

# Produkt, funktionel enhed og referencestrømme i LCA

Bo Weidema  
2.-0 LCA Consultants

Henrik Wenzel  
Instituttet for Produktudvikling

Claus Petersen  
Econet

Klaus Hansen  
Teknologisk Institut



# Indhold

<b>Forord til serien</b>	<b>2</b>
<b>Forord til vejledningen</b>	<b>2</b>
<b>1. Sammendrag</b>	<b>2</b>
<b>2. Indledning</b>	<b>2</b>
2.1 Definitioner og formål	2
2.2 Relation til forskellige anvendelser af livscyklusvurderinger	2
<b>3. Procedure til fastlæggelse af undersøgelsesobjekt, funktionel enhed og referencestrømme</b>	<b>2</b>
3.1 Fastlæggelse af undersøgelsesobjekt	2
3.1.1 Trin 1: Beskriv produktet ved dets egenskaber	2
3.1.2 Trin 2: Fastlæggelse af det relevante markedsegment	2
3.1.3 Trin 3: Fastlæg de relevante produktalternativer	2
3.2 Trin 4: Definer den funktionelle enhed	2
3.3 Trin 5: Fastlæg referencestrømmene	2
3.4 Oversigt over proceduren i checkliste-form	2
<b>4. Særlige hensyn vedr. lange tidshorisonter</b>	<b>2</b>
4.1 Produkter med lang levetid	2
4.2 Undersøgelser med lang tidshorizont	2
<b>5 Usikkerhed</b>	<b>2</b>
5.1 Årsager til usikkerhed	2
5.2 Minimering af usikkerheder	2
<b>Bilag 1. Vigtige udtryk anvendt i dette dokument</b>	<b>2</b>



# Forord til serien

Livscyklustankegang og livscyklusvurdering er centrale elementer i en produktorienteret miljøindsats. Der er behov for grundige og fagligt velfunderede metoder til livscyklusvurderinger. Ligesom der er behov for enkle, lettilgængelige metoder, der afspejler en livscyklustankegang.

Hvilken specifik metode, der skal vælges er bl.a. afhængig af formål, målgruppe, ønske om evt. offentliggørelse m.m. Men fælles for alle livscyklusvurderinger er, at de gerne skulle give et robust resultat. Et resultat, som er et godt grundlag for de beslutninger, der efterfølgende skal træffes.

Der er gennem de sidste 10 år givet tilskud til en række projekter om livscyklusvurderinger og livscyklustankegang. Ligesom der under ”Program for renere produkter m.v. 1998-2002” vil blive givet tilskud til nye projekter.

Hovedresultaterne af projekter om livscyklusvurderinger vil i en periode fra 2000 og et par år frem blive udgivet som en ”miniserie” under Miljøstyrelsens serie Miljønyt.

Efterhånden som projekterne bliver færdige vil de supplere resultaterne af UMIP-projektet fra 1996. Disse værktøjer, erfaringer samt råd, hjælp og vejledning vil tilsammen danne et godt grundlag for de fleste anvendelser af livscyklusvurderinger.

Livscyklusvurderinger er et så vidtfavnende område, at der næppe kan skrives én bog, der dækker alle situationer og anvendelser af livscyklusvurderinger. Miljøstyrelsen håber, at denne ”miniserie” vil kunne give overblik over og formidle den støtte, der findes, til virksomheder, organisationer, myndigheder og andre, der gerne vil arbejde livscyklusorienteret.

**Miljøstyrelsen, oktober 2000**



# Forord til vejledningen

Denne vejledning er skrevet som led i det danske LCA metode og konsensus projekt, som er gennemført i perioden 1997 til 2003.

Vejledningen er en del af en række vejledninger, som drejer sig om centrale emner i LCA. Disse vejledninger er planlagt udgivet af Miljøstyrelsen i løbet af foråret 2004.

Det primære formål med vejledningerne har været at give råd og anbefalinger om centrale emner i LCA på et mere detaljeret niveau, end der tilbydes i den generelle litteratur såsom ISO-standarderne, UMIP-rapporterne, det Nordiske LCA-projekt og SETAC publikationer. Vejledningerne skal betragtes som et supplement til snarere end en erstatning for denne generelle litteratur.

Det skal dog understreges, at vejledningerne er udviklet gennem en konsensus proces, med deltagelse af alle væsentlige forskningsinstitutioner og konsulentfirmaer, som er aktivt beskæftiget med LCA i Danmark. De råd og anbefalinger, som gives i vejledningerne, kan derfor betragtes som udtryk for, hvad der er generelt accepteret som bedst praksis på LCA-området i Danmark i dag.

Vejledningerne er støttet af en række tekniske rapporter, som indeholder de videnskabelige diskussioner og dokumentationen bag de råd og anbefalinger, som er givet i vejledningerne. Disse rapporter er også planlagt til at blive udgivet af Miljøstyrelsen i 2004. De planlagte vejledninger og rapporter udviklet som led i projektet er præsenteret i oversigtsfiguren på næste side. Udviklingen af vejledningerne og de tekniske rapporter er blevet initieret og overvåget af Miljøstyrelsens Følgegruppe for LCA metodeudvikling i perioden 1997-2001.

Følgende forskningsinstitutioner og konsulent firmaer har været aktive i udviklings- og konsensusarbejdet:

COWI AS (Projekt Leder)  
Institut for Produkt Udvikling, Danmarks Tekniske Universitet  
FORCE Technology  
Teknologisk Institut  
Carl Bro AS.  
Statens Byggeforsknings Institut  
Vandkvalitetsinstitutet  
Dansk Toksikologi Center  
Rambøll AS  
ECONET  
Danmarks Miljø Undersøgelser

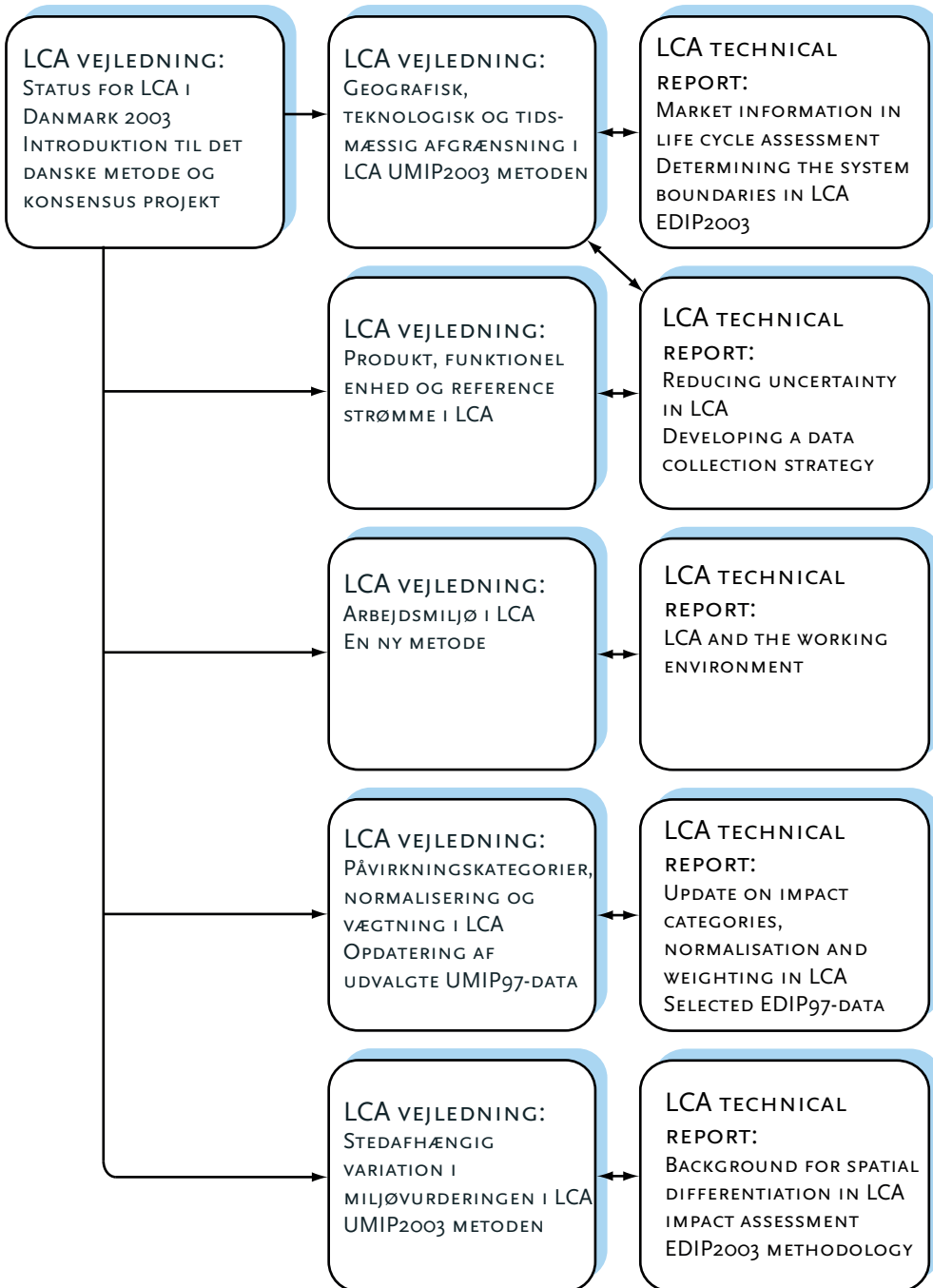
Denne vejledning er oversat til dansk af Kirsten Trolle-Hansen efter den originale engelske vejledning, og er derefter gennemrettet af forfatteren.

VEJLEDNINGER OG  
TEKNISKE RAPPORTER  
UDVIKLET SOM LED I  
DET DANSKE LCA  
METODE OG  
KONSENSUS PROJEKT

**BESLUTNINGSTAGERE**

**PRAKTIKERE**

**FORSKERE**





# 1 Sammen drag

Emnet for denne vejledning er nogle af de første elementer i en livscyklusvurdering, efter at man har defineret undersøgelsens mål (se også Figur 2), nemlig:

- fastlæggelsen af relevante produktfunktioner og produktalternativer (dvs. undersøgelsesobjektet),
- definition af funktionel enhed, og
- fastlæggelse af referencestrømme.

Disse elementer kan ofte være afgørende for resultatet af en konkret livscyklusvurdering. Derfor er det vigtigt at disse elementer udføres med omhu.

Formålet med denne vejledning er at tilvejebringe en entydig procedure for disse elementer i en livscyklusvurdering.

De omtalte elementer tjener tre formål:

- I. At fastlægge undersøgelsesobjektet, og dermed foretage en første afgrænsning af de produktsystemer, der skal undersøges. Eksempel: Kunstig udendørs-belysning med dagslys-spektrum til eksisterende eur opæiske armaturer.
- II. At tilvejebringe en kvantificeret referenceenhed (funktionel enhed) for alle andre analysedata. Eksempel: Belysning af 10 kvadratmeter med 3000 lux i 50000 timer med dagslys-spektrum ved 5600 K.
- III. At fastlægge de referencestrømme, der i en sammenlignende analyse skaber ækvivalens mellem de alternative produktsystemer. Eksempel: 15 dagslyspærer á 10000 lux med en levetid på 10000 timer sammenlignet med 6 dagslyspærer á 10000 lux med en levetid på 25000 timer.

En livscyklusvurdering undersøger miljøpåvirkningerne ved en mulig produktsubstitution, dvs. et valg af ét produkt frem for et andet, eller et valg af et bestemt produkt i forhold til et fravalg af dette produkt.

Den funktionelle enhed beskriver og kvantificerer de egenskaber ved produktet, der skal være til stede, for at den undersøgte substitution kan finde sted. Disse egenskaber (funktionalitet, udseende, stabilitet, holdbarhed, osv.) bestemmes igen af kravene på det marked, hvor produktet skal sælges.

Referencestrømmene omsætter den abstrakte funktionelle enhed til konkrete produktstrømme for hvert af de systemer der sammenlignes, således at produktalternativerne sammenlignes på et ækvivalent grundlag, der afspejler de faktiske konsekvenser af den mulige produktsubstitution.

Referencestrømmene er udgangspunkt for at opbygge de nødvendige modeller af produktsystemerne.

Med dette udgangspunkt beskrives en trinvis procedure for disse elementer i en livscyklusvurdering:

#### 5-TRINS PROCEDURE

Proceduren er inddelt i fem trin:

**Trin 1:** Beskriv produktet ved dets egenskaber.

**Trin 2:** Fastlæg det relevante markedssegment.

**Trin 3:** Fastlæg de relevante produktalternativer.

**Trin 4:** Definer og kvantificer den funktionelle enhed, i kraft af de pligttegenskaber, der kræves af produkterne i det relevante markedssegment.

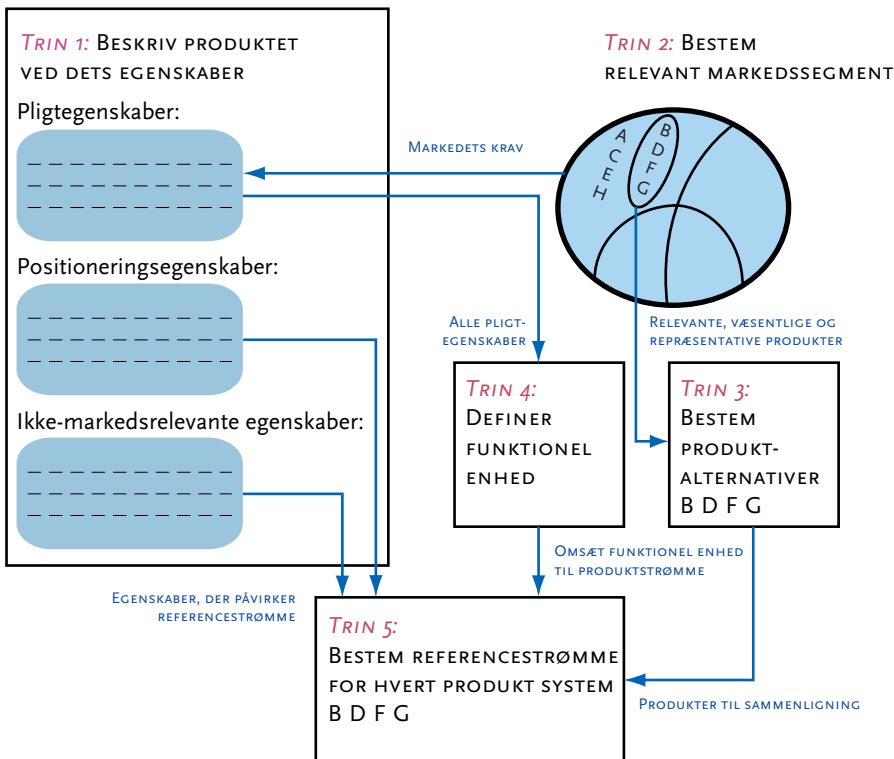
**Trin 5:** Fastlæg referencestrømmene for hvert af produktsystemerne.

Tabel 1 giver en oversigt over relationerne mellem procedurens tre formål og fem trin, og Figur 1 giver en samlet grafisk fremstilling af informationsstrømmen mellem trinene.

TABEL 1.  
PROCEDURENS TRE  
FORMÅL OG  
FEM TRIN

FORMÅL	TRIN I PROCEDUREN	BESKREVET I AFSNIT
I. FASTLÆG OBJEKTET FOR UNDERSØGELSEN	1. PRODUKTEGENSKABER	3.1.1
	2. MARKEDSSEGMENT	3.1.2
	3. PRODUKTALTERNATIVER	3.1.3
II. TILVEJBRING Kvantificeret reference	4. FUNKTIONEL ENHED	3.2
III. TILVEJBRING ÆKVIVALENS MELLEM PRODUKTSYSTEMER	5. REFERENCETRØMME	3.3

Hele proceduren er sammenfattet i checkliste-form i afsnit 3.4, især beregnet på den læser, der ikke har behov for de detaljerede begrundelser og eksempler, f.eks. hvis man tidligere har læst hele vejledningen, og blot har behov for en genopfriskning i forbindelse med den praktiske anvendelse af proceduren.



FIGUR 1. INFORMATIONSTRØM MELLEM PROCEDURENS FEM TRIN

Generelt er proceduren uafhængig af anvendelsesområderne. Dog er den detaljerede procedure hovedsagelig relevant når de produkter der sammenlignes, har forskellige egenskaber (f.eks. funktionalitet, udseende, stabilitet, holdbarhed). Proceduren kan dog følges mindre strengt hvis den undersøgte produktsubstitution kun omfatter produkter med identiske egenskaber, f.eks. hvis forskellen mellem produkterne kun består i at visse fremstillingsprocesser er modificeret, uden at dette påvirker selve produktets egenskaber. Det samme er tilfældet hvis man kun ser på ét bestemt produkt i forhold til fravalg af dette produkt.

FORSKELLE I PROCEDUREN FOR FORSKELLIGE ANVENDELSESOMRÅDER

Selv om proceduren er beskrevet som fem på hinanden følgende trin, skal det bemærkes, at det tit kan være relevant at gennemføre trinene sideløbende eller i flere omgange. De produkttegenskaber, der beskrives under trin 1, kan fastlægges samtidig med eller endda ud fra data om markedssegmenterne (trin 2). Produktet eller produktalternativerne (trin 3) kan være givet på forhånd, og kan dermed indgå ved fastlæggelsen af relevante produkttegenskaber (trin 1). Endelig kan den funktionelle enhed (trin 4)

fastlægges, uden at man først har fastlagt det relevante produkt eller produktalternativerne (trin 3).

Opstår der tvivl eller usikkerhed om det korrekte resultat af et eller flere af procedurens trin (og særligt hvis dette er tilfældet for markedssegmenteringen i trin 2), bør der arbejdes med flere scenarier for at afspejle grænserne for den tilgængelige viden. Hvor langt man skal gå med sådanne alternative scenarier afhænger af behovet hos målgruppen for undersøgelsen.

## 2. Indledning

### 2.1 DEFINITIONER OG FORMÅL

Produkter spiller en nøglerolle i forsøgene på at nedbringe den samlede menneskeskabte miljøpåvirkning. Det skyldes, at enhver menneskelig aktivitet – og dermed dens virkninger på miljøet – kan relateres til konkrete behov og deres tilfredsstillelse gennem materielle eller ikke-materielle produkter. Forskellige produkter, der forårsager forskellige miljøpåvirkninger, kan tilfredsstille samme behov. Det vil sige, at miljøpåvirkninger kan reduceres ved at udskifte – substituere - ét produkt med et andet. Formålet med livscyklusvurderinger er at vurdere de mulige miljøpåvirkninger ved sådanne produktsubstitutioner, dvs. et valg af ét produkt frem for et andet, eller et valg af et bestemt produkt i forhold til et fravalg af dette produkt.

PRODUKT-  
SUBSTITUTIONER

Alle produkter fremstilles med henblik på at udføre en eller flere funktioner, levere en eller flere ydelser, opfylde et eller flere behov. For eksempel kan man beskrive en kontorstols funktion som en “siddestøtte for én computerarbejdsplads i ét år” med nogle ekstra minimumskrav hvad angår holdbarhed, styrke, stabilitet, sikkerhed og komfort, herunder indstilling af sæde og ryglæn, armlæn m.v.

PRODUKTFUNKTIONER

I en konkret livscyklusvurdering, er produktets forskellige funktioner og hvordan de opfyldes ikke af lige stor betydning. Når undersøgelsens omfang skal afgrænses er det derfor afgørende at fastlægge hvilke funktioner der skal undersøges, de relevante alternative løsninger til opfyldelse af disse funktioner, og at sikre ækvivalens mellem de alternativer der skal sammenlignes.

FORSKELLIGE  
FUNKTIONER ER  
RELEVANTE I  
FORSKELLIGE  
SAMMENHÆNGE

Nogle vigtige definitioner:

DEFINITIONER

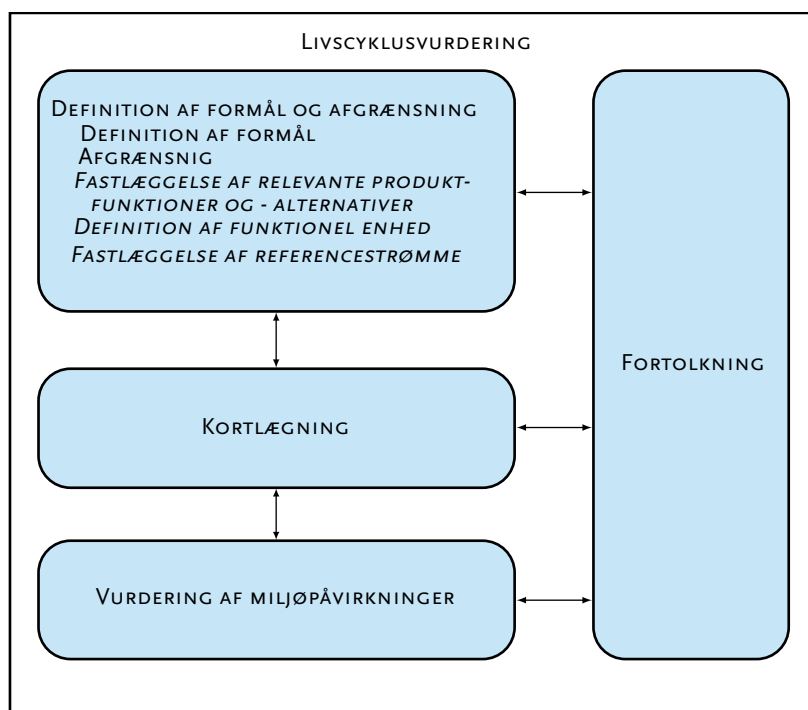
*En funktionel enhed* er en kvantificeret beskrivelse af produktsystemernes ydelse (nyttevirkning), til brug som referenceenhed. Eksempel: Belysning af 10 kvadratmeter med 3000 lux i 50000 timer med dagslys-spektrum ved 5600 K.

*En referencestrøm* er en kvantificeret produktmængde, inkl. delprodukter, der er nødvendig for at et konkret produkt/produktsystem kan levere den ydelse, der er beskrevet ved den funktionelle enhed. Eksempel: 15 dagslyspærer á 10000 lumen med en levetid på 10000 timer. Referencestrømmen er udgangspunkt for at opbygge en model af produktsystemet.

Flere definitioner af vigtige begreber, der bruges i dette dokument, findes i Bilag 1.

De emner der behandles i denne vejledning (dvs. fastlæggelse af relevante produktfunktioner og produktalternativer, fastlæggelse af funktionel enhed og fastlæggelse af referencestrøm) vedrører afgrænsningen af en livscyklusvurdering. De er dermed blandt de første dele af en livscyklusvurdering og følger typisk umiddelbart efter fastsættelsen af undersøgelsens målsætning, som vist i Figur 2.

FIGUR 2.  
DENNE VEJLEDNINGS  
EMNER PLACERET I  
FORHOLD TIL EN  
SAMLET  
LIVSCYKLUSVURDERING



Dermed opfyldes tre forskellige formål:

- I. At fastlægge undersøgelsesobjektet og dermed den første afgrænsning af de produktsystemer, der skal undersøges.
- II. At tilvejebringe en kvantificeret referenceenhed for alle andre analysedata.
- III. At fastlægge de referencestrømme, der sikrer ækvivalens mellem de alternative produktsystemer i en sammenlignende undersøgelse.

Disse tre formål afspejler sig i den trinvis procedure, beskrevet i Kapitel 3.

Formålet med denne vejledning er at tilvejebringe en entydig procedure, baseret på identifikation og analyse af forholdene i det markedssegment, hvor de analyserede produkter skal sælges. Sigtet med proceduren er at begrænse vilkårligheden i gennemførelsen af denne afgørende fase af livscyklusvurderinger.

## 2.2 RELATION TIL FORSKELLIGE ANVENDELSER AF LIVSCYKLUSVURDERINGER

Anvendelserne af livscyklusvurderinger adskiller sig generelt i to henseender:

- ▶ med hensyn til undersøgelsens tidshorisont (kort/mellemlangt eller langt sigt, bestemt dels af det tidsrum hvori konklusionerne af livscyklusvurderingen skal være gyldige, dels af varigheden af den evt. beslutnings konsekvenser for de enkelte processer), og
- ▶ med hensyn til hvor konkret genstanden for undersøgelsen er defineret (et specifikt produkt til et specifikt marked, eller en gruppe produkter beregnet for flere markeder).

Dette giver fire anvendelsesområder, der er forskellige mht. hvilke produkt-funktioner og –alternativer der omfattes; se Tabel 2.

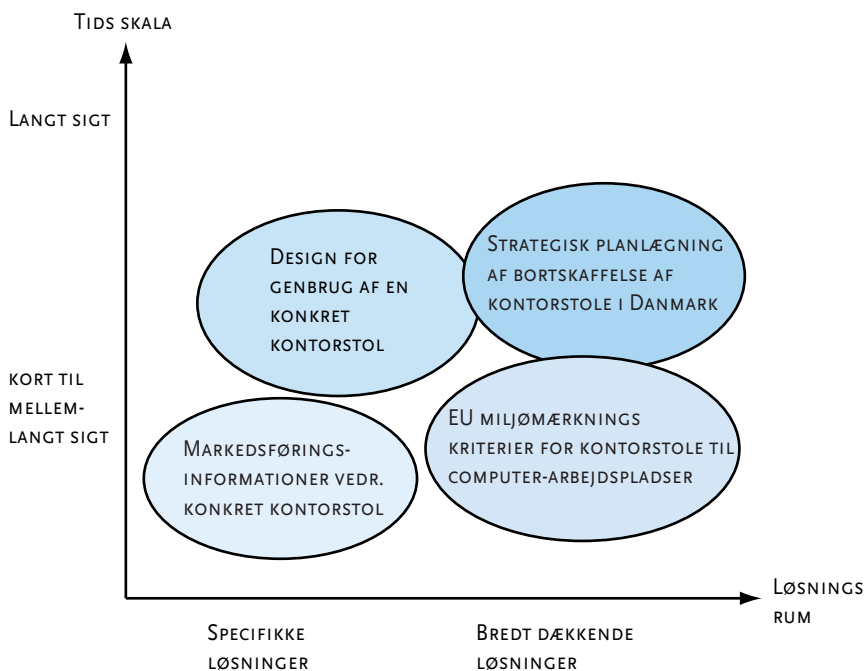
I alle anvendelser er dækningsgraden bestemt af de produktfunktioner, der (forventeligt) kræves i det markedssegment, hvor produktet skal sælges. Det vil sige, at forskellene mellem anvendelsesområderne skyldes forskelle mellem de berørte markeder. Dette uddybes nærmere i Kapitel 3.

FORSKELLE MELLEM  
ANVENDELSESOMRÅDER  
SKYLDES FORSKELLE  
MELLEM DE BERØRTE  
MARKEDER

TABEL 2.  
HOVEDKATEGORIER AF  
ANVENDELSESOMRÅDER,  
VIST MED FIRE  
EKSEMPLER. DISSE FIRE  
EKSEMPLER (OGSÅ VIST  
PÅ FIGUR 3) GÅR IGEN I  
HELE DENNE  
VEJLEDNING.

LØSNINGSRUMMETS DÆKNINGSGRAD	SPECIFIKKE LØSNINGER (SPECIFIK DEFINITION AF DET UNDERSØGTE PRODUKT)	BRED DÆKNING AF LØSNINGER (BREDERE DEFINITION AF DET UNDERSØGTE PRODUKT)
<b>TIDSHORISONT</b>		
<b>KORT TIL MELLEMLANGT SIGT</b>	TYPISK: INTERNE VIRKSOMHEDSSTUDIER TIL STØTTE FOR LEVERANDØRVALG ELLER MILJØPÅSTANDE (ANPRISNINGER)	TYPISK: STUDIER TIL STØTTE FOR DEFINITION AF MILJØMÆRKEKRITEIRER FOR EN PRODUKTGRUPPE
	FORMÅLET MED SÅDANNE STUDIER VIL VÆRE SNÆVERT DEFINERET I RELATION TIL VIRKSOMHEDENS EKSISTERENDE PRODUKTER	DÆKKER REPRÆSENTATIVE PRODUKTER I DET RELEVANTE MARKEDSSEGMENT
	EKSEMPEL: MILJØANPRISNING PÅ EN SPECIFIK STOL	EKSEMPEL: EU MILJØMÆRKEKRITEIRER FOR STOLE BEREGET TIL COMPUTER-ARBEJDSPLADSER
<b>LANGT SIGT</b>	TYPISK: TIL PRODUKTUDVIKLING	TYPISK: STUDIER TIL STØTTE FOR SAMFUNDSMÆSSIGE HANDLINGS PLANER OG LOVGIVNING
	FORMÅLET MED SÅDANNE STUDIER ER STADIG FORBUNDET MED EN VIRKSOMHEDS SPECIFIKKE INTERESSER, MEN PÅ GRUND AF DEN LÆNGERE TIDSHORISONT MÅ DET OMFATTE FLERE ALTERNATIVE UDVIKLINGER	DISSE STUDIER SKAL IKKE BLOT DÆKKE REPRÆSENTATIVE PRODUKTER PÅ MARKEDET, MEN OGSÅ FREMTIDIGE ÆNDRINGER PÅ MARKEDET OG EVENTUELLE NYE PRODUKTER PÅ MARKEDET
	EKSEMPEL: DESIGN FOR GENBRUG AF EN SPECIFIK STOL	EKSEMPEL: STRATEGISK PLANLÆGNING AF BORTSKAFFELSE AF KONTORSTOLE I DANMARK





FIGUR 3. DE FIRE EKSEMPLER I FORHOLD TIL ANVENDELSES-OMRÅDERNE

Trods de forskelle, der er vist i Tabel 2, er det alligevel den samme procedure, der skal anvendes til at fastlægge produktfunktionerne, de undersøgte produktalternativer, den funktionelle enhed og referencestrømmene, uafhængig af anvendelsesområdet.

Proceduren kan dog følges mindre strengt hvis den undersøgte produktsubstitution kun omfatter produkter med identiske egenskaber, f.eks. hvis forskellen mellem produkterne kun består i at visse fremstillingsprocesser er modificeret, uden at dette påvirker selve produktets egenskaber. Når der ikke er nogen forskel i ydelse mellem de analyserede produktsystemer kan alle trin, bortset fra trin 4 (se Kapitel 3), gennemføres hurtigere eller endog helt udelades. Det samme er tilfældet hvis man kun ser på ét bestemt produkt i forhold til fravalg af dette produkt.

Når det gælder virksomhedsspecifikke undersøgelser, kan procedurens trin 3 (fastlæggelse af relevante produktalternativer afsnit 3.1.3) ligeledes følges mindre strengt, idet virksomheden har en høj grad af frihed til selv at afgøre, hvad den anser for relevante alternativer. Alligevel bør selv virksomhedsinterne undersøgelser tilstræbe at afspejle de faktiske følger af den beslutning de skal understøtte, og de bør derfor medtage de produktalternativer, som man kan forvente, at beslutningen berører, dvs. typisk de produkter, der udbydes (eller forventes at blive udbudt) på det relevante marked.

SELVE PROCEDUREN ER UAFHÆNGIG AF ANVENDELSES-OMRÅDER...

...MEN PROCEDUREN KAN FØLGES MINDRE STRENGT UNDER VISSE OMSTÆNDIGHEDER

Selv om proceduren i Kapitel 3 er beskrevet som fem på hinanden følgende trin, skal det bemærkes, at det ofte kan være relevant at udføre flere af trinene sideløbende eller udføre hele proceduren i flere omgange:

De relevante produkttegenskaber beskrevet i trin 1 kan fastlægges samtidig med eller endog på grundlag af markedssegmenteringen (trin 2), som også vist på Figur 1. Produktet eller produktalternativerne (trin 3) kan være givet på forhånd, og kan dermed indgå ved fastlæggelsen af relevante produkttegenskaber (trin 1). Endelig kan den funktionelle enhed (trin 4) fastlægges, uden at man først har fastlagt det relevante produkt eller produktalternativerne (trin 3), som det også fremgår af Figur 1.

Desuden kan procedurens første trin senere revurderes i lyset af de oplysninger, der er fremkommet ved den mere detaljerede afgrænsning af den funktionelle enhed (trin 4), eller ved de undersøgelser, der er foretaget for at fastlægge referencestrøm (trin 5). For eksempel kan overvejelser vedr. undersøgelsens omfang (indgår i trin 4) føre til, at man revurderer hvilke markeder der er relevante (trin 2).

Tilsvarende kan der fremkomme nye oplysninger under de senere faser af livscyklusvurderingen (kortlægning, vurdering og fortolkning), som kræver, at afgrænsningen af analysens omfang revideres. Afsnit 3.2 beskriver et eksempel på sådan en situation, hvor vanskeligheder, der opstår under dataindsamlingen (med at adskille det undersøgte produkt fra et andet produkt), kan løses ved at justere den funktionelle enhed.

I den sidste ende skal der være overensstemmelse mellem resultaterne fra alle 5 trin.

# 3. Procedure til fastlæggelse af undersøgelsesobjekt, funktionel enhed og referencestrømme

## 3.1 FASTLÆGGELSE AF UNDERSØGELSESOBJEKT

Undersøgelsesobjektet for en livscyklusvurdering er miljøpåvirkningerne ved en potentiel produktsubstitution, dvs. et valg af ét produkt frem for et andet, eller et valg af et bestemt produkt i forhold til et fravalg af dette produkt. Den funktionelle enhed beskriver de egenskaber ved produktet, der skal være til stede, for at den undersøgte produktsubstitution kan finde sted. Produktets egenskaber er så igen bestemt af kravene på det marked, hvor produktet skal sælges.

Derfor er de første trin i fem-trins proceduren:

*Trin 1: Beskriv produktet ved dets egenskaber*

*Trin 2: Fastlæg det relevante markedssegment*

De identificerede produktfunktioner og markedssegmentet afgrænser samtidig hvilke produkter der kan indgå i en produktsubstitution, således at næste trin kan være en nærmere specifikation af, hvilke produktalternativer der skal medtages i undersøgelsen:

*Trin 3: Fastlæg de relevante produktalternativer*

### 3.1.1 TRIN 1: BESKRIV PRODUKTET VED DETS EGENSKABER

Formålet med dette trin er at identificere de egenskaber – ud af det undersøgte produkts samlede egenskaber – der skal medtages i den funktionelle enhed og/eller i fastlæggelsen af referencestrømme.

Produktegenskaberne kan inddeles i tre grupper, alt efter deres betydning:

- ▶ Pligtegenskaber, som produktet skal have for overhovedet at komme i betragtning som et relevant alternativ. Det er de egenskaber, der medtages i den funktionelle enhed. Eksempel: En drikkevareemballage skal være tæt.
- ▶ Positioneringsegenskaber, som kunden anser for 'rare at få med', og som derfor kan positionere produktet gunstigere i kundens øjne, set i forhold til andre produkter med de samme pligtegenskaber. Eksempel: En drikkevareemballage kan være mere eller mindre nem at håndtere.
- ▶ Ikke-markedsrelevante egenskaber, der ikke spiller nogen rolle for kundens præferencer. Eksempel: En genpåfyldelig drikkevareemballage kan være mere eller mindre nem at rengøre.

Både positioneringsegenskaber og ikke-markedsrelevante egenskaber kan være af betydning for referencestrømmene (se afsnit 3.3).

BAGGRUND

TRIN 1, 2 OG 3

TRE GRUPPER AF  
PRODUKTEGENSKABER

Den samme produkt egenskab kan være placeret i forskellige grupper på forskellige markeder (se afsnit 3.1.2). Et virksomheds-internt studie der sammenligner forskellige alternativer i forbindelse med produktudvikling, kan definere yderligere egenskaber som pligt egenskaber for deres egen mærkevare, selvom disse kun betragtes som positioneringsegenskaber på det generelle marked (og ville blive fastlagt som sådanne i en mere generisk livscyklusvurdering som skulle sammenligne dette mærke med andre mærker indenfor denne varegruppe).

Egenskaber kan være relateret til:

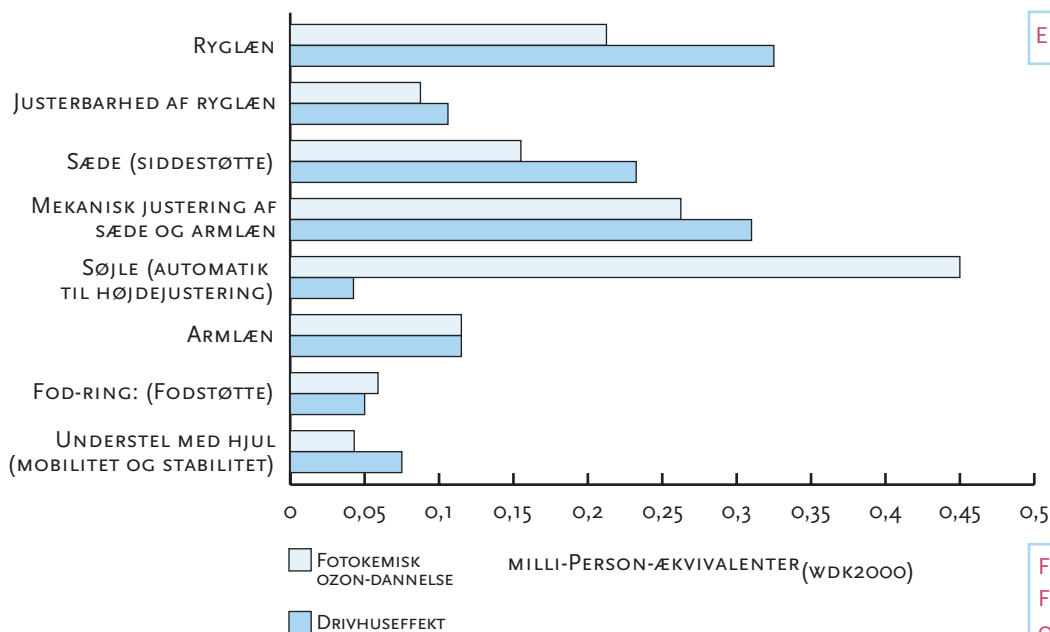
- *Funktionalitet*, i forhold til produktets hovedfunktion
- *Teknisk kvalitet*, f.eks. stabilitet, holdbarhed, krav til vedligeholdelse
- *Tillægsydelser*, der ydes under brug og bortskaffelse
- *Æstetik*, f.eks. udseende og design
- *Image* (dvs. produktets eller producentens)
- *Omkostninger* ved køb, brug og bortskaffelse
- *Specifikke miljømæssige egenskaber*

*Funktionalitet, æstetik og image* kendetegner de primære ydelser, som kunden køber.

*Teknisk kvalitet og tillægsydelser* sikrer de primære ydelser i produktets forventede levetid. Selv om holdbarhed kan medtages som en del af den tekniske kvalitet, skal det bemærkes, at de fleste af de nævnte egenskaber har et tidsmæssigt aspekt. Derfor er det også tit vigtigt at specificere de ønskede egenskaber mht. det (mindste) tidsrum, som disse egenskaber forventes at vare. Ved visse produkter og/eller egenskaber kan der ske et gradvist fald i forventningerne over tid. Tidsaspektet behandles mere udførligt i Kapitel 4.

*Miljømæssige egenskaber* kan være blandt de egenskaber, der indgår i den funktionelle enhed. Men da selve formålet med en livscyklusvurdering er at undersøge de miljømæssige påvirkninger fra produktet, giver det ikke mening på forhånd at erklære, at de undersøgte produkter skal have generelle egenskaber som ”miljøvenlig” eller ”ugiftig”. Hvis miljømæssige egenskaber medtages som pligt egenskaber, skal de udtrykkes som *specifikke* egenskaber, f.eks. ”sæde og ryglæn skal tillade genbrug af skumgummi”, således at man – *forud* for livscyklusvurderingen – kan afgøre, om et produkt har den krævede egenskab.

Ved udvikling af mere miljøvenlige produkter er det vigtigt at forstå forholdet mellem de enkelte egenskaber og miljøpåvirkningen (se eksemplet i Figur 4). Hvis miljøpåvirkningerne er særligt knyttet til bestemte egenskaber, er det særlig vigtigt at overveje, om disse ”miljøtunge” egenskaber er pligt- eller positionerings-egenskaber, og om det er muligt at påvirke kundens vægtning mellem de pågældende egenskaber og produktets miljømæssige egenskaber, f.eks. ved at formidle miljøoplysninger til kunden.



EKSEMPEL: KONTORSTOL



FIGUR 4: FORBINDELSEN MELLEM OTTE FUNKTIONELLE EGENSKABER I EN KONTORSTOL OG TO UDVALGTE MILJØ-PÅVIRKNINGER

Information om pligttegenskaber for et konkret markedssegment kan skaffes fra:

- marketingafdelingerne i de virksomheder, der leverer produkter til markedssegmentet,
- detailhandlere,
- brancheorganisationer,
- industriens forskningsinstitutioner og konsulenter,
- lovgivende myndigheder og standardiseringsorganer,
- forskningsinstitutioner inden for marketing og forbrug.

INFORMATIONSKILDER

Forhold, der er reguleret i national og international lovgivning og standarder, vil ofte være pligttegenskaber.

### **Generelle pligttegenskaber for kontorstolen**

ISO (og de kommende CEN) standarder for kontorstole omhandler både tekniske egenskaber som styrke (f.eks. ISO 7173), stabilitet (f.eks. ISO 7174-1) og sikkerhed (f.eks. prEN 1335) og funktionelle egenskaber som indstilling af sædehøjde, -dybde og -bredde, sædehældning, højde-, bredde- og hældningsindstilling af ryg, armlænenes længde og bredde m.m.; se også Tabel 3.

EKSEMPEL: KONTORSTOL



BETYDNINGEN AF ANDRE  
EGENSKABER END  
PLIGTEGENSKABER

Pligtegenskaberne giver en god beskrivelse af, hvad der kræves, for at produkter kan erstatte hinanden. Imidlertid kan mængden af produkt der substitueres, eller samspillet med andre produktsystemer, være bestemt af andre egenskaber.

For at sikre ækvivalens mellem produkterne i en sammenligning er det derfor nødvendigt systematisk at analysere *alle* produktegenskaberne og for hver enkelt afgøre, om den medfører forskelle i mængden af substitueret produkt eller i samspillet med andre produktsystemer.

EKSEMPEL: KONTORSTOL



**Betydningen af nogle egenskaber ved kontorstole, der ikke er pligtegenskaber**

*Hvis stolene har forskellig levetid (ud over det obligatoriske minimum på 5-7 år), kan det medføre en forskel i antal stole, der over tid er nødvendige for at opfylde hovedfunktionen.*

*Hvis sædebetrækket på en stol kræver mere vedligeholdelse, mens det på den anden er vedligeholdelsesfrit – eller hvis den ene stol medfører, at andet kontorinventar skal tilpasses, mens den anden passer til det nuværende kontorinventar – skal tillægsfunktioner fra andre systemer (f.eks. olie til vedligehold, andet kontorinventar) medtages for at give en fyldestgørende beskrivelse af, hvilke følger en produktsubstitution vil have.*

Hvis der kan identificeres flere af den slags egenskaber, er det vigtigt at undersøge, om der kan udpeges *en* egenskab, der er *bestemmende* (dimensionerende) for forskellen i ydelse (nyttevirkning).

**Eksempler på fastlæggelse af egenskaber:**

*Når man sammenligner forskellige alternativer til håndtørring, kan de tekniske egenskaber ved papirhåndklæder, f.eks. masefylde, absorptionsevne og brudstyrke, alle påvirke antallet af papirhåndklæder der bruges. Disse egenskaber kan imidlertid vise sig at være uden betydning hvis det i praksis er dispenserens udformning der afgør hvor meget papir der anvendes. På samme måde kan de tekniske specifikationer for elektriske håndtørrere, f.eks. luftvolumen og – temperatur, være irrelevante for en sammenligning af den relative nyttevirkning, hvis udstyrets reelle driftstid og energiforbrug bestemmes af andre faktorer, f.eks. et indbygget ur, der sætter en fast tid pr. håndtørring, og som derfor blot skal ganges med udstyrets effekt.*

*Ved sammenligning af forskellige typer mure i en bygning, kan den egenskab, der bestemmer materialeforbruget, ofte variere efter murtypen, dvs. efter materialevalg eller konstruktionsprincip. Det betyder, at det ikke er muligt at identificere én dimensionerende egenskab der er fælles for alle de murtyper, der ønskes sammenlignet. Imidlertid kan der godt identificeres en dimensionerende egenskab for hvert enkelt væg-alternativ, f.eks. kan holdbarhed være dimensionerende for én af vægtyperne, styrke for en anden, og lyd- eller varmeisolering for en tredje vægtype.*

Det skal bemærkes, at forskelle i ydelse mellem de undersøgte alternativer ofte fremkommer når man vælger en (for) snæver synsvinkel på produktet, f.eks. når man undersøger halvfabrikata, komponenter eller produkter der på anden måde er meget afhængige af andre produkter. Man kan ofte undgå den slags forskelle i ydelse, og de deraf følgende behov for justeringer (se afsnit 3.3), hvis man anlægger en bredere synsvinkel baseret på funktionen, dvs. på grundlag af de behov, som produkterne opfylder (f.eks. "belysning" og "nedkøling af fødevarer"), frem for selve de fysiske produkter (f.eks. "lysarmaturer" og "køleskabe"), se også kontorstols-eksemplet i afsnit 3.1.2.

Det antages normalt, at prisen (typisk en positioneringsegenskab) er nogenlunde den samme for alle de alternativer der sammenlignes, således at valget ikke påvirker køberens overordnede økonomi. Undertiden er der dog betydelig prisforskel mellem de forskellige alternativer på forbrugerniveau, og her er det relevant at tage i betragtning, at de penge, der spares på de billigere alternativer, med tiden bliver frigjort til andet forbrug i det kundeselement, som prisforskellen berører. Hvis man ønsker at modellere miljøpåvirkningen af denne situation korrekt, kan det være nødvendigt at justere de billigere alternativets produktsystemer, så de medtager dette tillægsforbrug, efter proceduren skitseret i afsnit 3.3.

PRIS SOM EN RELEVANT  
EGENSKAB

### 3.1.2 TRIN 2: FASTLÆGGELSE AF DET RELEVANTE MARKEDSSEGMENT

Formålet med dette trin er at identificere det markedssegment, hvori den potentielle produktsubstitution finder sted.

Markeder differentieres typisk

- geografisk,
- tidsmæssigt og
- i kundeselementer.

MARKEDSSEGMENTER

Et markeds geografiske segmentering kan skyldes forskelle i:

- naturgeografi (klima, terræn, transportafstande m.v.),
- regulering eller administration (regulering af konkurrence og markedsforhold, lovbestemte krav til produkter, produktstandarder, afgifter, støtteordninger),
- forbrugerkultur.

GEOGRAFISK  
SEGMENTERING

Tidsmæssig markedssegmentering er almindelig for serviceydelser (f.eks. spidsbelastnings- og nat-takst for elforbrug, myldretid i trafik og telekommunikation, sæsoner i turisterhverv). For fysiske varer er markederne i almindelighed kun tidsmæssigt segmenteret, når forsyningen eller opbevaringskapaciteten er utilstrækkelig, enten på grund af produktets karakter (f.eks. fødevarer) eller på grund af umodne eller ustabile markeder, som man har set det ved visse genbrugsmaterialer. Man skal her sondre mellem denne tidsmæssige segmentering og dét, at markeder generelt udvikler sig over tid, dvs. er styret af udviklingen i mode og teknologi, og at

TIDSMÆSSIG  
SEGMENTERING

både geografisk, tidsmæssig og kunde-segmentering derfor kan ændre sig over tid. Det sidstnævnte spørgsmål behandles i Kapitel 4.

**EKSEMPEL: KONTORSTOL**

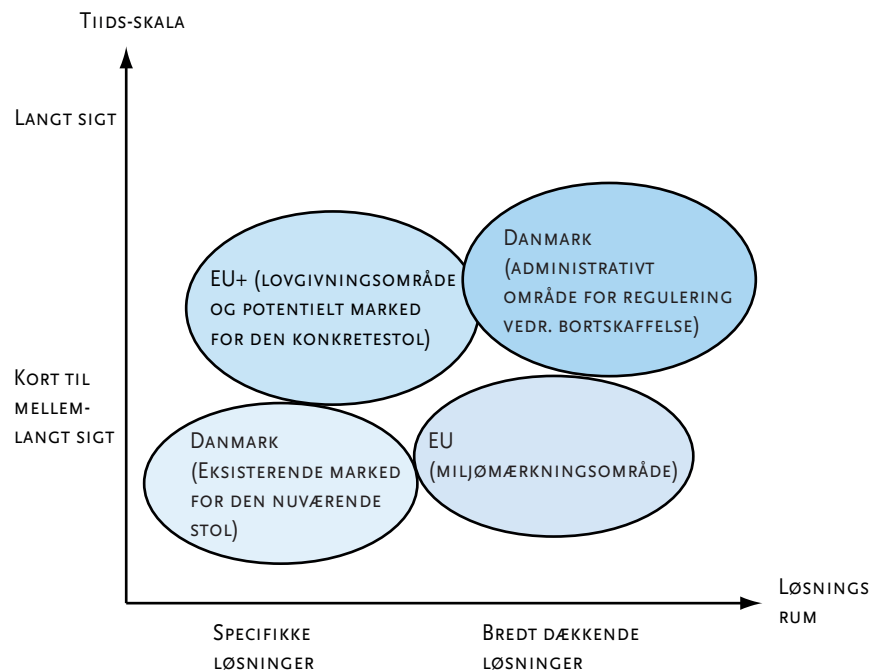


**Geografisk segmentering**

Markedet for kontorstole er regionalt segmenteret. Det vil sige, at de stole, der sælges i Europa, næsten udelukkende er fremstillet i Europa, med nationale undermarkeder. Det vil sige, at de fleste stole, der sælges i Danmark, også er fremstillet her.

Markederne reguleres i vidt omfang af lovkraft.

**FIGUR 5.  
GEOGRAFISKE  
MARKEDSSEGMENTER  
FOR DE FIRE EKSEMPLER  
I FIGUR 3**



**KUNDESEGMENTER**

Hvert geografisk marked er typisk inddelt i et antal kundesegmenter.

Kundesegmenterne defineres generelt efter nogle klart adskilte, funktionsbestemte krav, dvs. snarere på grundlag af de behov som produkterne opfylder, end på grundlag af produkternes fysiske fremtræden. Produkter, der ligner hinanden meget, kan være rettet mod forskellige behov og dermed forskellige markeder. Omvendt kan meget forskellige produkter være rettet mod det samme behov og dermed konkurrere på det samme marked.

I en livscyklusvurdering for en konkret stoleproducent kan det at se på produktgruppen "kontorstole" under ét, være en for bred afgrænsning af markedet. I stedet må der identificeres en konkret brugs-situation (og kundegruppe) for kontorstole. Omvendt kan produktgruppen "stole" være



en for snæver afgrænsning i mere strategiske sammenhænge, enten fordi den udelukker andre former for siddestøtte, eller fordi stolene kun er én komponent i en totalløsning for kontorindretning. Denne afgrænsning er ikke vilkårlig, men afhænger af, om resultatet af livscyklusvurderingen skal bruges på et specifikt eller bredere defineret marked.

Forskelle i kundekrav kan være baseret på forskelle i anskaffelsessituation, brugssituation, kundestørrelse, kundens alder, køn, uddannelse, status, ”kultur”, holdninger osv.

For at være relevante i praksis skal segmenter være:

- af en størrelse, der kan give et tilstrækkeligt afkast til at gøre en særskilt produktlinje rentabel.
- klart adskilte og med mindst muligt overlap, så alle produkter rettet mod et segment anses for substituerbare af kunderne i dette segment, mens der skal være ringe sandsynlighed for, at et produkt rettet mod et andet segment anses for substituerbart, hvilket vil sige, at produktsubstitution fra segment til segment kan lades ude af betragtning.

### **Kundesegmenter**

*En mindre undersøgelse af det danske marked for kontorstole blev foretaget ved at indhente marketingmateriale fra et antal grossister, ved telefoninterview med både leverandører og købere, og ved personlige interviews med to førende producenter.*

*Ud fra drøftelser med en dansk producent af kontorstole er det blevet klart, at der findes mindst fire velafgrænsede kundesegmenter, baseret på fire forskellige arbejdssituationer. De kan benævnes efter den pågældende arbejdssituationen: 1) arbejdsmandsstolen, 2) computerarbejdsplads-stolen, 3) direktør-stolen, og 4) 24-timers stolen. Den sidstnævnte udgør kun et meget begrænset marked og vil ikke blive behandlet yderligere her. De andre markeder er vist på Figur 6 sammen med nogle beskrivende parametre.*

EKSEMPEL: KONTORSTOL



**FIGUR 6.**  
**SEGMENTERING AF**  
**MARKEDET FOR**  
**KONTORSTOLE,**  
**HOVEDSAGELIG**  
**BASERET PÅ ARBEJDS-**  
**SITUATIONENS ART.**

MARKEDS- SEGMENT	GENEREL BESKRIVELSE	PLIGTEGENSKABER	VIGTIGSTE POSITIONERINGS EGENSKABER
DIREKTØRSTOLEN	DESIGN- ORIENTERET	SØDEHØJDE- JUSTERING	ÆSTETIK  IMAGE
COMPUTER- ARBEJDSSTOLEN	MIDDEL FUNKTIONALITET FUNKTIONALITETS- ORIENTERET	SØDEHØJDE- JUSTERING	FUNKTIONALITET ERGONOMISKE EGENSKABER
ARBEJDSMANDS- STOLEN	ERGONOMISK  ØGET FUNKTIONALITET MED ØGET PRIS	RYGLÆNS- JUSTERING  SÆDEHÆLDNING JUSTERBAR	FUNKTIONALITET  PRIS
	LAV PRIS  LAV FUNKTIONALITET	SÆDEHØJDE- JUSTERING  RYGLÆNS- JUSTERING	

*Arbejdsmandens stol er beregnet på den arbejder, der kun sidder på den en af og til og ikke i timevis, og som mest har stående og/løber gående arbejde. Stolen til computerarbejdspladsen er beregnet til den ansatte, der hovedsagelig sidder, og som tilbringer en væsentlig del af arbejdsdagen (mindst to timer daglig) på en skærmarbejdsplads, f.eks. ved en computer. Direktør-stolen er beregnet på den design-orienterede person. Denne person arbejder ikke meget på computer, skriver eller tegner, men læser snarere, eller taler i telefon og lignende. Denne stol kan typisk være til arbejdsgiveren eller mellemlederen, der lægger stor vægt på design, æstetik og image/repræsentation over for kunder.*

*Ifølge producenten er der ikke ret meget overlap mellem disse kundegrupper. Det stemmer godt overens med resultaterne af markedsundersøgelsen, hvoraf det fremgår, at stolene på markedet er rettet mod hver af de skitserede kundetyper. Endvidere understreges inddelingen af, at der for stolen til computerarbejdspladsen findes specifikke løvkrav vedr. sædehældning. Der er ringe sandsynlighed for, at en stol beregnet for ét segment sælges til en kunde i et af de andre segmenter, så produktets substituerbarhed fra segment til segment kan lades ude af betragtning. Det betyder, at livscyklusvurderinger af kontorstole skal behandle hvert markedssegment for sig og ikke tillade sammenligninger på tværs af segmenterne.*

#### INFORMATIONSKILDER

Information om markedssegmentering fås typisk hos marketingafdelinger i de virksomheder, der leverer produkter til markedet. Hvis der ikke kan skaffes information direkte fra markedets leverandører, findes der følgende sekundære kilder:

- detailhandlere, der dækker mere end et segment,
- brancheorganisationer,
- branchens forskningsinstitutioner og konsulenter,
- lovgivende myndigheder og standardiseringsorganer (vedr. forskelle mellem administrative områder),
- forskningsinstitutioner inden for marketing og forbrug,
- handelsstatistikker (især vedr. geografisk segmentering).

De nævnte overvejelser vedr. markedssegmentering og produkters substituerbarhed er afgørende for en livscyklusvurderings afgrænsning, når de produkter der skal sammenlignes adskiller sig i udseende og/eller funktionalitet. Da de miljøpåvirkninger der vurderes er de direkte konsekvenser af produktsubstitutionerne, skal vurderingen kun omfatte produktsubstitutioner, der rent faktisk kan forventes at forekomme. Hvis produktsubstitutionerne ikke forekommer i praksis, vil miljøpåvirkningerne være forskellige fra dem, der er vurderet i undersøgelsen.

Tilsvarende vil miljøpåvirkningerne også være forskellige fra dem, der er vurderet i undersøgelsen, hvis den ikke medtager produktsubstitutioner, der kan forventes at forekomme i praksis. Derfor er det vigtigt, at undersøgelsen inddrager alle relevante produktalternativer. Dette behandles mere indgående i næste afsnit.

På grund af den store betydning af disse trin, er markedssegmenteringen et af de steder hvor det kan være relevant at opstille flere scenarier for at afspejle grænserne for den tilgængelige viden.

VIGTIGHEDEN AF AT  
TAGE HØJDE FOR  
MARKEDSFORHOLDENE

EGENSKAB	MARKEDSSEGMENT		
	ARBEJDS- MANDENS STOL	STOL TIL COMPUTER- ARBEJDSPLADS	DIREKTØR- STOL
JUSTERBAR SÆDEHØJDE	O	O	O
JUSTERBART RYGLÆN	O	O	
JUSTERBAR HÆLDNING, RYGLÆN	O	O	P
JUSTERBAR HÆLDNING, SÆDE		O	P
MULIGHED FOR ARMLÆN	P	O	O
ARMLÆN JUSTERBART	P	P	
HJULBREMSE OG VALG ML. BLØDE OG HÅRDE HJUL	P	P	P
VINKEL ML. SÆDE OG RYGLÆN JUSTERBAR		P	P
AVANCEREDE BEVÆGEFUNKTIONER I STOL		P	P
JUSTERBAR SÆDEDYBDE, DER KAN LÅSES		P	

TABEL 3.  
UDVALGTE TEKNISKE  
EGENSKABER VED  
KONTORSTOLE  
INDDELT I PLIGT-  
EGENSKABER (O) OG  
POSITIONERINGSEGEN-  
SKABER (P)  
I FORSKELLIGE  
MARKEDSSEGMENTER

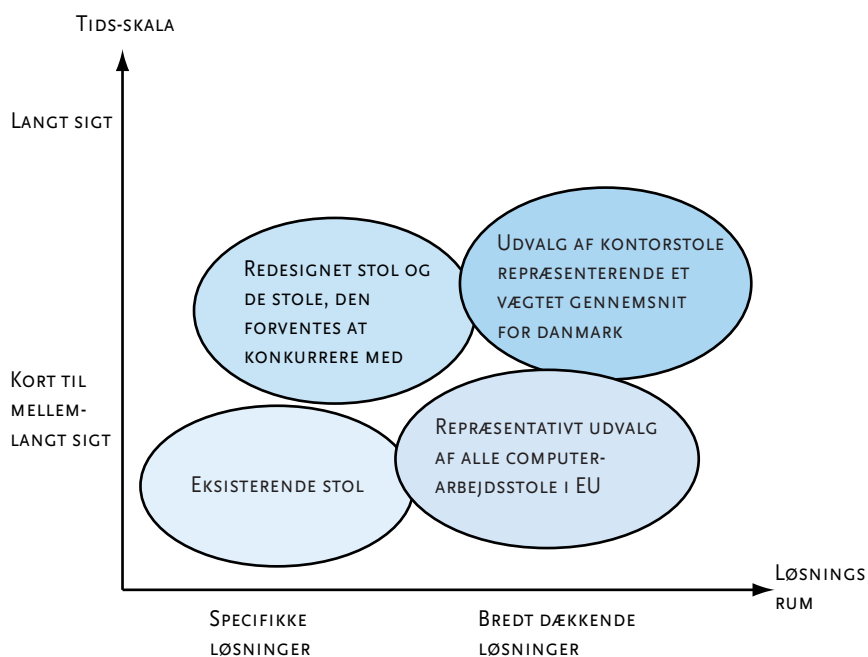
### 3.1.3 TRIN 3: FASTLÆG DE RELEVANTE PRODUKTALTERNATIVER

Hvilke produkter, der kan komme på tale i en produktsubstitution, afgrænses af det pågældende markedssegment, således som identificeret ved proceduren beskrevet i de foregående afsnit. Hvorvidt alle de mulige produkter så også *skal* medtages i undersøgelsen afhænger af formålet med undersøgelsen.

Formålet med dette trin i proceduren er altså at fastlægge, hvilke produkter, der skal medtages i undersøgelsen.

En virksomhedsintern undersøgelse kan udføres med et meget konkret formål, og her har man en høj grad af frihed til selv at definere, hvilke alternativer man vil anse for relevante. Modsat sigter offentlige anvendelser af livscyklusvurderinger typisk på at påvirke et forudbestemt marked, og de skal derfor forholde sig til produkter, der (forventes at) findes på dette marked.

Hvis man for eksempel skal fastsætte kriterier for miljømærkning af kontorstole, vil analysen skulle omfatte et repræsentativt udsnit af produktalternativer, der kan substituere hinanden i det pågældende markedssegment. Et smallere udvalg ville blive opfattet som unfair over for de alternativer, der ikke kom med, og det ville ikke fuldt ud afspejle mulighederne for miljøforbedringer. Et bredere udvalg ville blive opfattet som en inddragelse af irrelevante alternativer og dermed også som en unfair sammenligning. En virksomhedsintern undersøgelse af de samme stole ville – uden at give den slags problemer – kunne nøjes med at undersøge forskellige alternativer inden for virksomhedens eget eller de nærmeste konkurrenters produktsortiment. Alligevel må også virksomhedsinterne undersøgelser tilstræbe at afspejle de faktiske følger af den beslutning, der skal understøttes, og de bør derfor omfatte de produktalternativer, der forventes berørt heraf.



FIGUR 7.  
RELEVANTE  
PRODUKTALTERNATIVER  
FOR DE FIRE EKSEMPLER I FIGUR 3

### 3.2 TRIN 4: DEFINÉR DEN FUNKTIONELLE ENHED

Den funktionelle enhed er det centrale omdrejningspunkt for enhver livscyklusvurdering, idet den udgør den reference som alle andre data i livscyklusvurderingen normaliseres i forhold til.

I en sammenlignende undersøgelse skal den funktionelle enhed være ens for alle de produktsystemer der skal sammenlignes. Dette er en forudsætning for at sikre ækvivalens mellem produktsystemerne (se også afsnit 3.3).

Det er som regel en forudsætning for definitionen af den funktionelle enhed at det relevante markedssegment og produkternes pligttegenskaber er fastlagt, således som det er beskrevet i de foregående trin (afsnit 3.1).

Det der resterer i trin 4 er således især kvantificeringen:

*Trin 4:*

*Definer og kvantificer den funktionelle enhed, i kraft af de pligttegenskaber, der kræves i det relevante markedssegment.*

Den funktionelle enhed skal så vidt muligt være relateret til produktets funktioner, snarere end til produktets fysiske fremtræden. For eksempel: hellere "siddestøtte i ét år for en person, der arbejder ved en computer" end "en arbejdsstol til computerarbejdsplads"; hellere "200 liter frysekapacitet ved minus 18°C" end "en fryser på 200 liter"; hellere "årlig belysning af et arbejdsareal på 10 kvadratmeter med 30 lux" end "lyspærer, der tilsammen leverer 30000 lumen i et år".

På den måde sikrer man sig, at alle pligtgenskaber – plus varigheden af produktets ydelse – bliver behandlet.

Som referenceenhed er størrelsen af den funktionelle enhed - principielt set - vilkårlig. Generelt er det ligegyldigt, om en undersøgelse af kontorstole normaliseres til siddestøtte for 0,28 person, 1 person, 1000 personer eller 1,4 millioner personer.

To overvejelser kan dog være relevante, når man skal vælge den funktionelle enheds størrelse:

- den undersøgte produktsubstitutions skala, og
- den lethed hvormed undersøgelsesresultatet kan holdes op imod andre kendte størrelser.

#### UNDERSØGELSENS SKALA

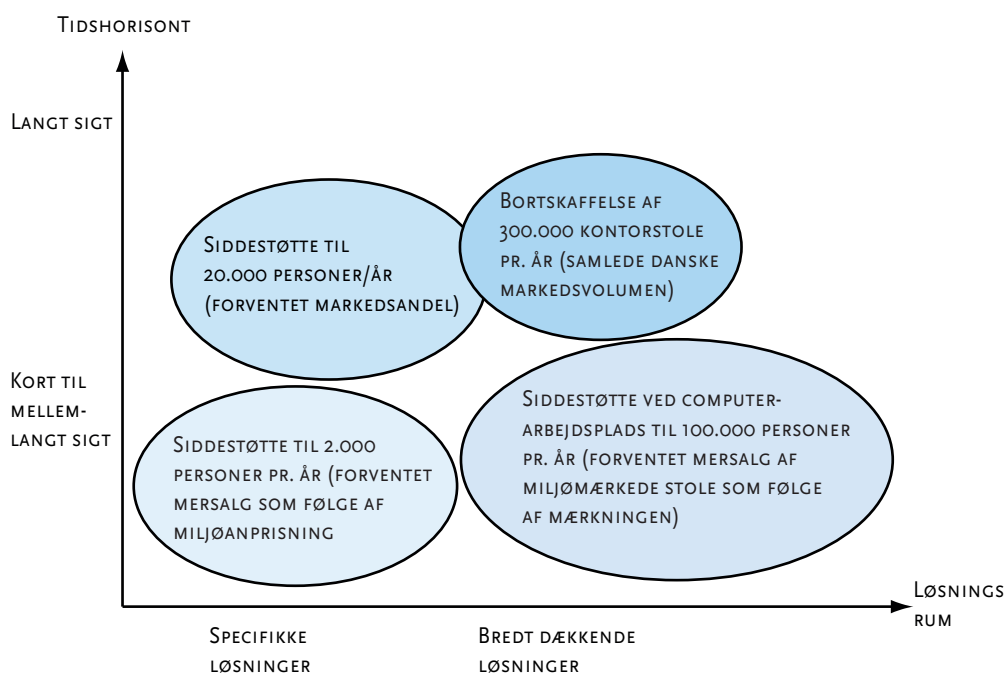
Den undersøgte produktsubstitution kan være stor eller lille. En stor substitution er defineret som en, der påvirker de bestemmende parametre for den generelle teknologiudvikling. Derved kan den undersøgte substitution i sig selv føre til, at der bliver sat fokus på nye teknologier. Det kan være en ændring der er så stor at den flytter den almene trend i markedsvolumenet f.eks. fra at være faldende til at være stigende, hvorved en ny teknologi kommer i spil. Det kan også være en ændring der er så stor at den kan overvinde en begrænsning som ellers forhindrer brugen af en bestemt teknologi. Endvidere kan en ændring være så stor at den påvirker produktionsomkostninger for den implicerede teknologi, f.eks. gennem stordriftsfordele. I den slags tilfælde kan det være misvisende, hvis der vælges funktionel enhed uden hensyn til, hvor stor den faktiske substitution er. Når man undersøger substitutioner, der omfatter hele markedet for et væsentligt produkt eller proces – f.eks. undersøgelser, der drejer sig om en regions samlede affaldshåndteringssystem eller om lovgivning eller standarder for en hel sektor – er det relevant at vælge en funktionel enhed, der har samme størrelse som det berørte marked.

Imidlertid beskæftiger livscyklusvurderinger sig ofte med små substitutioner, der hverken påvirker overordnede trends i markedsvolumener eller begrænsninger for og produktionsomkostninger knyttet til de pågældende teknologier. Derfor kan det antages, at der er et linært forhold mellem substitutionens størrelse og dens konsekvenser, således at den funktionelle enheds præcise størrelse vil være uden betydning for tolkningen af resultaterne.

#### SAMMENLIGNELIGHED

For den slags små substitutioner kan en anden overvejelse være relevant: Når resultatet af undersøgelsen fremlægges, skal det være så let som muligt at sammenligne resultatet med noget velkendt for læseren. Af denne grund normaliserer man typisk udvekslingerne til miljøet med de årlige udvekslinger fra en region, fra en gennemsnitsborger i denne region (person-ækvivalenter som i UMIP-metoden), eller fra det gennemsnitlige udgiftsniveau i denne

region. For at lette denne normalisering og kunne fremlægge resultaterne på en letforståelig måde kan det være en fordel at sætte den funktionelle enhed lig med eller tæt på en gennemsnits-persons årlige forbrug af det undersøgte produkt i det undersøgte markedsegment.



FIGUR 8.  
DEN CENTRALE  
FUNKTIONELLE ENHED  
FOR DE 4 EKSEMPLER I  
FIGUR 3, IDET DER ER  
TAGET HØJDE FOR DEN  
UNDERSØGTE  
SUBSTITUTIONS SKALA

I visse tilfælde kan to produkter være så tæt sammenknyttet, at en opdeling af nogle af processerne i deres livscyklus vil føre til en forøgelse af undersøgelsens usikkerhed. Hvis alle de undersøgte produktsystemer leverer samme mængde af de sammenknyttede produkter, kan man undgå den øgede usikkerhed ved at medtage begge produkter i den funktionelle enhed.

UDVIDELSE AF DEN  
FUNKTIONELLE ENHED

#### Eksempel:

*I en undersøgelse, der sammenligner drikkevareemballage, vil data for distributionen omfatte både drik og emballage. At søge at adskille hvor meget af transporten der skal tillægges emballagen, vil give en unødvendig usikkerhed i fastlæggelsen. Denne usikkerhed kan man undgå ved at udvide den funktionelle enhed til også at omfatte transport af den pågældende drikkevare. De udvidede systemer er stadig sammenlignelige, da den funktionelle enhed for emballager typisk vil være relateret til den mængde drikkevare de indeholder, dvs. at alle de produktsystemer der sammenlignes vil distribuere den samme mængde drikkevare. Samme fremgangsmåde kan bruges til andre processer, hvor drikkevaren og emballagen behandles samlet, f.eks. pasteurisering.*

RESULTATET AF  
KORTLÆGNINGEN  
REPRÆSENTERER  
EFFEKTEN AF AT  
TILLÆGGE ELLER  
FRATRÆKKE EN  
FUNKTIONEL ENHED

Resultatet af kortlægningen, som f.eks. fremstillet i tabeller over udvekslinger med miljøet, repræsenterer de udvekslinger, der fremkommer ved at tillægge eller fratrage en funktionel enhed, sammenlignet med de andre undersøgte systemer, eller ved at opfylde den ydelse der er beskrevet ved den funktionelle enhed i forhold til ikke at opfylde denne ydelse. Det skal ikke opfattes som en præsentation af udvekslingerne fra selve den funktionelle enhed, da resultatet i større eller mindre grad vil skyldes samspil med andre produktsystemer (se også teksten om systemudvidelse i afsnit 3.3).



#### Eksempel:

*I en sammenligning af 0,5 liters engangsflasker med 0,4 liters returflasker kan man have konstateret at forskellen i rumfang indvirker på forbruget af drikkevaren (se også yderligere om dette i eksemplet i afsnit 3.3), således at indførelsen af returflaskerne forventes at medføre et fald i forbruget af drikkevaren, f.eks. fra 4 millioner liter (i 8 millioner 0,5 literflasker) til 3,6 millioner liter (i 9 millioner 0,4 literflasker). Mængden af drikkevare forventes altså at falde, selv om antallet af flasker stiger. I dette tilfælde må man udvide produktsystemet for 0,5 liter-flaskerne til også at omfatte fremstilling af 0,4 millioner liter drikkevare, hvis man skal kunne give en fyldestgørende beskrivelse af, hvilke konsekvenser en produktsubstitution med 0,4 liter-flaskesystemet vil have. I dette tilfælde er analysens funktionelle enhed stadig "opbevaring af xx liter drikkevare", selv om størstedelen af de udvekslinger der opgøres for 0,5 liter-flaskesystemet, vil stamme fra fremstillingen af drikkevaren. Det betyder, at man ikke ukritisk kan tage disse data og bruge dem i en anden undersøgelse (end ikke en undersøgelse med samme funktionelle enhed), medmindre den beskrevne systemudvidelse er lige så relevant i den anden undersøgelse.*

### 3.3 TRIN 5: FASTLÆG REFERENCESTRØMMENE

Det sidste trin i proceduren er:

*Trin 5: Fastlæg referencestrømmene for hvert af produktsystemerne.*

En *referencestrøm* er en kvantificeret mængde af det/de produkt(er), herunder delprodukter, der er nødvendige, for at et konkret produkt/produktsystem kan præstere den ydelse, der beskrives af den funktionelle enhed.

For et sammensat produkt vil referencestrømmene typisk være identisk med produktets stykliste, ganget med en faktor der skalerer den til den funktionelle enhed.

Formålet med referencestrømmene er at omsætte den abstrakte funktionelle enhed til konkrete produktstrømme for hvert af de systemer der sammenlignes, således at produktalternativerne sammenlignes på et ækvivalent grundlag, der afspejler de faktiske konsekvenser af en eventuel produktsubstitution.



For at sikre denne ækvivalens skal referencestrømmene tage højde for alle de egenskaber (hvad enten de er pligt-, positionerings- eller ikke-markedsrelevante egenskaber), der blev identificeret under trin 1 (afsnit 3.1.1) som bestemmende for en forskel i ydelse. Det skyldes at det ikke kun er pligtegenskaberne der er med til at bestemme mængden af produkt der substitueres, eller samspillet med andre produktsystemer. F.eks. kan en drikkevareemballages håndtérbarhed (en positioneringsegenskab) eller rengørings-venlighed (en ikke-markedsrelevant egenskab) være af betydning for henholdsvis mængden af forbrugernes bil-transport og typen og mængden af rengøringsmiddel.

For hver af de egenskaber, der er identificeret som havende en bestemmende indflydelse på den nødvendige produktmængde, skal der fastslås et relativt mål for, i hvilket omfang de undersøgte produkter forventes at substituere hinanden.

ET RELATIVT MÅL FOR  
SUBSTITUTIONEN

#### Eksempler:

*I en sammenligning mellem belysningsalternativer kan tre 3000-lumen pærer substitueres af to 4500-lumen pærer, hvis pærerne kan placeres således, at lysfordelingen er den samme (eller således, at forskellen er acceptabel for brugeren). Hvis pærerne har forskellig levetid, skal sammenligningen desuden justeres for det. Det resulterer i referencestrømme på f.eks.*

- 5 gange 3 pærer på 3000 lumen med en levetid på 10000 timer hver, lig med
- 10 gange 2 pærer på 4500 lumen med en levetid på 5000 timer hver.

*Når man sammenligner malinger med samme pligtegenskaber (f.eks. mindst 98% opacitet og mindst 5 års holdbarhed), vil forskelle i dækkeevne (en positionerings-egenskab) bestemme referencestrømmene for de forskellige malinger, f.eks. forholdene 2,3 liter af maling A til 1,9 liter af maling B til 1,7 liter af maling C osv.*

*Ved sammenligning af forskellige alternativer til håndtørring kan dispenserens udformning bestemme størrelsen af reference-strømmene for papirhåndklæder.*

*Når 0,5 liters engangsflasker sammenlignes med 0,4 liters returflasker, bestemmes det antal flasker, der skal til for at opfylde samme funktion – at rumme en vis mængde drikkevare – af to egenskaber: deres rumfang og returfrekvensen for returflaskerne (med en returfrekvens på 90% ville en referencestrøm på 125 returflasker rumme den samme mængde drikkevare som en referencestrøm på 1000 engangsflasker).*

Når man fastlægger den relative ydelse (nytteværdi) af forskellige produkter, skal der vælges afprøvningsbetingelser og målemetoder, der svarer til sigtet med den påtænkte sammenligning. Det er ikke altid tilstrækkeligt at bruge producentens oplysninger.

KORREKTE  
AFPRØVNINGER  
OG MÅLINGER

*Eksempel:*

*Man bør sikre sig at testen af malingernes dækkeevne er udført på en overflade, der har samme egenskaber som den overflade, som malingen er beregnet til i den konkrete livscyklusvurdering.*

Hvis der er identificeret en eller flere egenskaber, der medfører forskelle i samspillet mellem de undersøgte produktsystemer og andre systemer, skal systemafgrænsningerne ændres for hver af disse egenskaber, således at man undgår disse forskelle.

Dette svarer til proceduren for håndtering af samprodukter, der også gør det nødvendigt at ændre systemafgrænsningen, så den medtager de processer, der påvirkes af forskelle i mængderne af samprodukter fra de undersøgte systemer (se baggrundsrapporten: "Market information in LCA").

#### UDVIDELSE AF SYSTEMET

Det vigtige på dette trin er at beskrive forskellen mellem de undersøgte produkter og give en generel beskrivelse af, hvilke systemændringer der er nødvendige for at undgå denne forskel. Beskrivelsen skal omfatte enhver forskel, der fører til ekstra processer i et eller flere af de undersøgte produktsystemer. Desuden skal fremtidige processer, f.eks. vedligeholdelse, udskiftninger, affaldshåndtering eller genbrug af råstoffer, altid medtages i beskrivelsen, hvis de er planlagt eller kan forventes at blive nødvendige. Dette er et af de steder hvor det kan være relevant at opstille flere scenarier for at afspejle grænserne for den tilgængelige viden.

*Eksempler:*

*Ved sammenligningen mellem 3 pærer på 3000 lumen med 2 pærer på 4500 lumen kan det være nødvendigt at medregne armaturer og andet inventar, der kan påvirkes af valget. Hvis den varme, som pærerne afgiver (normalt en ikke-markedsrelevant egenskab ved lyspærer) ikke er ens, vil dette desuden påvirke behovet for rumopvarmning og/eller -afkøling (hvis det da ikke er en udendørs belysning). Det vil sige, at det nedsatte behov for rumopvarmning og/eller øgede behov for afkøling skal medtages i sammenligningen.*

*I ovennævnte eksempel tog man simpelt hen højde for forskellen i levetid mellem de to pærer, da man udregnede de to pærs relative ydelse. Selv om denne justering kan være en acceptabel fremgangsmåde, når man sammenligner lyspærer, kan det ved produkter med længere levetid, f.eks. køleskabe med en levetid på 10-20 år, være nødvendigt at tage teknologiuudviklingen med i betragtning. Et køleskab med en levetid på 20 år kan ikke uden videre sammenlignes med to på hinanden følgende ens køleskabe med den nuværende teknologi og med en levetid på 10 år. De køleskabe, der fås ti år fra nu, vil helt sikkert være mere energiøkonomiske end de nuværende (dvs. have lavere energiforbrug pr. funktionel enhed), og det vil sige, at energiøkonomien for køleskab nr. 2 i alternativet 10 + 10 år skal fastlægges med en fremskrivning, mens energiøkonomien for køleskabet med 20 års levetid er en fast værdi.*

Det skal bemærkes, at kundeadfærden kan påvirkes forskelligt af de forskellige produktalternativer. Det er især relevant, når man undersøger konsumvarer og kan ofte spille kraftigt ind på undersøgelsesresultaterne. Det betyder, at man er nødt til at inddrage den samlede ændring i forbrugeradfærd i referencestrømmene.

*Eksempler:*

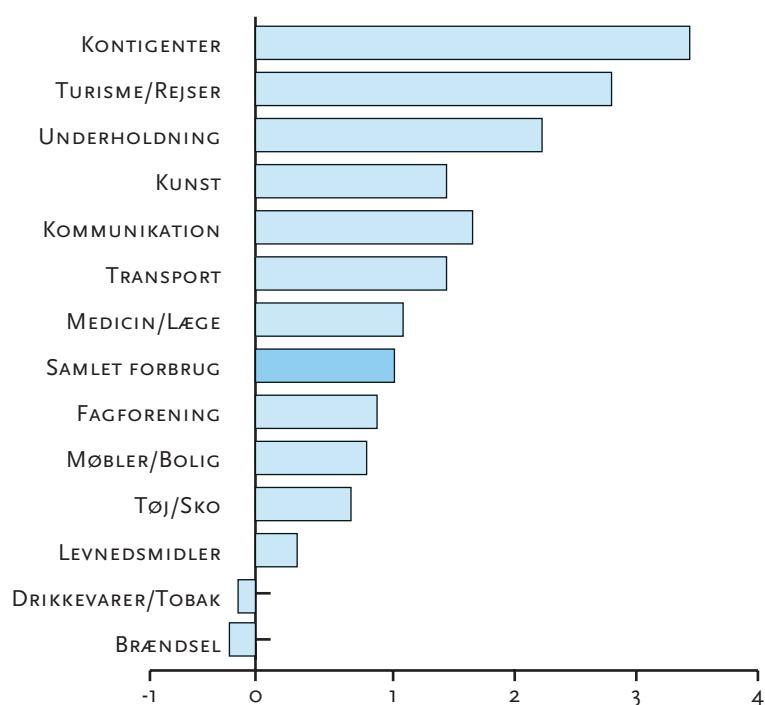
*En sammenligning mellem køleskabe kan være baseret på deres indvendige og/eller udvendige rumfang. Den primære funktion er selvfølgelig knyttet til det indvendige rumfang, men hvis køleskabet skal indbygges i et eksisterende køkken, kan det udvendige rumfang være en pligtgenskab. Hvis kravet er, at skabenes udvendige rumfang skal være ens, kan det indvendige rumfang være forskelligt på grund af forskelle i isoleringstykkelser. Det kan medføre forskelle i brugeradfærd (f.eks. hyppigere indkøb, opbevaring af visse varer uden for køleskabet eller opstilling af et ekstrakøleskab et andet sted i huset). Hver af disse adfærdændringer vil indebære ændringer i forskellige processer, der så skal medtages i undersøgelsen. Hvis kravet på den anden side er, at skabenes indvendige rumfang skal være ens (dvs. en pligtgenskab), kan en ændring i isoleringstykkelser kræve tilpasninger i køleskabets fysiske omgivelser (nye køkkenelementer). Hvis både indvendigt og udvendigt rumfang betragtes som pligtgenskaber, er der selvfølgelig ikke mulighed for justeringer, der giver plads til at ændre isoleringstykkelser. Dette viser, at pligtgenskaberne også fastlægger, hvilke produkter det er muligt at medtage i undersøgelsen.*

*I sammenligningen mellem 0,5 liters engangsflasker og 0,4 liters returflasker kan det – som nævnt i afsnit 3.2 – være nødvendigt at undersøge, hvordan forskellen i rumfang påvirker forbruget af drikkevaren. Hvis forbrugeren opfatter 1 flaske som lig med 1 flaske, vil det samlede forbrug af drikkevare falde, når returflaskerne indføres. I dette tilfælde kan emballagen ikke undersøges uafhængigt af dens indhold. Målet med undersøgelsen skal så evt. omdefineres for at give mulighed for en sammenligning af drikkevare plus emballage, der også tager højde for ændringer i forbrug.*

INDDRAGELSE AF  
VIRKNINGERNE AF  
PRISFORSKELLE

Hvis der på slutbrugerniveau er stor og vedvarende prisforskel mellem forskellige produktalternativer, og man ønsker at modellere miljøpåvirkningen af denne situation korrekt, kan det – som nævnt i afsnit 3.1.1 – være nødvendigt at justere referencestrømmene for de billigere alternativer, så det medtager det alternative forbrug, som udløses af besparelsen. Denne tilføjelse skulle ideelt set afspejle det marginale forbrug, ved at benytte oplysninger om hvilke produkter der øger deres markedsvolumen, når forbruget stiger, som vist i Figur 9.

FIGUR 9.  
FORDELINGEN  
AF 1% VÆKST  
I PRIVATFORBRUGET  
I PERIODEN 1977-1997  
I DANMARK. BEREGNET  
AF INSTITUTTET FOR  
FREMTIDSFORSKNING,  
KØBENHAVN



Bemærk, at dette generelt kun er relevant for prisforskelle hos slutbrugeren, idet prisforskellene sjældent har vedvarende effekt på virksomhedsniveau, på grund af tendensen til udjævning af den marginale fortjeneste og løn på tværs af alle erhverv.

INDDRAGELSE AF  
FORBRUGERNES  
TIDSFORBRUG

En tilsvarende justering kan være påkrævet hvis der er stor forskel i forbrugernes tidsforbrug ved brug af de forskellige produkt-alternativer. I så fald kan det være nødvendigt at justere de tidsbesparende alternativer således at de inkluderer de ændringer i den samlede forbrugeradfærd som affødes af den ekstra tid, der er til rådighed ved brug af disse alternativer.

DETALJER  
I SYSTEMUDVIDELSEN  
KAN UDSÆTTES

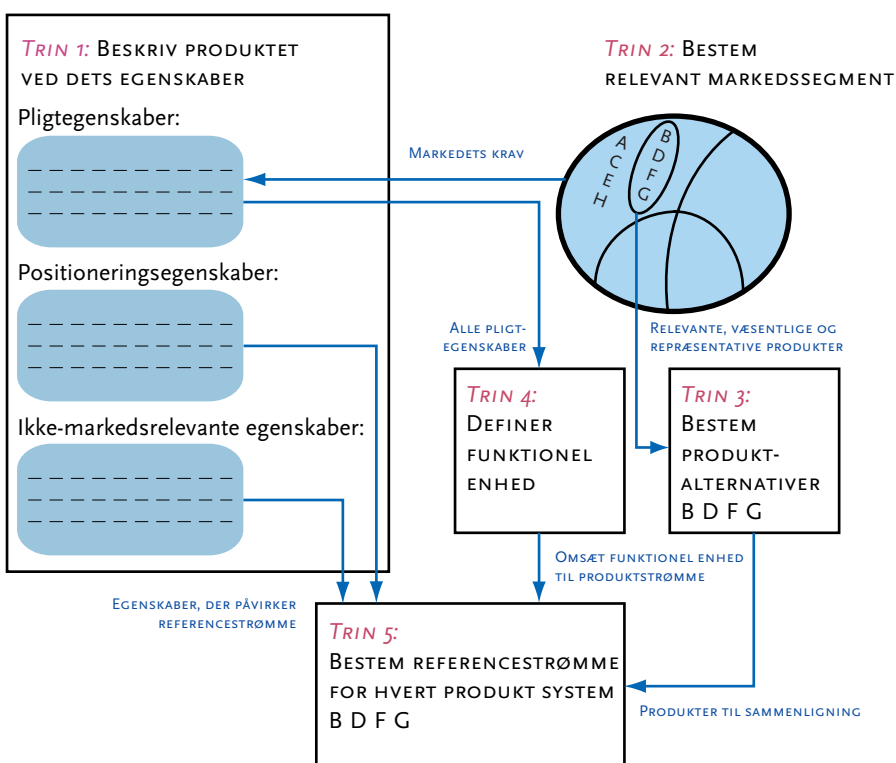
En mere detaljeret analyse er ofte nødvendig, når man præcis skal fastslå, hvilke ekstra processer der skal medtages som følge af forskelle mellem de undersøgte systemer. Denne analyse, der følger samme procedure som fastlæggelsen af systemudvidelser i forbindelse med samprodukter, behøver ikke at gøres færdig som en del af den her beskrevne procedure.

Tilsvarende kan den detaljerede beskrivelse af ekstra processer afvente den generelle beskrivelse af, hvad der henholdsvis er medtaget/udeladt i de undersøgte systemer.

Til den endelige rapport er det hensigtsmæssigt at rapportere alle systemudvidelser ét sted – både dem der er relateret til produkttegenskaber og dem der er relateret til samprodukter. For at undgå misforståelser mht. omfanget af de systemer, der beskrives af den funktionelle enhed, er det mest hensigtsmæssigt at rapportere alle systemudvidelser (inkl. dem, der hidrører fra håndtering af samprodukter) i umiddelbar tilknytning til beskrivelsen af den funktionelle enhed. Desuden anbefales det at behandle virkningen af systemudvidelser særskilt, når undersøgelsesresultaterne fremlægges (i tabeller fra kortlægningen osv.).

RAPPORTERING AF SYSTEMUDVIDELSER

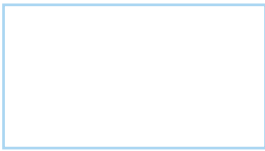
### 3.4 OVERSIGT OVER PROCEDUREN I CHECKLISTE-FORM



FIGUR 10. INFORMATIONSTRØM MELLEMLER PROCEDURENS FEM TRIN

#### Trin 1: Beskriv produktet ved dets egenskaber

- Identificer – blandt alle det undersøgte produkts egenskaber – de egenskaber, som produktet skal have for overhovedet at komme i betragtning som et relevant alternativ. Disse såkaldte pligttegenskaber er de egenskaber, der skal indgå i den funktionelle enhed.
- Analyser systematisk alle produkttegenskaber og vurder for hver enkelt, om den medfører forskelle i mængden af substitueret produkt eller i



samspillet med andre produktsystemer. Hvis der kan identificeres flere af den slags ekstra egenskaber, undersøg da, om en af egenskaberne kan udpeges som den, der dimensionerer forskellen i ydelse.

- Anlæg en bred synsvinkel på grundlag af funktion, dvs. baseret på de behov, som produkterne opfylder (f.eks. "siddestøtte i ét år"), snarere end på produkternes fysiske fremtræden (f.eks. "stole"). Dermed undgår man et (for) snævert produktperspektiv, når der f.eks. undersøges halv fabrikata, komponenter eller produkter der på anden måde er meget afhængige af andre produkter.

*Trin 2: Fastlæg det relevante markedssegment*

- Identificer det markedssegment, hvor den potentielle produktsubstitution finder sted (geografisk, tidsmæssigt og mht. kundeselement).

*Trin 3: Fastlæg de relevante produktalternativer*

- Fastlæg blandt de produkter, der kan inddrages ved en produktsubstitution (som beskrevet i de tidligere trin), og hvilke produkter der skal medtages i undersøgelsen. Dette afhænger af formålet med undersøgelsen.

*Trin 4: Definer og kvantificer den funktionelle enhed, i kraft af de pligttegenskaber, der kræves af produkterne i det relevante markedssegment*

- Det relevante markedssegment og pligttegenskaberne er allerede fastlagt under de foregående trin. På dette trin skal de blot kvantificeres.
- Den funktionelle enhed er en referenceenhed, så dens størrelse er – i princippet - vilkårlig. Man kan dog bruge to tommelfingerregler:
- Når man undersøger substitutioner, der omfatter hele markedet for væsentlige produkter eller processer: Vælg en funktionel enhed med samme størrelsesorden som det pågældende marked.
- Ved mindre substitutioner: Sæt den funktionelle enhed lig med eller nær ved en gennemsnits-persons årlige forbrug af det undersøgte produkt (gør det lettere at sammenligne analyseresultatet med bekendte størrelser).

*Trin 5: Fastlæg referencestrømmene for hvert af produktsystemerne.*

- Omsæt den abstrakte funktionelle enhed til konkrete produktstrømme for hvert af de sammenlignede systemer.
  
- Tag højde for alle de egenskaber, der i trin 1 blev identificeret som bestemmende for en forskel i ydelse.
  
- For hver af de egenskaber, der blev påvist at have afgørende betydning for den konsumerede produktmængde: Fastsæt et relativt mål for, i hvor høj grad de undersøgte produkter forventes at kunne substituere hinanden. Relatér dette til den funktionelle enhed.
  
- For et sammensat produkt vil referencestrømmene typisk være identisk med produktets stykliste, ganget med en faktor der skalerer den til den funktionelle enhed.

For hver af de egenskaber, der blev konstateret at medføre forskelle i samspillet mellem de undersøgte produktsystemer og andre systemer: Modifier systemafgrænsningen for at undgå disse forskelle. Medtag alle signifikante ændringer i forbrugeradfærd. En mere detaljeret analyse af, præcis hvilke ekstra processer, der skal medtages som følge af forskelle mellem de undersøgte systemer, behøver ikke at færdiggøres under den her beskrevne procedure, men kan udskydes til den generelle beskrivelse af, hvad der hhv. er medtaget og udeladt i de undersøgte systemer.





# 4. Særlige hensyn vedr. lange tidshorisonter

## 4.1 PRODUKTER MED LANG LEVETID

For de fleste fysiske produkter er en vis mindstelevetid eller holdbarhed en pligttegenskab, selv om det ikke altid er udtrykkeligt beskrevet. For nogle produkter er end-of-life typisk bestemt af forhold i produktets omgivelser (f.eks. udskiftninger i de omgivelser, som produktet indgår i, udviklingen i mode eller teknisk ydeevne), og i disse tilfælde er levetidens rolle typisk begrænset til det obligatoriske minimum. For andre produkter, hvor end-of-life fastlægges af selve produktets tekniske egenskaber, kan den faktiske levetid spille en betydelig rolle som positioneringsegenskab, og den kan variere meget fra produkt til produkt inden for samme markedssegment. I de sidstnævnte tilfælde er det nødvendigt at justere referencestrømmene ved hjælp af proceduren i afsnit 3.3 for at sikre ækvivalens mellem de forskellige produkter.

### Eksempler:

*For kontorstole tager man oftest holdbarheden for givet, dvs. at en vis minimumslevetid (f.eks. 7-8 år for stole til computerarbejdspladser) underforstås som en pligttegenskab. Den faktiske forskel i levetid kan svinge, men spiller ingen rolle som positioneringsegenskab, da stolene ofte udskiftes af andre grunde end teknisk svigt (f.eks. nyindretning af kontor eller teknisk udvikling).*

*For et batteri er levetiden en vigtig positioneringsegenskab. Ved sammenligning af to batterier med forskellig levetid vil det normalt være acceptabelt at justere referencestrømmene efter deres relative levetid, selv om spørgsmål som stabilt output over tid også kan betragtes som relevant for visse anvendelses-områder. Der kan identificeres et særligt marked for batterier med lang levetid, bestående af forbrugere, der gerne vil undgå hyppige batteriskift.*

Efterhånden som produkter ældes, kan deres evne til at opfylde deres oprindelige funktioner falde. Dette fald kan være forventet og/eller accepteret af brugeren, og kan således medtages i definitionen af den funktionelle enhed. Når faldet er blevet uacceptabelt, bliver produktet udskiftet.

Efter udskiftningen bliver produktet måske stadig brugt til andre formål, hvor forventningerne er lavere (downcycling). Ækvivalens mellem forskellige produkter under sekundær anvendelse behandles typisk ved at udvide systemet.

*Når en kontorstol mister væsentlige dele af sin funktionalitet, eller når faldet i æstetisk kvalitet gør den uacceptabel, bliver den måske flyttet fra kontoret, men ikke kasseret helt. Den kan f.eks. blive anbragt et sted, hvor den opfylder et sekundært formål, f.eks. i et sommerhus, et værksted eller lignende. Under denne sekundære brug kan kontorstolen substituere (dvs. udskyde anskaffelsen af) andre siddefaciliteter, der ikke umiddelbart ville blive anset som sammenlignelige med en kontorstol. Derfor ville det ikke være korrekt at betragte den sekundære brug som en forlængelse af kontorstolens levetid, med den ydelse som er beskrevet i den*

FALD I FUNKTIONALITET

DOWNCYCLING TIL SEKUNDÆR BRUG

EKSEMPEL: KONTORSTOL



*funktionelle enhed. I stedet skal den sekundære brug – når denne er af væsentligt omfang – behandles ved at udvide systemet, ved at godskrive kontorstolen de andre stole den erstatter i den pågældende periode.*

#### 4.2 UNDERSØGELSER MED LANG TIDSHORISONT

Livscyklusvurderinger kan godt have en lang tidshorizont, selv om de vedrører produkter med kort levetid, som f.eks. når man undersøger mulige strategier for fremtidens fødevarerforsyning. Sammenlignet med livscyklusvurderinger med kort tidshorizont (der f.eks. beskæftiger sig med krav til anskaffelse eller miljømærkning af produkter på det eksisterende marked) må undersøgelser med lang tidshorizont beskæftige sig med følgende ændringer i vilkårene:

- ▶ Fremtidens markeder kan være anderledes segmenteret end de nuværende, på grund af ændringer i lovgivning eller administration, eller ændringer i forbrugerkultur. Generelt tenderer markeder mod at blive mere transparente og mere geografisk homogene og adgangen til markederne mindre reguleret; men samtidig bliver de mere segmenterede hvad angår krav til kvalitet. Desuden er der en tendens til, at positioneringsegenskaber med tiden bliver pligttegenskaber (f.eks. fem hjul på kontorstole).
- ▶ Nye konkurrerende alternativer kan være kommet på markedet, og de må derfor nødvendigvis medtages i analysen (f.eks. nye ergonomiske funktioner i kontorstole, baseret på løbende forskningsresultater).
- ▶ De forhold, der lå til grund for fastsættelsen af produktækivalens, kan ændre sig over tid, så de undersøgte produkters relative ydelse eller deres samspil med andre systemer vil være anderledes i den fremtidige situation.
- ▶ Beslutningstagere kan i fremtiden få større indflydelse på markeder og produktionsbetingelser end i dag, så de selv påvirker de ovennævnte tre punkter og skaber nye markeder, nye produktalternativer og/eller nye betingelser for ækvivalens. Selve eksistensen af et produktalternativ kan i sig selv medføre en ændring i forbrugernes forventninger, der kan indvirke på, hvordan den funktionelle enhed skal defineres. Om produkter anses for sammenlignelige (tilhørende samme markedssegment) og/eller ækvivalente kan også afhænge af prisen på alternativer og af de ekstra oplysninger, der følger med produkterne, f.eks. information om deres miljømæssige egenskaber. Det betyder, at det ved analyser med lang tidshorizont godt kan være rimeligt at sammenligne produkter, der ikke umiddelbart betragtes som sammenlignelige og/eller ækvivalente, men hvor det kan forventes at de - under nogle nærmere angivne fremtidige betingelser vedr. pris og information - vil blive anset for sammenlignelige og/eller ækvivalente.

Metoder til at fremskrive fremtidige markedsforhold er beskrevet i baggrundsrapporten: ”Market information in LCA.”

FREMSKRIVNING  
AF FREMTIDIGE  
MARKEDSFORHOLD



# 5 Usikkerhed

## 5.1 ÅRSAGER TIL USIKKERHED

I proceduren i Kapitel 3 er det nødvendigt at overveje følgende usikkerheder:

- Usikkerheder, der hidrører fra fejlvurderinger (man tillægger irrelevant information betydning og ser bort fra relevant information) overalt i proceduren.
- Usikkerheder i afprøvningsbetingelser og målemetoder til fastlæggelse af referencestrømmene.
- Usikkerheder ved fastlæggelsen af den præcise karakter af samspillet med andre produktsystemer.

Fejlvurderinger kan opstå, når man fastlægger de relevante produktfunktioner: Hvis man overser en pligtegenskab ved et produkt, kan det medføre, at man forudsætter en substitution, der i praksis ikke kan lade sig gøre. Hvis man tilsvarende forudsætter, at en produkttegenskab er en pligtegenskab, og den ikke er det, kan det medføre, at man ser bort fra en substitution, der faktisk vil finde sted. Graden af usikkerhed vil afhænge af forskellen mellem markedssegmenterne, med hensyn til den pågældende produkttegenskab.

*En altafgørende forudsætning i undersøgelsen af kontorstolen er, at de mere avancerede justeringsfunktioner til sæde og armlæn er pligtegenskaber. Hvis disse funktioner rent faktisk ikke var pligtegenskaber, havde man kunnet medtage adskillige andre alternativer i sammenligningen. Hvis man udelod de mekaniske dele, der bruges til at indstille sæde og armlæn, kunne det medføre betydelige besparelser i miljøpåvirkning, f.eks. ca. 40% af den fotokemiske ozon fra hele produktsystemet af stolen, vist i Figur 4.*

På lignende måde kan fejlvurderinger opstå, når det relevante markedssegment fastlægges:

- enten fordi der forudsættes en substitutionsmulighed, der ikke er praktisk mulig (hvis man f.eks. forudsætter at en arbejdsmands-stol kunne sælges som en stol til en computerarbejdsplads). Størrelsen af denne usikkerhed bestemmes af forskellen mellem produktalternativerne i de forskellige markedssegmenter.
- eller ved at se bort fra en substitution, der faktisk vil finde sted (hvis man f.eks. ser bort fra, at en tysk stol kunne sælges i Danmark, eller at stole til computerarbejdspladser kunne substituere hinanden). Størrelsen af denne usikkerhed bestemmes af variationen inden for markedssegmentet, hvilket vil sige, at denne typisk vil være mindre end den fornyvnte forskel mellem flere markedssegmenter.

Også når de relevante produktalternativer fastlægges kan en fejlvurdering være, at man ser bort fra relevante alternativer eller medtager irrelevante alternativer. Størrelsen af denne usikkerhed afhænger af forskellen mellem produktalternativerne inden for det identificerede markedssegment. Derfor er disse usikkerheder typisk mindre end de ovennævnte usikkerheder relateret til forskelle mellem flere markedssegmenter.

USIKKERHED FRA  
FEJLVURDERINGER

EKSEMPEL: KONTORSTOL



Når referencestrømmene fastlægges kan en fejlvurdering også være, at man ser bort fra egenskaber, der bestemmer forskelle i forbrugsmængde af produktet, eller at man medtager irrelevante egenskaber.

#### USIKKERHEDER VED MÅLING AF RELATIV YDELSE

Selv når egenskaberne er korrekt identificeret, kan der opstå usikkerhed på grund af systematiske fejl eller forudsætninger i afprøvningsbetingelser og usikkerhed i de målemetoder, der bruges til at bestemme de undersøgte produkters relative ydelse.

*Eksempel:*

*I en sammenligning mellem belysningsalternativer kan pærens levetid skønnes at være hhv. 10000 og 5000 timer. Levetiden bedømmes med en usikkerhed på +/- 10%. Afprøvnings-betingelserne har ingen skævhed til fordel for bestemte pærer.*

Også når man fastlægger samspillet med andre produktsystemer kan der opstå usikkerheder på grund af fejlvurderinger, dvs. at man ser bort fra et samspil med et andet produktsystem eller forudsætter et ikke-eksisterende samspil.

#### USIKKERHED FRA SYSTEMUDVIDELSE

Ydermere kan usikkerheder stamme fra den procedure, hvorved man bestemte de ekstra processer, der skulle inkluderes i produktsystemerne. Disse usikkerheder er nærmere beskrevet i baggrundsrapporten: "Market information in LCA."

## 5.2 MINIMERING AF USIKKERHEDER

For at minimere de ovenfor beskrevne usikkerheder bør man tage disse forholdsregler:

- For at minimere sandsynligheden for fejlvurderinger og skævhed skal man være stringent under hele proceduren, især ved indsamling, dokumentation og tolkning af markedsdata og data om produkternes funktionalitet. En ekstern kritisk gennemgang kan medvirke til at minimere denne kilde til usikkerhed.
- Der skal især udvises forsigtighed over for de største kilder til usikkerhed, dvs. markedssegmenteringen. Konservative forudsætninger (dvs. ingen substitution forudsat) giver typisk mindre usikkerhed end liberale forudsætninger (dvs. substitution forudsat); i tvivlstilfælde bør man dog hellere rapportere usikkerheden og medtage flere scenarier for at afspejle grænserne for den tilgængelige viden. Hvor langt man skal gå med sådanne alternative scenarier afhænger af behovet hos målgruppen for undersøgelsen.

# Bilag 1. Vigtige udtryk anvendt i dette dokument

Det er generelt tilstræbt overensstemmelse med terminologien i ISO standarderne (14040-serien).

*En produktsubstitution* er en udskiftning af et produkt eller en produktgruppe med et andet produkt eller produktgruppe. En produktsubstitution kan defineres som lille, marginal eller stor, i henhold til følgende definitioner:

En produktsubstitution defineres som *lille* eller *marginal*, når den ikke i sig selv påvirker de bestemmende parametre for den generelle markedssituation, dvs. retningen af markedsvolumenets udvikling og begrænsningerne i og produktionsomkostningerne ved de pågældende produkter og teknologier. Konsekvenserne af en lille substitution kan således antages at være lineært relateret til størrelsen af substitutionen.

En produktsubstitution defineres som *stor*, når den i sig selv påvirker de bestemmende parametre for den generelle markedssituation, dvs. retningen af markedsvolumenets udvikling og begrænsningerne i og produktionsomkostningerne ved de pågældende produkter og teknologier.

*En pligtegenskab* er en egenskab, som produktet *skal have* for overhovedet at komme i betragtning som emne for en mulig produktsubstitution.

*En positioneringsegenskab* er en egenskab, som kunden synes er 'god at få med', og som derfor kan positionere produktet mere fordelagtigt hos kunden end andre produkter med samme pligtegenskaber.

*En ikke-markedsrelevant produktsegenskab* er en egenskab, der ingen rolle spiller for kundens præferencer og derfor ikke påvirker produktets substituerbarhed, men kan påvirke *referencestrømmene* (se nedenfor).

*Et markedssegment* defineres i form af klart adskilte krav til pligtegenskaber med minimalt overlap til andre segmenter, således at alle produkter målrettet til et segment betragtes som indbyrdes substituerbare af dets kunder, mens der bør være ringe sandsynlighed for, at et produkt målrettet til et andet segment ville blive anset for at være et acceptabelt substitut, hvilket indebærer, at der kan ses bort fra produktsubstitution fra segment til segment.

En *funktionel enhed* er en kvantificeret beskrivelse af produktsystemernes ydelse, til brug som referenceenhed.

En *referencestrøm* er en kvantificeret mængde produkt(er), herunder delprodukter, der er nødvendig, for at et konkret produktsystem kan levere den ydelse, der beskrives af den funktionelle enhed.

En *systemudvidelse* er en ændring af et produktsystems afgrænsning, således

at systemet kommer til at omfatte alle processer, der i væsentlig grad påvirkes af den undersøgte produktsubstitution.

*Miljøet* er de omgivelser, som en organisation opererer i.

En *miljøpåvirkning* er enhver ændring i miljøet, negativ eller positiv, der er et resultat af en organisations aktiviteter eller produkter.

*Udvekslinger med miljøet* er input fra miljøet til et produktsystem (ressourcer), output til miljøet fra et produktionssystem (udledninger til luft, vand og jord) samt miljøsammenhænge i et produktsystem, der ikke er direkte knyttet til dets inputs og outputs (f.eks. arealanvendelse, fysisk påvirkning, ikke-kemiske aspekter af arbejdsmiljøet, velfærd for arbejdere og hus- og forsøgs-dyr).