurdering; kartlegging av miljøaspekter	LO3, LO6	EMAS-verktøy for miljøaspekter; EMAS vedlegg II	Praktisk bruk av EMAS-verktøyet for aspekter; betydningsvurdering
5	EMAS-verktøy: Aspekter, indikatorer, data (praktisk laboratorium)	Praktisk laboratorium	Bruk av EMAS-verktøy: Aspektverktøy, datainnsamlingsverktøy, kjerneindikatorer; utarbeidelse av EMAS-datasett	LO3, LO4, LO5, LO6	EMAS-datainnsamlingsverktøy; veiledning om EMAS-kjerneindikatorer	Malbaserte øvelser; tolkning av data

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
6	Grunnleggende om ISO 14001	Forelesning	ISO High Level Structure (offentlig informasjon); oversikt over klausuler; risikobasert tenkning; forskjeller fra EMAS	LO1, LO2	ISO 14001 Offentlig oversikt (iso.org); EPA «ISO-aligned EMS Guidance»	Konseptuell sammenligning; kartlegging av ISO-struktur
7	EPA EMS trinnvis veiledning (praktisk modul)	Workshop/laboratorium	EPA EMS trinn 1–9: Politikk → Aspekter → Juridisk → Mål → Implementering → Overvåking → Revisjoner → Gjennomgang → Forbedring	LO3, LO5, LO6	EPA EMS Implementeringsveiledning; EPA Arbeidsark	Praktisk utfylling av arbeidsark; scenarioøvelser

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
8	EMAS vs ISO 14001 vs EPA – Forskjeller, styrker, verktøy	Workshop	Side-ved-side-sammenligning: krav, åpenhet, indikatorer, revisjoner, dokumentasjon	LO2, LO8, LO9	EMAS vs ISO-sammenligning (EU); EPA-siden «EMS-modeller»	Venn-diagram; strukturert sammenligning; gruppeanalyse
9	EMAS-implementering trinn for trinn (avansert)	Workshop	Fullstendig EMAS-arbeidsflyt: Politikk → Aspekter → Overholdelse → KPI-er → Kontroller → Overvåking → Revisjon → Erklæring (vedlegg IV)	LO4, LO7, LO9	EMAS vedlegg III (revisjon) og vedlegg IV (erklæring)	Gruppanalyse
10	Endelig EMAS-prosjekt og integrering	Prosjekt / Vurdering	Prosjekt / Vurdering	LO4, LO5, LO6, LO8, LO9	Alle EMAS-verktøy; EPA EMS-arbeidsark	Dokumentasjonsverksted

7.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Det benyttes en hybrid læringsmetode som kombinerer synkrone og asynkrone moduser. Synkrone økter (forelesninger, seminarer, workshops) legger til rette for direkte interaksjon, veiledede diskusjoner og problemløsning i sanntid. Asynkron læring gir fleksibilitet ved å tilby kuraterte digitale materialer (EMAS-brukerveiledning, EMAS-verktøy, EPA-arbeidsark, ISO-offentlige sammendrag) på læringsplattformen, noe som muliggjør selvstudium i eget tempo.

▪ *Viktige undervisningsmetoder*

- Interaktive forelesninger som introduserer EMS-konsepter, EMAS-struktur, grunnleggende ISO 14001 og trinnvis veiledning fra EPA.
- Case-basert læring, anvendelse av EMAS-verktøy på reelle eller realistiske organisasjonsscenarier.
- Praktiske laboratorieøkter med bruk av EMAS Environmental Aspects Tool, EMAS Data Collection Tool, EMAS Core Indicators og EPA-arbeidsark.
- Workshops og simuleringer, for eksempel simulerte revisjoner, simuleringer av ledelsens gjennomgang og utarbeidelse av miljøerklæringer.
- Gruppearbeid, som støtter kollegial læring gjennom verktøybaserte oppgaver (aspektanalyse, KPI-fastsettelse, kartlegging av samsvar).
- Prosjektbasert læring, som kulminerer i utviklingen av et komplett EMAS-minisystem.

Disse metodene fremmer både konseptuell forståelse og praktisk kompetanse i implementering av EMS/EMAS.

▪ *Tilnærminger og metoder som støtter aktiv læring og praktisk anvendelse av kunnskap*

Synkron læring er godt egnet for å skape umiddelbar engasjement hos lærere og studenter og raskere utveksling av informasjon, og bidrar dermed til å bygge fellesskap og avklare misforståelser. Asynkron læring er dessuten mer fleksibel. Den gir studentene mer tid til å utforske og engasjere seg i materialet, og gjør det mulig å nå et bredere spekter av studenter.

7.5 Vurderingsmetoder og bevis

Vurderingskomponenter og bevis på oppnåelse av læringsutbytte

De består av:

- *deltakelse og engasjement (vekt 10 %),*
- *et praktisk gruppeprosjekt (vekt 30 %) og*
- *en skriftlig avsluttende eksamen (vekt 60 %).*

Deltakelse gjenspeiler studentenes aktive engasjement i forelesninger, seminarer, workshops og verktøybaserte øvelser ved bruk av offisielle EMAS-verktøy og EPA EMS-arbeidsark. Gruppeoppgave en krever at studentene i samarbeid utformer et kortfattet EMAS-minisystem

for en reell eller hypotetisk organisasjon, ved å anvende nøkkelementer som er introdusert gjennom de 10 enhetene, samtidig som de beholder fleksibilitet i struktur og dybde i henhold til den spesifikke organisatoriske konteksten de velger. Den skriftlige avsluttende eksamenen vurderer studentenes forståelse av EMS- og EMAS-prinsipper, grunnleggende ISO 14001 (ved bruk av offentlig tilgjengelige kilder), forskjellene mellom EMAS–ISO–EPA-modellene og deres evne til å analysere scenarier eller tolke miljøaspekter, indikatorer eller samsvarsdata. Samlet sikrer disse komponentene at studentene demonstrerer både teoretisk kunnskap og praktisk kompetanse i implementering av kjerneprosesser i EMS/EMAS.

7.6 Bibliografi og verktøy

7.6.1 Påkrevd

Europakommisjonen. (u.d.). *EMAS brukerveiledning*. https://green-forum.ec.europa.eu/publications/emas-users-guide-0_en

Europakommisjonen. (2009). *Forordning (EF) nr. 1221/2009 om frivillig deltakelse fra organisasjoner i et fellesskapsordning for miljøstyring og miljørevisjon (EMAS)*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2009/1221/oj/eng>

Europakommisjonen. (2017). *EMAS-verktøy for miljøaspekter*. https://green-forum.ec.europa.eu/publications/environmental-aspects-tool_en

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

Europakommisjonen. (2017). *EMAS Easy – trinnvis veiledning for små og mellomstore bedrifter*. 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>

Internasjonal standardiseringsorganisasjon. (2015). *ISO 14001 – Miljøstyringssystemer (offentlig oversikt)*. <https://www.iso.org/standard/60857.html>

I tillegg må studentene studere alt undervisningsmaterieell (forelesninger, presentasjoner, notater, arbeidsark og tilleggsk dokumenter) som er lastet opp av underviseren på kursplattformen, da dette utgjør en integrert del av modulens sentrale læringsressurser.

7.6.2 Anbefalt

Europakommisjonen. (2023). *EMAS – Verktøy. Green Forum: Green Business*. Hentet 18. november 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 Læreplaner for yrkesopplæringsmoduler

1. Kortfattet pensummal – yrkesrettet opplæring (EQF5)

Modultittel: Rammeverket for industriell symbiose (IS)

EQF-nivå: 5

ECVET-poeng: 2 til 3 ECVET

Total arbeidsbelastning (timer): 50–75

- Kontakttimer (innlegg, seminarer, workshops osv.): 42–56 timer
- Veiledet selvstudium: 4–9
- Prosjektarbeid: 4–10

Leverandørinstitusjon: MOGENSEN LENE (IDDK), Danmark.

1.1 Oversikt over modulen

Denne modulen introduserer deltakerne for grunnleggende konsepter og praktiske anvendelser av **sirkulær økonomi (CE)** og **industriell symbiose (IS)** i sammenheng med produksjon og industri.

Den er spesielt utviklet for ledere, koordinatore og tilretteleggere innen sirkulær økonomi og industriell symbiose, og gir dem viktige ledelseskompetanser.

Denne modulen introduserer deltakerne for industriell symbiose (IS) fra et praktisk og menneskesentrert VET-perspektiv. Den ser på kompetansene som trengs for en CE/IS-leder/fasilitator. Modulen søker videre å bygge forståelse for IS i hverdagslige termer, engasjere interessenter gjennom dialog, anerkjenne kulturelle muliggjørere og barrierer, og støtte innovasjon innenfor team og nettverk. Hovedvekten ligger på innledende fasiliteringsferdigheter forankret i reelle organisatoriske kontekster.

Den fungerer som en grunnleggende komponent i SymbioTech-opplæringsløpet og forbereder deltakerne på de neste modulene om digital industriell symbiose og miljøstyringssystemer.

En generell forståelse av bærekraft eller industriell drift er nyttig, men ikke nødvendig. Grunnleggende analytiske ferdigheter og interesse for samarbeidsbasert problemløsning støtter effektivt engasjement i modulens teoretiske og praktiske komponenter.

Etter fullført kurs vil SymbioTech-ledere og fasilitatorer være i stand til å observere, dokumentere og analysere material- og energistrømmer i industrielle anlegg, samt være i stand til å fasilitere innovasjon i ulike team og nettverk.

1.2 Læringsutbytte (LO)

De tiltenkte læringsutbyttene er delt inn i de tre EQF-områdene:

▪ **Kunnskap.** *Studentene vil:*

1. forstå prinsippene for industriell symbiose (IS) og sirkulær økonomi (CE) (LO1),
2. ha forståelse for typiske ressurs-, energi-, vann- og materialstrømmer i små og mellomstore bedrifter (SMB) (LO2),
3. ha kunnskap om muliggjørere og barrierer for IS (organisatoriske, kulturelle, regulatoriske) (LO3),
4. kjenne til rollen og kjernekompetansen til IS-fasilitatorer, IS-ledere, teamledere osv. (LO4),
5. ha tilegnet seg kunnskap om tilrettelegging av tverrfaglige team med høy grad av mangfold samt innovative prosesser (LO5).

▪ **Ferdigheter.** *Studentene kan:*

6. identifisere og dokumentere material-/energistrømmer ved hjelp av enkle verktøy (SankeyMATIC) (LO6),
7. identifisere kulturelle, organisatoriske og regulatoriske muliggjørere og barrierer i sin egen kontekst (LO7),
8. gjenkjenne kjernekompetansene som trengs for å lede og/eller fasilitere IS (LO8),
9. bygge tillit og forståelse i tverrfaglige og mangfoldige team (LO9),
10. tilrettelegge enkle innovative og idéskapende prosesser i team og nettverk (LO10).

▪ **Kompetanser (autonomi og ansvar).** *Studentene er i stand til å:*

11. ta ansvar for IS-utforskningsoppgaver i tidlig fase (LO11)
12. engasjere seg i muliggjørere og barrierer på organisasjonsnivå for å støtte ledere i beslutningstaking (LO12)
13. kontinuerlig forbedre egne kompetanser som IS-leder/fasilitator gjennom refleksiv praksis (LO13)
14. legge til rette for meningsskapende prosesser internt og innenfor IS-nettverk preget av stor mangfoldighet (LO14)
15. balansere mangfold og psykologisk trygghet for å sikre innovasjon og idégenerering (LO15).

1.3 Veiledende læringsplan/leveringsplan

A/A	Enhet/seksjonstittel	Type økt	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
1	Introduksjon til IS og CE, og deres historie. Introduksjon til kartlegging av energi- og materialstrømmer	Inndata Workshop	Oversikt over sirkulær økonomi og industriell symbiose, IS-definisjon. Fra IS-tilfellet Kalundborg på 1960-tallet til digital IS på 2020-tallet. Kartlegging av energi- og materialstrømmer med Sankey MATIC	LO1, LO2, LO6, LO11	Nolan (2020) SankeyMATIC Programvareveiledninger QGIS Programvareveiledninger	Interaktiv innspill med veiledet diskusjon om I, CE og bærekraftstudier. Casestudier med suksesser og feil i IS Interaktivt innspill om kartlegging av energi- og materialstrømmer Instruksjon om hjemmeoppgave (SankeyMATIC-kartlegging av energi- og materialstrømmer)
2	Muliggjørere og barrierer, forståelse av organisatorisk og kulturell kontekst, EU-politikk og finansieringsmuligheter	Innspill Workshop	En innledende titt på den menneskelige faktoren som gjør SI mulig. Forståelse av organisasjonskultur og nasjonal kultur, og hvordan disse samvirker med de grunnleggende prinsippene for SI. Kunnskap om EU- og nasjonal politikk samt finansieringsmuligheter	LO3, LO7, LO12	Mathews (2024) European Green Deal IS-casestudier	Presentasjon av hjemmeoppgave Interaktiv innføring i organisasjons- og nasjonal kultur etterfulgt av gruppesamtaler om egne saker Seminarbasert introduksjon til EU-lovgivning og finansieringsmuligheter Gruppearbeid om egen lovgivnings- og finansieringskontekst. Presentasjon av gruppearbeidet.

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Tema/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
3	IS-lederens og fasilitatorens kompetanse, rolle og ansvar. Kartlegging av interne og eksterne interessenter	Innspill Workshop	Videre undersøkelse av den menneskelige faktoren i SI. Identifisere ulike organisatoriske roller innen SI samt kompetansebehov for hver rolle. Videre, innledende kartlegging av potensielle partnere. Når skal man bruke de ulike kompetansene som selger, nettverksbygger, leder, prosjektleder, innsamlingsansvarlig, fasilitator? Selvrefleksjon: Er jeg den rette personen i den rette stillingen, og hva må jeg utvikle?	LO4, LO8, LO13	Lasthein et al. (2021) Mortensen & Kørnøv (2019)	Interaktiv innføring i IS-roller og tilknyttede kompetanser. Gruppearbeid med kartlegging av ulike stillinger innenfor og utenfor organisasjonen i forhold til IS, samt innvirkning på ulike deler av organisasjonen. Gruppeprosjektpresentasjon Selvrefleksjon om egne IS-kompetanser.

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Tema/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
4	Inkludering, mangfold og psykologisk trygghet. Tilrettelegging for tverrfaglig dialog	Innspill Workshop	Tilrettelegging for team og grupper i en IS-kontekst. Forståelse av viktigheten av mangfold i yrker, kjønn, alder osv. samt psykologisk trygghet. Øve på grunnleggende dialog- og fasiliteringsferdigheter, bygge forståelse og muliggjøre utradisjonell tenkning.	LO5, LO9, LO14	Edmonson & Roloff (2009) Gallo (2023) Kepinski & Nielsen (2022) Pentland (2014) Rock et al. (2016)	Interaktiv innspill om tilrettelegging av team og nettverk. Praktisk økt (konkrete øvelser og rollespill). Tilbakemelding fra kursleder. Instruksjon om muntlig eksamen.
5	Fasilitering av innovasjon Vurdering	Innspill Workshop	Forståelse av inkrementell vs. radikal innovasjon Faktorer som muliggjør innovasjon Tilrettelegging av innovative prosesser internt i organisasjonen og eksternt i nettverket	LO5, LO10, LO15	Darsø (2001) Høytrup (2010)	Interaktiv innføring i innovasjon og hvordan man kan legge til rette for innovasjon i team. Praktisk økt (konkrete øvelser og rollespill). Tilbakemelding fra kursleder. Muntlig eksamen.

1.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Modulene vil primært være basert på ansikt-til-ansikt-læring, supplert med oppgaver som skal utføres mellom modulene, hovedsakelig innenfor egen organisasjon. Den ansikt-til-ansikt-tilnærmingen gjør det mulig for studentene å utvikle kompetanse som trengs i arbeidslivet og få direkte tilbakemelding på sine prestasjoner fra medstudenter og kursleder.

Modulen vil støttes av en digital plattform for asynkron læring, hvor studentene kan få tilgang til materiell som vil bli gjort tilgjengelig av lærerne. Materialet på den digitale plattformen vil hovedsakelig bestå av litteratur og presentasjoner som beskriver teoretiske problemstillinger.

▪ *Viktige undervisningsmetoder*

Flere viktige undervisningsmetoder vil bli brukt gjennom modulene, for eksempel interaktive innspill med veiledede diskusjoner, casestudier, gruppediskusjoner, gruppeprosjektarbeid, rollespill og simuleringer, individuell refleksjon og oppgaver som skal utføres mellom modulene i egen organisasjon.

▪ *Tilnærminger og metoder som støtter aktiv læring og praktisk anvendelse av kunnskap*

Ansikt-til-ansikt-læring er godt egnet for å skape engasjement mellom lærere og studenter og for å sikre at teorien oppleves som relevant i den daglige arbeidspraksisen. Til tross for det teoretiske grunnlaget vil opplæringen være svært praktisk. Kurset vil bestå av en blanding av korte teoretiske innspill, konkrete øvelser og gruppediskusjoner. Innspillene vil gi teoretisk kunnskap for en omfattende forståelse av IS-prinsippene, -elementene og -praksisen. Det antas at den eneste måten å lære å legge til rette for SI-prosesser på, er å relatere teorien til de konkrete realitetene i de ulike organisasjonene, å prøve ut verktøyene i virkeligheten og få egne erfaringer, og reflektere over dem. Utgangspunktet for innspill og diskusjoner vil dermed være de arbeidsutfordringene og spørsmålene som gruppen bringer med seg til rommet. Modulene avsluttes med konkrete oppgaver som hjelper studentene å prøve ut nye ideer hjemme. Videre gjør ansikt-til-ansikt-læring kombinert med gruppediskusjoner, rollespill og simuleringer det mulig for studentene å danne et fellesskap der de kan lære av hverandre. Fasilitatorens rolle er å sørge for at ulike stemmer kommer til uttrykk i klasserommet, slik at kompleksiteten i IS-spørsmål blir synliggjort fra perspektivet til ulike kjønn, aldersgrupper, yrker, kulturelle bakgrunner osv.

1.5 Vurderingsmetoder og bevis

Modulen benytter en blandet vurderingsstrategi som kombinerer studentenes aktive deltakelse og engasjement, gruppeoppgavepresentasjon og muntlig eksamen, for å evaluere både studentenes teoretiske kunnskap om IS-konseptet og deres praktiske evne til å utvikle bærekraftige IS-rammeverk samt legge til rette for dialog mellom en rekke ulike interessenter. Vurderingen vil ikke bare være summativ (endelige karakterer), men også formativ (kontinuerlig deltakelse og tilbakemelding fra medstudenter og lærer under alle de viktigste undervisningsmetodene) for å støtte læringsprogresjonen.

Vurderingskomponenter:

- *Deltakelse og engasjement (vekt 40 %)*. Aktiv deltagelse i alle undervisningsmetoder som brukes, for eksempel innspill, diskusjoner i plenum, rollespill og simuleringer
- *Gruppeprosjekt- og individuell prosjektpresentasjon (vekt 30 %)*. Presentasjon av gruppearbeid i løpet av modulene, samt presentasjon av individuelle oppgaver utført mellom modulene.
- *Avsluttende muntlig eksamen (vekt 30 %)*. Det vil være en avsluttende muntlig eksamen for å vurdere om studenten har oppnådd læringen i modulen, relatert til egen organisasjonskontekst, inkludert en plan for egen utvikling som IS-leder eller fasilitator. Eksamen tester teoretisk kunnskap, forståelse av policyer, samt praktiske kompetanser.

1.6 Bibliografi og verktøy

1.6.1 Obligatorisk

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

Edmonson, A. & Roloff, K. (2009). Leveraging diversity through Psychological Safety. *Rotman Magazine*, høst 2009
https://scholar.harvard.edu/files/afriberg/files/leveraging_diversity_through_psychological_safety_hbs_article.pdf

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

Gallo, A. (2023) Hva er psykologisk trygghet? *Havard Business Review*, februar 2023
<https://hbr.org/2023/02/what-is-psychological-safety>

Høyrup, S. (2010) Ansattrevet innovasjon og læring på arbeidsplassen: Grunnleggende begreper, tilnærminger og temaer. I: *Transfer European Review of Labour and Research* 16(2):143-154

Kepinski, L. & Nielsen, T. C. *Inclusion Nudges. En kort introduksjon til denne endringsmetoden.* <https://inclusion-nudges.org/wp-content/uploads/2022/08/Inclusion-Nudges-Free-Quick-Guide.pdf>

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

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

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

Nolan, S (red.) (2020) *Quick Guides. Hjelp til industrien med å øke effektiviteten gjennom ressursdeling*. SCALER. chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcgicfindmkaj/<https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2025-09/SCALER-Quick-Guides.pdf>

Pentland, S. (2012). Den nye vitenskapen om å bygge gode team. *Harvard Business Review*, april 2012 <https://hbr.org/2012/04/the-new-science-of-building-great-teams>

QGIS Software tutorials. Tilgjengelig på: 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. Tilgjengelig på: <https://sankeymatic.com/manual/>

Uzzi, B. (1997) Sosial struktur og konkurranse i nettverk mellom bedrifter: Paradokset med forankring. I: *Administrative Science Quarterly*, 35-67

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

1.6.2 Anbefalt

Coleman, J. (2013) Seks komponenter i en god bedriftskultur. I: *Harvard Business Review*, 6. mai 2013

Fraccascia, L. & Giannoccaro, I. (2020). Hva, hvor og hvordan måle industriell symbiose: En begrunnet taksonomi av relevante indikatorer. I: *Resources, conservation and recycling* 157, 104799.

McKinsey & Company: Hvordan overvinne utfordringene ved transformasjon. 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). En omfattende gjennomgang av industriell symbiose. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119113. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119113>

Placuzzi, V., Zanotti, G. (2019). *Mot en industriell symbiose i Emilia-Romagna-regionen (Italia): En studie av de viktigste hindringene for industriell symbiose i italiensk sammenheng*. <https://research.cbs.dk/en/studentProjects/towards-an-industrial-symbiosis-in-the-emilia-romagna-region-ital/>

2. Kortfattet pensummal – VET (EQF5)

Modultittel: Prinsipper for livssyklusvurdering for å vurdere miljøfordelene og ulempene ved å dele ressurser

EQF-nivå: 5

ECVET-poeng: 2 til 3 ECVET

Total arbeidsbelastning (timer): 50–75

- Kontakttimer (innlegg, seminarer, workshops osv.): 42–56 timer
- Veiledet selvstudium: 4–9
- Prosjektarbeid: 4–10

80

Leverandørinstitusjon: HANDELSKAMMERET OG INDUSTRIKAMMERET VRATSA SDRUZHENIE (CCI VRATSA), Bulgaria.

2.1 Moduloversikt

Denne modulen gir studentene grunnleggende kunnskap og praktiske ferdigheter for å kunne bruke livssyklusvurdering (LCA) som et beslutningsstøtteverktøy innen sirkulær økonomi (CE) og industriell symbiose (IS). Den introduserer livssyklustenkning og den nyeste utviklingen innen LCA-applikasjoner, etterfulgt av en oversikt over ISO 14000-familien av miljøledelsesstandarter og en fokusert introduksjon til ISO 14040/14044-metodikken og viktige bærekraftsindikatorer som miljøavtrykk (EF 3.1), livssykluskostnader (LCC) og sosial LCA.

Modulen leveres i et intensivt 4–5 ukers blandet format og kombinerer fysiske workshops, online seminarer, e-læring og veiledet prosjektarbeid. Deltakerne lærer å modellere og tolke miljøpåvirkninger ved hjelp av openLCA, vurdere avveininger og identifisere forbedringsmuligheter på tvers av produktsystemer. Modulen knytter livssyklustenkning til bredere bærekraftsrammeverk, inkludert den europeiske grønne avtalen og FNs bærekraftsmål.

Deltakerne utvikler systemtenkning, etisk bevissthet og kommunikasjonsferdigheter. Det er ikke nødvendig å ha fullført noen tidligere moduler, men grunnleggende kjennskap til bærekraft eller industrielle prosesser er en fordel.

Ved slutten av modulen kan deltakerne selvstendig gjennomføre en forenklet LCA, støtte bærekraftsrapportering og bidra til informerte beslutninger i SMB- og CE/IS-miljøer. Læringsutbyttet er i tråd med ESCO- og GreenComp-kompetansene.

2.2 Læringsutbytte (LO)

De tiltenkte læringsutbyttene er delt inn i de tre EQF-områdene kunnskap, ferdigheter og kompetanse (autonomi og ansvar):

▪ **Kunnskap.** Studentene skal:

1. forstå de fire fasene i en LCA i henhold til ISO 14040/14044 (definisjon av mål og omfang, livssyklusinventar, livssyklussekvensanalyse, tolkning) (LO1),
2. forstå strukturen og formålet med sentrale miljøindikatorer (f.eks. EF 3.1-metodikk) og deres rolle i ledelsesbeslutninger og bærekraftsrapportering (LO2),
3. erkjenne hvordan LCA fungerer innenfor bredere bærekraftstrategier (f.eks. sirkulærøkonomimodeller og bærekraftsmålene), og forklare sammenhengene mellom sirkulærøkonomiske rammeverk, bærekraftsmålene og livssyklustenkning (LO3),
4. tolke miljømessige, økonomiske og sosiale ytelsesindikatorer ved hjelp av LCA-baserte verktøy for å sammenligne bærekraftspåvirkningen av produkter eller prosesser (LO4),
5. identifisere den politiske relevansen av LCA-resultater, særlig i forhold til den europeiske grønne avtalen og EUs handlingsplan for sirkulær økonomi (LO5).

▪ **Ferdigheter.** Studentene kan:

6. Samle inn og organisere nødvendige data (f.eks. materialfortegnelser og prosessdata) for å bygge en LCA-modell, og sikre datakvalitet og fullstendighet (LO6).
7. Bruke openLCA-programvaren til å gjennomføre livssyklusvurderinger – inkludert bruk av «Quick LCA»-veiviseren for forenklede tilfeller – og modellere scenarier for sirkulær økonomi eller industriell symbiose for å vurdere miljøpåvirkningen (LO7)
8. Analysere og tolke LCA-resultater for å støtte bærekraftig produksjon og beslutningstaking i virksomheten, identifisere hotspots og forbedringsmuligheter (LO8)
9. Inkorporere grunnleggende livssyklus kostnadsberegning (LCC) og sosial LCA (S-LCA) for å evaluere økonomiske og sosiale dimensjoner sammen med miljøpåvirkning for en mer helhetlig bærekraftsvurdering (LO9),
10. Oversette tekniske LCA-funn til klar visuell og verbal kommunikasjon (rapporter, presentasjoner) som er tilpasset ulike interessenter og beslutningstakere (LO10).

▪ **Kompetanse (autonomi og ansvar).** Studentene er i stand til å:

11. Arbeide selvstendig og metodisk med LCA-oppgaver, ta ansvar for datanøyaktighet, riktig metodikk og korrekt tolkning av resultater (LO11),
12. Ta initiativ til å kontekstualisere LCA-funn innenfor bredere bærekrafts- og forretningsmål, og identifisere muligheter for å bruke LCA i organisasjonsforbedring og compliance-arbeid (LO12).
13. Kommunisere LCA-resultater på en ansvarlig og transparent måte, med tydelig erkjennelse av usikkerheter, begrensninger og systemgrenser i analysen (LO13),
14. Vise systemtenkning og etisk bevissthet når de vurderer miljømessige, økonomiske og sosiale konsekvenser, med tanke på bærekraftsutfordringenes sammenhengende natur (LO14),
15. Reflektere kritisk over avveininger, interessentperspektiver og verdikonflikter som er innebygd i overgangen til sirkulær økonomi, og balansere disse faktorene når man gir anbefalinger (LO15).

2.3 Veiledende læringsplan/leveringsplan

A/A	Enhet/seksjonstittel	Type økt	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff/materiell	Anbefalte metoder
1	Grunnleggende om LCA og CE/IS	Ansikt til ansikt, Bootcamp	Livssyklusenkning og bærekraftig kontekst; LCA i sirkulær økonomi og industriell symbiose; gjeldende politikk og industriell anvendelse; ISO 14000-rammeverk og ISO 14040/14044; LCA-prinsipper, funksjonell enhet og systemgrenser.	LO1, LO3, LO5, LO14	Oversikt over ISO 14000-familien (utvalgte utdrag); utdrag fra ISO 14040/44; EC Green Deal	Interaktiv forelesning, veiledet diskusjon, programvaredemonstrasjon, praktisk øvelse.
2	Datainnsamling og LCI-modellering	Nettbasert seminar, e-læring, veiledning	BoM- og LCI-datainnsamling; datakvalitet; LCI-databaser; bygging av produktsystemer i openLCA; håndtering av datahull	LO6, LO7, LO11	BoM-mal; LCI-veiledninger; eksempler på datasett; openLCA Beginner Guide	Selvstudium, oppgaver på arbeidsplassen, mentoroppfølging.
3	LCIA og tolkning	Live webinar + praktisk anvendelse	EF 3.1-metoden; midtpunkt-/sluttpunktindikatorer; LCIA-gjennomføring; hotspot-analyse; sammenligning av sirkulære og lineære scenarier; introduksjon til LCC og S-LCA	LO2, LO4, LO8, LO9, LO12, LO15	EF 3.1-metodedokumenter; Valdivia et al. (2021)	Gjennomgang av programvare; analyse av casestudier; diskusjon med medstudenter.

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
4	LCA-prosjektutvikling og fagfelleevaluering	Veiledet prosjektarbeid + nettbasert workshop	Ferdigstilling av LCA-modell; tolkning av resultater; forbedringsmuligheter; utarbeidelse av 5-siders sammendrag; fagfelleevaluering	LO4, LO8, LO10, LO11, LO12, LO13, LO15	Tolkningsmal; sjekklister for presentasjon	Uavhengig prosjektarbeid; veiledermøter; strukturert kollegial tilbakemelding.
5	Sluttvurdering	Hybrid vurdering	Innlevering av modell og rapport; sluttpresentasjon; muntlig forsvar	LO10, LO11, LO12, LO13, LO14, LO15	LCA-modellfil; lysbildepresentasjon; vurderingsskjema	Summativ vurdering; muntlig eksamen.

2.4 Undervisnings- og læringsmetoder

Dette modulen leveres i et blandet format som integrerer en innledende bootcamp med fysisk oppmøte, online seminarer, e-læring og veiledet prosjektarbeid. Den pedagogiske tilnærmingen legger vekt på aktiv, praksisorientert læring gjennom interaktive forelesninger, veiledede diskusjoner, praktisk opplæring i openLCA og case-studier fra virkeligheten. Studentene fullfører et anvendt LCA-prosjekt og får ukentlig veiledning.

Denne blandede, anvendte tilnærmingen bygger opp autonomi, problemløsningsferdigheter og analytiske kompetanser som forventes på EQF-nivå 5.

Modulen følger inkluderende undervisningsprinsipper og sikrer tilgjengelighet til digitale materialer, vurderinger og læringsaktiviteter.

2.5 Vurderingsmetoder og bevis

Vurderingen i denne modulen er integrert med det praktiske prosjektarbeidet for å evaluere oppnåelsen av læringsutbyttet på en autentisk måte. Vurderingsstrategien inkluderer både formative og summative komponenter, med vekt på å demonstrere LCA-kompetanse fra virkeligheten:

Formativ vurdering: Gjennom hele modulen får elevene løpende tilbakemelding på fremdriften sin. Mentorene gjennomgår utkast til arbeid (for eksempel LCA-omfangsdefinisjoner, midlertidige datasett og foreløpige resultater) og gir veiledning. Tilbakemeldingssesjonen med medelever i uke 9 er også en formativ mulighet for elevene til å finpusse presentasjonene sine og utdype forståelsen sin i en uformell setting. Selv om formative aktiviteter ikke blir vurdert, er de avgjørende for læring og forberedelse.

Summativ vurdering: Den formelle evalueringen finner sted i uke 10 og består av tre deler:

- *LCA-prosjektinnlevering (ca. 50 % vekting):* Hver student leverer et komplett LCA-prosjektdossier. Dette inkluderer **openLCA-prosjektfilen** (eller eksportert pakke) med en fullstendig definert modell (som dokumenterer funksjonell enhet, systemgrenser, inventardata, valgt konsekvensvurderingsmetode og eventuelle forutsetninger). En kort skriftlig rapport eller presentasjonsbilder med kommentarer som oppsummerer studiens omfang, metodikk og viktigste funn, kan følge med modellen. Denne komponenten vurderer studentens tekniske evne til å gjennomføre en LCA og produsere den nødvendige dokumentasjonen.
- *Presentasjon (ca. 20 %):* Studentene holder en kortfattet **presentasjon** (ca. 5 lysbilder) som formidler LCA-prosjektet til et publikum. Dette tester evnen til å destillere og presentere informasjon på en klar måte – og dekker mål og omfang, viktige resultater (f.eks. de viktigste bidragsyterne til påvirkningen), tolkning inkludert eventuelle sammenligninger eller forbedringsscenarier, og praktiske anbefalinger. Her vurderes klarhet i kommunikasjonen, visuell effektivitet og fokus på beslutningsrelevante innsikter.
- *Muntlig forsvar (ca. 30 %):* Umiddelbart etter presentasjonen deltar elevene i en **muntlig eksamen** (en strukturert spørsmålsrunde eller «viva voce»). Vurdereren undersøker studentens forståelse av arbeidet sitt: ber om begrunnelse for valg (f.eks. hvorfor visse data,

påvirkningsmetoder eller antagelser ble brukt), tolkning av spesifikke resultater (spesielt relatert til EF 3.1-påvirkningskategorier) og implikasjoner av funn. Studentene kan også bli spurt om begrensninger i studien sin og hvordan de håndterte usikkerheter (med henvisning til LO13). Denne komponenten vurderer dybden i forståelsen, kritisk tenkning og evnen til å formulere og forsvare arbeidet – nøkkelkompetanser på EQF5.

Hvis det er aktuelt, kan det også brukes *et element med tilbakemelding fra medstudenter* (uten karakter), hvor medstudenter fyller ut et tilbakemeldingsskjema eller en rubrikk for hver presentasjon. Dette fremmer refleksjon, men påvirker ikke karakterene direkte.

Vurderingsbevis: For å bestå modulen må studentene fremlegge **konkrete bevis** på sine kompetanser. Dette inkluderer:

- *openLCA-modellfilen* (eller eksportert arkiv) som inneholder alle modelldata, som viser riktig oppsett og gjennomføring av en LCA-studie.
- En *presentasjonsfil* (PDF med lysbilder eller rapport) som kortfattet kommuniserer LCA-prosessen og resultatene.
- En *opptak eller live observasjon* av den muntlige forsvaret, som dokumenterer studentens evne til å forklare og resonnerer.
- En utfylt *vurderingsrubrikk* eller evalueringsskjema fra instruktøren, som dokumenterer prestasjonen i forhold til hvert kriterium (f.eks. teknisk nøyaktighet, anvendelse av standarder, kommunikasjonskvalitet og analytisk innsikt).
- (Valgfritt) *Tilbakemeldingsskjemaer fra medstudenter* eller lærerens selvrefleksjonsnotater, som brukes i læringsprosessen og kan inkluderes som en del av en portefølje.

86

Både prosjektartefakten og den muntlige prestasjonen må oppfylle minimumskvalitetsstandarder. Karakterrubrikken er tilpasset læringsutbyttet for å sikre rettferdighet og åpenhet. Lærerne må vise kompetanse innen hvert hovedområde (tekniske LCA-ferdigheter, analyse/tolkning og kommunikasjon) for å oppnå full 3 ECVET-studiepoeng og SymbioTech «**EcoFootprint Assessor**» digital badge for denne modulen.

2.6 Bibliografi og verktøy

2.6.1 Fagfellevurderte artikler

Aissani, L., Lacassagne, A., Bahers, J., & Le Féon, S. (2019). Livssyklusvurdering av industriell symbiose: En kritisk gjennomgang av relevante referansescenarier. *Journal of Industrial Ecology*, 23(4), 972–985. <https://doi.org/10.1111/jiec.12887>

Daddi, T., Nucci, B., & Iraldo, F. (2017). Bruk av livssyklusvurdering (LCA) for å måle miljøfordelene ved industriell symbiose i en industriklynge av små og mellomstore bedrifter. *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: En metodikk for evaluering av miljøytelsen i industrisymbiose-nettverk på flere nivåer i livssyklusen. *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). Prinsipper for anvendelse av livssyklusbærekraftsvurdering. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26(9), 1900–1905. <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01993-4>

2.6.2 EU-politikk og institusjonelle rapporter

Europakommisjonen. (2019). *Den europeiske grønne avtalen* (COM/2019/640 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>

Europakommisjonen. (2020). *Handlingsplan for sirkulær økonomi: For et renere og mer konkurransedyktig Europa* (COM/2020/98 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098>

Felles forskningssenter (Europakommisjonen). (2022). *Miljøavtrykk 3.1-metoden*. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/EnvironmentalFootprint.html>

2.6.3 Internasjonale standarder (ISO)

Internasjonal standardiseringsorganisasjon. (2006a). *Miljøledelse – Livssyklusvurdering – Prinsipper og rammeverk* (ISO 14040:2006). ISO.

Internasjonal standardiseringsorganisasjon. (2006b). *Miljøledelse – Livssyklusvurdering – Krav og retningslinjer* (ISO 14044:2006). ISO.

87

2.6.4 Programvare og databaser

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

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

Ecoinvent Association. (2023). *Ecoinvent database* (versjon 3.8) [Livssyklusinventardatabase]. <https://www.ecoinvent.org>

SankeyMATIC. (2023). *SankeyMATIC* [Nettbasert programvare]. <https://sankeymatic.com>

2.6.5 Valgfrie/supplerende ressurser

Europakommisjonen. (u.d.). *Hjemmeside for miljøavtrykk (EF)*. https://ec.europa.eu/environment/ecoap/initiatives/eu-environmental-footprint-home_en

European Platform on Life Cycle Assessment (EPLCA). (u.d.). *Ressurser for livssyklusinitiativet*. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu>

3. Kortfattet pensummal – VET (EQF5)

Modultittel: Interorganisatoriske relasjoner

EQF-nivå: 5

ECVET-poeng: 2 til 3 ECVET

Total arbeidsbelastning (timer): 65

- Kontakttimer (innlegg, seminarer, workshops osv.): 45 timer
- Veiledet selvstudium: 20

Leverandørinstitusjon: EXEO LAB S.R.L. (Exeo Lab), Italia.

3.1 Moduloversikt

88

Denne modulen gir studentene de praktiske ferdighetene som trengs for å starte og legge til rette for samarbeid mellom organisasjoner innenfor økosystemer for industriell symbiose (IS). Målet er å forbedre ferdighetene til fremtidige SymbioTech-ledere, yrkesfagstudenter og fagpersoner som jobber i industri-, kommune- eller miljøsektoren, slik at de kan finne relevante samarbeidspartnere, bygge tillit og oppmuntre til samarbeid om ressursutveksling på et tidlig stadium.

Modulen dekker viktige emner som profilering og kartlegging av interessenter, strategier for kommunikasjon og tillitsbygging, konflikt- og motstandsstyring, viktige forhandlingsmetoder og utarbeidelse av enkle samarbeidspapirer (f.eks. intensjonsavtaler). Modulen er strukturert **over fem uker** og består av ti konsise læringsenheter organisert i en progressiv og praksisorientert sekvens. Denne utformingen følger en kompetansebasert yrkesfaglig tilnærming, som kombinerer korte teoretiske innspill med kontinuerlig anvendelse, refleksjon og ferdighetsøvelser. Hver uke fokuserer på et sammenhengende temaområde og fører til konkrete læringsresultater som bidrar til et avsluttende partnerengasjementsprosjekt. Strukturen er i tråd med prinsippene for erfaringsbasert læring og mikrolæring, noe som sikrer kognitiv bærekraft, effektiv ferdighetsinnlæring og sterk læringsoverføring til profesjonelle kontekster.

Praktiske seminarer og rollespilløvelser gir studentene mulighet til å øve på kommunikasjon, møteledelse og overbevisende teknikker i virkelige situasjoner.

Denne modulen er primært rettet mot **yrkesfagstudenter og fagpersoner** som arbeider innen sirkulær økonomi, miljøtjenester, industriell drift eller lokal utvikling. Den fokuserer på

innledende kunnskap presentert i *modul 1: Rammeverk for industriell symbiose*, , særlig på IS-konsepter og relevans for interessenter. Den forbereder også studentene på vellykkede moduler som dekker digitale teknologier, miljødelse og avansert partnerskapskoordinering.

Det kreves ingen formelle kvalifikasjoner, men tidligere erfaring med bærekraft, grunnleggende kommunikasjonsferdigheter eller organisasjonsdynamikk anbefales.

3.2 Læringsutbytte (LO)

▪ **Kunnskap.** Studentene vil:

1. forstå dynamikken i samarbeid mellom organisasjoner innen industriell symbiose (IS), inkludert hvordan man identifiserer og profilerer typiske partnertyper (SMB, forsyningsselskaper, kommuner, avfallsoperatører). Utvikle en forståelse av komplekse bærekraftsproblemer og deres utvikling, og erkjenne at systemkomponenter oppfører seg forskjellig når de analyseres isolert sammenlignet med i et bredere system (LO1).
2. kjenne til prinsippene for tillitsbygging, interessetilpasning og samarbeidsatferd i miljøer med flere interessenter (LO2)
3. erkjenne vanlige kilder til motstand mot endring og forstå atferdsstrategier for å håndtere og dempe motstand i tidlige IS-initiativer (LO3),
4. forstå strukturen, formålet og de viktigste komponentene i en grunnleggende intensjonsavtale (MoU) for å skissere samarbeidsvilkår (LO4),
5. være kjent med kjerneprinsippene for forhandling, overbevisende kommunikasjon og lobbyvirksomhet innenfor forretningspartnerskap som er relevante for industriell symbiose (LO5).

▪ **Ferdigheter.** Studentene kan:

6. kartlegge og dokumentere interessenter ved hjelp av enkle verktøy (f.eks. maler, matriser), identifisere deres interesser, innflytelse, potensielle bidrag og barrierer som er relevante for industriell symbiose-initiativer (LO6),
7. kommunisere profesjonelt i skriftlig og muntlig form, inkludert utarbeidelse av e-poster, utvikling av møteskript, gjennomføring av oppdagelsessamtaler og forberedelse av besøk hos potensielle partnere (LO7),
8. legge til rette for samarbeidsaktiviteter i tidlig fase ved å lede innledende diskusjoner, håndtere interaksjoner i små grupper og støtte dialog mellom ulike organisasjonsaktører (LO8)
9. anvende grunnleggende forhandlings- og overtalesteknikker for å håndtere bekymringer, håndtere innvendinger og fremme felles forståelse blant potensielle IS-partnere (LO9)
10. utarbeide et enkelt samarbeidsavtale (MoU) som tydelig skisserer roller, forventninger, potensielle ressursutvekslinger, risikoer og gjensidige fordeler (LO10),

11. bruke tillitsskapende, aktiv lytting og omformuleringsteknikker for å påvirke og engasjere nølende eller skeptiske partnere, og styrke samarbeidsdynamikken i tidlig fase (LO11).
 - **Kompetanser (autonomi og ansvar).** Studentene er i stand til å:
12. ta ansvar for planlegging og gjennomføring av partnerutviklingsaktiviteter, inkludert forundersøkelser, møteforberedelser og rettidig oppfølging (LO12),
13. forutse mulig motstand eller misforståelser under utvekslinger mellom organisasjoner og tilpasse kommunikasjonsstrategier for å opprettholde tillit, klarhet og konstruktivt engasjement (LO13).
14. representere sin organisasjon på en profesjonell, etisk og diplomatisk måte i samhandling med eksterne interessenter, og sikre transparent og respektfull kommunikasjon (LO14)
15. eskalere komplekse, sensitive eller juridiske spørsmål til veiledere eller prosjektledere, samtidig som de uavhengig opprettholder fremdriften i tidlige samarbeidsprosesser (LO15).
16. engasjere seg proaktivt med partnere ved å vise initiativ, utholdenhet og reflekterende praksis for å styrke samarbeidets effektivitet i IS-kontekster (LO16).

3.3 Veiledende læringsplan / leveringsplan

A/A	Enhet/seksjonstittel	Type økt	Emne / aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
1	U.1 Introduksjon til interorganisatoriske relasjoner i IS	Teori + workshop	Oversikt over IS-partnerskap; forståelse av partnertyper (SMB, forsyningsselskaper, kommuner, avfallsoperatører); introduksjon til komplekse bærekraftsproblemer og systemadferd («komponenter oppfører seg forskjellig isolert sett sammenlignet med i systemet»)	LO1, LO3	Casestudier (f.eks. økoindustriparker, ECO3)	Interaktiv forelesning; veiledet diskusjon; innledende scenarioanalyse.
	U.2 Kartlegging av interessenter og engasjementsteori	Teoriinnføring + workshop	Teori om involvering av interessenter (Freeman-modellen, salience-modellen, interesse-/innflytelsesmatriser); kartlegging av aktørenes interesser, innflytelse, motivasjon og barrierer; identifisering av samarbeidspotensial i IS-økosystemer.	LO1, LO2, LO6, LO8	Maler for kartlegging av interessenter; IS-casestudier	Interaktiv teoriinnføring; praktisk kartleggingslaboratorium; øvelser i små grupper.

A/A	Enhet/seksjonstittel	Type økt	Emne / aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
2	U.3 Tillitsbygging og kommunikasjonsstrategier	Innspill + rollespill	Relasjonsbygging i miljøer med flere interesser; kommunikasjonsstiler; tillit og gjensidighet; rammesetting og aktiv lytting. Anvendelse på IS-interaksjoner i tidlig fase.	LO2, LO7, LO8, LO11	Kommunikasjonsverktøy: korte tekster om tillitsbygging	Rollespill-simuleringer, tilbakemeldinger fra kolleger, veiledet diskusjon.
	U.4 Motstand mot endring og overtalelseteknikker	Workshop	Typer av organisatorisk og atferdsmessig motstand; håndtering av innvendinger; overtalelser- og påvirkningsstrategier; omformulering av fordeler for nølende partnere.	LO3, LO9, LO11	Motstandsscenario-kortstokk	Case-baserte simuleringer; mikroøvelser; tilbakemelding fra kursholder.

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
3	U.5 Partnerutvikling og aktiviteter for tidlig engasjement	Innspill + workshop	Utarbeide e-poster for kontakt; planlegge introduksjonssamtaler; forberede og legge til rette for besøk på stedet; håndtere tidlig kontakt med ulike aktører.	LO7, LO8, LO12	Mal for e-post og telefonsamtaler	Skrivelaboratorier; parsimuleringer; praktiske kommunikasjonsøvelser.
	U.6 Grunnleggende om forhandlinger i IS-sammenheng	Innspill + simulering	Vinn-vinn-forhandlingsprinsipper; identifisere interesser vs. posisjoner; utforme forslag; forhandle om tidlige samarbeidsvilkår.	LO5, LO9, LO11	Eksempler på forhandlingssaker	Strukturerde forhandlingssimuleringer; gruppe-refleksjon.
4	U.7 Utarbeidelse av en intensjonsavtale (MoU)	Workshop	Formål og struktur for MoU-er; utarbeidelse av klausuler (roller, flyt, risiko, fordeler, konfidensialitet, neste trinn); kollegial gjennomgang av utkast.	K4, S5	Mal for MoU	Gruppearbeid med utarbeidelse; workshop med kollegial vurdering.
	U.8 Arbeidsplassbasert prosjekt for partnerengasjement	Veiledet selvstudium	Elevene velger en reell eller hypotetisk partner; utarbeider interessentprofil, engasjementsplan, kommunikasjonseksempler og utkast til MoU-vilkår.	LO6–LO11, LO12–LO16	Arbeidsplassdata og kontekst	Veiledning av tutor; iterativ tilbakemelding; autonom prosjektutvikling.

A/A	Enhet/seksjonstittel	Type økt	Emne / aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
5	Avsluttende vurderingsklinikk	Vurdering	Innlevering av partnerengasjementsplan; innspilt rollespill som simulerer forhandlinger med en nølende partner; kort muntlig spørsmål og svar om tillitsbygging og motstandsstyring.	Alle læringsmål	Vurderingsskjema; retningslinjer for video/opptak	Muntlig debriefing; prestasjonsvurdering; reflekterende diskusjon.

3.4 Undervisnings- og læringsmetoder

Modulen benytter en praksisorientert og erfaringsbasert VET-læringsmetode som er utformet for å styrke de mellommenneskelige, kommunikasjons- og forhandlingsferdighetene som kreves for samarbeid mellom organisasjoner i industriell symbiose. Undervisnings- og læringsmetodene kombinerer korte teoretiske innspill med praktiske aktiviteter, refleksjon og anvendelse på arbeidsplassen for å støtte ferdighetservervelse og atferdsmessig kompetanse.

1. Teoriinnlegg: korte, fokuserte presentasjoner (10–25 minutter) som introduserer nøkkelbegreper som teori om interessentengasjement, tillitsbygging, motstand mot endring, overbevisende kommunikasjon og forhandlingsprinsipper. Disse innleggene gir elevene viktige rammeverk som er nødvendige for informert deltakelse i praktiske aktiviteter.

2. Verksteder: deltakerne analyserer interessentscenarier, kartlegger interessenter, utarbeider utkast til informasjonsmeldinger og diskuterer mulige samarbeidsveier. Verkstedene legger vekt på aktiv deltakelse, problemløsning og læring gjennom praksis, slik at deltakerne kan anvende teoretiske begreper i realistiske situasjoner.

3. Rollespill og simuleringer: Simulerte partnernmøter, forhandlingsøvelser og scenarier for håndtering av motstand gir deltakerne mulighet til å øve på kommunikasjons-, overtalelses- og fasiliteringsteknikker i et trygt miljø. Rollespillene inkluderer strukturert tilbakemelding fra kolleger og trenere, noe som styrker selvbevisstheten og atferdskompetansen.

4. Gruppearbeid og kollegial læring: team samarbeider om kartleggingsøvelser, utarbeidelse av intensjonsavtaler, strategier for utadrettet kommunikasjon og case-analyse. Kollegial læring fremmer mangfoldige perspektiver og speiler den virkelige dynamikken i samarbeid mellom organisasjoner, samtidig som det bygger opp myke ferdigheter som lytting, koordinering og konflikthåndtering.

5. Scenariobasert læring: realistiske casestudier (industriparker, lokale klynger, kommunale partnerskap) veileder elevene i å utforske barrierer, muligheter og relasjonsdynamikk i industriell symbiose. Scenariobasert læring støtter beslutningstaking, systemtenkning og praktisk problemløsning.

6. Opplæring i mikroferdigheter: Gjennom korte praktiske øvelser (f.eks. å skrive emnelinjer i e-poster, øve på åpningsreplikker i telefonsamtaler, oppsummere en partners posisjon) forbedrer elevene spesifikke kommunikasjons- og fasiliteringsferdigheter som er nødvendige for effektivt outreach og engasjement.

7. Refleksiv praksis: Lærerne vurderer sin egen prestasjon etter rollespill, undersøker styrker og svakheter og identifiserer områder for personlig forbedring. Refleksjon støtter kontinuerlig kompetanseutvikling, autonomi og modenhet i håndtering av profesjonelle interaksjoner.

8. Arbeidsplassbasert læring: Lærerne anvender modulkonsepter på arbeidsplassen eller i et simulert profesjonelt miljø ved å profilere en reell eller potensiell partner, utarbeide en engasjementsplan og utarbeide utkast til samarbeidsavtale. Dette knytter teori til autentisk praksis og støtter relevansen for jobbfunksjoner.

9. Veiledning og tilbakemelding: Trenerne gir personlig tilbakemelding på kommunikasjonseksempler, engasjementsstrategier og utkast til samarbeidsavtaler. Veiledning

forbedrer læringsoverføringen og styrker elevenes selvtillit i håndteringen av samarbeidssituasjoner i virkeligheten.

3.5 Vurderingsmetoder og bevis

Vurderingsstrategien for denne modulen kombinerer formative og summative komponenter for å evaluere elevenes evne til å engasjere seg effektivt i samarbeidsprosesser mellom organisasjoner som er relevante for industriell symbiose. Vurderingene måler ikke bare teoretisk forståelse, men også kommunikasjonsferdigheter, atferdskompetanse og evnen til å anvende verktøy og metoder i realistiske sammenhenger.

- *Deltakelse og engasjement – 30 % (formativ + summativ).* Lærerne vurderes på deres aktive bidrag til workshops, rollespill, diskusjoner, kartlegging av interessenter og øvelser i mikroferdigheter.

Vurderte kompetanser: kommunikasjon, samarbeid, profesjonell atferd, refleksiv praksis.

Bevis: observasjonsnotater fra lærer, tilbakemeldinger fra medstudenter, deltakelseslogg.

- *Plan for partnerengasjement – 40 % (summativ).* Hver lærende utvikler en strukturert plan for å engasjere en reell eller hypotetisk ekstern partner i tråd med en industriell symbiose-mulighet.

Planen inkluderer: i) interessentprofil og kartlegging; ii) identifisering av interesser, bekymringer og innflytelse; iii) utsendelse av e-post/melding; iv) oversikt over en oppdagelsessamtale eller et møte; v) tidsplan for engasjementstrinn; vi) utkast til MoU-seksjon (roller, fordeler, risikoer, neste trinn).

Vurderte kompetanser: interessentanalyse, kommunikasjonsstrategi, strukturert planlegging, forståelse av MoU-komponenter.

Bevis: skriftlig rapport (1 000–1 500 ord), kommunikasjonseksempler, interessentkart, utkast til intensjonsavtale.

- *Rollespill-simulering + muntlig refleksjon – 30 % (summativ).* Elevene spiller inn eller utfører en simulert interaksjon med en nølende partner (innledende møte, forhandling, håndtering av innvendinger eller overbevisende kommunikasjonsscenario).

Dette følges av en kort muntlig spørsmålsrunde hvor eleven forklarer: begrunnelsen bak valgte kommunikasjonsstrategier; hvordan tillit ble bygget; hvordan motstand ble håndtert; hva de ville forbedret

Vurderte kompetanser: forhandling, overtalelse, aktiv lytting, atferdstilpasning, profesjonell representasjon.

Bevis: video eller live simulering (5–10 minutter); muntlig debriefing (5 minutter); vurderingsskjema fylt ut av treneren.

3.6 Bibliografi og verktøy

Chertow, M. (2000). *Industrial Symbiosis: Literature and taxonomy*.

Paquin, R., & Howard-Grenville, J. (2012). *Utviklingen av tilrettelagt industriell symbiose*.

Lombardi, D., & Laybourn, P. (2012). *Redefining Industrial Symbiosis*.

Fraccascia, L., Giannoccaro, I., & Albino, V. (2017). *Industriell symbiose: Avdekking av synergipotensialet*.

Europakommisjonen. *Handlingsplan for sirkulær økonomi* (politisk kontekst). Cropper, S., et al. (2008). *The Oxford Handbook of Inter-Organizational Relations*.

Huxham, C., & Vangen, S. (2005). *Ledelse for samarbeid: Teori og praksis for samarbeidsfordeler*.

Ring, P. S., & Van de Ven, A. (1994). *Utviklingsprosesser i samarbeidsrelasjoner mellom organisasjoner*.

Freeman, R. E. (1984). *Strategisk ledelse: En interessenttilnærming*.

Mitchell, R., Agle, B., & Wood, D. (1997). *Mot en teori om identifisering og betydning av interessenter*.

Bryson, J. (2018). *Strategisk planlegging for offentlige og ideelle organisasjoner* (interessentverktøy).

Gray, B. (1989). *Samarbeid: Finne felles grunnlag for flerpartiproblemer*.

Kaner, S. (2014). *Veiledning for fasilitatorer til deltagende beslutningstaking*.

Dahlman, C., & Simkins, B. (2016). *Kommunikasjon og forhandling i en global kontekst*.

4. Kortfattet pensummal – VET (EQF5)

Modultittel: AI og maskinlæring for å forutsi materialstrømmer og optimalisere forsyningskjeden/prosessen

EQF-nivå: 5

ECVET-poeng: 3 ECVET

Total arbeidsbelastning (timer): 75

- Kontakttimer (innlegg, seminarer, workshops osv.): 45–50 timer
- Veiledet selvstudium: 10–15 timer
- Prosjektarbeid: 10–15 timer

Leverandørinstitusjon: PRIOS KOMPETANSE AS (PRIOS), Norge.

98

4.1 Moduloversikt

Denne modulen introduserer grunnleggende konsepter og praktiske anvendelser av kunstig intelligens (AI) og maskinlæring (ML) innen industriell symbiose (IS). Den gir studentene en klar, operativ forståelse av prediktiv modellering, mønstergjenkjenning, klyngedannelse og dashbordbasert beslutningsstøtte, med sterk fokus på de typer industridata som vanligvis er tilgjengelige i SMB-bedrifter. Modulen gjør det mulig for deltakerne å tolke prognoser, identifisere trender og avvik, og omsette analytiske innsikter til praktiske anbefalinger som støtter ressurseffektivitet, balanse mellom tilbud og etterspørsel og optimalisering av symbiotiske utvekslinger.

Deltakerne utforsker hvordan AI-støttede verktøy kan forbedre beslutningsprosesser i industrielle klynger, inkludert hvordan man håndterer usikkerhet, unngår feiltolkninger og anvender etiske og ansvarlige datapraksiser når man arbeider med sensitive eller ufullstendige datasett. Modulen styrker også kommunikasjons- og rapporteringsferdigheter gjennom øvelser som krever klar forklaring av analytiske resultater til ikke-ekspert interessenter.

Som en del av SymbioTech VET-løpet bygger denne modulen på grunnleggende IS-konsepter som er introdusert tidligere i læreplanen, og forbereder studentene på moduler med fokus på digitale verktøy, EMS-implementering og energi-/ressursoptimalisering. Det kreves ingen tidligere erfaring med AI eller koding, men grunnleggende kjennskap til IS-data og industrielle prosesser er en fordel.

4.2 Læringsutbytte (LO)

▪ *Kunnskap. Studentene vil:*

1. Forstå de grunnleggende prinsippene for AI og ML som er relevante for industriell symbiose, inkludert veiledet og uveiledet læring (prognoser, klyngedannelse) (LO1),
2. Kjenne til de viktigste typene IS-data som brukes til prediktiv analyse, for eksempel materialstrømmer, energiforbruk, produksjonsvariabilitet og avfallsstrømmer (LO2),
3. Være klar over hvordan dashboards fungerer som beslutningsstøtteverktøy, inkludert komponenter, filtre, variabler og tidsvinduslogikk (LO3),
4. Være klar over vanlige modellbegrensninger og kilder til skjevhet (LO4),
5. Forstå etiske og ansvarlige datapraksiser ved bruk av AI-støttede verktøy, inkludert transparens, usikkerhet og begrensninger ved prediktive modeller (LO5).

▪ *Ferdigheter. Studentene kan:*

6. Validere inndata, identifisere avvik og markere tvilsomme mønstre før analyse (LO6)
7. Tolke resultater fra prognose- og klyngemodeller som brukes på IS-datasett, identifisere trender, avvik og hotspots (LO7),
8. Konfigurere og bruke dashbordmaler for å undersøke industridata, justere parametere og utforske ulike analytiske visninger (LO8),
9. Utarbeide klare, evidensbaserte skriftlige og muntlige forklaringer av analytiske resultater for SMB-ledere og operativt personale (LO9),
10. Utarbeide handlingsrettede anbefalinger som knytter prediktive innsikter til gjennomførbare IS-beslutninger og optimaliseringstiltak (LO10).

▪ *Kompetanser (autonomi og ansvar). Studentene kan:*

11. Bruke AI-støttede dashboards til å informere og begrunne IS-relaterte beslutninger uavhengig i en operativ kontekst (LO11),
12. Evaluer gjennomførbarheten og implikasjonene av AI-genererte anbefalinger, med tanke på SME-begrensninger, usikkerhet og etiske aspekter (LO12),
13. Kommunisere analytiske innsikter klart og ansvarlig til ikke-eksperter, og støtte samarbeidsbasert beslutningstaking (LO13),
14. Reflektere over begrensningene og risikoen forbundet med prediktive verktøy og justere anbefalinger deretter (LO14).

4.3 Veiledende læringsplan / leveringsplan

A/A	Enhet/seksjonstittel	Type økt	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
1	AI-kontekst og dataklarhet	Innspill og workshop	Oversikt: AI/ML i industriell symbiose (IS); Veiledet vs. uveiledet læring. Data: Utforskning av IS-datasett (materialstrømmer, energilogger); Identifisering av datakvalitetsproblemer (støy, manglende verdier) i SMB-kontekster.	LO1, LO2, LO6	Hyndman & Athanasopoulos (2021) kap. 1-2; Yeo et al. (2020) verktøyseksjon.	Interaktiv forelesning; Eksempler på datakilder; Praktisk gjennomgang av data.
2	Prediktiv modellering: Prognoser og klyngedannelse	Inndata og laboratorium	Prognoser: Logikk for regresjon og tidsserier; sesongvariasjoner og usikkerhet. Klyngedannelse: Oppdage hotspots, segmenter og avvik i strømmer. Aktivitet: Tolke resultater fra ferdiglagde modeller (black-box-tilnærming) i stedet for å kode fra bunnen av.	LO1, LO5, LO7, LO10	Hyndman & Athanasopoulos (2021) kap. 3; Patel & Dave (2019) eksempler på klyngedannelse; Chandola et al. (2009) avvikdeteksjon	Visuell demonstrasjon; «Interpretation Lab» ved hjelp av regneark/visuelle verktøy.
3	Konfigurasjon av dashboard og visuell analyse	Workshop	Struktur: Dashboard-variabler, filtre, tidsvinduer. Konfigurasjon: Last IS-data inn i maler; justere parametere. Tolkning: Lesing av visualiseringer for å diagnostisere trender og driftsfeil.	LO3, LO6, LO8	<i>Few (2006) kap. 1-2; Few (2012) utvalgte seksjoner.</i>	Veiledet workshop (malkonfigurasjon); spørsmål og svar med medstudenter.

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
4	Beslutningsstøtte, etikk og kommunikasjon	Seminar og skriveverksted	Beslutningslogikk: Koble prognoser til balanse mellom tilbud og etterspørsel og gjennomførbarhet. Etikk: Datastyring, ansvarlig håndtering og kommunikasjon av usikkerhet. Resultat: Utarbeide evidensbaserte anbefalingsnotater for ikke-eksperter.	LO4, LO5, LO9, LO12, LO13, LO14	<i>Mittelstadt (2019) AI Ethics; Knaflíc (2015) fortellingsdeler.</i>	Gjennomgang av scenarier; Praktisk skriveverksted; Reflekterende diskusjon.
5	Integrert scenarioprojekt og sluttvurdering	Prosjektarbeid og vurdering	Prosjekt: Anvende innsikt fra dashbordet på et realistisk beslutningsscenario for SMB. Vurdering: Sluttpresentasjon av tolkning av dashbordet, anbefalinger og muntlig forsvar av gjennomførbarhet og etikk.	LO9, LO10, LO11, LO12, LO14	Prosjektbeskrivelse; Vurderingsskjema.	Veiledet prosjektklinikk; Formell presentasjon/muntlig diskusjon.

4.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

Dette modulen benytter en hybrid læringsmetode som kombinerer synkrone aktiviteter (forelesninger, diskusjoner, workshops, laboratorier) med asynkrone materialer som elevene kan utforske på egen hånd. Dette formatet støtter både umiddelbar interaksjon under veiledede økter og dypere refleksjon gjennom selvstudium. De asynkrone elementene – lesemateriale, databeskrivelser og strukturerte analytiske veiledninger – sikrer at elevene kan gå tilbake til prognoselogikk, klyngingsprinsipper og datatolkningsteknikker etter behov for å konsolidere forståelsen.

▪ *Viktige undervisningsmetoder*

Undervisningsmetodene inkluderer interaktive forelesninger for å introdusere kjernekonsepter innen AI/ML, seminarer for å diskutere dataetikk og usikkerhet, og casestudier for å illustrere bruken av prediktive verktøy i industrielle symbiose-miljøer. Verksteder og praktiske laboratorier gir strukturerte muligheter til å øve på å tolke prognoser, identifisere avvik og konfigurere dashbordmaler. Scenariobaserte gruppeoppgaver fremmer samarbeidsbasert resonnement, mens prosjektbasert arbeid gjør det mulig for studentene å anvende analytiske metoder på realistiske SME-datakontekster og utvikle evidensbaserte anbefalinger.

▪ *Tilnærminger som støtter aktiv læring og praktisk anvendelse*

Læringsaktivitetene er utformet for å støtte aktiv deltakelse og progressiv kompetanseutvikling. Verksteder og laboratorier gjør det mulig for elevene å arbeide direkte med maler og datasett, og dermed omsette abstrakte konsepter til operativ kompetanse. Case-baserte diskusjoner og scenarieoppgaver oppmuntrer til kritisk tenkning og støtter anvendelsen av analytiske resultater i reelle beslutningssituasjoner. Det avsluttende prosjektet integrerer kunnskap, ferdigheter og kompetanse ved å kreve at deltakerne selvstendig tolker prediktive resultater, begrunner beslutninger, håndterer usikkerhet og kommuniserer innsikt som tydelig gjenspeiler det nivået av autonomi og ansvar som forventes på EQF-nivå 5.

102

4.5 Vurderingsmetoder og bevis

▪ **Vurderingsmetode**

Vurderingen i dette modulen kombinerer **formative** og **summative** komponenter for å evaluere utviklingen av kunnskap, praktiske ferdigheter og analytiske kompetanser i tråd med læringsutbyttet. Formative vurderinger er integrert gjennom hele modulen for å gi kontinuerlig tilbakemelding, veilede elevene i tolkningen av prediktive resultater og støtte den progressive utviklingen av dashbordkompetanse, datatolkning og kommunikasjonsferdigheter. Summativ vurdering består av et strukturert sluttprosjekt som krever at elevene tolker datasett om industriell symbiose ved hjelp av en dashbordmal, utarbeider et sett med evidensbaserte anbefalinger og viser refleksiv forståelse av usikkerhet og etiske hensyn.

▪ **Formativ vurdering**

Formative vurderingsoppgaver inkluderer korte analytiske øvelser som gjennomføres under workshops og laboratorieøvelser, for eksempel tolkning av trender i dashbordvisninger,

identifisering av avvik, validering av data kvalitetsproblemer og utarbeidelse av foreløpige innsiktsuttalelser. Ytterligere formative elementer inkluderer deltakelse i casebesøk, bidrag til gruppescenariarbeid og korte skriftlige refleksjoner knyttet til usikkerhet og etiske aspekter ved prediktive verktøy. Disse aktivitetene blir ikke vurdert, men gir viktig tilbakemelding som gjør det mulig for studentene å konsolidere forståelsen før den endelige vurderingen.

▪ **Summativ vurdering**

Summativ vurdering er basert på et **individuellt prosjekt** som integrerer alle modulkomponentene. Deltakerne må fylle ut en dashbordmal ved hjelp av et gitt datasett, tolke prediktive resultater (f.eks. trender, avvik, hotspots) og utarbeide en kort skriftlig anbefaling adressert til en beslutningstaker i SME. Vurderingen avsluttes med en **presentasjon og muntlig diskusjon**, hvor studentene begrunner sin analytiske resonnement, forklarer konfigurasjonsvalg, kommuniserer usikkerhet og svarer på spørsmål om gjennomførbarhet og etiske implikasjoner. En **strukturert vurderingsskala** brukes for å sikre transparens og konsistens i vurderingen av analytisk nøyaktighet, klarhet i kommunikasjonen, begrunnelse av beslutninger, etisk bevissthet og generell kompetanse.

Vekting av komponenter

Den endelige karakteren består av:

- *Formativ komponent: 30 %*
 - verksted/laboratorieøvelser (tolkningsoppgaver)
 - korte skriftlige refleksjoner om usikkerhet/etikk
 - bidrag til scenaribasert gruppearbeid
- *Summativ komponent: 70 %*
 - tolkning av dashbord og skriftlig anbefalingsnotat (45 %)
 - presentasjon og muntlig diskusjon (25 %)

103

Formative komponenter bidrar til den endelige karakteren for å anerkjenne viktigheten av kontinuerlig engasjement og kompetanseutvikling, mens det summative prosjektet sikrer at elevene kan anvende AI-støttede analysemetoder uavhengig i en industriell symbiose-kontekst. Evalueringskriteriene inkluderer nøyaktighet og hensiktsmessighet i tolkningen, korrekt identifisering av avvik og begrensninger, klarhet og relevans i anbefalingene, sammenheng i kommunikasjonen, etisk bevissthet og reflektert begrunnelse av beslutninger.

4.6 Bibliografi og verktøy

4.6.1 Påkrevd

Følgende materialer støtter kjernekonseptene og som brukes i -aktivitetene i dette modulen. Utvalgte kapitler eller utdrag kan tildeles avhengig av elevenes forkunnskaper og fokuset i spesifikke enheter.

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

Few, S. (2012). Vis meg tallene: Design av tabeller og grafer for å opplyse (2. utg.). Analytics Press.

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

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

Patel, H., & Dave, C. (2019). Anvendelser av K-means-klyngingsalgoritmen: En gjennomgang. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 8(5), 182–191.

Järvenpää, A.-M. (2021). Industriell symbiose, sirkulær økonomi og Industri 4.0. *Polish Academy of Sciences Publications*, 69–76.

Yeo, Z., Low, J. S. C., & Tan, P. S. (2020). Verktøy for å fremme industriell symbiose: En systematisk gjennomgang. *Waste and Resources Action Programme (WRAP) / University of Warwick*.

Mittelstadt, B. (2019). *Prinsipper for etikk innen kunstig intelligens: En veiledning for praktikere*. Oxford Internet Institute.

4.6.2 Anbefalt

For en dypere læringsopplevelse kan følgende samling av materiell også benyttes:

Géron, A. (2019). *Praktisk maskinlæring med Scikit-Learn, Keras og TensorFlow* (2. utg.). O'Reilly Media.

Flach, P. (2012). *Maskinlæring: Kunsten og vitenskapen bak algoritmer som gir mening til data*. Cambridge University Press.

Jain, A. K. (2010). Dataklustering: 50 år etter K-means. *Pattern Recognition Letters*, 31(8), 651–666.

Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomalideteksjon: En undersøkelse. *ACM Computing Surveys*, 41(3), 1–58.

Maskinlæringsassistert industriell symbiose: Testing av ordvektors evne til å estimere likhet for materialerstatninger – Davis – 2022 – *Journal of Industrial Ecology*

Bin, S., Yeo, Z., Low, J. S. C., Koh, D., Kurle, D., Cerdas, F., & Herrmann, C. (2015). En big data-analytisk tilnærming for å utvikle industriell symbiose i store byer. *Procedia CIRP*, 29, 450–455.

5. Kortfattet pensummal – VET (EQF5)

Modultittel: Blokkjede-teknologier for å skape transparente og sikre sporings- og sertifiseringssystemer for material- og energistrømmer

EQF-nivå: 5

ECVET-poeng: 3 ECVET

Total arbeidsbelastning (timer): 75

- Kontakttimer (innspill, seminarer, workshops osv.): 45–50 timer
- Veiledet selvstudium: 10–15 timer
- Prosjektarbeid: 10–15 timer

Leverandørinstitusjon: PRIOS KOMPETANSE AS (PRIOS), Norge.

5.1 Moduloversikt

Denne modulen introduserer praktisk bruk av blokkjede-teknologier for å støtte transparent sporbarhet i sirkulære og industrielle symbiose-verdikjeder. Den gir studentene en klar, operativ forståelse av hvordan godkjente blokkjede-systemer registrerer data på batchnivå, sikrer dokumentasjon og gir verifiserbare bevis for revisjoner, sertifisering og samarbeid mellom flere interessenter.

Modulen fokuserer på de blokkjede-baserte sporbarhetskompetansene som kreves i digital IS-praksis: å legge inn og oppdatere batchinformasjon, legge ved støttedokumenter, generere QR-koder, verifisere regnskapsoppføringer og forklare sporbarhetsresultater til partnere eller revisorer. Deltakerne utforsker hvordan blokkjede øker tilliten til ressursutveksling, støtter digitale produktpass (DPP) og reduserer informasjonsgap i symbiotiske nettverk. Modulen tar også for seg etiske og styringsmessige hensyn, inkludert ansvarlig datahåndtering og begrensningene ved blokkjede når kildedataene er upålitelige eller ufullstendige.

Denne modulen bygger på tidligere yrkesrettet opplæring i industriell symbiose og digitale verktøy, og forbereder deltakerne på påfølgende moduler som omhandler miljøstyringssystemer og driftsoptimalisering. Det kreves ingen tidligere teknisk kunnskap; grunnleggende kjennskap til industrielle prosesser eller dokumentasjonspraksis er nyttig, men ikke obligatorisk.

5.2 Læringsutbytte (LO)

▪ **Kunnskap.** Studentene vil:

1. Forstå de grunnleggende prinsippene for blokkjede som er relevante for industriell symbiose, inkludert distribuerte hovedbøker, tillatte nettverk, blokker, transaksjoner, hasjer og rollen som uforanderlighet spiller i dataintegritet (LO1).
2. Vite hvordan blokkjede støtter transparent sporbarhet i sirkulære og symbiotiske verdikjeder, inkludert registrering på batchnivå, digital sertifisering og kobling til digitale produktpass (DPP) og bærekraftsrapportering (LO2)
3. Forstå strukturen og formålet med tillatte blokkjede-systemer (f.eks. Hyperledger), inkludert deltakere, eiendeler, transaksjoner og tilgangsrettigheter (LO3),
4. Vær oppmerksom på etiske, styringsmessige og personvernmessige hensyn når du registrerer og deler sporbarhetsdata, inkludert risikoer, begrensninger og den operasjonelle betydningen av «dataintegritet». (*Canon: etikk, datastyring, anti-greenwashing*) (LO4),
5. Kjenne til hvilke typer dokumenter og data som vanligvis er knyttet til blokkjedeoppføringer (f.eks. batch-ID-er, plassering, tidsstempler, sertifikater, leveringsnotater) og deres rolle i å støtte revisjoner og tillit hos interessenter (LO5).

▪ **Ferdigheter.** Studentene kan:

6. Opprette og oppdatere sporbarhetsregistre i et tillatt blokkjede-miljø, ved å legge inn batchdata, metadata og støttedokumenter på riktig måte (LO6).
7. Generere og bruke QR-koder knyttet til blokkjede-oppføringer, og sikre korrekt funksjonalitet for henting av sporbarhetsinformasjon (LO7).
8. Navigere i et Hyperledger-basert grensesnitt eller lavkode-miljø for å distribuere, teste og verifisere enkle forretningsnettverk, i henhold til definerte prosedyrer (LO8)
9. Verifisere riktigheten av blokkjedeoppføringer, inkludert fullstendighet av poster, hash-bekreftelse, vedlegg av dokumenter og konsistens med operasjonelle data (LO9)
10. Tolke blokkjede-baserte sporbarhetsresultater, identifisere mangler eller inkonsekvenser og evaluere hva blokkjede-oppføringen bekrefter og ikke bekrefter (LO10)
11. Utarbeide klare skriftlige eller muntlige forklaringer av sporbarhetsarbeidsflyter for SME-interessenter, og demonstrere hvordan blokkjede støtter transparens, sertifisering og tillit (LO11),

▪ **Kompetanse (autonomi og ansvar).** Studentene kan:

12. Operere en blokkjede-sporbarhetsarbeidsflyt uavhengig innenfor en SME- eller industriell symbiose-kontekst, i henhold til etablerte styrings- og datahåndteringsregler (LO12),
13. Ta ansvar for dataintegriteten når de legger inn eller endrer sporbarhetsinformasjon, og sikre nøyaktighet, fullstendighet og riktig dokumentasjon (LO13).

14. Anvende etiske og ansvarlige praksiser ved håndtering av sensitive eller konfidensielle data i sporbarhetsregistre, og anerkjenne grenser og begrensninger (LO14).
15. Kommunisere blokkjede-basert bevis på en transparent måte til partnere, revisorer eller IS-samarbeidspartnere, støtte tillitsbygging og forhindre feiltolkninger eller grønnvasking (LO15),
16. Vurdere når blokkjede er et passende verktøy for et sporbarhetsbehov, basert på krav til åpenhet, kompleksitet med flere interessenter, revisjonsbehov og tilgjengelige alternativer (LO16).

5.3 Veiledende læringsplan / leveringsplan

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
1	Grunnleggende og sporbarhet Kontekst	Innspill og demonstrasjon	Konsept: Distribuerte hovedbøker, blokker, hasjer og konseptet «uforanderlighet». Kontekst: Hvordan sporbarhet støtter sirkulær økonomi (digitale produktpass) og tillit til symbiotiske utvekslinger. Demonstrasjon: Navigering i et godkjent hovedbokgrensesnitt (visning av deltakere og eiendeler).	LO1, LO2, LO3, LO8	Antonopoulos & Wood (2018) – Grunnleggende; Europakommisjonen (2022) – ESPR-kontekst.	Interaktiv forelesning; Case-analyse (sirkulære forsyningskjeder); Strukturert observasjon av grensesnitt.
2	Skrive i hovedboken: Dataregistrering og dokumentasjon	Workshop/laboratorium	Datastruktur: Forståelse av batchmetadata (ID-er, tidsstempler) vs. vedlagte bevis (PDF-filer, sertifikater). Handling: Praktisk øvelse i å legge inn nye sporbarhetsoppføringer i et sandkasse-miljø. Kvalitet: Sikre fullstendighet før posten «forsegles».	LO5, LO6, LO12, LO13	GS1 (2022) – Sporbarhetsrammeverk og metadata; Hyperledger Sandbox-verktøy.	Praktisk laboratorium; Mikroøvelser (fylle ut felt); Instruktørstøttet praksis.

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
3	Lesing av hovedboken: Verifisering og gjenfinning	Workshop/laboratorium	Verifisering: Bruk av sjekksummer/hashverdier for å verifisere dataintegritet; identifisere mangler eller manipulerte poster. Henting: Generere QR-koder knyttet til hovedbokoppføringer; teste brukeropplevelsen (skanne for å se opprinnelse).	LO7, LO9, LO10	GS1 Digital Link (2020); Antonopoulos & Wood – Hashing/Integrity.	Praktisk workshop (QR-generering); Peer-verifisering (kontroll av hverandres oppføringer).

A/A	Enhet/seksjonstittel	Sesjonstype	Emne/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff/materiell	Anbefalte metoder
4	Styring, etikk og strategiske beslutninger	Seminar og gruppearbeid	Strategi: «Når skal man bruke blokkjede?» (Beslutningskriterier: tillit, kompleksitet, revisjonsbehov). Etikk: Håndtering av sensitive data, personvern og unngåelse av «grønnvasking» (overdreven påstander basert på svake kilde data). Styring: Hvem har tillatelse til å skrive/lese?	LO4, LO14, LO15, LO16	WEF (2018) Beyond the Hype; Francisco & Swanson (2018) – Transparency risks.	Beslutningskartleggingsøvelse (Blokkjede vs. Database); Reflekterende diskusjon om grønnvasking.
5	Integrert sporbarhetsprosjekt og vurdering	Prosjektarbeid og vurdering	Prosjekt: Opprette en fullstendig livssyklusregistrering (oppføring + vedlegg + QR-kode) for et spesifikt IS-scenário. Vurdering: Presentasjon av arbeidsflyten og muntlig forsvar vedrørende dataintegritet og systembegrensninger.	LO6, LO9, LO11, LO13, LO16	Prosjektbeskrivelse; Vurderingsskjema.	Veiledet prosjektklinikk; Sluttpresentasjon og muntlig eksamen.

5.4 Undervisnings- og læringsmetoder

Dette modulen benytter en blandet læringsmetode som kombinerer synkrone aktiviteter (forelesninger, workshops, laboratorier, seminarer, prosjektklinikker) med asynkrone materialer som studentene kan utforske på egen hånd. Denne kombinasjonen støtter både veiledning i sanntid under praktiske økter og selvstendig konsolidering av konsepter, arbeidsflyt og tolkningsferdigheter.

Undervisningsmetodene inkluderer interaktive forelesninger for å introdusere sentrale blokkjede- og sporbarhetsbegreper, seminarer for å utforske etiske og styringsmessige spørsmål, og case-baserte økter for å plassere sporbarhet innenfor sirkulære og industrielle symbioseverdikjeder. Verksteder og praktiske laboratorier utgjør kjernen i modulen og gir strukturerte muligheter til å øve på å opprette regnskapsoppføringer, legge ved dokumentasjon, generere QR-koder og verifisere dataintegritet i et tillatt blokkjede-miljø. Veiledet analyse og scenariebaserde øvelser hjelper elevene å tolke blokkjede-resultater og utvikle vurderinger om når blokkjede er eller ikke er hensiktsmessig for bestemte sporbarhetsbehov.

Gjennom hele modulen legges det vekt på aktiv læring, nøyaktighet og ansvar. Praktiske økter krever at elevene arbeider med ekte dokumentasjonsformater, følger regler for datastyring og tester sine egne resultater for konsistens. Gruppediskusjoner og muntlige forklaringer styrker kommunikasjonsferdighetene, mens prosjektbasert arbeid støtter kompetanseutvikling innen beslutningstaking, dokumentasjonskvalitet og etisk bruk av sporbarhetsdata. Disse metodene sikrer samlet at elevene utvikler de operative ferdighetene som forventes av EQF5 SymbioTech-ledere, med selvtillit til å bruke sporbarhetsverktøy på en ansvarlig måte i industrielle sammenhenger.

111

5.5 Vurderingsmetoder og bevis

Vurderingen i dette modulen kombinerer formative og summative komponenter for å evaluere elevenes kunnskap, anvendte ferdigheter og kompetanse innen blokkjede-basert sporbarhet. Formative vurderinger er integrert i hele modulen for å gi kontinuerlig tilbakemelding og støtte utviklingen fra konseptuell forståelse til uavhengig drift av sporbarhetsarbeidsflyter.

Formativ vurdering

- Korte praktiske øvelser under workshops og laboratorier (oppretting av oppføringer, vedlegg av dokumenter, verifisering av data, navigering i tillatelsesgrensesnittet for blokkjede, lokalisering av registrelementer).
- Deltakelse i seminarer og gruppediskusjoner om etikk, styring og beslutningstaking.
- Veilede analyseoppgaver med fokus på tolkning av blokkjede-resultater og identifisering av ufullstendige eller inkonsekvente poster.
- Korte refleksjonsnotater om begrensninger, dataintegritet eller etiske hensyn.

Disse formative elementene hjelper elevene med å konsolidere prosessuell nøyaktighet, styrke tolkningsferdigheter og forberede seg til det endelige prosjektet.

Summativ vurdering

Den summative vurderingen er et individuelt prosjekt som består av fire komponenter:

1. Oppgave om sporbarhetsoppføring (hovedbokføring + dokumentasjon + QR)

Lærerne må opprette eller oppdatere en fullstendig sporbarhetsjournal i det godkjente blokkjede-miljøet, inkludert nøyaktige metadata, relevante støttedokumenter og en fungerende QR-kobling.

2. Verifisering og integritetskontroll

Elevene verifiserer sin egen registrering, identifiserer potensielle problemer og dokumenterer korreksjoner eller begrensninger.

3. Kort skriftlig oppgave (tolkning av bevis)

En kortfattet forklaring av hva blokkjederegistreringen bekrefter, hva den ikke bekrefter, og hvordan den støtter transparens for interessenter.

4. Presentasjon og muntlig diskusjon

En kort presentasjon av den endelige registreringen, etterfulgt av en muntlig eksamen som dekker beslutninger som er tatt, begrensninger som er oppstått, verifiseringsresultater og etiske hensyn (f.eks. datasensitivitet, risiko for overvurdering).

Vekting

- *Formative komponenter:* 30 % (workshops, laboratorier, refleksjonsoppgaver, deltakelse)
- *Summativt prosjekt:* 70 %
 - Ledgeroppgave + dokumentasjonsintegritet: 40 %
 - Skriftlig oppgave (tolkning og begrensninger): 10 %
 - Presentasjon og muntlig diskusjon: 20 %

112

Vurderingskriterier

- Nøyaktighet og fullstendighet av regnskapsoppføringer og metadata.
- Korrekt bruk av støttedokumenter og QR-kobling.
- Kvaliteten på verifisering og integritetskontroll (identifisering av mangler eller begrensninger).
- Klarhet og korrekthet i tolkningen av hva blokkjede-registreringen viser.
- Etisk bevissthet og ansvarlig håndtering av sensitive eller ufullstendige data.
- Kommunikasjonsevner og evne til å forklare beslutninger til ikke-eksperter.
- Generell autonomi, pålitelighet og overholdelse av styringsregler.

Disse vurderingsmetodene gjenspeiler EQF5s vekt på anvendt kompetanse, ansvarlig beslutningstaking og klar kommunikasjon – slik at lærende kan operere blokkjede-baserte sporbarhetsarbeidsflyter uavhengig innenfor industrielle symbiose-kontekster.

5.6 Bibliografi og verktøy

5.6.1 Bibliografi

Europakommisjonen. (2022). Forordning om miljøvennlig utforming av bærekraftige produkter (ESPR): Oversikt. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sustainability/ecodesign-sustainable-products-regulation_en.

Antonopoulos, A. M., & Wood, G. (2018). *Mastering blokkjede: Distributed ledger technology, decentralization, and smart contracts explained* (2. utg.). O'Reilly Media. <https://learning.oreilly.com/library/view/mastering-blokkjede-2nd/9781788839044/>

World Economic Forum. (2020). *Verktøysett for implementering av blokkjede: En guide for bruk i bedrifter*. <https://widges.weforum.org/blokkjede-toolkit/index.html>

Francisco, K., & Swanson, D. (2018). Forsyningskjeden har ingen klær: Teknologitnyttelse av blokkjede for åpenhet i forsyningskjeden. *Logistics*, 2(1), 2. <https://doi.org/10.3390/logistics2010002>

GS1. (2022). *Global sporbarhetsstandard: Oversikt*. <https://www.gs1.org/standards/traceability>

GS1. (2020). *GS1 Digital Link: Kobler fysiske produkter til digital informasjon*. <https://www.gs1.org/standards/gsl-digital-link>

World Economic Forum. (2018). *Er blokkjede det riktige verktøyet for din virksomhet? Viktige spørsmål å stille*. <https://www.weforum.org/stories/2018/04/questions-blokkjede-toolkit-right-for-business>

World Economic Forum. (2018). *Blokkjede beyond the hype: A practical framework for business leaders*. <https://www.weforum.org/publications/blokkjede-beyond-the-hype/>

Deloitte. (u.d.). *Bruk av blokkjede for å fremme transparens og innovasjon i forsyningskjeden*. <https://www.deloitte.com/us/en/services/consulting/articles/blokkjede-supply-chain-innovation.html>

Hyperledger Foundation. (2022). *Hyperledger Fabric: Arkitektur, konsepter og komponenter*. <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/architecture.html>

5.6.2 Verktøy og plattformer

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

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

QR-kodegenerator (åpen kildekode): <https://qrcode-monkey.com>

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

6. Kortfattet pensummal – VET (EQF5)

Modultittel: Symbiotiske energieffektivitets-/energistyrings teknologier og modeller

EQF-nivå: 5

ECVET-poeng: 3 ECVET

Total arbeidsbelastning (timer): 50–75 timer

Leverandørinstitusjon: SLOVENSKA INOVACNA A ENERGETICKA AGENTURA (SIEA), (SIEA), Slovakia

6.1 Moduloversikt

Denne modulen er spesielt utviklet for SymbioTech-ledere som ønsker omfattende, praktisk kompetanse i å administrere symbiotiske energisystemer innen industri- og produksjonsmiljøer i tråd med EUs energieffektivitetsdirektiv (EED) 2023/1791 og nasjonale energi- og klimaplaner (NECP 2021-2030). Den gir en grundig gjennomgang av sentrale EMS-rammeverk, med særlig vekt på ISO 50001, som støtter internasjonalt anerkjente standarder for energiytelse og samsvar i symbiotiske industrielle nettverk.

Deltakerne vil få en solid forståelse av de grunnleggende prinsippene og kravene i disse energistrukturane, slik at de kan utforme, implementere og opprettholde effektive energiledelsespraksiser på en kompetent måte. Programmet utforsker grundig hver komponent i symbiotiske energisystemer innen EMS, for eksempel utforming av energipolitikk tilpasset industriell symbiose, revisjon av energirelatert regelverksetterlevelse, energiriskstyring og mekanismer for kontinuerlig forbedring. Spesiell oppmerksomhet rettes mot å sikre at disse systemene ikke bare er i samsvar med regelverket, men også strategisk tilpasset prinsippene for sirkulær økonomi og industriell symbiose, som fremmer ressurseffektivitet, avfallsminimering og symbiotisk samarbeid mellom bransjer. I tillegg vil SymbioTech-ledere lære å forstå og implementere avfallshierarkiet i praksis, med fokus på forebygging, gjenbruk og gjenvinning av industrielle biprodukter, særlig energirelatert avfall. Ledere vil gjennomføre energibalanser og kartlegge råstoffinnsats og -produksjon gjennom materialstrømanalyse (MFA) for å identifisere energivinn som kan tjene som ressurs for andre prosesser innenfor rammen av industriell symbiose. Når det gjelder sirkulær produktdesign, vil SymbioTech-ledere forstå hvordan prosessomlegginger, basert på energiverktøy, reduserer produksjonen av ikke-resirkulerbare materialer i begynnelsen av produksjonssyklusen.

Ledere vil ta i bruk avanserte praktiske verktøy og metoder for vurdering av energipåvirkning – for eksempel Pinch Analysis, termisk avbildning og enkle energirelaterte målinger – og lære

å tolke disse dataene systematisk for strategisk beslutningstaking for å forbedre energieffektiviteten. SymbioTech-ledere vil mestre grunnleggende Pinch Analysis for å designe termiske integrasjonsnettverk på tvers av symbiotiske selskaper – ved å koble ett selskaps overskuddsvarme til et annet selskaps prosessbehov via delte varmevekslere – og dermed muliggjøre strategisk lederskap i industriell symbiose. Opplæringen omfatter etablering av energimål, fastsettelse av ytelsesindikatorer og utvikling av rapporteringsverktøy. Modulen dekker også teknikker for gjennomføring av interne og eksterne energiledelsesrevisjoner, for å sikre at organisasjoner oppfyller alle ISO 50001-krav.

Workshopene, som er interaktive økter, vil gi en dypere konseptuell forståelse, mens simuleringer tilbyr praktiske scenarier for å anvende energirevisjon og implementeringsferdigheter – som å bruke termiske bildedata for teambaserte beslutninger. Dette gir støtte til SymbioTech-ledere i å navigere i kompleksiteten ved å integrere symbiotiske energisystemer i eksisterende organisasjonsprosesser og driver konkrete forbedringer i miljøprestasjoner.

Gjennom hele modulen legges det vekt på å fremme lederskapsevner innen symbiotisk energiledelse, slik at SymbioTech-ledere blir i stand til å fremme kontinuerlig energianvarlighet i sine organisasjoner. Ved slutten av kurset vil deltakerne være rustet til å lede energieffektivitetsprosjekter som ikke bare oppfyller internasjonale standarder, inkludert ISO 50001, men også bidrar på en meningsfull måte til bærekraftige industrielle praksiser og samarbeidsbasert energiledelse og EMS på tvers av industrielle nettverk.

6.2 Læringsutbytte (LO)

115

De tiltenkte læringsutbyttene er delt inn i de tre EQF-domenene:

▪ **Kunnskap.** Studentene vil:

1. forstå kjerneprinsippene for energieffektivitet og energisvinn, inkludert konsepter som gjenvinning av spillvarme, systemoptimalisering, avfallshierarki, materialstrømanalyse (MFA) for ressurskartlegging i et selskap og sirkulær produktdesign for å muliggjøre produktutveksling mellom industrielle partnere (LO1),
2. bli kjent med grunnleggende prinsipper for Pinch-analyse (varme/kalde strømmer, pinch-punkt) som en metode for å forbedre termisk energiintegrasjon – ved å anvende den internt for prosesseffektivitet og eksternt på tvers av selskaper ved å koble ett selskaps overskuddsvarme til et annet selskaps oppvarmingsbehov (LO2),
3. gjenkjenne nøkkelkomponentene i ISO 50001-standardene som styrer energiledelsessystemer i industrielle miljøer (LO3).

▪ **Ferdigheter.** Studentene kan:

4. utføre enkle energirelaterte målinger (temperatur, effektmålinger) på industrimaskiner ved hjelp av grunnleggende verktøy (LO4),

5. bruke enheter som termiske kameraer for å identifisere varmetapssoner og samle inn støttedata. Bruken av termiske kameraer gir praktisk erfaring som er nødvendig for SymbioTech-ledere for å identifisere muligheter for deling på tvers av bransjer (LO5),
6. bruke sjekklister og innledende Pinch Analysis-verktøy for å vurdere energibruksmønstre, lokalisere ineffektivitet og foreslå passende tekniske justeringer (f.eks. isolasjon, gjenvinningssystemer, prosessforbedringer) (LO6),
7. dokumentere funnene tydelig og strukturere anbefalinger i en korrigerende handlingsplan (LO7).

▪ **Kompetanse (autonomi og ansvar).** Studentene kan:

8. arbeide sikkert og oppmerksomt i industrielle miljøer, i samsvar med etablerte driftsprotokoller, særlig ved håndtering av varme overflater, arbeid med elektriske systemer eller bruk av bevegelig utstyr (LO8),
9. ta initiativ til å identifisere energitapspunkter og utarbeide anbefalinger, samtidig som de erkjenner viktigheten av å samarbeide med ingeniørteam for å begrunne implementering (LO9),
10. føre klare og systematiske registre over energiobservasjoner, og sikre sporbarhet og pålitelighet for oppfølging eller revisjon (LO10).

6.3 Veiledende læringsplan / leveringsplan

Uke	Enhet/seksjonstittel	Type økt	Tema/aktivitet	Forventede læringsmål	Obligatorisk lesestoff/materiell	Anbefalte metoder
1	Bootcamp-opplæring på stedet (ansikt til ansikt)	Forelesning / workshop / e-læring	Grunnleggende om energieffektivitet, konkrete eksempler på energibesparelser.	LO1, LO2	Branca et al. (2022), Kemp et al. (2020), energieffektivitetsdirektiv 2023/1791	Ved hjelp av termiske kameraer og sensorer øver deltakerne seg på å identifisere varmetap fra utvalgt utstyr; øvelser i pinch-analyse.
2	Veiledet e-læring og arbeidsoppgaver	Seminar / e-læring	Energistyring, energibalanser, avfallshierarki, MFA, sirkulær produktdesign, teknikker for avfallsreduksjon, beregning av energiforbruk (casestudier)	LO1, LO3, LO4, LO5, LO6, LO7	Den europeiske grønne avtalen, Fit for 55, energieffektivitetsdirektivet 2023/1791, ISO 50001 (energiledelsessystemer)	Simulerte casestudier, selvstudiumquizer, gjennomføring av en mini-energiundersøkelse.
3, 4	Avsluttende vurdering	Forelesning / workshop / e-læring	Kartlegging av energitap, korrigerende tiltaksplan for forbedringstiltak.	LO1, LO8, LO9, LO10	Cervo et al. (2020), Fraccascia et al. (2020)	Selvlæring, spørsmål og svar-sesjoner, analyseforsvar.

6.4 Viktige verktøy og ressurser

- **Termisk kamera og sensorer** – Brukes under opplæringen på stedet og annet prosjektarbeid for å oppdage og dokumentere varmetap i utstyr eller prosesser.
- **Sjekkliste for energieffektivitet** – Basert på **ISO 50001** hjelper disse verktøyene deltakerne med å systematisk innsjå prosesser og identifisere vanlige årsaker til energieffektivitet (f.eks. maskiner i tomgang, manglende isolasjon).

6.5 Undervisnings- og læringsmetoder

- *Læringsmetode*

Det vil bli benyttet en hybrid læringsmetode for dette modulen. Med andre ord vil både synkron og asynkron læring bli benyttet. Konkret vil trenere og ledere gjennom synkron læring samles virtuelt på samme tid og sted (i et digitalt klasserom) og samhandle i sanntid. På den annen side kan ledere, basert på asynkron læring, få tilgang til materiell som vil være tilgjengelig på en digital plattform (lastet opp av instruktører). Dette materialet (f.eks. forhåndsinnspilte forelesninger, presentasjoner, Word-/PDF-filer, figurer, videoer osv.) vil beskrive teoretiske spørsmål og praktiske casestudier. Dermed kan ledere samhandle med hvert materiell i sitt eget tempo over lengre perioder.

- *Viktige undervisningsmetoder*

Flere viktige undervisningsmetoder vil bli brukt gjennom hele modulen, for eksempel interaktive forelesninger med veiledet diskusjon, casestudier, seminarer, ekspertwebinarer, workshops og praktiske laboratorier. Spørsmål knyttet til industriell symbiose (IS), sirkulær økonomi (CE) og bærekraft vil gjenspeiles i de ovennevnte undervisningsmetodene. Viktige ressurser for modulene inkluderer et termisk kamera og sensorer, som vil bli brukt under bootcamp-opplæringen på stedet i uke 1 for å oppdage og dokumentere varmetap i utstyr eller prosesser, samt en sjekkliste for energieffektivitet.

- *Tilnærminger og metoder som støtter aktiv læring og praktisk anvendelse av kunnskap.*

Synkron læring er godt egnet for å skape umiddelbar engasjement hos trenere og ledere med raskere utveksling av informasjon, og bidrar dermed til å bygge fellesskap og avklare misforståelser. Asynkron læring er dessuten mer fleksibel. Den gir ledere mer tid til å utforske og engasjere seg i materialet.

Videre vil de viktigste undervisningsmetodene (for eksempel forelesninger) gi teoretisk kunnskap om IS for en omfattende forståelse av IS-prinsippene, -elementene og -praksisen. Denne kunnskapen, sammen med de mange praktiske eksemplene som gis gjennom de praktisk orienterte undervisningsmetodene (for eksempel IS-casestudier), legger grunnlaget for en SymbioTech-leder.

Ekspertwebinarer og seminarer vil bidra ytterligere til å forbedre den teoretiske og praktiske kunnskapen om IS. Teamarbeid, som fremmes gjennom undervisningsmetoder som workshops, gruppearbeid og prosjekter, gjør SymbioTech-lederen i stand til å samarbeide med interessenter og utvikle effektive IS-nettverk.

6.6 Vurderingsmetoder og bevis

Vurdering og evaluering for SymbioTech Managers-modulen er utformet for å måle både teoretisk forståelse og praktisk anvendelse av energisymbiose-konseppter innen industrielle nettverk. Ledere vil bli vurdert gjennom en kombinasjon av individuelle oppgaver, som tekniske rapporter som analyserer energieffektivitetsforbedringer ved hjelp av data fra virkeligheten, og gruppeprosjekter som krever utvikling og presentasjon av skreddersydde energistyringsløsninger. Deltakelse i diskusjoner om casestudier, workshops og problemløsningsøktter vil bidra til kontinuerlig vurdering gjennom strukturert teamobservasjon, evaluering av kritisk tenkning og myke ferdigheter som lederskap, samarbeidskommunikasjon og tilpasningsevne i gruppesammenheng. I tillegg vil refleksjonsoppgaver om gjesteforelesninger og feltbesøk eller virtuelle omvisninger oppmuntre studentene til å koble bransjeinnsikt med akademisk kunnskap. Denne blandede evalueringsmetoden sikrer at studentene oppnår målbar kompetanse i å administrere innovative, bærekraftige energisystemer i reelle industrielle sammenhenger.

Deltakerne har mulighet til å delta på gjesteforelesninger og bransjesamtaler (sesjoner ledet av eksperter fra energisektoren, med fokus på banebrytende teknologipolitikk og markedstrender) og feltbesøk eller virtuelle omvisninger. Feltbesøk er helt valgfrie i løpet av kurset og inkluderer besøk til industrianlegg som praktiserer energisymbiose for å observere teknologianvendelser og forvaltningspraksis på førstehånd.

Vurderingskomponenter:

Leveranser for energirevisjon:

- Kart over energisvinn (f.eks. diagram, tabell eller kommentert termisk bilde) som viser soner med energitap.
- Korrigerende tiltaksplan som skisserer foreslåtte forbedringer med begrunnelse (f.eks. varmeisolasjon, varmeveksler, prosessavstengninger).

Muntlig forsvær (spørsmål og svar):

- Elevene forklarer sine funn om energi, beskriver verktøyene som er brukt og svarer på spørsmål om energieffektivitetsstrategier og revisjonsmetoder.

Innlevering av bevis:

- Fullfør en mini-revisjonspakke som inkluderer observasjonslogger, diagrammer og handlingsark.
- Evaluering etter en 20-punkts rubrikk, med tilbakemelding på teknisk nøyaktighet, sikkerhetsbevissthet og kvaliteten på anbefalingene.

6.7 Bibliografi og verktøy

6.7.1 Påkrevd

Branca T., Colla V., Fornai B., Petrucciani A., Pistelli M., Faraci E., Cirilli F., Schröder A. (2022). Nåværende tilstand for industriell symbiose og energieffektivitet i de europeiske energiintensive sektorene, *Matériaux & Techniques* 109 (5-6).

Cervo H., Ferrasse J.-H., Descales B. (2020). Blueprint: En metodikk som letter datautveksling for å forbedre påvisningen av muligheter for industriell symbiose – Anvendelse på et raffineri, *Chem. Eng. Sci.* 211.

Fraccascia L., Yazdanpanah V., van Capelleveen G. & Yazan D.M. (2020). Energibasert industriell symbiose: en litteraturgjennomgang for sirkulær energiovergang, bind 23, 4791–4825.

He K., Wang L. (2017). En gjennomgang av energibruk og energieffektive teknologier for jern- og stålindustrien, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 70, 1022-1039.

Malinauskaite J., Jouhara H., Ahmad L., Milani M., Montorsi L., Venturelli M. (2020). Optimalisering av effektiviteten av ressursutveksling i industriell symbiose (IS). Ansvarlig forbruk og produksjon, 1–12, *Energi*, bind 172, 255–269.

Malinauskaite J., Jouhara H., Ahmad L. (2019). Energieffektivitet i industrien: EU og nasjonal politikk i Italia og Storbritannia, *Energy* 172, 255–269.

Curtin Joseph, Atanasiu, B., & Bowie Randall. (2014). EUs energilovgivning. V. 7, energieffektivitet i Den europeiske union. Claeys & Casteels.

Kemp, I. C., & Lim, J. S. (2020). Pinch-analyse for reduksjon av energi- og karbonavtrykk: Brukerveiledning for prosessintegrasjon for effektiv bruk av energi. Butterworth-Heinemann.

120

6.7.2 Anbefalt

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

Curtin Joseph, Atanasiu, B., & Bowie Randall. (2014). EUs energilovgivning. V. 7, energieffektivitet i Den europeiske union. Claeys & Casteels.

Sancho, Lasheras M. (2024). Analyse av faktorene som påvirker energieffektivisering i europeiske bedrifter: Betydningen av regelverk og organisatoriske evner. *Sciences Pro Paris*.

Al-Shemmeri, T. (2013). *Energirevisjoner: En arbeidsbok for energistyring i bygninger*. Wiley.

7. Kortfattet pensummal – VET (EQF5)

Modultittel: Miljøstyringssystemer (EMS)

EQF-nivå: 5

ECVET-poeng: 2-3 ECVET

Total arbeidsbelastning (timer): 50-75 timer

- Kontakttimer (forelesninger, laboratorier, seminarer, workshops osv.): 30-45 timer
- Veiledet selvstudium: 10-15 timer
- Prosjektarbeid: 10-15 timer

Leverandørinstitusjon: VSB - TEKNISK UNIVERSITET I OSTRAVA (VSB - TUO), Tsjekkia.

121

7.1 Moduloversikt

Denne modulen introduserer studentene for strukturen, implementeringen og evalueringen av miljøstyringssystemer (EMS), med spesielt fokus på ISO 14001- og EMAS-rammeverkene. Gjennom praktiske aktiviteter, case-analyser og simulerte revisjoner vil studentene lære hvordan de skal gjennomføre miljøvurderinger, sette mål og indikatorer, implementere operasjonelle kontroller og sikre samsvar med regelverket.

Denne modulen bygger på kunnskapen som er tilegnet i modulene 1-6 i SymbioTech-løpet, og har som mål å utvikle anvendte EMS-ferdigheter for industrielle symbiose-miljøer. Den forbereder studentene på å veilede SMB-er eller klynger mot forbedret miljøprestasjon, tilpasning til regelverk og langsiktige bærekraftstrategier.

Modulen er utviklet for yrkesfagstudenter, bedriftsledere, konsulenter og tilretteleggere som arbeider med ressurseffektiv innovasjon. En generell forståelse av bærekraft er nyttig, men ikke nødvendig.

7.2 Læringsutbytte

De tiltenkte læringsutbyttene er delt inn i de tre EQF-områdene:

▪ **Kunnskap.** *Studentene skal:*

1. Forstå den strategiske rollen til EMS: Forklare hvordan miljøledelse balanserer økonomiske, sosiale og miljømessige behov i en organisasjon (LO1)
2. Skille mellom EMS-rammeverk: Skille mellom viktige standarder, spesielt ISO 14001 og EMAS, og deres implementeringstrinn (LO2),
3. Koble EMS til bredere mål: Gjenkjenne koblinger mellom EMS, industriell symbiose, sirkulær økonomi og EUs klimapolitikk (LO3).

▪ **Ferdigheter.** *Studentene kan:*

4. Gjennomføre miljøvurderinger: Utføre en innledende miljøanalyse for å identifisere viktige aspekter og virkninger av en organisasjon (LO4)
5. Utvikle EMS-komponenter: Utarbeide miljøpolitikk, sette målbare mål og definere nøkkelindikatorer (KPI) (LO5),
6. Utarbeide miljørapporter: Utarbeide transparente miljøerklæringer i samsvar med rapporteringsstandarder (f.eks. CSRD-grunnleggende) (LO6).

▪ **Kompetanse (autonomi og ansvar).** *Studentene er i stand til å:*

7. Koordinere implementering av EMS: Lede planlegging og gjennomføring av EMS-prosjekter i SMB-er eller industriklynger (LO7),
8. Administrere samsvar og revisjoner: Sikre samsvar med miljøregelverket og forberede en organisasjon på interne eller eksterne revisjoner (LO8)
9. Tilrettelegge for involvering av interessenter: Kommunisere miljøprestasjoner effektivt til regulerende myndigheter, partnere og offentligheten (LO9).

7.3 Veiledende læringsplan / leveringsplan

A/A	Enhet/seksjons tittel	Sesjonstyp e	Tema/aktivitet	Forvente de læringsm ål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
1	Introduksjon til miljøstyringssystemer (EMS) og miljøsertifisering	Forelesning + seminar / e-læring	EMS som et verktøy for å balansere miljømessige og økonomiske behov. Fordeler ved sertifisering (marked, regulering, 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 forelesning med veiledet diskusjon. Seminar med bruk av forskningsbasert læring (RBL)
2	EMAS: Miljøledelses- og revisjonsordning - Planleggingsfas e	Forelesning + seminar / e-læring	Introduksjon til EMAS-strukturen og «Steps to EMAS». Ledelsens forpliktelse og gjennomføring av den innledende miljøvurderingen.	LO2, LO4	EMAS brukerveiledning (2023) EMAS-forordningen (2009) Sheldon C., Yoxon M. (2012)	Interaktiv forelesning. Seminarbasert introduksjon til planlegging.

A/A	Enhet/seksjons tittel	Sesjonstyp e	Emne / Aktivitet	Forvente de læringsm ål	Obligatorisk lesestoff / materiell	Anbefalte metoder
3	EMAS: Definerings av miljøpolitikk og program (1) - Opprette og implementere EMAS	verksted / e-læring	Fastsette miljømål, delmål og tiltak. Ressurser, ansvar, gjennomgang av lovmessig samsvar og forberedelse til revisjon.	LO4, LO5, LO7, LO8	EMAS brukerveiledning (2023) EMAS-forordningen (2009)	Gruppeprosjekt del 1: Fastsette mål og tiltak. Gjennomgang av samsvar.
4	Miljøerklæring med EMAS	Workshop / e-læring	Krav til miljøerklæring og sentrale KPI-er. Overholdelse av regelverk for bærekraftsrapportering (ESRS, CSRD).	LO3, LO6, LO9	EMAS-brukerveiledning (2023) EMAS-forordningen (2009) Campos et al. (2015) ESRS: E1 (klimaendringer), E2 (forurensning), E3 (vann- og marine ressurser), E4 (biologisk mangfold og økosystemer), E5 (ressursbruk og sirkulær økonomi)	Gruppeprosjekt del 2: Utarbeidelse og finpussing av rapporten.
5	EMAS-samsvar med ISO 14001:2015 Prosjektvurdering	Seminar / e-læring Vurdering	Sammenligning av EMAS og ISO 14001; identifisering av synergier. Presentasjon av EMS-porteføljen.	LO1 – LO9	ISO 14001:2015, ISO 14001 Viktige fordeler, 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: Kartlegging av samsvar. Presentasjon av gruppeprosjekter (policy, gjennomgang, rapport).

7.4 Undervisnings- og læringsmetoder

▪ *Læringsmetode*

En hybrid læringsmetode kan benyttes for dette modulen. Med andre ord kan både synkron og asynkron læring benyttes. Gjennom synkron læring vil lærere og studenter samles virtuelt på samme tid og sted (i et digitalt klasserom) og samhandle i sanntid. På den annen side kan studentene, basert på asynkron læring, få tilgang til materiell som vil være tilgjengelig på en digital plattform (lastet opp av lærere). Dette materialet (f.eks. forhåndsinnspilte forelesninger, presentasjoner, Word-/PDF-filer, figurer, videoer osv.) vil beskrive teoretiske spørsmål og praktiske casestudier. Dermed kan studentene samhandle med hvert materiell i sitt eget tempo over lengre perioder.

▪ *Viktige undervisningsmetoder*

Flere viktige undervisningsmetoder vil bli brukt gjennom hele modulen. For teoretisk og konseptuell innsikt tilbyr dette kurset interaktive forelesninger med veiledede diskusjoner og seminarer som bruker elementer fra brainstorming eller forskningsbasert læring. For praktiske aspekter (som EMAS-implementeringsaspekter) tilbyr denne modulen workshops for å muliggjøre samarbeid mellom deltakerne om prosjektutvikling.

▪ *Tilnærminger og metoder som støtter aktiv læring og praktisk anvendelse av kunnskap.*

Synkron læring er godt egnet for å skape umiddelbar engasjement hos lærere og studenter og raskere utveksling av informasjon, og bidrar dermed til å bygge fellesskap og avklare misforståelser. Asynkron læring er dessuten mer fleksibel. Den gir studentene mer tid til å utforske og engasjere seg i materialet og gir tilgang til et bredere spekter av studenter.

Videre vil de viktigste undervisningsmetodene (som forelesninger) gi teoretisk kunnskap om IS for en omfattende forståelse av IS-prinsipper, -elementer og -praksis. Denne kunnskapen, sammen med de mange praktiske eksemplene som gis gjennom de praktisk orienterte undervisningsmetodene (som IS-casestudier, praktiske laboratorier), legger grunnlaget for at en student ved en høyere utdanningsinstitusjon og en bedriftsleder kan bli IS-leder. Ekspertwebinarer og seminarer vil bidra ytterligere til å forbedre den teoretiske og praktiske kunnskapen om IS. Teamarbeid, som fremmes gjennom undervisningsmetoder som workshops, gruppearbeid og prosjekter, gjør IS-lederen i stand til å samarbeide med interessenter og utvikle effektive IS-nettverk.

125

7.5 Vurderingsmetoder og bevis

Modulen benytter en blandet vurderingsstrategi som kombinerer studentenes aktive deltakelse og engasjement, gruppeprosjekresultater og skriftlig eksamen. Disse metodene vil bli brukt til å evaluere deltakernes generelle kunnskap om miljøstyringssystemer, samt ferdigheter og kompetanse i praktisk implementering av EMS, basert på eksemplet med EMAS.

Vurderingskomponenter

- *Deltakelse og engasjement (vekt 20 %):* Aktivt bidrag til diskusjoner, seminarer og workshopaktiviteter.

- *Praktisk EMS-portefølje (gruppeprosjekt) (vekt 80 %):* Studentene skal arbeide i grupper for å utvikle en omfattende EMS-simulering for en valgt enhet. Karakteren fordeles på fire kumulative resultater for å sikre kontinuerlig innsats:
 - *Miljøpolitikk og mål (20 %):* Utarbeide strategisk retning og målbare mål.
 - *Overholdelse og gjennomgang (20 %):* Gjennomføring av innledende gjennomgang og kontroll av lovmessig overholdelse.
 - *Endelig miljøerklæring/rapport (30 %):* Syntetisering av data til en endelig offentlig rapport (inkludert KPI-er).
 - *Debriefing og refleksjon (10 %):* Prestasjonsvurdering og reflekterende diskusjon

7.6 Bibliografi og verktøy

7.6.1 Påkrevd

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). Miljøsertifisering for organisasjoner og produkter: Ledelsesmetoder og operasjonelle verktøy. New York: Routledge.

Europakommisjonen. (2023). EMAS brukerveiledning. Kommisjonsbeslutning (EU) 2023/2463. [Online]. Tilgjengelig på: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2023/2463/oj/eng>

Europaparlamentet og Rådet. (2009). Forordning (EF) nr. 1221/2009 (EMAS-forordningen). [Online]. Tilgjengelig på: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2009/1221/oj/eng>

Europakommisjonen. (2023). Europeiske standarder for bærekraftsrapportering (ESRS). Delegert forordning (EU) 2023/2772.

ISO. (2015). ISO 14001:2015 Miljøstyringssystemer – Krav med veiledning for bruk.

Sheldon, C., & Yoxon, M. (2012). Miljøstyringssystemer: En trinnvis veiledning til implementering og vedlikehold (3. utg.). New York: Earthscan / Routledge.

Tinsley, S. (2014). Miljøledelse i en lavkarbonøkonomi. New York: Routledge.

7.6.2 Anbefalt

Camilleri M.A. (2022) Begrunnelsen for ISO 14001-sertifisering: En systematisk gjennomgang og en kostnads-nytte-analyse, 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) Miljøprestasjonsindikatorer: en studie av ISO 14001-sertifiserte selskaper, 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) Miljøstyringssystemer i små og mellomstore bedrifter: en analyse og systematisk gjennomgang, *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), En studie av implementeringspraksis for miljøstyringssystemer, *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) Miljøstyringssystemer i små og mellomstore bedrifter, *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), Miljøstyringssystem ISO 14001-faktorer for å fremme innføring av renere produksjonsmetoder, *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), Globale trender innen miljøstyringssystemer og ISO14001-forskning, *Journal of Cleaner Production*, 170: 645-653, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.017>

Watson M., Emery A. (2004) Miljøstyrings- og revisjonssystemer: Realiteten i miljømessig selvregulering, *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>