

## **Bæredygtig design**

Lektor Torben Lenau  
Institut for Produktion og Ledelse  
Danmarks Tekniske Universitet  
lenau@ipl.dtu.dk

Dette notat beskriver nogle grundbegreber for bæredygtighed og miljøvenlighed i forbindelse med produktudvikling. Notatet er udarbejdet til brug i forbindelse med undervisning af studerende indenfor industrielt design.

3. maj 2002

## Bæredygtighed

Bæredygtighed (sustainability på engelsk) blev af Bruntland kommissionen i 1987 defineret som:

*"Meeting the need of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs".*

Dette er også udtrykt i et gammel citat fra amerikanske indianere:

*"Vi arver ikke jorden af vores forældre. Vi låner den af vores efterkommere".*

Bæredygtighed omfatter her både miljømæssige, økonomiske og sociale forhold. Eksempelvis vil en massiv miljømæssig indsats ikke indebære bæredygtighed hvis de økonomiske følgevirkninger bliver for store eller at der samtidig er store sociale uligheder, som kan medføre ustabile samfund. Dette er værd at huske på i forbindelse med udviklingen af den 3die verden. De har et legitimt krav på en levestandard svarende til den vestlige verdens. Men forbrugsstigningen for de meget store befolkningsmasser har stor betydning for ressourceforbrug og miljøpåvirkning.

### Faktor 4

Man skal også se den såkaldte faktor-diskussion i denne sammenhæng. For at muliggøre at udviklingslandene kan øge deres forbrug skal de industrialiserede lande effektivisere deres forbrug så ressourceforbrug og miljøpåvirkning reduceres med en faktor 4-10.

## Miljøvenlighed

Miljøvenlighed omfatter dels forbruget af (ikke fornyelige) ressourcer i form af materialer og energi, dels påvirkning af det ydre miljø og dels påvirkning af arbejdsmiljøet. Miljøvenlighed er et relativt begreb da stort set alt forbrug påvirker miljøet. Men et produkt kan være mere miljøvenligt end et alternativt produkt.

### økologi

Når talen er om miljøvenlighed hører man også ofte begrebet økologi, som sigter til hvordan de enkelte dele i et økosystem fungerer i samspil med hinanden. Når ordet bruges i forbindelse med fødevarer, betyder det at produkterne er produceret idet der er fulgt en række regler omkring dyrevelfærd samt manglende brug af sprøjtemidler og kunstgødning.

## Påvirkning af det ydre miljø

Her skelnes mellem påvirkninger og effekter.

Påvirkninger fx. i form af udledninger kan vi måle og veje og henføre til det objekt vi vil miljøvurdere. Effekterne kan også måles, men det er sværere at vide i hvor høj grad de skyldes hvilke påvirkninger. Denne sammenhæng er genstand for megen forskning og diskuteres bl.a. i den internationale organisation for miljøvurdering SETAC.

På det globale niveau er de vigtigste effekter drivhuseffekten og påvirkning af ozonlaget. På regionalt niveau er det forsuring, nærings saltbelastning og toksicitet. På lokalt plan er det affaldsmængder og fotokemisk ozondannelse (smog).

### *Drivhuseffekt*

Drivhuseffekten er en ganske ønskelig effekt, fordi hvis den ikke var der, ville temperaturen på jorden være meget lavere. Men gennem de seneste 100 år har man kunne måle en stigende middeltemperatur på jorden, hvilket antages at skyldes en øget drivhuseffekt. Dette kan skyldes udledning af såkaldte drivhusgasser (fx. CO<sub>2</sub>), da et tykkere drivhuslag i atmosfæren vil have en sådan effekt. Problemet er at stigende middeltemperaturer måske kan medføre klimaændringer. Skrækscenarier er, at Golfstrømmen vender, og at vi får en ny istid. I mindre målestok kan man risikere mere ustabil klima, fx. med flere kraftige storme.

### *Ozonlag*

Ozon (O<sub>3</sub>) er en ustabil iltforbindelse som opstår højt oppe i atmosfæren når luften påvirkes af solens ultraviolette (UV)-lys. Ozonlaget virker som et filter, der tilbageholder en del af UV-lyset. Uden dette filter ville levende organismer have svært ved at opholde sig udendørs i solen. Et mindre effektivt filter ville bl.a. betyde højere risiko for hudcancer. Stoffer som Freon og HCFC som bl.a. findes i køleskabe vil, hvis de udledes i atmosfæren, betyde at ozonlaget gøres tyndere.

### *Forsuring*

Forsuring skyldes især svovlsyre, som stammer fra afbrænding af olie og kul. Syren regner ned og medfører sure søer hvor fiskene dør, skovdød samt materiel skade på fx. bygninger.

### *Nærings saltbelastning*

Nærings saltbelastning omfatter bl.a. nitrater, som stammer fra overgødning samt fra vores spildevand fra især byerne. Når nærings saltene ender i vandløb, søer og

fjorde medfører de øget algevækst, som kan betyde fiskedød mv.

#### *Toxicitet*

Toxicitet er egentlige giftige udledninger, som dels kan være farlige for mennesker dels for miljøet (økotoxicitet).

#### *Affaldsmængder*

Affaldsmængder er et problem både p.gr.a. de landskabsværdier de ødelægger samt de andre gener losseplaser kan give for lokalmiljøet.

#### *Fotokemisk ozondannelse*

Fotokemisk ozondannelse dannes bl.a. ved forbrænding af benzin i byerne og er en del det der kaldes smog. Ozon er skadelig for mennesker og derfor uønsket tæt ved jordoverfladen (men ønsket oppe i ozonlaget).

## **Ressourceforbrug**

Ved forbrug af malme og olie og kul mindskes de reserver vi kender. For nogle ressourcer er de kendte bestande faktisk ikke så store. Eksempelvis mener man at de kende kobber og nikkel reserver med det nuværende forbrug vil være opbrugt om 20-30 år. Brug af fornyelige ressourcer (fx. planter) og genbrug er løsninger herpå.

## **Arbejds miljø**

Nogle produktionsprocesser medfører et ubehageligt arbejdsmiljø for dem, der arbejder med processerne. Dette gælder ikke kun produktionsprocesser men også brugsprocesser og bortskaffelsesprocesser.

## **Bortskaffelse og genbrug**

Bortskaffelse sker bl.a. ved deponi på lossepladser og ved forbrænding. Mange produkter består af en blanding af mange materialer, og når der er et højt stålindhold bliver de ofte adskilt i såkaldte schreddere eller hammermøller. Afbrænding af fx. plast i kraftværker betragtes også som en form for genbrug (energigenbrug) da plastens energiindhold udnyttes.

## **Vurderingsteknikker**

Miljøvenlighed kan måles ved hjælp af såkaldte livscyklusvurderingsmetoder (LCA = Life Cycle

Assessment). Her opgøres forbruget af ressourcer i alle livsforløbsfaser og de oversættes til forventede effekter.

Da LCA metoder er ret omfattende at bruge, er der udviklet såkaldte indikatormetoder. Her kan man finde en række indikatorværdier i tabeller og så udregne et overslag for miljøpåvirkningen for et produkt. Eksempler på indikatormetoder er den danske Oliepoint metode og den hollandske Ecoindicator method.

#### *Personekvivalenter*

Miljø måles i en hel række forskellige enheder, og for at kunne sammenligne dem oversætter man dem til såkaldte personekvivalenter. Dette gøres ved at dividere den samlede miljøpåvirkning på jorden med befolkningstallet (nu ca. 6 mia.). Herved findes en enkelt persons "ration".

### **Produktets livsforløb**

Et produkts livsforløb kaldes også for dets livscyklus og omfatter tilvejebringelsen af råvarer, produktion transport, brug og bortskaffelse.

Råvarer > Produktion > Transport > Brug > Bortskaffelse

### **MEKA-skema**

Et godt hjælpemiddel til at danne sig et overblik over miljøproblemerne for et produkt fås ved at lave et MEKA-skema. Skemaet er også anvendeligt til at kommunikere miljømæssige fordele og ulemper for det produkt der undersøges.

I MEKA-skemaet beskrives de fordele og ulemper man kan se for produktet i forhold til livsforløbsfaserne.

#### *Produktets funktion*

Men før skemaet udfyldes, skal man først gøre sig klart hvilken funktion ens produkt udfylder og hvordan den funktion alternativt kunne opnås. Man skal også definere en funktionel enhed, så man har et mål for sammenligning af alternative produkter. Eksempelvis er funktionen af en kaffekop at opbevare varm kaffe, og den funktionelle enhed kunne være "Opbevaring af 2 dl. varm drik 3 gange dagligt i et år". Hermed vil man kunne sammenligne 1/4 keramikkrus med 1000 engangsplastkrus.

#### *Funktionel enhed*

I skemaet vurderes fordele (+) og ulemper (-) som beskrives i stikord, idet man for hver livsforløbsfase overvejer forbruget af materialer, energi, kemi og andet.

	Råvarer	Produktion	Transport	Brug	Bortskaffelse
Materialer					
Energi					
Kemi					
Andet					

### **Eksempel: En parkeringsautomat**

Målet med parkeringautomaterne er at begrænse trafikken i byerne. Dette kan bl.a. gøres ved tidsbegrænse parkering og/eller at opkræve afgifter. Alternativer kunne være almindelige P-skiver, "P-skrabelodder" eller traditionelle parkometre. "P-skrabelodderne" er små sedler, der vil kunne sælges fra kiosker mv. Når man skal bruge dem "skraber" man på nogle felter, som angiver dato og et tidspunkt. De kan dermed kun bruges en gang. De var overvejet i København, men man valgte automater, der mod betaling udskriver p-kviteringer. Fordelene ved "P-skrabelodderne" var, at de kunne sælges gennem et eksisterende distributionssystem og, at der ikke skulle etableres særlige standere med de der tilhørende udgifter ved etablering og drift. De første automater i København havde fx. et energiforbrug svarende til et almindeligt parcelhus.

Lad os sammenligne "P-skrabelodder" med P-automater i et MEKA-skema.

*Funktional enhed*

*25.000 "P-skrabelodder"/år  
= en parkeringsautomat*

For at sammenligne løsningerne miljømæssigt må man først gøre sig klart, hvad det er der sammenlignes. Den funktionelle enhed kunne fx. defineres som parkeringskontrol for et bestemt antal biler i et år. Lad os antage at en automat kan dække ca. 30 p-pladser. Hvis der er p-restriktion 50 timer om ugen svarer det til 2500 timer pr. p-plads pr. år eller ca. 75.000 timer pr. automat ved fuld udnyttelse. Hvis hver "p-skrabelod" indeholder 3 timers p-tilladelse skal der bruges 25.000 p-skrabelodder pr. år for at erstatte automaten. Hvor meget papir er det? Et hurtigt gæt er at et "P-skrabelod" vejer det samme som en side i en telefonbog og dermed har vi 25 1000-siders telefonbøger af 1 kg, dvs. 25 kg papir (og trykssvæerte). Dette sammenlignes med ca. 50 kg. automat af aluminium, stål, plast og elektronik, samt p-kviteringer

som nok er lidt lettere en lodderne måske 10 kg/år. Automaten bruger desuden energi. Vi kan antage at automaten holder 10 år, dvs. 5 kg. "automat"-materiale pr. år.

I skemaet nedenfor vurderes fordele (+) og ulemper (-) ved at bruge "p-skrabelodder" i forhold til p-automat. Som det ses kan man ikke entydigt sige at det ene er bedre end det andet, men de relevante argumenter er beskrevet.

	Råvarer	Produktion	Transport	Brug	Bortskaffelse
Materialer	(+) undgår		(+)	(++) undgår	(+) kun
Energi	5 kg andre		automateme	brugsenergi	papir som
Kemi	materialer		e skal	(-)	kan
Andet	(-) 15 kg		tømmes	problemer	brændes
	papir mere			med	(+) ikke
				tryksvæerte	noget
				?	elektronik

## Litteratur

Niki Bey: The oil point method - An instrument for environmental evaluation in material and process selection, Ph.D.-thesis, Department of Manufacturing Engineering, DTU, 2000

Henrik Wenzel, Michael Hauschild, Elisabeth Rasmussen: Miljøvurdering af produkter, UMIP, Miljø og Energiministeriet, marts 1996.

O2 Danmark: Design, Materialer, Miljø, Borgens Forlag 1993.

Jesper Olesen, Henrik Wenzel, Lars Hein, Mogens Myrup Andreasen: Miljørigtig konstruktion, UMIP, Miljø og Energiministeriet, marts 1996.

Dorothy Mackenzie: Green Design, Design for the Environment, Laurence King, 1997, ISBN 1 85669 096 2

Ed van Hinte, Conny bakker: Trespassers - Inspiration for eco-efficient design, 010 publishers, Rotterdam 1999, ISBN 90-6450-3750-375-3

[www.designinsite.dk](http://www.designinsite.dk) (se bl.a. under "environment")

## Øvelser

**Øvelse 1.** Udføres i hold på 3-5 personer. Vælg et produkt, gerne et blandt nedenstående fotos. Beskriv hvad produktet bruges til (af hvem, hvor, hvor tit, hvor lang tid). List herefter 5 argumenter for og 5 argumenter imod at produktet er bæredygtigt / miljøvenligt. Resultatet præsenteres på en overhead.

**Øvelse 2.** Lav en miljøscreening for produktet, hvor I lister hvor miljøproblemerne ligger i produktet. Lav et MEKA-skema for produktet. Udpeg indsatsområder = Hvad skal der gøres for at lave et mere miljøvenligt produkt? Resultatet præsenteres på en overhead.

**Øvelse 3.** Foreslå et antal alternative mere miljøvenlige løsninger for produktet. Resultatet præsenteres på en planche.

