

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen

Nr. 4 1997

Synliggørelse af produkters miljøegenskaber

**Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen
Nr. 4 1997**

**Synliggørelse af produkters
miljøegenskaber**

QFD og iscenesættelse af udviklingsprojekter

Jesper Olesen, Institut for Produktudvikling
Anders Schmidt, dk-TEKNIK
Anette Petersen, VKI institut for vandmiljø

Rapporten er udarbejdet med tilskud fra Rådet vedr.
genanvendelse og mindre forurenende teknologi.

Det skal bemærkes, at de fremsatte synspunkter ikke
nødvendigvis dækkes af Rådet eller Miljøstyrelsen.

Indholdsfortegnelse

Forord 5

Sammendrag 7

1 Indledning 9

2 Forprojektets opgaver 15

3 Forprojektets fremgangsmåde og resultater 19

3.1 Introduktion af QFD 19

3.2 Interessentanalyse 25

3.2.1 *Kortlægning af køleanlæggets forventede livsforløb 26*

3.2.2 *Kortlægning af interessenter i alle livsforløbets faser 29*

3.2.3 *Vægtning af interessenterne 29*

3.3 Interview 31

3.3.1 *Forberedelse af interview 31*

3.3.2 *Gennemførelse af interview 32*

3.3.3 *Dokumentere interview 32*

3.4 Analyse af udsagn 32

3.5 Kvantitativ analyse 36

3.6 Livscykluscreening 37

3.6.1 *Hvad er en livscykluscreening? 37*

3.6.2 *Resultater 38*

3.7 Identificere og vægte relationer 40

3.8 Vurdering af løsningsalternativer 46

3.9 Konklusion 48

4 Metodekoncept 51

5 Konklusion 59

5.1 Resultatet 59

5.2 Videreudvikling i et hovedprojekt 61

6 English summary 63

Forord

Denne arbejdsrapport beskriver fremgangsmåden og resultaterne af forprojektet: "Synliggørelse af produkters miljøegenskaber - QFD og iscenesættelse af udviklingsprojekter" (også kaldet Miljø-QFD).

Forprojektet er finansieret af Miljøstyrelsen med støtte fra Rådet vedrørende genanvendelse og mindre forurenende teknologi, og det er gennemført i et samarbejde mellem fire partnere: ClimCon A/S, der er i færd med at udvikle et nyt koncept for kabinekøleanlæg til personbiler, Institutet for Produktudvikling (IPU), dk-TEKNIK og VKI, som alle tre har erfaring i udvikling og anvendelse af metoder brugt i produktudvikling.

Forprojektet omhandlede udvikling af en metode, der på systematisk vis søger at gøre et produkts miljøegenskaber til et mere aktivt element i dets konkurrencekraft.

Projektets særkende er, at udviklingsfunktionen, marketingafdelingen og miljøspecialisterne i et samarbejde fastlægger de miljømæssige målsætninger for et udviklingsprojekt. Gennem analyser af interessenters (fx brugere, kunder og interesseorganisationer) miljømæssige holdning og adfærd og gennem Livscyklusscreening opnås indsigt dels i markedets opfattelser og ønsker, dels i de reelle miljøforhold. Dette omformes via systematiske teknikker til operationelle målsætninger for produktets konceptuelle udformning, således at både produktets miljøbelastninger og de miljøegenskaber, som interessenterne lægger vægt på, optimeres.

Endvidere foreslås et hovedprojekt, hvor Miljø-QFD metoden formidles bredere til dansk industri.

Af hensyn til fortrolighed og patentering er detaljerede beskrivelser af resultater og køleanlæg udeladt i arbejdsrapporten. Derfor skal vedlagte materiale behandles fortroligt og må ikke gøres til genstand for misbrug ved distribution til tredjemand eller eget brug.

Lyngby, december 1996

Jesper Olesen
IPU

Anders Schmidt
dk-TEKNIK

Anette Petersen
VKI

Sammendrag

Miljømæssig konkurrencekraft

Når nogle virksomheder indbygger miljøhensyn i deres produkter, styres de af to formål: at minimere miljøbelastningen og at øge produktets konkurrencekraft gennem synliggørelse af miljøegenskaberne. I dette forprojekt er der udviklet og afprøvet en metode kaldet Miljø-QFD, der kan benyttes til at identificere, hvilke miljøegenskaber der øger produktets konkurrencekraft i markedsføringen, uden at de væsentlige miljøbelastninger dermed negligeres.

Integration af LCA og QFD

I forprojektet er metoden udviklet og afprøvet i et udviklingsprojekt, hvor et nyt koncept for kabinekeøleanlæg til biler udvikles. Metodens hovedelementer er to kendte metoder. Fra miljøområdet er det Life Cycle Assessment (LCA), der benyttes til at analysere et produkts miljøbelastninger i hele dets livsforløb. Fra kvalitetsområdet er det Quality Function Deployment (QFD), der benyttes til at afklare, hvilke ønsker interessenterne i produktets livsforløb har, hvordan de vægtes, og hvilke af dem der skal være fokus for den væsentligste indsats i et udviklingsprojekt.

Forprojektet har sandsynliggjort, at virksomheder, som producerer og markedsfører mekaniske og elektromekaniske produkter, med fordel kan benytte en metode, hvor LCA og QFD integreres i forbindelse med beslutninger vedrørende miljøindsatsens størrelse og fokus. Dermed får miljøindsatsen den bedste grobund gennem reduceret risiko for fejlindsats mht. både udvikling og markedsføring.

Giver projektgruppen et fælles sprog

Miljø-QFD har vist sig som et stærkt middel til at samle udviklingsfunktionen, markedsføringsfunktionen og miljøspecialisten. Dette er traditionelt set tre områder, der arbejder med hver deres målsætning. Her virker Miljø-QFD som et "fælles sprog", hvor alle områder kan aflevere resultater og se dem brugt i de resterende områder.

Resultatet af forprojektet udnyttes nu af ClimCon A/S, der bruger det til at målrette deres udviklingsarbejde. Desuden har forprojektet givet resultater, skal arbejdes med i efterfølgende produktgenerationer.

De tre institutter IPU, dk-TEKNIK og VKI har nu et metodekoncept, der er på et niveau, der kan benyttes i konkrete industriprojekter.

Miljø-QFD's styrker

Forprojektet har vist, at Miljø-QFD, når det anvendes i et udviklingsprojekt, har styrkerne:

- Det tvinger projektgruppen til helhedssyn, øger dens motivation og sikrer målrettethed.
- Fremsynede virksomheder undgår negative reaktioner fra markedet.
- LCA "afmystificeres".
- Der skabes et grundlag for en markedsføringsindsats.

Industriresultater

I forhold til ClimCon's udviklingsprojekt er forprojektets væsentligste resultater, at der er skabt overblik over:

- Interessenternes (autoforhandlere, mekanikere, bilisternes interesseorganisation, bilister) miljøønsker.
- Hvordan produktkonceptet bør optimeres med hensyn til både minimering af miljøbelastninger og maksimering af miljømæssig konkurrencekraft.
- Hvilke forhold, der er kritiske i forbindelse med den miljømæssige del af markedsføringen.
- Hvordan de miljø- og kvalitetsmæssige egenskaber skal vægtes i udviklingsprojektet.

Forprojektet har bekræftet, at markedsføringen også indeholder et miljøaspekt. Dog først efter at have verificeret miljøegenskaberne ved hjælp af en fuldskala LCA.

Forskningsresultater

I forhold til forprojektets forskningsopgave er de væsentligste konklusioner:

- Der kommer meningsfulde og brugbare udsagn fra interview af interessenter.
- Projektgruppen får en meget nuanceret opfattelse af interessenternes adfærd og motiverne bag.
- Projektgruppen opnår en indsigt, der ikke kan fås via LCA om fx myter, manglende viden eller miljømæssige motiver.
- Miljø-QFD viser, hvilke miljømæssige tiltag der kan give produktet en større konkurrencekraft.

Videreudvikling

På baggrund af de positive resultater, der er opnået i forprojektet, kan det anbefales at udbygge og færdiggøre metodekonceptet i et hovedprojekt.

Formidling af metoden

Det foreslås, at det nuværende metodekoncept færdiggøres og "indpakkes", fx som en håndbog, hvor de enkelte trin og arbejdsopgaver forklares. Derefter bør metoden formidles til danske mekaniske og elektromekaniske virksomheder, som en af metoderne til at få dem til bevidst at indbygge miljøhensyn i deres produkter.

1 Indledning

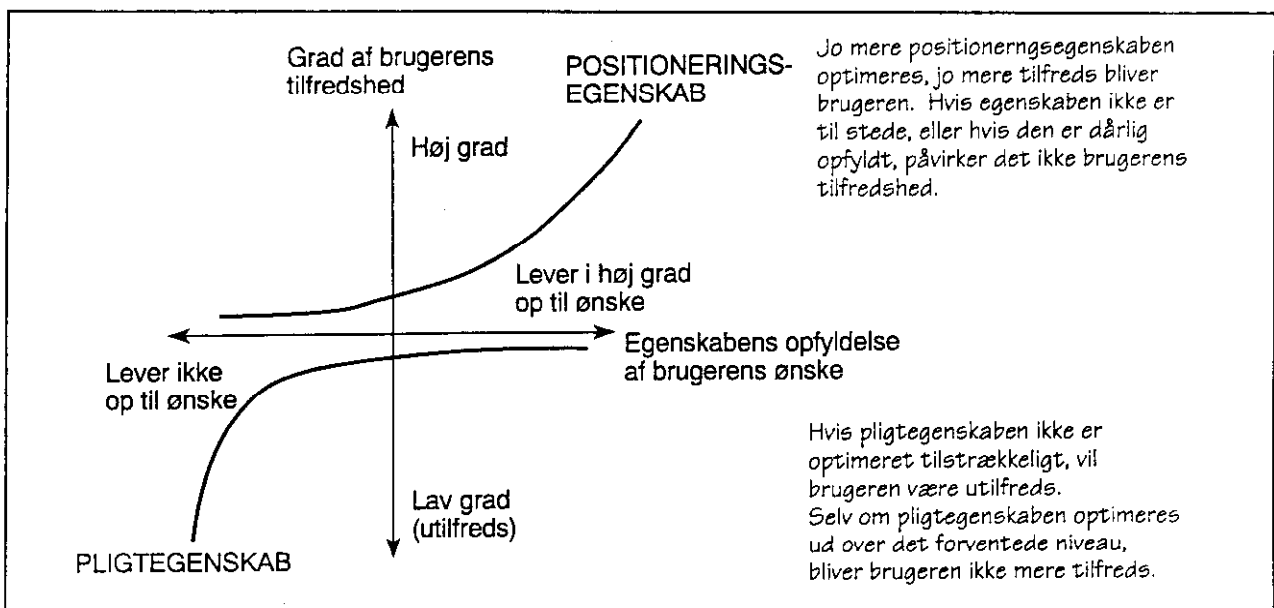
Fra både myndigheders og forbrugeres side er der et ønske om, at industrien i højere grad tager miljøhensyn under udvikling af nye produkter. Dette udtrykkes fra myndighedernes side blandt andet gennem tilskudsordninger, frivillige aftaler og afgiftspolitikker og fra forbrugernes side gennem en øget efterspørgsel efter mere miljøvenlige produkter.

Udfordringen

Flere og flere virksomheder tager udfordringen op og ønsker at bygge miljøhensyn ind i produkterne, primært fordi virksomheden som helhed ønsker at optræde ansvarligt. Derfor bliver spørgsmålet for udviklingsfunktionen, hvor stor indflydelse minimeringen af et produkts potentielle miljøeffekter skal have på udformningen af den næste produktgeneration og dermed, *hvor omfattende miljøindsatsen skal være, og hvordan den skal fokuseres.*

Omfang

Omfanget af denne indsats styres primært af to faktorer. Den ene faktor er de direkte krav, som stilles af myndigheder og eventuelle godkendelses- og mærkningsordninger. Disse krav angiver den minimumsindsats, som enhver virksomhed inden for den aktuelle branche skal lægge. De produkttegenskaber, denne indsats resulterer i, kan fra kundens eller brugerens side opfattes som *pligtegenskaber*, se figur 1, dvs. egenskaber, som det forventes, at produktet besidder, uanset hvem der i øvrigt producerer og markedsfører det.



Figur 1

Produktets egenskaber kan deles i to grupper: minimumskravene (pligtegenskaber) og konkurrencekraft (positioneringsegenskaber).

Konkurrencekraft

Den anden faktor, der påvirker omfanget og fokus af den miljømæssige indsats, er ønsket om optimering af de produktsegenskaber, der styrker produktets konkurrencekraft. Disse egenskaber kan opfattes som *positioneringsegenskaber*, dvs. egenskaber, som giver produktet dets særkender, og som får det til at skille sig ud fra konkurrerende produkter.

Før produktudvikleren er denne viden essentiel - den styrer nemlig løsningsgenereringen. I et ideelt udviklingsforløb opstilles først en række alternative løsningsforslag. Først sorteres de løsninger fra, som ikke lever op til kravene, eller som ikke lever tilstrækkeligt op til pligtsegenskaberne. De resterende løsninger optimeres derefter i forhold til positioneringsegenskaberne.

Det betyder med andre ord, at de miljøegenskaber, der kan gøres til positioneringsegenskaber, også tildeles opmærksomhed i et udviklingsprojekt.

Grundide

I dette forprojekt er grundideen, at miljøindsatsen i virksomhedernes udviklingsfunktion vil blive øget og blive bedre fokuseret, hvis det kan sandsynliggøres, at produktets *miljøegenskaber* positivt kan bidrage til at øge produktets konkurrencekraft, og at forøgelsen vil blive kraftigere, jo mere konkurrencekraften kan øges.

Erfaringer

I udviklingsfunktionen er der typisk faste procedurer for at opsamle og indføre myndigheds- og godkendelseskravene i udviklingsprojekter. Anderledes forholder det sig med det, der skal føre til styrkelse af konkurrencekraften. Det overlades ofte til ledelsen eller konstruktøren på baggrund af intuition, generelle markedsundersøgelser og erfaringer fra tidligere produktgenerationer at fastlægge dette. Erfaringen viser, at da det er lettere at måle på fx godkendelseskravene eller de krav, der stilles internt i virksomheden fra fx produktionen, koncentrerer projektgruppen sig ofte om opfyldelsen af disse.

Den produktorienterede miljøindsats er ny for virksomhederne, der har få eller ingen tidligere erfaringer at trække på, og den direkte kobling til markedsføring er præget af en vis tilbageholdenhed. Resultatet er, at det ofte er op til enten virksomhedens ledelse at "tvinge" projektgruppen til at beskæftige sig med miljøforhold, eller op til den enkelte projektmedarbejder selvstændigt at foretage en konkret fokusering af miljøindsatsen.

Systematiske metoder

Som en reaktion på disse forhold, som ikke alene gælder for miljøegenskaber men også for produktets kvalitetsegenskaber, søger man at udvikle og indføre de systematiske metoder, der støtter en projektgruppe i at fokusere på positioneringsegenskaberne.

Projektmål

I dette forprojekt er tanken at afprøve systematiske metoder, der understøtter i både fastlæggelsen af et produkts miljømæssige positioneringsegenskaber og i overdragelsen til den samlede projektgruppe. Målet hermed er at minimere risikoen for, at projektgruppen enten ikke lægger tilstrækkelig indsats i skabelsen af gode miljømæssige positioneringsegenskaber eller lægger indsatsen på de forkerte.

Set fra en miljømæssig synsvinkel handler det på den ene side om at minimere miljøbelastningerne for et produkt mest muligt, og på den anden side om at sikre at de produkter, hvor der ligger en miljøindsats bag, rent faktisk afsættes og hermed indirekte viser, at industrivirksomheder med fordel kan bygge miljøhensyn ind i deres produkter.

LCA og QFD

De to metoder, der ønskes integreret og afprøvet, er Life Cycle Assessment (LCA) og Quality Function Deployment (QFD), der samles til en metode kaldet "Miljø-QFD". QFD er den sidst introducerede metode inden for kvalitetsområdet, og denne er, fordi den har vist sin store styrke, en af de metoder, der har den største udbredelseshastighed i produktudviklingen i dag.

LCA

I LCA foretages en samlet analyse af et produkts potentielle miljøeffekter fra alle faser i dets livsforløb. Resultatet giver overblik over den totale miljøbelastnings størrelse. Heraf vil en del kunne henføres til krav og pligttegenskaber, og en anden del vil kunne henføres til positioneringsegenskaber. Spørgsmålet er blot, hvilke problemer hører til hvor?

QFD

I QFD indsamles, fortolkes og vægtes de eksterne interessenters kvalitetsmæssige forventninger og ønsker til det nye produkt. Eksterne interessenter er fx brugere, købere eller interesseorganisationer. Resultatet er en liste over de af produktets tekniske egenskaber som har indflydelse på de kvalitetsmæssige ønsker. Listen er ydermere vægtet efter, hvor stor indflydelse den enkelte tekniske egenskab har på interessenternes tilfredshed med produktet. Der opstår således en fokusering på produktets væsentlige positioneringsegenskaber.

Når netop disse to metoder søges integreret, skyldes det, at QFD fokuserer på fastlæggelse af konkurrenceskabende egenskaber ud fra interessenters ønsker, men at den ikke indeholder nogen metodeelementer til opgørelse over reelle miljøbelastninger. Det betyder, at QFD, når den overføres til miljøområdet, må suppleres med indsigt i de reelle miljøforhold, idet interessenters ønsker til produktets miljøegenskaber i uheldigste fald kan være i direkte modstrid med reelle problemstillinger. Omvendt giver QFD indblik i, hvordan miljøvenlige produkter kan markedføres.

Fordele

Det er alment anerkendt, at systematiske metoder i produktudviklingen målt over et antal projekter, giver bedre projektresultater sammen-

lignet med en situation, hvor der ikke anvendes metoder. De forventede fordele ved at integrere LCA og QFD er, at:

- Det sikres, at miljøområdet får opmærksomhed, da den generelle holdning ofte er, "at vi allerede kender kundernes holdninger". Dette står i kontrast til de oplevelser, en projektgruppe har undervejs i et QFD-projekt. Dermed øges opmærksomheden på, at miljøegenskaberne kan være et element til forøgelse af konkurrenceskabelsen.
- Opgaven får opmærksomhed allerede fra udviklingsprojektets målsætnings- og konceptfase, hvor mulighederne for at påvirke projektresultatet er størst.
- Interessenternes indsigt og myter på miljøområdet afdækkes, så virksomheden aktivt kan påvirke dem, både gennem produktets udformning og gennem markedføringen af dem.
- Opgaven "automatisk" planlægges ind i projektet, hvorved den ikke glemmes eller spares væk.
- Det gøres lettere at opsamle og viderebringe erfaringer til efterfølgende projekter eller til nye medarbejdere, der trækkes ind i projektet.
- Man får listet både de væsentlige miljøbelastninger, som skal fjernes eller minimeres og de miljøegenskaber, som kan kommunikeres, så interessenterne kan "se" og værdsætte produktet.
- Det skaber et solidt grundlag for senere vurdering og optimering af løsningsalternativer.

Afprøvning af metoder

I dette forprojekt forsøges LCA- og QFD-metoderne integreret og afprøvet med henblik på at undersøge, hvor egnede de er til at understøtte en projektgruppe i at lægge miljøindsatsen på de rigtige produkttegenskaber.

For et konkret udviklingsprojekt betyder det, at hvis det kan identificeres, hvor meget vægt brugere, indkøbere og andre interessenter lægger på produktets miljøegenskaber, og hvis det kan afvejes med andre produkttegenskaber, så er det muligt at vægte den del af et udviklingsprojekts arbejdsopgaver, der påvirker både, hvilke miljøhensyn der skal bygges ind i et produkt, og hvor kraftigt de skal optimeres.

Terminologi

I denne arbejdsrapport refererer "udviklingsprojekt" og "projektgruppe" til et produktudviklingsprojekt i en virksomhed.

To typer resultat

Afprøvningen foregår i et konkret udviklingsprojekt, hvor det på forhånd er ønsket, at der lægges vægt på optimeringen af produktets miljøegenskaber. Forprojektets resultater deler sig derfor i to grupper:

- De forskningsmæssige, der omhandler integration, afprøvning og vurdering af metoderne.
- De forretningsmæssige, der omhandler udviklingen af det konkrete produkt.

Hovedkonklusionerne i de to områder er:

Forskning

I forprojektet er de væsentligste forskningsmæssige konklusioner:

- Gennem interview af interessenter opnås der en meget nuanceret indsigt, der muliggør en langt mere målrettet udvikling og markedsføring af produktets miljøegenskaber.
- QFD må ikke bruges som et instrument til at udpege de "rene" miljømæssige indsatsområder, det bør ske via LCA-baseret indsigt, men til at fastlægge, hvordan produktet opnår den største miljømæssige konkurrencekraft.

Industri

I forprojektet er de væsentligste industrirelaterede konklusioner:

- Interviewene viste, at det markedsføringsmæssigt kan svare sig at fremhæve produktets miljøegenskaber, *til trods for* at forbrugerne betragter bilen som en stor investering, hvorfor de ofte er utilbøjelige til at gå på kompromis med kvaliteten.
- Bortskaffelsesordninger mødes med stor skepsis. En indsats på dette område skal derfor foretages med stor omhu for at undgå uønsket negativ effekt.
- Produktets egenskaber kan vægtes, således at både de kvalitets- og miljømæssige egenskaber tilgodeses.

Miljø-QFD's styrker

Forprojektet har vist, at Miljø-QFD har styrkerne:

- En projektgruppe, der i fællesskab gennemfører en analyse og målsætning, vil arbejde efter samme mål. Dette modarbejder et af problemerne med miljøarbejdet i udviklingsprojekter, at de enkelte deltagere har deres egne implicite eller eksplicite miljømæssige målsætninger, som kan ligge langt fra det ambitionsniveau, der bør være til stede.
- Det tvinger projektgruppen til helhedssyn, dvs., alle miljøforhold overvejes, og det tvinger til stillingtagen til, hvordan miljøproblemerne skal vægtes.
- Det undgås, at fremsynede virksomheder, der aktivt søger at gøre en miljøindsats, får negative reaktioner fra markedet.
- Det øger projektgruppens motivation at opleve, at interessenterne er positive over for en miljøindsats.
- Når LCA fra starten kobles til konkrete interessenters udsagn, afmystificeres arbejdet med miljøanalyserne.

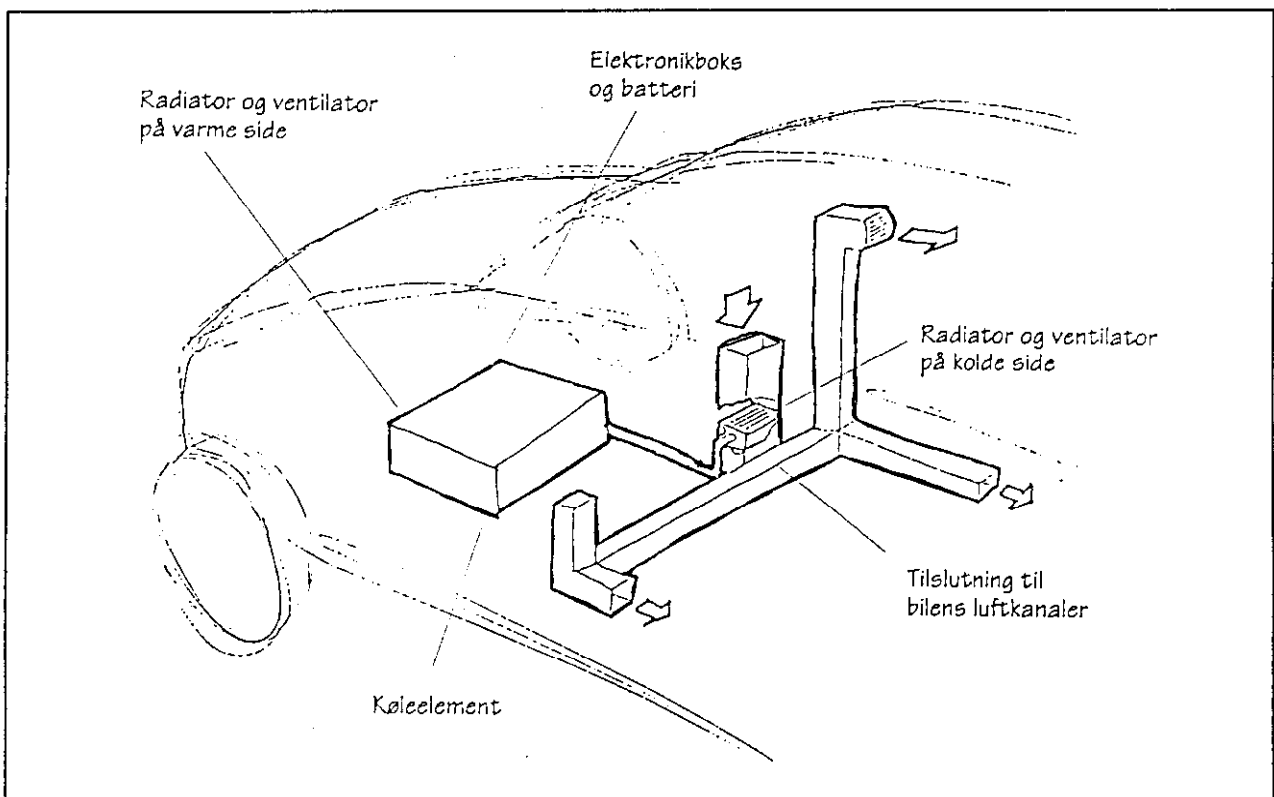
2 Forprojektets opgaver

Forprojektet består af to typer opgaver:

- En forskningsmæssig, hvor en metode til at indfange og vægte interessenternes kvalitets- og miljømæssige forventninger og ønsker udvikles med henblik på at undersøge metodens potentiale.
- En industrimæssig, hvor et konkret produkt udvikles, og hvor metoden afprøves.

Køleanlæg

Virksomheden ClimCon A/S er i gang med at udvikle et køleanlæg til brug i personbiler, se figur 2. Hvor eksisterende køleanlæg er baseret på at skabe køling ved hjælp af en kompressor og et freonbaseret kølemiddel, er ClimCon's køleanlæg baseret på køling ved hjælp af peltierelementer. De forventede fordele ved brug af denne teknologi er dels, at anlægget ved eftermontering vil koste omkring det halve af et kompressorbaseret anlæg, dels at anlægget har en række miljømæssige fordele. Begge elementer har fra starten af ClimCon's udviklingsprojektet dannet udgangspunkt for udviklingen.



Figur 2

Et køleanlæg til personbiler med angivelse af dets delsystemer.

ClimCon A/S

ClimCon A/S er en nystartet virksomhed, der i samarbejde med europæiske partnere inden for produktion og salg vil producere og markedsføre køleanlæg til personbiler. For ClimCon A/S er hovedopgaven i første omgang at trænge ind på markedet. Den overordnede strategi er at lægge vægt på både produktets kvalitets- og miljømæssige egenskaber.

Konceptfasen

Udviklingsprojektet har under hele dette forprojekt befundet sig i konceptfasen. Udgangspunktet for forprojektet var et antal funktionsmodeller af køleanlægget, dvs. prøveopstillinger og testanlæg, som har været afprøvet enten i laboratorier eller i biler med det formål at bevise konceptets funktionsduelighed, men hvor der ikke har været arbejdet med konkret dimensionering, udformning eller totaloptimering af køleanlægget eller dets komponenter.

Industriopgaven

I forhold til udviklingsprojektet er opgaven i forprojektet at gennemføre en analyse af markedets ønsker til køleanlæggets kvalitets- og miljøegenskaber og at opstille en vægtet liste af disse.

De væsentlige problemstillinger, som forprojektet har forsøgt at besvare, er:

- Hvilke miljø- og kvalitetsmæssige forventninger og ønsker har interessenterne har til et køleanlæg?
- Hvordan bør produktkonceptet optimeres for at udnytte de største miljømæssige potentialer?
- Hvilke forhold skal man være opmærksom på i forbindelse med en miljømæssig markedsføring af produktet?
- Hvor meget skal produktets miljømæssige egenskaber vægtes i forhold til de kvalitetsmæssige?
- Hvordan skal de enkelte miljø- og kvalitetsmæssige egenskaber vægtes indbyrdes?

Forskningsopgaven

Forprojektets anden hovedopgave har til formål at udvikle og afprøve Miljø-QFD metoden. Det centrale spørgsmål er, om miljøforhold får den rette opmærksomhed, når man beder eksterne interessenter om deres ønsker til næste produktgenerations miljøegenskaber og lader disse ønsker indgå i en fokusering på indsatsområder i et udviklingsprojekt. Formålet med Miljø-QFD er at undgå, at fejlagtige opfattelser af de væsentlige miljøproblemer får lov til at styre et udviklingsprojekt, samtidig med at reelle ønsker, som kan bidrage mere til konkurrencekraften end til minimering af miljøbelastningen, får den ønskede effekt på udviklingsprojektet.

De spørgsmål, der skal besvares i forprojektet, er:

- Er det muligt, når eksterne interessenter interviewes om deres ønsker til næste produktgeneration, at få udsagn, der omhandler de miljømæssige forhold, som kan relateres direkte til produktet?
- Hvis det er muligt, er der da udsagn, der har en sådan karakter, at de ikke på forhånd kunne være afklaret uden at gennemføre interview?
- Hvis alle analyser viser, at miljøforhold spiller en rolle, giver den systematiske fremgangsmåde miljøforholdene en tilstrækkelig afbalanceret rolle i forhold til produktets andre egenskaber?

3 Forprojektets fremgangsmåde og resultater

I dette kapitel gennemgås forprojektets aktiviteter og resultater. De to grundlæggende metoder QFD og LCA introduceres kort, og de enkelte trin i Miljø-QFD gennemgås, og både de generelle og projektspecifikke resultater er forklaret.

De trin i Miljø-QFD, som er gennemført, er:

- Livscyklusscreening af køleanlægget.
- Interview af interessenter.
- Strukturering af de indsamlede udsagn.
- Opstilling af relationer mellem interessenternes ønsker og produktets egenskaber.
- Vægtning af ønsker og dermed egenskaber.
- Vurdering af de konceptuelle løsningsforslag.

3.1 Introduktion af QFD

QFD er en systematisk metode, der benyttes af en projektgruppe til at indsamle og analysere brugernes ønsker til et produkt. Formålet er at få et totalt overblik over alle ønsker, samt at vægte disse indbyrdes med henblik på at fokusere et udviklingsprojekts indsats på de områder, der vil give produktet den største kvalitetsmæssige konkurrencekraft.

Hvad gør QFD?

De problemer, som opleves i udviklingsprojekter, og som QFD søger at afhjælpe, er at:

- Konstruktørerne og marketingfolkene sjældent koordinerer handlingsplaner og strategier, og erfaringsoverføringen er ofte ringe.
- Fokuseringen ofte foretages per intuition og ikke altid nedskrives, hvilket gør, at ikke alle forhold får rette opmærksomhed - ofte kunde, der optræder som kæpheste hos de implicerede.
- Produktet ofte er så komplekst og ønskerne så mange, at man ikke kan overskue alle sammenhænge, og hvis man ingen teknikker behersker til at skabe overblik, undlader man det.
- Baggrunden for fokuseringen ofte ikke nedfældes, hvorfor konstruktørerne glemmer den, når de går i gang med de tekniske detaljer i produktet.
- Det konkrete kendskab til markedet ofte er af ældre dato. Det stammer fra den tid, da konstruktøren blev ansat, og siden har der ikke

været besøg hos interessenter, da det jo er marketingafdelingens ansvar.

- Markedsundersøgelser ofte er meget generelle og ikke indeholder nuancer nok til at kunne anvendes operationelt af konstruktøren.

Når det ønskes afprøvet, om QFD er anvendelig på miljøområdet, skyldes det tre forhold:

Produktorientering

Produktorienteret miljøtænkning er en ny faktor, og virksomhederne har ringe eller ingen erfaringer med holdninger og adfærd - kun fra generelle undersøgelser, som ofte kun vedrører simple produkter. Netop når miljøparameteren er ny for mange produktudviklere, skal de være i stand til at opfange fejlagtige miljøopfattelser og forkert anvendelse af produktet:

- De kender ikke kundernes præferencer.
- De kender ikke tendenser.
- De ved ikke, hvad der påvirker kundernes holdninger.
- Det vil være uheldigt, hvis markedet ledes af forkerte opfattelser.
- Produktet skal ikke bedømmes på fejlagtigt grundlag.
- De har ringe erfaring med miljømæssig motivation og adfærd, så de skal kunne rette og justere "fejl" hurtigt.

Miljø-QFD vil være en metode til systematisk at opfange og strukturere produktspecifik viden af denne type.

Miljøområdet er dynamisk

Miljøområdet er dynamisk - derfor skal virksomhederne være i stand til hurtigt at opfange nye holdninger og skift i nuværende holdninger, og det forventes, at:

- Betydningen af miljøhensyn øges og nuanceres.
- Forståelsen for miljøproblemer og hensigtsmæssige løsninger øges.
- Myter vil forsvinde, og facts vil vinde frem.
- Nye myter vil opstå.

Miljø-QFD vil, når den anvendes gentagne gange, kunne vise trends og skift i holdninger og adfærd.

Manglende kommunikation

Der skal etableres et samarbejde mellem miljøspecialist og konstruktør, svarende til samarbejdet mellem konstruktør og marketingfolk. Miljø-QFD vil danne et fælles sprog mellem disse grupper.

Relationer

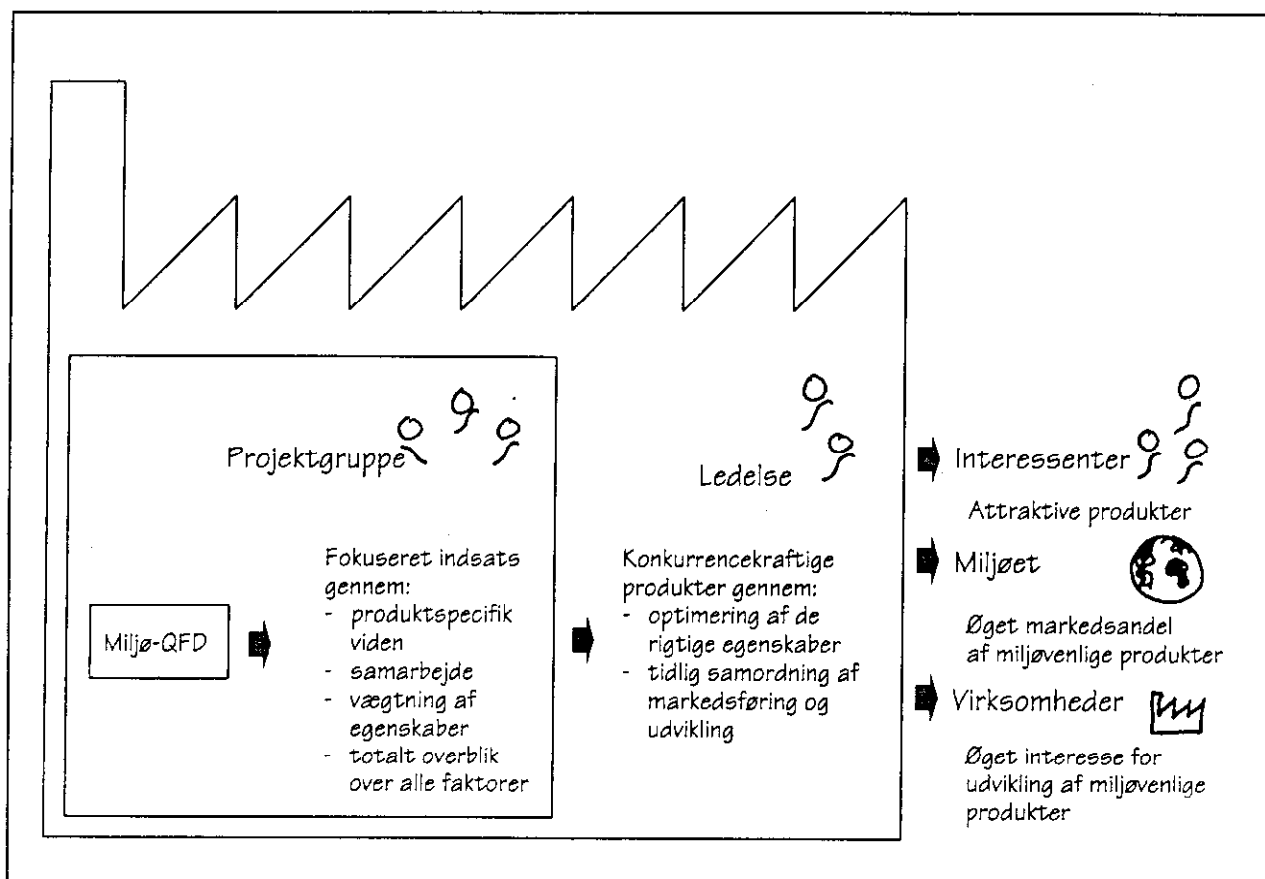
QFD går ud på at fastlægge relationerne mellem en *kundes ønsker* til produktet (fx at det er let at styre) og *produktets tekniske egenskaber* (fx at vægt og akselafstand har relationer til hvor let/svært, det er at styre). Dernæst at vægte de tekniske egenskaber i forhold til hvor stor betydning de har for kundens tilfredshed med produktet.

Forarbejde

For at kunne gøre dette kræves et stort forarbejde af projektgruppen. De nuværende forhold på markedet skal undersøges gennem interview med forskellige interessenter, og en eventuel spørgeskemaundersøgelse skal iværksættes. Endvidere skal virksomhedens ledelse bevidst tage stilling til, hvordan den ønsker, at virksomheden skal konkurrere på markedet.

Fokus på konkurrencekraft

Hermed fokuseres en projektgruppes arbejde på de resultater, der giver produktet den største konkurrencekraft. Målet med QFD er således at minimere risikoen for, at udviklingsprojektet resulterer i produkter, hvor indsatsen er lagt på de forkerte problemstillinger, og hvor produktet derfor ikke i tilstrækkelig grad lever op til kundernes forventninger. For de implicerede i udvikling, produktion, markedsføring, køb og brug af et produkt har QFD-metoden forskellige formål, se figur 3.



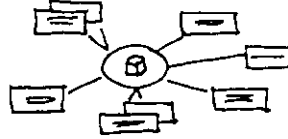
Figur 3

Formålet med anvendelse af QFD afhænger af, fra hvilken synsvinkel resultatet ses.

Når metoden kaldes QFD, refereres der i praksis til slutresultatet, det såkaldte QFD-hus, men før det kan udfyldes, skal en lang række aktiviteter først gennemføres, se figur 4.

KVALITATIV ANALYSE

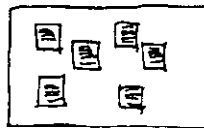
Interessentanalyse



Interview

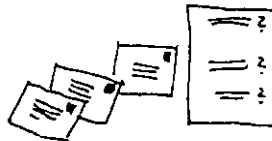


Analyse af udsagn



KVANTITATIV ANALYSE

Udsende spørgeskemaer

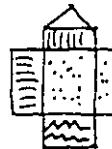


Analyse af spørgeskemaer



IDENTIFICERE OG VÆGTE RELATIONER

Udfyldning af QFD-hus



Figur 4

De enkelte trin i en "traditionel QFD", hvor der alene fokuseres på kvalitetsforhold.

Tre faser

Metodens fremgangsmåde består, som det fremgår af figuren, af tre faser:

- *Kvalitativ analyse*, der giver projektgruppen en grundlæggende indsigt i, hvem produktets interessenter er, hvilke oplevelser de har haft med de eksisterende produkt, og hvilke ønsker de har til det nye produkt.
- *Kvantitativ analyse*, hvor de enkelte ønsker vægtes ud fra både interessenters og virksomhedens egne målsætninger.
- *Udfyldning af QFD-hus*, hvor ønsker til produktet relateres til produktets tekniske egenskaber.

Kvalitativ analyse

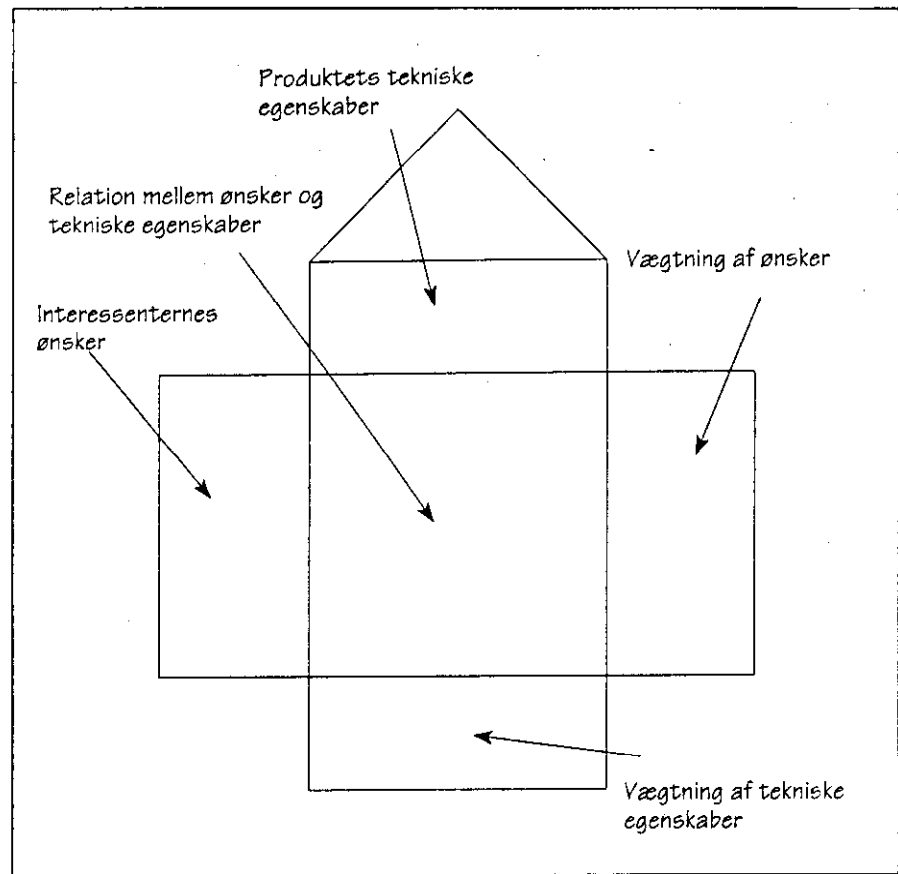
Den kvalitative analyse består af tre trin:

- *Interessentanalyse*, hvor alle produktets interessenter identificeres, og hvor de, der har den største indflydelse på købsbeslutningen, udpeges til efterfølgende analyse.
- *Interview*, hvor de højst vægtede interessenter interviewes om oplevelser med det eksisterende produkt, hvordan det bruges, hvor tilfredse de er med det, og hvilke ønsker de har til en eventuel afløser.
- *Analyse af udsagn*, hvor alle udsagn fra mødereferaterne gennemgås og struktureres.

Kvantitativ analyse

Den kvantitative analyse består af to trin:

- *Udsendelse af spørgeskemaer*, hvor et større antal interessenter vægter dels vigtigheden af et ønske (fx at det betyder meget, at produktet har en hurtig opstartsprocedure), og hvor godt det er opfyldt i det eksisterende produkt (fx at det er dårligt opfyldt).
- *Analyse af spørgeskemaer*, hvor der udarbejdes statistikker over antal besvarelser og deres værdi på de enkelte ønsker for de returnerede svar.



Figur 5

I QFD-huset indføres resultaterne af brugerundersøgelserne og vægtningen af ønsker. Projektgruppen fastlægger relationerne, hvorefter produktets egenskaber kan vægtes.

Udfyldning af QFD-hus

Udfyldningen af QFD-huset, se figur 5, består af seks trin:

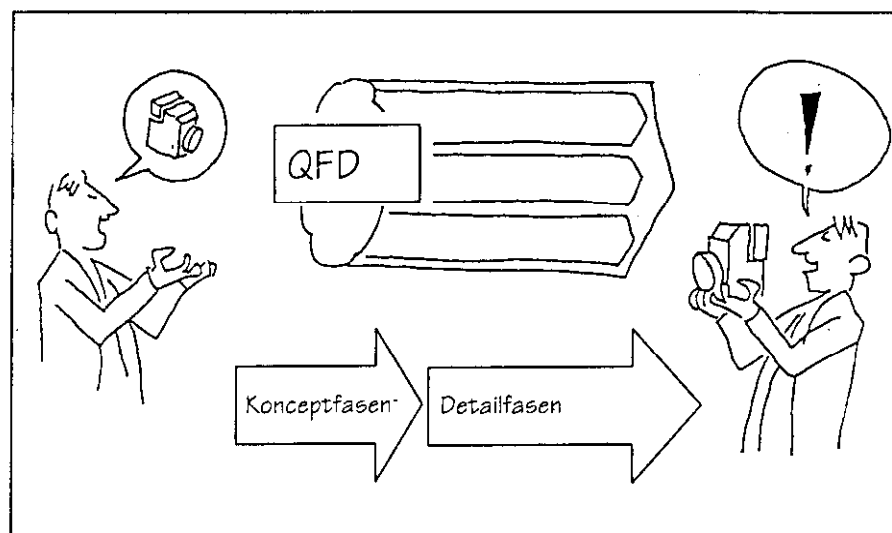
- Indføre alle interessenternes ønsker i husets venstre side.
- Liste alle produktets tekniske egenskaber i toppen af huset.
- Afgøre, om der er relationer mellem en teknisk egenskab og hvert af de listede ønsker, og hvis der er, hvor kraftig relationen er (fx svag, middel eller kraftig). Relationernes styrke angives i QFD-husets midte.
- Liste vægtningen af ønsker ud fra både interessenternes og virksomhedens egne målsætninger og strategier i QFD-husets højre side.
- Multiplicere relationernes styrke med vægtningen og føre resultatet ned i bunden af QFD-huset, så de enkelte tekniske egenskaber hver får en sum.
- Sortere de tekniske egenskaber så de med størst sum (og dermed vægt) står listet længst til venstre.

Med udgangspunkt i det udfyldte QFD-hus kan projektgruppen tolke resultaterne og definere projektets kvalitetsmæssige fokus og målsæt-

ning. Fordelen ved denne oversættelse af ønsker til egenskaber er, at projektgruppen dermed en gang for alle enes om, hvilke produktegenskaber der skal optimeres. Hvis projektgruppens målsætning alene formuleres som interessenternes ønsker, vil der undervejs i udviklingsprojektet opstå megen tvivl om, hvordan løsningsforslag skal vurderes og optimeres. Fx oversættes ønsket om "lavt energiforbrug" til "lav vægt". Hermed kan konstruktøren lettere koncentrere sin indsats om at finde løsninger med "lav vægt" frem for at søge efter alle former for løsninger, der optimerer energiforbruget. Senere, når virksomhedens ledelse eller produktkomite skal vurdere projektresultatet, kan der tydeligt skelnes mellem, hvad der er interessenternes behov og ønsker, og hvordan virksomheden realiserer dem.

Anvendes i konceptfasen

Som det fremgår af metodens formål og mål, anvendes metoden tidligt i et udviklingsprojekt, typisk i forbindelse med formulering af projektets målsætning og frem til den første del af konceptfasen, se figur 6. I modsætning til LCA, der benyttes flere gange undervejs i et projekt, gennemføres QFD kun en gang i et projekt.



Figur 6

Miljø-QFD hører til i de tidlige faser, hvor mulighederne for at påvirke produktets udformning er størst. QFD anvendes normalt i de tidlige faser af et udviklingsprojekt med det formål at støtte projektgruppen til en fokusering af indsatsen, mens LCA normalt anvendes med forskellige formål under hele udviklingsforløbet.

3.2 Interessentanalyse

I interessentanalysen udpeger projektgruppen de interessenter, hvis ønsker og forventninger der skal tillægges den største vægt i projektet i forbindelse med udarbejdelse af projektets fokusering og efterfølgende i vurderingerne af løsningsforslag.

Interessentanalysen består af tre trin:

- Kortlægning af køleanlæggets forventede livsforløb.
- Kortlægning af samtlige interessenter i alle livsforløbets faser.
- Vægtning af interessenterne.

3.2.1 Kortlægning af køleanlæggets forventede livsforløb

Da ClimCon A/S ikke i dag producerer og markedsfører køleanlæg, må kortlægningen baseres på forventninger og planlagte livsforløb, se figur 7. Normalt ville man kunne benytte livsforløbet for et eksisterende produkt som en reference.

Der er gjort følgende antagelser om livsforløbet:

Produktion

Produktion og distribution er begge under ClimCon's kontrol. Distribution omfatter både transport til og fra underleverandører og til salgsstederne. Der kan ikke laves en præcis analyse på det foreliggende grundlag, så de følgende antagelser er behæftet med en usikkerhed på op til 50 procent:

- Produktet og emballage vejer 20 kg.
- Afstand råvareleverandør til underleverandør er 500 km.
- Afstand underleverandør til samlefabrik er 1000 km.
- Afstand samlefabrik til salgssted er 1000 km.
- Transport sker med en stor lastbil.

Brug

Brugen, dvs. antallet af driftstimer, afhænger i høj grad af, hvor produktet sælges. I første omgang skal produktet dog introduceres på det nordeuropæiske marked. Der er gjort følgende antagelser:

- Bilen kører 250.000 km med en gennemsnitsfart på 50 km/t, hvilket giver en samlet driftstid på maksimalt 5.000 timer.
- Generatoren skal udskiftes en enkelt gang i bilens levetid, og anlægget skal påfyldes glykol med mellemrum.

Bortskaffelse

Hvorledes bortskaffelsen vil finde sted er meget usikkert. Dels er der ingen erfaringer at bygge på, dels skal det første produkt først bortskaffes om fem til ti år. I øvrigt vil køleanlægget sandsynligvis følge samme bortskaffelse, som den bil, hvori anlægget er monteret. Og her gælder det, at teknologierne inden for bortskaffelse og genanvendelse af materialer er i hastig udvikling.

Der er antaget tre sandsynlige bortskaffelsesforløb:

- Bortskaffelse hos skrothandler.
- Autoriseret recycling.
- Bortkastning i naturen.

Skrothandler

Dagens bortskaffelse foregår ofte på den måde, at en udtjent bil ender hos en skrothandler, hvor den henstår i en årrække, mens den gradvis ribbes for anvendelige komponenter. Når det skønnes, at der ikke er mere, der kan anvendes på bilen, køres den til et shredder anlæg, hvor bilen bliver banket i små stykker, efter at eventuelle væsker i bilen er blevet aftappet. Shreddermaterialet sorteres mekanisk og magnetisk i fraktionerne jern/stål, kobber, aluminium og "andet" (fluff), der primært består af plast, glas, gummi og tekstiler. Ved denne metode genbruges eller genanvendes omkring 75 procent af bilens vægt, mens resten deponeres på en losseplads.

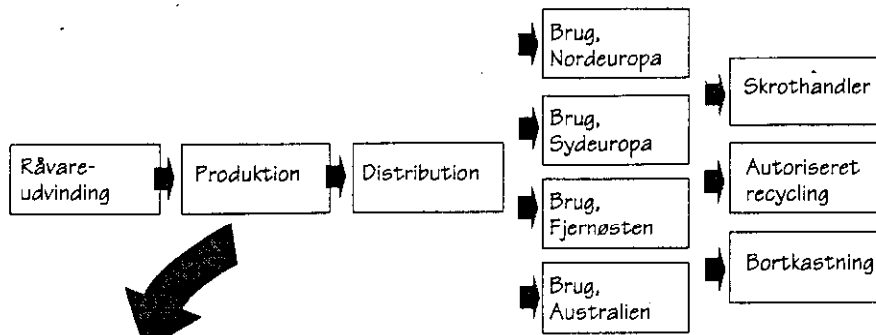
Autoriseret recycling

Autoriseret recycling vil omfatte en demontering af de fleste af de plastikkomponenter og aluminiumsdele, der udgør en større og større andel af bilens vægt.

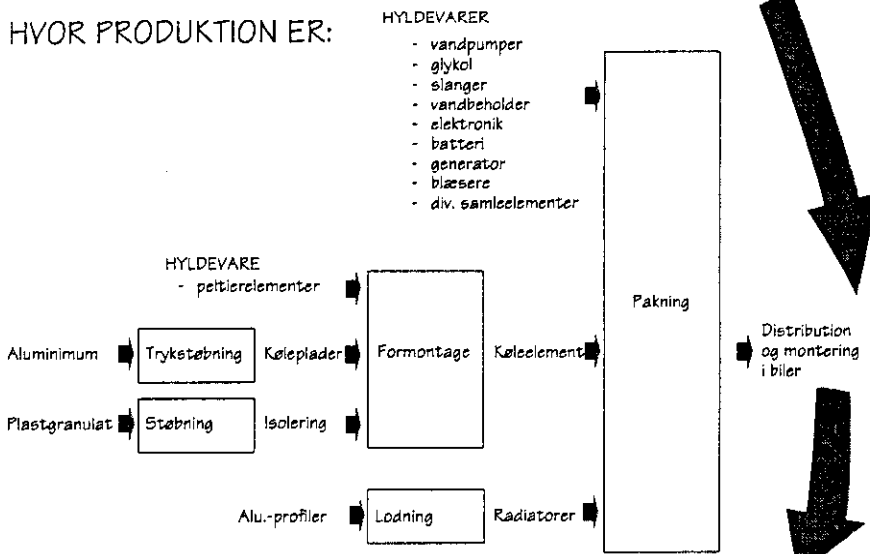
Bortkastning

Ved bortkastning hensættes den udtjente bil, uden at der er mulighed for en systematisk genanvendelse af bilen eller dens enkeltkomponenter. Ofte vil en del af bilen blive fjernet på grund af metalværdien, som især for kobbers vedkommende er høj, eller komponenter vil blive fjernet på grund af salgsværdien af reservedele. Resten af bilen vil langsomt blive nedbrudt og ende i jorden og grundvandet.

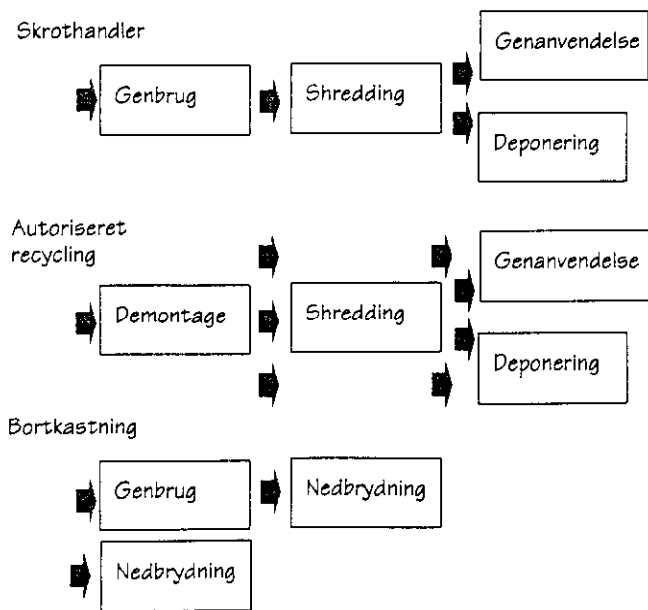
KØLEANLÆGGETS LIVSFORLØB



HVOR PRODUKTION ER:



HVOR BORTSKAFFELSE ER:



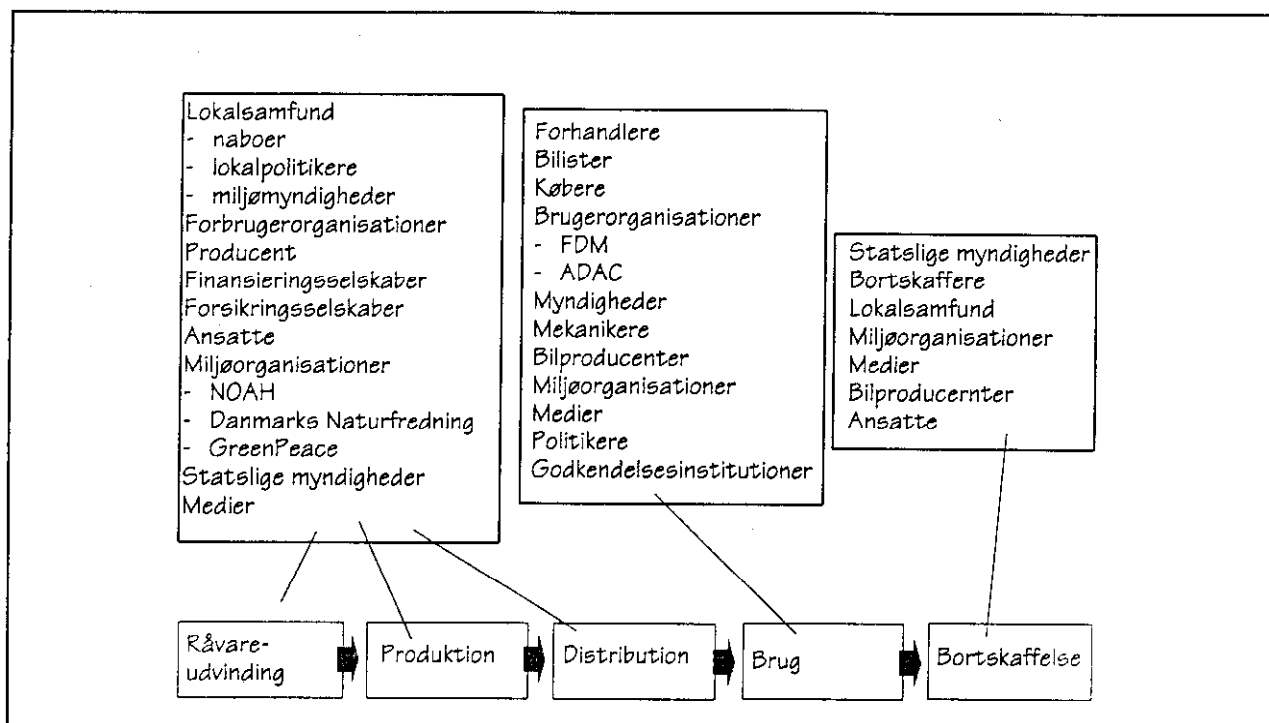
Figur 7
 Køleanlæggets formodede livsforløb med angivelse af alternative bortskaffelsesforløb.

3.2.2 Kortlægning af interessenter i alle livsforløbets faser

For hver fase i produktets livsforløb listes interessenterne, se figur 8. Ud over produktets brugere kan interessenterne både være de, der direkte har en opgave, fx ansatte i produktionen og de, der indirekte påvirker andre interessents opfattelse af produktet, fx brugerorganisationer som FDM.

Opinionsdannere

At andre end købere og brugere også vægtes højt - hvad de normalt ikke gør i QFD - skyldes, at opinionsdannere som fx FDM på grund af den opblussede opmærksomhed og interesse i høj grad påvirker køberes og brugeres miljømæssige holdninger og adfærd.



Figur 8

Interessenterne og deres relationer til køleanlæggets livsforløb.

Køleanlægget vil typisk blive installeret hos bilister, der kører ofte og langt, fx sælgere, eller i udlejnings- og leasingbiler. Køberne af anlægget vil derfor typisk være udlejnings- og leasingselskaber, og folk der har firmabil.

3.2.3 Vægtning af interessenterne

I den samlede liste vægtes hver enkel interessentgruppe ud fra projektgruppens vurdering. Vægtningerne benyttes til at udpege de interessentgrupper og senere navngivne personer, der skal interviewes, se figur 9.

Meget høj vægt	Autoforhandlere Udlejnings- og leasingfirmaer
Høj vægt	Brugerorganisationer Bilister
Middel vægt	Bilproducenter Vognmænd Statslige myndigheder Mekanikere Bortskaffere
Lav vægt	Lokalsamfund
Meget lav vægt	Finansieringsselskaber Forsikringselskaber Medier Godkendelsesinstitutioner Politikere

Figur 9

Vægtning af interessenterne efter hvor stor betydning deres ønsker har for udviklingsprojektet.

Meningen med vægtningen er at tilgodese ønsker fra interessenter, som *ikke* direkte har et ansvar i udviklingsprojektet. De interessenter, som vægtes højst skal være dem, som afgør produktets konkurrencekraft i salgssituationen.

Det er deres ønsker, som skal fokusere projektgruppens indsats på positionsegenskaberne.

Som det fremgår af figur 7, planlægges det at markedsføre produktet i Europa, Østen, Sydamerika og Australien. Det må forventes, at interessenterne, både hvad angår holdning og adfærd, er meget forskellige. I projektet udvælges dog i første omgang Danmark, som er det marked, hvor produktet først skal introduceres.

Samtidig er det projektgruppens vurdering, at det er i de nordeuropæiske lande, at miljøbevidstheden er størst. Det betyder, at de holdninger og ønsker til fremtiden, der fx kan findes i Danmark, må forventes med tiden at kunne findes i fx Sydeuropa. Det kan derfor også antages, at hvis interessen i Danmark er lav, vil den være endnu lavere i Sydeuropa og på de andre markeder.

3.3 Interview

De højst vægtede interessenter interviewes om oplevelser med et eksisterende produkt, og deres ønsker til et nyt. Hvis de har erfaringer, undersøges det, hvordan produktet bruges, hvor tilfredse de er med det, og hvilke ønsker de har til en eventuel afløser.

I projektet er der gennemført interview med:

- en brugerorganisation: FDM.
- en udlejer: AVIS.
- en bilforhandler: Peugeot.
- en mekaniker: Peugeot.
- fire brugere.

Interviewene gennemføres i tre trin:

- Forberedelse af interview.
- Gennemførelse af interview.
- Dokumentere interview.

3.3.1 Forberedelse af interview

Det er hensigten, at interviewene gennemføres så åbne som muligt, dvs., at den interviewede selv forklarer og fortæller. Men for at sikre at alle forhold belyses og for at sikre, at alle interview gennemføres under nogenlunde samme præmisser, udarbejdes en checkliste over spørgsmål, der vil belyse udvalgte emner, se figur 10.

Tema 4: Aktørernes konkrete behov og ønsker til køleanlæg

- indgår miljøovervejelser ved køb af køleanlæg
- har materialevalg betydning for valg
- har arbejdsmiljøforhold og lokale miljøgener ved produktionen betydning for valg
- har den forurening som brugen af køleanlægget direkte forårsager, f.eks. energiforbrug, betydning for valg
- har levetiden (holdbarhed) betydning for valg
- har bortskaffelsesmulighederne betydning for valg, f.eks. skal anlægget kunne genbruges i egen eller andre biler eller skal materialerne kunne genvindes
- skal produktets miljøegenskaber være synlige
- er miljøvenlig emballage vigtig
- er globale miljøpåvirkninger værre end lokale
- ønsker de detaljeret information i markedsføringen

Figur 10

For interviewene forberedes en række checkspørgsmål, hvis det viser sig, at den interviewede ikke af sig selv holder samtalen gående.

At præmisserne for interviewene er ens, er særlig vigtigt for et produkt, der er relativt ukendt på markedet. Det skal sikres, at de interviewede har nogenlunde samme indsigt i det nye produkt, således at udsagn fra flere interviewede kan sammenlignes.

3.3.2 Gennemførelse af interview

Alle interview er gennemført med en kort introduktion af formålet med interviewet. Herefter er det gennemgående træk, at interviewet er kørt med få spørgsmål fra projektgruppens side.

I interviewene af brugerne har spørgsmålene ledt de interviewede ind i en mere generel diskussion af miljøaspekter for at kunne vurdere den generelle miljøbevidsthed og adfærd.

Antal interview

Antallet af interview bestemmes af, hvor meget nyt det seneste interview afdækker. Her spiller to forhold ind: dels hvor meget projektgruppen i forvejen ved, dels hvor meget der er nyt i forhold til de foregående interview. Erfaringerne svinger mellem fem og tyve interview som tilstrækkeligt.

Tilbage til behovet

I selve interviewet er det vigtigt at følge udsagn tilbage til behovet eller problemet og undgå konklusioner, der alene angiver løsningsforslag, fx "Det er smart, hvis man kan undgå indgreb i instrumentpanel" viser sig at være en løsning på problemet: "Det tager for lang tid at installere".

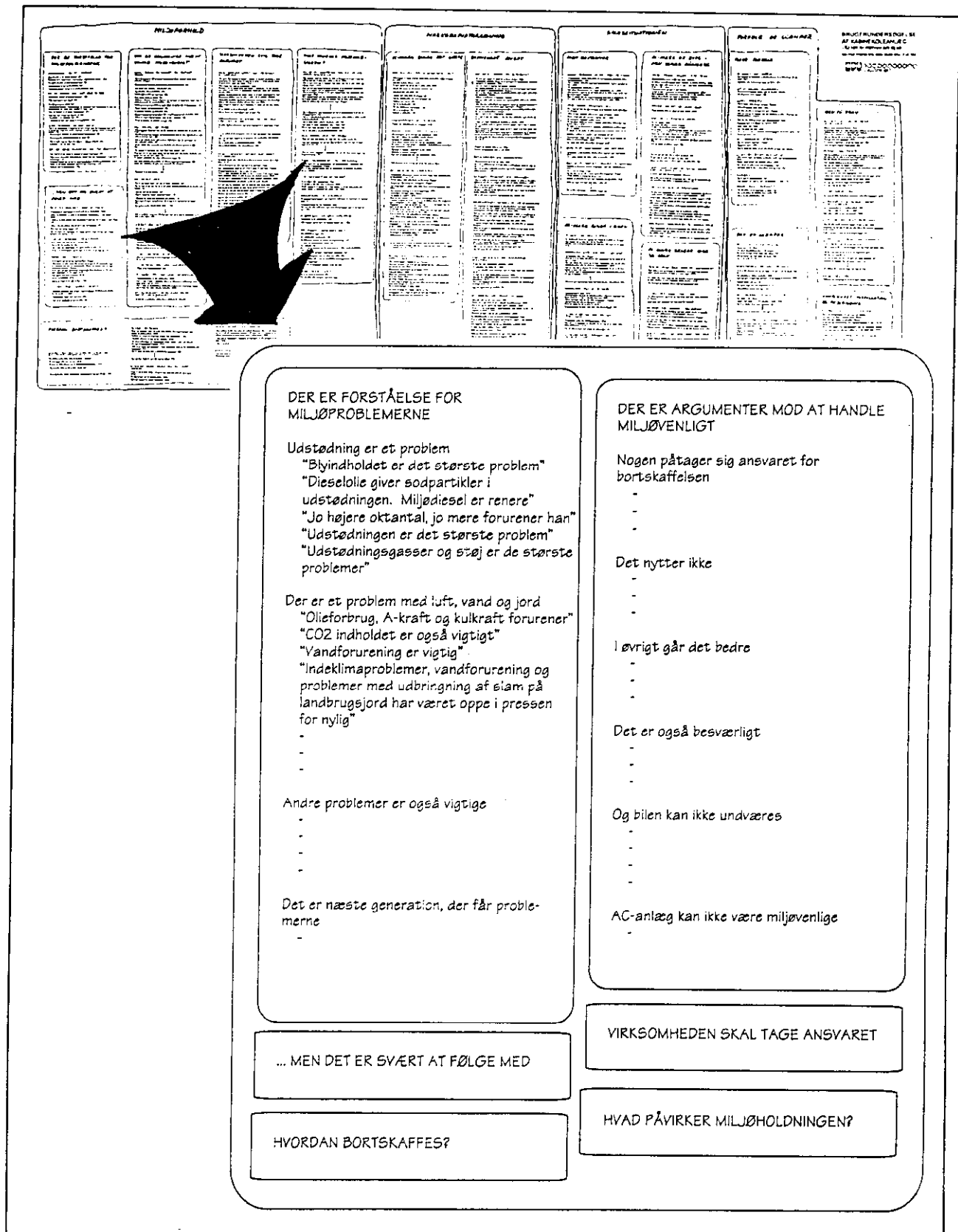
3.3.3 Dokumentere interview

Når interviewene dokumenteres, er det centralt for den efterfølgende KJ-analyse, at udsagnene er nedskrevet så ordret som muligt, og at hvert udsagn har en angivelse af, hvem der har sagt det. Der er noteret i alt 400-500 udsagn.

3.4 Analyse af udsagn

KJ-kort

Alle udsagn fra referaterne klippes fra hinanden. Én efter én tages de op og placeres på en tavle med en overskrift, der angiver, hvad udsagnet handler om, fx får udsagnet "Det er en fordel, hvis der ikke er freon i" overskriften "Freon er i fokus". Hvis to eller flere udsagn omhandler det samme, placeres de i samme gruppe. Når alle udsagn er grupperet, sorteres grupperne i hovedgrupper. Resultatet af denne gruppering kaldes et KJ-kort, se figur 11.



Figur 11
 Udsnit af KJ-kortet, der består af fire hovedgrupper: Miljøforhold, Markedsindtrængning, Salgs-situationen og Fordele/Ulemper.

Konklusioner

Af KJ-kortet fremgår det, at der er mange udsagn om miljø - flere end oprindelig forventet. En del af dem er dog relateret generelt til bilisme snarere end til køleanlæg. De konklusioner, der kan uddrages af KJ-kortet, er:

- A Der er forståelse for miljøproblemerne, og for at adfærdsændringer er påkrævet, men det kniber med den personlige handling. Der kan tilsyneladende konstateres en forskel på bilister henholdsvis med positiv "miljøerfaring", fx fra deres arbejdsplads (typisk yngre, som i dette tilfælde) og uden erfaring (typisk ældre, som i dette tilfælde). Der er således en polariseret holdning brugere imellem.
- B Bilisterne har mange argumenter mod at handle miljøvenligt: ("Andre skal tage ansvaret", "Det nytter alligevel ikke", "I øvrigt går det bedre", "Det er besværligt", "Vi har allerede gjort noget" og "Det er svært at følge med i, hvad der er problemer"), men langt færre og mere unuancerede for at handle miljøvenligt ("Vi har problemer med luft-, vand- og jordforurening" og "Næste generation får problemer").
- C Der er stor mistro mod indsamlingsordninger og genbrug: "Vi har i årevis stået og sorteret, men de hælder det alligevel sammen til sidst". Denne mistro kan dog være geografisk bestemt.
- D Forhandlere og udlejere er tilsyneladende mere interesserede i et miljøvenligt produkt end bilisterne: "Vi vil fortælle, at det er miljøvenligt" og "Vi vil gerne stå inde for salget, og vil derfor gerne sælge det mest miljøvenlige produkt, hvis der er noget i det for kunden".
- E Bilisterne har svært ved at følge med i miljødebatten. Der er grænser for, hvor meget de kan forstå af en sammensat problemstilling, hvor fokus skifter hurtigt.
- F Det forventes generelt, at virksomheden tager et ansvar for miljøet. Det gælder derfor også for produktionsfasen, som ellers ikke er nævnt i nogen af interviewene.
- G Det fremgår ikke klart, hvordan deres miljøholdninger og adfærd påvirkes. Under alle omstændigheder er man dog ikke i branchen vant til at benytte datablade eller brochuremateriale i forbindelse med salg. Noget som måske åbner en mulighed for ClimCon A/S.
- H Udstødning opfattes som et problem og også mere generelt brugen af fossile brændsler - men benzinformbrug betyder intet, da det i stedet opgøres i kroner og øre. "Den skal være miljøvenlig", uden at dette dog nærmere kan uddybes. Det er op til producenten at redegøre for dette og håbe, at køberen har/får samme opfattelse
- I Køleanlæg opfattes per definition som værende *ikke* miljøvenlige. Det skal forklares, at alle produkter kan være mere eller mindre miljøbelastende.
- J Tilsyneladende bekymrer bilisterne sig mere om deres biler end om miljøet - også selvom de i øvrigt faktisk er rimelig miljøbevidste. Dette skyldes, at bilen er en stor investering for de fleste.

Derfor vil de ikke gå på kompromis med dens funktionalitet eller kvalitet.

Der kom ingen udsagn, der direkte gik på brugen af freon i kompressorbaserede anlæg, eller udsagn om de miljømæssige konsekvenser af brugen af peltierelementer.

Myter

Der kan konstateres en række myter på miljøområdet:

- Det går den rigtige vej med miljøet. Det gør det ikke. Derfor er blandt andet ClimCon A/S i gang med at udvikle mere miljøvenlige produkter.
- Hvis vi en gang har skabt miljøvenlige løsninger (udsagn vedrørende katalysatorer), så kan vi godt svine lidt på andre områder. Det er heller ikke en korrekt betragtning. Vi er langt fra målet selv med reduktioner på 25-30 procent, men vi har startet en udvikling i den rigtige retning.

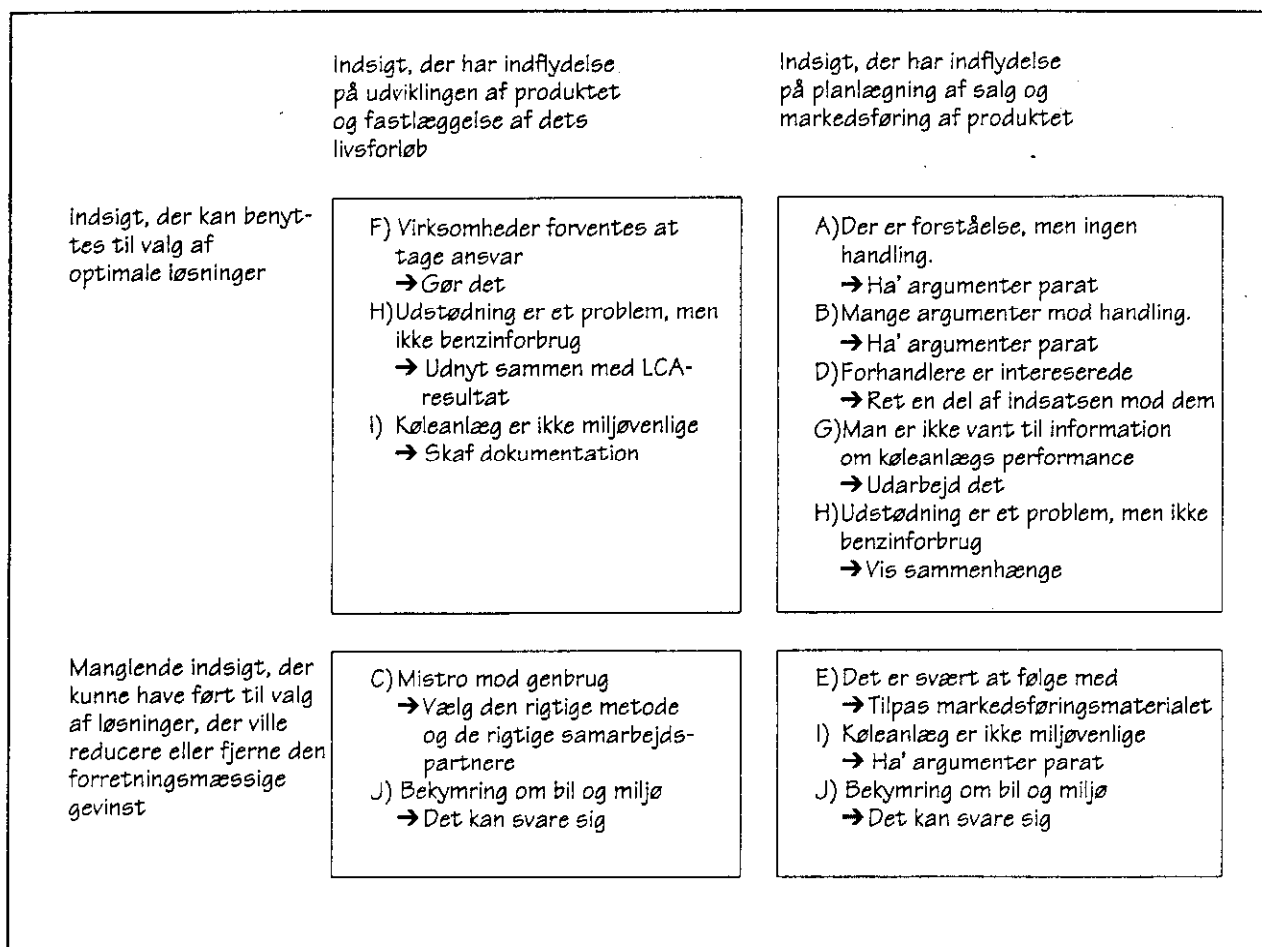
Overraskende udsagn

De fleste af disse udsagn og tendenser havde projektgruppen ikke på forhånd overblik over. En del af dem kan direkte bruges i forbindelse med enten produktudviklingen eller planlægningen af markedsføringen, se figur 12. Resten indgår i den efterfølgende opstilling af Første QFD-hus.

Til grundspecifikation

En del af de udsagn, som er gengivet på KJ-kortet, føres ikke over i QFD-huset, da det er krav, som *skal* overholdes, og som derfor ikke kan optimeres. Disse kan føres direkte over i produktets grundspecifikation:

- Pris inklusive montering skal være under XXXXX kr.
- Installeringen af anlægget må ikke påvirke fabriksgarantien på bilen.
- Kølcanlægget skal overholde EMC-krav.



Figur 12

Konklusionerne fra KJ-analysen grupperet efter deres vigtighed og placering i udviklingsopgaverne.

Det er værd at bemærke, at der ikke opstår anvisninger af konkrete løsninger, men i stedet angivelser af fokus og art af interessenternes ønsker til produktet. Selve vægtningen opstår først senere efter udfyldning af første QFD-hus.

Set med miljøbriller er det positivt, at på dette tidspunkt er der endnu intet, der kan bruges af skeptikere i projektgruppen eller virksomheden imod en indsats - højst til en diskussion om indsatsens retning og størrelse.

3.5 Kvantitativ analyse

I forprojektet er der ikke gennemført en kvantitativ analyse, hvor der ville være udsendt spørgeskemaer til et stort antal interessenter. De ville være blevet bedt om at vægte de ønsker, som var kommet frem under interviewene, samt at vurdere, hvor tilfredse de er med det produkt, de bruger i dag (hvis de har et sådant installeret).

Når denne analyse ikke er gennemført, skyldes det, dels at ClimCon A/S ikke endnu har etableret et bredt kontaktnet, hvor en sådan analyse kunne være gennemført effektivt, dels at der i forprojektet ikke var afsat midler til en sådan aktivitet.

Konklusion

Erfaringen fra gennemførte QFD-projekter viser dog, at den kvantitative analyse sjældent viser, at ønsker og konklusionerne fra KJ-kortet er forkerte - højst, at de kan være vægtet anderledes, end man forestillede sig. Derfor ville forprojektets *forskningsmæssige* konklusioner heller ikke været styrket, selv om spørgeskemaundersøgelsen var blevet gennemført.

Skaffe erfaring

Det er derfor vigtigere, at ClimCon A/S skaffer sig erfaring med det nye anlæg inden en spørgeskemaundersøgelse, så vil resultatet have en langt større udsagnskraft.

3.6 Livscyklusscreening

I dette afsnit gennemgås forskellen mellem en livscyklusscreening og en livscyklusvurdering, og de væsentligste konklusioner gengives.

3.6.1 Hvad er en livscyklusscreening?

Livscyklusvurderinger er gennem de seneste år blevet et mere og mere almindeligt værktøj til at beskrive miljøbelastningen af produkter fra udvinding af råvarer til bortskaffelse af det udtjente produkt. Et almindeligt træk ved livscyklusvurderinger er, at de er meget tidskrævende, idet der skal fremskaffes meget store mængder data, der efterfølgende skal vurderes.

Livscyklusscreening

Livscyklusscreeninger er en forenklet form for LCA, idet miljøspecialister og interessenter (fx producenter, myndigheder og interesseorganisationer) i et iterativt forløb diskuterer, hvilke områder der skal være i fokus for undersøgelsen, hvorefter databehandling og vurdering af data kan koncentreres om et væsentligt mindre datamateriale.

Miljøspecialistens rolle

I forprojektet har der først og fremmest været en miljømæssig dialog mellem producent, produktudvikler og miljøspecialist. Miljøspecialistens arbejde har dermed også omfattet en formidling af de synspunkter, som andre miljøinteressenter (fx grønne organisationer, miljømyndigheder) kunne tænkes at have.

Præcision

Det er klart, at præcisionen i en livscyklusscreening vil være lavere end ved en fuldskala LCA. I konceptfasen under udvikling af nye produkter vil præcisionen dog som oftest være tilstrækkelig, idet der under alle omstændigheder vil være en række usikkerhedsmomenter med hensyn til produktets endelige sammensætning og funktion. Der vil

derfor i første række være behov for at kortlægge størrelsesordenen af forskellige miljøbelastninger i forskellige faser og pege på de områder, hvor der kan være det største potentiale eller behov for miljømæssige forbedringer.

Antagelser

I relation til en Miljø-QFD kan livscyklusscreeningen populært sagt opfattes som miljøets stemme. I QFD befinder produktet sig i konceptfasen, hvilket i praksis betyder, at der kun sjældent er truffet konkrete valg af specifikke delsystemer. Vurderingen er derfor truffet på baggrund af antagelser om teknologisk realistiske løsninger, således som de fremstår i en testbænk i udviklingsforløbet. For at kunne gennemføre livscyklusscreeningen er der derfor opstillet et første gæt på køleanlæggets udformning, antal delsystemer, materialevalg og vægt. I forprojektet har det heller ikke været muligt at kortlægge produktets præcise livsforløb. I stedet er analysen foretaget på baggrund af en række sandsynlige scenarier, specielt med hensyn til bortskaffelse af produktet.

3.6.2 Resultater

Nedenstående opsummeres de væsentligste resultater af livscyklusscreeningen, og der peges på de grundlæggende faktorer, som skal ændres for at reducere miljøbelastningen mest muligt.

Fossile brændsler

Livscyklusscreeningen udpeger brugsfasen som den mest miljøbelastende. I denne fase sker et stort forbrug af fossile brændsler; i værste tilfælde omkring 1000 liters ekstra benzinformbrug i køleanlæggets levetid i forhold til ikke at have et køleanlæg. Ved forbruget tæres på vores beholdning af fossile brændsler, og samtidig udledes en række stoffer med uønskede miljøeffekter. De vigtigste stoffer i denne forbindelse er CO₂, der bidrager til drivhuseffekten og NO_x, der spiller en rolle ved dannelse af fotokemisk smog.

Den bedste måde at reducere disse belastninger på er ved at nedsætte generatorens nominelle effekt, hvilket kan være muligt gennem at energioptimere delsystemerne i køleanlægget. En anden - og mere generel - mulighed er at reducere vægten af de enkelte komponenter/delsystemer. Årsagen til dette er, at hvert ekstra kilo, som bilen skal transportere rundt, kræver et ekstra energiforbrug.

Materialevalg - køleboks

Materialevalget er potentielt kritisk for to af delsystemerne, køleboksen og elektronikboksen. For køleboksens vedkommende er den præcise materialesammensætning ikke kendt, og der bør derfor rettes henvendelse til producenten for at få nærmere specifikationer. Den potentielle miljøbelastning er relateret til muligheden for, at der anvendes metaller og mineraler med en kort forsyningshorisont. Et stigende forbrug som følge af ny teknologisk udvikling vil kunne forkorte forsyningshorisonten yderligere.

Hvis materialerne viser sig at have en relativ kort forsyningshorisont, bør det undersøges, om det er muligt at substituere de pågældende materialer. Hvis dette ikke er tilfældet, bør der etableres en tilbagetagningsordning, der retter sig mod de vigtigste delsystemer som køle- og elektronikboks.

Materialevalg - elektronikboks

Heller ikke for elektronikboksens vedkommende er det muligt at angive den præcise sammensætning. Dette er et velkendt problem for al elektronik, men det er en generel erfaring, at elektronik indeholder relativt store mængder af tungmetaller og ædelmetaller. Disse metaller ønskes ikke spredt i miljøet af ressourcemæssige og/eller økotoksiske hensyn.

Den bedste måde at undgå de potentielle effekter på er ved at indsamle og genbruge/genanvende de to komponenter. Et dårligere alternativ er at sørge for, at komponenterne bortskaffes forsvarligt på kontrolleret deponi, men altså uden mulighed for at genanvende råvarerne.

Bortskaffelse af køleanlæg

De øvrige delsystemer i køleanlægget vil formodentlig blive bortskaffet sammen med resten af bilen. Ved denne bortskaffelse vil jern, stål, kobber og aluminium blive indsamlet og oparbejdet til ny råvare, mens plast, gummi, med videre vil blive forbrændt, eventuelt med energigenvinding, eller deponeret. Etablering af et komplet indsamlings- og genanvendelsessystem skønnes at være urealistisk, og anstrengelserne bør derfor fokuseres på de to nævnte komponenter. På længere sigt kan der etableres et samarbejde med bilproducenter med henblik på at opnå en højere genanvendelsesprocent af køleanlægget.

Miljøbelastende stoffer

Det har ikke været muligt i konceptfasen at vurdere de væsker (kølemiddel og thermoconductive grease) der indgår i køleanlægget. En hensigtsmæssig fremgangsmåde længere fremme i udviklingsprocessen er at lade en række teknisk realistiske alternativer vurdere af specialister på området og derefter foretage det endelige valg. I udvælgelsen skal man være opmærksom på, at der vil skulle foretages efterfyldning af kølemiddel, og at der derfor skal tages både sundheds- og miljømæssige hensyn ved valget.

Forslag

De ovenstående betragtninger kan sammenfattes til følgende basale forslag til køleanlæggets udformning:

- Generatoren skal trække så lille en nominel effekt som muligt.
- Køleanlæggets samlede vægt skal være så lille som muligt.
- Det samlede forbrug af knappe ressourcer i køleanlægget skal være så lille som muligt.
- På længere sigt skal genanvendelsesprocenten for køleanlægget optimeres.
- Kølevæske og andre hjælpestoffer skal vurderes ud fra miljø- og sundhedsmæssige kriterier.

3.7 Identificere og vægte relationer

Første QFD-hus er opstillet på baggrund af den gennemførte KJ-analyse, hvor interessenteres ønsker er overført til husets venstre side, se figur 13, samt en vurdering af interessenteres vægtning af ønsker i forhold til hinanden.

Endvidere er livscyklusscreeningen omsat til ønsker fra "miljøet" repræsenteret ved miljøspecialisten. Nederst er bilisternes få miljøønsker påført. Som det fremgår, er et af ønskerne fra interessenterne, at køleanlægget skal være miljøvenligt. Da dette ikke er kvantificeret fra de interviewedes side, repræsenterer miljøspecialistens ønsker i stedet denne nedbrydning af miljøvenligheden.

Det skal bemærkes, at der kun er medtaget udsagn, som kom frem i interviewrunden.

Efter ønskerne er indført, er der opstillet en liste over køleanlæggets tekniske egenskaber. Disse er relateret til ønskerne. Hvis der er stærk relation gives et nital, hvis relationen er mellemstærk et tretal, og hvis den er svag et ettal. Denne skala er den, der normalt benyttes. Tanken er at kunne tilgodese de områder, hvor en indsats har en stor effekt på interessenternes ønsker.

Måltrettethed

Denne aktivitet lyder umiddelbar let, men den tager typisk mellem 50 og 100 mandtimer at gennemføre. Det skyldes, at projektgruppen er nødt til at diskutere konklusionerne på KJ-analysen og få en fælles opfattelse af, hvordan produktets tekniske egenskaber skal udtrykkes. Det er blandt andet diskussioner som denne, der gør, at projektgruppen siden hen i udviklingsprojektet arbejder meget målrettet og har en fælles opfattelse af, hvad der er vigtigt og mindre vigtigt i projektet og i vurderingen af løsningsforslag.

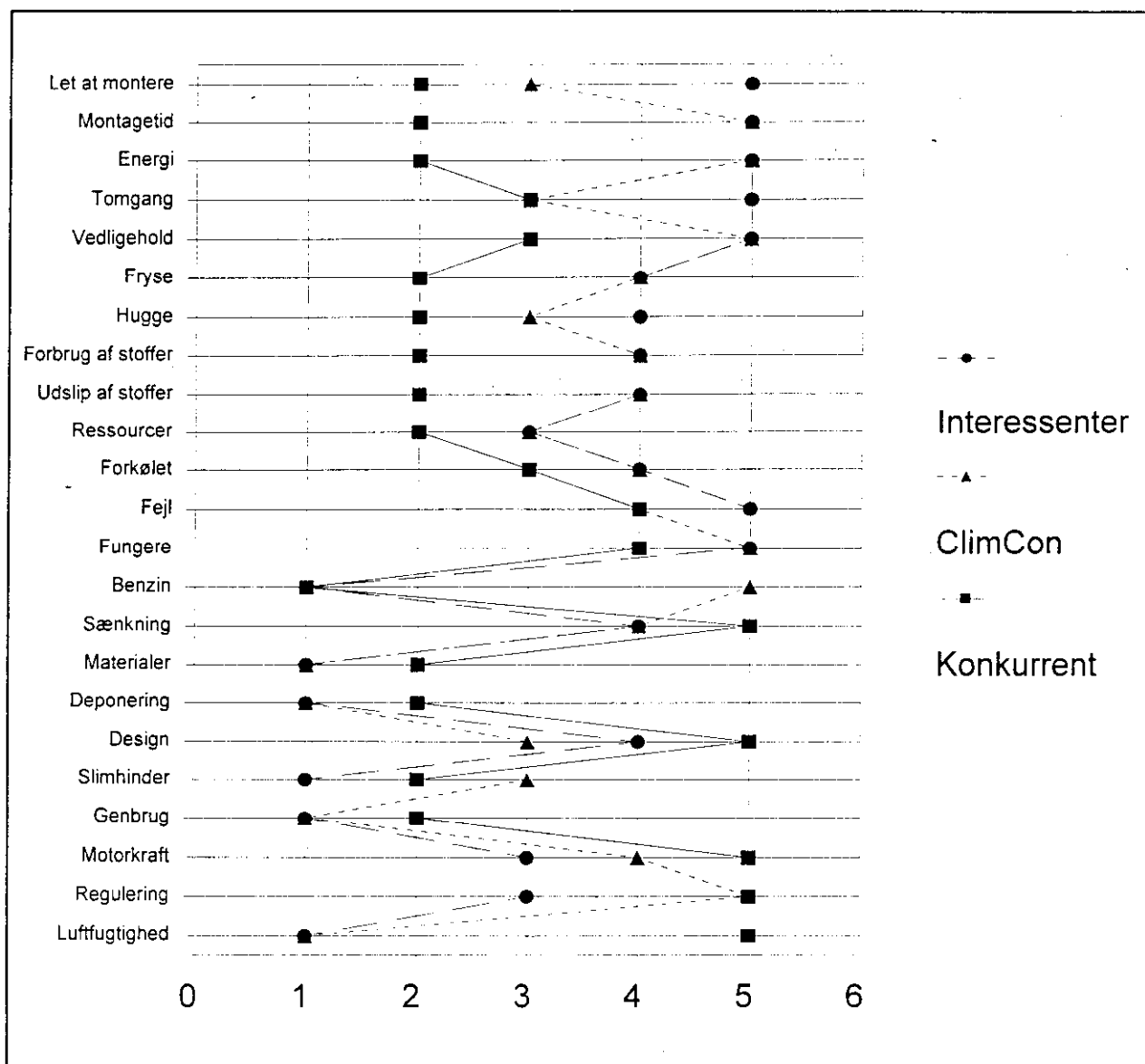
Vægtning

Herefter er de enkelte ønsker vægtet. Da vurderingen af interessenternes vægtning er foretaget af projektgruppen og ikke på baggrund af en større spørgeskemaundersøgelse, kan resultatet som tidligere nævnt være misvisende i forhold til interessenternes ønsker.

Da alle ønsker og tekniske egenskaber har været vurderet, står projektet dog stærkere sammenlignet med en situation, hvor det er op til projektet intuitivt at foretage vægtningen.

Hvis brugerundersøgelsen senere suppleres med en kvantitativ undersøgelse, må det derfor forventes, at der ikke dukker nye ønsker eller relevante tekniske egenskaber op. Undersøgelsen vil højst kunne resultere i en anden vægtning.

Gennemgang af ClimCon's ønskede niveau:



Figur 14

Figuren viser, hvor ClimCon A/S ønsker at lægge sit fokus, dels i forhold til interessenternes ønsker, dels i forhold til, hvor godt ClimCon A/S vurderer, at konkurrenterne lever op til brugernes forventninger.

Det fremgår af figur 14, at ClimCon A/S på kort sigt ønsker at vægte:

- Højest på energiforbrug, på forbrug af knappe ressourcer og på udslip af miljøfarlige stoffer.
- Lavest på materialeforbrug, deponering og genbrug.

På længere sigt, når den første produktgeneration er markedsført, og erfaringer fra brug og bortskaffelse kan opsamles, skal indsatsen drejes over mod bortskaffelse og genbrug.

Der er foretaget en række vægtninger af ønskerne set fra forskellige synsvinkler:

- Projektgruppens gæt på de interviewedes kvalitetsønsker
- Miljøspecialistens miljøønsker.
- Projektgruppens gæt på de interviewedes miljøønsker.
- ClimCon's opfattelse af performance af konventionelle anlæg.
- ClimCon's ønskede niveau.
- ClimCon's vægtning mellem grupperne af miljø- og kvalitetsønsker.
- Vægtning efter ClimCon's sales points i forbindelse med markedsføring.

Vægtning mellem grupperne af miljø- og kvalitetsønsker har ClimCon A/S sat til 1:2, dvs., de kvalitetsmæssige ønsker vægtes dobbelt så højt. Dette skyldes primært:

- Produktet skal leve op til de kvalitetsmæssige ønsker, før det kan sælges.
- Brugerundersøgelsen har ikke afkræftet, at det kan svare sig at slå på produktets miljøegenskaber, derfor vægtes de relativt højt.

I det følgende gengives de højst vægtede tekniske egenskaber for forskellige synsvinkler:

Miljøspecialistens miljøønsker:

1. Energiforbrug.
2. Vægt.
3. Virkningsgrad.
4. Temperatur af køleluft.
5. Overensstemmelse med eksisterende bortskaffelsesordninger.
6. Køleeffekt.
7. Vægt af materialer der kun kan deponeres.
8. Vægt af elektronik, keramik og glykol.
9. Tid fra start til ønskede temperatur opnås.
10. Vægt af knappe ressourcer.

Interessenternes miljøønsker:

1. Energiforbrug.
2. Vægt.
3. Virkningsgrad.
4. Temperatur af køleluft.
5. Tid fra start til ønskede temperatur opnås.
6. Relativ fugtighed af indblæst luft.
7. Hastighed af køleluft.

ClimCon's ønskede vægtning:

1. Temperatur af køleluft.
2. Energiforbrug.
3. Køleeffekt.
4. Hastighed af køleluft.
5. Virkningsgrad.
6. Antal indgreb ved montage.
7. Tid fra start til ønskede temperatur opnås.
8. Relativ fugtighed af indblæst luft.
9. Antal forbindelser til el, brændstof, ...
10. Høj kendthed af planlagt brugsmønster.

For ClimCon's vægtning, der vil være den, som projektet skal benytte i det videre arbejde, gælder det, at:

- Den afspejler kundernes kvalitetsmæssige ønsker.
- Den afspejler de sales points, som vil blive benyttet i forbindelse med markedsføring af køleanlægget.
- Fem af de tekniske egenskaber fra miljøønskelisten er med.

En analyse af de vægtninger viser, at:

- En række af de tekniske egenskaber altid er repræsenteret, uanset hvilken vægtning der benyttes:
 - Energiforbrug
 - Køleeffekt
 - Virkningsgrad
 - Temperatur af køleluft
 - Tid fra start til ønskede temperatur opnås
- Energiforhold er repræsenteret under kvalitetsønsker som en følge af ønsket om, både at motoren ikke hugger, når anlægget kobles til og om ønsket om hurtig afkøling af kabineluften - to forhold, der i øvrigt trækker i hver sin retning.
- Energiforhold er repræsenteret under miljøønsker som en følge af ønsket om lavt forbrug af fossilt brændsel.
- Den største forskel mellem vægtningen efter kvalitets- og miljøønsker er, at montageforhold kun kommer ind under kvalitetsønsker, mens bortskaffelsesforhold kun kommer med under miljøønsker
- Miljøvægtning bliver efter interessenternes miljøønsker for unuanceret. Ved et tilfælde trækker de alligevel i samme retning, da der er tæt sammenhæng mellem forurening fra udstødning og energiforbrug. Dette forhold kan bruges i forbindelse med markedsføring.
- Når de interviewedes miljøønsker er så unuancerede, som tilfældet er, bliver alle tekniske egenskaber lige vigtige.
- Miljøvægtningen efter bilisters miljøønsker viser også, at der ikke i første omgang skal fokuseres på bortskaffelsen.

Det viser i øvrigt, at hvis øvelsen var gennemført *uden* at medtage miljøønsker, så ville:

- De forhold, der vedrører bortskaffelse, være overset.
- Der have været en risiko for, at projektgruppen havde fokuseret på de egenskaber, der i konventionelle anlæg er relateret til freonbrug, og have overset, at de energirelaterede egenskaber kunne bidrage til positionering af produktet.

Pligtegenskaber

De ønsker, der er fremkommet i interviewene, er nu oversat til en vægtet liste af tekniske egenskaber. Positioneringsegenskaberne findes blandt de højst vægtede egenskaber. For disse egenskaber gælder alt andet lige, at jo mere de optimeres, jo mere tilfredse bliver interessenterne med produktet. De lavest vægtede egenskaber, og egenskaber, som ikke direkte kan relateres til ønskerne (som fx hvor lang tid opmærksomheden skal rettes væk fra vejbanen, når anlægget indstilles), er pligtegenskaber.

3.8 Vurdering af løsningsalternativer



Når de tekniske egenskaber nu er vurderet i forhold til de miljø- og kvalitetsmæssige ønsker og vægtet i forhold til interessenterne og ClimCon's kort- og langsigtede interesser, kan de forskellige konceptuelle løsningsalternativer vurderes.

Konceptalternativer

Der er opstillet alternativer for:

- Layout af peltierelementerne og af køleflader, der omslutter peltierelementerne.
- Materialevalg af køleflader.
- Placering af elektronik- og køleboks i forhold til hinanden.
- Køleboksens placering i bilen.
- Koncept for elektrisk kobling mellem peltierelementer og elektronikboks.
- Principiel udformning af køleboksens isolering.
- Princip for den elektroniske styring af køleanlægget.
- Pumpekoncept.
- Valg af køle- og smørevæsker.
- Valg af slangemateriale.
- Udformning af og materialevalg til radiatorer.

Beslag, blæsere, ekspansionsbeholdere og instrumentpanel er ikke medtaget i vurderingen, da udformningen af disse delsystemer ikke vil influere væsentlig på totalløsningens miljømæssige egenskaber. Alle løsningsforslag er vurderet ud fra både kvalitetsmæssige og miljømæssige overvejelser, se figur 15.

	 GENERATOR + BATTERI	 GENERATOR + ELEKTRONIK
KVALITET	✗ SKAL SKIFTES	
MILJØ	✗ BORTSKAFFELSE (BLY+SYRE) ✗ ER DE SYNLIGE (BLIVER DE DEMONT. VED BORTSKAFF.) - DET KAN KUN GÅ GALT...	+ VÆGT ✗ ELEKTRONIK (PRINTPLADE OG KOMPONENTER)

Figur 15

Et eksempel på, hvorledes de enkelte konceptforslag er vurderet. På baggrund af vurderingen kan ClimCon A/S nu vælge endelig konceptuel udformning, og de enkelte delsystemer kan detaljeres.

Vurderinger

Alle vurderinger er foretaget ud fra to synsvinkler:

- Er der nogle af løsningsforslagene, der i væsentlig grad vil øge de kvalitets- og miljømæssige egenskaber?
- Er der nogle af løsningsforslagene, der i væsentlig grad vil forringe de kvalitets- og miljømæssige egenskaber?

Konklusion

Hovedkonklusionen på vurderingen af de opstillede løsningsforslag er, at alle de opstillede løsningsforslag, når alle detaljer er fastlagt, sandsynligvis vil ligge i et snævert område omkring det optimum, som fastlægges af vægtningen af de tekniske egenskaber og af livscyklus-screeningen. Grundkonceptet, at basere kølingen på peltierelementer, er med andre ord udslagsgivende for de miljømæssige egenskaber, og

de kan ikke forringes væsentlig gennem eventuelle miljømæssige suboptimeringer af de resterende delsystemer.

3.9 Konklusion

Industriresultater

I forhold til ClimCon's udviklingsprojekt er forprojektets væsentligste resultater:

Miljøønsker

Interessenternes udtrykte miljøønsker:

- De er unuancerede, sandsynligvis som følge af en kombination af manglende interesse og af, at det er et svært emne at få overblik over, og det forventes, at virksomhederne selv tager vare på miljøproblemerne.
- Yngre forbrugere med viden om miljøproblemer er mest positive over for tanken.
- Udlejere og bilforhandlere er positive over for at påvirke kunder til miljøvenlige indkøb, hvis kvaliteten er i orden. Det skyldes deres ønske om at skabe en miljøvenlig profil over for deres interessenter
- Bortskaffelsesordninger mødes med stor skepsis. En indsats på dette område og eventuelle samarbejdsaftaler skal derfor foretages med stor omhu for at undgå uønsket negativ effekt.
- Der er generelt et ønske om mere viden på miljøområdet samtidig med, at der tilsyneladende er vilje til også at opsøge den. Det må derfor forventes, at interessenterne med tiden vil opnå mere korrekt forståelse for miljøproblemerne svarende til det, som en livscyklus-screening i dag viser. Derfor må den styre vægtningen af de mest betydningsfulde miljømæssige belastninger.

Produktkonceptet

Produktkonceptet:

- Livscyklus-screeningen viste, at langt den største del af miljøbelastningerne er energirelaterede, dvs., den største miljøgevinst opnås ved en optimering af køleanlæggets energiforbrug.
- Den grundlæggende idé at basere kølingen på peltierelementer giver en stor reduktion af energiforbruget og udslip af miljøbelastende stoffer.
- Der bør lægges stor vægt på at optimere energiforbrug, nyttevirkning og køleanlæggets vægt.

Markedsføring

Markedsføring:

- Køleanlæg opfattes per definition som værende *ikkemiljøvenlige*.
- Udstødning opfattes som et problem, men ikke benzinforgbrug til trods for den tætte sammenhæng.
- Forbrugerne føler, at miljøområdet er svært at følge med i.

- I markedsføringen kan der gøres opmærksom på, hvorfor nogle køleanlæg er mere miljøvenlige end andre, og på hvilken måde de er det. Markedsføringen skal udformes under stor hensyntagen til, at området for en lægmand er meget svært tilgængeligt.

Vægtning

Vægtning mellem de miljø- og kvalitetsmæssige egenskaber:

- Forprojektet bekræftede, at det miljømæssige aspekt bør have stor opmærksomhed. For et nyt produkt er det et krav, at de kvalitetsmæssige forhold er på plads, men da de miljømæssige forhold har så stor opmærksomhed, vægtes kvalitetsområdet med en faktor to og miljøområdet med en faktor en. En væsentlig del af udviklingsindsatsen skal således omhandle en miljømæssig optimering.

Indbyrdes vægtning af de enkelte miljø- og kvalitetsmæssige egenskaber:

- De fem egenskaber, der vægtes højst, har alle positiv indflydelse på produktets miljømæssige egenskaber. Så længe disse egenskaber holdes i fokus, optimeres de miljømæssige egenskaber.

En af udviklingsprojektets grundlæggende forretningsideer er, at produktet skal markedsføres som værende mere miljøvenligt end eksisterende kompressorbaserede køleanlæg. Denne idé kan ikke aflives efter at have gennemført forprojektet. Det har tværtimod bekræftet både den miljømæssige side af denne idé: Køleanlægget er efter alt at dømme mere miljøvenligt end kompressoranlæg, og den markeds-mæssige side af ideen: Interessenterne er positive. Der kræves dog en fuldskala LCA, hvor de to typer køleanlæg begge analyseres, for endegyldigt at besvare dette spørgsmål. Endvidere vurderes det, at vigtige interessenter vil reagere positivt på en markedsføring af det miljømæssige aspekt.

Det betyder, at den miljømæssige indsats i udviklingsprojektet bør fastholdes, og som forprojektet også viste efter en optimering af energiforbruget, så bør optimering af efterfølgende produktgenerationer omhandle køleanlæggets bortskaffelse.

Forskningsresultater

I forhold til forprojektets forskningsopgave er de væsentligste konklusioner:

Interview

Interview af eksterne interessenter:

- Der kommer mange udsagn, også uopfordret, som omhandler de miljømæssige aspekter af produktet, og projektgruppen får en meget nuanceret opfattelse af interessenternes adfærd og motiverne bag. Selv i dette tilfælde, hvor de konkrete miljøønsker var få, opnås der en indsigt, der muliggør en langt mere målrettet produktudvikling og markedsføring af de miljøegenskaber, som ligger ud over interessenternes umiddelbare ønsker.

Interview kontra LCA:

- Produktets reelle miljøbelastninger kan eller skal aldrig opgøres gennem interview af interessenter, men projektgruppen opnår en indsigt, der ikke kan fås via LCA. Det handler primært om myter, manglende viden eller miljømæssige motiver. Fx viste interviewene, at brugerne mangler viden om, hvor de store miljøproblemer ligger i køleanlægget, og at der er stor mistillid til bortskaffelsesordninger.
- Som følge af de mange positive reaktioner fra alle de interviewede kunne de miljømæssige egenskaber vægtes relativt højt sammenlignet med kvalitetsønskerne. Erfaringerne fra fx UMIP viser, at der normalt skal meget omfattende diskussioner til, før en sådan beslutning kan træffes.

LCA kontra QFD

Balancering af LCA kontra QFD

- LCA viser de reelle miljøbelastninger og skal bruges til at udpege de indsatsområder, der ud fra miljømæssige årsager skal iværksættes. Udgangspunktet er her, at selv om interessenterne i dag har en anden prioritering, må det formodes, at de med tiden vil opnå en prioritering af de mest betydningsfulde miljøbelastninger, der ligger tæt op ad den miljømæssigt korrekte.
- QFD viser, hvilke miljømæssige argumenter der kan give produktet en større konkurrencekraft. Argumenterne kan principielt godt omhandle miljøbelastninger, der miljømæssigt set er små (som fx bortskaffelsesforhold kontra energiforbrug for en bil), men hvis de kan bruges til udbredelse af en anden og "bedre" indsats, er det miljømæssigt bedre.
- QFD bruges således ikke som et instrument til at udpege miljømæssige indsatsområder, det bør ske via LCA-baseret indsigt, men til at fastlægge, hvordan produktet opnår den største miljømæssige konkurrencekraft.

4 Metodekoncept

I det følgende vil konceptet bag Miljø-QFD-metoden blive beskrevet, og de erfaringer, der er skabt i forprojektet, vil blive uddraget.

Udbytte

Det gennemførte forprojekt har givet følgende udbytte i udviklingsprojektet:

- Projektgruppen fik afklaret, hvor og hvor meget der skulle fokuseres på miljøaspekterne i både udviklingen og markedsføringen af produktet.
- Projektgruppen fik drejet fokus væk fra freon og over til energiforbrug og med en længere tidshorison også genbrug af anlægget.
- QFD-delen giver viden og indsigt, som ikke kan opnås gennem LCA, som er baseret på brug af databaser. På denne måde suppleres LCA-viden, idet der ligger en stor effekt i at tvinges ud til interessenterne, hvor projektgruppen udsættes for mange fælles oplevelser.
- Der opstår ikke undervejs tvivl om, hvorvidt miljøindsatsen har den rette størrelse, når marketingdimensionen hele tiden er på omgangshøjde med produktudviklingen.
- Hele projektgruppen i virksomheden fik gennem en gradvis læreproces en indføring i miljøtænkning og var under hele processen i stand til at se projektrelevansen af den.

Metoden har som formål at undersøge:

- Hvad har miljømæssig betydning for interessenterne?
- Hvor stor indsigt har de?
- Lader interessenterne sig styre af myter eller overdimensionering af ubetydelige miljøproblemer?
- Hvilke miljøegenskaber kan med fordel lade sig kommunikere til interessenterne?

Dimensioner i konceptet

Med udgangspunkt i ovenstående erfaringer kan der opstilles et koncept for metoden bag Miljø-QFD. Metoden kan betragtes ud fra mange synsvinkler, og alle giver en korrekt fremstilling af metoden. I denne arbejdsrapport beskrives metoden ud fra følgende synsvinkler:

- *Opgaven*, dvs. løsningen af opgaverne i et konkret udviklingsprojekt, som metoden vil understøtte.
- *Objektet*, dvs. det emne eller system, som metoden søger at ændre i forhold til en given målsætning.
- *Videnindholdet og strukturen*, dvs. de input/output og data, som metoden enten selv indeholder eller genererer.
- *Processen*, dvs. de aktiviteter og trin, som metoden er inddelt i.

- *Organisatoriske og arbejdsmæssige forudsætninger*, dvs. det, der kræves af de enkelte medlemmer af projektgruppen og den omgivende organisation.
- *Mind-set*, dvs. de tænkemåder og holdninger, der enten kræves, for at metoden giver optimalt resultat, eller som brug af metoden giver projektgruppens medlemmer.
- *Iklædningen*, dvs. måden, metoden præsenteres på, og den form den skal have for at kunne indføres og benyttes af en projektgruppe.

Opgaven

Opgaven:

- Metoden danner grundlag for en fokusering på og vægtning af de produkttegenskaber, som skal optimeres for at øge interessenternes tilfredshed med produktet.

Objektet

Objektet:

- Udgangspunktet for metoden er et kendt produkt og tilhørende livsforløb, hvor der findes interessenter, der har erfaring med brug af produktet, eller som har et erkendt behov for produktet. Som udgangspunkt kan der enten benyttes et produkt fra markedet eller et konceptudkast.
- Der arbejdes med helheden i produktet og dets livsforløb og ikke med detaljer eller komponenter. Dvs., at resultatet vedrører produktkonceptet og det principielle livsforløb.
- Alle interessenter fra alle livsforløbets faser kan vise sig at være væsentlige.

Videnindhold- og struktur

Videnindholdet og -strukturen:

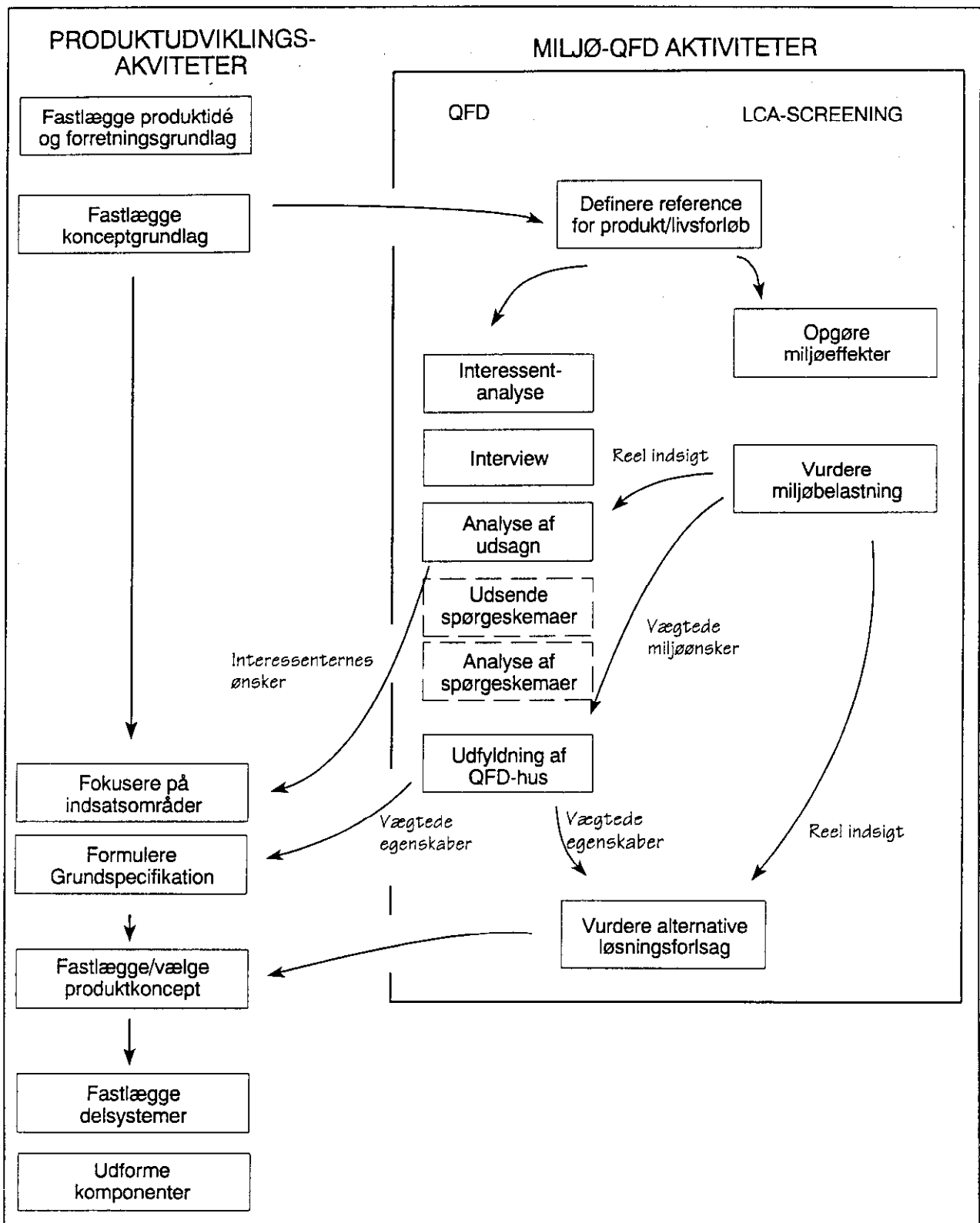
- Som input til metoden bruges konkrete udsagn fra konkrete interessenter om deres erfaringer og ønsker til produktet og dets ydelse.
- Output er en vægtet liste af de tekniske produkttegenskaber som en projektgruppe skal fokusere på i et udviklingsprojekt.
- Metoden håndterer alle forhold, der vedrører produktets kvalitets- og miljømæssige aspekter, men fx ikke pris eller produktivitet i produktionen.

Processen

Processen:

- De trin, der skal gennemføres, er vist i figur 16.
- Der ligger en skjult og gradvis læreproces for en projektgruppe i miljøområdet, idet dialogen med miljøeksperten vil give en stor indsigt for de medarbejdere, der ikke før har stiftet bekendtskab med området.

- Til hvert trin findes der en række konkrete værktøjer, der kan anvendes. De har form af fx checklister, gode råd og vejledninger, interviewteknikker, struktureringsteknikker og diagrammer, der kan udfyldes.



Figur 16
 En oversigt over de aktiviteter, der skal gennemføres i Miljø-QFD, deres tidsmæssige sammenhæng til produktudviklingsaktiviteter og det vigtigste informationsflow mellem de enkelte aktiviteter.

Forudsætninger

Organisatoriske og arbejdsmæssige forudsætninger:

- Metoden fordrer en struktureret fremgangsmåde og tænkning, således at der sondres mellem fx mål og midler og mellem konceptuelle og komponentorienterede overvejelser.
- Det kræver, at ledelsen forpligter sig, således at der gives korrekte og langtidsholdbare signaler om virksomhedens planer og ambitioner med det aktuelle produktområde. Ledelsens forpligtelse er også vigtig, for at den siden hen accepterer resultaterne af Miljø-QFD.
- Metoden kræver, at produktudviklingen, marketingafdelingen og miljøspecialist indgår i et forpligtende samarbejde, hvor den enkelte accepterer de andres kompetencer og selv udfylder sin egen rolle.

Mind-set

Mind-set:

- Der kræves fælles forståelse for, hvordan der skabes konkurrencekraft i det pågældende produkt, og hvordan virksomheden ønsker at placere sig på markedet i forhold til konkurrenterne.
- Der kræves forståelse for miljøtænkning og det ansvar, der ligger bag, og hvordan man håndterer et så sammensat område som miljøområdet på en måde, så miljøbelastningerne minimeres.

Iklædning

Iklædningen:

- Metoden skal baseres på en "køgebog" med forklaringer til hvert trin, inklusive de mange faldgruber.
- Der kræves software til opstilling af QFD-huset, men dette er allerede kommercielt tilgængeligt.
- Normalt kræves en igangsætter eller en, der på forhånd sætter sig ind i metoden for at sikre, at resultaterne fra et trin kan overføres til næste trin.
- Metoden er meget grafisk orienteret, og dette tvinger projektgruppen til at få sat tankerne ned på papir.
- Der kræves verbal argumentation over for ledelsen for nødvendigheden af at bruge metoden, da metoden umiddelbart kan virke meget tidskrævende.

Alternativer

Selv om man i et projekt vælger ikke at benytte en metode som Miljø-QFD, vil projektgruppen under alle omstændigheder skulle vægte og fokusere deres indsats. Alternativet til at benytte en struktureret metode som Miljø-QFD er:

- *At gøre det intuitivt.* Fordelen er, at det kan gøres med en langt mindre tidsmæssig indsats. Den indbyggede risiko ved denne fremgangsmåde er, at:
 - indsatsen ikke på lang sigt stemmer overens med strategien.
 - der ligger uudnyttede potentialer.
 - man ikke kommer i gang med miljøarbejdet.

- der er (som brugerundersøgelse også viser) altid mange argumenter for ikke at gøre noget - Miljø-QFD søger at finde argumenter for at gøre noget.
- *At lade LCA-resultaterne bestemme.* Risikoen er her, at man:
 - kan overser små områder, der let lader sig kommunikere, og som kunne supplere en større indsats, som er svær at kommunikere.
 - ikke gør sig klar, hvor svært det er at kommunikere til interessenterne og først opdager det for sent.

Miljø-QFD's styrker

Miljø-QFD, som baseres på det gennemgåede metodekoncept, kan på baggrund af de høstede erfaringer forventes at have følgende styrker:

- Det tvinger projektgruppen til helhedssyn, dvs., alle miljøforhold overvejes, og det tvinger til stillingtagen til miljøspørgsmålene.
- At det undgås at fremsynede virksomheder, der aktivt søger at gøre en miljøindsats, får negative reaktioner fra markedet.
- Det øger projektgruppens motivation at opleve, at interessenterne er positive over for en miljøindsats.
- At afklare, hvor en miljøindsats skal ligge alene ved brug af LCA, kan virke "akademisk" på en projektgruppe. Når LCA fra starten kobles til konkrete interessenters udsagn, afmystificeres arbejdet med miljøanalyserne.
- Der skabes et grundlag for en markedsføringsindsats, der er samstemt med de tiltag, der er gjort i udviklingsprojektet.
- En projektgruppe, der i fællesskab gennemfører en analyse, vil efterfølgende arbejde efter samme mål. Dette modarbejder et af problemerne med miljøarbejdet i udviklingsprojekter, at de enkelte deltagere har deres egne implicite eller eksplicite miljømæssige målsætninger.

Det kunne frygtes, at en virksomhed ville benytte resultatet til at suboptimere miljøegenskaberne eller som baggrund for at postulere, at produktet har netop de miljøegenskaber, som interessenterne efterlyser, trods det ikke er tilfældet. Det kan ikke forhindres, at Miljø-QFD bruges "mod hensigten", lige så lidt som det kan sikres, at det anvendes korrekt. Det vil være sandsynligt at interessenternes forventninger og holdninger med tiden vil tendere mod at stemme overens med de reelle miljøeffekter for de betydende miljøbelastninger. Det må derfor antages at være en yderst kortsigtet politik alene at basere sine tiltag på interessenternes opfattelser. De bør kun bruges til at supplere den reelle indsigt og til at målrette miljøindsatsen.

Relationer til andre metoder

I forhold til andre metoder, som benyttes på miljøområdet inden for produktudviklingen, gælder det, at:

- LCA har til formål at analysere, hvilke miljømæssige problemer der er.
- Miljørigtig Konstruktion har til formål at skabe nye løsninger med bedre miljømæssige egenskaber.
- Miljø-QFD har til formål at fokusere indsatsen på områder, der giver konkurrencekraft.

5 Konklusion

Konklusionen er opdelt i to afsnit, hvor henholdsvis resultatet og anbefalinger beskrives.

5.1 Resultatet

Forprojektet er udført i overensstemmelse med den oprindelige projektbeskrivelse, og både den industri- og forskningsrettede opgave er løst.

Hovedkonklusion

Forprojektet har sandsynliggjort, at virksomheder med fordel kan benytte Miljø-QFD i forbindelse med beslutninger vedrørende miljøindsatsens størrelse og fokus. Dermed reduceres risikoen for fejlindsats med hensyn til både udvikling og markedsføring.

Miljø-QFD har vist sig som et stærkt middel til at samle udviklingsfunktionen, markedsføringsfunktionen og miljøspecialisten. Dette er traditionelt set tre områder, der arbejder med hver deres målsætning: en teknisk, en økonomisk og en miljømæssig. Dette gør, at de ofte "taler forbi" hinanden. Her virker Miljø-QFD som et "fælles sprog", hvor alle områder kan aflevere resultater og se dem brugt i de resterende områder.

ClimCon A/S

Resultaterne af forprojektet udnyttes nu af ClimCon A/S, der bruger dem til at målrette deres udviklingsarbejde. Desuden har forprojektet givet resultater, der skal arbejdes med i efterfølgende produktgenerationer.

Institutterne

IPU, dk-TEKNIK og VKI har nu et metodekoncept, der er på et niveau, der kan benyttes i konkrete industriprojekter.

Styrker

Forprojektet har vist, at Miljø-QFD, når det anvendes i et udviklingsprojekt, har en række styrker:

- Miljø-QFD tvinger projektgruppen til helhedssyn, øger dens motivation og sikrer målrettethed.
- Fremsynede virksomheder undgår negative reaktioner fra markedet.
- LCA "afmystificeres".
- Der skabes et grundlag for en markedsføringsindsats.

Industriresultater

I forhold til ClimCon's udviklingsprojekt er forprojektets væsentligste resultater:

Miljøønsker

Interessenternes miljøønsker:

- De er unuancerede, og det forventes, at virksomhederne selv tager vare på miljøproblemerne.
- Yngre forbrugere med viden om miljøproblemer er mest positive over for tanken.
- Udlejere og bilforhandlere er positive.
- Bortskaffelsesordninger mødes med stor skepsis.
- Da det må forventes, at interessenterne med tiden vil have samme forståelse, som LCA er udtryk for.

Produktkoncept

Produktkonceptet:

- Langt den største del af miljøbelastningerne er energirelaterede.
- Peltierelementer giver en stor reduktion af energiforbruget og udslip af miljøbelastende stoffer.
- Der bør lægges stor vægt på at optimere energiforbrug, nyttevirkning og køleanlæggets vægt.

Markedsføring

Markedsføring:

- Der er tilsyneladende forskel på yngre og ældre forbrugere.
- Køleanlæg opfattes per definition som værende *ikkemiljøvenlige*.
- Udstødning opfattes som et problem, men ikke benzinforbrug til trods for den tætte sammenhæng.
- Forbrugerne føler, at miljøområdet er svært at følge med i.

Vægtning

Vægtning mellem de miljø- og kvalitetsmæssige egenskaber:

- Forprojektet bekræftede, at det miljømæssige aspekt bør have stor opmærksomhed.
- For et nyt produkt er det et krav, at de kvalitetsmæssige forhold er på plads.

Indbyrdes vægtning af de enkelte miljø- og kvalitetsmæssige egenskaber:

- De fem egenskaber der vægtes højest, har alle positiv indflydelse på produktets miljømæssige egenskaber.

Forprojektet har bekræftet bæredygtigheden af også at basere markedsføringen på miljøaspektet. Dog først efter at have verificeret miljøegenskaberne ved hjælp af en fuldskala LCA.

Forskningsresultater

I forhold til forprojektets forskningsopgave er de væsentligste konklusioner:

Interview af eksterne interessenter:

- Projektgruppen får en meget nuanceret opfattelse af interessenternes adfærd og motiverne bag.

Interview kontra LCA:

- Projektgruppen opnår en indsigt, der ikke kan fås via LCA om fx myter, manglende viden eller miljømæssige motiver.
- Som følge af de mange positive reaktioner fra alle de interviewede, kunne de miljømæssige egenskaber vægtes relativt højt sammenlignet med kvalitetsønskerne.

Balancering af LCA kontra QFD

- LCA viser de reelle miljøbelastninger og skal bruges til at udpege de indsatsområder, der ud fra miljømæssige årsager skal iværksættes.
- QFD viser, hvilke miljømæssige argumenter der kan give produktet en større konkurrencekraft.

5.2 Videreudvikling i et hovedprojekt

Videreudvikling

På baggrund af de positive resultater der er opnået i forprojektet, kan det anbefales at udbygge og færdiggøre metodekonceptet. Det vurderes at befinde sig på et "80 procents færdiggørelsesniveau".

Markedsføring af metoden

Det foreslås derfor, at det nuværende metodekoncept "indpakkes" fx som en håndbog, hvor de enkelte trin og arbejdsopgaver forklares. Metoden bør sideløbende formidles og markedsføres til danske mekaniske og elektromekaniske virksomheder. Hermed suppleres antallet af metoder, der kan få virksomhederne til bevidst at indbygge miljøhensyn i deres produkter. I dette tilfælde ved at vise, hvordan miljøegenskaber også kan bidrage til markedsføringen af produkterne. Hermed dækkes alle områder, der har med: problemerne art og omfang, generering af løsninger og skabelse af konkurrencekraft at gøre.

Hovedprojekt

Et hovedprojekt bør opbygges omkring to til fire virksomheder, der benyttes som cases og som spydspidser i markedsføringen og formidlingen af metoden. Undervejs bør der gøres meget ud af formidling af resultaterne i tidsskrifter, aviser og ved konferencer. Resultatet vil være en håndbog med metodebeskrivelse og casemateriale.

Der har i forprojektet vist sig behov for en udbygning af et antal elementer i Miljø-QFD-metoden. En mindre del af hovedprojektet bør dedikeres til afklaring af disse problemer:

Vægtningsmodeller

Der har i både dette forprojekt, i UMIP og i QFD-litteraturen været arbejdet med forskellige vægtningsmodeller. Det bør undersøges, hvilke metoder der findes, hvordan de er relateret til hinanden, og hvilke situationer de egner sig til. Det gælder for vægtning:

- Af interessenterne, idet Miljø-QFD i modsætning til "traditionel QFD" også interesserer sig for meningsdannere og ikke blot for de direkte kunder.
- Mellem de enkelte miljøønsker indbyrdes.
- Mellem gruppen af miljø- og kvalitetsønsker.

Fremtidsscenerier

Det er vanskeligt for projektgruppen at fastlægge de dele af livsforløbet, der først finder sted om fem til ti år. Det gælder både interessenternes adfærd og motivation i brugsfasen og naturligvis bortskaffelsen. Der bør arbejdes med eksplicite metoder og teknikker til at understøtte projektgruppen i dette arbejde. Det kunne omhandle brugen af såkaldte fokusgrupper, hvor et ekspertpanel bruges til at opstille sandsynlige scenarier for enten et produkt, en produkttyper eller en hel branche.

Grafisk fremstilling af fokus

De opgaver, der kan understøttes af grafiske virkemidler som QFD-huset eller KJ-kortet, løses med den største entusiasme og huskes bedst. Der er behov for teknikker til grafisk at synliggøre, hvor i et produkt og dets livsforløb fokus placeres, således at dialogen mellem marketing, udvikling og miljøspecialist lettes. En af teknikkerne her er at nedbryde QFD-huset, så egenskaberne relateres til de delsystemer, der giver væsentlige bidrag til deres niveau.

English summary

When some companies make environmental considerations in product development they are led by two aims: Minimizing environmental loads and increasing the competitive power of the product through rendering the environmental properties visible. In this pilot project, a method named "Environmental QFD" has been developed and tested: a method which may be used for identification of what environmental properties that increase the competitive power of the product in marketing, without essential environmental loads thereby being neglected.

Integration of LCA and QFD

In this pilot project, the method has been developed and tested in a development project, in which a new concept for cabin cooling for cars is developed. The main elements of the method are two known methods. From the environmental area it is Life Cycle Assessment (LCA), which is used for analysing the environmental loads of a product throughout its entire life. From the area of quality it is Quality Function Deployment (QFD), which is used to clarify what objectives the parties interested in the life of the product have, how they are weighted, which of these will constitute the focus of the most important effort in a development project.

The pilot project has made it probable that companies producing and marketing mechanical and electromechanical products can use a method in which LCA and QFD are integrated in connection with decisions concerning the size and focus of their environmental effort to their advantage. Hereby the environmental effort is provided with the best breeding-ground through reduced risk of wrong efforts concerning both development and marketing.

Provides the project group with a common language

Environmental QFD has turned out to be a strong means for gathering the development and marketing functions and the environmental specialists. Traditionally, these three areas that work with each their objective. Here Environmental QFD works as "a common language", where all areas may deliver results and watch them being used in the other areas.

The result of this pilot project is now used by ClimCon A/S who use it for directing their development work. Furthermore, the pilot project has given results that are to be elaborated in future product generations.

ISSN 0908-9195 ISBN 87-7810-731-8
Pris (inkl. 25% moms): kr. 75,-
Kan købes hos: Miljøbutikken
Telefon: 33 37 92 92 Fax: 33 92 76 90

Miljø- og Energiministeriet **Miljøstyrelsen**
Strandgade 29 · 1401 København K · Telefon 32 66 01 00