

Forslag til handlingsplan for kølemøbler

FEHA - Foreningen af Fabrikanter og Importører af Elektriske
Husholdningsapparater

Teknologisk Institut

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
SUMMARY AND CONCLUSIONS	9
1 BRANCHEBESKRIVELSE	11
1.1 PLUG-IN KØLEMØBLER	11
1.1.1 <i>Branchen</i>	11
1.1.2 <i>Afsætning</i>	12
1.1.3 <i>Produkttyper</i>	12
1.1.4 <i>Energiforbrug</i>	13
1.1.5 <i>Udvikling af nye produkter</i>	13
1.2 REMOTE KØLEMØBLER	14
1.2.1 <i>Systemet</i>	14
1.2.2 <i>Afsætning</i>	15
1.2.3 <i>Produkttyper</i>	15
1.2.4 <i>Energiforbrug</i>	15
1.2.5 <i>Branchen</i>	16
1.2.6 <i>Udvikling af nye produkter</i>	16
2 MILJØANALYSE	18
2.1 INTRODUKTION	18
2.2 ET KØLEMØBELS LIVSFORLØB	18
2.3 MILJØVURDERING AF PLUG-IN MØBLER	20
2.4 MILJØVURDERING AF REMOTE ANLÆG	21
2.5 BRANCHENS PRIORITERINGER	23
2.5.1 <i>Energibesparelser</i>	23
2.5.2 <i>Genvinding</i>	23
2.5.3 <i>Materialer</i>	23
3 METODE	24
3.1 HOVEDELEMENTER	24
3.2 PROJEKTFORSLAG	24
3.3 LFA WORKSHOPPEN	25
4 FORSLAG TIL AKTIVITETER	27
4.1 PRIORITERING AF INDSATSEN	27
4.2 PROJEKTFORSLAG 1: REDUKTION AF VARMETILFØRSEL TIL KØLEMØBLER	27
4.2.1 <i>Oversigtsskema</i>	28
4.2.2 <i>Formål</i>	29
4.2.3 <i>Baggrund</i>	29
4.2.4 <i>Indhold</i>	36
4.2.5 <i>Aktører</i>	37
4.2.6 <i>Ressourcer</i>	37
4.2.7 <i>Tidsplan og milepæle</i>	38
4.3 PROJEKTFORSLAG 2: ØGET GENANVENDELSE AF KØLEMØBLER	38
4.3.1 <i>Oversigtsskema</i>	38

4.3.2	Formål	39
4.3.3	Baggrund	39
4.3.4	Indhold	39
4.3.5	Aktører	40
4.3.6	Ressourcer	40
4.3.7	Tidsplan og milepæle	40
4.4	PROJEKTFORSLAG 3: SUBSTITUTION AF PVC	41
4.4.1	Oversigtsskema	41
4.4.2	Formål	41
4.4.3	Baggrund	42
4.4.4	Indhold	42
4.4.5	Aktører	43
4.4.6	Ressourcer	43
4.4.7	Tidsplan og milepæle	43
4.5	PROJEKTFORSLAG 4: FREMTIDENS REMOTE-ANLÆG I SUPERMARKEDER	44
4.5.1	Oversigtsskema	44
4.5.2	Formål	44
4.5.3	Baggrund	45
4.5.4	Indhold	45
4.5.5	Aktører	46
4.5.6	Ressourcer	46
4.5.7	Tidsplan og milepæle	46
4.6	PROJEKTFORSLAG 5: UDVIKLING AF ENERGIEFFEKTIVE REMOTE-MØBLER MED NATURLIGE KØLEMIDLER	47
4.6.1	Oversigtsskema	47
4.6.2	Formål	47
4.6.3	Baggrund	48
4.6.4	Indhold	48
4.6.5	Aktører	49
4.6.6	Ressourcer	49
4.6.7	Tidsplan og milepæle	49

Bilag A: Miljøaspekter for kølemøbler

Bilag B: Referater og andet materiale fra workshops

Forord

Denne handlingsplan er udarbejdet af FEHA (Foreningen af Farikanter og Importører af Elektriske Husholdningsapparater) i samarbejde med danske producenter af kølemøbler og Teknologisk Institut. Planen er udarbejdet i sommeren og efteråret 2000 med inddragelse af producenter, underleverandører samt repræsentanter for brugere og bortskaffelse af produkterne.

De 6 danske producenter af køleskabe og frysere (plug-in-kølemøbler) Vestfrost, Gram A/S, Derby A/S, Caravell A/S, Frigor A/S og Elcold A/S er alle medlem af FEHA. Knudsen Køling A/S er dansk producent af kølemøbler til supermarkeder (remote-kølemøbler). Efter aftale med Miljøstyrelsen og Knudsen Køling har FEHA accepteret, at projektet dækker både plug-in og remote-kølemøbler.

Projektet er udført af Teknologisk Institut i samarbejde med FEHA. Projektkoordinator er direktør Ebbe Lauritzen, FEHA. Projektleder er Per Henrik Pedersen, Teknologisk Institut. Endvidere har Kirsten Pommer, Malene Staal Jensen, Casper Littrup og Kim G. Christensen, Teknologisk Institut medvirket til udarbejdelse af denne rapport.

I forbindelse med udarbejdelsen af planen er benyttet en LCA-screening af typiske produkter. Som projektstyringsværktøj er benyttet LFA-metodikken.

Under projektforsøget blev der afholdt 2 workshops på Teknologisk Institut i Århus (d. 5. september og d. 24. oktober), hvor oplæg og projektforslag er blevet diskuteret. På de to workshops har, udover de danske producenter af kølemøbler og FEHA, været repræsentanter fra Forbrugestyrelsen, Danfoss Compressors, Aarhus Genbrugsselskab, Tempcold A/S og Teknologisk Institut.

Det overordnede formål med denne handlingsplan er at styrke udvikling og afsætning af miljø- og energivenlige kølemøbler.

Formålet med udarbejdelsen af handlingsplanen har været at udarbejde en samlet indsats med konkrete målbare mål, milepæle og budget.

Resultatet kan læses i denne rapport, som er inddelt på følgende måde:

Kapitel 1 er en branchebeskrivelse, opdelt i plug-in-kølemøbler og remotekølemøbler

Kapitel 2 er en miljøvurdering af kølemøbler

Kapitel 3 beskriver projektets metode

Kapitel 4 præsenterer forslag til aktiviteter/brancheprojekter

Bilag A: Miljøaspekter for kølemøbler

Bilag B: Referater og andet materiale fra workshops

Sammenfatning og konklusioner

Der er en stor produktion af kølemøbler i Danmark. Denne industri omfatter 7 producenter, og der er af størrelsesordenen 5000 ansatte (direkte og indirekte). En stor del af produktionen eksporteres. Kølemøbelbranchen har derfor stor betydning for økonomi og beskæftigelse.

Kølemøbler kan groft opdeles i to typer:

- Plug-in-kølemøbler med integreret køleanlæg, f.eks. husholdningskøleskabe og –frysere, flaskekølere og iscremefrysere.
- Remote-kølemøbler med eksternt køleanlæg, herunder supermarkeds-kølegondoler og kølevægge til mejeriprodukter.

Miljøanalysen viser, at de største miljøeffekter af kølemøbler forekommer i brugsfasen, hvor det er el-forbruget, der forårsager store bidrag til drivhuseffekt, forsurening, økotoksicitet, persistent toksicitet samt affald. For remote-anlæg er emissionen af HFC-gasser (som er kraftige drivhusgasser) af en vis betydning. For plug-in kølemøbler spiller emission af HFC-stoffer en mindre rolle.

Der er ligeledes udpeget andre miljøeffekter, som er af mindre betydning. Dette omfatter affald fra skrotning af udtjente apparater samt miljøpåvirkninger fra materialer, herunder PVC.

På to workshops i september og oktober 2000, har branchen diskuteret miljøanalysen og indsatsområder, som kan reducere miljøbelastningen og bidrage til at gøre danske kølemøbler mere miljøvenlige og dermed på sigt mere konkurrencedygtige.

Der blev opstillet en handlingsplan med følgende elementer:

Projektforslag 1: "Reduktion af varmetilførsel til kølemøbler". Projektet går ud på at udvikle ny teknologi, som kan reducere energiforbruget i brugsfasen med 20 %.

Projektforslag 2: "Øget genanvendelse af kølemøbler". Projektet går ud på at øge genanvendelsesgraden af skrottede kølemøbler.

Projektforslag 3: "Substitution af PVC". Projektet går ud på at udvikle realistiske alternativer til PVC i tætningslister i kølemøbler.

Projektforslag 4: "Fremtidens remote-anlæg i supermarkeder". Projektet går ud på at vurdere, hvordan fremtidens køleanlæg i supermarkeder skal se ud, med henblik på at benytte naturlige kølemidler og reducere emission af drivhusgasser.

Projektforslag 5: "Udvikling af energieffektive remote-kølemøbler med naturlige kølemidler". Projektet går ud på at designe fremtidens kølemøbler med henblik på brug af naturlige kølemidler (eventuelt med indirekte køling) og minimere energiforbruget.

Branchen har foretaget en prioritering af projekterne, og resultatet heraf er:

Første prioritet har projektet: "Reduktion af varmetilførsel til kølemøbler".

Herefter er der opstillet to parallelle prioriteringer for hhv. plug-in-kølemøbler og remote-kølemøbler:

Plug-in-kølemøbler:

2. prioritet har projektet: "Øget genanvendelse af kølemøbler"
3. prioritet har projektet: "Substitution af PVC"

Remote-kølemøbler:

2. og 3. prioritet er sideordnet de to projekter: "Fremtidens remote-anlæg i supermarkeder" og "Udvikling af energieffektive remote-møbler med naturlige kølemidler"
4. prioritet har projektet: "Øget genanvendelse af kølemøbler"
5. prioritet har projektet: "Substitution af PVC"

Der er i branchen enighed om, at alle elementer i aktivitetsplanen er vigtige og bør gennemføres i sammenhæng. Såfremt branchen ikke kan opnå støtte til alle elementer i planen, anbefales det at fokusere på de højest prioriterede forslag.

Det samlede ressourceforbrug til de 5 (del-) projekter er 15 mill. kr., hvoraf de 10,2 mill. kr. søges fra Miljøstyrelsen.

Den samlede miljøeffekt af handlingsplanen er:

- Ca. 20 % reduktion i energiforbruget for plug-in- og remote-kølemøbler opstillet i Danmark. Dette svarer til (ved fuld udbygning om ca. 10 år) en energibesparelse på 20% af 2600 GWh/år, eller 520 GWh/år, hvilket repræsenterer en reduktion af CO₂-emissionen på 406.000 tons/år.
- Hertil kommer reduktion af HFC-stoffer fra kølemiddel og isoleringsskum, minimerede miljøbelastninger fra bortskaffelse af PVC og andet affald samt en bedre ressourceudnyttelse.

Summary and conclusions

The production of refrigeration cabinets in Denmark is substantial. The industry comprises seven manufacturers, with a total of 5,000 employees (direct and indirect). A large part of the production is exported. The industry is, thus, important with regard to economy as well as employment.

Refrigeration cabinets can, roughly, be divided into two types:

- Plug-in refrigeration cabinets with integrated refrigeration system, e.g. domestic refrigerators and freezers, bottle coolers and ice cream cabinets.
- Remote refrigeration cabinets with external refrigeration system, including display cabinets in supermarkets and refrigerated rooms for dairy products.

The environmental analysis shows that the largest environmental impacts of refrigeration cabinets occur in the utility phase, where the electricity consumption contributes extensively to the greenhouse effect, acidification, ecotoxicity, persistent toxicity, and waste.

With regard to remote systems, emissions of HFC gases (i.e. potent greenhouse gases) are of great importance, while emissions of HFC substances from plug-in cabinets are of less importance.

Other environmental effects of minor importance have been identified as well. These comprise waste from scrapping of worn-out appliances, and environmental impacts from materials, including PVC.

At two workshops in September and October 2000, the industry discussed the environmental analysis and efforts which can reduce the environmental impact and contribute to making Danish refrigeration cabinets more environmentally friendly, and, thus, more competitive in the long term.

A plan of action was drawn up with the following elements:

Project proposal 1: "Reduction of heat supply to refrigeration cabinets". The purpose of the project is to develop a new technology that can reduce the energy consumption in the utility phase by 20%.

Project proposal 2: "Increased recycling of refrigeration cabinets". The purpose of the project is to increase the extent of recycling of scrapped refrigeration cabinets.

Project proposal 3: "Substitution of PVC". The purpose of the project is to develop realistic alternatives to PVC in insulating frames in refrigeration cabinets.

Project proposal 4: "Future remote systems in supermarkets". The purpose of the project is to assess the design of future refrigeration systems with a view to using natural refrigerants and reducing emissions of greenhouse gases.

Project proposal 5: "Development of energy efficient remote refrigeration cabinets with natural refrigerants". The purpose of the project is to design the future refrigeration cabinets with a view to using natural refrigerants (if possible with indirect refrigeration) and minimising energy consumption.

The industry has listed the order of priority of the projects, and the results of this are:

The project "Reduction of heat supply to refrigeration cabinets" has first priority.

After this, two parallel priorities have been drawn up for plug-in refrigeration cabinets and remote refrigeration cabinets respectively:

Plug-in refrigeration cabinets:

The project "Increased recycling of refrigeration cabinets" has second priority.

The project "Substitution of PVC" has third priority.

Remote refrigeration cabinets:

Second and third priorities are co-ordinated in the two projects "Future remote systems in supermarkets" and "Development of energy efficient remote refrigeration cabinets with natural refrigerants".

The project "Increased recycling of refrigeration cabinets" has fourth priority.

The project "Substitution of PVC" has fifth priority.

The industry has agreed that all elements of the plan of action are important and should be carried out as a whole. If the industry cannot obtain support for all the elements of the plan, it is recommended to focus on the proposals with the highest priorities.

The total resource consumption for the five (sub) projects is DKK 15 million, of this DKK 10.2 million is applied for as a grant from the Danish Environmental Protection Agency.

The total environmental effect of the plan of action is:

- Approx. 20% reduction in the energy consumption for plug-in and remote refrigeration cabinets set up in Denmark. This corresponds to energy savings of 20% of 2,600 GWh/year or 520 GWh/year (at full conversion in approx. 10 years) which represent a reduction of CO₂-emissions of 406,000 tonnes/year.
- In addition to this, reduction of HFC substances from refrigerant and insulating foam, minimised environmental impacts from disposal of PVC and other waste, and better resource utilisation.

1 Branchebeskrivelse

Der er i Danmark en stor produktion af kølemøbler på 7 virksomheder. Heraf produceres mere end 1,5 millioner køleskabe og frydere på 6 virksomheder. Der er her tale om "plug-in" køleskabe og frydere, dvs. kølemøbler med integreret kølesystem, som er monteret færdig på fabrik, og som kan fungere blot ved at sætte stikket i kontakten, heraf navnet "plug-in".

Herudover produceres et antal kølemøbler til supermarkeder på én virksomhed. Her er der tale om kølemøbler uden eget køleanlæg, idet møblerne skal tilføres (og afgives) et kølemiddel udefra, igennem et rørsystem. Disse kølemøbler er af gondol-typen med åbning opad, og vil i det følgende blive kaldt "remote kølemøbler", idet disse kræver et eksternt køleanlæg.

1.1 Plug-in Kølemøbler

1.1.1 Branchen

Som nævnt fremstilles mere end 1,5 millioner køleskabe og frydere om året på de 6 virksomheder: Vestfrost A/S, Caravell A/S, Frigor A/S, Gram A/S, Derby A/S og Elcold A/S.

Der er tale om ca. 1 million husholdningskøleskabe og frydere og ca. 0,5 million kommercielle køleskabe og frydere, herunder iscremefrydere og flaskekølere. Til sammenligning kan nævnes, at det årlige salg af husholdningskølemøbler i Danmark er ca. 300.000 stk.

Der er i størrelsesordenen 5000 ansatte direkte eller indirekte med produktion af plug-in-kølemøbler. Ca. 2500 er direkte ansat på de 6 virksomheder, mens et mindst lige så stort antal personer er ansat i virksomheder, som er underleverandører af rør, plastic-dele, termostater m.v.

Denne branche har derfor stor betydning for beskæftigelse og økonomi i Danmark.

Af de 6 producenter er der to par, som har fælles ejerskab. Det er Caravell og Frigor, som er ejet af Anders Brøndum A/S, og det er Gram og Derby, som er ejet af VT Holding. Firmaer med samme ejer arbejder naturligvis sammen.

Gram A/S er i øvrigt blevet opdelt i 3 virksomheder: Gram A/S, som omfatter de to divisioner: Gram Domestic (husholdningskøleskabe og frydere) og Gram Merchandise (flaskekølere og iscremefrydere), Gram Commercial (storkøkkenapparater) og Gram Equipment (iscreme-maskiner og andet industriudstyr). Sidstnævnte er udenfor rammerne af dette projekt.

Vestfrost er 50 % ejet af Electrolux, men fungerer helt uafhængig af - og i konkurrence med Electrolux.

1.1.2 Afsætning

En meget stor del af de producerede 1,5 millioner enheder eksporteres. Der er formentlig tale om ca. 90 % af produktionen, som eksporteres til hele verden.

Der er en meget stor konkurrence mellem producenterne af køleskabe og fryserne på globalt plan. Der ses flere tendenser: Dels bliver der i EU større aktører på markedet (Electrolux, Whirlpool, Bosch-Siemens, Thomson-Brandt), idet mange mindre producenter er blevet opkøbt af de store. Dels er der mange producenter i Østeuropa og i u-lande, som "banker på døren" på de attraktive markeder i EU og andre steder. Endvidere har der i flere år været en produktionsoverkapacitet i Europa.

Dette er en af grundene til, at de danske producenter finder niches, så som kommercielle kølemøbler og energi- og miljøvenlige husholdningsapparater.

Det er vigtigt, at have dette i betragtning, når man diskuterer udvikling af mere miljøvenlige produkter:

- For det første er det vigtigt, at de danske producenter kan producere apparater, som er konkurrencedygtige på eksportmarkederne indenfor og udenfor EU og kan levere de varer, som kunderne må ønske.
- For det andet er det ligeså vigtigt, at de danske producenter kan være konkurrencedygtige med miljø- og energirigtige apparater og hele tiden er i front med den nyeste og mest miljøvenlige teknologi og kan tilbyde denne til potentielle kunder.

Branchen har i de sidst 15 år været i fokus i miljøspørgsmål, hovedsagelig i forbindelse med ozonlags- og drivhusproblematikken, og der er sket store forandringer i produktion af møblerne. Brugen af ozonlagsnedbrydende stoffer er ophørt, og der er p.t. et forslag om afvikling af stoffer, som bidrager til drivhuseffekten.

I forbindelse med afsætning af husholdningskølemøbler er energiforbruget en kraftig konkurrenceparameter. Indførelsen af energimærkning har styrket denne tendens.

Det samme er ikke tilfældet på de kommercielle apparater. Her er det ofte store leverandører af læskedrikke og iscreme, som køber apparaterne og stiller dem gratis op i forretninger mod at deres mærkevarer sælges igennem apparaterne. Det er derfor som oftest ikke køberen, som skal betale for elforbruget. Dette forhold har sandsynligvis været en hovedårsag til, at energiforbrug har været (og stadig er) en sekundær konkurrenceparameter. Man må forvente, at dette forhold vil ændre sig i takt med at den globale målsætning om reduktion af emissionen af CO₂ skal føres ud i livet i de enkelte lande. De første indikationer herpå er set i forbindelse med en udmelding fra Coca-Cola, i forbindelse med de olympiske lege i Sydney fornyligt.

1.1.3 Produkttyper

Indenfor husholdningskølemøbler tegner kummefryser sig for den største andel af produktionen. Samtlige de fire grupperinger af producenter producerer kummefryser. De danske producenter har været gode til at fremstille kummefryser til konkurrencedygtige priser, og en stor del af verdensproduktionen finder sted her i landet. Der fremstilles i størrelsesordenen 800.000 – 900.000 kummefryser om året.

Vestfrost og Gram fremstiller husholdningskøleskabe og -frysere. Der er tale om både køleskabe, køle-fryseskabe og fryseskabe. Der fremstilles i størrelsesordenen 300.000 – 400.000 husholdningskølemøbler af skabstypen om året.

Samtlige fire grupperinger fremstiller iscremefrysere, som produktionsmæssigt ligner fremstilling af kummefrysere. Der fremstilles i størrelsesordenen 200.000 - 300.000 iscremefrysere om året.

Gram, Caravell og Vestfrost fremstiller flaskekølere. Der fremstilles også et mindre antal fryseskabe med glasdøre til mindre forretninger. Der fremstilles i størrelsesordenen 100.000 - 200.000 kommercielle køleskabe om året.

Som de eneste i landet fremstiller Gram Commercial professionelle storkøkkenapparater.

1.1.4 Energiforbrug

Der er i størrelsesordenen 3 til 4 millioner køleskabe og frysere i funktion i Danmark. Disse forbruger ca. 22 % af husholdningernes elforbrug ekskl. elvarme. Et typisk køleskab (300 l) uden frostboks forbruger fra 150 til 380 kWh/år, en skabsfryser (200 l) forbruger typisk fra 325 til 550 kWh/år og en kummefryser (300 l) forbruger typisk fra 250 til 420 kWh pr. år. Et typisk kombineret køle-fryseskab (ca. 200 liter køl og ca. 100 liter frys) bruger typisk fra 370 til 600 kWh/år.

Ifølge FEHA solgtes i 1997 ca. 320.000 husholdningskølemøbler i Danmark. Nedenfor er disse fordelt på hovedkatagorier:

Tabel 1.1: Salg af husholdningskølemøbler i Danmark i 1999

Kilde: FEHA	Solgte enheder i Danmark i 1999
Kummefrysere	58.000
Skabsfrysere	38.000
Køleskabe uden frostboks	87.000
Køleskabe med frostboks uden separat dør	44.000
Køle-fryseskabe med to døre (se note !)	112.000
I alt	339.000

Note: Tallene for køleskabe og skabsfrysere kan være lidt højere end normalt pga. Elsparefondens A-kampagne i efteråret 1999.

Det samlede energiforbrug af husholdningskølemøbler vurderes at være i størrelsesordenen 1800 GWh/år.

Herudover er der i butikker opstillet ca. 70.000 flaskekølere og ca. 70.000 iscremefrysere, som forbruger hhv. ca. 125 GWh/år og 80 GWh/år.

Hermed kommer det samlede energiforbrug fra plug-in-kølemøbler i Danmark op på ca. 2000 GWh/år, svarende til en emission på ca. 1,56 millioner tons CO₂ pr. år, hvilket er ca. 3 % af den totale CO₂-emission i Danmark.

1.1.5 Udvikling af nye produkter

Den væsentligste udviklingsaktivitet ligger i de enkelte virksomheder og hos underleverandører.

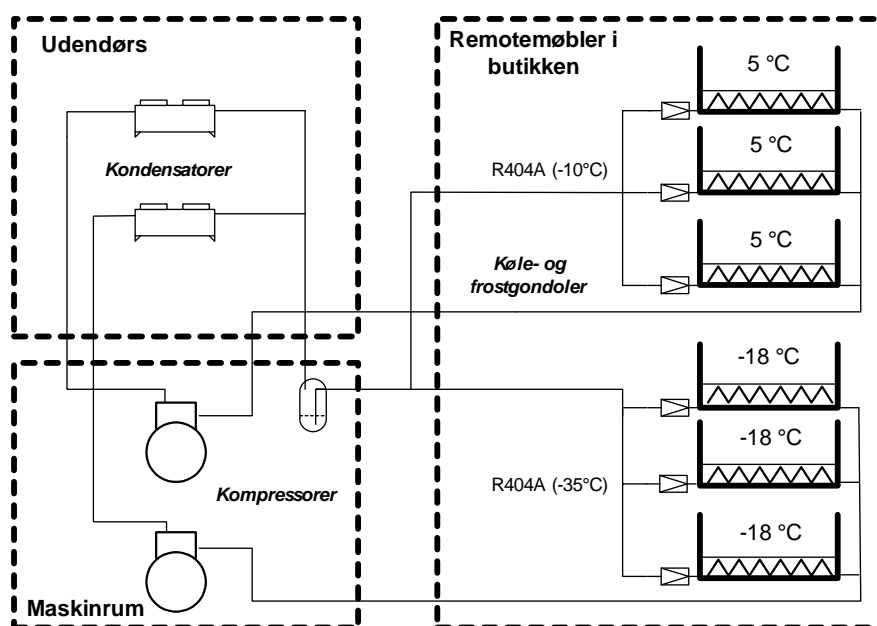
Der har i de seneste år ligeledes været en del udviklingsaktivitet, hvor Teknologisk Institut har været med i en række projekter, bl.a. udvikling af nye energibesparende flaskekølere, iscremefrysere, husholdnings-kombiskabe og husholdnings-fryseskabe.

1.2 Remote kølemøbler

1.2.1 Systemet

I Danmark findes ca. 2.200 supermarkeder, hvor fødevarer udstilles i enten køle- eller fryse-diske/reoler. Den altovervejende del af køle- og frysemøbler i supermarkeder er tilsluttet de såkaldte remoteanlæg, hvor kølemøblerne (køle- og frostgondoler) er tilsluttet et centralt køleanlæg placeret i et maskinrum langt fra møblerne.

Møblerne indeholder typisk hverken kompressor eller kondensator, og skal derfor tilsluttes et køleanlæg, for at generere kulde. Et centralt køleanlæg placeret i et maskinrum servicerer således alle remote-møblerne i butikken samt tilsluttede køle- og frostrum. I supermarkeder i dag anvendes primært direkte køling, hvor det primære kølemiddel (typisk R404A), cirkulerer direkte til kølemøblerne.



Figur 1.1: Schematisk opbygning af remote-køleanlæg i supermarked

Remote-anlæg i detailhandlen er karakteriseret ved lange udbredte rørstrækninger og store kølemiddelfyldninger. Anlæggene er typisk kun minimalt optimerede mht. energiforbrug, mens fokus primært ligger på driftssikkerhed samt funktion og fremtoning, der kan give mersalg i butikken. Installationerne har således typisk relativt højt energiforbrug samt høje lækagerater af kølemiddel!

I gennemsnit er den estimerede kølemiddelfyldning ca. 50 kg i hvert supermarked, hvilket svarer til en samlet mængde på 118.000 kg. På nye anlæg, hvor der anvendes HFC, regnes der med gennemsnitlige årlige lækagerater på 10% (11.800 kg), ækvivalent med 44.840 tons CO₂ emission

pr. år, når der anvendes kølemidlet R404A, hvis ækvivalente CO₂ emission er på 3.800 kg CO₂ pr. kg.

Af hensyn til både det globale miljø og nærmiljøet i arbejds- og butikslokaler vil det være ønskeligt, at reducere kølemiddelfyldning og begrænse kølemidlet til det separate maskinrum. Dette kan opnås ved at anvende et sekundært kølemiddel, som pumpes fra maskinrummet ud til forbrug i møblerne. Endvidere vil anvendelsen af naturlige kølemidler kunne reducere problematikken omkring kølemiddel-lækager til et minimum.

Interessante kølemidler i fremtidens supermarkeder vil være ammoniak, propan og kuldioxid. Disse kølemidler bliver i dag mere og mere anvendt, og de fleste nødvendige komponenter findes på markedet.

1.2.2 Afsætning

Samlet vurderes, at antallet af møbler er i størrelsesordenen 25-30.000. Hertil kommer et ukendt antal møbler i købmændsbutikker samt møbler i hotel og restaurationsbranchen. Der installeres hvert år ca. 3000 nye møbler i danske supermarkeder.

1.2.3 Produkttyper

Remote køle-/ frostmøbler til butikker kan primært opdeles i gondoler og reoler.

Gondoler: Køle-/frostgondoler kan fremstilles med eller uden el-afrimning og kan være enkeltstående, back-to-back eller placeret op ad væg. Frostgondoler fremstilles typisk med el-afrimning.

Reoler:

Kølereoler kan fremstilles med/uden tag samt med/uden el-afrimning. Endvidere produceres mælkevægge med/uden bagvedliggende kølerum, hvor møblet typisk er forsynet med dør. Åbne reoler til frost findes, men anvendes ikke pga. af deres store energiforbrug. Her anvendes i stedet frostskebe med dør.

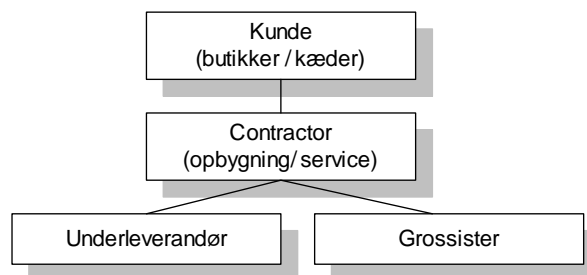
1.2.4 Energiforbrug

Supermarkedernes køle- og fryseanlæg tegner sig tilsammen for omkring 1,5% af det samlede energiforbrug i Danmark (600 GWh/år). Regnes med 0,78 kg CO₂/kWh fås en årlig CO₂-belastning på 468.000 tons/år. Derfor er det nødvendigt at tage et stort hensyn til elforbruget, i bestræbelserne på at udfase de uønskede gasser fra det kommercielle marked.

Hidtidige målinger og analyser på forskellige typer miljøvenlige køleanlæg til supermarkeder har ellers vist, at det ville "koste" en forøgelse af energiforbruget på mellem 5 og 10% at erstatte de uønskede gasser med mere miljøvenlige alternativer. Ved at anvende f.eks. CO₂ direkte i selve kølediskene, i stedet for et indirekte system med fx ammoniak og et sekundært kølemiddel, som er blevet forsøgt tidligere, er det imidlertid muligt at opnå en nettobesparelse.

1.2.5 Branchen

Markedet for remote-anlæg er stort med ca. 2.200 butikker i Danmark. Der findes primært 2 meget store aktører på kundesiden, FDB og Dansk Supermarked, som tilsammen sidder på mere end 65% af omsætningen indenfor detailhandlen med fødevarer. Gruppen af installatører er også lille. Her dækker 4-5 aktører ca. 80% af markedet. Alle installatører i Danmark gør brug af underleverandører i forbindelse med leverance af remotemøbler og kompressor anlæg.



En stor del af disse underleverandører er udenlandske. Fremstilling af remote-kølemøbler i Danmark er karakteriseret ved, at der kun findes en stor dansk producent, Knudsen Køling A/S. Endvidere er Danfoss som dansk leverandør store mht. køleautomatik.

Kølebranchen står overfor en af de største udfordringer nogensinde med en afgifts- og udfasningsplan omkring HFC-kølemidlerne i sigte. Mange af de remote-anlæg der findes i detailhandlen i dag, er blevet etableret med tilskud indenfor de sidste 5 år. Disse anlæg vil med deres store kølemiddelfyldninger blive hårdt ramt af afgifterne. Alligevel vil man se at udskiftningsraten af anlægsmassen mod anlæg med f.eks. naturlige kølemidler vil ligge lavt omkring 5%, da branchen er meget usikker på bæredygtigheden af den nye teknologi. Endvidere er nødvendigheden af at udskifte hele systemet (ikke blot retrofit) også et stort problem, der kræver store investeringer.

Mange anlægsejere vil udskyde ombygninger og forbedringer af deres anlæg, indtil der tegner sig et klart billede af de fremtidige muligheder. Dette kan i en periode betyde en stagnation i branchen, samt at kvaliteten af den eksisterende anlægsmasse bliver forringet.

1.2.6 Udvikling af nye produkter

Miljøbelastningen fra remote-anlæg hidrører primært fra følgende bidrag:

- det indirekte energiforbrug fra de centralt placerede kompressorer (40%)
- det direkte energiforbrug til møblet (ventilatorer, afrimning, lys og kantvarme) (40%)
- det direkte bidrag fra lækager af kølemiddel (kraftige drivhusgasser) (20%)

Det indirekte energiforbrug kan reduceres primært gennem reduktion af kuldebehovet til møblet, hvor reduktionen i energiforbruget vil være proportional med reduktionen i kuldebehovet. Imidlertid kan dette energiforbrug også reduceres ved optimering af selve kølesystemet eller ved anvendelse af alternative kølesystemer.

Remotemøblet kan optimeres mht. det direkte energiforbrug, ved at anvende andre komponenter i forbindelse med ventilatorer og lys, samt anvende nye strategier i forbindelse med styring af møblet.
Bidraget fra lækage af kølemidler kan reduceres eller elimineres, ved at anvende naturlige kølemidler i remotemøblet samt kølesystemet.

2 Miljøanalyse

2.1 Introduktion

Som baggrundsnotat for projektet er udarbejdet en beskrivelse af miljøaspekter ved kølemøbler. Notatet er vedlagt som bilag A og omfatter:

- en introduktion til LCA
- en skitsering af et kølemøbels livsforløb
- et resume af de miljøvurderinger, der hidtidigt er gennemført for plug-in møbler samt en udpegning og kommentering af de væsentligste miljøforhold
- en indledene screening af de væsentligste forhold for remote anlæg

Nærværende kapitel rummer et resumé af det nævnte notat med hovedvægten lagt på identifikation af problemområder.

2.2 Et kølemøbels livsforløb

Et kølemøbel, både plug-in og remote anlæg består i princippet af et kabinet og et kølesystem.

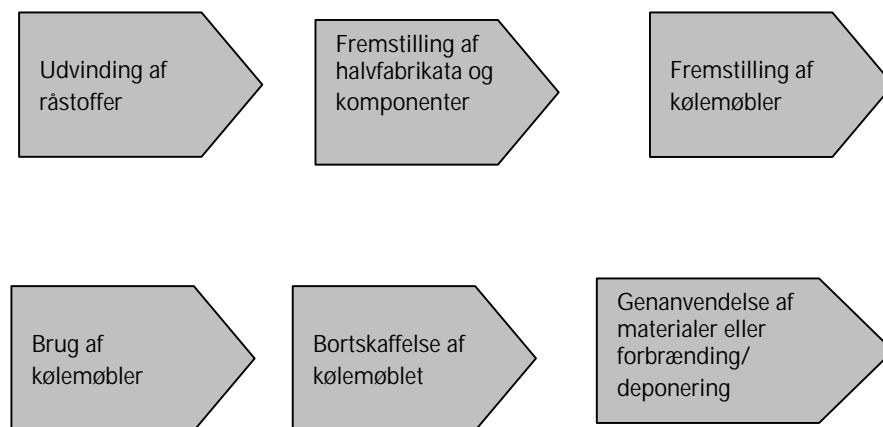
For plug-in møbler omfatter kølesystemet kompressor og styringsenhed, fordamper, kondensator, kølemiddel og kølerør/slanger. Kabinettet omfatter det ydre kabinet, den indre indretning og isoleringen.

For remote anlæg er kabinet og kølesystem adskilt. Kabinettet eller gondolen er monteret med fordamper, mens kølesystemet i form af kompressor, kondensator og styringsenhed findes samlet, og er forbundet med flere kabinetter via et rørsystem, hvori kølemidlet føres.

De væsentligste materialer der anvendes i dag er:

- Kompressor, fordamper og kondensator består primært af metaller, stål, kobber og aluminium.
- Kølemidler, der anvendes i dag kan være isobutan, R134a og R404.
- Kølerør eller -slanger fremstilles almindeligvis af kobber, aluminium eller stål.
- Kabinettet er fremstillet af stål, der er overfladebehandlet med pulvermaling eller andet.
- Isoleringsskummet er baseret på polyuretanskum, blæst op med kulbrinter eller HFC'er.
- Den indre indretning er primært udført i ABS-plast og aluminiumfolie. Der anvendes stål til trådkurve og PVC til tætningslister.

Hovedtrækkene i et kølemøbels livsforløb er skitseret i figur 2.1.



Figur 2.1: Hovedtrækkene i et kølemøbels livsforløb.

Udvinding af råstoffer og raffinering til metaller sker forskellige steder i verden. Hvorfra materialerne hentes vil afhænge af verdensmarkedet. Plastgranulat til de forskellige typer fremstilles ud fra råolie og naturgas af den kemiske industri i Europa. De kemikalier der anvendes, i form af råstoffer til fremstilling af skum, kølemidler, pulvermaling m.v., fremstilles ligeledes ud fra råstoffer, der fremstilles af den kemiske industri.

Fremstilling af halvfabrikata og komponenter skal opfattes bredt og dækker f.eks. fremstilling af kompressorer, rør og andet. Aktiviteterne foregår en række steder i verden og kun i begrænset omfang i Danmark og involverer et bredt spektrum af processer og materialer.

Fremstilling af kølemøblet omfatter selve produktionen. Det omfatter primært bearbejdning af metal og plast, montage samt overfladebehandling.

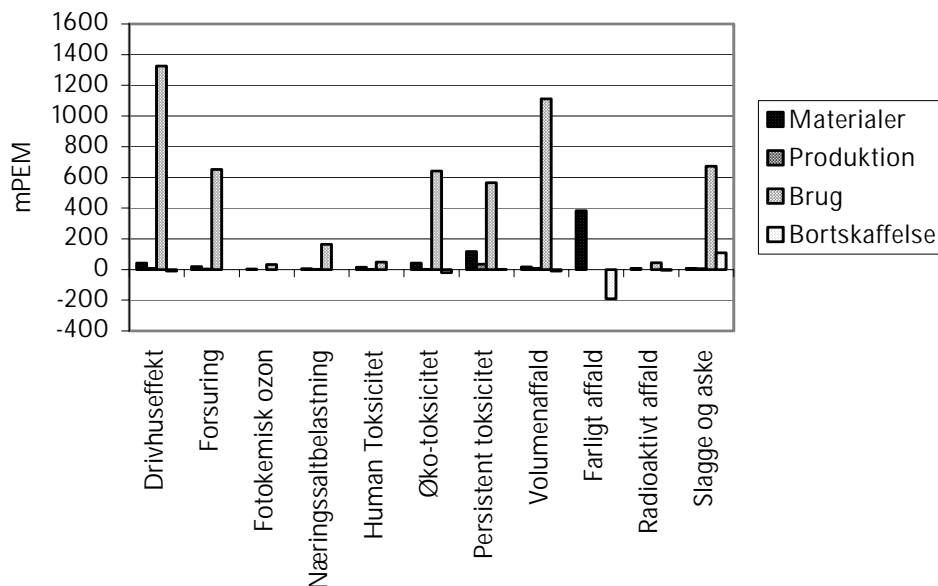
Under brugen er det væsentligste energiforbruget. For remote-systemer har lækage af kølemiddel også en stor betydning i modsætning til plug-in, hvor lækagen er af mindre betydning. Rengøring og anden vedligeholdelse er af mindre betydning. Den gennemsnitlige levetid for et kølemøbel antages at være 12 år.

Efter brugen skal det kasserede kølemøbel **bortskaffes**. Det sker en vis adskillelse af det kasserede produkt og aftapning af kølemiddel. Metallerne sendes i et vist omfang til oparbejdning. Øvrige dele forbrændes og/eller deponeres.

I de efterfølgende miljøvurderinger opdeles et kølemøbels livscyklus i 4 faser. Materialefasen omfatter udvinding af råstoffer og fremstilling af halvfabrikata og komponenter. Produktionsfasen dækker fremstilling af kølemøblet. Brugsfasen dækker selve anvendelsen af kølemøblet, og bortskaffelsesfasen omfatter dels håndtering af kasserede produkter og oparbejdning eller affaldsbehandling.

2.3 Miljøvurdering af plug-in møbler

I figur 2.2 er miljøeffekterne vist for en typisk flaskekøler. Flaskekøleren har et bruttovolumen på 410 liter, en antaget levetid på 7 år og er fremstillet af Vestfrost A/S (model 410-71).



Figur 2.2: Miljøeffekter for en flaskekøler

Af figur 2.2 ses at de største miljøeffekter forekommer i brugsfasen, hvor det er el-forbruget der forårsager store bidrag til drivhuseffekt, forsuring, økotoksicitet, persistent toksicitet samt affald. En nærmere beskrivelse af gennemførte miljøvurderinger findes i bilag A.

Ud fra det tidligere arbejde med miljøvurderinger og øvrige erfaringer for plug-in møbler kan følgende væsentlige problemstillinger trækkes frem:

1. Energiforbrug i brugsfasen er meget afgørende for produktets samlede miljøbelastning med hensyn til bidrag til drivhuseffekten.
2. Kølemidler af HFC typen giver store bidrag til drivhusbelastningen, hvorimod kulbrinter er af næsten ingen betydning. Da der sker en vis lækage i plug-in møblets levetid vil det være af betydning, selvom lækageraten er lille. Betydningen er dog væsentlig mindre end energiforbruget i driftsfasen.
3. Isoleringsmaterialer, der består af polyuretanskum og blæst op med HFC-gasser er miljøbelastende. Selve fremstillingen af komponenterne til polyuretan-skummet (hos råvareleverandører) indebærer miljømæssige betænkelige forhold. Dertil kommer afgivelse af blæsemiddel under brugen af kølemøblet. Betydningen er dog væsentlig mindre end energiforbruget i driftsfasen.
4. Et plug-in møbel består af en række materialer. Her skal nævnes nogle få eksempler, som PVC, kobber og aluminium.

5. Kasserede plug-in møbler er, set i relation til bortskaffelse og genvinding, vanskelige at håndtere, fordi et kølemøbel består af en række komponenter og materialer. Kølemidlet aftappes som regel, og i visse sammenhænge adskilles resten af møblet. Der er dog stadig et stort potentiale for oparbejdning af materialer, således at affaldsmængden minimeres og ressourcerne udnyttes mere optimalt.

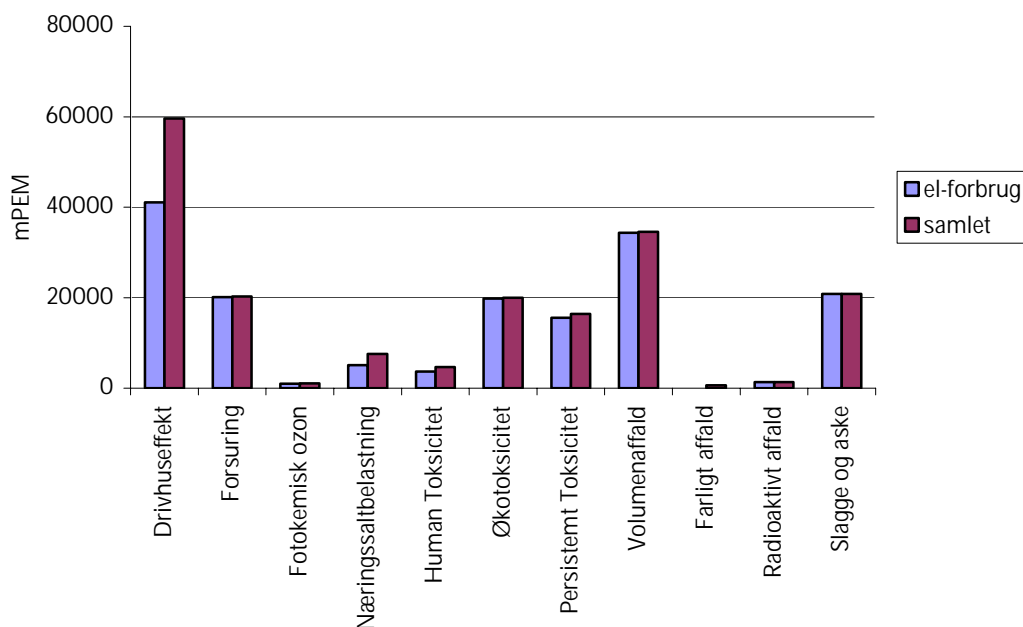
Emballage, transport og produktionsspild er ligeledes forhold der kan overvejes, men i denne sammenhæng anses disse forhold ikke at være så betydende som de øvrige.

2.4 Miljøvurdering af remote anlæg

Der har ikke tidligere været gennemført miljøvurderinger af remote anlæg efter LCA principper, og da der her er behov for, at kunne udpege de væsentligste miljømæssige forhold er der gennemført en indledende screening.

Den indledende screening er gennemført for et typisk remote anlæg med en dimensionerende kuldeydelse på 34/21 kW. I anlægget anvendes R 404a som kølemiddel, og det forventes at anlægget har en levetid på 15 år. Anlægget består af 20 kølemøbler, 8 frostmøbler samt 4 kompressorer og en kondensator. Kølemidlet cirkuleres gennem 200 meter kobberrør.

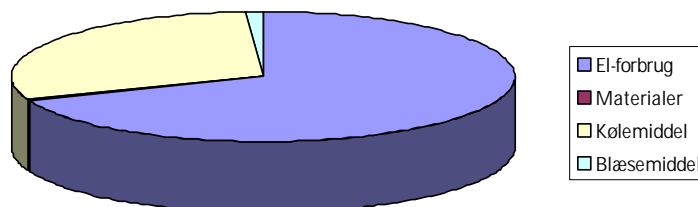
På baggrund af opgørelser af emissioner fra el-fremstilling til dækning af energiforbruget i driftsfasen samt emissioner fra udvinding og forarbejdning af materialerne stål, aluminium, kobber ABS-plast og polyurethanskum, er der foretaget en opgørelse af de væsentligste bidrag. Disse er vist i figur 2.3.



Figur 2.3: Miljøeffekter fra et typisk remoteanlæg

Som det ses af figur 2.3 stammer de væsentligste bidrag fra energiforbruget. Bortset fra drivhuseffekten er der ingen væsentlige bidrag fra fremstilling af materialerne og forbrug af kølemiddel set i forhold til energiforbruget.

Bidrag til drivhuseffekten er som vist i figur 2.3 primært fra energiforbruget, men der kommer også relativt store bidrag fra kølemidlet. Dette er illustreret i figur 2.4.



Figur 2.4: Fordeling af bidrag til drivhuseffekten for et typisk remote anlæg

Den gennemførte miljøvurdering er gennemført på et meget overordnet niveau og kun baseret på et enkelt eksempel. Det er derfor begrænset hvilke konklusioner, der kan drages på denne baggrund.

Forhold, der på baggrund af vurderingen, bør trækkes frem er:

1. Energiforbruget i driftsfasen er meget afgørende for produktets samlede miljøbelastning med hensyn til bidrag til drivhuseffekten.
2. Kølemidler af HFC-typen giver væsentlige bidrag til drivhuseffekten, - omkring 1/3, af de samlede bidrag, da den mængde der emitteres årligt på grund af lækager er relativ stor.
3. Brugen af relativt store mængder kobber til rør har en væsentlig betydning i forhold til de øvrige ressourcer. Ressourceforbruget til stål og aluminium er af langt mindre betydning.
4. Anvendelsen af plast (ABS) og polyurethanskum har stort set ingen betydning i ressourceopgørelsen.
5. Afdampning af blæsemiddel fra isoleringsskummet giver et lille bidrag til drivhuseffekten, - i størrelsesordenen 1 %. Her er data dog meget usikre og vurderingen bygger på en del antagelser.
6. I opgørelsen er forudsat opsamling af kølemiddel ved kassation af anlægget samt en vis genvinding af stål (90%), aluminium(50%) og kobber (50%). Såfremt genvindingen af især kobber kan øges vil det have en positiv effekt på opgørelsen af ressourcer.

Emballage, transport og produktionsspild er ikke medtaget i nærværende vurdering.

2.5 Branchens prioriteringer

Branchen har diskuteret de væsentligste miljøproblemer ud fra:

- Kendskab til kundernes krav og forventninger
- Egne erfaringer, muligheder og igangværende aktiviteter
- Den eksisterende og forventede offentlige regulering
- De problemstillinger, der er udpeget i de gennemførte miljøvurderinger

2.5.1 Energibesparelser

Man var enige om at den væsentligste indsats skulle lægges indenfor området produktudvikling og energibesparelser. Af muligheder inden for energibesparelser blev nævnt

- Nye former for mere effektive isoleringsformer med særlig fokus på vacuum-isolering
- Afdækning af muligheder for øget luftcirkulation og optimering af fordamper med henblik på at reducere kølebehovet og dermed el-forbruget
- Afdækning af muligheder for minimering af kuldebroer for at reducere varmeindtrængningen

For disse indsatsområder var man interesseret i en fælles indsats, der på sigt kan bidrage til en øget viden og en hurtigere praktisk implementering hos de enkelte producenter.

Hertil kommer de særlige forhold omkring remote anlæg. Der anvendes stadig udelukkende HFC-baserede kølemidler og på grund af anlæggenes konstruktion (de lange rørføringer) er der et vist tab af kølemiddel. Dertil kommer andre forhold grundet adskillelse af møbler og maskinenhed.

Optimering af kølesystem og især kompressor-enheden blev diskuteret og fundet meget vigtigt af branchen; men her var der ikke interesse for at gennemføre et fælles udviklingsarbejde, idet de enkelte producenter har produktudvikling på dette område.

2.5.2 Genvinding

Der var interesse for at gennemføre en fælles indsats, der kan afdække mulighederne for en øget genanvendelse af kasserede kølemøbler.

Man var især interesseret i at få opstillet en række muligheder, der er for en lettere adskillelse af produkterne, og hvilke krav det stiller til design, konstruktion og produktion. Med en sådan afdækning af muligheder vil den enkelte producent have et godt grundlag for træffe afgørelse om hvilke tiltag de vil implementere.

2.5.3 Materialer

Produktudvikling i relation til mindre miljøbelastende materialer blev diskuteret. Da PVC er et meget anvendt materiale til tætningslister var der interesse for at undersøge alternativer, der kvalitetsmæssigt er på højde med PVC.

Ved substitution af PVC er det vigtigt at sikre sig, at alternative materialer ikke giver anledning til større energiforbrug eller forringer produktets levetid.

3 Metode

Logical Framework Approach er anvendt som projektplanlægnings og -styrings værktøj med særlig vægt på at skabe forankring i branchen. Implementeringen af forprojektet blev tilrettelagt, så fremgangsmåden i LFA er anvendt fra projektets start, og så principperne om målstyring og inddragelse af interessenter og problemholdere er taget i anvendelse.

Indledningsvis blev der gennemført en problemanalyse hvor de væsentligste problemstillinger blev opstillet, og de væsentligste interessenter for arbejdet blev identificeret.

3.1 Hovedelementer

Tre overordnede principper har således dannet grundlaget for arbejdet:

- Den overordnede målsætning er styrende for definitionen af mål, resultater og aktiviteter
- Definerede indsats har sit grundlag i problem- og interessentanalyser
- Der tages udgangspunkt i målgruppen (problemholdere) som deltager aktivt i definitionen og forankringen af mulige løsninger

Problem- og interessentanalysen er foretaget forud for inddragelse af de enkelte producenter i branchen grundet miljøpåvirkningernes kompleksitet og omfanget af mulige problemer set i et livscyklusperspektiv.

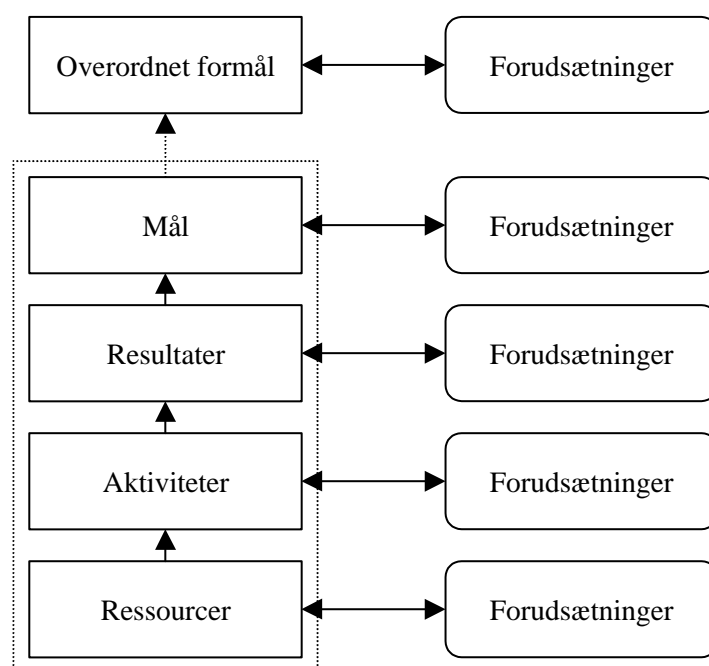
Som udgangspunkt for opstilling af indsatsområder for at afhjælpe miljøpåvirkninger fra branchen, blev interessentgruppen sorteret, så det var de primære kilder til miljøpåvirkningen fra branchen set i et LCA perspektiv, der blev inddraget i arbejdet. Der blev således lagt vægt på at inddrage producenter, materialeleverandører, forbrugerrepræsentanter samt bortskaffelses- og genanvendelsesindustrien. Sekundære interessenter som konsulenter, etc. der ikke direkte er kilde til miljøpåvirkningerne, men dog har indflydelse på producenternes indsats i forhold til miljøet har også været inddraget i arbejdet, men med det udgangspunkt, at deres bidrag var af informerende karakter og ikke determinerende for branchens egne valg af indsatsområder. Projektets LFA workshop er gennemført med denne prioritering i mente.

Branchens aktive deltagelse har således både fundet sted gennem branchens organisation (FEHA) som er repræsenteret i projektets arbejdsgruppe og gennem direkte deltagelse af producerende virksomheder og andre nøgleaktører i projektets LFA workshop.

3.2 Projektforslag

De enkelte projektforslag i denne handlingsplan er definerede i forhold til den overordnede målsætning og udviklet i relation til sammenhængene mellem mål, resultater, aktiviteter og ressourcer som LFA bygger på (se figur

nedenfor). Desuden er de enkelte projektforslag opstillet i LFA projekt matricer, hvor også de vigtigste antagelser og forudsætninger for at projektet kan gennemføres er præsenteret.



Figur 3.1: LFA-logikken

3.3 LFA Workshopen

I designet af LFA workshopen (projektets første workshop) blev der lagt vægt på den aktive deltagelse af deltagerne med særlig vægt på branchens producenter, og på at producenternes (interessenternes) egne forslag og holdninger til arbejdet blev fremlagt. Dette foregik i plenum debat.

Inden Workshopen blev interessenterne kategoriseret i forhold til den enkelte aktørs relation til kølemøblers livsforløb. Særlig vægt blev der lagt på de væsentligste aktører i relation til miljøpåvirkninger fra branchen: fremstillingsvirksomheder, materialeleverandører, forbrugere og genanvendelsesindustrien. Listen over inviterede og fremmødte deltagere er vedlagt i bilag B.

Workshopen blev bygget op af 3 elementer:

1. Introduktion til projektets målsætninger
2. Problemanalyse
3. Definition af mulige indsatsområder

Introduktionen til målsætningerne for forprojektet og de forslag til indsatser der skulle defineres på workshopen, blev givet af formanden for projektet (FEHA's repræsentant), mens problemanalysen blev gennemgået af Teknologisk Institut. På baggrund af den gennemgæede analyse blev problemfelterne efterfølgende debatteret og udbygget i henhold til branchens egne holdninger.

Definitionen af de mulige indsatsområder blev efterfølgende gennemført i plenum. De identificerede indsatsområder blev diskuteret og vurderet, og fremsat som branchens samlede bud på mulige indsatsområder.

I projektets workshop nummer 2 blev de foreslåede indsatsområder prioriteret. Program og deltagerliste for denne workshop er ligeledes præsenteret i bilag B. Prioriteringen foregik dels i plenum, dels i to grupper – en gruppe for plug-in møbler og en gruppe for remote møbler. Resultatet af workshoppen var en prioritering af projektindsatser for de to grupper af produkter, som er fremsat efter branchens egne ønsker.

Efter workshoppen er foretaget en strukturering og renskrivning af de fremsatte forslag, og disse er præsenteret i et LFA format i kapitel 4.

Programmer for de to workshops, præsentationsmateriale, og oplæg til workshops er vedlagt i bilag B.

4 Forslag til aktiviteter

4.1 Prioritering af indsatsen

På to workshops har Branchen diskuteret indsatsen, og der er foretaget en prioritering af fem projekter.

Som nævnt tidligere er denne prioritering foretaget ud fra kølemøblers miljøbelastning og branchens ønsker og behov.

Første prioritet har projektet: "Reduktion af varmetilførsel til kølemøbler".

Herefter er der opstillet to parallelle prioriteringer for hhv. plug-in-kølemøbler og remote-kølemøbler:

Plug-in-kølemøbler:

2. prioritet har projektet: "Øget genanvendelse af kølemøbler"
3. prioritet har projektet: "Substitution af PVC"

Remote-kølemøbler:

2. og 3. prioritet er sideordnet de to projekter: "Fremtidens remote-anlæg i supermarkeder" og "Udvikling af energieffektive remote-møbler med naturlige kølemidler".
4. prioritet har projektet: "Øget genanvendelse af kølemøbler",
- og 5. prioritet har projektet: "Substitution af PVC"

Der er i branchen enighed om, at alle elementer i aktivitetsplanen er vigtige og bør gennemføres i sammenhæng. Såfremt branchen ikke kan opnå støtte til alle elementer i planen, anbefales det at fokusere på de højest prioriterede forslag.

4.2 Projektforslag 1: Reduktion af varmetilførsel til kølemøbler

Målsætningen for dette projekt er at udvikle værktøjer og fremstille prototyper af kølemøbler med en energibesparelse på ca. 20 %. For visse typer af kølemøbler kan besparelsen blive endnu højere.

4.2.1 Oversigtsskema

Beskrivelse	Indikatorer	Antagelser
<p><i>Overordnet målsætning</i> At reducere kølemøblers energiforbrug i driftsfasen gennem reduktion af varmeindtrængning fra omgivelserne</p>	<p>En for branchen tilgængelig dimensioneringsmanual med dokumenteret (forventet) energibesparelse af størrelsesordenen 20 %, afhængig af apparattype. For visse butikskølemøbler uden overdækning kan besparelsen blive større</p>	<p>Tilvejebringelse af et beslutningsgrundlag (dimensioneringsmanualen) vil forøge branchens muligheder for at reducere varmeindtrængning fra omgivelserne</p>
<p><i>Formål projekt mål</i> At udvikle en dimensioneringsmanual, med nye design- og produktionsmetoder for forskellige typer af kølemøbler m.h.p. lavest mulige varmeindtrængning fra omgivelserne, herunder nye design- og beregningsværktøjer</p>	<p>En færdig og gennemtestet dimensioneringsmanual</p>	<p>Resultater er entydige nok til at færdige modeller af de optimale kølemøbler kan opstilles</p>
<p><i>Resultater</i> Beregningsværktøjer til at regne på isolering, kuldebroer og luftcirkulation i kølemøbler udviklet Forskellige vakuumisoleringspaneler testet En dimensioneringsmanual for forskellige typer af kølemøbler udarbejdet En mini-fabrik til produktion af vakuumpaneler skitseret og opstartet Prototyper af kølemøbler fremstillet Besparelsen dokumenteret</p>	<p>Software til beregning foreligger Testresultater Dimensioneringsmanual foreligger Projektskitse (mini-fabrik) foreligger Prototyper foreligger med dokumentation for energiforbrug</p>	<p>Patentrettigheder afklaret Der kan opnås de nødvendige tilladelser til start af mini-fabrik</p>
<p>Aktiviteter Fase 1: Isoleringsskum: Udvikling af beregningsmodel for isoleringsværdien Sammenligning med målte data Beregning med forskellige blæsemidler, cellestørrelser og afhængighed af tiden Rekommandationer for at reducere ældningen af skum Vakuumenteknik: Prøver af paneler til test i Danmark indsamles Isoleringsevnen testes i laboratorium Et mindre antal kølemøbler med isoleringspaneler fremstilles. Disse testes i klimakammer Mini-fabrik til produktion af paneler i Danmark skitseres Der foretages en vurdering af økonomi, teknik og miljø Der foretages en vurdering af integreret vakuumenteknik Kuldebroer: Udvikling af værktøj til at regne på luftcirkulation og kuldebroer i kølemøbler Udarbejdelse af manual til, formindskelse af varmeindfaldet for forskellige typer af kølemøbler Fase 2: Der fremstilles et antal prototyper af kølemøbler med den bedste skumkvalitet, som kan opnås</p>	<p><i>Inputs</i> Fase 1 2001/2002 Kr. 2.000.000 Fase 2 2002/2004 Kr. 3.000.000 1 – 2 mandeårs egenfinansiering fra branchens side især til fremstilling af prototyper og deltagelse i møder</p>	<p>Modellering og tests afslører at det er økonomisk og miljømæssigt rentabelt at fremstille prototyper Panelprøver er tilgængelige Der kan findes en uafhængig lokalitet til gennemførelse af test på prototyper</p>

<p>Prototyperne testes efter EN-153 i klimakammer umiddelbart efter produktion, efter et halvt år, efter et år og efter 2 år Der gennemføres kontroltest med konventionelle apparater Der bygges en mini-fabrik til vakuumpaneler Der fremstilles et antal kølemøbler med disse paneler, og møblerne testes efter relevant standard Der foretages analyse af resultaterne m.h.p. økonomi, energiforbrug og miljø Der fremstilles en ny og forbedret prototype og der skitseres en prototype af en vakuumpumpe til formålet Der fremstilles prototyper af kølemøbler med formindsket kuldebro og optimal luftcirkulation ud fra den manual, som er udviklet i fase 1. Disse prototyper testes i klimakammer efter relevant standard</p> <p>Dimensioneringsmanualen tilpasses på baggrund af praktiske erfaringer, og data mv. stilles til rådighed for branchens virksomheder</p>		
--	--	--

4.2.2 Formål

Dette projekt går ud på at udvikle viden om isolering og kuldebroer, således at fremtidens kølemøbler kan fremstilles på en måde, således at varmeindtrængning fra omgivelserne reduceres. Herved reduceres energiforbruget til kølemøblerne.

Der udvikles beregningsværktøjer, som kan understøtte udviklingsprocessen og endelig bygges prototyper af nye kølemøbler, hvor varmeindtrængningen er reduceret ved hjælp af de opnåede resultater i projektet.

Det er målet, at danske producenter af kølemøbler kan reducere energiforbruget af kølemøbler med 20 % i deres levetid (5 % pga. bedre skum og formindsket ældning, 5 % pga. reducere af kuldebro og varmeindfald og 10 % pga. udnyttelse af vakuumisolering). For visse typer af kølemøbler kan reduktionen blive endnu større.

4.2.3 Baggrund

Alle livscyklusvurderinger viser, at det er energiforbruget i brugsfasen, som er den største årsag til miljøpåvirkninger fra køleskabe, fryser og andre kølemøbler.

Ozonlagsproblematikken er løst i et godt samarbejde mellem branchen og myndighederne og er ikke længere et problem for branchen. Der er dog forsat gamle CFC-indeholdende anlæg, som skal skrottes på en forsvarlig måde.

Energiforbruget finder sted i køleanlæggets kompressor, som er "hjertet" i køleanlægget. Kølesystemet transporterer energi bort fra møblet. Energiforbruget er derfor bestemt af varmeflow'et ind i møblet og af kølesystemets effektivitet.

Varmeflowet kan opdeles i fire bidrag:

- Belastning fra varme varer, som sættes ind i kølemøblet

- Belastning fra luftskifte pga. infiltration i åbne møbler og i forbindelse med døråbninger og ved naturlig "åndedræt" ved ON/OFF-kørsel for lukkede møbler
- Belastning fra kuldebroer i forbindelse med tætningslister, sammenføjninger, rør- og ledningsgennemføringer
- Belastning pga. varmetransmission gennem isoleringsmaterialet

Det sidstnævnte bidrag er normalt langt det største, men de andre bidrag er ikke uden betydning, og skal den samlede varmetransmission reduceres skal alle bidrag undersøges. For åbne remotekølemøbler er infiltrationen fra luft fra omgivelserne det største bidrag.

Det bør nævnes, at der i visse kølemøbler (først og fremmest remote kølemøbler) er et stort energiforbrug til ventilation, afrimning og belysning. I kølegondoler i supermarkeder er der ventilatorer, som cirkulerer luften forbi køleflader (fordamperen). Der er ligeledes elektriske varmepatroner til periodisk afrimning af kølefladerne. Endelig er der belysning af visse kølegondoler.

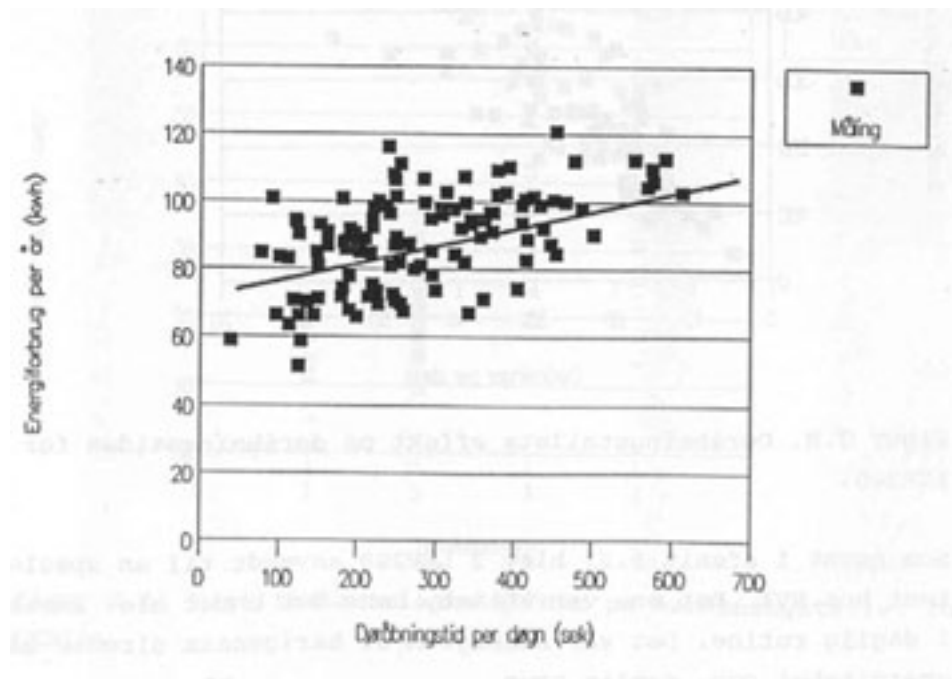
4.2.3.1 Indsætning af varme varer og luftskifte ved døråbning (af skabskølemøbler)

Energiforbruget fra indsætning af varme varer og luftskifte fra døråbninger udgør kun en mindre del af det samlede energiforbrug. I figur 4.1 er vist sammenhængen af døråbningstiden og energiforbruget for et super-lavenergi-køleskab. Der er tale om field test under normal brug af et 200 liters køleskab. Der er i alt målt på 120 Gram LER200-køleskabe, som blev placeret hos lige så mange familier.

Måleresultaterne formodes derfor at afspejle normal brug af køleskabe. Det ses, at der er en variation mellem 0 og 30 % ekstra energiforbrug afhængig af døråbningstiden pr. døgn. LER200 er et atypisk apparat, idet dette køleskab har omtrent den dobbelte isoleringstykkelse sammenlignet med andre køleskabe. Herved bliver bidraget fra døråbningerne og indsættelse af varer relativt større.

For mere normale køleskabe vil det relative merforbrug pga. døråbninger være væsentlig mindre, formentlig mellem 0 og 15 %. I gennemsnit vurderes dette forbrug at være et sted mellem 5 og 10 % af kølemøblernes energiforbrug.

Da man ikke indenfor rammerne af dette projekt kan ændre på folks vaner omkring brug af kølemøblerne, vil der ikke blive lagt op til aktiviteter på dette område. Det skal dog nævnes, at fryseskabsproducenterne har gjort meget for at minimere luftskiftet ved åbning af døren ved at indføre skuffer, som er lukket fortil.



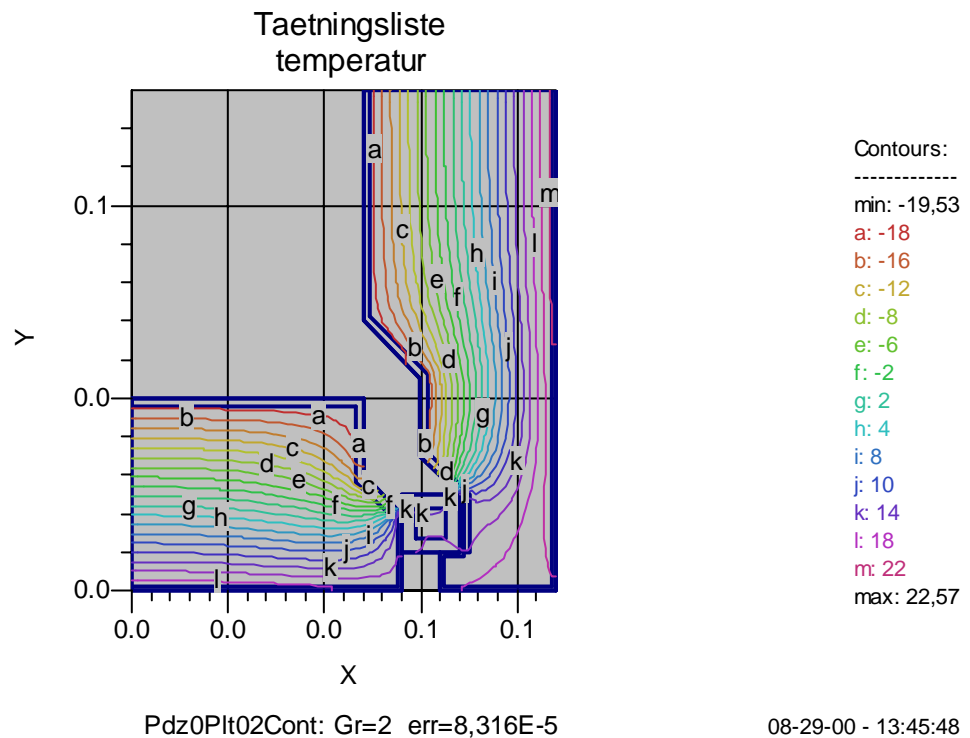
Figur 4.1: Energiforbrug for Gram LER200-lavenergikøleskab som funktion af døråbningstid, fra Pedersen, PH, Lawætz, H: LER, Udvikling, produktion og test af lavenergikøleskabet LER200. Fysisk Lab. III, 1989.

4.2.3.2 Kuldebroer

Kuldebroer i kølemøbler findes først og fremmest hvor inder- og yderkabiner er samlet og tilsvarende i døre eller låg. Sekundært er der kuldebroer ved rør- og ledningsgennemføring. Der er foretaget mindst to undersøgelser af kuldebroer ved samling af inder- og yderkabiner. Disse to nyere undersøgelser viser, at varmestrømmen igennem samling mellem kabinet og dør/låge er ret afhængig af, om luften indenfor samlingen er stillestående eller ej.

Hvis luften er stillestående i en smal sprække, giver beregninger med finite element-programmer, at varmetilstrømningen igennem kuldebroen er forholdsvis lille, og at det ikke har den store betydning om samlingen mellem plast-inderkabiner og stål-yderkabiner er placeret udenfor eller indenfor tætningslisten.

Hvis der derimod er stor luftcirkulation i området frem mod tætningslisten er situationen anderledes, og der vil være en stor varmetilstrømning gennem kuldebroen.



Figur 4.2: Kuldebro ved samling af kabinettet og dør i et kølemøbel. Der er indtegnet isotermer i figuren. Det ses, at isotermerne går tæt sammen ved tætningslisten, hvilket indikerer, at der er en kraftig kuldebro. I dette eksempel er der tale om en stor luftcirkulation i skabet helt frem til tætningslisten.

Det må formodes, at virkeligheden ligger mellem disse to ekstremer, og at apparater (f.eks. en skabsfryser) med en lang, tæt spalte mellem plastinderliner i dør og kabinettet har en forholdsvis stillestående luft, hvorimod en flaskekøler, hvor der ikke er nogen spalte og en kraftig cirkulation har en stor kuldebro.

Det har ikke været muligt at skaffe generelle data for varmeflow igennem kuldebroer. På 1. workshop blev det nævnt af en producent, at der måske kan hentes af størrelsesordenen 10 % reduktion af energiforbruget ved at optimere samlingerne.

I et dansk projekt har der været udført varmetekniske målinger (termografi) på et fryseskab, hvor temperaturen på ydersiden af tætningslisten er målt. Det er ligeledes muligt at beregne temperaturprofiler i materialet omkring kuldebroer vha. et finite element program (FEM). Endelig findes et beregningsværktøj (CFD = Computerized Fluid Dynamics), som kan beregne luftcirkulation i et køleskab. Eksempler på disse beregninger blev vist på 1. workshop den 5. september og er gengivet i konferencemappen til workshop 1.

Det vil være muligt at samle disse tre teknologier til at modellere kuldebroer og til at verificere modellerne igennem tilpasning med måledata. Herefter kan modellen benyttes til at vurdere nye samlemetoder og nye udformninger af døre og låger.

Med CFD-programmet vil det desuden være muligt at undersøge temperaturforskelle internt i kabinettet. Fra fryseskabe vides, at man her ofte opererer med 5 – 7 K i differens mellem varmeste pakke (som skal være -18

°C) og den koldeste. Ved hjælp af CFD-programmet kan man dimensionere kølemøblerne således at temperaturforskellen reduceres, og dermed kan fordampningstemperaturen hæves og energi spares.

Man kan benytte disse værktøjer til at undersøge alternative samlingsmetoder, som kan reducere kuldebroer, og dermed reducere energiforbruget for kølemøbler.

En af de ting, som man kan undersøge, er en ny amerikansk metode, som er kommet frem. Den består i en ny samling af (plast-)inder- og (stål-) yderkabinet, hvor samlingen er rykket udenfor tætningslisten.

4.2.3.3 Isolering

Isoleringsmaterialets *varmeledningsevne* er afgørende for produktets energiforbrug. I dag benyttes polyurethanskum, og skummet er igennem mange år blevet optimeret, således at det har en lav varmeledningsevne. Der er nok grænser for, hvor meget dette materiale kan blive bedre. I Japan har man dog formået at gøre skummet bedre ved at fremkalde en mikrocellestruktur. Dette forhold må undersøges nærmere.

Branchen har udtrykt ønske om at undersøge følgende forhold:

- Forskellige blæsemidlers indflydelse på varmeledningsevnen
- Cellestrukturens indflydelse
- Ældning af skum med forskellige blæsemidler.

Oplysninger indsamles fra underleverandører og fra uafhængige institutter m.v. Der videreudvikles en beregningsmodel for isoleringsevnen for polyurethanskum med forskellige blæsemidler. Denne model kan forudsige langtidsvirkning af skummet.

Det kan tyde på, at der sker en vis ældning af skummet, idet blæsemidlet langsomt diffunderer ud af skummet og atmosfærisk luft diffunderer ind i skummet.

Denne tendens er afhængig af, hvor godt skummet er indkapslet i forhold til den atmosfæriske luft. På en konference i september 2000, blev der fremlagt målinger på et lille køleskab, som viste en forøgelse af energiforbruget på 5 % efter et år, 7 % efter to år og 8 % efter 3 år.

Det er ikke til at sige, hvad resultatet vil blive efter 12 år, som er den formodede levetid, men 12 % forøgelse af energiforbruget er et forsigtigt bud. Hvis man kan bremse ældningen af skummet ved at reducere diffusionen af gasser, vil der kunne opnås en betragtelig energibesparelse. Potentialet er ca. 5 % af energiforbruget i produktets levetid.

4.2.3.4 Isoleringstykkelser

Isoleringstykkelser er ligeledes afgørende, men der er i praksis grænser for, hvor tyk isoleringen kan blive. I Danmark (og mange andre lande) har man hidtil haft standardiserede mål for husholdningskølemøbler på 55 og 60 cm. Der begynder dog i udlandet at komme møbler med 65 cm i bredden, men disse kan ofte ikke indpasses i modul køkkener. Med disse breddemål er der i praksis grænser for isoleringstykkelser. Den ultimative grænse for kølemøblers bredde udgøres af dørbredden (ca. 80 cm).

Ved hjælp af ovennævnte metoder (FEM og CFD) vil det være muligt at foretage en optimering i retning af at fastlægge individuelle isoleringstykkelser for kabinettet, f.eks. kraftigere isolering i top og bund.

4.2.3.5 Vakuumisolering

Der har flere gange været tilløb til at indføre helt nye isoleringsteknologier baseret på vakuumenteknik. I de fleste tilfælde har der været tale om vakuumpaneller, som består af en beskyttende film omkring et fyldmateriale, som kan være et pulver, fibermateriale, polystyrenskum eller lignende. Flere danske køleskabsproducenter har testet sådanne paneller, som har været fremstillet i udlandet.

Erfaringerne hidtil fortæller, at man kan reducere energiforbruget ved at benytte vakuumpaneller, hvis panelerne er tilpas store. Der er f.eks. målt en reduktion på 20 % i energiforbrug ved en dækning af overfladen med 60 %. Erfaringerne fortæller ligeledes, at det er alt for dyrt at benytte til standardprodukter.

To danske virksomheder: Elcold og Tectrade har sammen et patent på en metode til at fremstille en kumme, som er fyldt med åbentcellet, stift skum under vakuum. Der arbejdes p.t. med at optimere denne teknologi og med at udvikle en tilpas lille og effektiv vakuumpumpe hertil.

Teknologisk Institut tog for nogle år siden patent på en metode til at fremstille et (runt eller ovalt eller lign.) køleskab, hvor der er hård vakuum mellem inder- og yderkabinettet ligesom i en termokande. Det er så vidt vides ikke lykkedes at få ideen industrielt udnyttet, idet produktet vil blive for dyrt at fremstille.

4.2.3.6 Vakuumpaneller

Ved at bruge åbentcellet skum under vakuum kan varmeledningsevnen i produktion af materialet komme ned på 0,007 W/mK, eller ca. en trediedel af normal polyurethanskum. I forsøg kan man komme helt ned på 0,005 W/mK. Der er derfor et stort energibesparelspotentiale ved at benytte vakuumenteknologi med åbentcellet skum.

Vakuumpaneller kaldes også VIP. Det generelle indtryk er, at VIP-teknologien er kommet over de første børnesygdomme, og der begynder at tegne sig et koncept med VIP-paneller med plast-skum (åbencellet), en lufttæt film og et materiale, som absorberer gasser som diffunderer gennem filmen eller dannes i panelet. Dette materiale kaldes "getters", og SEAS Getters i Milano fremstiller millioner af kapsler med getters til billedrør i fjernsyn og monitorer. Firmaet har udviklet en variant til VIP.

Teknologien er endnu ikke blevet implementeret i industrien på nær i Japan, hvor der (vistnok) er en vis produktion af VIP til køleskabe, samt til specialformål i USA og Europa. Der findes japansk teknologi til fremstilling af VIP. Der har været flere tilløb i USA og Europa til at benytte VIP i køleskabe, men panelerne har været for dyre, og der har været en vis usikkerhed om holdbarhed.

Der tegner sig ligeledes et fremstillingskoncept, hvor panelerne skal fremstilles lokalt, eventuelt hos producenter af køleskabe og fryserer. Der skal investeres i maskiner, som kan fremstille den "pose" som omslutter VIP ud fra indkøbt film. Der skal ligeledes indkøbes eller fremstilles åbencellet polyurethan- eller

polystyrenskum (densitet noget større end normalt skum, d.v.s. størrelsesordenen 80 - 120 kg/m³) til indlæg i poserne. Der skal indsættes en "getter"-kapsel og endelig skal posen placeres i maskine med vakuumkammer, som også kan svejse panelet sammen. Endelig skal gennemføres en kvalitetskontrol med indkøbt udstyr hertil. Herefter kan panelerne indskummes i køleskabe, frydere og andre apparater.

Selvom isoleringsevnen for vakuumpaneler er god, skal man dog huske, at panelerne skal indskummes i polyurethanskum, så den reelle isoleringsevne for et køleskab med VIP bliver en kombination mellem værdier for PU-skum og VIP. Endvidere vil en aluminiumsbaseret film fungere som kuldebro i kanterne af panelet. Derfor skal panelerne have en vis størrelse for at have nogen afgørende effekt. Der er dog kommet diffusionstæt film uden aluminium på markedet.

Teknologien synes interessant. Brug af åbencellet skum gør panelerne lettere end tidligere, hvor der benyttedes mineralsk pulver (f.eks. perlite), og det gør også panelerne lettere at fremstille, idet det er forholdsvis let at udskære skummaterialet. Hvis alt går galt, og panelerne punkterer, vil de stadig have en rimelig isoleringsevne, svarende til f.eks. polystyrenplader (ca. 0,030 W/mK). Udvikling af getter-materiale gør teknologien mere sikker end før.

En måde at komme videre på, er at hente en eller flere producenter af komponenter til Danmark, og derefter udarbejde et koncept til en (mindre) produktion. SEAS Getters kunne være en start-kontakt hertil. Parallelt hermed kan man fremskaffe prøver fra udlandet og teste dem.

Seas Getters oplyser at man regner med en pris på 25 - 30 Euro eller 20 - 25 USD pr kvadratmeter når VIP kommer i masseproduktion. I første omgang vil materialet sandsynligvis blive benyttet i specialprodukter, hvor der er plads til denne ekstraomkostning. Senere i "top of the line"-produkter.

Der er endvidere fornyligt blevet markedsført et andet produkt med tilsvarende egenskaber baseret på "fumed silica". Der er tale om noget let pulver, som har omtrent samme isolerende egenskaber som paneler med skum. Produkterne er foreløbig fremstillet i Tyskland, men det er meningen at de skal fremstilles lokalt.

I projektets første del analyseres økonomiske, miljømæssige og praktiske problemer, i forbindelse med at benytte vakuumteknologi til isolering af kølemøbler. Der skaffes prøver fra udlandet. Der foretages materialeanalyse og levetidsvurderinger. Der vil ligeledes blive udviklet en skitse til et projekt, hvor der i Danmark skal fremstilles vakuumpaneler på et demonstrationsanlæg. Her skal fremstilles paneler til alle danske køleskabsfabrikker, som herved kan teste disse og eventuelt benytte dem i egentlige produkter. Perspektiver er, at man i længden selv skal producere panelerne, hvis teknologien bliver en succes.

I anden del af projektet indkøbes udstyr til en minifabrik for vakuumpaneler. Der fremstilles prøver til danske producenter. Det behøver ikke blive så dyrt, idet der er kommercielt udstyr hertil på markedet. En repræsentant fra Seas Getters indikerer, at en mindre fabrik kan etableres for mindre end 1 million kroner i maskiner + arbejdsløn + husleje. Hertil kommer materialeudgifter til produktion af vakuumpaneler.

4.2.3.7 Integreret vakuumisolering

Det vil ligeledes være interessant at arbejde videre med Elcold/Tectrade-ideen med åbencellet skum.

På 1. workshop blev det oplyst, at der findes en første prototype, som testes og som viser en kraftig reduktion i energiforbruget. Denne prototype er udstyret med en konventionel vakuumpumpe, hvilket vil være urealistisk i en produktmodnet fryser pga. pris og energiforbrug.

Der er to opgaver, som skal løses før teknologien kan komme i produktion:

- Der skal udvikles en passende samling mellem inder- og yderkabinet
 - Der skal udvikles og produceres en lille effektiv vakuumpumpe
- Ideerne til løsning af dette findes. Vakuumpumpen vil kunne fremstilles billigt og uden stort energiforbrug.

I næste fase skal fremstilles en prototype af en vakuumpumpe, og der skal udvikles en passende tæt samling mellem inder- og yderkabinet. Herefter skal fremstilles nye prototyper, som skal testes i klimakammer efter EN153.

Problemet med dette projekt er, at Elcold/Tectrade har rettighederne, og at det dermed kan komme i konflikt med, at projektet skal være til fælles gavn for hele branchen. Der er også andre udenlandske producenter, som har eksperimenteret med integreret vakuumisolering, og der bør i det kommende projekt foretages en screening af patenter og rettigheder.

4.2.4 Indhold

Projektets titel er: Reduktion af varmetilførsel til kølemøbler

Projektet er opdelt i to faser, hvor første fase går ud på at udvikle (og tune) forskellige værktøjer til at regne på isolering, kuldebroer og luftcirkulation i kølemøbler. Der udvikles dimensioneringsmanual for forskellige typer af kølemøbler. I denne fase testes forskellige vakuumisoleringspaneler og der skitseres en mini-fabrik til produktion af vakuumpaneler.

I anden fase afprøves teknologien i praksis. Der fremstilles prototyper af kølemøbler, hvor varmeindfaldet er formindsket, og der måles på disse i klimakammer efter EN-153 (husholdningskølemøbler) og EN-441 (kommercielle kølemøbler). Besparselsen dokumenteres.

Fase 1:

- Isoleringsskum: udvikling af beregningsmodel for isoleringsværdien. Sammenligning med målte data. Beregning med forskellige blæsemidler, cellestørrelser og afhængighed af tiden. Rekommandationer for at reducere ældningen af skum. Hermed vil kølemøbler forbruge mindre energi gennem deres levetid.
- Vakuumteknik: Skaffe prøver af paneler til test i Danmark. Der foretages i første omgang test af isoleringseven i laboratorium. Der fremstilles ligeledes et mindre antal kølemøbler med isoleringspaneler. Disse testes i klimakammer. Der skitseres en mini-fabrik til produktion af paneler i Danmark. Der foretages en vurdering af økonomi, teknik og miljø. Der foretages en vurdering af integreret vakuumteknik
- Der udvikles værktøj til at regne på luftcirkulation og kuldebroer i kølemøbler. Ved at benytte disse værktøjer til dimensionering af

kølemøbler kan der opnås en reduktion af varmeindfaldet. Der udarbejdes en manual til, hvordan varmeindfaldet kan formindskes for forskellige typer af kølemøbler. Værktøjet kan også benyttes til at optimere ventilatorer og fordampere i kølemøbler.

Fase 2:

- Der fremstilles et antal prototyper af kølemøbler med den bedste skumkvalitet, som kan opnås. Samtidig er der foretaget ændringer, således at diffusion af gasser fra og til isoleringsskummet er bremset. Det kan f.eks. ske ved at benytte metalfilm på plastik-inderliner eller i kummer ved at sørge for tætte samlinger. Prototyperne testes efter EN-153 i klimakammer umiddelbart efter produktion, efter et halvt år, efter et år og efter 2 år. Hvis der kan skaffes midler hertil: også senere målinger. Der gennemføres kontroltest med konventionelle apparater.
- Der bygges en minifabrik til vakuumpaneler. Her skal der produceres mindre serier af paneler til danske producenter, der herefter kan teste disse. Der fremstilles en antal kølemøbler med disse paneler, og møblerne testes efter relevant standard. Der foretages analyse af resultaterne m.h.p. økonomi, energiforbrug og miljø. Hvis resultaterne er positive skal erfaringerne hjælpe danske producenter med at komme i gang med egenproduktion. Parallelt hermed arbejdes der videre med den integrerede vakuumisolering. Der fremstilles en ny og forbedret prototype og der skitseres en prototype af en vakuumpumpe til formålet.
- Der fremstilles kølemøbler med formindsket kuldebro og optimal luftcirkulation ud fra den manual, som er udviklet i fase 1. Disse prototyper testes i klimakammer efter relevant standard. Resultatet forventes at være en energibesparelse af størrelsesordenen 5 % - 10 %, afhængig af apparattype. For butikskølemøbler uden overdækning forventes en større besparelse på 20 - 40 %.

4.2.5 Aktører

Projektet styres som ét stort projekt, idet der oprettes en styregruppe igennem FEHA. Der indgås en aftale med et uafhængigt institut, som udfører det daglige arbejde ud fra de retningslinier, som er udstukket af styregruppen og af Miljøstyrelsen.

Der nedsættes 3 arbejdsgrupper med repræsentanter fra danske producenter af kølemøbler og fra det uafhængige institut. De tre arbejdsgrupper arbejder med hhv. skum og ældning, vakuumteknologi og formindskede kuldebroer/reduceret varmeindfald.

4.2.6 Ressourcer

Det forventes, at den skitserede indsats vil kræve et ressourceforbrug svarende til ca. 7 mandeår. Heraf svarer fase 1 til ca. 2,5 til 3 mandeår og fase 2 4,0 til 4,5 mandeår.

Omkring 25 % af ressourcerne skal gå til udredninger, videnindsamling og bearbejdning af miljøvurderinger.

Producenterne skal bidrage med omkring 30 %, der primært omfatter produktjusteringer og tilpasninger, herunder bygning af prototyper, tilpasning

af prototyper og test af prototyper. Producenterne skal derudover deltage i arbejdsgrupper og derigennem absorbere den viden, som bliver tilgængelig i projektet.

Rådgiveren skal udføre de sidste 45 % af arbejdet med at foretage udarbejdelse af dimensioneringsværktøjer, manualer, uafhængige test og bygning af minifabrik for vakuumisoleringspaneler.

4.2.7 Tidsplan og milepæle

Det forventes, at aktiviteten vil strække sig over 3 år med start primo 2001. Fase 1 vil forløbe indtil foråret 2002, hvorefter fase 2 startes.

4.3 Projektforslag 2: Øget genanvendelse af kølemøbler

Forslaget omfatter en indsats for både producenter og genvindingsindustri, med det formål at designe mere genanvendelsesvenlige produkter og indføre nye teknikker til øget adskillelse og dermed bedre materialeudnyttelse af kasserede produkter.

4.3.1 Oversigtsskema

Beskrivelse	Indikatorer	Antagelser
<i>Overordnet målsætning</i> At nedbringe affaldsmængderne og øge genanvendelsen af plug-in og remote kølemøbler	Samarbejdsaftale i stand med genvindingsindustrien og producenter	Det er muligt at indsamle brugte køleskabe til genanvendelse
<i>Formål projekt mål</i> At udvikle system til at lette adskillelsen og oparbejdningen af de komponenter og materialer, som kølemøbler består af	System beskrevet og skitse til samarbejdsprogram med genvindingsindustrien udarbejdet	Det er praktisk muligt at finde løsninger for at adskille kølemøbler i en sådan grad at materialer kan genanvendes
<i>Resultater</i> De tekniske og organisatoriske muligheder for at genanvende kølemøbler er kortlagt Fjernelse af rester fra isoleringsskum på plast (ABS)-dele og metaller Øge genvindingsgraden af stål fra kabinetter til mindst 90% Overveje/udvikle metoder til genvinding af kobber, således at der sikres en genvinding på mindst 50% Afdække konkrete muligheder for genvinding og afsætning af ABS, således at mindst 50% kan sikres genanvendt	Dokumenteret analyse og rapport	Tekniske og organisatoriske muligheder lever op til kravene.
<i>Aktiviteter</i> Kortlægning af hvordan kølemøbler i dag bortskaffes Afklarung af muligheder for hver af de aktuelle anvendelsesformer (private, industrielle / remote) Afklarung af hvilke tekniske muligheder, der er for adskillelse, genbrug og genvinding Formidling af resultater til branchen	<i>Inputs</i> 2 til 3 mio.kr, hvoraf det skønnes at 1/3 vil gå til arbejde med produkttilpasning hos producenter, 1/3 til genvindingsindustrien og 1/3 til vidensindsamling og miljøvurderinger.	Genvindingsindustrien vil afse tilstrækkelige ressourcer til at deltage i arbejdet

4.3.2 Formål

Med det mål at nedbringe affaldsmængderne og øge genanvendelsen bør der sættes en aktivitet i gang, der gør det praktisk muligt at lette adskillelsen og oparbejdningen af de komponenter og materialer, som kølemøbler består af.

I dag indsamles 12.500 tons af de ca. 15.000 tons kasserede kølemøbler fra private. Der sker fortrinsvis en aftapning/opsamling af CFC-11 og 12. Mængde af remote anlæg, der kasseres årligt ligger i størrelsesordenen 1-200 anlæg. Da et anlæg ligger på i størrelsesordenen 10 tons, vil den kasserede mængde svare til 1-2.000 tons.

Indsamling og oparbejdning af remote kølemøbler og plug-in møbler, der anvendes i butikker og/eller industrien, sker i dag i yderst begrænset omfang.

Hvis man kan øge genvindingen af metallerne, samt gennemføre en effektiv destruktion af isoleringsskum og eventuelt andre materialer, vil der være et potentiale for at minimere miljøbelastningen.

Målet er således at:

udvikle en metode til fjernelse af rester fra isoleringsskum på plast (ABS)-dele og metaller
øge genvindingsgraden af stål fra kabinetter til mindst 90%
overveje/udvikle metoder til genvinding af kobber, dels fra kompressorsystemet og dels fra rørføringer, således at der sikres en genvinding på mindst 50%
afdække konkrete muligheder for genvinding og afsætning af ABS, således at mindst 50% kan sikres genanvendt.

4.3.3 Baggrund

Kølemøbler består i hovedtræk af et kabinet, isolering og et kølesystem. Kabinettet består hovedsagelig af en tynd stålplade og ABS-plast. Isoleringen er PUR-skum med rester af blæsemiddel, der ofte er HFC-baseret. Kølesystemet består af kompressor med styringsenhed, kølemiddel, fordamper, kondensator, slanger m.v.

Ved remote-anlæg er kabinet og kølesystem adskilt og der anvendes ofte HFC-baserede kølemedier. Dertil kommer betydelige rørføringer, ofte fremstillet i kobber.

Kølemidlet kan relativt let tappes af. Materialerne fra kabinettet er vanskelige at genvinde, da PUR-skum ikke umiddelbart kan fjernes. Kompressor og motor består af en kompakt kerne af aluminium og kobber, og eventuelt andre materialer, som vanskeligt lader sig adskille. Elektronikken er ligeledes vanskelig at behandle.

4.3.4 Indhold

Aktiviteten skal omfatte:

1. Kortlægning af hvordan kølemøbler i dag bortskaffes
Hvilke mængder af hvilke typer og hvordan behandles de.

2. Muligheder for en mere effektiv indsamling
Afklarung af muligheder for hver af de aktuelle anvendelsesformer (private, industrielle / remote)
3. Afklarung af hvilke tekniske muligheder, der er for adskillelse
I et samarbejde mellem producenter og genvindingsbranche afklares hvilke ændringer af kølemøblet, der vil gøre en adskillelse lettere.
Viden om hvilke teknologier der anvendes til adskillelse andre steder (Tyskland, Japan etc.) indsamles og bearbejdes.
4. Afklarung af hvilke muligheder, der er for genbrug eller genvinding af komponenter og materialer.
På baggrund af 1, 2 og 3 afklares det om:
 - Der er nogen komponenter der kan genbruges direkte!
 - hvilke materialer kan ud fra en miljømæssig betragtning mest fordelagtigt genvindes
 - hvordan skal den mest hensigtsmæssige oparbejdning ske (lokaliteter, teknologier, afsætningsmuligheder)

4.3.5 Aktører

Indsatsen skal gennemføres i et tæt samarbejde mellem producenter, genvindingsbranchen og en rådgiver.

For at sikre at viden spredes hurtigt, og at opnåede resultater kan anvendes direkte i produktionen af kommende kølemøbler, skal der nedsættes en arbejdsgruppe med en repræsentant fra producenterne, fra underleverandørerne, fra genvindingsbranchen og fra renovationsbranchen med en sekretærfunktion, der varetages af rådgiveren

4.3.6 Ressourcer

Det forventes at den skitserede indsats vil kræve et ressourceforbrug svarende til 3 mio.

Omkring 1/3 af ressourcerne skal gå til udredning, vidensindsamling og -bearbejdning samt miljøvurderinger.

Producenterne skal bidrage med omkring en 1/3, der primært omfatter produktjusteringer og -tilpasninger.

Repræsentanter for genvindingsbranchen skal stå for en række praktiske afprøvninger. Hertil vil blive brug for dels tid og dels udstyr, der ligeledes skønnes at udgøre 1/3 af det samlede ressourceforbrug.

4.3.7 Tidsplan og milepæle

Det forventes at aktiviteten vil strække sig over 1 til 2 år.

Med hensyn til milepæle vil der i projektet blive opnået:

- Afprøvning af muligheder for fjernelse af PU-rester fra plast og metal
- Afprøvning af konstruktionsændringer for lettere adskillelse

- Øget genbrug/genvinding af materialer fra kasserede plug-in og remote apparater, således at stål bliver genvundet med mindst 90% og de øvrige materialer med mindst 50%

4.4 Projektforslag 3: Substitution af PVC

Projektets mål er at opstille realistiske og praktisk anvendelige alternativer til tætningslister fremstillet af PVC.

4.4.1 Oversigtsskema

Beskrivelse	Indikatorer	Antagelser
<i>Overordnet målsætning</i> At nedbringe miljøbelastningen fra fremstilling og bortskaffelse af kølemøbler ved at substituere PVC anvendt i kølemøbler med andre plastmaterialer	Reduceret anvendelse af PVC efter 3 år	Kvalitetsmæssigt tilstrækkelige alternativer findes
<i>Formål projekt mål</i> At afklare de tekniske, miljømæssige og økonomiske muligheder for at substituere PVC anvendt til tætningslister og eventuelt ledninger med andre plastmaterialer, således at den fremtidige anvendelse af PVC til tætningslister i kølemøbler elimineres, og at det sikres at alternative materialer, der er teknisk og økonomiske attraktive også er miljømæssigt fornuftige	Rapport over realistiske og tilgængelige materialer er fremlagt for branchen	Der kan opnås enighed om vurderingen indbyrdes mellem tekniske, miljømæssige og økonomiske muligheder
Resultater Liste over dokumenterede mulige alternativer til at anvende PVC til tætningslister i kølemøbler	Rapport	Det er muligt at prioritere de identificerede materialer indbyrdes
Aktiviteter Opstilling af bruttoliste over mulige alternativer samt af tekniske krav til tætningslister Miljømæssig vurdering af mulige alternativer Teknisk vurdering/afprøvning af mulige alternativer Udvælgelse af den eller de 2 potentielt mest lovende materialer, fremstilling af prototype, samt afprøvning. Dokumentation af de tekniske, miljømæssige og økonomiske aspekter ved et eller to alternativer. Formidling af arbejdets resultater til alle i branchen	Inputs Konsulenter: 0,5 mio. kr. Virksomheder: 1 mio. kr. Dertil kommer test, prøvninger og analyser, 0,5 til 1 mio. kr.	

4.4.2 Formål

Formålet er at nedbringe miljøbelastningen fra fremstilling og bortskaffelse af kølemøbler ved at substituere PVC anvendt til tætningslister og eventuelt ledninger med andre plastmaterialer. Afklaring af de tekniske, miljømæssige og økonomiske muligheder vil give alle producenter af kølemøbler et godt grundlag for at kende konsekvenserne af en sådan ændring.

Mængden af anvendt PVC udgør for et gennemsnitsapparat til husholdninger 450 gram, hvoraf de 150 gram er en magnetliste. Da der skrottes omkring 300.000 apparater udgør mængden af PVC omkring 100 tons på årsbasis. Dertil kommer mængden af PVC anvendt i industrielle produkter og remote kølemøbler.

I dag deponeres PVC da det er uegnet til forbrænding og ikke kan oparbejdes på en økonomisk / teknisk måde.

Målet er således at:

eliminere den fremtidige anvendelse af PVC til tætningslister i kølemøbler, sikre at alternative materialer, der er teknisk og økonomiske attraktive også er miljømæssigt fornuftige

4.4.3 Baggrund

PVC anvendes til tætningslister af flere tekniske grunde. Det er primært et temperaturbestandigt og slidstærkt materiale, der kan tilsættes blødgørere, som gør at materialet beholder sin elasticitet gennem lang tid.

Specielt blødgjort PVC har været i fokus; det har været svært at finde kvalitetsmæssige alternativer, dels pga. materialets egenskaber og dels pga. de blødgørere der kan anvendes. Blødgørerne har været i fokus, da de mest anvendte er mistænkt for - eller konstateret at være kræftfremkaldende.

Med Miljøstyrelsens initiativ sidst i 80'erne om udfasning af PVC blev der sat en række initiativer i gang, for at substituere PVC med andre materialer. Der er de seneste 10 år lavet en række udrednings- og udviklingsprojekter med henblik på at substituere PVC til forskellige anvendelser.

Der findes derfor en række tiltag, som dels omfatter egentlig substitution af materialet og dels substitution af blødgørerne.

4.4.4 Indhold

Indholdet af aktiviteten kan være

1. Opstilling af bruttoliste over mulige alternativer samt af tekniske krav til tætningslister
2. Miljømæssig vurdering af mulige alternativer
3. Teknisk vurdering/afprøvning af mulige alternativer
4. Udvælgelse af den eller de 2 potentielt mest lovende materialer. Fremstilling af prototyper og praktisk afprøvning af disse.
5. Dokumentation af de tekniske, miljømæssige og økonomiske aspekter ved et eller to alternativer.

Trin 1 omfatter en gennemgang af hvilke mulige alternative materialer der kan anvendes, samt en opstilling af hvilke tekniske krav tætningsmaterialet skal besidde, for at sikre de væsentligste funktioner. Ud fra dette vælges realistiske mulige alternativer.

For at sikre at der ikke arbejdes videre med alternativer, som medfører miljømæssigt betænkelige forhold foretages i trin 2 en miljømæssig screening af de udvalgte alternativer. Screeningen baseres dels på eksisterende miljøvurderinger og ny-indsamlet viden.

Trin 3 omfatter en teknisk vurdering og/eller afprøvning af de i trin 2 udpegede alternativer. Der indledes med en vurdering og eventuelt nogle praktiske test/prøvninger for at sikre at de valgte materialer kan leve op til de i trin 2 opstillede krav.

På basis af arbejdet i trin 2 og 3 udvælges et eller flere lovende alternativer.

Trin 4 omfatter en praktisk afprøvning af et eller to udvalgte materialer i praksis på 1 til 2 virksomheder.

Afprøvningens resultater samles og suppleres med en miljømæssig vurdering, således at de miljømæssige, tekniske og økonomiske aspekter kan dokumenteres samlet og danne grundlag for indførelse af nye materialer i stedet for PVC i hele branchen.

4.4.5 Aktører

Projektet gennemføres i et tæt samarbejde mellem producenter og eksperter indenfor plastteknologi og miljø.

Selve indsatsen gennemføres af en eller 2 repræsentanter for producenterne samt de nævnte eksperter.

Der skal jævnligt ske en formidling af arbejdets resultater til alle i branchen, for at sikre at branchens interesser og behov tilgodeses, for at sikre at den efterfølgende praktiske implementering får så stor en udstrækning som muligt.

4.4.6 Ressourcer

Det skønnes at indsatsen kan gennemføres med brug af følgende ressourcer:

Konsulenter: 0,5 mio. kr.

Virksomheder: 1 mio. kr.

Dertil kommer test, prøvninger og analyser, der anslås til 0,5 mio. kr.

Den økonomiske ramme forventes at ligge på 2 mio. kr., hvoraf det forventes at virksomhederne bidrager med en egenfinansiering i form af timer svarende til i størrelsesordenen 1 mio. Der søges således om tilskud til konsulenter samt til udgifter vedr. test/prøvninger/analyser.

4.4.7 Tidsplan og milepæle

Det forventes at projektet kan gennemføres i løbet af 12 til 18 måneder.

De opnåede resultater vurderes efter trin 3 og trin 5.

Milepæle:

Resultatet efter trin 3 skal være en udvælgelse af et eller 2 alternativer. Resultatet skal ligeledes indeholde et forslag til afprøvning på en eller flere af kølemøbelfabrikanternes produktionssteder. Resultatet drøftes af samtlige interessenter, for at sikre at alle brugeres behov bliver tilgodeset.

Efter trin 5 skal der foreligge en rapportering af afprøvningens resultater samt en vurdering af de tekniske, miljømæssige og økonomiske konsekvenser ved indførelse af det eller de 2 valgte alternativer.

4.5 Projektforslag 4: Fremtidens remote-anlæg i supermarkeder

Dette projekt har som målsætning at udvikle fremtidens koncept for remote-anlæg med hensyn til dansk lovgivning mht. kølemidler og målsætning for energiforbrug. Der skal udvikles et koncept, som sandsynligvis er en kombination af indirekte køling og direkte køling i supermarkeder.

4.5.1 Oversigtsskema

Beskrivelse	Indikatorer	Antagelser
<i>Overordnet målsætning</i> At påvirke udviklingen og modningen af nye teknologier (herunder brug af naturlige kølemidler) for remote-anlæg i supermarkeder hvor miljøbelastningen fra energiforbruget og fra lækage af de kraftige drivhusgasser, som benyttes som kølemidler (HFC-R404A) reduceres.	Energiforbrug og lækage af drivhus-gasser reduceret	
<i>Formål projekt mål</i> At skabe gennemsigtighed for branchen i valget af anlægstyper.	Feedback fra branchens virksomheder	Den nødvendige teknologi er let tilgængelig på markedet
<i>Resultater</i> En vejledning, hvor de forskellige alternativer vurderes i forhold butiksstørrelse samt placering og layout af butik. Analysen vil skelne mellem nye og eksisterende anlæg og størrelsen/ydelsen af anlægget.	Vejledning foreligger til brug af branchens virksomheder	Det er muligt at prioritere de identificerede alternativer indbyrdes, og opnå enighed om forholdet mellem tekniske, miljømæssige og økonomiske muligheder
Aktiviteter Specifikation af alternative løsninger opstilling af kriterier for bedømmelse skitsering af løsninger branchens krav og ønsker inddrages Prioritering og udvælgelse af alternativer 2-3 alternativer udvælges Analyse af udvalgte alternativer Beregninger systemeffektivitet energiforbrug risiko for kølemiddel udslip (lækager) materialeforbrug hvor hele systemet inddrages (rørsystem, kompressor anlæg, kondensator, møbler samt styring og el) LCA-analyse, hvor de fremtidige alternativer sammenlignes vurdering investering (pris) og økonomi driftsomkostninger (energiforbrug og service) udarbejdelse af prioriteret liste for alternativer Udarbejdelse af vejledning til branchen fordele og ulemper ved alternativer konklusioner omkring LCA og økonomi vejledningen i forhold til de 4 kategorier, hvor også faktorer som beliggenhed og butikslayout inddrages.	<i>Inputs</i> Ca. 0,6 mill. kr. Hertil kommer en vis egenfinansiering fra branchen på ca. 0,25 mandeår.	Fornuftige alternativer eksisterer, der kan imødekomme fremtidens krav

4.5.2 Formål

Dette indsatsområde tager udgangspunkt i den nye kølemiddel-situation i forbindelse med de forestående afgifter og forbud mod anvendelse af HFC'erne. De bebudede indgreb rammer primært branchen omkring supermarkedsanlæggene hårdt, da man har relativt høje lækagerater pga. anlægstypen og samtidig anvender R404A med meget højt drivhuspotentiale.

Branchen ønsker gennemført en analyse af de fremtidige alternative anlægstyper, som indeholder perspektiver som miljøbelastning og

driftsøkonomi i anlæggets levetid. Denne analyse skal skabe gennemsigthed for branchen i deres valg af anlægstyper. Endvidere vil branchen, med en gennemgribende analyse i hånden, kunne påvirke udviklingen og modningen af de nye teknologier, der har de bedste egenskaber for at overleve i fremtiden.

Der skal gennemføres en teoretisk analyse af alternative remote-anlæg, der forventes at kunne anvendes i fremtiden. Der findes et væld af kombinationer mellem valget af kølemiddel og anlægsprincip, som skal vurderes, således at der kan laves en vejledning, hvor de forskellige alternativer vurderes i forhold butiksstørrelse samt placering og layout af butik. Analysen vil skelne mellem nye og eksisterende anlæg og størrelsen/ydelsen af anlægget.

4.5.3 Baggrund

Miljøbelastningen fra remote-anlæg i supermarkeder er stor. Denne belastning hidrører både fra energiforbruget og fra lækage af de kraftige drivhusgasser, som benyttes som kølemidler (R404A). Med baggrund i de kommende politiske indgreb fokuseres nu i høj grad på muligheden for anvendelse af naturlige kølemidler. Imidlertid har disse kølemidler væsentlig anderledes egenskaber, således at de anlægsprincipper, der anvendes i dag ikke umiddelbart kan anvendes. Mange forskellige muligheder foreligger, for at imødegå disse udfordringer, men ingen er i øjeblikket 100% sikre på, hvilke principper der endeligt vil være de optimale miljømæssigt og økonomisk.

4.5.4 Indhold

Vejledningen skal indeholde en række alternative systemløsninger, der alle bliver vurderet i forhold til en række opstillede kriterier. Primært opdeles analysen således at eksisterende anlæg og ombygninger behandles under ét, mens nye anlæg og nybygninger behandles for sig. Herefter vurderes alternativerne på baggrund af kriterier fastlagt af branchen. Disse kriterier kan bl.a. indeholde følgende punkter:

- miljøbelastning i anlæggets levetid (energiforbrug, kølemiddellækager, materialer)
- teknologiens kompleksitet
- investering
- service og vedligehold

Analysen tager udgangspunkt i 4 kategorier, hvor hver kategori behandles for sig:

	Nye anlæg og nybygninger	Gamle anlæg og renoveringer
Små anlæg (<10kW)	Kategori 1	Kategori 2
Store anlæg (>10kW)	Kategori 3	Kategori 4

Anlægsløsningerne i de forskellige kategorier vil sandsynligvis være væsentlige forskellige, og derfor er en individuel behandling nødvendig.

Selve analysen skal opdeles i 4 faser.

1. Først skal branchen sammen med relevante rådgivere skitsere mulige løsninger. Her udarbejdes oversigt over koncepter, der tænkes at kunne anvendes i forbindelse med de nævnte kategorier.
2. I anden fase gennemføres en overordnet prioritering, og derefter en udvælgelse af 2-3 af de mest lovende systemer indenfor hver kategori. Denne udvælgelse sker med baggrund i erfaringer og fundamentale analyser.
3. Tredje fase indeholder en gennemgribende analyse af de udvalgte systemer. Analysen tager udgangspunkt i de miljømæssige og økonomiske konsekvenser ved de alternative systemer i hele levetiden. Der tages i vurderingen udgangspunkt i de opstillede kriterier.
4. Endeligt gennemføres fjerde fase, hvor en vejledning udarbejdes til branchen, der skal være med til at understøtte deres valg i forbindelse med opbygningen af nye anlæg og renovering og ombygning af gamle anlæg.

Indsatsen vil indeholde følgende faser:

- 1 Specifikation af alternative løsninger
 - opstilling af kriterier for bedømmelse
 - skitsering af løsninger
 - branchens krav og ønsker inddrages
- 2 Prioritering og udvælgelse af alternativer
 - 2-3 alternativer udvælges
- 3 Analyse af udvalgte alternativer
 - beregninger og systemeffektivitet
 - energiforbrug
 - risiko for kølemiddel-udslip (lækager)
 - materialeforbrug hvor hele systemet inddrages (rørsystem, kompressor anlæg, kondensator, møbler samt styring og el)
 - LCA-analyse, hvor de fremtidige alternativer sammenlignes
 - vurdering investering (pris) og økonomi
 - driftsomkostninger (energiforbrug og service)
 - udarbejdelse af prioriteret liste for alternativer
- 4 Udarbejdelse af vejledning til branchen
 - fordele/ulemper ved alternativer
 - konklusioner omkring LCA og økonomi
 - vejledningen i forhold til de 4 kategorier, hvor også faktorer som beliggenhed og butikslayout inddrages.

4.5.5 Aktører

Indsatsen skal gennemføres i tæt samarbejde mellem producenter, installatører og slutbrugere. Dette sikrer at det endelige produkt er målrettet i forhold til branchens krav og specifikationer.

En arbejdsgruppe nedsættes med ovennævnte interessenter.

4.5.6 Ressourcer

Projektets budget ligger på ca. 0,6 mill. kr. Heraf vil miljøanalyserne antage ca. 0,1 mill. kr.

Herudover er der en egenfinansiering fra branchen på ca. 0,25 mandår.

4.5.7 Tidsplan og milepæle

Indsatsen skal gennemføres over en periode på 1 år.

4.6 Projektforslag 5: Udvikling af energieffektive remote-møbler med naturlige kølemidler

Formålet med dette projekt er at udvikle remote-kølemøbler til naturlige kølemidler. Disse skal være mindst lige så gode som optimerede HFC-kølemøbler. Derudover kan opnås en energibesparelse på 20 % ved at implementere resultaterne fra projektforslag 1.

4.6.1 Oversigtsskema

Beskrivelse	Indikatorer	Antagelser
<i>Overordnet målsætning</i> At reducere energiforbrug i driftsfasen i remote-kølemøbler der anvender naturlige kølemidler, gennem optimering af fordampere og afrymningscyklus, og mere energieffektivt design.	Energiforbrug: ikke større end optimerede HFC-møbler 20 % reduktion ved implementering af resultater fra projekt 1	
<i>Formål projekt mål</i> At udvikle mere energieffektiv version af eksisterende serier af remote-møbler til supermarkedsbranchen der anvender CO2 og brine som kølemiddel, til konkurrencedygtige priser	Skitsering af mere "miljøvenlig" version af eksisterende serier af remote-møbler til konkurrencedygtige priser foreligger	
<i>Resultater</i> Optimeret fordampere til det aktuelle kølemiddel udviklet Optimeret fordamperventilator samt optimal styringsstrategi for ventilator udviklet Optimeret afrymningscyklus f.eks. ved behovstyret afrymning udviklet Møblets udformning (herunder integrerede systemer til overdækning) samt styringsstrategi forbedret med reduktion af det direkte energiforbrug til følge	Dokumenterede specifikationer på optimeret fordampere, fordamperventil, afrymningscyklus og design foreligger.	At design imødekommer branchens forventninger og krav til fremtidens kølemøbler
<i>Aktiviteter</i> Specifikation af den konkrete indsats (kravspecifikation) Kontakt til underleverandører Design af ny fordampere til hhv. CO2 og brine samt valg af ventil Produktion af nye komponenter Optimering af fordampere og ventilator Udvikling af ny optimal styringsstrategi inkl. afrymningsfunktion Montage Målinger og test Optimering af luftfordeling i møbel (luftcirkulation og integreret overdækning) Tilpasning af møblets udformning (indsats omkring "Reduktion af varmetilførsel til kølemøbler" inddrages) Målinger og test Produktmodning og markedsføring	<i>Inputs</i> Totale omkostninger kr. 1.6 mill. kr. Hertil kommer ca. 0,6 mandeår i egenfinansiering fra branchen.	Underleverandører er villige til at indgå i samarbejdet

4.6.2 Formål

Dette indsatsområde sætter fokus på udvikling af energieffektive remote-møbler, hvor naturlige medier anvendes som kølemidler. Dette tiltag skal ses i tæt relation til indsatsen omkring reduktion af varmetilførsel til kølemøbler, hvor emner som vakuumisolering, skum, luftcirkulation og kuldebroer vil blive undersøgt. Indsatsen omkring "**Reduktion af varmetilførsel til kølemøbler**" vil

blive gennemført som et fælles projekt mellem plug-in og remote-møbler, da mange af de indgående problemstillinger er identiske.

Der skal udvikles energieffektive remote-møbler til supermarkedsbranchen, der anvender CO₂ og brine som kølemiddel.

Der vil blive taget udgangspunkt i eksisterende remote-møbler, hvor disse vil blive modificeret og optimeret på følgende områder:

- Udvikling af optimal fordamper til det aktuelle kølemiddel
- Optimering af fordamperventilator samt udvikling af optimal styringsstrategi for ventilator
- Optimering af afrinningscyklus f.eks. ved behovstyret afrimning
- Reduktion af det direkte energiforbrug til remote-møblet ved forbedring af møblets udformning (herunder integrerede systemer til overdækning) samt styringsstrategi

Indsatsen vil munde ud i at eksisterende serier af remote-møbler også vil kunne findes i en "miljøvenlig" version til konkurrencedygtige priser.

4.6.3 Baggrund

Miljøbelastningen fra remote-anlæg i supermarkeder i stor. Denne belastningen hidrører både fra energiforbruget og fra lækage af de kraftige drivhusgasser, som benyttes som kølemidler (R404A). De eksisterende systemer er typisk ikke særligt optimerede mht. energiforbrug, og der eksisterer således et stort potentiale for optimering på denne front. I supermarkeder er remote-møblerne de egentlige "forbrugere" af køleanlæggets kuldeydelse, hvilket betyder at dette netop er stedet hvor en optimering bør starte.

Endvidere er der i branchen et meget stort behov for udvikling af remote-møbler, der kan håndtere naturlige kølemidler optimalt, således at funktionen og energiforbrug samtidig bliver tilgodeset.

Det er således essentielt at der gives mulighed for udvikling af nye remote-møbler, som kan støtte branchens vej mod energieffektive remote-anlæg med naturlige kølemidler.

4.6.4 Indhold

I projektet skal der udvikles energieffektive remote-møbler, der anvender CO₂ og brine som kølemiddel. Projektet sætter fokus på udviklingen af 2 møbler; et møbel, der anvender CO₂ direkte i møblet med tøkspansion, samt et møbel, der anvender brine. Den nærmere brinetype skal udvælges på baggrund af en analyse, hvor indsatsen i projektet omkring "**Fremtidens remoteanlæg i supermarkeder**" inddrages. Brinen kan være baseret på en af de nyere typer (formiat eller acetat) eller glykol. Endvidere skal anvendelsen af CO₂ med pumpecirkulation også overvejes som et seriøst alternativ til de førnævnte.

Indsatsen vil indeholde følgende faser:

1. Specifikation af den konkrete indsats (kravspecifikation)
2. Kontakt til underleverandører
3. Design af ny fordamper til hhv. CO₂ og brine samt valg af ventil
4. Produktion af nye komponenter

5. Optimering af fordamper og ventilator
6. Udvikling af ny optimal styringsstrategi inkl. afrinningsfunktion
7. Montage
8. Målinger og test (efter EN-441)
9. Optimering af luftfordeling i møbel (luftcirkulation og integreret overdækning)
10. Tilpasning af møblets udformning (indsats omkring **"Reduktion af varmetilførsel til kølemøbler"** inddrages)
11. Målinger og test (efter EN-441)
12. Produktmodning og markedsføring

4.6.5 Aktører

Indsatsen skal gennemføres i tæt samarbejde mellem producenter, installatører og slutbrugere. Dette sikrer at det endelige produkt er målrettet i forhold til branchens krav og specifikationer.

En arbejdsgruppe nedsættes med ovennævnte interessenter.

4.6.6 Ressourcer

Projektets totale budgetramme ligger således på 1,6 mio. kr. + 0,6 mandeår i egenfinansiering fra branchen.

4.6.7 Tidsplan og milepæle

Indsatsen skal gennemføres over en periode på 2 år. Projektet indeholder 2 milepæle. Ved første milepæl skal der være dannet et klart billede af hvilke komponenter, der er tilrådighed fra underleverandører. Det skal således sikres at projektet ikke arbejder videre med løsninger, der ikke umiddelbart kan omsættes i produkter pga. manglende underleverandører. Ved anden milepæl, som ligger placeret sidst i projektet, skal der gøres status på den anvendte og testede teknologi. Det vurderes på hvilke områder produktmodningen primært skal fokuseres, for i sidste ende at sikre et konkurrencedygtigt produkt (pris, energi, levetid, service).

MILJØASPEKTER
FOR
KØLEMØBLER

1	INTRODUKTION	55
2	MILJØVURDERINGER	56
2.1	FORMÅL OG AFGRÆNSNING	57
2.2	OPGØRELSE	58
2.1	VURDERING	59
2.2.1	Karakterisering	60
	<i>Global</i>	61
	<i>Regional</i>	61
	<i>Lokal</i>	61
2.2.2	Normalisering	61
2.2.3	Vægtning	61
2.3	FORTOLKNING	62
3	HOVEDKOMPONENTER I ET KØLEMØBEL	63
3.1	PLUG-IN MØBLER	63
3.2	REMOTE ANLÆG	64
4	ET KØLEMØBELS LIVSFORLØB	65
5	HIDTIDIGE ERFARINGER FOR PLUG-IN MØBLER	67
6	UDVALGTE MILJØFORHOLD FOR PLUG-IN MØBLER	71
6.1	ENERGIFORBRUG	71
6.2	KØLEMIDLER	72
6.3	ISOLERINGSMATERIALER	73
6.4	ØVRIGE MATERIALER	73
6.4.1	Metaller	74
6.4.2	Plast	76
6.4.3	Bortskaffelse	76
7	MILJØMÆSSIG SCREENING AF ET REMOTE ANLÆG	77
7.1	ANLÆGSBESKRIVELSE	77
7.2	MATERIALER	78
7.3	OPGØRELSE I MEKA-SKEMA	78
7.4	VURDERING AF EMISSIONER	80
7.5	SAMLET VURDERING	82

1 Introduktion

Kølemøbler blev i foråret 2000 udpeget som et særligt indsatsområde, hvor Miljøstyrelsen har til hensigt at støtte produktudvikling og andre initiativer for at fremme renere produkter.

Nærværende notat er tænkt som et indledende oplæg til brug for diskussion af miljøforhold i relation til fremstilling, brug og bortskaffelse af kølemøbler. Diskussionen skal ses i relation til forprojekterne "Brancheindsats indenfor 'plug-in' kølemøbler" og "Brancheindsats for undersøgelse af alternative kølemidler i remote-kølemøbler.

I forprojektet er målet at udpege de væsentligste miljøforhold og opstille en handlingsplan der kan fremme miljøforbedringer gennem produktudvikling og andre tiltag indenfor branchen. Et af værktøjerne, der kræves anvendt i dette arbejde er miljøvurderinger eller livscyklusvurderinger.

Nærværende notat har til formål at :

1. Give en introduktion til hvad den metode er, der almindeligvis anvendes til miljøvurderinger i Danmark.
2. Skitsere de hovedelementer et kølemøbel består af som grundlag for en miljøvurdering, - både hvad angår plug-in møbler og remote anlæg.
3. Skitsere plug-in og remote anlægs livsforløb.
4. Give et resume over allerede gennemførte miljøvurderinger for plug-in møbler og de fremkomne resultater.
5. Præsentere en indledene screening for remote anlæg

2 Miljøvurderinger

I det følgende gives en kort beskrivelse af den miljøvurderingsmetode eller LCA-metode, der almindeligvis anbefales i Danmark. Metoden er den såkaldte UMIP-metode, hvor UMIP står for Udvikling af Miljørigtige IndustriProdukter. Metoden blev udviklet af Institutet for Produktudvikling i samarbejde med dansk industri i 1992-96.

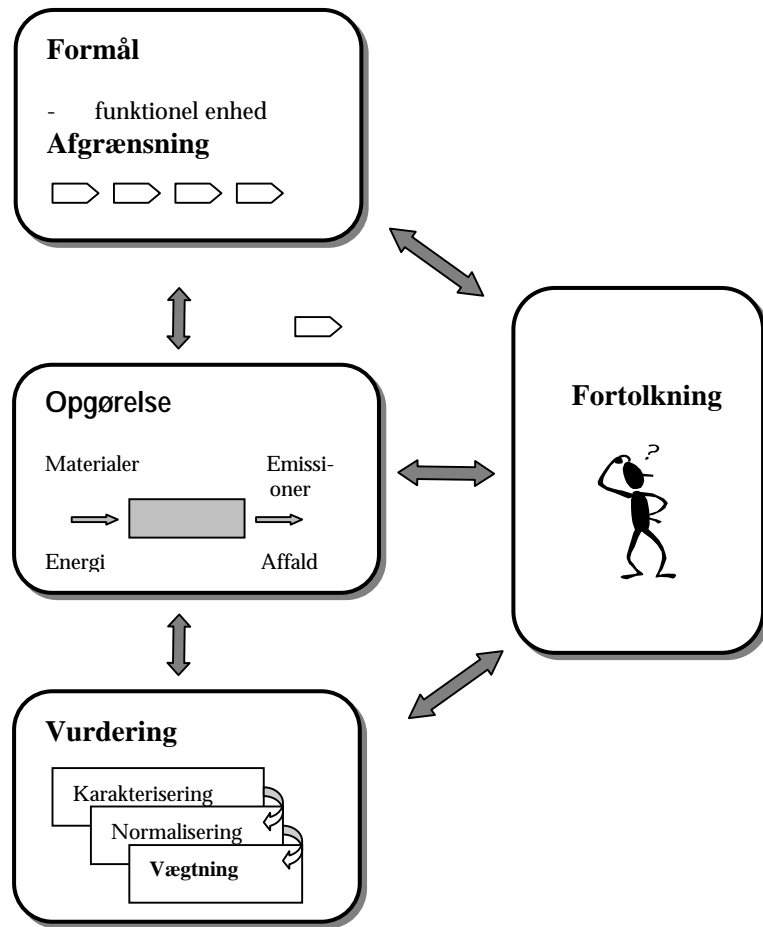
LCA stammer fra engelsk, hvor LCA står for **L**ife **C**ycle **A**ssessment. LCA bruges som regel på dansk som en kort form af ordet livscyklusvurdering.

En LCA af et produkt beskriver de væsentligste miljøforhold i hele produktets livsforløb, - fra råstofferne udvindes, over produktion til brug og bortskaffelse. Hovedprincipperne for gennemførelse af LCA er beskrevet i de internationale standarder ISO 14040 til 14043.

Principperne bygger på 4 hovedelementer som vist i figur 1.

Der findes en række metoder og værktøjer til praktisk gennemførelse af miljøvurderinger. Den metode, der anvendes mest i Danmark er UMIP-metoden. UMIP står for **U**dvikling af **M**iljørigtige **I**ndustri**P**rodukter. UMIP blev udviklet af Institutet for Produktudvikling, Dansk Industri og 5 danske virksomheder i perioden 1992-96 og støttet af Miljøstyrelsen.

UMIP består af en veldokumenteret, internationalt anerkendt metode samt et PC-værktøj. PC-værktøjet er et regneprogram til gennemførelse af miljøvurderinger samt en database.



Figur 1: Hovedelementerne i LCA.

De fire hovedelementer og de væsentligste arbejdsopgaver inden for hver er beskrevet nedenfor.

2.1 Formål og afgrænsning

Først skal målet med miljøvurderingen afklares. Afklar hvilke produkter vurderingen skal omfatte, og hvad resultaterne skal bruges til.

Dernæst skal produktet og dets ydelse defineres. For eksempel kan ydelsen for et køleskab til privat brug være nedkøling af 200 liter varer til 5 °C hele tiden gennem 12 år.

Er der tale om en sammenligning af to eller flere produkter, skal alle defineres. Dette er væsentligt, da kun produkter med samme ydelse kan sammenlignes.

Afgrænsningen sker ved, at livsforløbet for produktet eller produkterne beskrives. Et produkts livsforløb deles almindeligvis op i de fem livscyklusfaser:

- Materialefase
- Produktionsfase
- Brugsfase
- Bortskaffelsesfase

- Transportfase

Materialefasen omfatter udvinding og forarbejdning af råstoffer. Det omfatter f.eks. udvinding af jernmalm og forarbejdning til stål eller udvinding af råolie og raffinering til olieprodukter. Her sker afgræsningen gennem hvilke materialer, der medtages i vurderingen.

Produktionsfasen omfatter virksomhedens aktiviteter i form af fremstilling af selve produktet. Der medtages de processer og aktiviteter, der er væsentlige for fremstilling af produktet ud fra forbruget af råvarer, energi og hjælpestoffer.

Brugsfasen omfatter de aktiviteter, der foregår, fra produktet forlader virksomheden, og indtil produktet kasseres. Drejer det sig om et køleskab, er elforbruget interessant. Drejer det sig om en kaffekop, er den daglige rengøring interessant. For nogle produkter er denne fase vigtig, mens der for andre produkter ikke er forhold, som er væsentlige for miljøet.

Bortskaffelsen af det kasserede produkt afhænger af det enkelte produkt. Affaldsbehandlingen for husholdningsaffald og en del industriaffald er i Danmark hovedsagelig forbrænding. For andre typer af kasserede produkter vil genanvendelse være relevant. Ofte er muligheder for genanvendelse lagt fast ud fra materialevalget (metaller kan oparbejdes, visse plasttyper kan ikke).

Transportfasen omfatter transporten af råmaterialer til producenten, transport fra producenten til forbrugeren, eventuel transport i brugsfasen samt fra forbrugeren til genvinding eller forbrænding.

2.2 Opgørelse

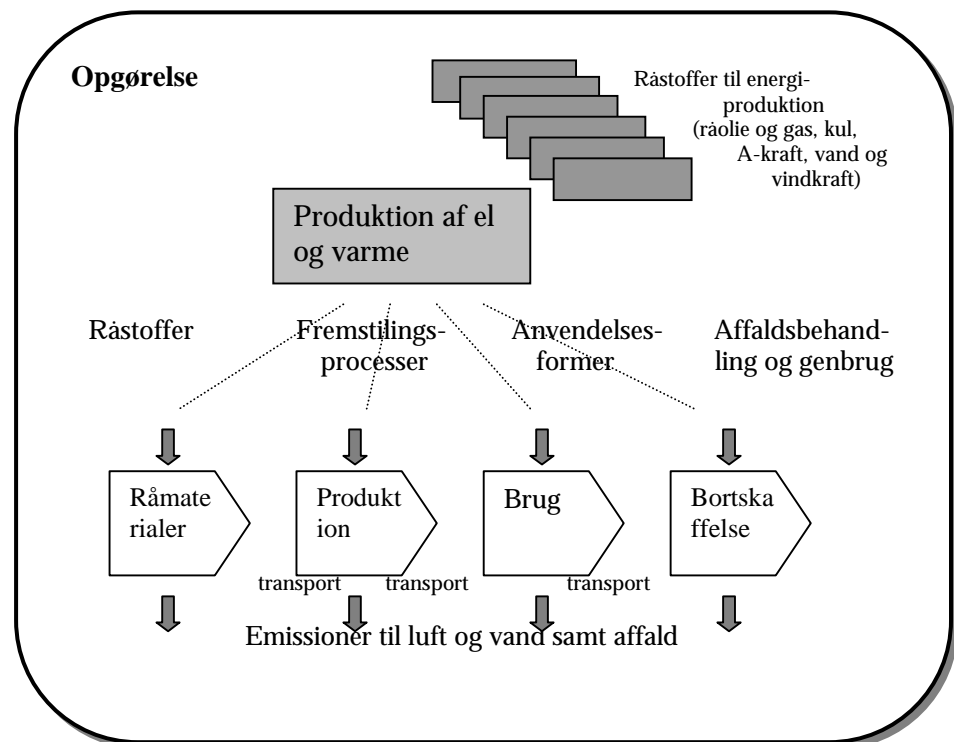
Alle strømme, der går ind og ud i produktets livsforløb skal kortlægges. De indgående strømme omfatter forbrug af materialer og hjælpestoffer samt energi. De udgående strømme omfatter udledninger til luft og vand samt affald. Hovedelementerne i opgørelsen er vist i figur 2.

I produktets livsforløb anvendes energi i form af el, varme og brændsler. Fremstilling af el og varme sker på kraftværker, hvor der sker en omsætning af råstoffer til el. Ved en miljøvurdering tages hensyn til dette, de energitab, der er samt de emissioner og affaldsmængder, der følger med. Dette er vist i figuren 'Produktion af el og varme'.

Til fremstilling af el og varme anvendes råstoffer. Miljøbelastningen fra udvinding af disse er illustreret øverst i figuren.

I hver af et produktlivscyklusfaser anvendes materialer og energi. Udvinding af materialer er ikke illustreret i figur 2, men medtages i en miljøvurdering.

Til UMIP-metoden findes et PC-værktøj, som er et beregningsprogram med en tilhørende database. Ved hjælp af dette beregningsprogram kan opgørelsen ved hjælp af egne data samt data fra databasen gennemføres.

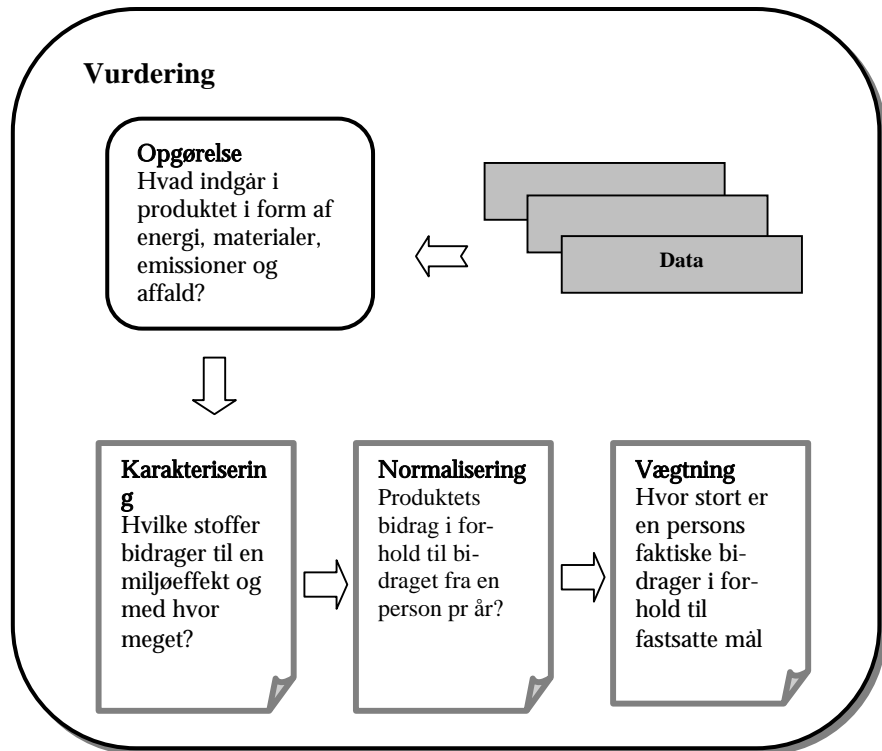


Figur 2: Elementerne i en LCA-opgørelse.

Vurderingen omfatter 3 niveauer. De er baseret på opgørelsen og følger naturligt efter hinanden. De 3 niveauer betegnes:

- Karakterisering
- Normalisering
- Vægtning

Sammenhængen mellem de 3 niveauer i vurderingen er illustreret i figur 3.



Figur 3: De 3 niveauer i en vurdering.

2.2.1 Karakterisering

Den samlede opgørelse er en lang række af materiale- og energiforbrug, emissioner og affald fra hele livsforløbet.

Karakteriseringen består i at omsætte opgørelsen til påvirkninger af miljøet. Der er defineret et sæt af miljøeffekter, der hver viser påvirkningen af visse forhold i omgivelserne. Nogle effekter viser noget om påvirkningen i det nære miljø, andre effekter viser påvirkningen i et større perspektiv og andre viser f.eks. påvirkningen af mennesker.

Emissionerne og affald klassificeres efter de miljøeffekter, de bidrager til. F.eks. bidrager kuldioxid til drivhuseffekten og svovldioxid bidrager til forurening. Nogle stoffer bidrager til flere effekter på en gang. Miljøeffekterne opgøres i forskellige enheder. Drivhuseffekten er f.eks. opgjort i CO₂-ækvivalenter. Alle emissioner, der bidrager til drivhuseffekten omregnes derefter til CO₂-ækvivalenter. Dette kaldes karakterisering.

Den metode, der er anvendt her opdeler effekterne i tre kategorier, globale, regionale og lokale effekter. Effekterne er vist i tabel 1.

De indgående strømme, forbrug af materialer og energi, medtages i opgørelsen af ressourceforbruget. Her opgøres forbruget af råstoffer for hvert materiale og energiforbrug.

Hver af disse effekter "måler" forskellige aspekter af miljøpåvirkningen og kan ikke umiddelbart sammenlignes eller vurderes under et.

Tabel 1. Miljøeffekter

Kategori	Effekt	Stoffer, der bidrager til effekten
Global	Drivhuseffekt	Kuldioxid og andre drivhusgasser.
	Ozonedbrydning	CFC og andre lignende stoffer, der nedbryder ozonlaget.
Regional	Forsuring	Sure forbindelser af hovedsagelig kvælstof og svovl, der giver anledning til sur regn.
	Næringsaltbelastning	Udledning af kvælstof og fosfor, der bidrager til algevækst og iltsvind.
	Fotokemisk ozondannelse	En blanding af organiske opløsningsmidler og kvælstofforbindelser, der gennem forskellige reaktioner i luften giver anledning til dannelse af ozon ved jordoverfladen.
Lokal	Human toksicitet	Udledning af giftige stoffer, der kan påvirke mennesker på kort sigt.
	Økotoxicitet	Udledning af giftige stoffer til det vandige miljø eller til jord, der kan påvirke dyr, planter og andre organismer på kort sigt.
	Persistent toksicitet	Udledning af giftige stoffer, der ikke eller meget langsomt nedbrydes. Disse stoffer påvirker mennesker, dyr og planter på langt sigt.
	Affald	
	Volumenaffald	Almindeligvis på losseplads.
	Slagge og aske	Almindeligvis på særligt deponi.
	Farligt affald	Kræver speciel behandling.
Radioaktivt affald	Kræver speciel behandling.	

2.2.2 Normalisering

Ved en normalisering sættes miljøeffekterne i forhold til den gennemsnitlige påvirkning fra en person.

Ved en normalisering af ressourceforbruget sættes forbruget i forhold til, hvad en gennemsnitsperson forbruger af den pågældende ressource i løbet af et år. Miljøeffekterne sættes i forhold til de gennemsnitlige bidrag for en person. Ved normaliseringen opgøres ressourceforbruget og miljøeffekterne i personækvivalenter.

Formålet med normaliseringen er at give et mål for miljøeffekternes og ressourceforbrugenes relative størrelser i forhold til de samlede miljøpåvirkninger. Normaliserede miljøeffekter og ressourceforbrug kan sammenlignes.

2.2.3 Vægtning

Betydningen af ressourceforbruget og miljøeffekterne set i et miljømæssigt perspektiv udtrykkes ved at omregne de normaliserede personækvivalenter til en vægtet personækvivalent.

Ved vægtningen sættes ressourceforbruget for hvert enkelt råstof i forhold til forsyningshorisonten og dermed den andel af ressourcen, der er til rådighed for en person og alle dens efterkommere på verdensplan. Det vægtede ressourceforbrug opgøres i personreserver (ofte angivet i milli-personreserver, mPR).

Ved vægtningen af miljøeffekterne sættes den enkelte miljøeffekt op mod det politiske reduktionsmål (for Danmark eller hele verden). Den vægtede miljøeffekt opgøres i milli-person-ækvivalenter-målsat (ofte angivet mPEM).

Ved vurdering af et produkt kan det konstateres hvilke miljøeffekter og ressourceforbrug, der er de væsentligste. Det er ligeledes muligt at udpege hvilke forhold, der giver anledning til det.

Ved en sammenligning af 2 produkter sammenlignes størrelsen af hver af de opgjorte ressourceforbrug og miljøeffekter. Det kan dels konstateres hvilke effekter, der er de væsentligste og dels hvilke forhold, der gør at det ene produkt er mere miljøbelastende end det andet.

2.3 Fortolkning

Af figur 1 fremgår det at fortolkningselementet er relevant i forbindelse med alle de tre øvrige elementer (formål og afgrænsning, opgørelse og vurdering).

I en fortolkning er det væsentligt at

- sammenligne vurderingens resultater med de opstillede mål
- tage hensyn til afgrænsninger og forudsætninger der er foretaget i starten og undervejs
- tage hensyn til usikkerheder og manglende data i opgørelsen

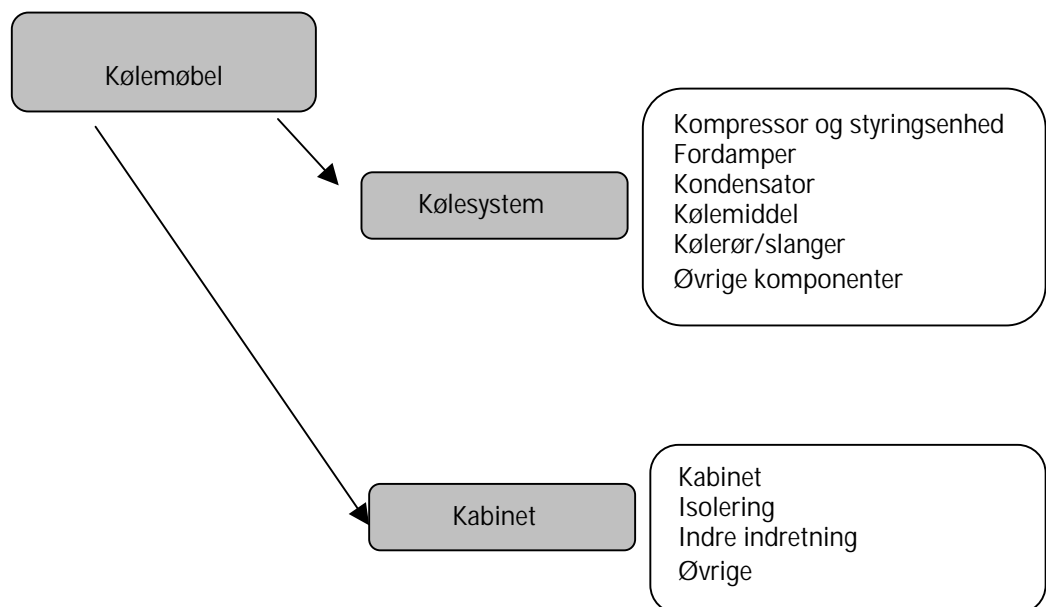
Vurderingen, baseret på vægtede miljøeffekter og ressourceforbrug, skal fortolkes og sammenholdes med målet for miljøvurderingen.

3 Hovedkomponenter i et kølemøbel

Med henblik på at se på miljøforhold for kølemøbler i et livscyklusperspektiv er det væsentligt at opstille en skitse for de hovedkomponenter et kølemøbel består af. I det efterfølgende er dette vist for henholdsvis plug-in møbler og remote anlæg.

3.1 Plug-in møbler

I figur 4 er vist en principskitse for plug-in møbler. Kølesystemet er en integreret del af apparatet.



Figur 4: Principskitse for kølemøbler

De væsentligste materialer, der anvendes i dag er:

- Kompressor, fordamper og kondensator består primært af metaller, stål, kobber og aluminium.
- Kølemidler, der anvendes i dag kan være isobutan og R134a.
- Kølerør eller -slanger fremstilles almindeligvis af kobber, aluminium eller stål.
- Kabinettet er fremstillet af stål, der er overfladebehandlet med pulvermaling eller andet.
- Isoleringsskummet er baseret på polyuretanskum, blæst op med kulbrinter eller HFC'er.

- Den indre indretning er primært udført i ABS-plast. Der anvendes stål til trådkurve og PVC til tætningslister.

3.2 Remote anlæg

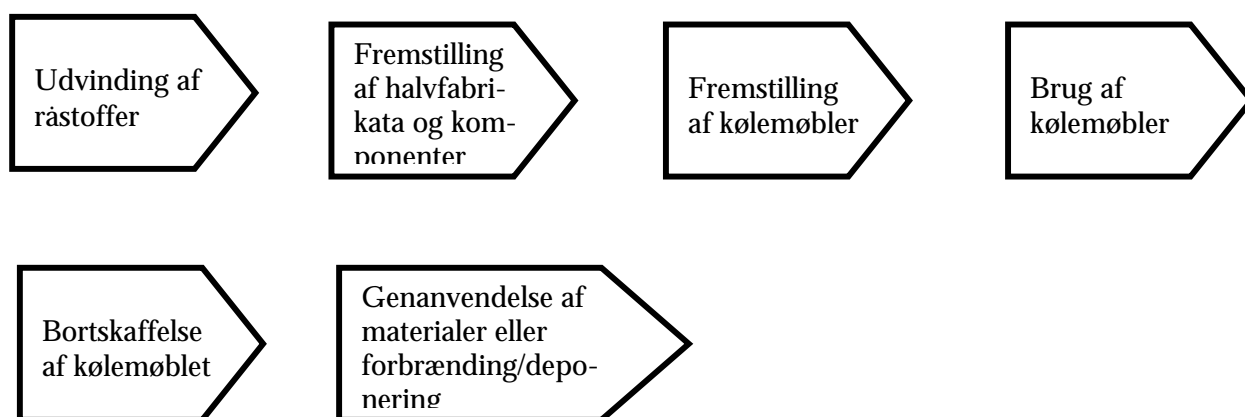
Remote anlæggene er karakteriseret ved at kølesystem og kabinet er fysisk adskilt. Kabinettet eller gondolen er monteret med fordamper, mens kompressor, kondensator og styringsenhed findes samlet og ofte forbundet med flere kabinetter via et rørsystem, hvori kølemidlet føres.

De væsentligste materialer, der anvendes i dag er:

- Kompressor, fordamper og kondensator består primært af metaller, stål, kobber og aluminium.
- Rørføringer fremstilles af kobber.
- Kølemidlet der anvendes i dag er fortrinsvist R 404a.
- Kabinettet er fremstillet af stål med mindre mængder af kobber og aluminium til rørføringer og fordamper. Den indre indretning er som regel udført i ABS-plast.
- Isoleringsskummet er baseret på polyurethan blæst op med HFC'er (primært R 134a)

4 Et kølemøbels livsforløb

I figur 5 er vist hovedtrækkene i et kølemøbels livsforløb. Det viste livsforløb dækker både plug-in møbler og remote anlæg.



Figur 5: Hovedtrækkene i et kølemøbels livsforløb

Udvinding af råstoffer og raffinering til metaller sker forskellige steder i verden. Hvorfra materialerne hentes vil afhænge af verdensmarkedet.

Plastgranulat til de forskellige typer fremstilles ud fra råolie og naturgas af den kemiske industri i Europa. De kemikalier, der anvendes i form af råstoffer til fremstilling af skum, kølemidler, pulvermaling m.v. fremstilles ligeledes ud fra råstoffer, der fremstilles af den kemiske industri.

Fremstilling af halvfabrikata og komponenter skal opfattes bredt og dækker f.eks. fremstilling af kompressorer, rør og andet. Aktiviteterne foregår primært i Danmark og involverer et bredt spekter af processer og materialer.

Fremstilling af kølemøblet omfatter selve produktionen. Det omfatter primært bearbejdning af metal og plast, montage samt overfladebehandling.

I brugen er det væsentligste energiforbruget og lækage af kølemiddel fra kølesystemet samt afdampning af blæsemiddel fra skummet. Rengøring og anden vedligehold er af mindre betydning. Den reelle levetid for et plug-in møbel antages at være 12 år, mens levetiden for remote anlæg sættes til 15 år.

Efter brugen skal det kasserede kølemøbel bortskaffes. Der sker en vis adskillelse af det kasserede produkt og aftapning af kølemiddel. Metallerne sendes i et vist omfang til oparbejdning. Øvrige dele forbrændes og/eller deponeres.

I de efterfølgende miljøvurderinger opdeles et kølemøbels livscyklus i 4 faser. Materialefasen omfatter udvinding af råstoffer og fremstilling af halvfabrikata og komponenter. Produktionsfasen dækker fremstilling af kølemøblet. Brugsfasen dækker selve anvendelsen af kølemøblet og bortskaffelsesfasen omfatter dels håndtering af kasserede produkter og oparbejdning eller affaldsbehandling.

5 Hidtidige erfaringer for plug-in møbler

Miljøforhold har været diskuteret i forhold til kølemøbler gennem mange år og der er gennem de sidste 10 år gennemført en række LCA'er på forskellige plug-in kølemøbler.

En af de første detaljerede vurderinger, der blev gennemført, var en vurdering af Gram's LER200 skab (1996).

Senere er der i forskellige projektsammenhænge blevet gennemført vurderinger af

- En iscremefryser produceret af Caravell A/S
- Et køle-fryseskab produceret af Vestfrost A/S
- En flaskekøler produceret af Vestfrost A/S
- Et fryseskab produceret af Gram A/S

Alle disse miljøvurderinger er gennemført med UMIP-metoden (beskrevet under afsnit 2) og viser de samme overordnede resultater.

Den første miljøvurdering af LER200 er den mest detaljerede og giver et godt billede af hvilke forhold, der er de væsentligste og hvor i produktets livscyklus de findes. De øvrige vurderinger er ikke så detaljerede, men viser de samme hovedtendenser.

Som eksempel på en af de gennemførte miljøvurderinger er i det følgende valgt at vise vurderingen for en flaskekøler fremstillet af Vestfrost A/S. Flaskekøleren er en modificeret model 410-71 med et bruttovolumen på 410 liter og en antaget levetid på 7 år.

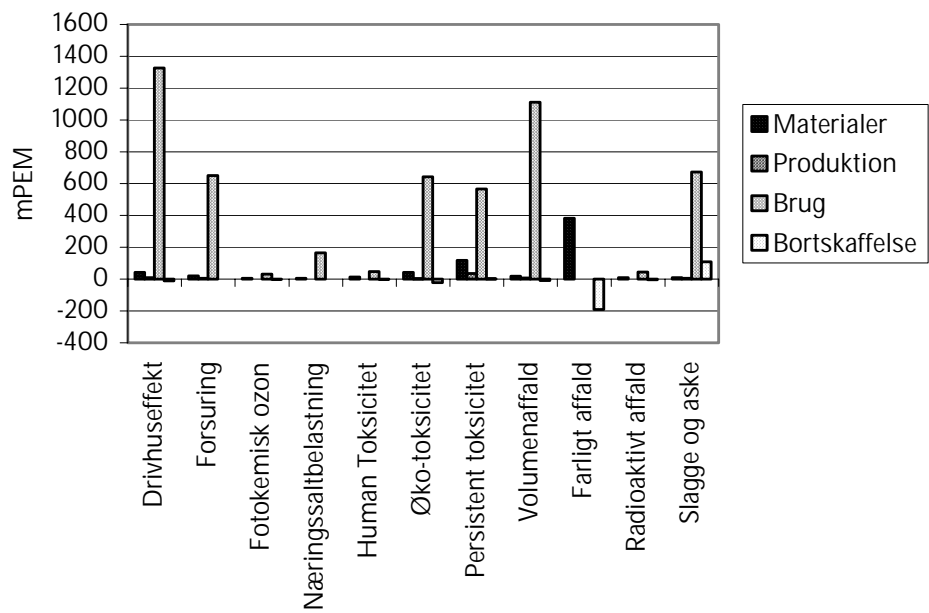
Resultaterne er vist i form af vægtede opgørelser. Det er den form, der er mest almindelig, når UMIP-metoden anvendes. Hver person kan over et år for alle personens aktiviteter 'tillade sig' at forårsage en miljøbelastning svarende til 1 PE = 1 person-ækvivalent. Hver person og alle dens efterkommere kan ligeledes 'tillade sig' at forbruge 1PR = 1 person-reserve. De enheder, der derfor anvendes er:

1 mPEM = 1 milli-person-ækvivalent-målsat, hvor målsat betyder at der er indregnet betydningen af den enkelte miljøeffekt

1mPR = 1 milli-person-reserve

Resultaterne er således alle opgjort pr år, hvor der er taget hensyn til levetiden af produktet.

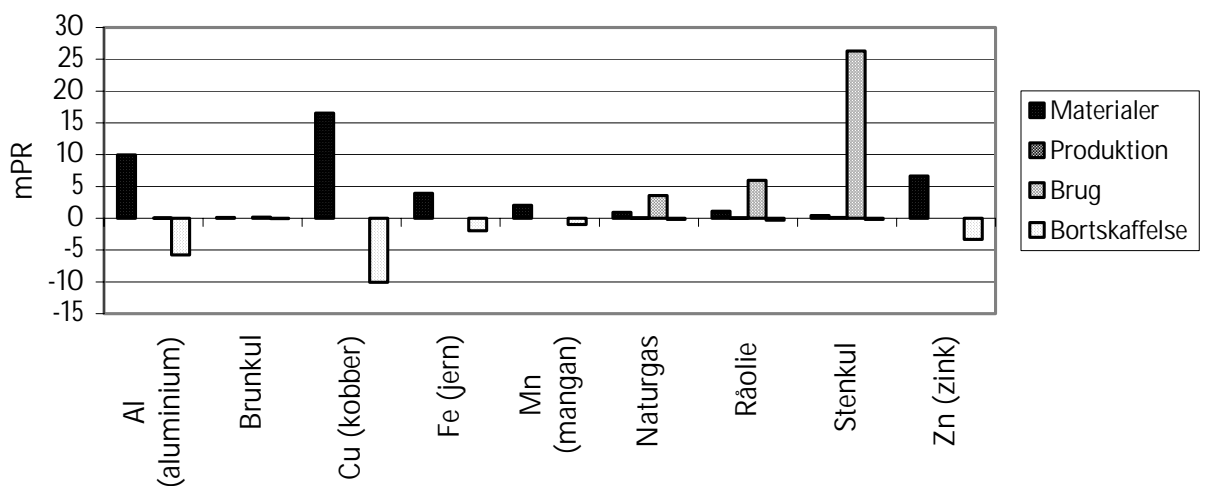
I figur 6 er vist de samlede opgjorte miljøeffekter og i figur 7 er vist de samlede opgjorte ressourceforbrug.



Figur 6: Miljøeffekter for en flaskekøler.

I figur 6 ses at de største miljøeffekter hidrører fra brugsfasen. Her er bidraget til drivhuseffekten den største. Også forsuring, øko-toksicitet, persistent toksicitet, volumenaffald og slagge og aske er store. Disse bidrag er et billede på elproduktion i Danmark, hvor elproduktionen er kulbaseret.

Bidraget til drivhuseffekten er på ca. 1300 mPEM, svarende til 1,3 PEM, - det vil sige bidraget til drivhuseffekten fra en flaskekøler af den aktuelle type er større end det samlede ønskværdige bidrag fra 1 persons samlede aktiviteter.



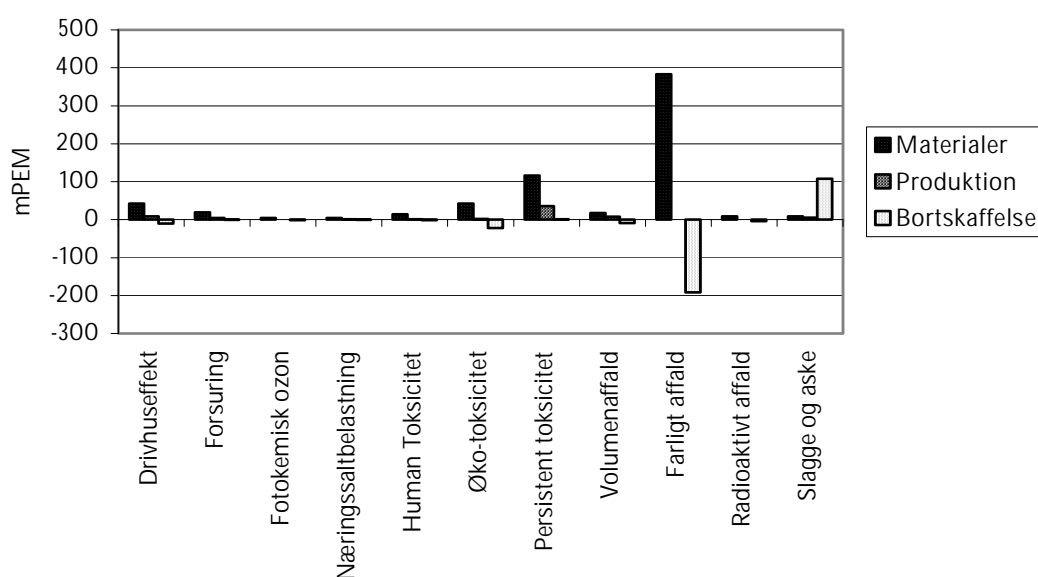
Figur 7: Samlede ressourceforbrug for en flaskekøler

I figur 7 ses at metallerne aluminium, kobber og jern betyder meget for materialefasen. Det er her udvindingen og bearbejdningen af disse materialer ligger. Kobber betyder mest, da det er en knap ressource. Jern betyder mindst, da forsyningen på verdensplan er rigelig. Ellers bruges der en stor mængde kul, - dette er til elproduktionen i brugsfasen.

Sammenlignes figur 6 og 7 ses at miljøbelastningen fra forbruget af ressourcer ligger på et langt lavere niveau end miljøbelastningen fra udledningerne (miljøeffekterne).

For at se nærmere på materialer, produktion og bortskaffelse er brugsfasen fjernet i figur 8 og 9, - ellers viser disse figurer, de samme opgørelser.

Figur 8: Miljøeffekter fra materialer, produktion og bortskaffelse af en flaskekøler



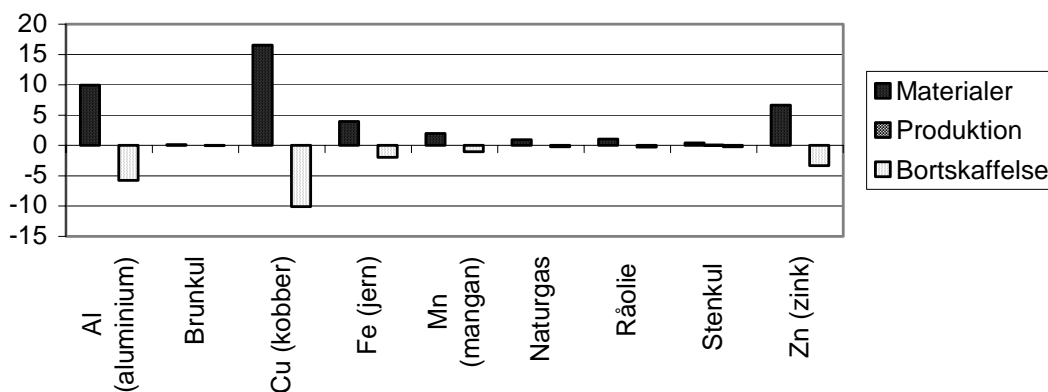
I figur 8 kan ses at bidragen fra produktionen er meget små. De små bidrag, der kommer fra energiforbruget. Årsagen til dette er bl.a. at fremstilling af komponenter m.v. er lagt under materialefasen og at kun ganske få aktiviteter, ud over montage, er henregnet under produktionen.

Materialerne giver ligeledes relativt små bidrag, - kun affald og persistent toksicitet (ikke nedbrydelige stoffer) betyder noget. De fleste bidrag stammer fra udvinding af materialerne. En mindre del stammer fra affaldsforbrænding ved bortskaffelse af det kasserede produkt.

I den aktuelle flaskekøler er der anvendt kulbrinter som kølemiddel. Såfremt der var anvendt HFC'er ville bidraget til drivhuseffekten have været større.

I figur 9 er vist ressourceforbrugene. Her ses at kobber, aluminium og zink er de væsentligste. Der anvendes relativt meget aluminium, mens kobber og zink skyldes meget miljømæssigt, fordi de er knappe ressourcer. De negative værdier betyder at en del af materialerne genbruges, således at det samlede ressourceforbrug for f.eks. aluminium er $10 \text{ mPR} - 5,5 \text{ mPR} = 4,5 \text{ mPR}$.

Figur 9: Ressourceforbrug for materialer, produktion og bortskaffelse for en flaskekøler



Ud fra det tidligere arbejde med miljøvurderinger og øvrige erfaringer kan følgende væsentlig problemstillinger trækkes frem for plug-in møbler:

1. Energiforbrug i driftsfasen er meget afgørende for produktets samlede miljøbelastning med hensyn til bidrag til drivhuseffekten.
2. Kølemidler af HFC typen giver store bidrag til drivhusbelastningen, hvorimod kulbrinter er af næsten ingen betydning. Da der sker en vis lækage i kølemøblets levetid vil det være af betydning, selvom lækageraten er lille. Betydningen er dog væsentlig mindre end energiforbruget i driftsfasen.
3. Isoleringsmaterialer, der består af polyuretanskum og blæst op med HFC-gasser er miljøbelastnede. Selve fremstillingen af komponenterne til polyuretan-skummet indebærer miljømæssigt betænkelige forhold. Dertil kommer afgivelse af blæsemiddel under brugen af kølemøblet. Betydningen er dog væsentlig mindre end energiforbruget i driftsfasen.
4. Et kølemøbel består af en række materialer. Her skal nævnes nogle få eksempler, som PVC, kobber og aluminium..
5. Kasserede kølemøbler er set i relation til bortskaffelse og genvinding vanskelige at håndtere fordi et kølemøbel består af en række komponenter og materialer. Kølemidlet aftappes som regel og i visse sammenhænge adskilles resten af møblet. Der er dog stadig et stort potentiale for oparbejdning af materialer, således at affaldsmængden minimeres og ressourcerne udnyttes mere optimalt.

Emballage, transport og produktionsspild er ligeledes forhold der kan overvejes, men i denne sammenhæng anses disse forhold ikke at være så betydende som de øvrige.

6 Udvalgte miljøforhold for plug-in møbler

6.1 Energiforbrug

For at vurdere energiforbrugets betydning er der taget udgangspunkt i et energiforbrug på 0,75 kWh pr døgn for et køle/fryseskab. Det kan variere en del men ligger almindeligvis mellem 0,5 og 1 kWh. Dette svarer til et årligt forbrug på ca. 260 kWh eller 3000 kWh ved en levetid på 12 år.

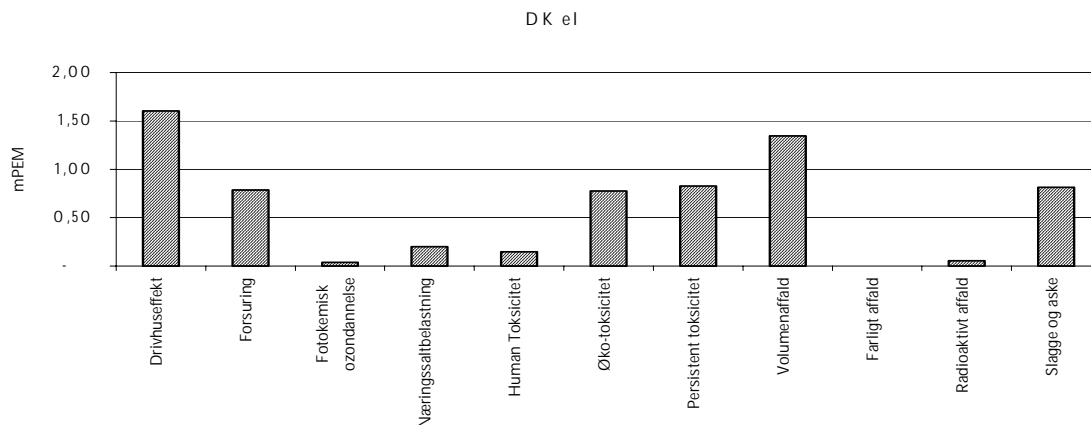
Et elforbrug på 3000 kWh svarer til 11.000 MJ. Til fremstillingen af materialer forbruges 500-1.000 MJ og i selve produktionen af kølemøblet 1-500 MJ (data fra de gennemførte miljøvurderinger).

Fremstilling af el i Danmark er primært baseret på kul og giver anledning til væsentlige bidrag til drivhuseffekten, forsurening og effekter i det vandige miljø (økotoksicitet) samt en del affald.

Fremstilling af 1 kWh el i Danmark giver anledning til et bidrag til drivhuseffekten på 0,16 mPEM, baseret på en CO₂ emission på 1,07 kg. Disse data, er de data, der ligger til grund for miljøvurderinger gennemført med UMIP-databasen. Nyere tal viser en lavere CO₂ emission, - men disse er ikke mulige at anvende i UMIP-værktøjet i dag.

Et typisk kølemøbel vil således give anledning til et bidrag til drivhuseffekten på 40-45 mPEM pr år stammende fra elforbruget, mens de første faser i kølemøblets livscyklus vil give anledning til bidrag i størrelsesordenen 4-5 mPEM eller 10 %.

I figur 10 er vist miljøbelastningen fra forbrug af 10 kWh produceret i Danmark. Som det ses af figuren er drivhuseffekten den dominerende effekt og den, man for enkeltheds skyld, kan nøjes med at fokusere på. Der skal gøres opmærksom på at der i figur 10 er vist en vægtet opgørelse (1 kg Co₂= 0,15 mPEM)



Figur 10: Miljøbelastninger ved fremstilling af 10 kWh el i Danmark

6.2 Kølemidler

Af kølemidler anvendes kulbrinter, HFC 134a eller andre HFC forbindelser. Kølemidlerne er i sig selv ikke sundhedsmæssigt betænkelige, - men ved udledning til atmosfæren giver de betydelige bidrag til drivhuseffekten.

Udledning til atmosfæren sker ved lækager under brugen af kølemøblet og kan ske ved produktion af kølemidlet samt ved påfyldning og aftapning.

Miljøforhold ved selve fremstillingen af kølemidler kan ikke vurderes i nærværende notat, da der ikke have kendskab til det.

Mængden af kølemiddel i et kølemøbel er meget varierende og det samme er derfor den mængde der afgives ved lækage under brugen af kølemøblet.

Almindeligvis vurderes kølemedierne ud fra deres drivhuseffekt. Udvalgte kølemedier og den medfølgende drivhuseffekt er vist i tabel 2.

Tabel 2: Bidrag til drivhuseffekten, målt i gram CO₂ pr gram kølemiddel og som vægtet opgørelse (mPEM).

Kølemiddel	GWP g CO ₂ pr gram kølemiddel	Drivhuseffekt mPEM pr. kg kølemiddel
Kulbrinter	3	0,44 mPEM
CFC11	4.000	589 mPEM
CFC12	8.500	1.270 mPEM
HFC125	3.200	478 mPEM
HFC134a	1.300	194 mPEM
HFC143a	4.400	657 mPEM
R404	3.700	553 mPEM

Anvendes kulbrinter, som f.eks. cyclopentan eller isobutan, vil bidraget til drivhuseffekten være så lille at der kan ses bort fra det.

Ved en lækagerate på 1 gram pr. år vil et kølemøbel med en levetid på 12 år forårsage et bidrag til drivhuseffekten på 0,194 mPEM pr. år, når der anvendes HFC134a. For den samlede levetid på 12 år bliver dette til 2,3 mPEM.

Kendes den reelle lækage-rate kan det reelle bidrag udregnes. Da lækage-raten antages at være nogle få gram pr år eller mindre vil bidraget fra lækage af kølemiddel være langt mindre end bidrag til drivhuseffekten forårsaget af strømforbruget.

I det ovenstående og i de hidtidige gennemførte miljøvurderinger er alene foretaget en vurdering af miljøbelastningen fra udslip af kølemidler til atmosfæren. Der er ikke taget hensyn til miljøbelastningen fra fremstilling af kølemidlet og det forbrug af råstoffer, der er i den forbindelse.

6.3 Isoleringsmaterialer

Isoleringsmaterialer fremstilles i dag primært af polyuretanskum. Polyuretanskummet fremstilles ved at lade en isocyanat reagere med en polyol under tilsætning af blæsemiddel.

Miljø- og sundhedsforholdene ved fremstilling af isocyanater og polyoler er ikke medregnet i de allerede gennemførte miljøvurderinger. Hvorledes de bidrager til den samlede miljøbelastning, - eller hvorledes alternative materialer ville bidrage kan derfor ikke vurderes.

Det væsentligste forhold, der er medtaget i de gennemførte miljøvurderinger, er afgivelse af blæsemiddel fra skummet under brugen af kølemøblet.

De blæsemidler, der er almindelige i dag kan findes blandt stofferne angivet i tabel 2. Som det også kunne ses under kølemidler er bidraget fra hydrocarboner minimalt.

Ved afgivelse af 10 gram blæsemiddel pr år eller mere vil bidraget til drivhuseffekten for f.eks. HFC134a udgøre omkring 2 mPEM pr. år.

Bidraget til drivhuseffekten må således anses for at være større fra afgivelse af blæsemiddel fra skummet end fra lækage fra kølesystemet, når der er tale om plug-in kølemøbler. For remote-kølemøbler kan forholdet være anderledes.

6.4 Øvrige materialer

Blandt øvrige materialer er det relevant at nævne de hovedmaterialer et kølemøbel består af. De mest almindelige er stål, kobber og aluminium til kompressor, fordampere, kondensator og kabinet. Til den indre indretning anvendes fortrinsvis ABS-plast og PVC til tætningslister.

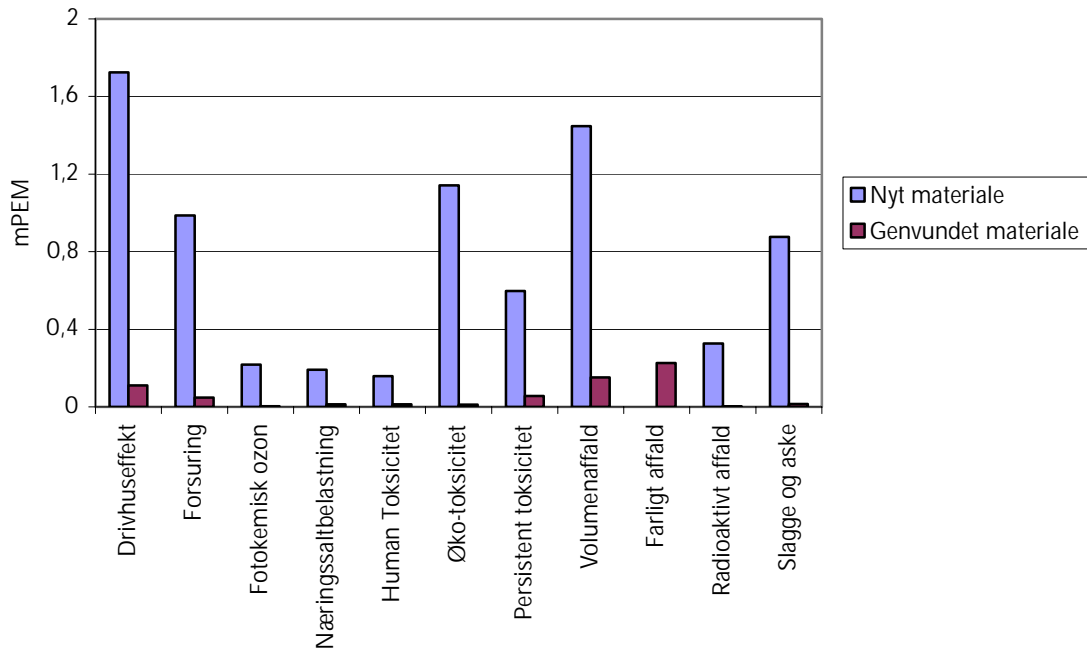
En række andre materialer indgår i for eksempel styringsenhed, til lampe og andre mængdemæssigt mindre betydende dele. Disse er ikke medtaget her

Øvrige materialer bidrager i begrænset omfang til miljøbelastningen for et kølemøbel set i hele dets livsforløb, - men er der fokus på produktudvikling og miljøforbedringer, vil nogle af de forhold, der nævnes i det efterfølgende være relevante.

6.4.1 Metaller

Af de tre metaller stål, kobber og aluminium er kobber det mest miljøbelastende materiale pr kg. Det har ligeledes stor betydning hvor vidt der anvendes nye eller oparbejdede materialer, - især for aluminium og kobber.

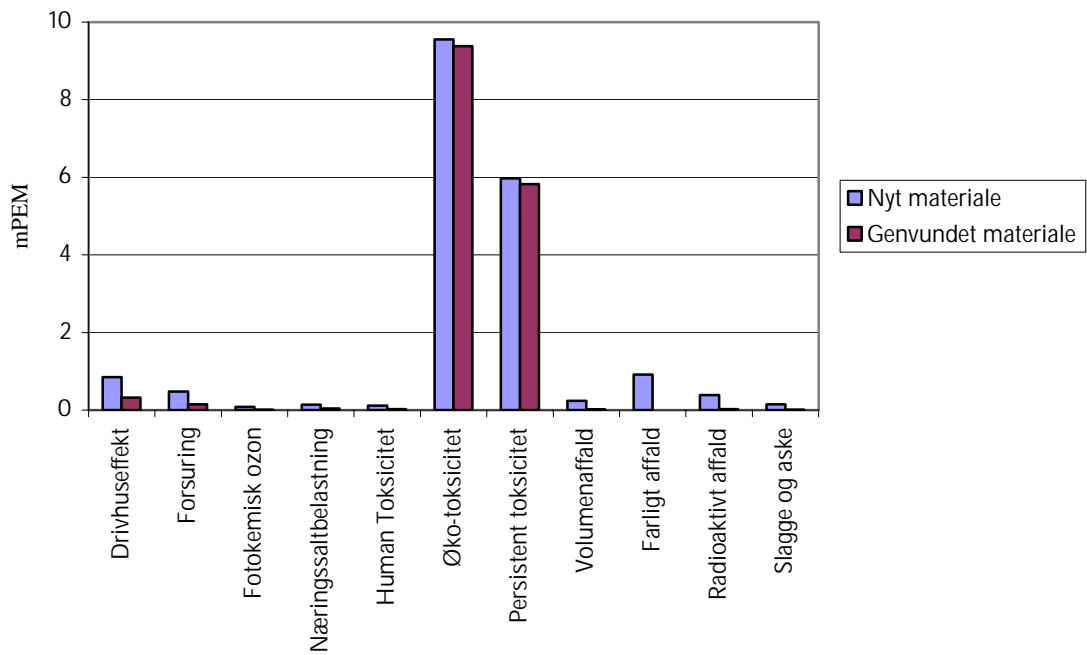
Miljøbelastningen fra nye og genvundne materialer er vist i de følgende figurer.



Figur 11: Forbrug af 1 kg aluminium til et produkt med 1 års levetid, nyt og 100% genvundet materiale.

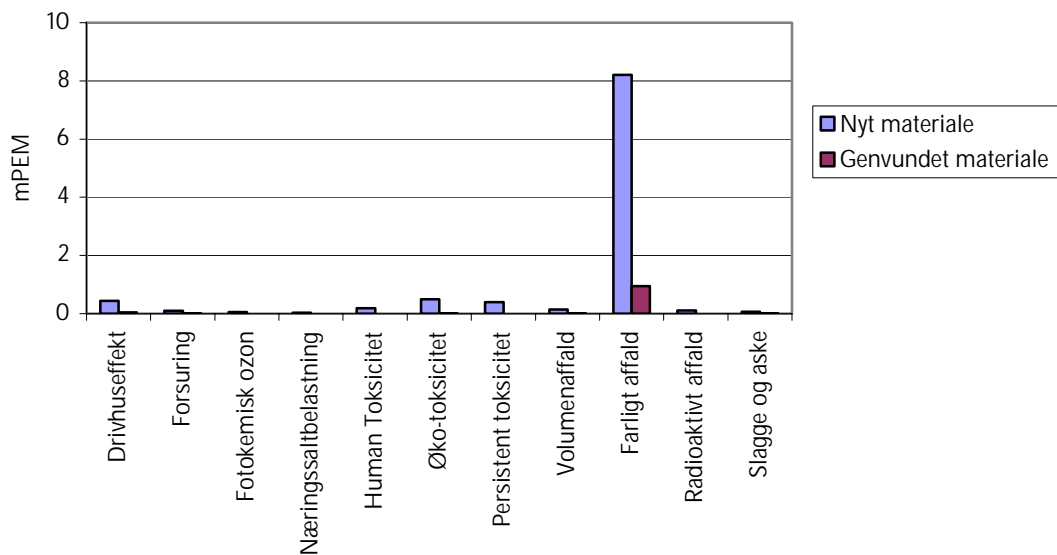
Som det ses af de opgjorte miljøbelastninger for aluminium er der stor forskel på om man anvender ny-udvundet materiale eller om man anvender oparbejdet materiale.

Miljømæssigt ligger den store forskel mellem de to kvaliteter i energiforbruget. Da oparbejdning af bauxit-malm er en mere energitung proces end en omsmelting og raffinering af aluminiumskrot, anvendes der langt mere energi til udvinding af aluminium. De viste miljøeffekter afspejler energiforbrug, produceret på verdensplan.



Figur 12: Forbrug af 1 kg kobber til et produkt med 1 års levetid, nyt og 100 % genvundet materiale.

Kobber er et materiale, der er meget giftigt for vandmiljøet og ikke nedbrydeligt, - derfor de to store miljøeffekter. I øvrigt ses det at miljøbelastningen er noget mindre for oparbejdet materiale i forhold til nyt materiale.



Figur 13: Forbrug af 1 kg stål til et produkt med 1 års levetid, nyt og 100% genvundet materiale.

Stål er karakteriseret ved at smeltning af metallet medfører slagger, der betegnes som farligt affald. Som det ses af figur 13 er der stor forskel i de opgjorte miljøeffekter (især farligt affald) for de to materialekvaliteter.

6.4.2 Plast

ABS-plast er en thermoplast, hvilket vil sige at den kan smeltes og genbruges til samme eller andre formål, - i det mindste i teorien. Miljømæssigt ligger ABS-plasten på linie med andre kendte plasttyper som f.eks. PE PET og PP.

Blødgjort PVC anvendes til tætningslister. PVC udgør en lille del af kølemøblet, men blødgørerne er sundhedsmæssigt meget problematiske. Dertil kommer at PVC skal deponeres og ikke forbrændes på grund af chlorindholdet i plasten. Ud over blødgørere kan PVC indeholde en række tilsætningsstoffer, der er problematiske i forhold til miljømæssige og sundhedsmæssige forhold.

6.4.3 Bortskaffelse

I de gennemførte miljøvurderinger af kølemøbler er antegnelserne om hvordan et kølemøbel bortskaffes meget forskellige. I den første miljøvurdering er det antaget at en del af kølemidlet aftappes, at metallerne genvindes og at plastmaterialerne forbrændes. I de senere miljøvurderinger er det antaget at en større del af de kasserede kølemøbler forbrændes.

Som for andre sammensatte produkter er det ikke ligetil at adskille og oparbejde, de materialer, der indgår i et kølemøbel. Det gælder både på hjemmemarkedet og på eksportmarkederne.

Det er væsentligt for en øget genvinding af materialerne, - bortset fra kølemediet, er at det kasserede produkt er let at adskille.

Næste trin er udvikling af metoder til hensigtsmæssig demontage, hvis det ikke allerede findes og sidste trin en rationel kanalisering af materialerne til oparbejdning.

Ændringer i produktdesign og montage kan fremme mulighederne for genanvendelse, men det kræver også at genvindingsindustrien på internationalt plan spiller med.

7 Miljømæssig screening af et remote anlæg

Der har ikke tidligere været gennemført miljøvurderinger af remote anlæg efter LCA-principper. Da der har været behov for at afklare ligheder og forskelle mellem de to anlægstyper er der gennemført en indledende screening af et typisk remote anlæg.

7.1 Anlægsbeskrivelse

Der er valgt et konventionelt remote anlæg, som anvender R 404a som kølemiddel. Anlægget har henholdsvis 34 kW og 21 kW som dimensionerende kuldeydelse.

Anlægget har en forventet levetid på 15 år.

Remoteanlægget består af:

- Møbler incl. fordampere
20 stk. kølemøbler
8 stk. frostmøbler
- Rørnet med isolering
I alt 2 x 100 meter kobberør. Der regnes med 1 kg kobber pr meter. Rørene er isoleret med 13 og 19 mm Armaflex
- Maskinrum
Kompressorstativ med 2 kompressorer til køl og 2 til frost
En fælles kondensator til køl og frost
- Dertil kommer forskellige andre komponenter som beholdere, ventiler, fittings og el-anlæg.

Energiforbruget ved drift af anlægget er vist i tabel 3.

Tabel 3: Energiforbrug ved drift af et typisk remote anlæg

	Energiforbrug pr. år [kWh/år]	Bemærkninger
Kompressor	133.000	El til kompressormotorer
Møbler	87.600	Lys/ kantvarme/ ventilator/ afrimning
Kondensator	26.300	Kondensatorblæser
Reguleringsudstyr	9.000	Regulatorer og magnetventiler
Total	255.900	

7.2 Materialer

Som grundlag for en indledende screening er der foretaget en opgørelse over hvilke materialer, der anvendes til fremstilling af de enkelte komponenter i remote-anlægget og i hvilke mængder. Disse materialeforbrug er vist i tabel 4.

Tabel 4: Materialeforbrug til et typisk remote anlæg

Komponent	Vægt i alt [kg]	Stål [kg]	Kobber [kg]	Aluminium [kg]	Isolering [kg]	Plast [kg]
Møbler	8500	6460	680	340	510	510
Rørnet	220	0	198	0	11	11
Maskinrum	200	180	0	0	20	0
Kompressorer	700	560	70	70	0	0
Kondensator	650	325	130	130	0	65
Beholdere	100	100	0	0	0	0
Fittings	100	70	10	0	5	15
EL-anlæg	200	80	60	20	20	20
Samlet vægt	10.670	7775	1148	560	566	621

Kølemidlet i anlægget er R404a. Fyldningen på anlægget er 200 kg, og der antages en lækagerate på 10 % pr år eller 20 kg pr år.

Som blæsemiddel ved opskumning af polyurethanskummet forudsættes anvendt R 134a. Til det aktuelle anlæg forudsættes anvendt 50 kg. Afdampningen af blæsemidlet forudsættes at ske jævnt over levetiden og udgøre 2 kg pr. år.

Den plast, der anvendes i anlægget forudsættes at være ABS-plast.

Ved kassation af anlægget forudsættes det at 90% af stålet og 50% af aluminium og kobber bliver genvundet. Det forudsættes at plast og isolering forbrændes med varmegenvinding. Som estimat for varmegenvindingen regnes både isolering og plast som ABS-plast.

I nærværende screening er transport ikke medtaget.

7.3 Opgørelse i MEKA-skema

Opgørelse af ressourceforbrug og miljøbelastninger er gennemført som en indledende screening ved opstilling af et MEKA-skema, som beskrevet i 'Håndbog i miljøvurderinger, - en enkel metode'. MEKA står for Materialer, Energi, Kemikalier og Andet.

Et MEKA-skema er vist i tabel 5. I skemaet er alle opgørelser baseret på 1 år. Alle forbrug til fremstilling af anlægget er således divideret med levetiden på 15 år.

Opgørelse pr. år	Materialefase	Produktionsfase	Brugsfase	Bortskaffelse	Ialt
Materialer	Stål: 518 kg Kobber 77 kg Aluminium 37 kg PU-skum 38 kg ABS 41 kg R134a 3,33 kg R404a 13,3 kg	-ikke medtaget	R404a 20 kg/år	Genvinding Stål 466 kg Kobber: 38,5 kg Aluminium: 18,5 kg	Stål 52 kg Kobber: 38,5 kg Aluminium: 18,5 kg
Ressourceforbrug	Jern : 41 mPR Mangan: 26 mPR Kobber: 1.271 mPR Aluminium: 56 mPR Råolie: 1,2 mPR Naturgas: 1,6 mPR Ressourceforbrug til R134a og R404a er ikke opgjort		Ressourceforbrug til R404a er ikke opgjort	Jern : - 37 mPR Mangan: - 23 mPR Kobber: -636 mPR Aluminium: -28 mPR	Jern: 4,1 mPR Mangan: 2,6 mPR Kobber: 636mPR Aluminium: 28 mPR
Energiforbrug	Stål: 40 MJ x 518 kg = 20.720 MJ Cu: 90 x 77 = 6.930 MJ Al: 170 x 37 = 6.290 MJ ABS og PU-skum: 95 x (41+38) = 7.505 MJ I alt 41.445 MJ primær energi	Antagelig 1.000 kWh -svarer til 67 kWh pr år = 600 MJ primær energi	255.900 kWh pr år svarer til 2.303.100 MJ primær energi	Energigenvinding ved forbrænding Forbrænding af ABS: 40 MJ x 79 kg = -3.000 MJ	Primær energi: 2.342.145 MJ
Kemikalier og udledninger	Miljøbelastninger fra udvinding af ressourcer, - kan ikke kvantificeres	Emissioner og affald fra el-produktion Eventuelle emissioner og affald fra selve produktionen er ikke medtaget	Emissioner og affald fra el-produktion. Lækage af R404a Afdampning af R134a	Emissioner og affald fra oparbejdning af metaller samt afbrænding af plast er ikke medtaget	
Andet, herunder arbejdsmiljø	Kan ikke vurderes	Kan ikke vurderes	Ingen bemærkninger	Kan ikke vurderes	

Tabel 5: MEKA-skema for et typisk remote anlæg

Af MEKA-skemaet ses den største miljøbelastning med hensyn til forbrug af ressourcer kommer fra forbruget af kobber til kobberrør. Forbruget af aluminium er af mindre betydning og forbruget af stål har relativt set ingen betydning.

I nærværende opgørelse af ressourcer i MEKA-skemaet er ressourceforbrug til ABS-plast og polyurethanskum begge meget små.

Ressourceforbrug til kølemiddel og drivmiddel er ikke medtaget.

Med hensyn til energiopgørelse er denne opgjort som primær energi, hvilket vil sige den energimængde energiressourcerne indeholder. Dette betyder at der er taget hensyn til tab ved el-fremstilling, hvor der regnet med en udnyttelsesgrad på 40%.

Af det samlede primære energiforbrug udgør fremstilling af materialer ca. 2 % mens energiforbruget i driftsfasen stort set udgør resten.

Energiforbrug til fremstilling af kølemiddel og blæsemiddel er ikke medtaget i energiopgørelsen, men antages at udgøre en forsvindende del.

En sammenligning mellem ressourceforbrug og energiforbrug kan gennemføres ved at omregne energiforbruget til forbrug af energiressourcer.

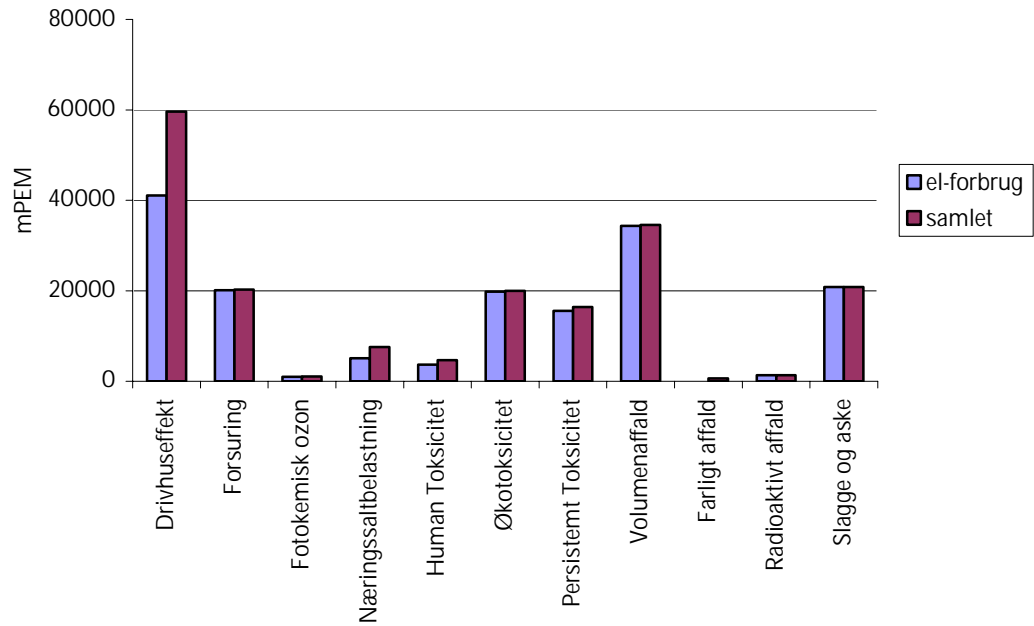
I Danmark fremstilles elektricitet hovedsagelig ud fra kul. Fremstilling af 1 MJ primær energi baseret på kul medfører et ressourcetræk på omkring 0,0002 mPR. Det samlede energiforbrug vil derfor svare til i størrelsesordenen 4-500 mPR. Til sammenligning ses det af MEKA-skemaet at ressourceforbruget for kobber er i størrelsesordenen 6-700 mPR, - altså på samme niveau.

Det vil sige at ressourceforbruget til materialer er på samme niveau som ressourceforbruget til dækning af energibehovet, hvilket for denne type produkter, - energiforbrugende apparater, - er meget atypisk.

7.4 Vurdering af emissioner

På baggrund af opgørelser af emissioner fra el-fremstilling samt udvinding og oparbejdning af materialerne stål, aluminium, kobber, ABS-plast og polyurethan-skum er der foretaget en opgørelse af de væsentligste emissioner.

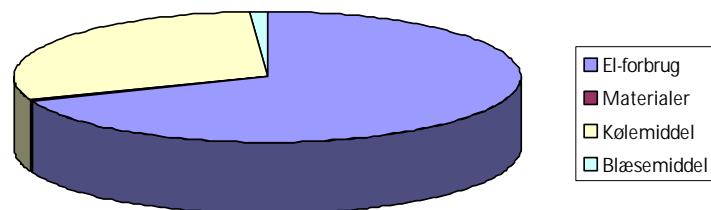
Emissionerne er vist i figur 14.



Figur 14: Emissioner fra et typisk remote anlæg

Som det ses af figur 14 stammer de væsentligste bidrag fra energiforbruget. Bortset fra drivhuseffekten er der ingen væsentlige bidrag fra fremstilling af materialerne.

Bidrag til drivhuseffekten som vist i figur 14 stammer primært fra energiforbruget, men der kommer også relativt store bidrag fra kølemidlet. I figur 15 er dette illustreret.



Figur 15: Bidrag til drivhuseffekten for et typisk remote anlæg

Som det fremgår af figur 15 stammer 69 % af bidraget til drivhuseffekten fra el-forbruget, mens 30 % stammer emitteret kølemiddel på grund af lækage og ca. 1 % fra afdampning af blæsemiddel.

7.5 Samlet vurdering

Den gennemførte miljøvurdering er gennemført på et meget overordnet niveau og kun baseret på et enkelt eksempel. Det er derfor begrænset hvilke konklusioner, der kan drages på denne baggrund.

Forhold, der på baggrund af vurderingen, bør trækkes frem er:

1. Energiforbruget i driftsfasen er meget afgørende for produktets samlede miljøbelastning med hensyn til bidrag til drivhuseffekten.
2. Kølemidler af HFC-typen giver væsentlige bidrag til drivhuseffekten, - omkring 1/3, af de samlede bidrag, da den mængde der emitteres årligt på grund af lækager er relativ stor.
3. Brugen af relativt store mængder kobber til rør har en væsentlig betydning i forhold til de øvrige ressourcer. Ressourceforbruget til stål og aluminium er af langt mindre betydning.
4. Anvendelsen af plast (ABS) og polyurethanskum har stort set ingen betydning i ressourceopgørelsen.
5. Afdampning af blæsemiddel fra isoleringsskummet giver et lille bidrag til drivhuseffekten, - i størrelsesordenen 1%. Her er data dog meget usikre og vurderingen bygger på en del antagelser.
6. I opgørelsen er forudsat opsamling af kølemiddel ved kassation af anlægget samt en vis genvinding af stål (90%), aluminium (50%) og kobber (50%). Såfremt genvindingen af især kobber kan øges vil det have en positiv effekt på opgørelsen af ressourcer.

Emballage, transport og produktionsspild er ikke medtaget i nærværende vurdering.

REFERATER
FRA
WORKSHOPS

Workshop 1

Referat fra Workshop 1 i FEHA-projektet: Brancheindsats for kølemøbler

Workshop 1 blev afholdt den 5. september på Teknologisk Institut i Aarhus. Der var 17 personer tilstede på workshopen:

Gorm Hald, Elcold
Frank Jespersen, Elcold
Erik Barrington, Caravell/Frigor
Ole John, Caravell/Frigor
Bent Christensen, Vestfrost
Muhammed Ziga, Gram
Finn Christensen, Knudsen Køling
Hans Wallø, Forbrugerstyrelsen
Heintz Jürgensen, Danfoss Compressors
Jørgen Damgård, Aarhus Genbrugsselskab
Ebbe Lauritzen, FEHA
Søren Gundtoft, Teknologisk Institut/Ingeniørhøjskolen i Aarhus
Kirsten Pommer, Teknologisk Institut
Malene Staal Jensen, Teknologisk Institut
Casper Littrup, Teknologisk Institut
Lars Bay Møller, Teknologisk Institut
Per Henrik Pedersen, Teknologisk Institut

Der var afbud fra:

Christian Heerup, Tempcold
Christian Bentzen, Danfoss (Nordborg)
Sten Karlsen, Plastindustrien

FEHA havde på forhånd udsendt en indbydelse med oplæg til diskussion. Der var dels et generelt oplæg om projektet og et specifikt oplæg om miljøforhold.

- På selve workshopen blev uddelt en projektmappe med kopi af disse oplæg og overheads fra indlæg på workshopen:
- Dagsorden og kort notat om projektet
- Generelt oplæg: Brancheindsats indenfor kølemøbler
- Miljøaspekter for kølemøbler
- Fagligt oplæg ved Heintz Jürgensen, Danfoss Compressors
- Fagligt oplæg ved Søren Gundtoft, Teknologisk Institut + Ingeniørhøjskolen i Aarhus
- Diskussionsoplæg om tre temaer: Produktudvikling og afsætning, Produktudvikling og energi, Produktudvikling og materialer

1. Velkomst ved Ebbe Lauritzen, FEHA: EL fortalte, at FEHA var blevet indbudt til orienteringsmøde i Miljøstyrelsen om dette forprojekt, og at Teknologisk Institut ret hurtigt kom ind i billedet som medspiller i projektet og at Miljøstyrelsen har givet støtte til forprojektet. EL beklagede den stramme tidsplan i projektet.
2. Introduktion af projektet: Per Henrik Pedersen fra Teknologisk Institut gav en introduktion til projektet og sagde bl.a. at nærværende projekt er branchens projekt og at den overordnede målsætning er at styrke udvikling af miljø- og energivenlige kølemøbler. Miljøstyrelsen har afsat midler til produktudvikling indenfor kølemøbler forudsat at der skrives en fælles handlingsplan, og den skal udarbejdes efter en LCA-screening med en analyse af branchens miljøproblemstilling. Handlingsplanen udarbejdes ud fra denne analyse og ud fra diskussioner på 2 workshops.

Miljøproblemerne prioriteres, og i projektet skal miljøproblemerne vendes til målsætning.

PHP nævnte eksempler på målsætninger som oplæg til eftermiddagens temadiskussioner.

Projektet er efter aftale med Miljøstyrelsen udvidet med butikskølemøbler (kølegondoler) og derfor deltager Knudsen Kølning i workshoppen. Hovedtyngden af projektet ligger dog på plug-in-kølemøbler.

3. Miljøaspekter for kølemøbler: Kirsten Pommer præsenterede en analyse af miljøaspekterne for kølemøbler. Hun startede med en introduktion til begrebet livscyklus-vurderinger og kom med eksempler til, hvad man kan bruge det til. KP nævnte, at der på plug-in-kølemøbler er lavet en del undersøgelser og området er godt belyst. UMIP-metoden (Udvikling af Miljøvenlige IndustriProdukter) er i dag en internationalt anerkendt metode til at analysere miljøpåvirkninger af produkter og til at sammenligne forskellige miljøpåvirkninger. I udviklingen af UMIP-metoden indgik 5 forskellige produkter, herunder et køleskab fra Gram A/S. Senere er UMIP-metoden benyttet til at analysere 4 forskellige kølemøbler i forbindelse med projekter udført på Teknologisk Institut. KP viste resultater fra undersøgelser på en flaskekøler fra Vestfrost. KP fortalte, at resultaterne fra de forskellige undersøgelser stemte godt overens, og viste at miljøpåvirkning fra energiforbruget i forbrugsfasen er den dominerende effekt. KP opstillede følgende problemstillinger: Energiforbrug, Kølemidler, Isoleringmaterialer, Andre materialer og Bortskaffelse/genvinding.
4. Debat om miljøanalysen: Det blev nævnt, at det er vigtigt at medtage energiproduktionen på europæisk niveau og ikke kun se det fra et dansk perspektiv. I Europa er der relativt mindre kulkraft og mere vandkraft og kernekraft. Der var i øvrigt enighed om, at det er vigtigst at se på energiforbruget i forbrugsfasen.

Der var en diskussion om egenskaber for forskellige former for isoleringsskum, blæst med hhv. HCFC-22/HCFC-142b og HFC-134a og Cyclopentan. Gorm Hald mente at HCFC-blandingen gav resultat, herefter kommer cyclopentan og dårligst er HFC-134a. Forskellen er indenfor nogle få procent. GH efterlyste i øvrigt oplysninger om

langtidvirkninger og isoleringsværdi for skum. Det gav anledning til nogen diskussion om langtidseffekter, og det er noget vi må arbejde videre med senere i projektet.

Der var en diskussion om HFC og Miljøstyrelsen handlingsplan for afvikling af HFC. Nogle udtrykte, at de anser problemet med HFC for at være begrænset, mens andre sagde, at hvad enten branchen kan lide det eller ej, vil der komme restriktioner i brug af HFC.

Jørgen Damgård oplyste, at der er krav om, at husholdningskølemøbler skal indsamles og kølemidler skal behandles på en måde, så kølemiddel opsamles. JD efterlyste tilsvarende regler for butikskølemøbler, containere og fjernvarmerør.

5. Fagligt indlæg af Heintz Jürgensen, Danfoss Compressors. HJ så ind i fremtiden mht. udvikling og efterspørgsel efter kompressorer. HJ mener, at der vil komme skærpede krav til energimærkning af husholdningskølemøbler. Et kvalificeret gæt går på, at det til næste år bliver besluttet af der kræves en energieffektivitetsindex på 42 % for at komme i energiklasse A. Det er en udvikling, som vil fortsætte. Der vil sandsynligvis også komme krav til mærkning af andre produkter, måske også kommercielle kølemøbler. Kompressorerne bliver til stadighed optimeret mht. energieffektivitet. Det gælder både standard-kompressorer og senest variable speed kompressorer. Men der er en sammenhæng mellem effektivitet og pris. Variable speed kompressorer vil blive en fast del af markedet, vil forblive dyrere end standard-kompressorer og vil drive udviklingen af fixed speed kompressorer.
6. Fagligt indlæg af Søren Gundtoft, Teknologisk Institut/Ingeniørhøjskolen i Aarhus: SG præsenterede forskellige beregningsværktøjer, som kan benyttes til optimering af kølemøbler. Først præsenteredes det statiske simuleringsværktøj EES, som benyttes af mange til beregning af kølesystemer. Derefter præsenteredes det dynamiske simuleringsværktøj Vissim, som bl.a. kan benyttes til at udvikle styrestrategier til systemer med variabel speed kompressorer. Herefter viste SG beregninger af kuldebroer vha. et finite element program. Som det nyeste er Teknologisk Institut kommet i besiddelse af ekspertise og programmer indenfor CFD. Det kan bl.a. benyttes til beregning af luftstrømme i kølemøbler, dvs. med mulighed for at opnå en mere jævn temperaturfordeling, og SG viste et beregningseksempel fra et køleskab.
7. Diskussionstemaer. Casper Littrup ledede diskussionerne i tre temaer.

Tema 1: Produktudvikling og afsætning. Producenterne mener ikke at miljømærkning vil øge salget af miljøvenlige produkter. Der findes et EU-miljømærke for husholdningskølemøbler. Hidtil er der kun et skab (et Vestfrost kombiskab), som har fået mærket.

Energimærkning af husholdningskølemøbler: Det kører sin egen gang. Energimærkning af nye produkter, herunder kommercielle kølemøbler: Der blev stillet spørgsmål om, hvorvidt vi skal presse på for at få en energimærkningsordning op i EU. Det var der ikke nogen umiddelbar begejstring for. Det blev nævnt, at der vil komme krav i firma-standarder

fra de store kunder: Coca Cola, Pipsi, Unilever og Nestlé, og det er af større betydning end energimærke.

Tema 2: Produktudvikling og energi: Vi havde en diskussion om målsætning i handlingsplanen. Konklusionen er, at det er svært at lave en fast målsætning for det generelle energiforbrug i apparater. Målsætningen skal gå mere på specifikke ting, f.eks. udvikling af prototyper med lavt energiforbrug eller lignende. De enkelte producenter har deres egne specifikke projekter med egne målsætninger.

Branchen synes, at det er en god ide at formulere et projekt indenfor reduktion af varmetilførselen til kølemøbler. Dette projekt skal indeholde et forstudie og et hovedprojekt. Det hele skal søges samlet. I projektet skal ses på vakuumisolering, skum, luftcirkulation og kuldebroer. Teknologisk Institut vil lave oplæg herom.

Kølesystemet: Der foregår i dag virksomhedsspecifikke projekter med bl.a. variabel speed kompressorer. Derfor nok svært at formulere fælles projekt. Derimod kan tænkes et fælles indledende projekt vedrørende luftcirkulation i kabinet og optimering af fordampner (køleflade). (Det kan nok komme ind i projektet om minimering af varmeindtrængning).

Tema 3: Produktudvikling og materialer: Genvindingsbranchen har god efterspørgsel på de fleste materialer fra skrottede køleskabe. Der skal helst ikke være for meget rustfrit stål i køleskabet. Det er svært at sortere vha. magnet! Silicone er heller ikke godt (for den nys indkøbte katalytiske renseproces i Aarhus). I kompressorerne er det største problem plastdele. Kompressorerne skal helst være nemme at tømme for olie og kølemiddel og enkelt-fraktioner. Der er en efterspørgsel efter ABS-plast. Denne skal dog være fri for PU-skum. I øvrigt er det et generelt ønske fra genvindingsindustrien, at apparaterne skal være nemme at skille ad.

Branchen synes, at det er en god ide, at undersøge erstatningsmaterialer for PVC i tætningsliste og ledninger. Vestfrost oplyste, at man tidligere har lavet et PVC-frit køleskab og at Electrolux også har det. Teknologisk Institut udarbejder forslag.

Herudover formodes det, at der bliver udarbejdet forslag til projekt om remote-kølemøbler. Teknologisk Institut og Knudsen Køling gør det i fællesskab.

8. Afslutning: Ebbe Lauritzen sluttede workshoppen med at sige, at der vil komme et referat fra workshoppen og der vil blive udarbejdet papirer inden den næste workshop.

Referent: Per Henrik Pedersen

EFTERSKRIFT

I referatet er nævnt de projekt-ideer, som Teknologisk Institut vil arbejde videre med. Disse ideer vil blive de centrale i den første skitse til handlingsplan. Handlingsplanen skal indeholde:

- En beskrivelse af branchen og hvor branchen ser de største udfordringer i forhold til fremme af mere miljøvenlige produkter.
- Identifikation af indsatsområder (med begrundelser)
- Projektforslag for de enkelte indsatsområder indeholdende:
- Mål for indsatsen
- Aktører for gennemførelse af indsatsen
- Behov for ressourcer til gennemførelse af indsatsen (Støtte fra Miljøstyrelsen)
- Tidsplan og milepæle

De indsatsområder vi fik identificeret på workshoppen var:

- Reduktion af varmetilførsel til kølemøbler omfattende vacuumisolering, skum, luftcirkulation og kuldebroer.
- Luftcirkulation i kabiner og optimering af fordampere
- Alternativer til PVC
- Forbedring af muligheder for øget genvinding ved bortskaffelse af kølemøbler (adskillelse, design for disassembly og andet)

Forslag 1 og 2 kan muligvis samles til et område.

Såfremt branchen har andre ideer eller forslag bedes I kontakte Per Henrik Pedersen, Teknologisk Institut hurtigst muligt og senest mandag den 2. oktober.

Husk den næste workshop finder sted den 24. oktober. Vi satser på, at oplæg til dette vil blive udsendt i begyndelsen af uge 41.

Workshop 2

Referat fra Workshop 2 i FEHA-projektet: Brancheindsats for kølemøbler

Workshop 2 blev afholdt den 24. oktober på Teknologisk Institut i Aarhus. Der var 15 personer tilstede på workshopen:

Frank Jespersen, Elcold
Bent Christensen, Vestfrost
Muhammed Ziga, Gram
Finn Christensen, Knudsen Køling
Christian Heerup, Tempcold
Hans Wallø, Forbrugerstyrelsen
Heintz Jürgensen, Danfoss Compressors
Jørgen Damgård, Aarhus Genbrugsselskab
Ebbe Lauritzen, FEHA
Henning Smidt, Teknologisk Institut
Kirsten Pommer, Teknologisk Institut
Malene Staal Jensen, Teknologisk Institut
Casper Littrup, Teknologisk Institut
Kim G. Christensen, Teknologisk Institut
Per Henrik Pedersen, Teknologisk Institut

Der var afbud fra:
Gorm Hald, Elcold
Erik Barrington, Caravell/Frigor
Ole John, Caravell/Frigor
Christian Bentzen, Danfoss (Nordborg)
Sten Karlsen, Plastindustrien
AKB (Autoriserede Kølefirmaers Brancheforening)

FEHA havde på forhånd udsendt en indbydelse med oplæg til diskussion. Der var dels et udkast til rapport og udkast til 5 projekter.

På selve workshopen blev uddelt en projektmappe med kopi af disse oplæg og overheads fra det faglige indlæg på workshopen:

Dagsorden og mødeindkaldelse

Referat fra 1. workshop

Rapportudkast: Brancheindsats indenfor kølemøbler

Projektforslag 1: Reduktion af varmetilførsel til kølemøbler

Projektforslag 2: Projektskitse for øget genanvendelse af kølemøbler

Projektforslag 3: Projektskitse for substitution af PVC

Projektforslag 4: Fremtidens remote-anlæg i supermarkeder

Projektforslag 5: Udvikling af energieffektive remote-møbler med naturlige kølemidler

Fagligt oplæg ved Henning D Smidt, Teknologisk Institut: Ældning af polyurethanskum

A. Velkomst

Ebbe Lauritzen, FEHA bød velkommen til den anden workshop. EL udtrykte forventning om, at denne workshop kan resultere i en prioritering af projektforslag, som branchen kan få glæde af.

B. Præsentation af det udsendte materiale

Per Henrik Pedersen refererede kort beslutningerne fra den 1. workshop. Her blev miljødelen afklaret for plug-in kølemøbler, jf. referatet fra 1. workshop. Miljøanalysen og den efterfølgende diskussion resulterede i beslutning om, at formulere projekter vedrørende reduktion af varmetilførsel, øget genanvendelse og substitution af PVC. Herudover vil der blive formuleret projektforslag om remote-kølemøbler.

Efter 1. workshop har Teknologisk Institut arbejdet videre med disse forslag, og der er udarbejdet 5 projektforslag, som skal diskuteres på 2. workshop.

På 2. workshop skal forslagene diskuteres og prioriteres. Det vil være fair med to parallelle prioriteringer, når det gælder plug-in-kølemøbler og remote-kølemøbler, idet der er tale om to forskellige brancher. Det vil være unfair at lade plug-in-branchen prioritere remote-projekter og omvendt.

Efter 2. workshop vil Teknologisk Institut færdiggøre rapporten og projektforslag. Hvis der er behov for det, vil dele af rapport + projektforslag kunne sendes til høring med kort tidsfrist.

Herefter beskrev PHP kort rapportudkastet, opdelt i kapitlerne "Branchebeskrivelse", "Miljøvurdering", "Målsætning" og "Forslag til aktiviteter/projektforslag".

På 1. workshop blev der ikke skabt klarhed over målsætningen. Derfor foreslås, at der udarbejdes en målsætning for de enkelte projektforslag, og disse målsætninger herefter indskrives i rapporten med reference til projekterne.

C. Kort præsentation af projektforslagene

De fem projektforslag blev kort præsenteret i plenum som forberedelse til eftermiddagens diskussion.

D. Fagligt indlæg

Henning D Smidt præsenterede det faglige indlæg: "Ældning af polyurethanskum i kølemøbler". HDS tog udgangspunkt i tilsvarende arbejde med præ-isolerede fjernvarmerør. Der er udviklet en model, som kan beregne opløsningen af blæsemidler i plastmatrixen og diffusion af blæsemiddel og andre luftarter igennem cellevægge og igennem indkapslingen. Herved kan isoleringsevnen for fjernvarmerør beregnes igennem deres levetid. På tilsvarende måde kan der regnes på isoleringsskum i kølemøbler. HDS viste simple beregninger for typisk isoleringsskum i et kølemøbel. Efter et stykke tid er partialtrykket af CO₂ i cellerne formindsket og bliver i nogen

grad erstattet med atmosfærisk luft. Dette sker pga. diffusion og vil forringe isoleringsevnen af kølemøblet. Kølemøblerne vil på baggrund af dette langsomt få et større energiforbrug. Hvis man vil forsinke eller bremse denne proces, skal man sørge for at have en barriere mod diffusionen. Kølemøblernes energiforbrug er derfor svagt voksende igennem tiden, og skummets indkapling er bestemmende for, hvor hurtigt denne proces sker. I øvrigt viste HDS beregninger for både HFC-134a og cyclopentan. Der er ikke afgørende forskelle i ældningsprocessen for disse to blæsemidler.

E: Diskussion og prioritering af projekterne.

På dette tidspunkt blev workshoppens deltagere opdelt i to grupper, som repræsenterede hhv. plug-in-kølemøbler og remote-kølemøbler. Formålet var hver for sig at foretage en prioritering af projektforslagene. I begge grupper blev projektforslag 1 ("reduktion af varmetilførsel til kølemøbler") diskuteret. Plug-in-gruppen diskuterede derudover Projektforslag 2 ("Øget genanvendelse af kølemøbler") og 3 ("Substitution af PVC"). Remote-gruppen diskuterede udover det første projektforslag projektforslag 4 ("Fremtidens remote-anlæg i supermarkeder") og 5 ("udvikling af energieffektive remote-møbler med naturlige kølemidler"). Remote-gruppen nåede også at diskutere projektforslag 2 og 3, da disse også har en vis relevans for branchen.

Resultatet i plug-in-gruppen:

1. prioritet: Reduktion af varmetilførsel til kølemøbler
2. prioritet: Øget genanvendelse af kølemøbler
3. prioritet: Substitution af PVC

Resultatet i remote-gruppen:

1. prioritet: Reduktion af varmetilførsel til kølemøbler
2. prioritet: sideordnet prioritering mellem projektforslag 4 og 5 (dvs. 3. "Fremtidens remote-anlæg i supermarkeder" og "Udvikling af energieffektive remote-møbler med naturlige kølemidler")
4. prioritet: Øget genanvendelse af kølemøbler
- og 5. prioritet: Substitution af PVC

F. Opsamling i plenum

Prioriteringerne af projekterne i de to grupper fulgte samme mønster. Derfor er det forholdsvis let at opstille en samlet prioritering for de to brancher.

En samlet 1. prioritet er projektforslag 1: Reduktion af varmetilførsel til kølemøbler.

Derefter bliver der indstillet to parallelle prioriteringer for hhv. plug-in og remote-møbler.

- Plug-in: 2. prioritet: Øget genanvendelse af kølemøbler
3. prioritet: Substitution af PVC

Remote: 2. prioritet: Projektforslag 4 og 5, sideordnet.
4. prioritet: Øget genanvendelse af kølemøbler
5. prioritet: Substitution af PVC

Det blev diskuteret, hvorvidt projektet "substitution af PVC" skulle tages ud af den samlede indstilling, idet den har fået dårligst prioritering i begge grupper, men det blev foreslået at bibeholde den indtil videre.

Den videre proces bliver, at Teknologisk Institut skriver denne prioritering ind i rapporten, og at branchen søger det hele som et stort projekt. Hvis Miljøstyrelsen ikke har midler til at støtte alle aktiviteter, kan man således pille et eller flere af de lavest prioriterede områder ud.

Situationen er nu meget afklaret for plug-in-delen, mens der stadig er behov for diskussioner på remote-delen mht. branchebeskrivelse og afpudsning af projektforslagene.

Det blev besluttet at Teknologisk Institut skal rette henvendelse til Miljøstyrelsen for at få udsat afleveringstidspunktet til medio december for hele afrapporteringen. Det forventes, at der opnås accept hertil.

Referent:
Per Henrik Pedersen

Efterskrift

Miljøstyrelsen har den 31.10 telefonisk accepteret at rapporteringen kan ske medio december. Vi vil derfor foretage en samlet rapportering i første halvdel af december