



Kunnskap for en bedre verden

Verktøykassen for bærekraft i produksjon

Annik Magerholm Fet
NTNU, 13.12.2023

Grønn innovasjon og forskningsstatus

Strategi	Samfunnmessig driver	Strategisk grep	Konkurrans-fordel	Forsknings-status
Prosess- forbedring	Minimere utslipp og svinn fra produksjonen	Kontinuerlig forbedring og ressurs-effektivitet	Lavere kostander	Tydelige empiriske sammenhenger
Produkt- forbedring	Minimere miljøbelastning over livsløpet	Integrere interessenter i produktutvikling og innovasjon	Økt betalings- villighet gjennom bedret omdømme og differensiering	Økende mengde forskning, men behov for empirisk validering
Bærekraft integret i forretnings- modellen	Minimere sosiale og miljømessige belastninger over livsløpet	Overordnet visjon forankret i bærekraft	Framtidig konkurrans- posisjon	Lite forskning per i dag

The toolbox

Environmental management Systems (EMS)
Environmental Performance Evaluation (EPE)
Environmental Auditing (EA)

- **Management
related**

Life Cycle Assessment (LCA and LCC)
Product labeling (EL, EPD, X-footprints)
Design for the Environment (DfE)

– **Product
related**

Energy, water, material accounting (EAc)
Input-output-analyses (I/O)

- **Process
related**



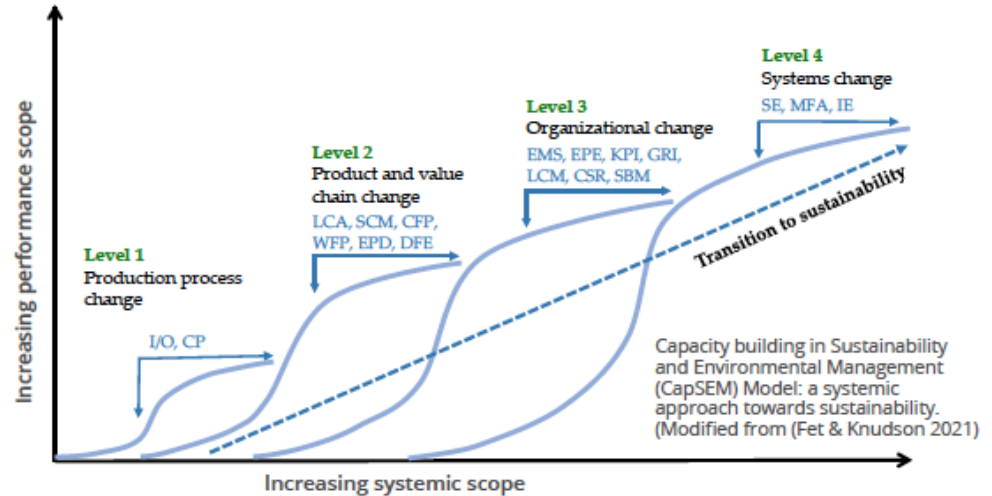
The CapSEM Model

L1 for process-level improvements

L2 for product-level and value chain improvements,

L3 for organizational-level improvements and

L4 for systems-level change.



1 Production process change

I/O – Input-Output Analysis
CP – Cleaner Production

2 Product & value chain change

LCA – Life Cycle Assessment
SCM – Supply Chain Management
CFP – Carbon Footprint of Products
WFP – Water Footprint of Products
EPD – Environmental Product Declaration
DFE – Design for Environment

3 Organizational change

EMS – Environmental Management System
EPE – Environmental Performance Evaluation
KPI – Key Performance Indicator
GRI – Global Reporting Initiative
LCM – Life Cycle Management
CSR – Corporate Social Responsibility
SBM – Sustainable Business Models

4 Systems change

SE – Systems Engineering
MFA – Material Flow Analysis
IE – Industrial Ecology

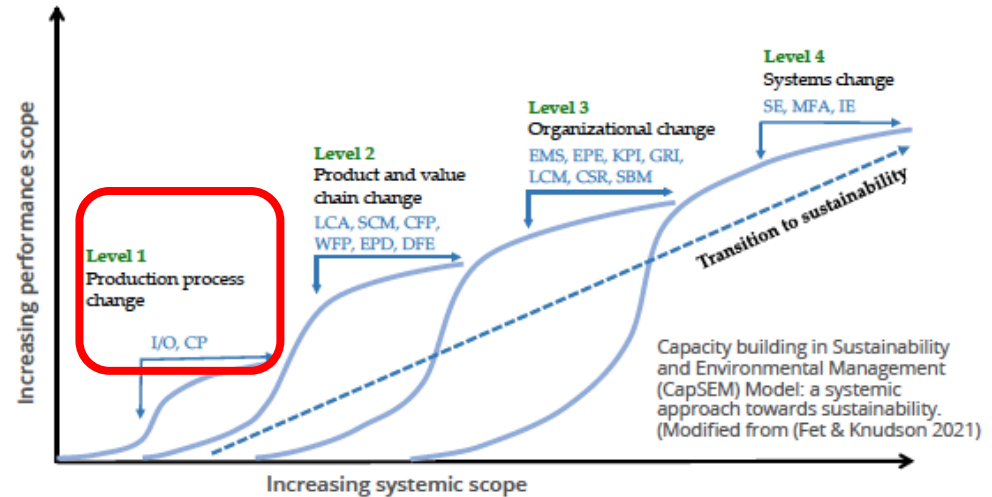
Four levels in the CapSEM Model

L1 for process-level improvements

L2 for product-level and value chain improvements,

L3 for organizational-level improvements and

L4 for systems-level change.



1 Production process change

I/O – Input-Output Analysis
CP – Cleaner Production

2 Product & value chain change

LCA – Life Cycle Assessment
SCM – Supply Chain Management
CFP – Carbon Footprint of Products
WFP – Water Footprint of Products
EPD – Environmental Product Declaration
DFE – Design for Environment

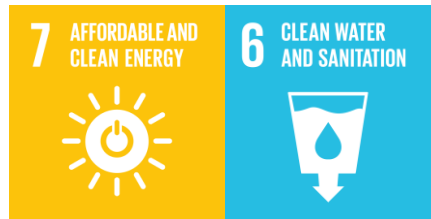
3 Organizational change

EMS – Environmental Management System
EPE – Environmental Performance Evaluation
KPI – Key Performance Indicator
GRI – Global Reporting Initiative
LCM – Life Cycle Management
CSR – Corporate Social Responsibility
SBM – Sustainable Business Models

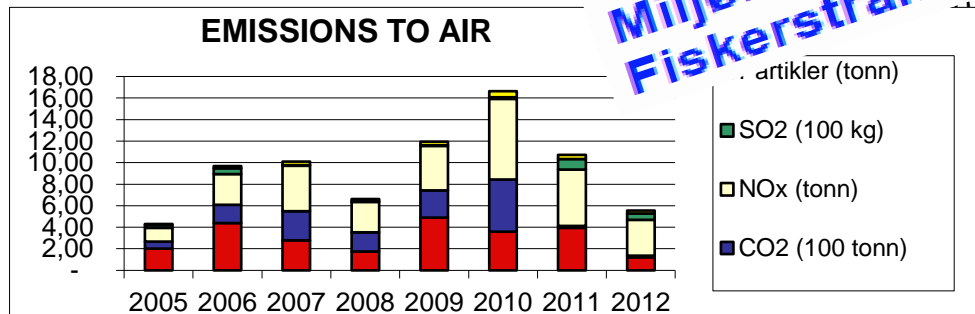
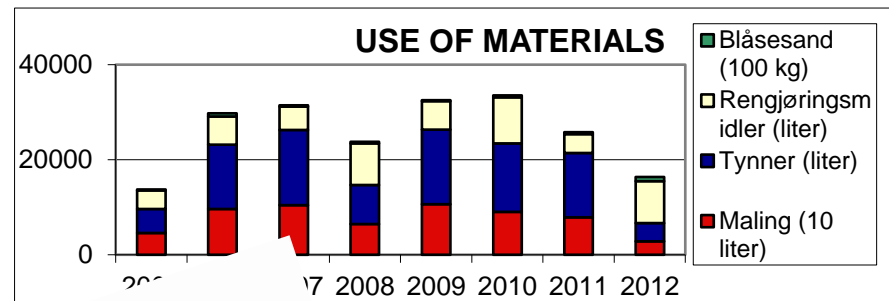
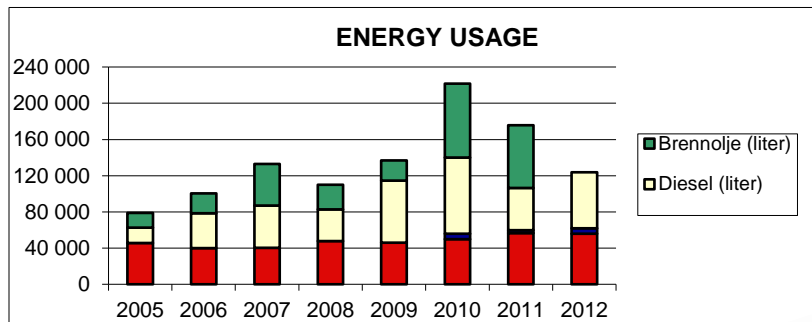
4 Systems change

SE – Systems Engineering
MFA – Material Flow Analysis
IE – Industrial Ecology

Nivå 1: Prosessfokus og forbedringsmuligheter



Example of environmental aspects in the construction / maintenance phase at the shipyard



Miljørapport 2012
Fiskerstrand Verft AS

Environmental aspects

Because of the complexity in the maritime industry, it is essential to consider the industry's most important aspects affecting

- the use of natural resources,
- the flows of pollutants and emissions,
- the impact on ecosystem and reshaping of environment, and
- the effect on human welfare caused by environmental conditions.



Examples of Guidelines and Reports



Renere produksjon i verftsindustrien



Hvorfor renere produksjon ?

- Renere produksjon vil gi reduserte kostnader i forbindelse med avfallshåndtering
- Renere produksjon gir reduserte produksjonskostnader, ved å redusere forbruket av råvarer, energi- og vann.
- Renere produksjon vil gi produktene et markedsfortrinn, et miljømessig konkurransefortrinn.
- Renere produksjon vil forbedre arbeidsmiljøet og gjøre nærmiljøet rundt bedriften renere.

Hva er gjort i verftsindustrien ?

Forskningsinstitusjonen Møreforskning Alesund har i samarbeid med 5 skipsverft sett på mulighetene for renere produksjon innenfor fire aktuelle områder.

- bunnbehandling
- maling og metallisering
- avfallshåndtering ved ombygging
- sandblåsing

Møreforskning A

Guide for miljøtiltak ved norske verftt



TBL Teknologibedriftenes Landsforening



Miljørappport

Fiskerstrand Verft AS er et tradisjonsrikt og konkurransedyktig verft som ligger i Sula kommune, ca. 20 km fra Alesund sentrum og 10 km fra Speiløkkavik/Moa. Gjennom mer enn 90 års sammenhengende drift har vi lagt vekt på i vår virksomhet er forskjøvet fra ren mekanisk industri til sammensatte kompetansebaserte løsninger innen dokking, reparasjon, vedlikehold, ombygging og nybygging av skip. Et sentralt element i vår forretningsplan er å utvikle bedriftens stålplategje kjerne, -fleksibilitet, allsidig høy skipskompetanse og avansert utstyr for feilekking, maskinering, reparasjoner og forebyggende vedlikehold.



2003

MILJØPOLITIKK

Fiskerstrand Verft AS vil drive sin virksomhet på en slik måte at miljøet belastes minst mulig. Verftet vil følge pålagte lover og forskrifter og vil, innenfor økonomisk forsvarlige rammer, strebe etter å finne nye løsninger for å redusere utslipp og avfall. Dette fordrer blant annet et konstruktivt samarbeid med våre kunder, leverandører og samarbeidspartnere. Vi ønsker å prioritere en åpen kommunikasjon med ansatte, lokalsamfunnet og myndighetene om miljøspørsmål.



The toolbox

Environmental management Systems (EMS)
Environmental Performance Evaluation (EPE)
Environmental Auditing (EA)

- **Management related**

Life Cycle Assessment (LCA and LCC)
Product labeling (EL, EPD, X-footprints)
Design for the Environment (DfE)

– **Product related**

Energy, water, material accounting (EAc)
Input-output-analyses (I/O)

- **Process related**



Grønn innovasjon og forskningsstatus

Strategi	Samfunnmessig driver	Strategisk grep	Konkurrans-fordel	Forsknings-status
Prosess-forbedring	Minimere utslipp og svinn fra produksjonen	Kontinuerlig forbedring og ressurs-effektivitet	Lavere kostander	Tydelige empiriske sammenhenger
Produkt-forbedring	Minimere miljøbelastning over livsløpet	Integrere interessenter i produktutvikling og innovasjon	Økt betalingsvillighet gjennom bedret omdømme og differensiering	Økende mengde forskning, men behov for empirisk validering
Bærekraft integrert i forretnings-modellen	Minimere sosiale og miljømessige belastninger over livsløpet	Overordnet visjon forankret i bærekraft	Framtidig konkurranse-opsisjon	Økende forskning per i dag

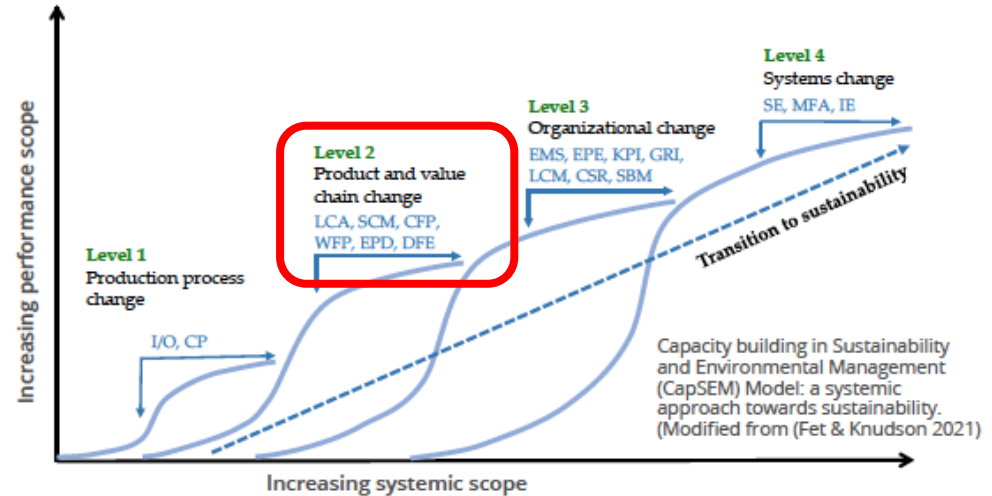
Four levels in the CapSEM Model

L1 for process-level improvements

L2 for product-level and value chain improvements,

L3 for organizational-level improvements and

L4 for systems-level change.



1 Production process change

I/O – Input-Output Analysis
CP – Cleaner Production

2 Product & value chain change

LCA – Life Cycle Assessment
SCM – Supply Chain Management
CFP – Carbon Footprint of Products
WFP – Water Footprint of Products
EPD – Environmental Product Declaration
DFE – Design for Environment

3 Organizational change

EMS – Environmental Management System
EPE – Environmental Performance Evaluation
KPI – Key Performance Indicator
GRI – Global Reporting Initiative
LCM – Life Cycle Management
CSR – Corporate Social Responsibility
SBM – Sustainable Business Models

4 Systems change

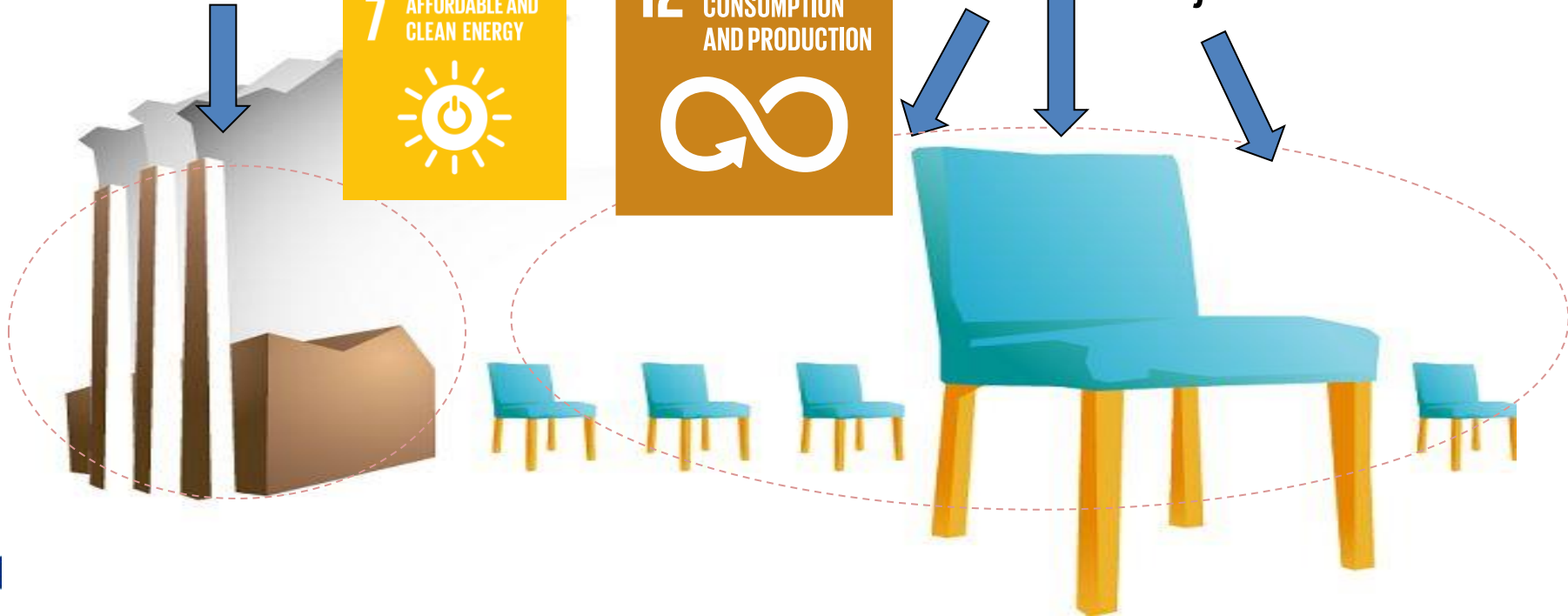
SE – Systems Engineering
MFA – Material Flow Analysis
IE – Industrial Ecology

Nivå 2: Fra produksjonsprosesser til hele verdikjeden

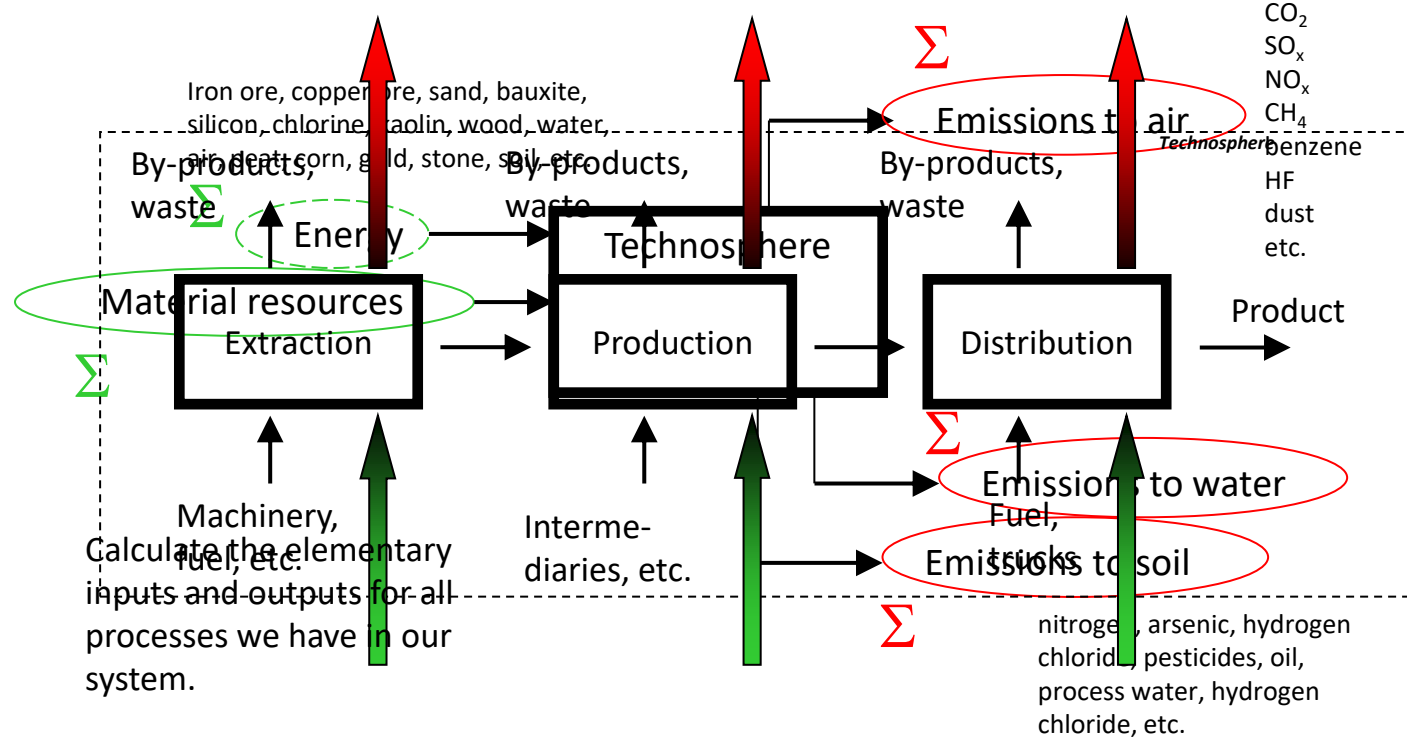
Norsk produksjon med ren energi



Forbrukere stiller krav til hele verdikjeden



Livsløpsregnskap (Life Cycle Inventory)



Normative references - ISO



➤ Two procedural LCA Standards

- **ISO 14040** - Principles and framework (created in 1997-2000; revised in 2006).
- **ISO 14044** - Requirements and guidelines (2006)
 - Replaced:
 - ISO 14041 - Goal and scope definition and inventory analysis (1998 – 2006).
 - ISO 14042 - Life cycle impact assessment (2000 – 2006).
 - ISO 14043 - Life cycle interpretation (2000 - 2006).

➤ Others LCA ISO standards

- **ISO 14047** - Examples of application of ISO 14042 (2003).
- **ISO 14048** - Data documentation format (2002).
- **ISO 14049** - Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis (2000).

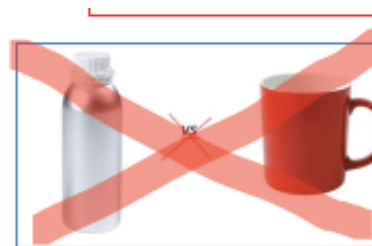


Hvorfor bruke LCA?

- LCA beregner miljøpåvirkningen over hele produktets verdikjede og levetid.
- Produkt forbedringer:
 - Viser hvordan miljøpåvirkningen oppstår (gjelder problemet valg av materialer, prosesser, energibærere, transport, ...?)
- Sammenligning av produkter
- Markedsføring og produktinformasjon
 - Environmental Product Declaration (EPD)
 - Environmental labelling (the Swan, EU Flower, etc.)



VS



Design for Environment (DFE)

Reduser materialforbruket



Reduser energiforbruk i bruksfasen



Forleng levetiden på produktet

Stokke Tripp Trapp Chair



Peter Opsvik (for Stokke, 1972) designed the award-winning Tripp Trapp chair to grow with the child, increasing the effective lifetime of the chair.

www.stokke.com

STOKKE

From childhood to ...

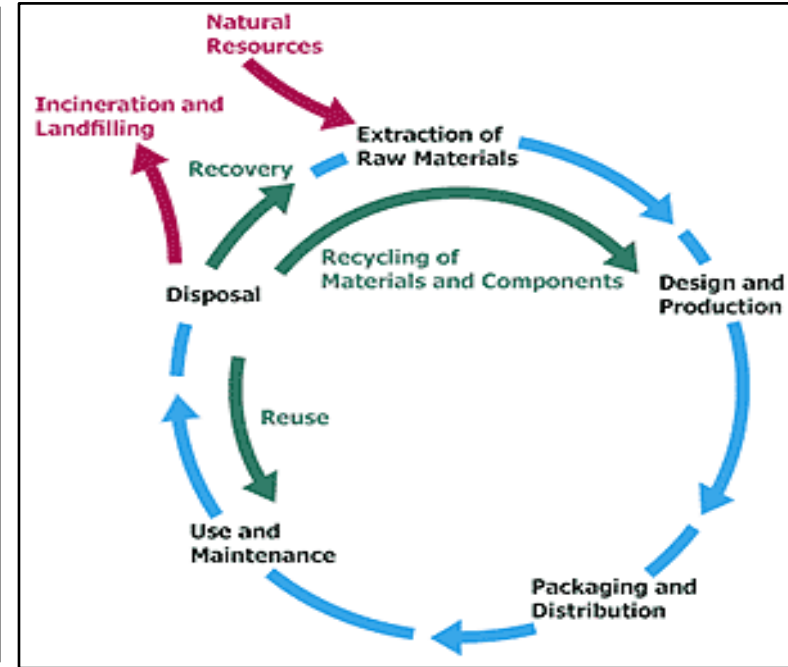
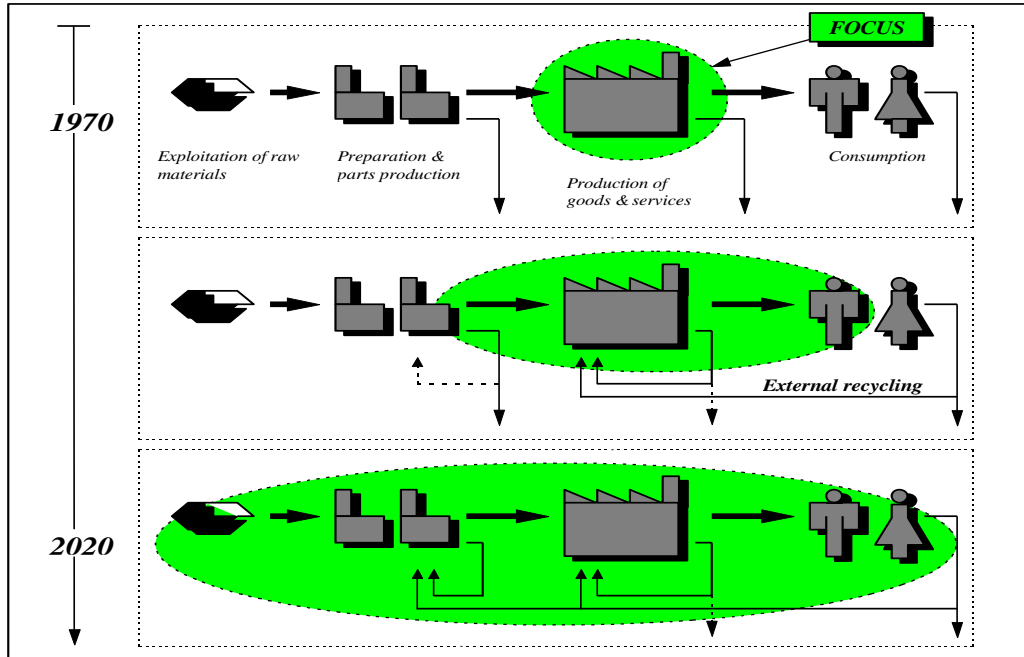
Design for dismantling

Headlight of a vehicle



The different plastic components of the headlight can be disassembled simply and quickly.

Overgang fra lineær til sirkulær økonomi



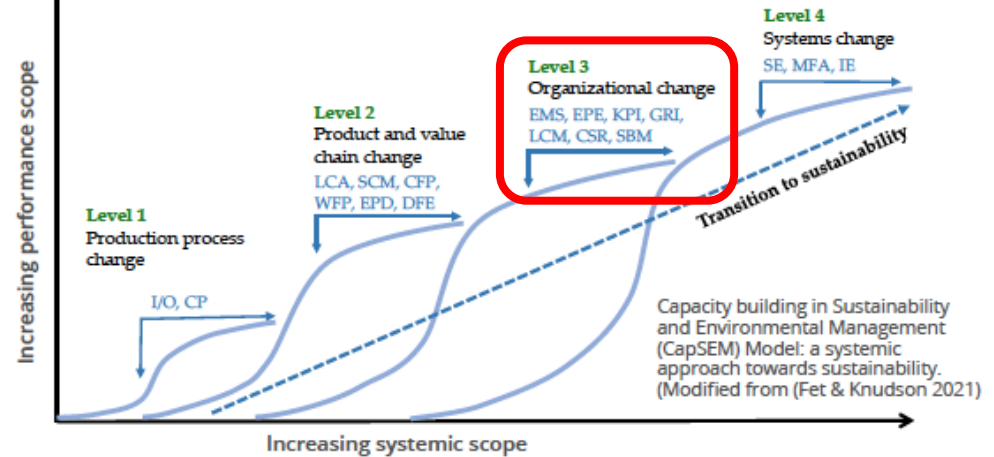
Four levels in the CapSEM Model

L1 for process-level improvements

L2 for product-level and value chain improvements,

L3 for organizational-level improvements and

L4 for systems-level change.



1 Production process change	2 Product & value chain change	3 Organizational change	4 Systems change
I/O – Input-Output Analysis CP – Cleaner Production	LCA – Life Cycle Assessment SCM – Supply Chain Management CFP – Carbon Footprint of Products WFP – Water Footprint of Products EPD – Environmental Product Declaration DFE – Design for Environment	EMS – Environmental Management System EPE – Environmental Performance Evaluation KPI – Key Performance Indicator GRI – Global Reporting Initiative LCM – Life Cycle Management CSR – Corporate Social Responsibility SBM – Sustainable Business Models	SE – Systems Engineering MFA – Material Flow Analysis IE – Industrial Ecology

The toolbox

Environmental management Systems (EMS)
Environmental Performance Evaluation (EPE)
Environmental Auditing (EA)

Life Cycle Assessment (LCA and LCC)
Product labeling (EL, EPD, X-footprints)
Design for the Environment (DfE)

Energy, water, material accounting (EAc)
Input-output-analyses (I/O)



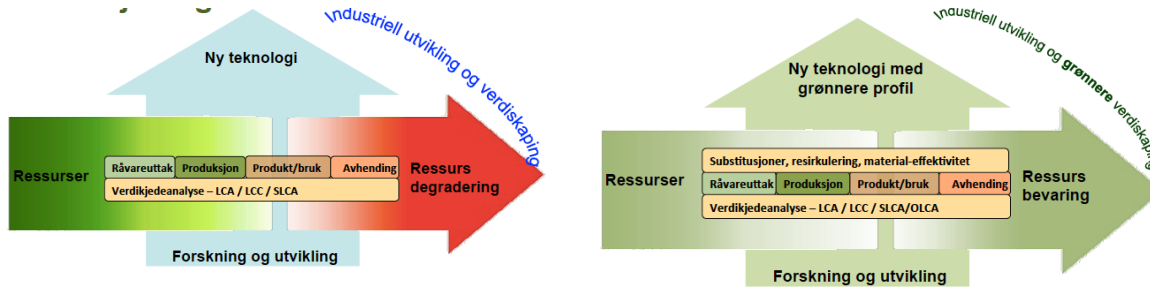
- **Management related**

– **Product related**

- **Process related**

Nivå 3: Implementering på organisatorisk nivå

Life Cycle



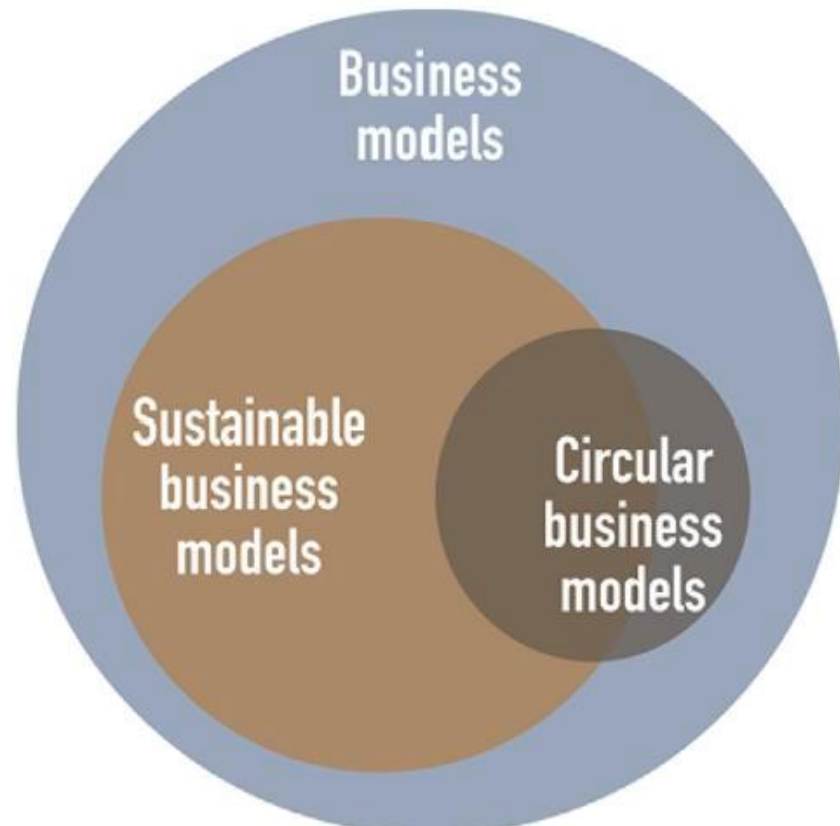
- Innovasjon og livsløpstenkning i praksis
- Verktøykassen for strategisk beslutningsstøtte for det grønne skiftet
- Styringsmodeller for implementering



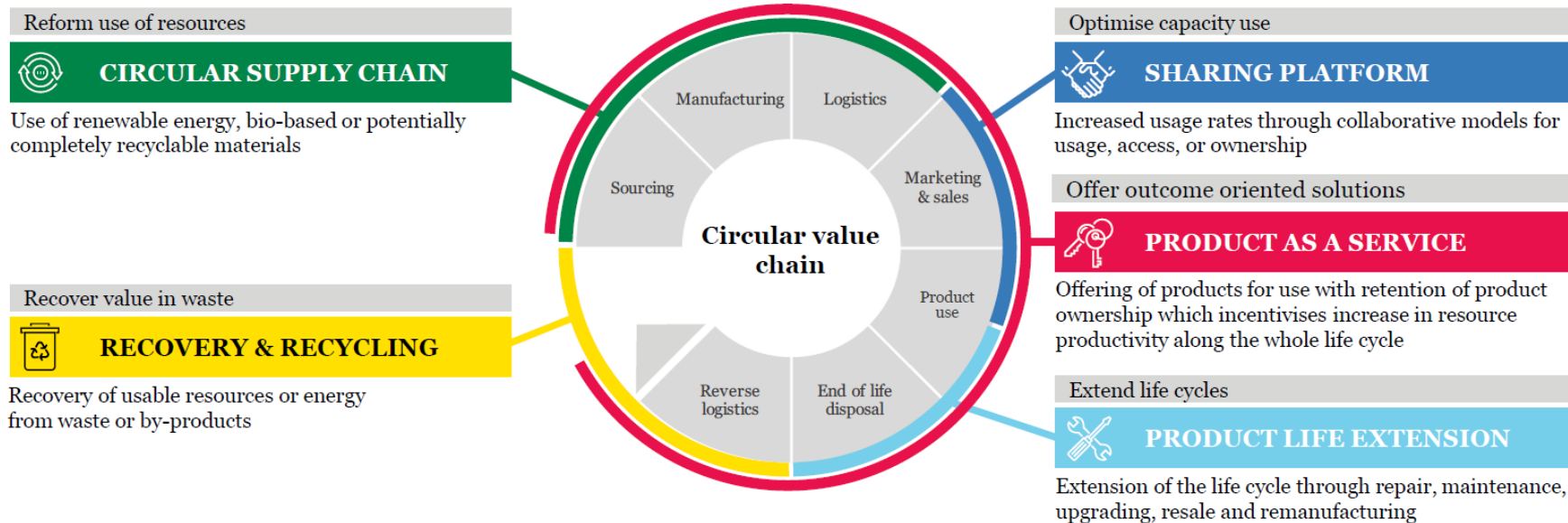
Forretningsmodeller



www.bh4s.no



Five types of circular business models



Source: Accenture

ISO/TC 323 Sirkulær økonomi, innhold

- Standarder for sirkulær økonomi

Krav, rammeverk, veiledninger og hjelperedskap...

...for implementering av sirkulære økonomiprosjekter...

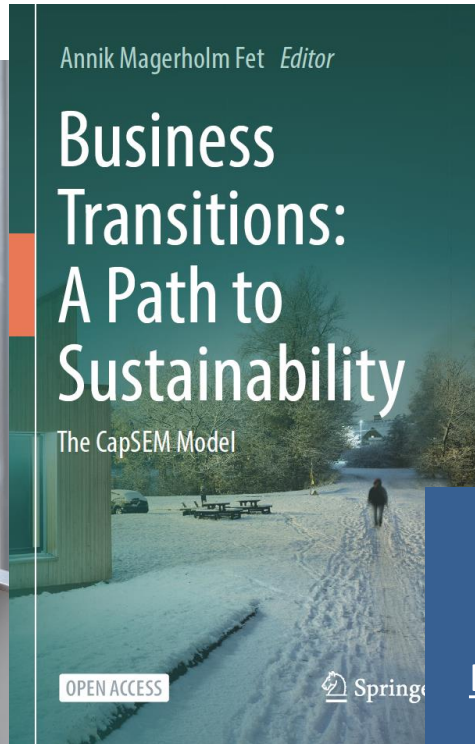
...til bruk i alle typer virksomheter.

Komplementær til arbeid i...

...ISO 14000-serien og standard for bærekraftige innkjøp.



The way ahead – my book project 2023



Five advices:

1. **Systemic changes** – holistic understanding and life cycle thinking
2. **Focus on interdisciplinarity** – understand the complexity
3. **"Net positive management"** – regenerative measures that help develop the environment, not just protect against destruction
4. **Digitalization for sustainability** - increased use of "IoT" , AI and digital solutions
5. **Responsibility in the values chain** – create responsible cooperation between the actors

Thank you for listening
Annik.Fet @ntnu.no

[Business Transitions: A Path to Sustainability: The CapSEM Model | SpringerLink](#)