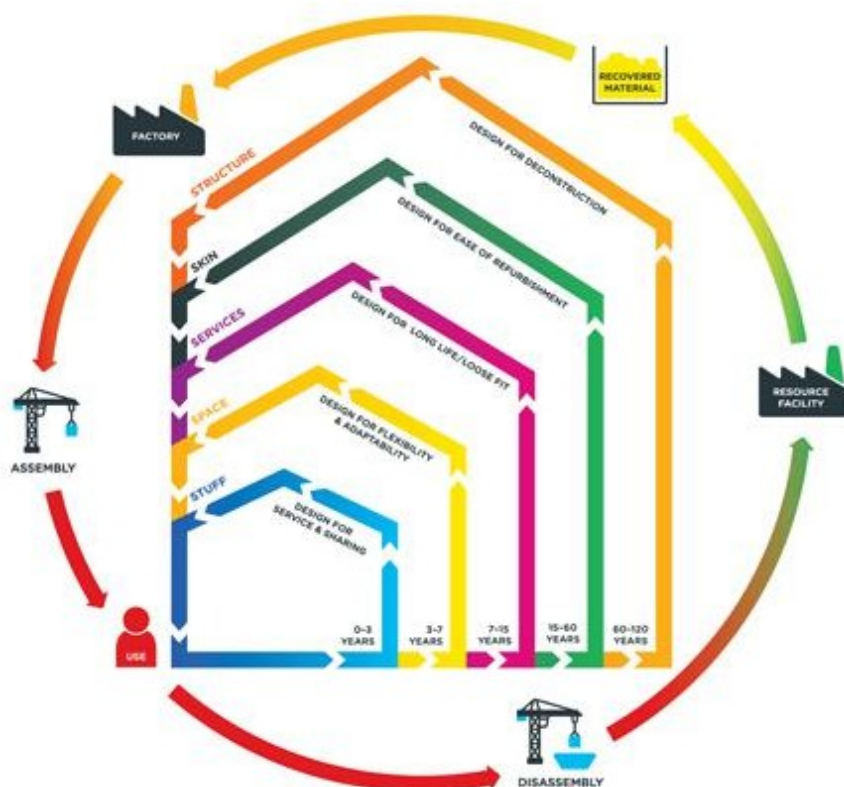


Erasmus+-prosjekt 2022-1-NO01-KA220-HED-000087893

Dette Erasmus+-prosjektet er finansiert med støtte fra Europakommisjonen. Denne publikasjonen gjenspeiler kun forfatterens synspunkter, og Europakommisjonen og de nasjonale kontorene for Erasmus+ kan ikke holdes ansvarlig for bruken av informasjonen i publikasjonen.

BIM-LCA Construction

Prosjekttittel: Sirkulær økonomi



1 - Målsettinger

Målene med denne opplæringen i sirkulær økonomi er som følger:

- Lære om fordelene ved å bruke LCA som verktøy for å redusere miljøpåvirkningen.
- Kunnskap om teknologi og metodikk for miljøvurderinger.
- Kjennskap til typologien for LCA-faser.
- Kjenne til resultatene av en livssyklusanalyse (LCA) som sammenligner miljøpåvirkningen for produkter og prosesser.

2 - Læringsmetodikk

- Foredragsholderne vil gi en forklaring om grunnleggende LCA og ulike bruksområder i ca. 60 minutter.
- Studentene skal lese denne veiledningen og følge trinnene som vises i veiledningen.
- Interaktive veiledninger - diskusjoner, ferdigstilling av vurderingsmateriale
- Forelesninger - inkludert gjesteforelesere fra industrien og ulike institusjoner.
- Gjennomgang av aktuelt innhold - f.eks. rapporter, videoer, podcaster
- For å evaluere hvor vellykket timen har vært, vil det bli gjennomført en spørreundersøkelse blant elevene.

3 - Opplæringens varighet

Implementeringen som beskrives i denne veiledningen, vil bli utført gjennom BIM-LCA-prosjektets nettsted ved hjelp av selvlæring.

3 undervisningstimer er egnet for denne opplæringen.

4 - Nødvendige undervisningsressurser

Datarom med PC-er med internettilgang.

Nødvendig programvare: Microsoft Office.

5 - Innhold og veiledning

5.1 - Innledning. Livsløpsvurdering.

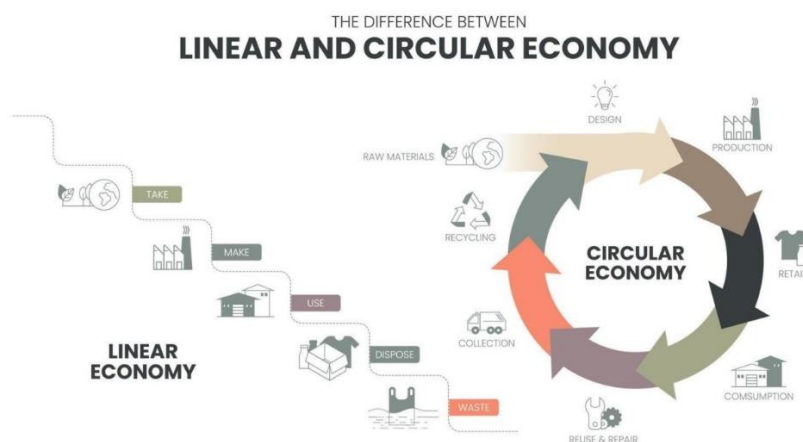
5.1.1. Definisjon

Sirkulær økonomi er en modell for ressursproduksjon og -forbruk i alle økonomier som innebærer deling, leasing, gjenbruk, reparasjon, oppussing og/eller resirkulering av eksisterende materialer og produkter så lenge som mulig. Konseptet tar sikte på å takle globale utfordringer som klimaendringer, tap av biologisk mangfold, avfall og forurensning ved å legge vekt på designbasert implementering av modellens tre grunnleggende prinsipper. De tre prinsippene som kreves for å gå over til en sirkulær økonomi, er: å unngå avfall og forurensning, å beholde produkter og materialer i bruk og å regenerere naturlige systemer.

Ideen og konseptene om en sirkulær økonomi har vært gjenstand for omfattende studier i akademia, næringsliv og myndigheter de siste ti årene. Den har blitt stadig mer populær fordi den bidrar til å minimere karbonutslipp og forbruk av råmaterialer, åpner for nye markedsmuligheter og, først og fremst, øker bærekraften i forbruket [1].

I en lineær økonomi blir naturressurser omdannet til produkter som til syvende og sist er bestemt til å bli avfall på grunn av måten de er designet og produsert på. En sirkulær økonomimodell har derimot som mål å gå fra en "ta - lag - kast"-tilnærming til et mer gjenopprettende og regenerativt system. Den benytter gjenbruk, deling, reparasjon, oppussing, omproduksjon og resirkulering for å skape et lukket kretsløp som reduserer ressursbruken og produksjonen av avfall, forurensning og karbonutslipp. Sirkulærøkonomien har som mål å holde produkter, materialer, utstyr og infrastruktur i bruk lenger, og dermed forbedre produktiviteten til disse ressursene. Avfallsmaterialer og energi bør bli innsatsfaktorer i andre prosesser gjennom avfallsvalorisering: enten som en komponent i en annen industriprosess eller som regenerative ressurser for naturen.

Strategier for sirkulær økonomi kan brukes i ulike skalaer, fra enkeltprodukter og -tjenester til hele bransjer og byer. Industriell symbiose er for eksempel en strategi der avfall fra én bransje blir en innsatsfaktor for en annen, noe som skaper et nettverk av ressursutveksling og reduserer avfall, forurensning og ressursforbruk [2].



5.1.2. Historie og mål

Konseptet sirkulær økonomi kan ikke spores tilbake til én enkelt dato eller forfatter, men snarere til ulike tankeskoler [3], blant annet industriell økologi, biomimikk og vugge-til-vugge-designprinsipper. Industriell økologi er studiet av material- og energistrømmer gjennom industrielle systemer, som danner grunnlaget for den sirkulære økonomien. Biomimikk innebærer å etterligne naturens velprøvde mønstre og strategier i utformingen av menneskelige systemer. Vugge-til-vugge-design er en helhetlig tilnærming til design av produkter og systemer som tar hensyn til hele livssyklusen, fra utvinning av råmaterialer til avhending, og som søker å minimere avfall og maksimere ressurseffektiviteten. Disse sammenhengende konseptene bidrar til utviklingen og implementeringen av en sirkulær økonomi.

I 2010 begynte begrepet sirkulær økonomi å bli populært internasjonalt etter publiseringen av flere rapporter [4]. EU introduserte sin visjon om sirkulær økonomi i 2014, med en ny handlingsplan for sirkulær økonomi som ble lansert i 2020, og som "viser veien til en klimanøytral, konkurransedyktig økonomi med myndiggjorte forbrukere".

Klimakrisen og miljøutfordringene gjør at bedrifter og enkeltpersoner nå må revurdere produksjons- og forbruksmønstrene sine. Sirkulær økonomi blir sett på som et av svarene på disse utfordringene. De viktigste makroargumentene for sirkulær økonomi er at den kan muliggjøre økonomisk vekst som ikke øker belastningen på naturressursene, men frikobler ressursbruken fra utviklingen av økonomisk velferd for en voksende befolkning, reduserer avhengigheten av kritiske materialer fra utlandet, reduserer CO₂-utslippene, reduserer avfallsproduksjonen og introduserer nye produksjons- og forbruksmåter som kan skape ytterligere verdier. Bedriftene argumenterer for sirkulær økonomi med at den kan sikre tilgangen på råvarer, redusere prisvolatiliteten på innsatsfaktorer og kontrollere kostnadene, redusere utslipp og avfall, forlenge produktenes livssyklus, betjene nye kundesegmenter og generere langsiktige aksjonærverdier. En sentral idé bak de sirkulære forretningsmodellene er å skape kretsløp hele veien for å gjenvinne verdier som ellers ville gått tapt.

Særlig bekymringsfullt er det ugjenkallelige tapet av råmaterialer på grunn av den økte entropien i den lineære forretningsmodellen. Det begynner med avfallsproduksjonen i produksjonen, og entropien øker ytterligere ved at materialene blandes og fortynnes i produksjonsenheten, etterfulgt av korrosjon og slitasje i løpet av bruksperioden. På slutten av livssyklusen skjer det en eksponentiell økning i uorden som følge av blanding av materialer på deponier.

Sirkulær utvikling er direkte knyttet til sirkulær økonomi og har som mål å bygge et bærekraftig samfunn basert på resirkulerbare og fornybare ressurser, å beskytte samfunnet mot avfall, og å kunne danne en modell som ikke lenger ser på ressurser



Sirkulær
økonomi

Co-funded by
the European Union



som

uendelig. Denne nye modellen for økonomisk utvikling fokuserer på produksjon av varer og tjenester, der det tas hensyn til miljømessige og sosiale kostnader. Sirkulær utvikling støtter derfor den sirkulære økonomien for å skape nye samfunn i tråd med nye mål for avfallshåndtering og bærekraft som oppfyller innbyggernes behov.

Kritikken av sirkulærøkonomien tyder imidlertid på at tilhengerne av sirkulærøkonomi kanskje overdriver de potensielle fordelene ved sirkulærøkonomi. En fremtid der det ikke lenger finnes avfall, der materialkretsløpene er lukket, og produkter resirkuleres i det uendelige, er i praksis umulig. Det er uklart om sirkulærøkonomien er mer bærekraftig enn den lineære økonomien, og hvilke sosiale fordeler den kan ha, særlig på grunn av de diffuse konturene. Andre problemer er den økende risikoen for kaskadefeil, som er et kjennetegn ved systemer som er sterkt avhengige av hverandre, og som potensielt kan skade allmennheten. Når "sirkulærøkonomi"-aktiviteter gjennomføres i ond tro, kan de ofte være lite annet enn omdømme- og inntryksstyring i PR-øyemed for store selskaper og andre interessegrupper, noe som utgjør en ny form for grønnvasking. Det er derfor ikke sikkert at det er det universalmiddelet mange hadde håpet på.

Lineære "ta, lage, kaste"-industriprosesser, og livsstilene som er avhengige av dem, bruker opp begrensede reserver for å skape produkter med begrenset levetid, som ender opp på søppelfyllinger eller i forbrenningsovnene. Den sirkulære tilnærmingen tar derimot utgangspunkt i levende systemer. Den tar utgangspunkt i at systemene våre bør fungere som organismer som bearbeider næringsstoffer som kan føres tilbake i kretsløpet - enten det er biologisk eller teknisk - derav de "lukkede kretsløpene" eller "regenerative" begrepene som vanligvis forbindes med den.

5.1.3. Omfang

Sirkulær økonomi kan ha et bredt nedslagsfelt. Forskere har fokusert på ulike områder som industrielle anvendelser med både produktorienterte og naturlige ressurser og tjenester, praksis og politikk for bedre å forstå begrensningene som den sirkulære økonomien står overfor i dag, strategisk ledelse for detaljer i den sirkulære økonomien og ulike resultater som potensielle gjenbruksapplikasjoner og avfallshåndtering.

Den sirkulære økonomien omfatter produkter, infrastruktur, utstyr og tjenester og gjelder for alle industrisektorer. Den omfatter både "tekniske" ressurser (metaller, mineraler, fossile ressurser) og "biologiske" ressurser (mat, fiber, tømmer osv.). De fleste retningene tar til orde for et skifte fra fossilt brensel til bruk av fornybar energi, og legger vekt på mangfold som et kjennetegn ved robuste og bærekraftige systemer. Sirkulærøkonomien inkluderer en diskusjon om pengenes og finansens rolle som en del av den bredere debatten, og noen av pionerene har tatt til orde for en fornyelse av verktøyene for måling av økonomisk ytelse. Et eksempel på en sirkulærøkonomisk modell er implementeringen av leiemodeller i tradisjonelle



eierområder (f.eks,

elektronikk, klær, møbler, transport). Ved å leie ut det samme produktet til flere kunder kan produsentene øke inntektene per enhet, og dermed redusere behovet for å produsere mer for å øke inntektene. Resirkuleringsinitiativer beskrives ofte som sirkulær økonomi, og vil sannsynligvis være de mest utbredte modellene.



5.1.4 Idéens fremvekst

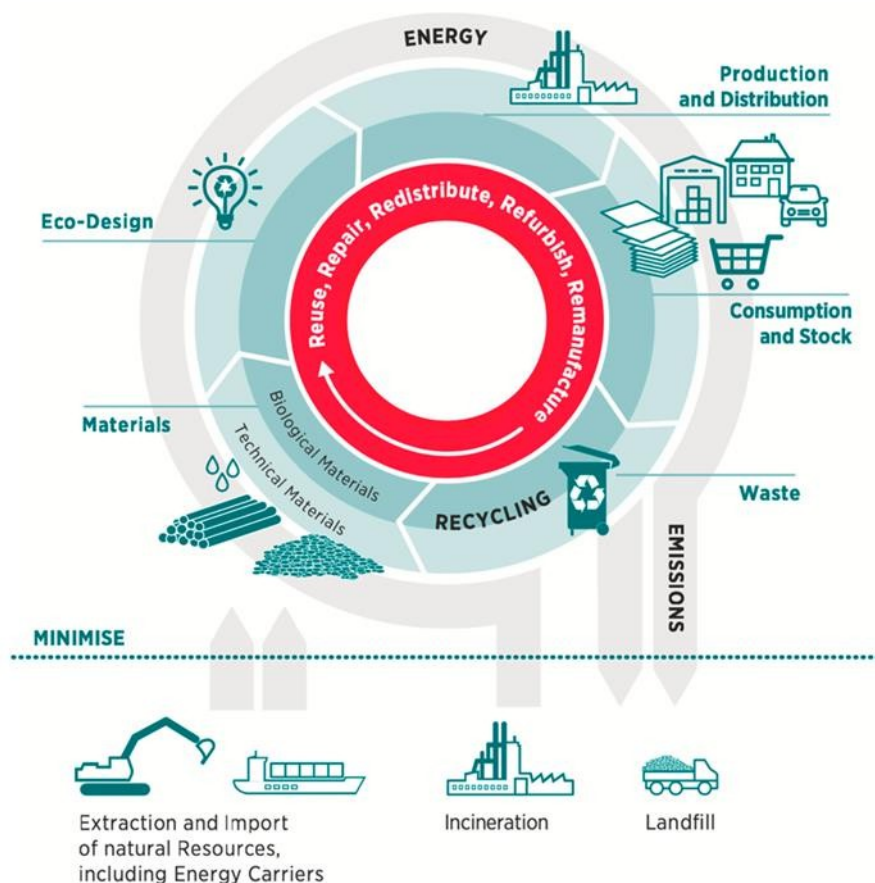
I forskningsrapporten "The Potential for Substituting Manpower for Energy", som Walter Stahel og Genevieve Reday leverte til Europakommisjonen i 1976, skisserte de visjonen om en økonomi i kretsløp (eller en sirkulær økonomi) og dens innvirkning på jobbskaping, økonomisk konkurransevne, ressursbesparelser og avfallsforebygging. Rapporten ble publisert i 1982 som boken *Jobs for Tomorrow: The Potential for Substituting Manpower for Energy* [5].

Sirkulær økonomi beskrives ofte som et rammeverk for tenkning, men tilhengerne hevder at det er en sammenhengende modell som har verdi som en del av svaret på slutten på en æra med billig olje og materialer, og som dessuten bidrar til overgangen til en lavkarbonøkonomi. I tråd med dette kan en sirkulær økonomi bidra til å oppfylle Paris-avtalen fra COP 21. De utslippsreduksjonsforpliktelsene som 195 land inngikk under COP 21-avtalen i Paris, er ikke tilstrekkelige til å begrense den globale oppvarmingen til 1,5 °C. For å nå ambisjonen om 1,5 °C er det anslått at det må oppnås ytterligere utslippsreduksjoner på 15 milliarder tonn CO₂ per år innen 2030. Circle Economy og Ecofys anslår at strategier for sirkulær økonomi kan gi utslippsreduksjoner som kan halvere gapet [6].

5.2- På vei mot en sirkulær økonomi

I 2013 ble rapporten *Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*. Rapporten, som ble utarbeidet av McKinsey & Company på oppdrag fra Ellen MacArthur Foundation, var den første i sitt slag som tok for seg de økonomiske og forretningsmessige mulighetene for overgangen til en gjenopprettende, sirkulær modell. Ved hjelp av casestudier av produkter og analyser av hele økonomien beskriver rapporten potensialet for betydelige fordeler i hele EU. Den hevder at en del av EUs produksjonssektor kan oppnå nettomaterialkostnadsbesparelser på opptil 630 milliarder dollar årlig frem mot 2025 - noe som vil stimulere den økonomiske aktiviteten innen produktutvikling, omproduksjon og oppussing. *Towards the Circular Economy* identifiserte også de viktigste byggesteinene i overgangen til en sirkulær økonomi, nemlig ferdigheter i sirkulær design og produksjon, nye forretningsmodeller, ferdigheter i å bygge kaskader og omvendte sykluser og samarbeid på tvers av sykluser/sektorer [7].

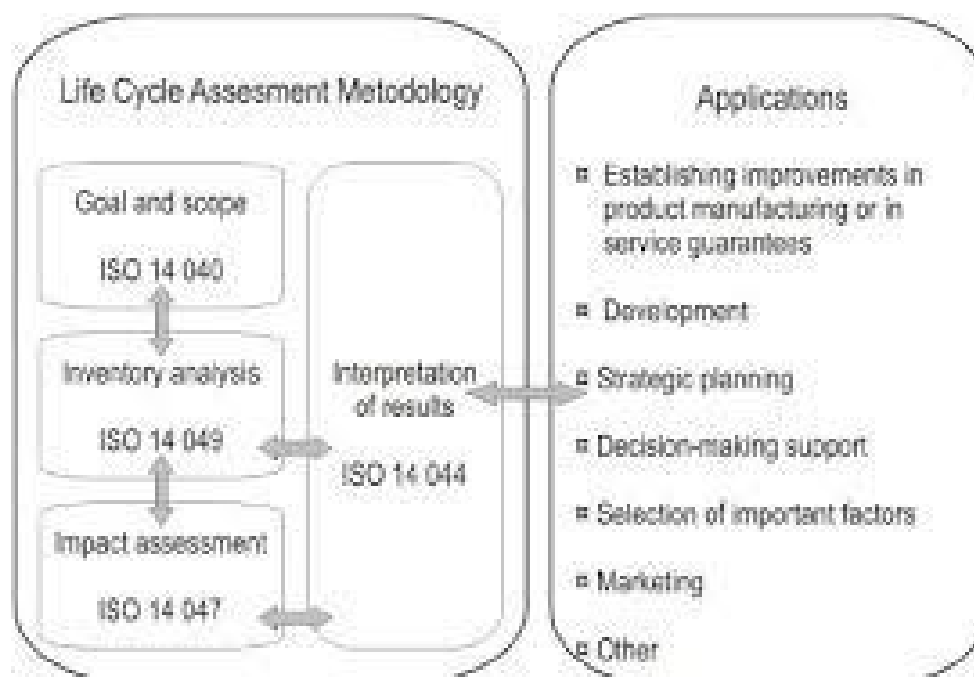
En annen rapport fra WRAP og Green Alliance (kalt "Employment and the circular economy: job creation in a more resource efficient Britain"), som ble utarbeidet i 2015, har undersøkt ulike scenarier for offentlig politikk frem til 2030. De anslår at det vil bli skapt 200 000 nye jobber og redusert arbeidsledigheten med 54 000 hvis politikken ikke endres. Et mer aggressivt politisk scenario kan skape 500 000 nye jobber og redusere arbeidsledigheten permanent med 102 000 [8].



Den 2. mars 2022 i Nairobi forpliktet representanter fra 175 land seg til å lage en juridisk bindende avtale for å få slutt på plastforurensningen innen utgangen av 2024. Avtalen skal ta for seg hele livssyklusen til plast og foreslå alternativer, inkludert gjenbruk.

5.3 - LCA-standarder og designveiledninger.

Produktdesign som optimaliserer holdbarhet, vedlikeholds- og reparasjonsvennlighet, oppgraderingsmuligheter, reproduserbarhet, separerbarhet, demontering og remontering, anses som nøkkelementer i overgangen til sirkulære produkter. Standardisering kan legge til rette for innovative, bærekraftige og konkurransedyktige fordeler for europeiske bedrifter og forbrukere. Design for standardisering og kompatibilitet vil gjøre produktdele og grensesnitt egnet for andre produkter, og målet er multifunksjonalitet og modularitet. Det er foreslått en produktfamilietilnærming for å etablere fellestrekk, kompatibilitet, standardisering eller modularisering mellom ulike produkter eller produktlinjer. Den grunnleggende standardiseringen av LCA er ISO 14000. Det er imidlertid nødvendig å bruke ulike standardiseringer i henhold til mål, beholdningsanalyse, analysens innvirkning og tolkning av resultatene.



Ikke alle typer resirkuleringsprosesser (en sirkulær prosess) har like stor innvirkning på helse og bærekraft. For bærekraft og helse kan utformingen av sirkulære prosesser være av avgjørende betydning. Store mengder elektronisk avfall resirkuleres allerede, men langt fra der det ble brukt, ofte med lav effektivitet og med betydelige negative effekter på menneskers helse og det ytre miljøet.

Gjenvinning bør derfor redusere miljøpåvirkningen fra det samlede produkt-



/tjenestesystemet, vurdert ut fra en livsløpsvurdering.

Selv om det innledende fokuset på akademiske, industrielle og politiske aktiviteter hovedsakelig var rettet mot utvikling av re-X-teknologi (resirkulering, reproduisering, gjenbruk osv.), ble det snart klart at de teknologiske mulighetene i økende grad overgår implementeringen av dem. For å utnytte denne teknologien i overgangen til en sirkulær økonomi må ulike interessenter samarbeide. Dette førte til at oppmerksomheten ble rettet mot forretningsmodellinnovasjon som et viktig virkemiddel for å tilpasse "sirkulær" teknologi.

Sirkulære forretningsmodeller kan defineres som forretningsmodeller som lukker, innsnevrer, bremser, intensiverer og dematerialiserer kretsløp for å minimere ressursinnsatsen inn i og avfalls- og utslippslekkasjen ut av det organisatoriske systemet. Dette omfatter resirkuleringstiltak (lukking), effektivitetsforbedringer (innsnevring), forlengelse av bruksfasen (bremsing), en mer intens bruksfase (intensivering) og erstatning av produkter med tjeneste- og programvareløsninger (dematerialisering). Disse strategiene kan oppnås gjennom målrettet utforming av materialgjennvinningsprosesser og tilhørende sirkulære forsyningskjeder.

Sirkulære forretningsmodeller, som den økonomiske modellen mer generelt, kan ha ulike fokusområder og ulike mål, for eksempel forlenge levetiden til materialer og produkter, om mulig over flere "brukssykluser"; bruke en "avfall = mat"-tilnærming for å gjenvinne materialer, og sørge for at de biologiske materialene som returneres til jorden, er godartede, ikke giftige; beholde den innebygde energien, vannet og andre prosessinnsatsfaktorer i produktet og materialet så lenge som mulig; bruke systemtenkning i utformingen av løsninger; regenerere eller i det minste bevare naturen og levende systemer; presse på for politikk, skatter og markeds mekanismer som oppmuntrer til produktforvaltning, for eksempel "forurensere betaler"-bestemmelser.

Sirkulære forretningsmodeller muliggjøres av sirkulære leverandørkjeder. I praksis kan samarbeid om sirkulære leverandørkjeder gjøre det mulig å skape, overføre og/eller kapre verdier som stammer fra sirkulære forretningsløsninger. Samarbeid i leverandørkjeder kan omfatte partnere både nedstrøms og oppstrøms, og det kan omfatte eksisterende og nye samarbeid. På samme måte kan samarbeid om sirkulære leverandørkjeder åpne for innovasjon i den sirkulære forretningsmodellen, med fokus på prosesser, produkter eller tjenester.

Ved å bygge på sirkulær forretningsmodellinnovasjon, digitalisering og digitale teknologier (f.eks. tingenes internett, stordata, kunstig intelligens og blokkjeder) anses som en viktig faktor for å oppskalere den sirkulære økonomien. Den digitale teknologiens sentrale rolle for å akselerere overgangen til en sirkulær økonomi, også kalt dataøkonomien, understrekes i handlingsplanen for sirkulær økonomi i den europeiske miljøavtalen. Rammeverket for smart sirkulærøkonomi illustrerer dette ved å etablere en kobling mellom digitale teknologier og bærekraftig ressursforvaltning. Dette gjør det mulig å vurdere ulike digitale strategier for sirkulær økonomi med tilhørende modenhetsnivå, og gir veiledning om hvordan man kan utnytte data og

analyse for å maksimere sirkulariteten (dvs. optimalisere funksjonalitet og ressursintensitet).

5.3.1. Standard for sirkulær økonomi BS 8001:2017

For å gi autoritativ veiledning til organisasjoner som implementerer strategier for sirkulær økonomi (SØ), utviklet og lanserte British Standards Institution (BSI) i 2017 den første standarden for sirkulær økonomi, "BS 8001:2017 Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations". Standarden BS 8001:2017 for sirkulær økonomi forsøker å samkjøre de vidtrekkende ambisjonene for sirkulær økonomi med etablerte forretningsrutiner på organisasjonsnivå. Den inneholder en omfattende liste over begreper og definisjoner knyttet til sirkulær økonomi, beskriver de viktigste prinsippene for sirkulær økonomi og presenterer et fleksibelt rammeverk for implementering av strategier for sirkulær økonomi i organisasjoner. Det gis imidlertid lite konkret veiledning om overvåking og vurdering av sirkulær økonomi, ettersom det ennå ikke er enighet om et sett med sentrale resultatindikatorer for sirkulær økonomi som kan brukes på organisasjoner og enkeltprodukter.

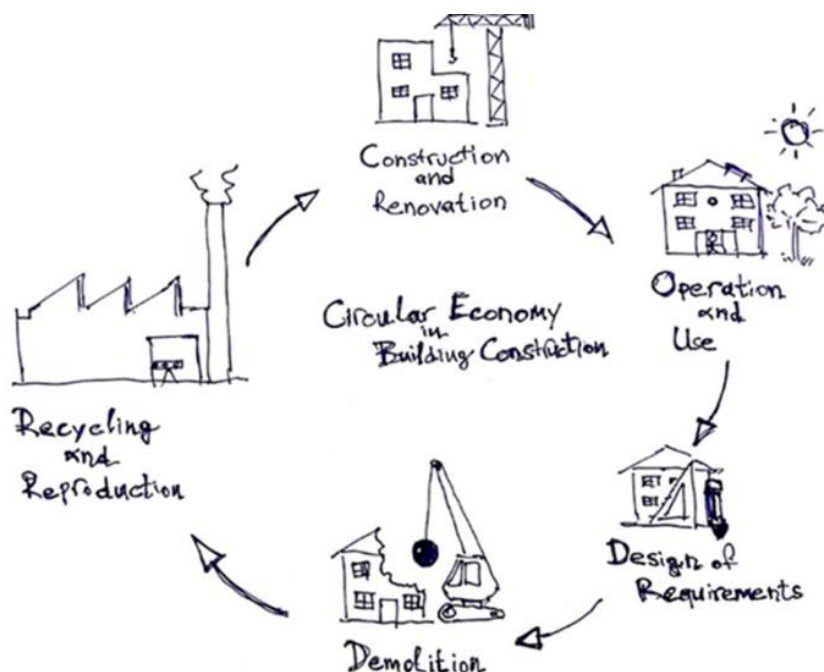
I 2018 opprettet Den internasjonale standardiseringsorganisasjonen (ISO) en teknisk komité, TC 323, innen sirkulær økonomi for å utvikle rammeverk, veiledning, støtteverktøy og krav til gjennomføringen av aktiviteter i alle involverte organisasjoner, for å maksimere bidraget til bærekraftig utvikling.

5.4- LCA og konstruksjons- og bygningsteknologi

Bygg- og anleggssektoren er en av verdens største avfallsgeneratorer. Sirkulær økonomi fremstår som en nyttig løsning for å redusere miljøpåvirkningen fra bransjen. Hovedårsakene til bygg- og anleggsbransjens miljøpåvirkning ligger i forbruket av ikke-fornybare ressurser og genereringen av forurensende restprodukter, som begge øker i et stadig raskere tempo.

Beslutninger om sirkulær økonomi kan tas på operasjonelt (knyttet til bestemte deler av produksjonsprosessen), taktisk (knyttet til hele prosesser) og strategisk (knyttet til hele organisasjonen) nivå. Det kan gjelde både byggefirmaer og byggeprosjekter (der et byggefirma er en av interessentene). Utrangerte bygninger kan dekonstrueres, slik at det oppstår nye bygningselementer som kan brukes til å skape nye bygninger og frigjøre plass til ny utvikling. Modulære byggesystemer kan være nyttige for å skape nye bygninger i fremtiden, og har den fordelen at de gjør det enklere å demontere og gjenbruke komponentene etterpå (end-of-life-bygninger).

Et annet eksempel som passer til ideen om sirkulær økonomi i bygg- og anleggssektoren på det operasjonelle nivået, er valnøttskall, som tilhører harde, lette og naturlige slipemidler som for eksempel brukes til rengjøring av mursteinsoverflater. Slipekorn produseres av knuste, rensede og utvalgte valnøttskall. De klassifiseres som gjenbrukbare slipemidler.



3D-printing av byggematerialer er en moderne teknologi som gir større arkitektonisk frihet for komplekse geometrier. 3D-printing av betong er mindre arbeidskrevende og har en mer effektiv materialbruk sammenlignet med tradisjonelle metoder. Det eliminerer også behovet for forskaling, som kan utgjøre opptil 60 % av byggekostnadene.

Portlandsement er det mest brukte bindemiddelet i betongproduksjon. Produksjonen av portlandsement er imidlertid svært energikrevende og bidrar til det globale karbonfotavtrykket. Klinkerfrie byggematerialer er utviklet for å erstatte et av de mest forurensende materialene: Portlandsementbasert betong. Derfor er det etterspørsel etter alternative systemer med mindre miljøpåvirkning.

Et første forsøk på å måle suksessen med implementering av sirkulær økonomi ble gjort i byggefirmaer. Derfor er det behov for kvalifiserte fagfolk som jobber med sirkulær økonomi i bygg- og anleggssektoren, og som kan bidra til å skape nye stillinger og økonomisk vekst.

5.5- Programvare

De mest brukte programvarene innen sirkulær økonomi er

- SimaPro
- Brousted modell 5

- Team (EcoBilan)
- GaBi
- MEEUP-metoden
- HILSEN
- MIPS
- GRANTA
- Aggregain
- KCL-ECO 3.0
- Okala Ecodesign
- LCA-kalkulator
- LCA med ett klikk

For BIM-LCA-tilnærmingen i kurset anbefales programmene GRANTA og One-Click LCA.

Referanser

- [1] Tunn, V. S. C.; Bocken, N. M. P.; van den Hende, E. A.; Schoormans, J. P. L. (2019). "Forretningsmodeller for bærekraftig forbruk i den sirkulære økonomien: En ekspertstudie". *Journal of Cleaner Production*. 212: 324–333. doi:10.1016/j.jclepro.2018.11.290.
- [2] Chertow, Marian R. (2000). "Industriell symbiose: Litteratur og taksonomi". *Annual Review of Energy and the Environment*. 25 (1) : 313-337. doi:10.1146/annurev.energy.25.1.313. ISSN 1056-3466.
- [3] Wautelet, Thibaut (2018). "Konseptet sirkulær økonomi: dets opprinnelse og utvikling". doi:10.13140/RG.2.2.17021.87523
- [4] Aggeri, Frank (2020). [*Sirkulærøkonomien: Historisk perspektiv og aktuelle problemstillinger*](#). Wiley. s. 3-12. Hentet 2. april 2023. [5] K. Hermann, S. Krötsch og S. Winter, *Håndbok i fleretasjes trekonstruksjoner*. 2018. doi: 10.11129/9783955533953.
- [5] "Vugge til vugge | The Product-Life Institute". Product-life.org. (2012)
- [6] Blok, Kornelis; Hoogzaad, Jelmer; Ramkumar, Shyaam; Ridley, Shyaam; Srivastav, Preeti; Tan, Irina; Terlouw, Wouter; de Wit, Terlouw. "Implementering av sirkulær økonomi globalt gjør Paris-målene oppnåelige". Circle Economy. Circle Economy, Ecofys. Hentet 20. april 2017.
- [7] Mot en sirkulær økonomi: en økonomisk og forretningsmessig begrunnelse for en raskere overgang. Ellen MacArthur Foundation. 2012. p. 60. Arkivert fra originalen 2013-01-10. Hentet 2012-01-30.
- [8] Estimering sysselsetting effekter av av sirkulær økonomi (<https://www.iisd.org/publications/brief/estimating-employment-effects-circular-economy?q=library/estimating-employment-effects-circular-economy>)

6 - Leveranser

For å evaluere hvor vellykket søknaden er, må studentene svare på et nettbasert spørreskjema.

7- Hva vi har lært (læringsutbytte)

1. Gjenkjenne, forklare og diskutere hvordan materialer og energi strømmer gjennom vårt økonomiske system.
2. Bruk en systemtilnærming for å utvikle modeller for sirkulær økonomi for å holde materialer og energi på sitt høyeste verdi.
3. Kjenne til og skille mellom strategier for å oppnå en mer sirkulær økonomi, inkludert ressurs- og avfallshåndtering, miljøeffektivitet, ren produksjon, industriell økologi, og hvordan teknologi som stordata legger til rette for dette.
4. Forstå hvordan man bruker livssyklusligninger for å kvantifisere miljøpåvirkningen fra produkter eller systemer, inkludert innebygd energi.
5. Har opplevd eller blitt eksponert for energisystemkonsepter, inkludert bærekraftige alternativer for produksjon, utnyttelse og optimalisering av energi.
6. Omfatte, undersøke, kritisk analysere og syntetisere informasjon for å utforme et kreativt og bærekraftig alternativ til en "lineær" modell i en forhåndsdefinert kontekst.