

**Introduktion
til
livscyklusvurderinger**

Introduktion til livscyklusvurderinger



Værktøj 3

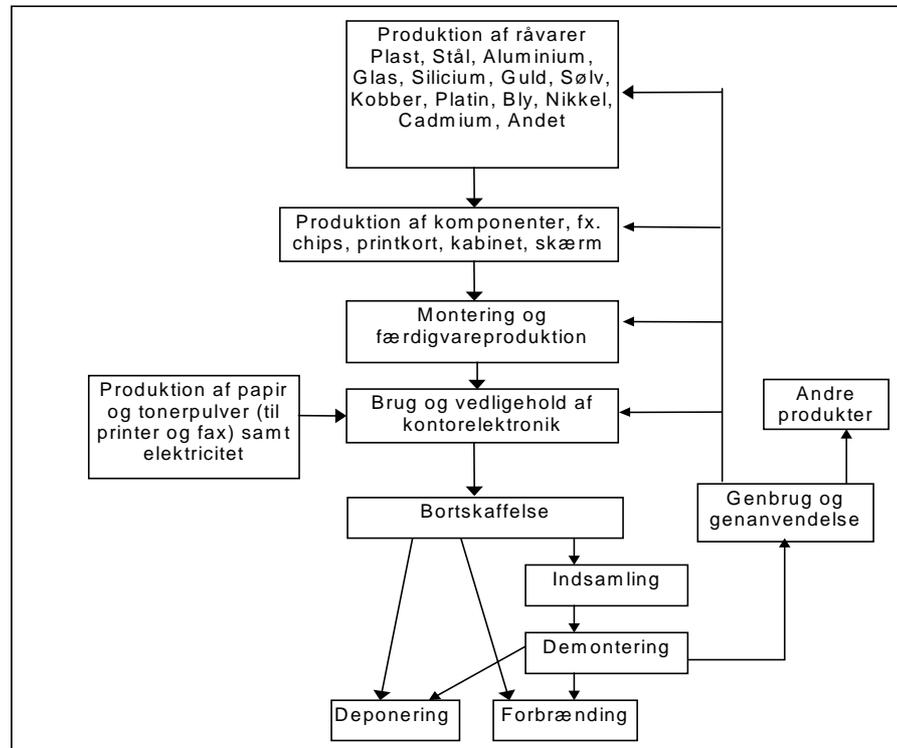
Hvad er en livscyklusvurdering ?

Formålet med dette værktøj er at give en kort introduktion til hvad livscyklusvurderinger er og hvad de kan bruges til. Sidst i værktøjet beskrives sammenhængen mellem livscyklusvurderinger og miljøledelse, samt danske virksomheders erfaringer med brug af livscyklusvurderinger. Værktøj 3 indeholder en vejledning i hvordan man kan starte arbejdet med livscyklusvurderinger.

Livscyklusvurdering er den danske oversættelse af det engelske “Life Cycle Assessment”, forkortet LCA.

En livscyklusvurdering er en opgørelse og vurdering af de miljøbelastninger, herunder ressourceforbrug og emissioner, der er knyttet til et produkts livsforløb.

Et produkts livsforløb, også kaldet produktets livscyklus, omfatter de faser et produkt gennemløber fra udvinding af råvarer over fremstilling og brug til den endelige bortskaffelse af produktet. En skitse af livsforløbet for kontorelektronik kan ses i figur 1.



Figur 1. Oversigt over livsforløbet for kontorelektronik fra “Baggrundsdokumentation for kontorelektronik”, Miljøstyrelsen, 1998.

Målet med at foretage en livscyklusvurdering er at kunne opgøre, vurdere og dermed få mulighed for at reducere de samlede miljøbelastninger forbundet med et produkts livsforløb. Ved at tage højde for de samlede miljøbelastninger i produktets livsforløb undgås suboptimeringer, dvs. at ændringer, der fører til miljøforbedringer i én fase af produktets liv, f.eks. produktionen, fører til øgede miljøbelastninger i en anden fase af livsforløbet, f.eks. ved bortskaffelsen og miljøindsatsen kan rettes mod de faser i produktets livsforløb, hvor der kan opnås størst miljøforbedringer.

Hvordan anvendes livscyklusvurderinger i dag?

Livscyklusvurderinger af produkter¹ anvendes i dag med forskellige formål og af forskellige aktører. Eksempler på dette er:

Myndighederne har anvendt livscyklusvurderinger som baggrund for samfundsmæssige handlingsplaner. Et eksempel er, at den politiske beslutning om at genbruge papir, frem for at forbrænde det, bygger på en livscyklusvurdering af de to bortskaffelsessystemer. Senest har Miljøstyrelsen anvendt en livscyklusvurdering af det danske returflaskesystem contra indførelsen af dåser som argumentation for, at det nuværende returflaskesystem bør bevares.

At livscyklusvurderinger endnu ikke kan baseres på eksakte metoder, og at metoder og tolkning af resultater fortsat kan diskuteres ses bl.a. af den debat, der har efterfulgt offentliggørelsen af den sidstnævnte livscyklusvurdering af drikkevareemballager². Det er derfor nødvendigt, at være meget opmærksom på hvad livscyklusvurderinger kan bruges til og hvordan de bliver brugt.

Livscyklusvurderinger udgør den baggrundsviden, der ligger bag udarbejdelsen af de kriterier et produkt skal overholde for at kunne tildeles ét af de officielle miljømærker (det nordiske miljømærke "Svanen" eller EU's "Blomst"). En gennemgang af miljømærkeordningerne findes i værktøj 6.



Værktøj 6

Den danske miljøstyrelse har udgivet en række miljøvejledninger til offentlige indkøbere. Miljøvejledningerne har til formål at rådgive indkøbere om miljørigtige indkøb. Miljøvejledningerne er ligeledes baseret på livscyklusvurderinger. Værktøj 7 omhandler miljøvejledninger.



Værktøj 7

Flere danske virksomheder anvender desuden livscyklusvurderinger eller elementer heraf. LCA-arbejdet anvendes i produktudviklingen på nogle virksomheder, som hjælpemiddel til udvikling af mindre miljøbelastende produkter. LCA-arbejdet anvendes ligeledes til at etablere miljøviden. Den viden man kan opnå ved at udføre livscyklusvurderinger for ét eller flere af virksomhedens produkter kan desuden anvendes som miljødokumentation overfor kunder eller andre interessenter, f.eks. i

¹ I forbindelse med livscyklusvurderinger anvendes betegnelsen produkter som en fælles betegnelse for produkter og serviceydelser.

² "Miljøet er gidsel i dåsekrig", Dagbladet Ingeniøren, uge 2/99.

"Svend Auken taber krig mod ol-dåser", Dagbladet Ingeniøren, uge 2/99.

"Skarpe fronter i dåsesag", Dagbladet Ingeniøren, uge 3/99.

form af en miljøvaredeklaration. Den opbyggede viden kan ligeledes anvendes til at identificere indsatsområder for virksomhedens miljøarbejde.

Hvad er de væsentligste begrænsninger ved metoden ?

Der er en række begrænsninger forbundet med udarbejdelse og anvendelse af livscyklusvurderinger som metode.

Den kendsgerning at LCA som metode befinder sig i et tidligt stadie af udviklingsforløbet betyder, at der stadig er stor brug for metodeudvikling og erfaring med anvendelse af eksisterende metoder.

En anden væsentlig begrænsning er, at valg og forudsætninger ofte bygger på subjektive vurderinger. Det betyder, at det kan være vanskeligt og i mange tilfælde direkte umuligt at sammenligne resultaterne af forskellige LCA'er.

En tredje væsentlig begrænsning er, at de tilgængelige data i mange tilfælde er behæftet med store og varierende usikkerheder, der vanskeliggør fortolkningen af resultaterne.

Endelig er indsamling af data for de livscyklusfaser, der ligger udenfor egen virksomhed, er mange gange forbundet med store vanskeligheder. Dette skyldes, at de fleste virksomheder endnu ikke har foretaget opgørelser af de enkelte produkters miljøpåvirkninger og derfor ikke kan give disse informationer videre.

ISO standarder

Der er i de senere år udarbejdet en række standarder for udførelsen af livscyklusvurderinger. Internationalt foregår standardiseringsarbejdet i ISO-regi.

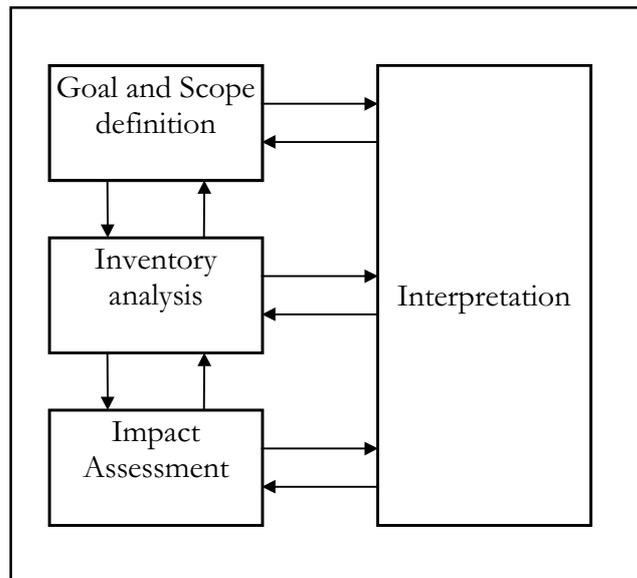
Standardiseringen af livscyklusarbejdet er opdelt i fire standarder (ISO 14040-14043). Standarderne ISO 14040 samt ISO 14041 foreligger som godkendte standarder. ISO 14042 og 14043 er under udarbejdelse og kan forventes godkendt som standarder i slutningen af 1999 eller starten af år 2000.

Det er ikke muligt, at få certificeret en LCA i henhold til ISO standarderne. Det anbefales³ dog, at man får foretaget en kritisk gennemgang (critical review) af en uafhængig ekspert eller af en gruppe af interessenter anført af en ekspert. Den kritiske gennemgang skal tjene til at lette forståelsen og øge troværdigheden af LCA'en.

ISO 14040

ISO 14040 standarden omhandler 'Principles and guidelines', dvs. de overordnede principper og strukturen af arbejdet. Standarden beskriver blandt andet de grundlæggende arbejdsstrin og elementer i en livscyklusvurdering samt anvendelsesmuligheder og begrænsninger ved metoden. Arbejdsstrinnene fremgår af figur 2.

³ Hvis der er tale om en sammenlignende LCA, der skal bruges til markedsføring, eller på anden måde fremhæve et produkt frem for et andet overfor offentligheden, skal der foretages en kritisk gennemgang.



Figur 2. Arbejdsrinnene i en livscyklusvurdering, (ISO 14040, 1997).

Som det ses er LCA en iterativ proces, hvor det tit er nødvendigt at gå tilbage og ændre formål og afgrænsning ud fra erfaringer og fortolkninger undervejs, f.eks. pga. datatilgængeligheden eller behov for ændret fokus som følge af miljømæssige erkendelser.

- ISO 14041** ISO 14041 standarden omhandler ‘Goal and scope definition and inventory analysis’, dvs. retningslinier for de to faser ‘formål og afgrænsning’ samt ‘dataindsamling’.
- ISO 14042** 14042 omhandler ‘Life cycle impact assessment, LCIA’ dvs. retningslinier for hvordan vurderingen af de indsamlede data skal foretages.
- ISO 14043** 14043 omhandler ‘Life cycle interpretation’ dvs. fortolkning. Standarden giver en ramme for hvordan en systematisk fortolkning af de indsamlede data bør udføres.

ISO standarderne beskriver de overordnede rammer for hvordan en LCA bør udføres, men standarderne indeholder ingen metode til udførelsen og kun ganske få eksempler på, hvordan de enkelte trin i LCA’en kan udføres i overensstemmelse med standarderne. En teknisk rapport, med eksempler på hvordan en dataindsamling (life cycle inventory, LCI) kan udføres, i overensstemmelse med ISO 14041, er dog under udarbejdelse.

LCA metoder, herunder UMIP

Der er på internationalt plan udviklet flere metoder til udførelse af livscyklusvurderinger⁴. UMIP metoden (Udvikling af Miljøvenlige Industriprodukter) er en dansk udviklet metode (‘Miljøvurdering af produkter’, Miljøstyrelsen, 1996). UMIP er den metode som Miljøstyrelsen anbefaler ved udførelse af livscyklusvurderinger i Danmark. Metoden indeholder fremgangsmåder for de enkelte trin i en LCA og

⁴ En oversigt over de vigtigste metoder findes i ‘Miljøvurdering af produkter’, Miljøstyrelsen, 1996.

overholder og harmonerer med ISO standarderne (*“UMIP-metoden og ISO-standarderne”*, Institut for Produktudvikling, 1997).

UMIP metoden er udviklet med det formål at understøtte beslutninger i produktudviklingen. Ved at bruge livscyklusvurderinger i produktudviklingen kan man allerede på et tidligt stadium i udviklingen af et nyt produkt opnå et billede af, hvilke miljøpåvirkninger produktet vil være årsag til. Dette åbner muligheden for at ændre materialesammensætning, konstruktion eller andre parametre, mens dette endnu er muligt. Fremgangsmåden ved dataindsamling og vurdering kan dog også anvendes i forbindelse med andre LCA-anvendelser.

Til metoden er udviklet et PC hjælpeværktøj med tilhørende database (*“Brugermanual til UMIP PC-værktøj”*, Miljøstyrelsen, 1998). Database indeholder livscyklusdata for en række materialer og processer, f.eks. energiproduktion, transport- og affaldssystemer. De nævnte livscyklusdata omfatter bl.a. en beskrivelse af processen og datakilden, samt opgørelser over tilknyttede ressourceforbrug og emissioner.

Database indeholder en række centrale data, men kan på ingen måde betegnes som komplet. Der er både fra industrien og myndighederne fokus på at få udbygget database. Derudover skal man være opmærksom på, at PC-værktøjet p.t. foreligger i en såkaldt “beta-version” og de data, der findes i database er behæftet med en række kendte fejl og mangler. Der findes endnu ikke en kvalitetssikret version af database, men programmet indeholder mulighed for at rette eksisterende databeskrivelser eller oprette nye (*“Brugermanual til UMIP PC-værktøj”*, Miljøstyrelsen, 1998). Værktøjet med tilhørende database skal således anvendes med forsigtighed. Det overvejes i øjeblikket, hvordan værktøjet skal videreudvikles.



Som beskrevet i værktøj 3 er det ofte en stor udfordring at skaffe data for elektroniske komponenter. Med hensyn til materialeindhold i komponenterne kan man dog komme et stykke af vejen ved hjælp af en database udviklet af DELTA “DELTA environmental database”. Database beskrives i værktøj 3.

UMIP er ofte blevet kritiseret for at være for stor, tung og besværlig at anvende. Set i det lys har Miljøstyrelsen søsat udviklingsprojektet “Vejledning i miljøvurdering af produkter i mindre og mellemstore virksomheder”. Projektet, som forventes afsluttet i 1999, vil resultere i en vejledning, der er væsentlig lettere tilgængelig end UMIP-afrapporteringen, der består af fem bøger.

Derudover er der en række andre udviklingsprojekter i gang, som bl.a. har fokus på at skabe et indledende overblik over et produkts miljøpåvirkninger. Her skal nævnes projektet “Stimulering af mindre virksomheders interesse for arbejdet med renere produkter”, der bl.a. vil resultere i en vejledning til de Teknologiske InformationsCentre (TIC) om, hvordan man udfører et ‘livscykluscheck’. Et livscykluscheck er en indledende miljøvurdering af et eksisterende produkt og forventes at kunne udføres på 2-3 dage ved hjælp af blyant, papir og lommeregner. Projektet, der vil omfatte en del praktisk afprøvning, forventes afleveret ultimo 2001, men der foreligger allerede en foreløbig vejledning, som har givet kraftig inspiration til værktøj 3 i nærværende håndbog.

UMIP afviger hovedsageligt fra andre internationale metoder mht. vurderingstrinnet (impact assessment), se figur 2. Dette trin er nok det mest omdiskuterede i forbindelse med LCA-metodeudvikling og i forbindelse med standardiseringsarbejdet i ISO. Det er således ikke tilfældigt, at der endnu ikke er vedtaget en standard på dette område. Når standarden kommer (ISO 14042) vil denne sandsynligvis være meget lidt konkret. I det følgende vil de forskellige trin i en LCA (jvf. figur 2) kort blive gennemgået. Gennemgangen er generel for livscyklusvurderinger, men vil blive eksemplificeret ved UMIP, specielt i forbindelse med beskrivelse af vurderingstrinnet.

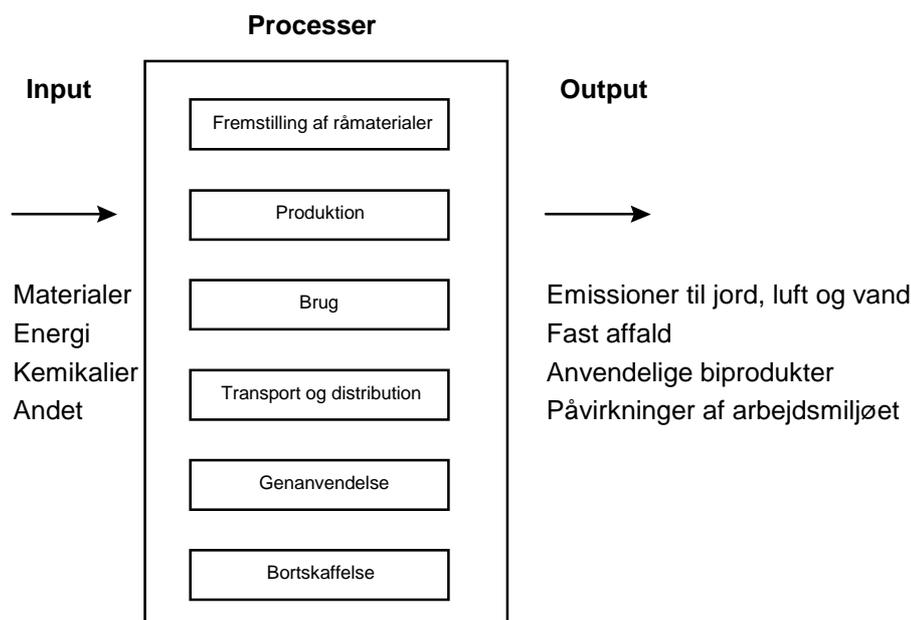
Goal and scope definition. Det er uhyre vigtigt, at der bliver lavet en grundig formålsbeskrivelse (hvem er målgruppen og hvad skal resultatet bruges til?), samt en grundig afgrænsning af det videre arbejde inden dette sættes i gang. Det skal bl.a. afklares og beskrives: Hvordan produktets livscyklus afgrænses (det er normalt ikke muligt at gå ud i alle detaljer), hvordan dataindsamlingen skal foregå, hvilken vurderingsmetode, der skal anvendes (herunder hvilke parametre, der skal vurderes, bl.a. om arbejdsmiljø skal inddrages), samt hvordan resultatet i sidste ende skal gennemgå et 'critical review'/kvalitetssikres.

En meget vigtig del af dette trin er fastlæggelse af produktets funktionelle enhed, der beskriver, hvilken funktion et produkt opfylder. Dette er nødvendigt som basis for en sammenligning. F.eks. nytter det ikke at sammenligne et kg glas med et kg pap eller plastic, hvis man betragter mælkelevering. Her ville en passende funktionel enhed være levering af en liter mælk ved en given temperatur. Se værktøj 3 for en nærmere beskrivelse.



Værktøj 3

En anden vigtig del af en det indledende arbejde er at lave et procestræ eller et flowdiagram med beskrivelse af input til og output fra de enkelte processer. Figur 3 viser en forenklet skitse over de input og output, der skal kortlægges ved udførelsen af en livscyklusvurdering efter UMIP metoden. Som det ses af figuren anbefaler UMIP, at påvirkninger i arbejdsmiljøet inddrages i en livscyklusvurdering.



Figur 3. Skitse over input, output og processer i et produkts livsforløb.

Inventory. Dataindsamlingen er det trin i en LCA, der kræver den største arbejdsindsats. Erfaringer viser, at det ofte kan være svært at skaffe data om ressourceforbrug og emissioner fra underleverandører, eller viden om hvordan brug og bortskaffelse af produktet foregår. Derudover opstår der ofte erkendelser undervejs i forløbet, som gør det nødvendigt at ændre dataindsamlingsstrategien. F.eks. kan det vise sig, at nogle data er svære at fremskaffe eller at nogle processer er væsentlig mere miljøbelastende end andre.

En måde at reducere tidsforbruget på, er ved at anvende allerede eksisterende data fra databaser eller tidligere udførte LCA'er. Det er vigtigt at være opmærksom på, at kvaliteten af disse er meget varierende. Samtidigt er det væsentligt at være opmærksom på, at der kan være store forskelle mellem data for den samme proces, afhængig bl.a. af den teknologi, der er anvendt, den geografiske placering og afgrænsningen af hvilke parametre, der er medtaget. Nogle data vil være specifikke for en bestemt proces på en bestemt lokalitet, mens andre vil være gennemsnitsdata for f.eks. en branche. Det er således nødvendigt altid at forholde sig kritisk til indsamlede data.

Impact assessment. Vurderingstrinnet er som beskrevet et af de mest omdiskuterede ved en LCA. I UMIP vurderes ressourcer, emissioner og arbejdsmiljø. Nedenfor gives en overordnet præsentation af metoden. Der henvises til UMIP for en nærmere beskrivelse.

Ressourcer omfatter fossile brændsler, metaller, andre mineraler, biomasse, vand samt kategorien "andet", der udgør en samlebetegnelse for alle de ressourcer, der ikke kan kategoriseres i de andre kategorier. Ressourcer vurderes ved at sammenholde forbruget per funktionel enhed med det årlige forbrug af den givne ressource, samt med kendte reserver.

Emissioner vurderes i forhold til deres potentiale for at bidrage til følgende miljøeffekter: drivhuseffekt, ozonnedbrydning, fotokemisk ozondannelse, forsuring, næringssaltbelastning, persistent toksicitet, økotoksicitet, toksicitet for mennesker og en række affaldsparametre. Den videre vurdering sammenholder de opgjorte miljøpotentialer med den totale miljøbelastning inden for de beskrevne kategorier, samt en vægtning baseret på de politiske reduktionsmål for de beskrevne miljøpåvirkninger.

Arbejdsmiljøvurderingen inddrager vurdering af potentialet for at:

- kemiske påvirkninger kan medføre: kræft, reproduktionsskader, allergi og nervesystemskader
- ensidigt gentaget arbejde kan medføre bevægeapparatskader
- støj kan medføre høreskader
- ulykker kan medføre legemsbeskadigelse

UMIP, herunder PC-værktøjet indeholder vurderingsparametre for, hvordan en lang række af de mest udbredte ressourcer og emissioner kan vurderes ud fra ovennævnte principper. Der vil dog ofte være en række forskellige ressourcer og emissioner, der ikke er opstillet vurderingsparametre for. Vurderingen af en 'ny' ressource eller emission, i forhold til de retningslinier der er opstillet i metoden, kræver normalt ekspertbistand. I mange tilfælde kan man dog lave en første vurdering/ følsomhedsvurdering ved at antage 'worst case' for at se, om den givne ressource eller emission kan formodes at påvirke det endelige resultat.

Interpretation. På dette trin opsummeres, diskuteres og fortolkes resultaterne fra de øvrige trin i relation til det opstillede formål. Undervejs kan disse overvejelser give anledning til ændringer i afgrænsningen og dataindsamlingen. Fortolkningsdelen skal desuden levere det endelige output til parter, der skal bruge resultaterne fra LCA'en. Endelig omfatter fortolkningen usikkerheds- og følsomhedsvurderinger på de opnåede resultater, samt et critical review af interne eller eksterne parter.

LCA og miljøledelse

At arbejde med *produktorienteret miljøledelse* på en virksomhed betyder, at virksomheden anvender livscyklustankegangen som en grundlæggende måde at anskue miljøpåvirkningerne fra virksomheden på. Det betyder at virksomheden søger at reducere miljøpåvirkningerne forbundet med produkterne i hele livscyklus og ikke kun koncentrerer indsatsen om at nedbringe miljøpåvirkningerne fra selve produktionen.

Miljøledelsesstandarderne og EMAS-forordningen er ikke særligt konkrete ved beskrivelsen af livscyklusvurderingernes rolle i miljøledelse. Især er ISO 14001 "ulden" sammenlignet med sin forgænger BS 7750. Følgende citater er taget fra ISO 14001 og EMAS-forordningen:

Fra ISO:

4.3.1 Miljøforhold

Organisationen skal udforme og vedligeholde (en) fremgangsmåde til at kende de miljøforhold, der er knyttet til de af dens aktiviteter, produkter eller tjenesteydelser, som den kan styre, og som den kan forventes at have indfyldelse på, med henblik på at fastslå de miljøforhold, som har eller kan forventes have en væsentlig miljøpåvirkning.

A.3.4 Miljøhandlingsprogram(mer)

...Programmet kan, hvor det er formålstjenligt og praktisk muligt, omfatte overvejelser om trinnes planlægning, konstruktion, produktion, salg og bortskaffelse. Et program kan udarbejdes for både igangværende og nye aktiviteter, produkter eller tjenesteydelser. For produkter kan det vedrøre konstruktion, materialer, produktionsmetoder, brug og endelig bortskaffelse.

Fra EMAS:

Bilag 1: Krav i forbindelse med miljøpolitik, miljøprogrammer og miljøledelsessystemer. Pkt. C. Forhold, som systemet skal omfatte:

“Der skal tages stilling til følgende forhold for rammene af virksomhedens miljøpolitik og miljøprogrammer samt i forbindelse med miljørevisioner:

.....

- 7. Produktudvikling (udformning, emballering, transport, anvendelse og bortskaffelse)*
- 8. Leverandørers og underleverandørers indsats og optræden på miljøområdet..... ”*

Som det ses, beskrives det, at man bør inddrage og tage stilling til miljøbelastninger i andre livscyklusfaser end selve produktionen. Denne del af standarderne kan fortolkes meget bredt.

Danske virksomheders erfaringer med livscyklusvurderinger

For elektronikproducenter er der flere grunde til, at det er hensigtsmæssigt at produktorientere miljøledelsesarbejdet. Stigende efterspørgsel efter mindre miljøbelastende produkter, krav til virksomhederne om miljødokumentation for produkterne og lovgivningsmæssige tiltag, specielt i forbindelse med bortskaffelse af elektronik, er eksempler på dette.

Undersøgelsen "Danske virksomheders erfaringer med livscyklusvurderinger" er blevet gennemført i perioden okt. 97 - feb. 98 ("*Danske virksomheders erfaringer med livscyklusvurderinger*" Institut for Teknologi og Samfund, DTU, 1998). Undersøgelsen blev foretaget som en spørgeskemaundersøgelse blandt 26 danske virksomheder, som i varierende omfang har beskæftiget sig med LCA i deres miljøarbejde. Virksomhederne er fra mange forskellige brancher og deres størrelse spænder fra syv til 10.000 ansatte. I det følgende gives en kort gennemgang, af nogle af de centrale resultater fra undersøgelsen.

Niveauet af det LCA arbejde, der har været udført i virksomhederne angives til at være grundig LCA hos en tredjedel, LCA på screeningsniveau hos en tredjedel og til at være anvendelse af livscyklustankegangen hos resten. Den største del af erfaringerne er altså høstet via mindre detaljerede LCA-modeller.

Virksomhedernes motivation for at igangsætte arbejdet med LCA begrundes med ønsket om at: være på forkant, opnå miljøfordele, forbedre virksomhedens image, bruge LCA-arbejdet til markedsføring samt leve op til krav på markedet.

Målet med LCA-aktiviteterne har primært været at opgøre nuværende produkters miljøbelastninger, at bruge LCA som grundlag for produktudviklingen samt at styrke dialogen til kunder og leverandører. Forventningerne til hvad de får ud af aktiviteterne er primært at opnå konkurrencefordele samt et bedre image.

UMIP-metoden ligger til grund for de fleste gennemførte LCA'er. I mange tilfælde er metoden brugt i en screenings-udgave, hvor arbejdet med at opgøre miljøbelastningerne er reduceret til fordel for brug af data fra UMIP-databasen. Næsten halvdelen af virksomhederne mener, at de ved arbejdet med LCA har afsløret egenskaber ved deres produkter, som de ikke var bekendt med før. Over halvdelen af virksomhederne angiver, at arbejdet har ført til nye prioriteringer i miljøarbejdet og mere end totredjedele vil fremover inddrage LCA i deres produktudvikling.

Virksomhederne har generelt fået opfyldt deres forventninger til LCA-arbejdet. Næsten halvdelen mener, at de har fået et bedre image. De er dog indtil videre skuffede, når det drejer sig om konkurrencefordele. Forfatterne til undersøgelsen fremhæver dog, at dette skal ses i sammenhæng med den forholdsvis korte tid, der er forløbet siden påbegyndelsen af LCA-arbejdet.

Sammenfattende viser undersøgelsen, at erfaringerne med LCA i dansk industri stadig er sparsomme, men at de danske virksomheder, der har anvendt LCA har gode erfaringer med dette. Der er dog stadig stor brug for metodeudvikling på området.