

**STATUS FOR  
LIVSSYKLUSVURDERINGER  
OG MILJØRIKTIG PRODUKTUTVIKLING  
I NORGE OG NORDEN**

**Ole Jørgen Hanssen<sup>1</sup> og Kristin Støren Wigum<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> **Stiftelsen Østfoldforskning (STØ) og  
Institutt for Produktdesign,  
Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU)**

<sup>2</sup> **Institutt for Produktdesign,  
Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU)**

**Fredrikstad/Trondheim August 1998  
OR.38.98  
ISBN 82-7520-346-5**

## RAPPORTFORSIDE

<b>Rapportnr:</b> OR.38.98	<b>ISBN nr:</b> 82-7520-346-5 <b>ISSN nr:</b> 0803-6659	<b>Rapporttype:</b> Oppdragsrapport
<b>Rapporttittel:</b> Status for livssyklusvurderinger og miljøriktig produktutvikling i Norge og Norden		<b>Forfatter(e):</b> Ole Jørgen Hanssen og Kristin Støren Wigum
<b>Prosjektnummer:</b> 231650	<b>Prosjekttittel:</b> Statusrapport livssyklusvurderinger og miljøriktig produktutvikling til P-2005	
<b>Oppdragsgiver(e):</b> Produktivitet 2005 - Forprosjekt for Industriell Økologi		
<b>Oppdragsgivers referanse:</b> Professor Helge Bratlebø		
<p><b>Resymè:</b></p> <p>Rapporten gir et sammendrag av aktivitetene og erfaringene fra livssyklusvurderinger og miljøriktig produktutvikling i Norge og Norden. En kartlegging blant de viktigste LCA-institusjonene og industribedriftene dokumenterte over 300 LCA-studier for en lang rekke produkttyper. LCA er godt integrert i bedrifters strategiarbeid og produktutvikling, og hele spekteret av metodikk for miljøpåvirkninger og vektning blir benyttet.</p> <p>Det foreligger flere tilnærminger til miljøriktig produktutvikling i Norden, både fra Norge, Sverige og Danmark. Miljøforbedring av produkter kan skje på flere nivåer, fra enkle forbedringer av eksisterende produkter, til mer konseptuelle endringer. Flere prosjekter har dokumentert klare miljømessige forbedringer, kombinert med økonomiske innsparinger over et produkts levetid.</p> <p>Rapporten gir anbefalinger til hvilke områder man bør konsentrere arbeidet på i P-2005 innenfor Industriell Økologi</p> <p>Prosjektet har vært finansiert av forskningsprogrammet P-2005. Ole Jørgen Hanssen har hatt hovedansvar for rapporten, mens Kristin Støren Wigum har stått ansvarlig for kap. 4.</p>		
<b>Emneord:</b> * Livssyklusvurderinger * Industriell Økologi * Miljøriktig produktutvikling * Statusrapport Norden	<b>Tilgjengelighet:</b>  <b>Denne side:</b> Åpen  <b>Denne rapport:</b> Åpen	<b>Antall sider inkl. bilag:</b> 32 sider
<b>Godkjent</b> <b>Dato:</b> 07.09 1998		
<hr/> <b>Prosjektleder</b> (sign)		<hr/> <b>Instituttleder</b> (sign)

## INNHALDSFORTEGNELSE

INNHALDSFORTEGNELSE	3
<b>1. UTVIKLING I MILJØSTYRING OG MILJØSTRATEGIER</b>	<b>4</b>
<b>2. UTVIKLING I METODIKK - FRA LIVSSYKLUSVURDERING TIL INDUSTRIELL ØKOLOGI</b>	<b>5</b>
<b>3. STATUS FOR LCA-AKTIVITET I NORGE OG NORDEN</b>	<b>7</b>
3.1 LCA - viktige institusjoner og bedrifter i Norge og Norden	7
3.2 Status for LCA studier i Norge og Norden	8
3.3 Viktige erfaringer fra livsløpsvurderingene - miljøproblemer knyttet til ulike faser i livsløp og ulike produkttyper	14
<b>4. MILJØRIKTIG PRODUKTUTVIKLING - STATUS I NORGE OG NORDEN</b>	<b>17</b>
4.1 Miljøriktig produktutvikling, en holistisk tankegang	17
4.2 Arbeidets mål og perspektiv, med menneskelige aspekter	19
4.3 Miljøproblematikk og miljøriktig produktutvikling er komplekse sammensatte tema	27
<b>5. ANDRE VERKTØY OG METODER AVLEDET FRA LIVSLØPSVURDERING OG LIVSLØPSTILNÆRMING</b>	<b>28</b>
5.1 Miljøprestasjonsvurdering og -indikatorer (EPE/EPI)	28
5.2 Miljøvaredeklarasjoner	29
5.3 Verktøy og metoder under utvikling - Environmental Life Cycle Impact Assessment og Environmental Value Chain Network Management	30
<b>6. KONKLUSJONER OG REKOMMENDASJONER FOR VIDERE ARBEID I P-2005</b>	<b>32</b>
<b>7. REFERANSER</b>	<b>34</b>

## 1. UTVIKLING I MILJØSTYRING OG MILJØSTRATEGIER

Oppfatningene og kunnskapene om omfang og karakter av miljø- og ressursproblemer har endret seg kraftig både globalt og nasjonalt i perioden 1960-98. Fire hovedtrekk er:

- økt betydning av mange små kilder i forhold til et fåtall store, industrielle kilder
- økt betydning av globale problemer i forhold til de lokale
- fremveksten av en helhetlig tilnærming til miljøproblemene fremfor å fokusere på enkeltproblemer.
- Miljøproblemer har gått fra å være et område for spesialister og spesielt interesserte mennesker, til å bli et generelt samfunnsproblem der "alle" er opptatt av problemene.

I takt med disse endringer i samfunnets omfatning av miljøproblemer, har også de strategier som har ligget til grunn for miljøtiltak og miljøstyring endret seg kraftig. Spesielt er dette tilfellet i industrien, der det har skjedd en revolusjon de siste 10 årene med overgang fra en tradisjonell tenkning omkring forurensningskontroll til forebyggende strategier og tiltak.

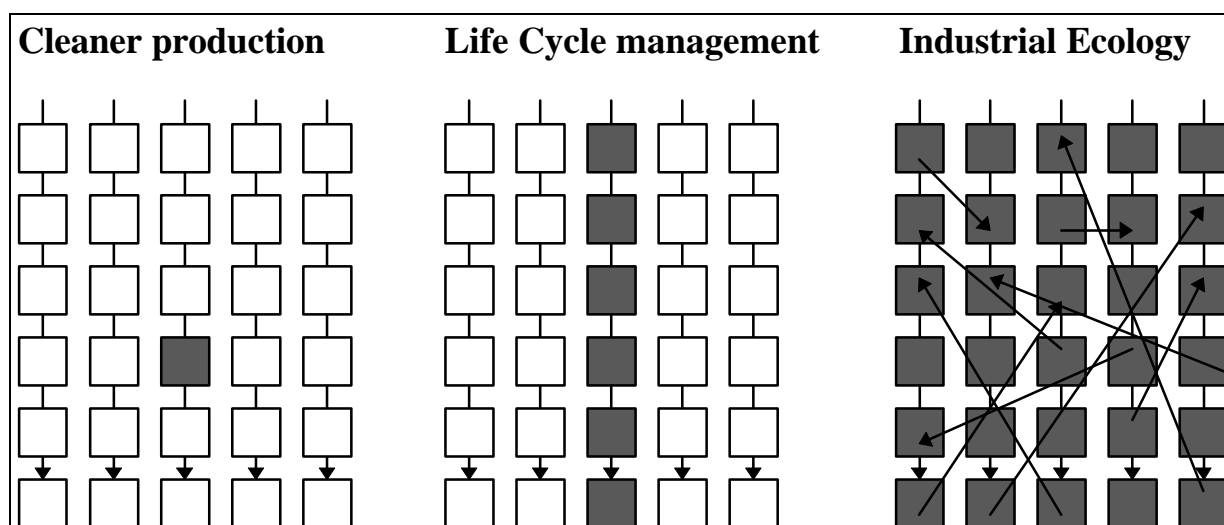
Summarisk sett har det skjedd en historisk endring, der vi ennå er midt inne i utviklingen av de siste strategiene (Amundsen 1993, Hanssen in prep.):

1. Utspeingsstrategien, basert på høye piper og dype ledninger (1960-1980)
2. Rensestrategien, med bygging av renseanlegg (1970-1990)
3. Gjenvinningsstrategien, med gjenvinning av ressurser fra avfallsplasser og renseanlegg (1980-1990)
4. Renere teknologi-strategien, med forebyggende, prosessrettede tiltak (1990-1995)
5. Livssyklus-strategien, med fokus på miljøforbedring av enkeltprodukter (1995-)
6. Industriell økologi og miljøforbedring av nettverk av verdikjeder (2000 -).

De tre siste strategiene vil kunne gå under betegnelsen forebyggende miljøarbeid, og hvor den siste strategien fanger opp de fire siste strategiene.

De tre siste strategiene representerer først og fremst en utvidelse av systemgrensene for analyser og vurderinger, som gjør det lettere å finne gode helhetsløsninger for å forebygge miljø- og ressursproblemer. Renere teknologi-strategien fokuserer først og fremst på det enkelte produksjonssted, og prosessmessige tiltak innenfor dette (figur a).

Livssyklusstrategien fokuserer på hele verdikjeder, fra råvarefremstilling til produktet har utfyllt sin funksjon og må behandles som avfall. Livssyklusstrategien har den enkelte verdikjede som basis, og søker gjennom ulike allokeringsregler å isolere en verdikjede fra andre kjeder (figur a). Industriell økologi-strategien kan ses på som ytterligere en utvidelse av systemgrensene, til å omfatte nettverk av verdikjeder (figur a). Gjennom å se verdikjedene i sammenheng kan det skapes nye og utvidede løsningsrom, som kan gi vesentlig mer miljøeffektive løsninger (Hanssen, in prep.).



**Figur A. Utvikling i miljøstrategier og utvidelser i systemgrenser (fra Hanssen, in prep.)**

Selv om det forebyggende miljøarbeidet har en kort historikk i Norge og Norden, har man allerede fremskaffet omfattende erfaringer både med renere teknologi og livssyklus-strategien. Takket være Miljøvernmyndighetenes Program for Renere Teknologi, har flere hundre bedrifter gjennomført tekniske miljøanalyser og gjennomført tiltak for å forebygge miljøproblemer. Forskningsprogrammene FORFOR og MILFOR, og ressurser fra Nordisk Industrifond og Nordisk Ministerråd har også gitt muligheter for å bygge opp sterk kompetanse i Norge på livssyklusstrategi og -metoder i Norge, både i bedrifter og FOU-miljøer.

I dette notatet er det forsøkt gitt en oversiktlig fremstilling av status på området livssyklusvurderinger, miljøriktig produktutvikling og andre avledede metoder og verktøy i Norge og Norden i dag. Det er også gitt noen konklusjoner i forhold til videre satsing innenfor P-2005. Hovedelementene i notatet er gjengitt i kap. 2.4. i hovedrapporten.

## **2. UTVIKLING I METODIKK - FRA LIVSSYKLUSVURDERING TIL INDUSTRIELL ØKOLOGI**

Utviklingen i miljøstrategier som er presentert i kap. 1, har også avstedkommet en utvikling i forhold til metoder og verktøy som anvendes innenfor et sett av forebyggende miljøstrategier. Et viktig trekk er at de nye metodene som er utviklet (tekniske miljøanalyser, livssyklusanalyser etc.) alle er systemanalytiske metoder som vurderer produksjonsanlegg eller verdikjeder som systemer med åpne grenser til bla. menneskelige systemer eller naturlige økologiske grenser

Livssyklusanalyser har fått en solid plattform i industrien de siste årene, og har også utviklet seg videre fra å være en svært regelbasert metodikk, til å ha mer karakter av livssyklustilnærming til produktsystemer. I dette ligger at man bruker LCA-konseptet, men

tilpasser det til den anvendelse som er relevant i en beslutningsprosess. Hanssen (1998c) har beskrevet erfaringer fra bla. Stiftelsen Østfoldforskning (STØ) med følgende utvikling fra en tradisjonell livssyklusvurdering:

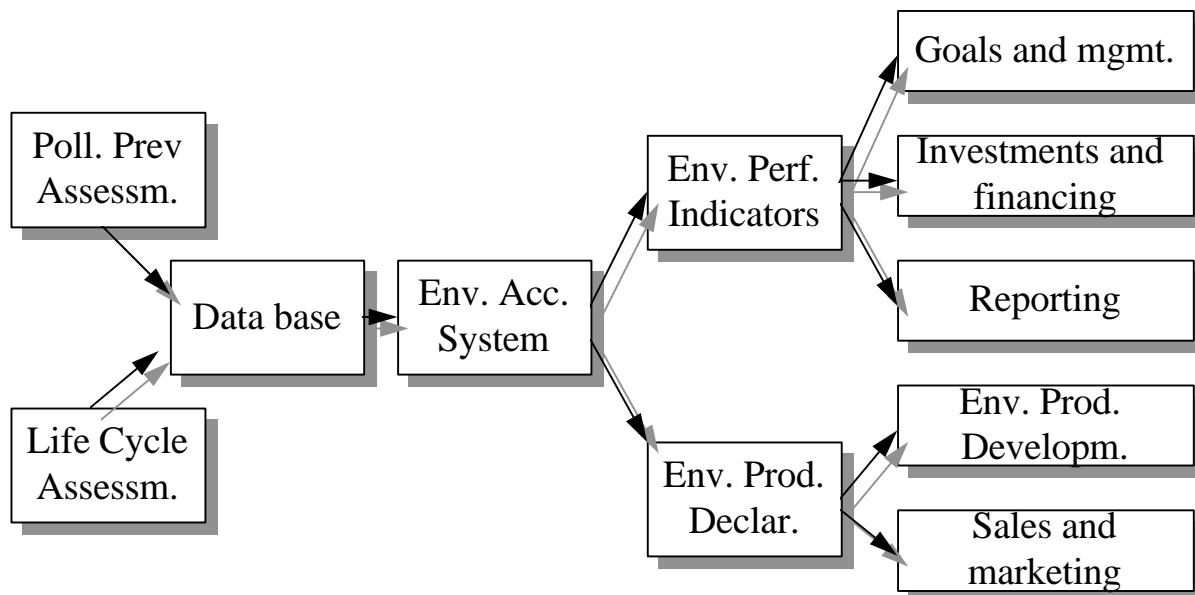
1. livssyklusvurdering (LCA) av produkters miljøprofil for å sammenlikne ulike produktalternativer eller øke kunnskapen om et produkts miljøprofil
2. Bærekraftig produktutvikling, utviklet i NEP-prosjektet (Hanssen et al. 1995)
3. Miljøprestasjonsvurdering og -indikatorer (Økstad 1997)
4. Miljøvaredeklarasjoner for produkter (Møller et al. 1998)
5. Miljøkonsekvensanalyser av større investeringer basert på livsytklusstrategi
6. Industriell økologi med livssyklusvurdering av verdikjeder i nettverk (Hanssen in prep).

De to første av disse anvendelsesområdene er hovedgrunnlaget for dette notatet, og har fått et stort omfang i norsk og nordisk industri de siste fem årene. De to neste anvendelsene blir også kort kommentert i kap. 5.1 og 5.2. Begge disse verktøyene er også testet ut i enkelte nordiske bedrifter (Økstad 1997, Møller et al. 1998), men har foreløpig ikke fått bred anvendelse. Metodeutviklingen er imidlertid langt på vei gjennomført, selv om det gjenstår visse spesifikke problemområder.

For de to siste anvendelsesområdene er det foreløpig lite erfaringsmateriale å bygge på, med anvendelse av en livssykluslignende (jf. Gilpin 1996). Manglende systemforståelse og livssyklusvurdering i konsekvensanalyser er bla. påpekt av Hanssen et al. (1994) i en vurdering av konsekvensanalysene utført ved planlegging av metanolfabrikk på Tjeldbergodden.

Hanssen (1998c) har beskrevet en struktur for et helhetlig miljøstyringssystem, der de ulike verktøyene og metodene er satt i sammenheng, og knyttet opp mot ulike anvendelsesområder. Modellen er vist i figur b. En proaktiv bedrift som ønsker å bygge opp et helhetlig miljøstyringssystem må ha kompetanse internt til å utvikle og anvende de ulike verktøyene, noe de færreste bedrifter besitter i dag.

# ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM



Figur B. Modell for en helhetlig miljøstyring basert på tilgjengelige verktøy og metoder (fra Hanssen 1998c)

## 3. STATUS FOR LCA-AKTIVITET I NORGE OG NORDEN

### 3.1 LCA - viktige institusjoner og bedrifter i Norge og Norden

LCA har sin historie internasjonalt tilbake til slutten av 1960-tallet, og hadde en viss anvendelse i forbindelse med oljekrisen midt på 1970-tallet (NORD 1995). På dette tidspunkt var imidlertid metodikken lite strukturert og anvendelsen knyttet opp til et fåtall eksperter. I denne perioden hadde LCA konseptet så vidt vites, ingen eller svært liten anvendelse i Norden og Norge.

LCA-virksomheten i Norden startet opp i “moderne tid” i 1990, i første rekke i Sverige og Finland. Dette hadde bla. sammenheng med at Nordisk Ministerråd startet et LCA-prosjekt i 1991, som ble rapportert i 1992 (NORD 1992). I Norge startet LCA-arbeidet med et forprosjekt finansiert av Norges Teknisk Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF) i 1991. Prosjektet ble initiert av STØ i samarbeid med Statoil og M. Peterson & Søn, og var først og fremst innrettet mot å bli kjent med metodikken (Hanssen & Horsrud 1992, Sund et al. 1992). Fra denne spede start har det skjedd en sterk utvikling i både antall LCA-studier og i institusjoner og bedrifter som anvender dette verktøyet i Norden.

Blant forskningsmiljøer i Norden er det et lite antall institutter som har utviklet en sterk, generell kompetanse på metodikk og anvendelse av livssyklusvurdering. I Sverige må først og fremst nevnes Senter for miljøvurdering av produkter ved Chalmers Tekniske Høgskole (CPM) og Chalmers Industriteknik (CIT) i Gøteborg, i Danmark Livssykelsenteret ved Institutt for Produktutvikling i København, i Finland VTT og i Norge Stiftelsen Østfoldforskning (STØ). Disse institusjonene har utgjort grunnstammen i flere nordiske prosjekter innenfor LCA-området siden 1992.

En del institutter har spesialisert seg på anvendelse av LCA innenfor et avgrenset bransjeområde eller industrisektor. De nordiske byggforskningsinstituttene har f.eks. gjennomført flere LCA-studier rettet mot bygningsmaterialer og -konstruksjoner, og treforedlings- og papirinstituttene mot papirprodukter. LCA-instituttene har imidlertid gjennomført hoveddelen av LCA-studier i Norden, på tvers av bransjetilknytning.

I de fleste nordiske landene er det etablert både faglig ekspertise og praksis på LCA-området, både i forhold til egen virksomhet og til metodeutvikling og anvendelse av LCA generelt. Representanter fra industrien i Norden har vært meget aktive både innenfor SETAC og ISO når det gjelder utvikling av LCA-konseptet. I Sverige er det mange bedrifter som har deltatt aktivt i LCA-arbeid gjennom Produktøkologi-prosjektet (Ryding 1995), NEP-prosjektet (Hanssen et al. 1995) og CPM-senteret ved Chalmers. De viktigste bedriftene i Sverige er store industriselskaper som Volvo, Elektrolux, Tetrapak, ABB, Stora, Akzo Nobell, SCA Mølnlycke mfl. I Norge er det særlig Statoil, Norsk Hydro, Jotun, Elkem, M. Peterson & Søn, Dyno, Norske Meierier og Norcem som har vært aktive innenfor LCA-arbeidet. I Danmark synes antall bedrifter som har deltatt aktivt i LCA-arbeidet på selvstendig grunnlag å være mindre, i det arbeidet i større grad har vært drevet frem av konsulent- og forskningsmiljøer sammen med Miljøstyrelsen.

I de fleste nordiske land er det også konsultantselskaper som har tatt opp LCA-studier som en del av sitt produktspekter. I Sverige har ÅF-IPK og Kässler & Mannerstråla gjennomført noen LCA studier. I Danmark er det først og fremst DK-Teknik og Cowi-konsult som i dag gjennomfører LCA studier på oppdrag. Krüger hadde også en stor aktivitet på dette området inntil for to år siden, men de fleste sentrale medarbeidere har nå gått over i andre virksomheter. I Norge er det først og fremst Det Norske Veritas som har gjennomført konsulentoppdrag innenfor LCA-området.

I tillegg til disse fagmiljøene finnes det selvfølgelig mange større og mindre fagmiljøer som har hatt en viss virksomhet på LCA-området de siste fem årene. I Norge omfatter det bla. Møreforskning i Molde, Vestlandsforskning i Sogndal, Matforsk på Ås og PFI i Trondheim.

### **3.2 Status for LCA studier i Norge og Norden**

Hanssen (1998c) har presentert en studie som gir en samlet oversikt over LCA-aktivitet i Norge og Norden de siste tre år. Studien er basert på innsendte spørreskjemaer fra kontaktpersoner ved over 30 sentrale LCA-miljøer i Norden, både forskningsmiljøer, konsulenter og bedrifter. Totalt ble det innrapportert nærmere 350 LCA studier, som omfattet



over 400 vurderte produkter. De fleste skjemaene ble mottatt fra Norge og Sverige, men også danske LCA-miljøer er godt representert (tabell a). Finland er bare representert med ett FOU-institutt i undersøkelsen. Basis for undersøkelsen er ikke enkeltstudier, men en samlet oversikt over LCA-studier fra hvert LCA-miljø. Dette representerer en svakhet i undersøkelsen fordi ulike kontaktpersoner kan ha vurdert ulike studier forskjellig. Alle de største LCA miljøene og de fleste sentrale bedrifter i Norge, Sverige og Danmark er representert i undersøkelsen, og det antas at antallet LCA studier dekker en stor andel av de som er gjennomført i Norden de siste årene.

**Tabell A. Antall livssyklusstudier innrapportert fra FOU-miljøer og industribedrifter i Nordiske land**

	Norge		Sverige		Danmark		Finland	
	Industri	FOU-inst.	Industri	FOU-inst.	Industri	FOU-inst.	Industri	FOU-inst.
Antall LCA-studier	42	59	93	58	5	71	0	20
Antall LCA-institusjoner	6	7	6	6	3	3	0	1
Antall studier pr. institusjon	7,0	8,4	15,5	9,7	1,7	23,7	0	20,0

Undersøkelsen viser at den bransjevise fordelingen av LCA-studier varierer mye mellom de nordiske landene. Dette har dels sammenheng med forskjeller i industristruktur mellom de ulike landene, for eksempel at bildeler og papirprodukter dominerer sterkt i Sverige, mens elektronikkprodukter er et viktig område for LCA-studier i Danmark (tabell b). Dels har forskjellene mellom land også relasjon til hovedinteressene til LCA-institusjoner i de ulike nordiske land, der NBI bla. har initiert mange LCA-studier for bygningsmaterialer i Norge (tabell b). Forpåkninger er forøvrig et område som er representert med mange studier i de fleste nordiske land, noe som er et utslag av den sterke fokuseringen på dette produktområdet hos myndighetene i alle land. Det viktigste budskapet fra tabell b er at det finnes tilgjengelig en lang rekke LCA studier for et bredt spekter av produkter, og fra ulike land i Norden. En viktig oppgave vil således være å oppsummere den kunnskapen som ligger i disse studiene på et mer generelt grunnlag.

I Norge er det også et bredt erfaringsgrunnlag tilgjengelig fra LCA-studier. STØ har alene gjennomført over 50 LCA studier for ulike produkter de siste fem årene. Disse spenner fra drivstoff, malingprodukter, sement og betongmaterialer, LECA-blokker, metaller, energibærere, møbler og kontormøbler, kjøttprodukter, emballasje, kjemikalier, plastbåter og opp til hele vannkraftanlegg, brokonstruksjoner, oljeplattformer og bolighus. En begrensning i bruken av disse studiene er at datamaterialet ofte er konfidensielt, og i enkelte tilfeller er også rapportene med resultatene og vurderingene konfidensielle.

**Tabell B. Fordeling av LCA-studier på ulike industrisektorer i de nordiske land (basert på Hanssen (1998c))**

Product types	Norge	Sverige	Danmark	Finland	Totalt
Bil og bilkomponenter	11	140	1	0	152
Bygningsmaterialer	41	4	1	10	56
Elektriske komponenter/elektronikk	2	13	25	0	40
Papir og papirmasse	0	47	8	4	59
Forpakninger	12	15	11	0	38
Bygg og store konstruksjoner	26	4	0	0	30
Kjemikalier, maling og lakk ol.	13	5	6	2	26
Andre produkter	6	2	0	5	13
Totalt	111	223	52	21	414

LCA-studier kan gjennomføres for en lang rekke formål, både for intern bruk i bedrifter og for ekstern bruk i samfunnet forøvrig. Oversikt over aktuelle formål er gitt bla. i *NORD* (1995). I de første årene LCA-studier ble gjennomført var formålet først og fremst å bli kjent med metodikken og miljøprofilen for egne produkter. Mange studier var også sammenlikninger mellom konkurrerende produkter, for å unngå negative tiltak fra myndigheter og kunder (Pedersen & Christiansen 1992, Hanssen 1994). LCA ble derfor ofte ansett som et defensivt verktøy, fordi det ble brukt for å unngå konkurranse eller miljøtiltak fra myndighetenes side. En internasjonal workshop som ble arrangert av World Industry Council for the Environment i samarbeid med STØ på Hankø i mars 1995, viste at mange bedrifter og myndigheter hadde fått et langt mer proaktivt forhold til anvendelsen av LCA. Workshopen ga klare anbefalinger om bruk i strategiske beslutninger, produktutvikling, myndighetstiltak og til ekstern markedsføring (Christiansen et al. 1995).

Resultatene fra den nordiske undersøkelsen viser også at bedrifter har integrert LCA som et beslutningsverktøy i 1998 i stor grad. Den største anvendelsen er i dag i forhold til produktutvikling og -forbedringer, mens strategisk planlegging også er en viktig anvendelse (tabell c). Fordi antall nye bedrifter som tar LCA i bruk stadig øker i Norden, er det fortsatt mange som angir økt kjennskap til metodikk og økt kunnskap om miljøprofilen til eget produkt som viktige formål.

I Norge er situasjonen at de fleste nye bedrifter som tar i bruk LCA benytter dette for å få kunnskap om metodikk og eget produkt. De bedrifter som har lang erfaring innenfor LCA, som f.eks. Hydro, Jotun, Statoil, Elkem, Norcem m.fl. bruker i dag LCA som grunnlag for strategiske beslutningsprosesser, til produktutvikling, til utvikling av miljøindikatorsystemer og til å forberede miljøvaredeklarasjoner for produkter. Dette er hovedanvendelsene for de LCA-studier STØ har gjennomført de siste 2-3 årene.

**Tabell C. Anvendelsesområder for LCA-studier i ulike nordiske land i prosent av totalt antall (fra Hanssen (1998c))**

Hovedformål for LCA studie	Norge	Sverige	Danmark	Finland	Totalt
Strategiske beslutninger	7	18	11	25	13
Produktutvikling og -forbedringer	23	42	37	0	32
Markedsføring og produktsammenlikninger	30	9	24	25	19
Myndighetsregulering	6	3	11	0	5
Økt kunnskap om miljøprofil egne produkt	20	16	4	25	15
Økt kunnskap om LCA metodikk	14	12	5	25	12
Metodeutvikling LCA	0	0	16	0	3
Totalt	100	100	100	100	100

LCA-vurderinger består av totalt fire trinn i henhold til ISO-standard 14040:

1. Målsetting (Goal and scoping)
2. Kartlegging (Inventory)
3. Vurdering av miljøpåvirkninger (Impact assessment)
4. Tolkning (Interpretation)

Vurdering av miljøpåvirkninger kan i sin tur deles i tre deltrinn:

- 3.1 Klassifisering av miljø- og ressursbelastninger i påvirkningskategorier (Classification)
- 3.2 Kvantifisering av miljø- og ressurspåvirkninger innenfor hver kategori (Characterization)
- 3.3 Vekting av ulike miljø- og ressurspåvirkninger (Valuation).

Trinn 3 i livssyklusvurderingen er den mest diskuterte internasjonalt, både fordi mange mener det er vanskelig å beregne miljøpåvirkninger fra produkter livsløp, og fordi det å prioritere mellom svært ulike miljø- og ressurspåvirkninger er kontroversielt. Flere LCA-miljøer har derfor valgt å ikke benytte denne delen av LCA-metodikken, selv om den er anbefalt i SETAC's arbeider og nedfelt i ISO-prosedyren (ISO 14040). Et eget forslag til ISO-standard for miljøpåvirkningsvurderingen er forøvrig under slutføring (ISO 14042). Undersøkelsen over LCA status i Norden viste at man ligger langt fremme i Norden og Norge når det gjelder å ta i bruk alle metodene innenfor LCA og miljøpåvirkningsvurderinger. Spesielt i Norge og Sverige har man inkludert alle metodetrinnene i en stor andel av studiene (over 80%), mens man i Danmark og spesielt Finland i større grad har stoppet på kartleggingstrinnet (

**tabell d).**

**Tabell D.     Bruk av ulike trinn i livssyklusvurderingene i Nordiske land (fra Hanssen (1998c)).**

Trinn i LCA-metodikk	Norge	Sverige	Danmark	Finland	Totalt
Kartleggingstrinnet	100	99	86	100	97
Klassifisering av miljøpåvirkninger	92	95	76	71	89
Kvantifisering av miljøpåvirkninger	92	95	76	71	89
Vekting mellom miljøpåvirkninger	82	81	61	14	73

Dette har dels sammenheng med at man i Danmark benyttet enklere "screening-analyser" i den tidlige anvendelsen av LCA-metodikk. Etter gjennomføringen av UMIP-prosjektet er situasjonen en annen også i Danmark, med integrering av alle trinnene i LCA-metodikken i de fleste studier.

I forhold til dette trinnet i analysene er det viktig å ha klart for seg at man i dag og i uoverskuelig fremtid ikke kan gjøre en kartlegging av faktiske miljøeffekter i en livssyklusvurdering. Det som hele tiden vurderes er potensielle miljøeffekter, der man konsekvent anser at det ikke finnes bufferkapasitet i miljøet til å fange opp miljøbelastninger. Dette er selvfølgelig ikke riktig i praksis, fordi det i mange tilfeller er klare forskjeller i hva slags faktiske effekter som oppstår i naturen fra to like store utslipp. F.eks. vil det være et langt større problem med en utslipp av næringssalter i en innsjø i Danmark eller Nederland, enn med tilsvarende utslipp på Vestkysten av Norge. Pr. i dag må denne type vurderinger gjøres i tillegg til og komplettere livssyklusvurderingen, etter at man først har fått et overblikk over hva som er viktig og hva som er mindre viktig i en totalvurdering. Det er også først og fremst et problem i forhold til lokale miljøproblemer, og i liten grad for regionale og særlig globale miljøproblemer.

Det er også en svakhet ved livssyklusvurderingen at ikke alle typer miljøproblemer blir ivaretatt, og ivaretatt like godt i dagens metodikk for vurdering av miljøpåvirkninger. Det er særlig forhold omkring biologisk mangfold, landskapsvern, beskyttelse av viktige naturområder som mangler i vurderingene, mens økotoksitet, arbeidsmiljø, helse og ikke-fornybare ressurser er områder som metodikken ikke er godt nok utviklet for.

I Norge er det i stor grad benyttet miljøpåvirkningsvurderinger i de fleste LCA studier. STØ var blant de første LCA-miljøer internasjonalt som tok i bruk de metodene som var beskrevet i dokumenter fra bla. SETAC og den nordiske LCA-prosjektet (SETAC 1991, Lindfors et al. 1995 a og b, NORD 1995). STØ har også sammen med Jotun og Statoil arbeidet aktivt med utvikling av metoder for å inkludere arbeidsmiljø i LCA-vurderinger, og gjennomført praktiske studier på malingprodukter. Disse metodene er bla. beskrevet hos Rønning et al. (1995).

Innenfor vektingstrinnet finnes det i dag flere alternative metoder, men innenfor et relativt begrenset antall hovedtilnærminger (Magnussen et al. 1998). De fleste metodene er basert enten på “avstand til mål”-prinsippet eller “samfunnets eller individets betalingsvillighet”. Av de som bruker vektingsmetoder i Norden, synes det som om man i Norge og Sverige ofte bruker et spekter av metoder, og trekker konklusjoner med utgangspunkt i de samlede resultatene (tabell e). Dette er bla. anbefalt bruk av vektingsmetodikk i NEP-prosjektet (Hanssen et al. 1995), som nok har influert mye på bruk av vekting i norske og svenske miljøer. I Danmark er det først og fremst vektingsmetodikken som er utviklet gjennom UMIP-prosjektet som er benyttet, en metode som bla. er basert på normalisering til personekvivalenter og vurdering av sannsynligheten for at lokale effekter faktisk oppstår gjennom en faktor som fastsettes mellom 0 og 1 ut fra lokale forutsetninger.

Også innenfor vekting har norske LCA-studier lenge ligget langt fremme i utviklingen, selv om det har vært klare meningsforskjeller mellom ulike bedrifter og miljøer i forhold til nytteverdien av slike metoder. STØ har alltid benyttet flere vektingsmetoder i tillegg til en normalisering mot norske totalutslipp i sine LCA-studier, og brukt vektingen som et grunnlag for å prioritere hvilke miljøbelastninger man skal konsentrere seg i vurderinger og sammenlikninger mellom produkter. Dette er en tilnærming som har fått godt gjennomslag både hos industrien og hos norske myndigheter.

**Tabell E. Oversikt over bruk av ulike vektingsmetoder LCA-studier i de nordiske land (basert på Hanssen (1998a))**

Vektningsmetodikk	Norge	Sverige	Danmark	Finland	Totalt
EPS-System	74	77	0	0	55
Effekt-kategory metoden	47	89	16	0	55
Øko-knapphets metoden	81	62	0	0	50
UMIP-metoden	0	0	62	0	12
Eco-indicator 95	29	32	0	0	22
Tellus-metoden	0	41	0	0	18

Dagens metodikk for verdsetting av miljøpåvirkninger er ikke godt nok utviklet til bruk i mange typer beslutningssituasjoner (se Magnussen et al. 1998). Vektingsmetodikken er i dag først og fremst basert på samfunnsvitenskapelige metoder, der man først og fremst fokuserer på vektingsparametre knyttet til gårsdagens og dagens prioriteringer i samfunnet. Dette gjelder både den såkalte “avstand til mål”-metodikken og “samfunnets betalingsvillighet” (se Magnussen et al. 1998, Hanssen 1998b). Det er en stor utfordring å komme frem til vektingsmetoder som i større grad er

- basert på naturvitenskapelig korrekte prioriteringer i forhold til naturens tålegrense
- basert på fremtidige endringer i prioriteringer av miljøproblemer
- reflekterer geografiske forskjeller i prioriteringer ut fra hva som er høyeste prioritet blant miljøproblemer.

Ikke minst er slike vektingsmetoder viktige i forhold til de langsiktige beslutninger som tas i samfunnet og i bedrifter knyttet til utvikling av infrastrukturløsninger, nye store investeringer i produkter og produksjonsanlegg mm., og utvikling av myndighetspolitikk.

### **3.3 Viktige erfaringer fra livssyklusvurderingene - miljøproblemer knyttet til ulike faser i livsløp og ulike produkttyper**

Livssyklusvurderinger er et modellverktøy for å klarlegge og vurdere miljøbelastninger knyttet til produktsystemer i et livssyklusperspektiv. Et interessant spørsmål er om det ut fra det relativt store antall LCA-studier som er gjennomført, kan trekkes noen mer generelle konklusjoner i forhold til den relative betydningen av ulike miljøproblemer, og hva slags aktiviteter og produkter som bidrar til generering av disse problemene. Hanssen (1998c) har forsøkt å oppsummere erfaringer fra ca. 20 LCA studier gjennomført i Norge av STØ, basert på en inndeling i fem hovedtyper av produkter. Denne studien sammen med en grov vurdering av nye studier som er gjennomført både i Norge og internasjonalt de senere år har gitt grunnlag for å forsøke og gi en grov sammenstilling av resultater fra ulike trinn i livssyklusen til et generelt produkt under norske forhold (figur c). Figuren indikerer at det først og fremst er fire faser/aktiviteter i livsløpet til et produkt som bidrar til de største miljøpåvirkningene:

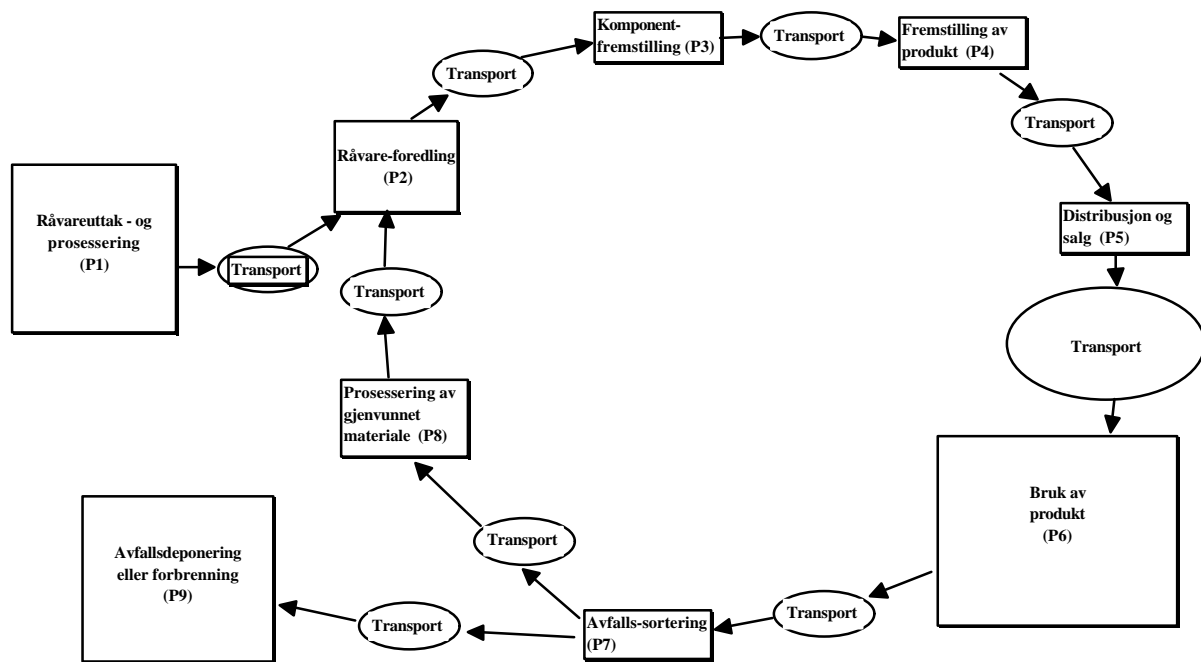
- Fremstilling av jomfruelig råvarer
- Prosessering av råvarer, særlig basert på jomfruelige råvarer
- Bruksfasen for produktet
- Deponering eller forbrenning av avfall..

I tillegg er det faser som kan ha betydning, men hvor usikkerheten i datamaterialet er relativt stor pga. mangelfulle data, nemlig

- Transport av produkter fra butikk til bruker
- Transport av avfall for behandling fra bruker til behandlingsanlegg.

I tillegg er det et viktig poeng hvilke aktiviteter som på et generelt grunnlag ikke forårsaker store miljøpåvirkninger, vurdert i en større sammenheng. Blant disse er bla.

- Fremstilling av komponenter og delsystemer til produkter
- Fremstilling av produktet som sådan
- Transport av råvarer og materialer mellom de ulike produksjonsleddene
- Fremstilling og bruk av emballasje.



**Figur C. Skjematisk fremstilling av livssyklusen til et produktsystem, med et grovt estimat for størrelsen av samlede miljøbelastninger for hvert trinn i livsløpet (basert på Hanssen, in prep.).**

Denne vurderingen viser at det først og fremst er tre hovedstrategier som kan skisseres for bedrifters arbeid med forbedring av miljøeffektiviteten til et produkt, på et generelt grunnlag:

- Utvikling av produkter med høyere brukseffektivitet, dvs. et produkt som dekker et behov med langt lavere miljøpåvirkning
- Utvikling av en infrastruktur som sikrer at materialene produkter er fremstilt av innsamles via en effektiv logistikk og inngår i et materialkretsløp som erstatning for jomfruelige råvarer
- Utvikling av mer effektive distribusjonssystemer og salgskanaler for produkter, som reduserer transporten fra grossist til sluttbruker.

I tillegg er det en viktig strategi som går på å øke effektiviteten for produktet i forhold til redusert forbruk av produktet, gjennom å redusere behovet og/eller det funksjonelle kravet til produktet (eco effectiveness). Dette er en strategi som i første rekke omfatter holdningsmessige og atferdsmessige endringer hos brukeren, men hvor en produsent kan forsøke å bygge inn egenskaper i produktet som fremmer slike endringer.

Disse konklusjonene kan spesifiseres nærmere for ulike produkttyper, ut fra den foreløpige analysen som ble presentert hos Hanssen (1998c) for fem ulike produkttyper:

- Type I: Produkter som blir kjemisk omdannet i bruksfasen (f.eks. maling, drivstoff mm)
- Type II: Produkter som er inerte, stasjonære og som ikke selv forbruker energi (f.eks. kontorstoler, betongprodukter mm.)

- Type III: Produkter som er stasjonære, men med egen energiforbruk (f.eks. elektriske motorer, lysarmatur mm.)
- Type IV: Produkter som ikke er stasjonære, og som ikke selv forbruker energi (f.eks. emballasjeprodukter)
- Type V: Produkter som ikke er stasjonære, men som selv forbruker energi (f.eks. biler, båter mm.).



## 4. MILJØRIKTIG PRODUKTUTVIKLING - STATUS I NORGE OG NORDEN

### 4.1 *Miljøriktig produktutvikling, en holistisk tankegang*

Det er på 90-tallet blitt utviklet flere metoder som skal frembringe "miljøvennlige" produkter. De fleste metodene tar utgangspunkt i eksisterende PU-metoder hvor miljøaspektene blir flettet inn som deler av grunnlaget for kriterier i de forskjellige fasene i produktets liv.

Utviklingen går mot et forlenget produktansvar hos bedriftene. Produsentene må etter hvert regne med å måtte innhente sine brukte produkter på markedet for å gjenvinne eller gjenbruke de materielle ressursene som ligger i de kasserte produktene. Det blir da enda viktigere at også denne innhentings- og gjenbruksfasen blir gjennomtenkt i designprosessen som en del av produktsystemet og produktet selv.

Det som gjenspeiler miljøriktig design er den holistiske tanken. Det ligger en grunnleggende forståelse bak, at alt henger sammen i en større helhet, som i naturen. Det ene påvirker det andre og er en del av en annen organismes kretsløp. I naturen finnes ikke av fall. Det som er avfall for noen er verdifulle ressurser for andre (Støren et al. 1997).

Industriell økologi bygger også på en slik grunnidé. Avfall hos en bedrift kan fungere som råstoff og erstatte andre typer ressurser for en annen, i tillegg til at bedriftene deler for eksempel infrastruktur og transportsystemer .

Slik bør bedriftene også se sine produkter i sammenheng. Ikke bare på material og teknologisk nivå, men også med hensyn til funksjon og nytteverdi for menneskene.

De miljøriktige produktene bør totalt sett være så gode og konkurransedyktige at kundene velger disse uavhengig egen miljøbevissthet.

### **Bærekraftige produkter i et bærekraftig samfunn**

Målet for miljøriktig produktutvikling er bærekraftige produkter og et bærekraftig samfunn. Definisjonen på bærekraftig utvikling , bærekraftig produkt og et bærekraftig samfunn er ikke den samme i et hvert forum. World Development, vol 19, no 6, s.607-621, (Sharachchandra M. Lèlè), 1991, skriver om en rekke definisjoner og mulige konflikter i selve uttrykket "bærekraftig utvikling", "sustainable development", som ble først brukt i Brundtlandrapporten, 1987.

Øko-effektivitet er et annet ord som stadig dukker opp i nye sammenhenger, gitt veldig varierende innhold. Det er gjort mange forsøk på å klare opp i også dette begrepet. I flere definisjoner knyttes øko-effektivitet til produktets miljøbelastninger sett i forhold til nytteverdien av produktets funksjon, i andre tilfeller er også økonomiske forhold en del av regnestykket. Uttrykket kan også betegne hvor mye selve naturen kan tåle av menneskeskapte belastninger, jf. avsnitt 3.3. som omtaler strategier for bedring av miljøeffektivitet.

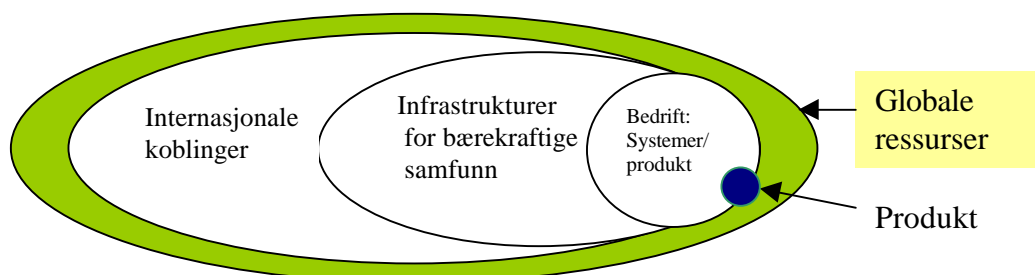
Da disse begrepene ikke er entydige burde de kanskje unngås, men tema de berører er kjernen ved hele miljøproblematikken.

Matthew Simon and Andrew Sweatman Design for Environmental Research Group, Department of Mechanical Engineering, Design and Manufacture Manchester Metropolitan University, mener i sin artikkel Products of a sustainable future, 1997:

Bærekraftig utvikling avhenger av hvilken type produkter som produseres og i hvilken kvantitet de er laget. Det må stilles spørsmål om det enkelte produkt virkelig er ønsket og nødvendig for samfunnets kvalitet og de sosiale goder som må prioriteres.

Det hele er avhengig av kunnskap om jordens bæreevne.

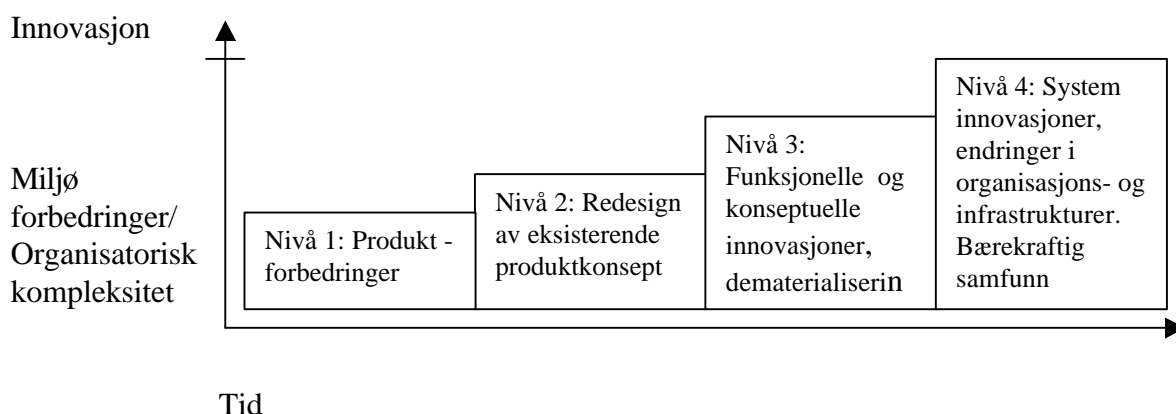
Et hvert produkt er en del av et system, en kultur, en levemåte. Det er liten nytte i at et enkelt produkt, som en bil, er bærekraftig i seg selv som enhet, dersom infrastrukturen til biltransporten ikke er det (Støren et al. 1997). Konseptutvikling i en større sammenheng må derfor til for å skape betydelige miljøforbedringer.



**Figur D. Ulike nivåer for konseptutvikling innenfor miljøriktig design**

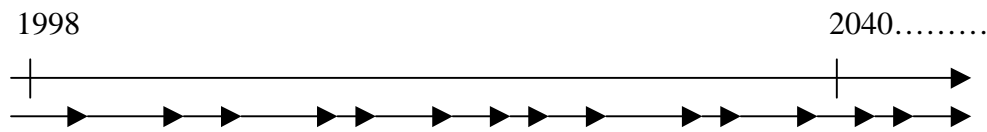
### Kortsiktige prosjekt bygges på langsiktige mål

Nåtidens og framtidens produktutvikling kan sees i forskjellige nivå med hensyn til innovasjon og konkret miljøgevinst. (Stevens 1997)



**Figur E Fire nivåer for miljøforbedring av produktsystemer i et tidsperspektiv (fra Stevens 1997)**

Bedriftene kan bevege seg trinnvis over i de forskjellige nivåene, men for å kunne oppnå reelle miljøforbedringer er det viktig å tenke langsiktig når man legger opp sine kortsiktige mål.



### **Framtidsscenario danner rammeverk for produktutviklingen**

Å tegne et framtidsscenario kan være en god metode for å plassere sin bedrift og seg selv i samfunnet i et globalt perspektiv i forhold til realistiske antagelser om samfunnets framtid. Slik kan man lettere kartlegge bedriftens utvikling, og muligheter for påvirkning og bidrag. Framtidssceneriet skal gi føringer for de langsiktige mål.

I Nederland er det gjennomført et forskningsprosjekt i samarbeid mellom fem departement med tema bærekraftig teknologisk utvikling:  
Vision 2040-1998, Technology , key to sustainable prosperity.

"We must move on from just thinking in terms of products and projects, and apply our minds to systems. We need to look at how we can structure built-up areas in such a way that optimal use is made of energy flows."

Statistisk vil den globale befolkningen øke fra 5,9 milliarder mennesker i 1998 til 12 milliarder i 2040. I et slikt perspektiv bør vårt globale energiforbruk senkes til det halve dersom verdenssamfunnet skal utvikle seg i bærekraftig retning.

Forskningsresultater har vist at vi bør redusere vårt energi og ressursforbruk gjennomsnittlig med 20 ganger dersom vi skal ha et forbruk pr.person pr. år på 5 definerte enheter (prosperity).

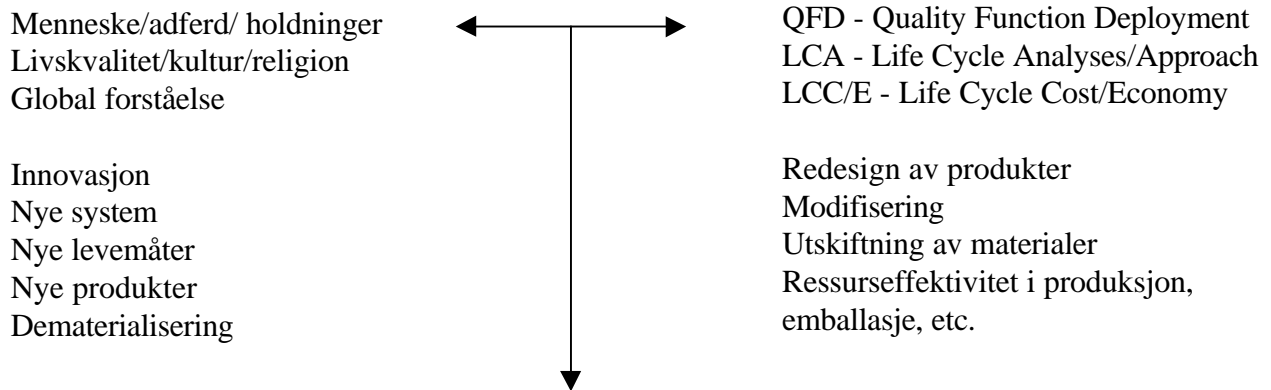
Vi står ovenfor en utfordring hvor det er behov for  
-nye ressurser og materialer  
-nye produksjonsprosesser  
-nye organisasjonsstrukturer,  
som alle bidrar til en 10-20 gangers forbedring i økoeffektivitet.

Reduksjon av materialforbruk og energi er ikke ensbetydende med reduksjon av livskvalitet.  
"The whole behavioural science side of the story has not even been explored."

Med framtiden sett i et dette perspektivet er det viktig å utarbeide bærekraftige forretningskonsept som inkluderer immaterielle(dematerialiserte) løsninger og serviceøkonomi.

### **4.2 Arbeidets mål og perspektiv, med menneskelige aspekter**

Det kan oppfattes som om det er to leire innen miljøriktig produktutvikling. Det er den teknisk- og naturfaglig orienterte og den humanistisk- og samfunnsorienterte. Det ene miljøet kan ha en tendens til å avfeie det andre og omvendt. Det viser seg imidlertid at begge miljøene er avhengig av hverandre for å kunne oppnå de betydelige miljøforbedringer som er nødvendige for å skape bærekraftige samfunn i globalt perspektiv.



**Figur F To tilnærminger til miljøriktig design - humanistisk og naturvitenskapelig**

Prosjektene som vurderes i dette kapitlet heller allikevel i hovedsak mot den tekniske siden av problemstillingen, med unntak i det tidligere nevnte nederlandske prosjektet og deler av den nederlandske ECODESIGN-manualen fra UNEP.

### **Mangfold i metoder og verktøy for miljøriktige produktutvikling er en styrke**

De større nordiske prosjektene på 90-tallet innen miljøriktig produktutvikling har fokusert på forskjellige aktører, drivkrefter og erfaringer i dette forholdsvis nye feltet, i tillegg til å utvikle hele utviklingsmetoder/strategier og uttesting av disse.

Utgivelse av materiale for undervisning har også vært et endelig mål for flere prosjekter.

Prosjektene kan deles inn i kategorier med utgangspunkt i sine målsettinger:

- Helhetlig metodeutvikling og testing av denne
- Utvikling av (data)-verktøy til bruk i produktutviklingsprosessen
- Undersøkelser av bedrifters erfaring med metoder og verktøy, årsak til suksess, og påfølgende anbefalinger for videre utvikling
- Framstilling av undervisningsmateriale og veiledning til bedrifter og utdanningsinstitusjoner
- Kartlegging av aktiviteter og metoder til grunnlag for standardisering og utvikling av miljøvaredeklarasjon og produktmerking.

Prosjekt		Målsetting	Metodeutvikling og testing	Utvikling av (data)-verktøy til bruk i produktutviklingsprosessen	Bedrifters erfaring med metoder og verktøy	Evaluering av erfaring, kartlegging av kriterier for suksess	Undervisningsmateriale og veiledning til bedrifter og utdanningsinstitusjoner	Standardisering og utvikling av miljøvaredeklarasjon og produktmerking.
Norge	Bærekraftige møbler, møbelbransjen mot nye miljømål. 1997	(x)			X			
	(Status for industriell økologi i norsk næringsliv, NTNU. P2005)							
Sverige	Miljöanpassad produktutveckling for SME, NUTEK (pågår)	X			X			
	DFA, FMEA och QFD i produktutveckling: erfarenheter från sex företag, KTH, 1992				X			
	LCA och EPS-systemet, erfarenheter från svensk industri, KTH, 1995	X			X			
	Produktøkologi, (S. O. Ryding), 1994	X	X		X			
Dk	Utvikling av miljøvenlige industriprodukter, UMIP, 1996	X	X		X		X	
Nordisk samarbeid	Nordisk prosjekt i sementindustrien, 1997				X			
	Nordic project on Environmentally sound Product development, NEP, 1995	X	X		X	X	X	
	Nordic project on implementation of environmental labelling type III in the business sector (NIMBUS)							X
	NORDLIST LCA Project, Life Cycle Assessment in Product Development. 1997		X		X			
Nederland (referanse)	EcoDesign empirically explored, Design for Environment in Dutch small and medium sized enterprises, TU Delft, Carolien G. Van Hemel					X		
	ECODESIGN: a promising approach to sustainable production and consumption, UNEP, 1997	X				(x)	X	
	Vision 2040-1998 , Technology, key to sustainable prosperity, five ministers, The Netherlands, 1998	X						

**Tabell F Oversikt over nordiske prosjekter knyttet til miljøriktig design, og med referanse til tre nederlandske prosjekter**

## **Metodeutviklingen tar utgangspunkt i teknikker og erfaringer fra pilotbedrifter, og fremstilles i utdanningsmateriale**

Nordic Project for Environmental Sound Product Development (NEP-prosjektet)  
(Prosjektet er nærmere beskrevet av Hanssen et al. (1995))

NEP-prosjektet ble gjennomført i perioden 1993-95 med deltagelse fra over 20 store industrikonserner i Norden. Prosjektet var finansiert av Nordisk Industrifond, Norges Forskningsråd, NUTEK, TEKES og av deltagende bedrifter. NEP-prosjektet besto av tre delprosjekter:

- I Utvikle relasjonsdatabasestruktur for LCA data (SPINE-formatet)
- II Utvikling og testing av metoder for bærekraftig produktutvikling
- III Utarbeide undervisningsmateriale, og organisere en internasjonal ekspert workshop

I delprosjekt II av NEP-prosjektet var syv bedrifter, norske, svenske og finske, med i et uttestingsprogram. Et forskerteam fra Stiftelsen Østfoldforskning og Chalmers Industriteknik utviklet en øko-designmetodikk basert på LCA, LCC (Life Cycle Cost assessment) og QFD (Quality Function Deployment). Metodearbeidet ble gjennomført i nær diskusjon med bedriftene, som også foresto utprøving og bidro i bearbeidelse av erfaringene fra bedriftscasene.

NEP-metoden anbefaler bruk av et referanseprodukt i begynnelsen av designprosessen. På dette produktet gjennomføres analyser, QFD, LCC og LCA, som gir retningslinjer for den videre problemdefinisjonen, kravspesifikasjonen og målsettingen for det nye produktet.

Utvikling av miljøvennlige industriprodukter, UMIP, (Danmark)1996  
(Prosjektet er nærmere beskrevet av Wenzel et al. (1997a, b)).

UMIP-prosjektet ble gjennomført i Danmark i perioden 1993-97 med deltagelse fra 5 bedrifter, Institutt for Produktdesign (Livssykluscenteret) ved Dansk Teknisk Universitet og Miljøstyrelsen. Prosjektet var finansiert av Miljøstyrelsen og deltagende bedrifter.

Prosjektet har bla. utviklet LCA diagnoseverktøy, metoder og guidelines for miljøriktig design, metodeutvikling innenfor LCA (bla. en egen vektingsmetode), case-studier i bedriftene som deltok i prosjektet, og undervisningsmateriale i seks deler. Bøkene er rettet mot forskjellige aktører i bedriften som tar del i et miljøriktig produktutviklingsprosjekt: Ledelsen, miljøspesialisten og produktutvikleren.

UMIP-metoden anbefaler en miljøvurdering og diagnose i startfasen av et prosjekt med utgangspunkt i det produktkonseptet som ligger til grunn for produktutviklingen. Denne miljøvurderingen innebærer bl. a. framtidsscenerier, LCA, markedsanalyser/konkurrentanalyser, produktanalyse med referanse i produkter som har andre "attraktive miljøegenskaper". Resultatene i miljøvurderingen gir en veiledning for den videre fokuseringen i prosjektet.

UMIP-metoden påpeker tydelig miljøvennligheten i produkter som er godt tilpasset brukerens behov og tar funksjonelle hensyn i alle trinn i produktlivssyklusen, som for eksempel ved forenkling av demontering av produktet i bortskaffelsesfasen.

ECODESIGN: A promising approach to sustainable production and consumption, UNEP, (Brezet og van Hemel 1997).

I dette prosjektet som bygger på det nederlandske Ecodesign-programmet, er det utarbeidet en 7-trinnsmetode som skal lede bedriften gjennom et ecodesign pilot-prosjekt, og veilede til videre planlegging av bedriftens miljøstrategi.

7-trinns metoden fokuserer mindre på bruk av LCA, LCC enn de nordiske prosjektene. Ecodesign-manualen fremmer andre og enklere verktøy som strategihjulet, MET-matrisen, og øko-sjekkliste, samt kartlegging av indre og ytre drivkrefter som med/motspillere i prosjektet. Prinsippet for alle disse verktøyene er allikevel at hele produktets liv og faser, dets berøring med sine omgivelser og tilhørende system blir vurdert. Som en del av evaluering og oppfølging anbefaler 7-trinnsmetoden bruk av LCA og LCC. Dette til eventuelle detaljerte forbedringer, redesign eller til sammenligning med konkurrentenes produkter eller egne produkter av en tidligere generasjon. De mener at salgstall og kundenes reaksjoner på produktet er avgjørende for å kunne se konsekvensene i resultatene fra en LCA og LCC.

Denne metoden legger stor vekt på å få bedriftene til å tenke helt nytt med hensyn til produktets/konseptets prinsipielle måte å tilfredsstille et behov på og utøve en funksjon.

### **Produktutviklingsmetoder bør tilpasses bedrift, produkttype og produktutviklers faglige bakgrunn**

Det finnes utallige typer produkter og løsningsvarianter på markedet i dag. Disse kan grovt sett deles inn i

- Industriprodukter
- Konsumentprodukter

Hver av disse kan igjen deles inn i utallige produktgenrer. Hvert enkelt produkt har sin spesielle sammenheng og sin enestående kravspesifikasjon, som krever varierte egenskaper hos produktutvikleren/designeren.

Hvem som utvikler produktene er avhengig av type bedrift, produkt og produksjon. Det kan være en industridesigner, ingeniør, økonom eller person med annen kompetanse som leder produktutviklingsprosjektene. Måten prosjektet blir gjennomført er ofte preget av den enkelte leders kompetanse.

Det er også stor forskjell på hvordan produktutviklingen foregår i store, mellomstore og små bedrifter. De fleste pilotprosjekter er til nå gjennomført med større bedrifter som case, da de har tilstrekkelig med ressurser internt, og er foreløpig de fremste innen miljøriktig PU (Ref. til statusrapport for Industriell Økologi P2005)

Disse variasjonene innen hver bedrift krever også ulike metoder og verktøy i produktutviklingen. Hver profesjon trenger sin metode relatert til sin faglige angrepsmåte, eksempelvis kan en produktutvikler/produktdesigner med teknisk bakgrunn ønske mer tekniske relaterte analyseverktøy, mens en industridesigner med estetisk-/humanistisk-/samfunnsorientert bakgrunn kan ønske seg mer tommelfingerregler og kvalitative metoder for

---

å analysere problemstillingen. Samtidig må metoden sørge for å integrere de ulike fagdisiplinene i et helhetlig grep, som sikrer at sluttproduktet som skal ut i markedet fungerer både teknisk og markedsmessig, og er tilpasset brukernes behov.

Felles for alle metodene bør derfor være at produktutvikleren/designeren ikke mister det helhetlige bildet ved for tidlig å gå ned på detaljnivå, eller behandle kun enkelte sider ved produktet. Disse forskjellene mellom profesjonene taler for en tverrfaglig sammensatt prosjektgruppe slik at alle produktets sider balanseres opp mot hverandre.

Videre vil en liten bedrift med minimal arbeidskapasitet og ressurser trenge raske metoder som gir oversiktlige bilder på situasjonen og konkrete løsningstiltak, mens større bedrifter kan ha muligheten til å benytte mer kompliserte dyptgående metoder. Forskningsprosjektene som omfatter i første rekke de større bedriftene, er ment å gi resultater som også kan benyttes av små og mellomstore bedrifter med en viss tilpasning til størrelse, kompleksitet og ressurstilgang i organisasjonen.

### **Bedrifter og bransjer utvikler gjennom erfaring sine egne økodesignmanualer**

#### Bærekraftige møbler, møbelbransjen mot nye miljømål, 1997

(Prosjektet er nærmere beskrevet av Erstad et al. (1997))

Dette var et prosjekt med initiativ fra Møbel- og innredningsprodusentenes Landsforening i samarbeid med SFT og STØ. Målet var å utvikle og innføre metoder for bærekraftig produksjon og produktutvikling i et utvalg av møbelprodusenter.

Tre pilotbedrifter gjennomførte på et av sine produkter

- masse og energibalanse i produksjonsprosessen
- livsløpsvurdering av produktets miljøprofil
- kundekravanalyse hos noen sentrale kundegrupper

Resultatene fra disse analysene førte til utforming av forbedringstiltak som innebær miljøforbedring og i flere tilfeller også en økonomisk gevinst. Hver av analysene ga konkrete tommelfingerregler for videre produksjon og utvikling i møbelbedriftene.

Eksempel på aktuelle tiltak i forhold til resultatene i livsløpsvurderingene:

- tilbaketaking av utrangerte produkter
- forlengelse av levetiden på produktene
- utskifting av spesielt miljøbelastende materialer med alternative materialer
- redusert materialforbruk

Prosjektresultatene skulle bekrefte sammenhengen mellom en mer bærekraftig produksjon og økonomiske besparelser hos bedriften.

### **4.3. Miljøriktige designmetoder inneholder flere typer verktøy**

Det er viktig at designere og produktutviklere behersker metoder som inneholder flere verktøy som ligger på forskjellig detaljeringsnivå. På denne måten blir resultatene i analysene mindre sårbare for unøyaktigheter, da de kan kryssjekkes opp mot andre resultat gjennom prosessen.



I konseptfasen er det viktig å kunne danne seg et oversiktsbilde slik at retningen på prosjektet kan stakes ut, uten å forville seg i detaljer som tilhører på et senere stadium i utviklingsprosessen.

DFA, FMEA och QFD i produktutveckling: erfarenheter från sex företag,  
(Norell 1992)

Målet med Norells prosjekt var å gi et overblikk over utvalgte metodeverktøy som er til hjelp for bedrifter som vil effektivisere sin produktutvikling og gi ledetråder til hvordan metodeverktøy i sin allmennhet skal medvirke til et bedre samarbeide mellom konstruksjon og produksjon, og andre funksjoner i produktutviklingen. Prosjektet viser hvordan bruk av disse metodeverktøyene påvirker produktutviklingen og det endelige produktet i seks utvalgte bedrifter.

Metodene beskrevet i dette prosjektet er ikke spesielt utviklet for miljøriktig produktutvikling, men representerer sider ved et produkt som er vesentlige dersom det skal produseres med hensyn til miljøet:

- tilfredstille brukerens ønsker og behov,
- være enkel å produsere og montere(demontere),
- bestå av færrest mulig deler med bevisst valg av materiale,
- ha færrest mulig feilkilder ved konstruksjon og produksjon som igjen reduserer svinn m.h.t. energi-, material- og annen ressursbruk.

Prosjektet beskriver den såkalte GAPT-modellen (Guidelines, Analyse, Produktgranskning, Teambuilding). Denne modellen beskriver på hvilke nivåer i designprosessen forskjellige støtteverktøy bør anvendes.

QFD- Quality Function Deployment, også kalt kundesentrert planlegging, er et hjelpeverktøy(metode) i å omsette ønsker fra kunden til tekniske krav. Det som kjennetegner metoden er "matrisehuset" hvor det er gjennomgående spurt "hva" (kunde krav/ønskemål) og "hvordan"(mulige midler/produkttegenskaper) som gir variablene. Deretter bedømmes sammenhengen mellom disse. Metoden kan i tillegg til å bli benyttet i PU, benyttes til å sammenligne produkter.

DFA- Design for Assembly. Metoden er et hjelpemiddel for å redusere antall deler til det minimale hos konstruksjonen/produktet, og forenkle montering.

FMEA- Failure Mode and Effects Analysis. Det er to typer feileffektanalyser, nemlig konstruksjons-FMEA og prosess(produksjons)-FMEA. Produktet/konstruksjonen blir gjennomgått del for del for kartlegging av mulige feilkilder. Det blir i flere sammenhenger gitt et vekt tall mellom 1-10 for risiko og virkning ved hver feilkilde for å kunne prioritere forbedringer.

Som tidligere beskrevet (3.3) er det utvinningsfasen, bruksfasen og destrueringsfasen hos de fleste produkt som er kritiske med hensyn til miljøet.

Den første og siste fasen er i stor grad knyttet til bruksfasen. Det er derfor veldig viktig å fokusere på de riktige egenskapene i et produkt for ikke å "komme fram til geniale ideer som kunden ikke etterspør" (M. Norell).

## LCA-metodikk kan brukes i flere trinn av designprosessen

De nordiske, helhetlige PU-metodene gir tekniske analyser som LCA større plass og betydning i utviklingsprosessen, enn for eksempel de nederlandske metodene. I det følgende er det beskrevet noen prosjekter som angir erfaringer med bruk av LCA i produktutviklingsprosessen.

-LCA och EPS-systemet, erfarenheter från svensk industri,  
(Ritzèn et al. (1995)).

Undersøkelsene i dette prosjektet går ut på hvordan LCA og EPS-systemet (Environmental Priority Strategies), spesielt er benyttet i industrien, hvilken effekt det har på produktet og produktutviklingsprosessen og hvilke erfaringer produktutviklerne har med disse verktøyene.

Forskerne konkluderer at LCA i de seks utvalgte bedriftene, ble benyttet stort sett under prinsipp- og detaljbearbeidingen. Konstruktørene og miljøspesialistene som var utførere av LCA i disse bedriftene, mente selv at metoden også burde vært anvendt på et tidligere tidspunkt i utviklingsprosessen. Formålet med bruk av LCA er å kartlegge bedriftens egne produkter med hensyn til strategi for miljøtilpassing og videreutvikling.

Det viktigste behovet som bedriftene fremmer i denne undersøkelsen er videreutvikling av LCA-metoden, verktøy og utdanningsprogram for en bredere anvendelse av LCA og EPS-systemet..

Rapporten gir med utgangspunkt i forskningsresultatene forslag til hvordan LCA kan benyttes på et tidligere stadium i PU, og diskuterer opplegg for bedre utdanning innenfor området.

-NORDLIST LCA Project, Life Cycle Assessment in Product Development  
(Støren et al. (1997))

Fomålet med prosjektet var å utvikle og teste et dataverktøy bygget på en relasjonsdatabase. Økologiske, tekniske og økonomiske konsekvenser av redesign, modifisering og sammensetting av komponenter skal kunne analyseres av produktutvikleren på et tidlig stadium i utviklingsprosessen.

NORDLIST forskningsprogram har som mål å utvikle metoder, verktøy og tommelfingerregler for produktutvikling av lette, ressursparende og dermed konkurransedyktige produkter for transport. Det er stadig flere variabler å forholde seg til i begynnelsen av en designprosess. Dette verktøyet skal hjelpe produktutvikleren i å håndtere disse. Prosjektet resulterte i to datasystem LCE Visualiser og LCE Data Tool. Disse er moduler til programvaren Product Modeller som sammenkobler informasjon fra 3D-tegninger, digitaliserte bøker, dokument og datavaser. Gjennom vektingsystemet fra BUWAL kan forskjellige kombinasjoner av løsningsforslag analyseres og sammenlignes med et referanseprodukt som på forhånd må implementeres i programmet.

Application of life cycle assessments in strategic decisions, product development, marketing and governmental regulations (Christiansen et al. (1995)).

Dette er en rapport fra en "Expert Workshop" på Hankø i Østfold i mars 1995. Der deltok 38 eksperter fra Europa, USA og Canada fordelt på 4 arbeidsgrupper. Oppgaven var å kartlegge

---

utfordringene ved videre arbeid innen forskjellige aktiviteter knyttet til miljøriktig produktutvikling og bruk av LCA innenfor fire definerte områder:

1. LCA innen strategi og ledelse
2. LCA innen produktutvikling og forbedring
3. LCA innen markedsføring og miljømerking
4. LCA innen miljølovgivning og offentlig politikk.

Rapporten som ble utarbeidet i løpet av en ukes arbeid i seminarform angir state-of-the art og rekommandasjoner for videre anvendelse og utvikling innenfor hvert av områdene.

### **4.3 Miljøproblematikk og miljøriktig produktutvikling er komplekse sammensatte tema**

Carolien G.van Hemel har i sin doktorgradsavhandling (van Hemel 1998) gjort undersøkelser som omfatter 77 små og mellomstore bedrifter (som tidligere hadde deltatt i et IC-Ecodesign prosjekt i regi av the Dutch Innovative Centre Network) og deres erfaringer med miljøriktig produktutvikling. Oppgaven hadde som overordnet hensikt å øke oppmerksomheten mot bærekraftig produktutvikling og motivere flere bedrifter til å ta det første skrittet og avansere mot en økologisk bedriftsstrategi.

Opgaven er basert på intervju og spørreskjema sendt alle bedriftene, og søker å besvare hvorfor noen metoder er mer vellykkede enn andre og hvorfor noen SME lykkes mer enn andre innenfor miljøriktig produktutvikling. Blant konklusjonene kom hun fram til at bedrifter som lykkes i sin miljøriktige produktutvikling, generelt har en høy innovasjonsgrad i sitt arbeide og personlig engasjement hos de ansatte. I tillegg er disse bedriftene karakterisert med stor eksport, produktportefølje rettet mer mot industrimarkedet enn konsummarkedet og fortrinnsvis innenfor elektronikk og maskinindustri.

Opgaven fokuserer på barrierer hos bedriftene mot å komme i gang og videreutvikle sine erfaringer. De tre største barrierene er at DFE (Development for Environment) ofte antas å

- komme i konflikt med funksjonelle krav
- ikke vise noen klare miljøfordeler
- ha kommersielle ulemper

På den andre siden søkte Hemel hvilke stimuli som motiverte bedriftene til miljøriktig produktutvikling og strategi. Blant de viktigste fremkom:

Interne stimuli (drivkrefter)

- miljøfordeler
- kostnadsbesparelser
- bedring av bedriftsprofil

Eksterne stimuli (drivkrefter)

- kundenes etterspørsel
- myndighetenes lovgivning
- leverandører (ved nyutvikling)

Det var i undersøkelsen overraskende at kundenes etterspørsel var en større ytre drivkraft enn myndighetenes lovgivning, et resultat som også andre prosjekter har kommet fram til.

Hovedvekten av dagens metoder fokuserer på mindre endringer og redesign av eksisterende produkter. Aktiviteten ligger stort sett på nivå 1 (produktforbedringer) og nivå 2 (redesign av eksisterende produkter) (figur e). Ser vi på barrierene som Hemel kom fram til i sin undersøkelse, er det at bedriftene ser "ingen klare miljøforbedringer", en av dem. Utfordringene ligger i å videreutvikle verktøy og metoder til å føre bedriftene over i nivå 3 (funksjonelle og konseptuelle innovasjoner, dematerialisering) med sikte på å nå nivå 4 (system innovasjoner, endringer i organisasjon- og infrastrukturer, etc). For å kunne møte framtidens krav til reduksjon av det totale globale energi- og ressursforbruket (Faktor 20), er det på disse nivåene de betydelige løsningene er å finne og hvor man vil se de klare miljøforbedringene.

Det blir viktig å fokusere mer på kundens og samfunnets reelle behov, og utvikle forretningskonsepter som erstatter deler av det materielle produktet med tjenester og serviceytelser eller andre immaterielle løsninger (eks. elektroniske). For å kunne arbeide på nivå 4, kreves samarbeid på tvers av samfunnets organisasjonsstruktur. Den miljøriktige utviklingen vil kreve en mer omfattende sammenkobling av aktiviteter og involvere ikke bare bedrifter og deres produksjon men også de øvrige institusjonene i samfunnet, inkludert politikk og lovgivning.

Målet må være å finne nye og inspirerende løsninger, som gir mer dyptgående endringer, og omfatter brukerne og forbrukeradferden på en helt ny måte.

## **5. ANDRE VERKTØY OG METODER AVLEDET FRA LIVSLØPSVURDERING OG LIVSLØPSTILNÆRMING**

### **5.1 Miljøprestasjonsvurdering og -indikatorer (EPE/EPI)**

Miljøprestasjonsvurderinger og -indikatorer (Environmental Performance Evaluations and Indicators - EPE/EPI) er en viktig del av et miljøstyringssystem, for å beskrive status og utvikling i en virksomhets samlede miljøprofil. Denne typer indikatorer har derfor ikke produkt som basis, slik tilfellet er med livssyklusvurderinger.

Det er gjennomført et stort prosjekt i regi av European Green Table på utvikling og testing av metoder for EPE/EPI i industribedrifter. Prosjektet er knyttet tett opp mot arbeidet i ISO TC207 på utvikling av ISO-standarder for EPE/EPI (ISO 14031). I testfasen av prosjektet som ble gjennomført i samarbeid med 12 norske og svenske konserner, ble det utviklet spesifikke indikatorsystemer for hver bedrift, samtidig som metodegrunnlaget ble verifisert (Økstad 1997). Prosjektet ble gjennomført med en prosjektgruppe bestående av Det Norske Veritas, Møreforskning, Chalmers Industriteknik og med STØ som prosjektleder.

EPE/EPI-metodikken slik den ble anvendt i prosjektet, er basert på en livssyklusstilnærming til bedriftens virksomhet. Bakgrunnen var ønsket om å utvikle et måle- og indikatorsystemene

ikke bare omfatter fabrikkområdet, men som dekket bedriftens virksomhet i et verdikjedeperspektiv. Det ble derfor innledningsvis gjort en grov livssyklusvurdering av ett av bedriftens hovedprodukter, for å klarlegge om de høyest prioriterte miljøutfordringene lå på råvaresiden, i selve fremstillingsprosessen, i produktets bruksfase eller i forhold til avfallsbehandling. Identifisering av viktige miljøutfordringer var basis for å fastlegge et første utkast til indikator- og målesystem for bedriften. I tillegg ble det også gjort en interessentanalyse, der behov og krav til rapportering og måling fra de mest sentrale interessenter til bedriften ble kartlagt. Det endelige indikator- og målesystemet ble deretter utviklet ut fra en totalvurdering av hva som var viktig ut fra en miljøvurdering og hva som bedriftens interessenter mente var viktig. Den siste vurderingen medførte i mange tilfeller at bedriften måtte inkludere flere lokale indikatorområder enn det som en ren miljøvurdering tilsa. De ni norske bedriftene som deltok i EPI-prosjektet var Elkem, Jotun, Orkla Food/Stabburet, Norpapp, Norcem, Dyno Plastdivisjonen, Saga Petroleum, Kværner Kleven og Brattvåg Skipsverft.

Prosjektet viste at livssyklusvurderinger hadde en viktig rolle å spille i utvikling av måle- og indikatorsystemer i bedrifter, og at det var mulig å komme frem til prioriterte miljøutfordringer for en bedrift med basis i bla. slike analyser. Metodikken er i dag tilgjengelig for bedrifter som ønsker å innføre slike systemer for bruk i beslutningssystemer, styringssystemer og kommunikasjonssystemer internt og eksternt, og et nordiske spredningsprosjekt er under etablering høsten 1998. Fra testfasen i prosjektet foreligger det en samlerapport (Økstad 1997), og delrapporter fra alle prosjektene i de 12 bedriftene.

## **5.2 Miljøvaredeklarasjoner**

Miljøvaredeklarasjoner er et annet verktøy for bedrifter innenfor et totalt miljøstyringssystem, som også er basert på en livssyklusvurdering av produkters miljøprofil. Miljøvaredeklarasjoner er et supplement til tradisjonell miljømerking (f.eks. det nordiske svanemerket), som kun viser om et gitt produkt oppfyller eller ikke oppfyller visse forhåndsfastlagte kriterier for hva som er miljøvennlig. Miljøvaredeklarasjoner vil derimot kunne dekke alle produkter, og skal gi kvantitativ informasjon om miljøprofilen til et produkt ut fra en bransjevis mal. En miljøvaredeklarasjon vil derfor i større grad rette seg mot profesjonelle innkjøpere enn mot den vanlige forbruker.

Pr. i dag arbeides det med utvikling av to systemer for miljøvaredeklarasjoner:

- Type II deklarasjon, der bedriften alene innestår for den informasjon som blir gitt om et produkt's miljøprofil
- Type III deklarasjon, der det skjer en uavhengig granskning av den informasjon som blir gitt om produktet.

Også for miljøvaredeklarasjoner har det vært arbeidet med utkast til ISO-standarder, både for Type II og Type III-deklarasjoner. I forslaget til Type III deklarasjoner var det spesifisert at det skulle ligge en grundig livssyklusvurdering til grunn for deklarasjonen, og at reglene for livssyklusvurderinger i ISO 14040-43 skulle følges. På siste møte i ISO i San Francisco i juni 1998 ble det vedtatt å legge arbeidet med en egen ISO-standard for miljøvaredeklarasjoner Type III på is, og kun legge frem en teknisk rapport fra arbeidet. Dette skyldes bla. sterk

motstand fra USA og mange uland, som var redd for handelspolitiske negative konsekvenser av et system for miljøvaredeklarasjoner.

I Norden er det særlig Sverige som ligger langt fremme i utvikling av formelle systemer for miljøvaredeklarasjoner, både Type II og Type III-systemer. Sverige har som det første land i verden innført regler og forordninger som gir bedrifter muligheter til å få godkjent Type III miljøvarefakta for produkter. Dette har bla. medført at Volvo som første bedrift har presentert en sertifisert miljøvaredeklarasjon for sin nye S80 modell.

På nordisk plan har det blitt arbeidet med å utvikle forslag til et nordisk system for miljøvaredeklarasjoner Type III. Et forprosjekt er gjennomført i samarbeid mellom de nordiske industriforbundene, og med en prosjektgruppe bestående av IVL/CPM fra Sverige, DK-Teknik fra Danmark og med STØ som prosjektleder. Prosjektet har kommet med klare anbefalinger om å etablere et felles nordisk system basert på erfaringer fra det svenske systemet og arbeidet i ISO (Møller et al. 1998). Det er foreslått etablert et hovedprosjekt, der brukerkrav og -behov må klarlegges mer i detalj før et endelig system fastlegges, og hvor et slikt system skal testes ut i 20 bedrifter fra 4 spesifiserte bransjer gjennom hovedprosjektet.

### **5.3 Verktøy og metoder under utvikling - Environmental Life Cycle Impact Assessment og Environmental Value Chain Network Management**

Hanssen (1998c) har beskrevet en utvikling i anvendelse av livssyklusvurderinger og -tilnærminger som også inkluderer anvendelse i miljøkonsekvensvurderinger og i arbeid med analyse og optimalisering av miljøprofilen til nettverk av verdikjeder.

Pr. i dag er livssyklusvurderinger i liten grad benyttet som modellverktøy i miljøkonsekvensvurderinger av store naturinngrep som følge av investeringer i produksjonsanlegg, infrastrukturtiltak mm. Potensialet for å bruke en slik tilnærming er stor, som bla. påvist av Hanssen et al. (1994) i en gjennomgang av konsekvensvurderinger for metanolfabrikk på Tjeldbergodden. Både en systemtilnærming, en livssyklusvurdering av anlegget og en helhetlig vurdering av alle potensielle miljøpåvirkninger var dårlig ivaretatt i konsekvensanalysene som forelå. Integrering av livssyklusvurderinger i konsekvensanalysemetodikk er derfor et område som bør prioriteres fremover (se Baumann 1998, Gilpin 1996), selv om det trolig ikke passer godt inn i profilen til P-2005.

Miljøvurderinger og forbedringer av miljøprofil til nettverk av verdikjeder representerer trolig en viktig innfallsvinkel til industriell økologi-konseptet, og gir på mange måter en ny og utvidet dimensjon til livssyklusvurderingene (se Hanssen 1998 in prep.). Metodisk sett vil det representere en utvidelse av systemgrensene for livssyklusvurderingene, og en utvidelse av de funksjonelle enhetene i forhold til en normal LCA-studie. I forhold til samlet miljøforbedring av verdikjedenettverkene som inngår er imidlertid synergipotensialet stort ved å se disse i sammenheng. En nettverksmodell for verdikjeder vil særlig ha relevans for utvikling av såkalte økoparker, der bedrifter inngår i tette nettverk med utveksling av materialer, vann og energistrømmer, og der den enkelte bedrifts behov for energi, vann og materialer ses innenfor en større sammenheng. Eksempel på slike økoparker er bla. Kalundborg-området i Danmark. I Norge har vi trolig tilnærmet like gode løsninger innenfor Borregaard Industriers virksomhet i

Sarpsborg og Øra industriområde i Fredrikstad. Begge disse områdene vil være meget gode studieområder for utvikling av metoder, verktøy og eksempler på miljøforbedringer i nettverk av verdikjeder.

Nettverksmodeller kan også fungere som mer åpne strukturer, der bedrifter både innenfor en bransje og mellom bransje etablerer nettverkssamarbeid for å forbedre sin miljøprofil. Både i forhold til utvikling av materialgjenvinningssystemer, energiutnyttelse og logistikk-løsninger vil slike løsninger kunne ha et stort potensiale. I dag ser man tendenser til at hver bransje etablerer systemer for tilbaketaking av produkter og materialgjenvinning mer eller mindre isolert som nasjonale systemer. Ofte vil dette føre til etablering av et fåtall sentrale anlegg, og med unødvendig høyt forbruk av transportarbeid.

## 6. KONKLUSJONER OG REKOMMANDASJONER FOR VIDERE ARBEID I P-2005

Basert på de vurderinger som er gjort i kap. 3.3, er det tre hovedkonklusjoner som kan trekkes basert på LCA-studiene som i dag foreligger:

- De viktigste miljø- og ressursproblemene er representert ved forbruk av fornybare ressurser, forbruk av fossil energikilder, global klimaendring, forsuring og økotoksisitet
- De viktigste fasene/aktivitetene i livsløpet til produktet i forhold til å redusere belastningen er uttak/prosessering av jomfruelige råvarer, bruk av produktet og avfallsbehandling/tap av ressurser
- De viktigste forbedringsstrategiene er knyttet til mer brukseffektive produkter, lukket materialsyklus og mer effektiv logistikk/distribusjon til sluttkonsument, samt redusert forbruk/ reduserte krav til produktet

To forhold som skaper usikkerhet omkring konklusjonene som er trukket over er:

- Fremveksten av en stadig større del av økonomien som ikke er knyttet til selve produksjonen av produkter, med fokus på miljøbelastningen knyttet til FOU, produktutvikling, salg/markedsføring, service mm. For mange produkter kan dette ha stor betydning
- Mangelfull vurdering i forhold til enkelte viktige miljøpåvirkninger, som bla. biologisk mangfold, arealressurser og enkelte lokale miljø- og helseproblemer, bla. arbeidsmiljø.

Innenfor rammene av P-2005 bør det ikke arbeides med:

1. Metodeutvikling innenfor LCA-relaterte temaer på et generelt grunnlag. Det meste av metodeutviklingsarbeidet er gjennomført, og det som gjenstår er helt spesifikke problemstillinger innenfor miljøpåvirkningsvurderinger og vektingsmetodikk.
2. Kortsiktige, veldig anvendte problemstillinger for bedriftene som representerer enklere anvendelser og små forbedringer i produkter og prosesser. P-2005 bør ikke være et opplæringsprogram for bedrifter som ikke har erfaring med livssykluslignende mm.

Det bør arbeides med følgende typer oppgaver innenfor P-2005:

3. Gjennomgå empirisk grunnlag fra det store antall LCA-analyser som er gjennomført, og forsøke å trekke mer generelle slutninger i forhold til hva som er viktige miljøbelastninger for ulike faser og aktiviteter hos produkter innenfor ulike produkttyper. Dette vil ha stor betydning i forhold til å hjelpe spesielt SMB-sektoren til å arbeide med miljøforbedring av produkter.
4. Viktig å satse på langsiktige, dyptgående analyser og forbedringsprosjekter i grensesnittet mellom enkeltprodukter/-bedrifter og samfunnet rundt. Fokus på nettverk av verdikjeder og infrastruktur knyttet opp mot avfall, energi, transport mm.



5. Viktig med prosjekter som integrerer kunnskap og kompetanse fra ulike disipliner, og ressurspersoner både fra grunnforskning, anvendt forskning og bedrifter. I forhold til forskning som kan bidra til dramatiske forbedringer i miljø-effektivitet i samfunnet, er det viktig å integrere kompetanse på systemnivå, på tekniske løsninger, på bedriftsøkonomi, samfunnsøkonomi og forbrukeradferd.
  
6. Arbeide med problemstillinger som er viktig for sentrale norske bedrifter, spesielt de mer fremtidsrettede bedriftene. Problemstillingene bør både være av lokal, nasjonal og global natur. Det er av særlig interesse å avklare forholdet mellom dagens store, åpne materialsykluser som er et resultat av globaliseringen av all næringsvirksomhet, og de små lukkede syklusene som kanskje kan være den riktige veien å gå i forhold til bærekraftige samfunn.

## 7. REFERANSER

- Amundsen, A. 1993. Environmental Technology and Cleaner Production. Universitetsforlaget, Oslo. 186 pp. (In Norwegian).
- Baumann, H. 1998. Life Cycle Assessment in Decision Making - Theories and Practice. Technology, Technical Environmental Planning. Dr. thesis, Chalmers University of Technology, Technology Environmental Planning, Gothenburgh.
- Brezet, H., Van Hemel, C. G., 1997, ECODESIGN: a promising approach to sustainable production and consumption, UNEP
- Christiansen, K., Heijungs, R., Rydberg, T., Ryding, S.-O., Sund, L., Wijnen, H., Vold, M. & Hanssen, O.J. 1995 (eds). Application of Life Cycle Assessments (LCA). Report from Expert Workshop at Hankø, Norway on LCA in Strategic Management, Product Development and Improvement, Marketing and Ecolabelling and Governmental Policies. Østfold Research Foundation Research Report OR.29.95. 112 pp. + Appendices.
- Erstad, E., Raadal, H., Lerche, H., Johnsen, T., 1997, Bærekraftige møbler, møbelbransjen mot nye miljømål, (Mot bærekraftig produksjon og produktutvikling i møbel- og trebehandling industri), STØ
- Gilpin, A. 1995. Environmental Impact Assessment. Cutting Edge for the Twenty-First Century. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Hanssen, O.J. & Horsrud, J. 1992. Livsløpsanalyser. Østfold Research Foundation, OR .92.
- Hanssen, O.J. 1993. Proceedings from International Workshop Product Systems Development and Improvements in a Life Cycle Context. Østfold Research Foundation, Working Paper AR02.93.
- Hanssen, O.J. 1998a. Environmental Impacts of Product Systems in a Life Cycle Perspective. A General Survey based on 18 Life Cycle Assessment Studies. J. Cleaner Prod. In press.
- Hanssen, O.J. 1998b. Sustainable Product Systems. Experiences based on case projects in Sustainable Product Development. J. Cleaner Prod. In press.
- Hanssen, O.J. 1998c. Status for Life Cycle Assessment activities in the Nordic region. Submitted for publication in Int. J. LCA.
- Hanssen, O.J., Førde, J.S. & Thoresen, J. 1994. Environmental Indicator and Index Systems. An overview and test of different approaches. A pilot study for Statoil. Østfold Research Foundation, Research Report OR 17.94. 48 pp.
-

- Hanssen, O.J., Rønning, A. & Rydberg, T. 1995. Sustainable Product Development. Methods and Experiences from Case Projects. Final Results from the NEP project. Østfold Research Foundation. Research Paper OR 28.95. 82 pp. .
- van Hemel, C. G. 1998, EcoDesign empirically explored, Design for Environment in Dutch small and medium sized enterprises, TU Delft,
- Lèlè, S. M. , Energy and Resources Group, University of California, Berkely, 1991, Sustainable Development: A Critical Review, World Development, Vol. 19, No. 6, pp. 607-621
- Lindfors, L. G. , , Christiansen, K., Hoffmann, L., Virtanen, Y., Juntilla, V., Leskinen, A., Hanssen, O.J., Rønning, A., Ekvall, T. & Finnveden, G. 1995 . LCA Nordic Technical Reports No 1-9. Tema Nord 1995: 502.
- Lindfors, L. G. , , Christiansen, K., Hoffmann, L., Virtanen, Y., Juntilla, V., Leskinen, A., Hanssen, O.J., Rønning, A., Ekvall, T. & Finnveden, G. 1995. LCA Nordic Technical Reports No 10 and Special Reports No 1-2. Tema Nord 1995:503.
- Magnussen, K., . Valuation in LCA. Østfold Research Foundation, OR.97 (In Norwegian).
- Møller, H., Hanssen, O.J., Lindfors, L.G. , Svensson, T., Hoffmann, L., Stranddorf, H.K., Toldsted, J.T & Rønning, A. 1998. Nordic project on Implementation of Environmental Labelling Type III In the business sector (NIMBUS). Report from the pilot study on Nordic Environmental Product Declarations. *Østfold Research Foundation, OR.27.98*
- the Netherlands, five Ministers, 1998, Vision 2040-1998 , Technology, key to sustainable prosperity, STD (The interdepartmental research programme sustainable technological development)- programme
- Norell, M., 1992, DFA, FMEA och QFD i produktutveckling: erfarenheter från sex företag,(MANDECO), KTH
- Nordic Council of Ministers (Nord 1992):. Product Life Cycle Assessments - Principles and Methodology. NORD 1992:9, 288 pp.
- Nordic Council of Ministers (Nord 1995):. Nordic Guidelines on Product Life-Cycle Assessments. NORD 1995:20, 222 pp.
- Pedersen, B. and Christensen, K. 1992:.. A Meta-Review on Product Life Cycle Assessment. NORD 1992:9. pp. 24-104.
- Ritzèn,S, Hakelius, C, Norell, M. 1995, LCA och EPS-systemet, erfarenheter från svensk industri, (MANDECO), KTH
- Røine, K., 1997, Status for industriell økologi i norsk næringsliv, P2005, NTNU
-

- Rønning, A., Hanssen, O.J., Møller, H., Gade, A.L. and Haug, U.C. 1993. Life Cycle Assessment of Paint Products. Østfold Research Foundation Project Report OR76.93. 52 pp.
- Simon, Matthew , Sweatman ,Andrew , 1997, Products of a sustainable future, Design for Environmental Research Group, Department of Mechanical Engineering, Design and Manufacture Manchester Metropolitan University
- Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 1991. A Technical Framework for Life Cycle Assessments. SETAC, Washington D.C..
- Stevens, 1997, TU Delft, <http://www.io.tudelft.nl/research/mpo/research.htm>
- Støren, S., Myklebust, O., Lamvik, T., 1997, NORDLIST LCA Project, Life Cycle Assessment in Product Development, NTNU, SINTEF, STØ, DTU
- Sund, L., Hanssen, O.J. & Horsrud, J. 1992. Livsløpsanalyse av produkter. Statoil Miljørapport 05.
- Økstad, E. 1997. Environmental Performance Indicators in Industry. Practical experiences with developing EPI's in 12 companies. European Green Table/Federation of Norwegian Business and Industries, Oslo. 57 pp.
- Wenzel, H., Hauschild, M. & Alting, L. 1997a. Environmental Assessment of Industrial Products. Volume 1: Tools and Case studies. Institute for Product Development, Technical University of Denmark, Chapman & Hall
- Wenzel, H., Hauschild, M. & Alting, L. 1997b. Environmental Assessment of Industrial Products. Volume 2: Scientific Background. Institute for Product Development, Technical University of Denmark, Chapman & Hall