

Miljøvurdering af ekspansionsventiler

Miljørigtig udvikling af produktfamilier

Ole Willum
Institut for Produktudvikling

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 |
| 1 INDLEDNING | 11 |
| 2 FORMÅL | 13 |
| 3 AFGRÆNSNING | 15 |
| 3.1 PRODUKTETS FUNKTION OG FUNKTIONELLE ENHED | 15 |
| 3.2 SYSTEMBESKRIVELSE | 15 |
| 3.3 DATA GRUNDLAG | 16 |
| 4 OPGØRELSE | 17 |
| 4.1 DATAINDSAMLING OG BEHANDLING | 17 |
| 4.2 PROCESOVERSIGT | 20 |
| 4.3 RESULTATBEREGNING | 21 |
| 5 VURDERING | 23 |
| 5.1 VURDERINGSMETODE | 23 |
| 5.2 RESULTATER | 24 |
| 6 FORTOLKNING | 29 |
| 6.1 VÆSENTLIGSTE PÅVIRKNINGER | 29 |
| 6.2 FØLSOMHEDSVURDERING | 31 |
| 6.3 DISKUSSION | 33 |
| 7 REPRÆSENTATIVITET FOR PRODUKTFAMILIEN | 35 |
| 7.1 AFGRÆNSNING AF PRODUKTFAMILIEN | 35 |
| 7.2 SAMMENLIGNELIGHED INDEN FOR PRODUKTFAMILIEN | 35 |
| 8 FORBEDRINGSANALYSE | 43 |
| 8.1 DIAGNOSE | 43 |
| 8.2 FORBEDRINGSPOTENTIALER | 47 |
| 9 TEKNISK- OG FORRETNINGSMÆSSIG VURDERING | 49 |
| 9.1 VURDERING AF FORBEDRINGSPOTENTIALER | 49 |
| 9.1.1 Gennemførte forbedringer | 49 |
| 9.1.2 Potentielle forbedringer - vurdering | 49 |
| 9.2 KUNDEOPFATTELSE | 50 |
| 9.2.1 Markedsundersøgelse | 50 |
| 9.2.2 Kundeopfattelse af de mulige/gennemførte ændringer | 50 |
| 9.2.3 Generelle forhold | 51 |
| 9.3 MILJØVURDERING SOM KATALYSATOR I PRODUKTUDVIKLINGEN | 51 |
| 10 REFERENCER | 53 |

| | |
|--|----|
| Bilag A. Matrix-LCA | 58 |
| Bilag B. Bortskaffelsesscenario | 59 |
| Bilag C. Matrix over beregnede scenarier | 64 |

Forord

Denne arbejdsrapport er udarbejdet som en del af projektet "Retningslinier for miljørigtig udvikling af produktfamilier indenfor den elektromekaniske industri", som er støttet af Miljøstyrelsen.

Projektet omfatter 5 produktfamilier: Støvsugere, Ventilationsanlæg, Ekspansionsventiler, Mobiltelefoner og Belysning.

Rapporten omhandler miljøvurdering af ekspansionsventiler samt vurdering af forbedringsforslag til produktet. Arbejdet er gennemført i samarbejde mellem IPU (Ole Willum), Automatik Divisionen hos Danfoss A/S (Erik Kyster, Lars Bo Kjøng-Rasmussen) og Dansk Industri (Tina Sternest).

Fra projektet er der udarbejdet følgende arbejdsrapporter:

- A117-3: Eksempel for et køleskab.
- A117-5: Identifikation af produktfamilier.
- A117-8: Miljøvurdering af ekspansionsventiler.
- A117-9: Miljøvurdering af støvsugere.
- A117-12: Miljøvurdering af ventilationssystemer.
- A117-13: Miljøvurdering af mobiltelefoner.
- A117-14: Miljøvurdering af belysning.

Herudover udgives en håndbog og en pjece for det samlede projekt.

Sammenfatning og konklusioner

Miljøvurdering

Baggrund

Denne miljøvurdering er udført som en del af projektet "Retningslinier for Miljørigtig udvikling af Produktfamilier inden for Elektromekanisk Industri".

TE55 termostatisk ekspansionsventil

Arbejdet er udført på en termostatisk ekspansionsventil type TE55, der er udviklet og fremstillet af Danfoss A/S. Ventilens funktion er at regulere indsprøjtningen af kølemiddel i fordampere i et kølesystem. Dette omfatter også at styre anlægget så overhedningen og dermed energiforbruget reduceres mest muligt.

Formål

Formålet er som en del af fase 2 & 3 i ovennævnte projekt, at gennemføre en miljøvurdering på denne ekspansionsventil. Der arbejdes på at udvikle en ny elektronisk føler, og et væsentligt formål er at miljøvurdere denne i forhold til den mekanisk fungerende (traditionelle) føler. På dette grundlag skal desuden gennemføres en miljøvurdering med et bredere sigte på beslægtede produkter indenfor produktfamilien "kontrolventiler".

Metode

Arbejdet er udført efter retningslinierne i standarderne ISO 14040/41 (ISO, 1997 & 1998) og de udkast der foreligger i form af ISO/DIS 14042 og ISO/DIS 14043. Derudover er der gennemført en vægtning af resultaterne efter UMIP-metoden. Beregninger i forbindelse med dette studie er udført ved hjælp af UMIP PC Værktøjet, version 2.11 beta, hvori der ligeledes er opbygget en model af produktet og dets livsforløb.

Datagrundlag

Der er primært anvendt data, som er tilgængelige i den til UMIP PC værktøjet hørende database samt en del specifikke data fra Danfoss A/S' produktion på fabrikken i Nordborg. For nogle elektroniske komponenter er der anvendt standard data for materialesammensætningen indsamlet af Danfoss Drives A/S. Hvor det har været nødvendigt, er der tilføjet nye enhedsprocesser.

Følsomhedsvurdering

På grundlag af den gennemførte følsomhedsvurdering, kan det konkluderes at kvaliteten af de anvendte data er god og i hvert fald tilstrækkelig, og at de foretagne antagelser, forenklinger, etc. er rimelige i forhold til den opstillede model. Desuden kan det konkluderes, at de beregnede resultater ikke i væsentlig grad vil være følsomme overfor rimeligt sandsynlige ændringer i de nævnte antagelser, forenklinger etc.

Konklusion for ekspansionsventilen TE55

Miljøvurderingen af selve ekspansionsventilen viser, at det er materialefase og produktionsfase, der giver anledning til de største miljøeffektpotentialer. Her er det især kategorierne økotoksicitet, persistent toksicitet og farligt affald, der er dominerende, (figur 2).

Under produktionsfasen er det forniklingen, der yder langt det største bidrag indenfor de nævnte effektkategorier (jf. figur 16 & 18).

Elektronisk reguleret ventil

Hvis man sammenligner reference produktet med en TE55 med elektronisk føler vil sidstnævnte falde væsentligt dårligere ud på grund af den energiforbrugende elektronik (figur 6).

Ved sammenligning af en ventil med elektronisk føler og en ventil med mekanisk føler vil det derfor være rigtigt at udvide systemet til også at omfatte den energibesparelse på kølesystemets drift, som den elektroniske føler vil udløse. En beregning viser, at den øgede miljøbelastning fra drift af ventilen med elektronisk føler mange gange opvejes af selv en beskedent besparelse i energiforbruget på kun 1% (figur 8 & 9).

På ressource siden (figur 7) er den mest markante forskel, at den elektroniske føler har et større forbrug af den sparsomme ressource sølv, der slår hårdt igennem, selv om den kun udgør ca. 1 ‰ af det færdige produkt. Den væsentligste kilde er sølvholdig loddebrød (lodderinge), der anvendes til at lodde ventilhuset og huset til den elektroniske føler.

Udover dette er den væsentligste forskel et mindre forbrug af kobber for den elektroniske føler. Kobber indgår i den mekaniske føler i kapillarrør og følerør.

Det kan desuden konkluderes at transportfasen ikke har nogen stor betydning – heller ikke hvis produktionen af ventiler flyttes til Mexico og fortsat har sit største marked i Europa (figur 10).

Forbedringsmuligheder

Det største miljøforbedringspotentiale ligger helt klart i, at ventilen fungerer optimalt og derved sikrer en så optimal anvendelse af de energiforbrug eller andre ressourcer, som anvendes i det samlede system ventilen indgår i.

Når man ser på selve ventilen (uden kølesystemets energiforbrug) er materialefasen meget væsentlig. Der ligger derfor en forbedrings mulighed i at vælge et materiale, der er mindre miljø belastende, og som er baseret på ressourcer, der er mere rigelige.

Sølv er den ressource, der er størst af de vægtede ressourceforbrug. Der ligger derfor et miljøforbedringspotentiale i at anvende en anden sammenføjningsmetode eller på anden måde undgå brugen af sølvloddebrød.

Forniklingsprocessen er årsag til væsentlige miljøbelastninger (figur 16 & 18), selv hvor der er tale om et velfungerende miljøgodkendt anlæg med tilhørende renseanlæg.

Et potentiale for miljøforbedring ligger derfor i simpelthen at undgå overfladebehandling og anvende materialer, der ikke kræver overfladebehandling.

Et eksempel på dette er at man i stedet for at fremstille en ventil i fornicket messing, anvender rustfrit stål, som det er gjort for nogle af de mindre ventiler i Danfoss' produktprogram.

Konklusion for produktfamilien som helhed

Materialer

Hvis man ser på miljøbelastningen fra selve ventilen er en stor del knyttet til de anvendte materialer. Det betyder at de konklusioner, der er knyttet til materiale- produktions- og bortskaffelses faserne samt "Undgået Produktion" også vil gælde for større eller mindre ventiler, opbygget efter samme principper og udført i de samme materialer.

Det skal dog bemærkes at for den elektroniske føler gælder denne antagelse ikke da denne vil have samme størrelse uanset hvilken ventil, den er bygget sammen med.

De mest anvendte materialer til fremstilling af "kontrolventiler" er messing, rødgods, rustfrit stål og støbejern. Vurderet kg til kg konkluderes det, at støbejern er mindre miljøbelastende. Rustfrit stål, messing og rødgods ligger på samme niveau, idet messing og rødgods dog tegner noget mere belastende. Det er dog vigtigt at være opmærksom på at forskellene ikke er større end at individuelle forskelle mellem forskellige alternativer som f. eks. materialemængde, genvindingsgrad m.m. hurtigt kan vende billedet.

Ressourcer

På ressource siden er det de sparsomme ressourcer set i forhold til, hvor meget der kan forventes at blive genvundet, der er vigtige. Indholdet af disse ressourcer kan umiddelbart aflæses af materiale sammensætningen og sammenlignes med det globale årsforbrug og forsyningshorisonten. Det er vigtigt at være opmærksom på at selv små mængder af de yderst sparsomme ressourcer (jf. sølv i TE55), kan slå hårdt igennem. Tabet af disse ressourcer, der forekommer i mindre mængder som f. eks. sølv i lodderinge, tin i låseskiver af tinbronze o.s.v. må formodes at være 100%, fordi genvindingen retter sig mod det primære materiale ventilen er fremstillet af.

Brug

Forholdene i brugsfasen kan variere meget ikke blot inden for forskellige typer af kontrolventiler i produktfamilien, men også indenfor forskellige anvendelser af samme ventil. Det er derfor ikke muligt at komme med alment gældende udsagn om betydningen af brugsfasen.

For produkter, der har indflydelse på energioptimering eller administrerer forbrug af andre ressourcer skal man gøre sig nogle overvejelser over hvilken betydning kontrolventilen har for systemets energiforbrug og holde dette op mod et kendt reference scenario. Udover at vurdere energiforbruget under den almindelige drift er det også relevant at vurdere om eventuelle funktionsfejl på ventilen vil kunne udløse et øget energiforbrug. Dette kan være fuldstændigt nedbræk eller det at en ventil er ude af justering og derved regulerer mindre optimalt.

Transport

Miljøbelastningen fra transportfasen vil være knyttet til produktets masse; men vurderes dog ikke at udgøre nogen væsentlig belastning.

Forbedringsmuligheder

Det største miljøforbedringspotentiale ligger helt klart i at kontrolventilen fungerer optimalt og derved sikrer en så optimal anvendelse af de energiforbrug eller andre ressourcer, som anvendes i det samlede system ventilen indgår i.

For større anlæg ligger der derfor et stort miljøforbedringspotentiale i at anvende en elektronisk reguleret ventil, hvis denne sikrer en bedre drift. For mindre anlæg vil der i mange tilfælde også være et betydeligt potentiale; men det er nødvendigt at vurdere om den forventede besparelse kan opveje miljøbelastningen fra fremstilling og drift af den ekstra elektronik.

Der ligger en forbedringsmulighed i at vælge et materiale, der er mindre miljøbelastende, og som er baseret på ressourcer der er mere rigelige. Der ligger et miljøforbedringspotentiale i at undgå at bruge materialer med de helt sparsomme ressourcer (f. eks. sølv og tin), da disse ofte vil gå helt tabt

fordi gevindingen retter sig mod materialer/ressourcer, der forekommer i størst mængde.

Et andet potentiale for miljøforbedring ligger i simpelthen at undgå overfladebehandling og anvende materialer, der ikke kræver overfladebehandling.

Teknisk- og forretningsmæssig vurdering

M.h.p. at vurdere om de afdækkede forbedringspotentialer er realisable ud fra et teknisk- og forretningsmæssigt synspunkt, er der gennemført en vurdering af dette.

Det har været muligt at omsætte de afdækkede forbedringspotentialer i en række konkrete forbedringer, som også ud fra en teknisk- og forretningsmæssig synsvinkel kan betragtes som forbedringer. Andre ideer vurderes at kunne realiseres på et senere tidspunkt f.eks. i forbindelse med udvikling af næste generation af produkter.

En række af de opnåede miljøforbedringer opfattes af kunderne som positive. En del af dette skyldes formodentlig at kunden samtidig opnår en øget funktionalitet og en bedre driftsøkonomi.

Værdien i at udarbejde en miljø guideline og præsentere kunden for en miljøvurdering og en bortskaffelses erklæring kan ikke måles i kroner og ører; men det kan være en medvirkende faktor til at blive foretrukket, når kunden skal vælge leverandør.

1 Indledning

Denne miljøvurdering er udført som en del af projektet ”Retningslinier for Miljørigtig udvikling af Produktfamilier inden for Elektromekanisk Industri”.

Arbejdet er udført på en termostatisk ekspansionsventil type TE55 med mekanisk føler hhv. en ny elektronisk føler (type ETE), der er udviklet og fremstillet af Danfoss A/S.

Miljøvurderingen er gennemført af civilingeniør Ole Willum, Institutet for Produktudvikling, Danmarks Tekniske Universitet. Intern review er udført af civilingeniør Hanne Erichsen, Institutet for Produktudvikling. Lars Bo Kjølmg-Rasmussen har bidraget med input til rapportens afsnit 9 (projektets fase 4).

Arbejdet er udført efter retningslinierne i standarderne ISO 14040/41 (ISO, 1997 & 1998) og de udkast der foreligger i form af ISO/DIS 14042 og ISO/DIS 14043.

Udover ISO standardernes krav er der gennemført en vægtning af resultaterne efter UMIP-metoden (Wenzel et. al., 1996).

Beregninger i forbindelse med dette studie er udført ved hjælp af UMIP PC Værktøjet, version 2.11 beta, hvori der ligeledes er opbygget en model af produktet og dets livsforløb.

2 Formål

Formålet er at gennemføre en miljøvurdering på en ekspansionsventil, som en del af fase 2 og -3 i nævnte projekt, samt som fase 4 at gennemføre en teknisk- og forretningsmæssig vurdering, der skal kaste lys over i hvilket omfang de afdækkede forbedringspotentialer er realisable ud fra et teknisk- og forretningsmæssigt synspunkt.

Denne rapport skal belyse hvor i livscyklus de væsentligste miljøbelastninger ligger. Den "traditionelle" ekspansionsventil er forsynet med en mekanisk fungerende føler. Der arbejdes på at udvikle en ny elektronisk føler, og et væsentligt formål er at miljøvurdere denne i forhold til den mekanisk fungerende føler. På dette grundlag skal desuden gennemføres en miljøvurdering med et bredere sigte på beslægtede produkter indenfor produktfamilien "kontrol-ventiler". Andre produkter i denne gruppe kunne være afspærringsventiler, sikkerhedsventiler, forskellige automatiske ventiler til styring af tryk og temperatur etc.

Denne rapport skal danne grundlag for at uddrage de væsentligste miljømæssige erkendelser og udarbejde guidelines for konstruktion af produkter indenfor denne produktfamilie.

3 Afgrænsning

3.1 Produktets funktion og funktionelle enhed

| | |
|-------------------------|---|
| Funktion | <p>Ventilens funktion er at regulere indsprøjtningen af kølemiddel i fordampere i et kølesystem. Disse kølesystemer kan være større industrielle køleanlæg, kølediske i supermarkeder og lign. Dette omfatter blandt andet at styre anlægget så energiforbruget reduceres mest muligt. Den valgte ventil har Danfoss' typebetegnelse TE55.</p> <p>Der fremstilles også ekspansionsventiler i forskellige størrelser og varianter, der dækker systemer i området fra 0,5 kW til 2 MW (Danfoss, 1996). Produktet er dimensioneret til en levetid på 10 år, hvilket også svarer nogenlunde til den levetid selve kølesystemet normalt har.</p> |
| Funktionel enhed | <p>Den funktionelle enhed er at regulere indsprøjtningen af kølemiddel i et kølesystem med en nominal kapacitet på mellem 175 – og 295 kW i 10 år. Som sekundære kvaliteter skal ventilen dække et temperatur område fra -60 til +50 °C.</p> |
| Kvantitet | <p>1 stk. ekspansionsventil. (Som reference produkt tjener en ekspansionsventil fra Danfoss A/S type TE55 med mekanisk føler.)</p> |
| Varighed | <p>10 år.</p> |

3.2 Systembeskrivelse

Det system, som dette studie afgrænser sig til, omfatter ventilen, materialer, fremstillingsprocesser, brug, bortskaffelse og transport samt hjælpstoffer og energiforbrug til disse. Overhead til administration, udvikling, opvarmning, kantine etc. tages ikke med. Fremstilling af produktionsudstyret er heller ikke taget med. Studiet omfatter ikke arbejdsmiljø.

Der ses bort fra pap, papir og lign., der anvendes til emballage og etikettering. Den tidligere gennemførte matrix LCA (Bilag A) viser, at hvis man inkluderer energiforbruget af det kølesystem, som ventilen fungerer i, vil dette dominere totalt. Produktsystemet afgrænses derfor til selve ventilen uden energiforbruget af det kølesystem, som ventilen fungerer i.

Der arbejdes på Danfoss med at udvikle en føler med elektronisk styring (ETE), som på grund af en bedre styring, forventes at kunne reducere energiforbruget i kølesystemet. Det er derfor væsentligt at kunne udvide systemet til også at omfatte denne energibesparelse, når dette nye produkt skal sammenlignes med reference produktet.

Den elektroniske føler skal tilsluttes en regulator, som ofte vil findes på køleanlægget i forvejen, idet den bruges til anden styring som afrimning, alarmfunktioner m.m. Det er derfor valgt ikke at inkludere denne regulator i systemet.

3.3 Data grundlag

Der er primært anvendt data, som er tilgængelige i den til UMIP PC Værktøjet hørende database (Frees, N. et. al., 1996) samt en del specifikke data fra Danfoss A/S' produktion på fabrikken i Nordborg. For elektronikken i den elektroniske føler er der på grundlag af en stykliste fra Danfoss, anvendt data indsamlet af IPU ved tidligere projekter. For nogle elektroniske komponenter er der anvendt standard data for materialesammensætningen indsamlet af Danfoss Drives A/S. Hvor det har været nødvendigt, er der tilføjet nye enhedsprocesser. Detaljer fremgår af den model, der er opbygget i UMIP PC Værktøjet. Kvaliteten af de anvendte data samt deres oprindelse er der redegjort for i tabel 1

Tabel 1
Referencegrundlag for data til miljøvurdering af ekspansions ventil

| | Datatype | | | Datakilde | | | | | Kommentarer |
|---|--------------------|-----------------|-----------|-----------|---|---|---|---|--|
| | Produkt specifikke | Sted-specifikke | Generelle | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Materialefasen | | | | | | | | | |
| Rustfrit stål | | | X | | | X | | | UMIP database |
| Stål | | | X | | | X | | | UMIP database |
| Kobber | | | X | | | X | | | UMIP database |
| Messing | | | X | | | X | | | UMIP database |
| Plast | | | X | | | X | | | UMIP database |
| Elektronik | | | X | | | | | X | IPU data samt data fra Danfoss Drives A/S |
| Produktion hos Danfoss og leverandører | | | | | | | | | |
| Metalbearbejdning | | | X | | | X | | | UMIP database |
| Ovnlodning | X | | | X | | X | | | Danfoss, el forbrug er kvalificerede skøn |
| Fornikling | X | | | X | | X | | | Danfoss, el forbrug er kvalificerede skøn |
| Trykstøbning af messing | | | X | | | | | X | Ekstrapolation fra data i UMIP databasen |
| Indstilling og afprøvning i sprit | X | | | X | | X | | | Danfoss, el forbrug er kvalificerede skøn |
| Elektronik komponenter | | | X | | | | | X | IPU data. For nogle komponenter mangler produktionsdata. |
| SMD montage | | | X | | | | | X | Danfoss |
| Brugsfasen | | | | | | | | | |
| Energiforbrug for ventilen | X | | | | | X | | | |
| Energiforbrug for kølesystemet | | | X | | | | | X | Er meget afhængig af driftsforhold |
| Levetid | X | | | | | | | X | Delvist afhængig af kølesystemet |
| Bortskaffelse | | | | | | | | | |
| Bortskaffelses måde | | | X | | | X | | | Danfoss |
| Genvinding | | | X | | | X | | | UMIP database og IPU data |
| Deponi | | | X | | | X | | | UMIP database |
| Forbrænding | | | X | | | X | | | UMIP database |
| Transport | | | | | | | | | |
| Afstande og transportmiddel | X | | X | | | X | | | Danfoss, afstande er specifikke. Transportmiddel er generelt |
| Energiforbrug og emissioner | | | X | | | X | | | UMIP database |
| Energisystemer | | | | | | | | | |
| Energifremstilling | | | X | | | X | | | UMIP database |

Noter

- 1 Målinger
- 2 Beregninger ud fra massebalance for den aktuelle proces
- 3 Ekstrapolation fra data for samme processtype eller teknologi
- 4 Ekstrapolation fra data for andre processtyper eller teknologier
- 5 Ukendt kilde eller ikke-kvalificeret estimat

Produkt specifikke data: Gælder processer, hvor TE55 specifikt indgår

Stedspecifikke data: Gælder data fra aktuelle lokaliteter i produktets livsforløb, men processen er ikke opgjort specifikt for TE55

Generelle data: Alle andre

4 Opgørelse

4.1 Dataindsamling og behandling

Materialefasen

Der er indsamlet styklister fra Danfoss A/S. På grundlag af disse, diverse supplerende oplysninger og vejning af de enkelte dele er opstillet en oversigt over de komponenter og materialer TE55 består af. Der er foretaget flg. tilnærmelser:

- Der ses bort fra nogle få dele, der til sammen udgør <0,3% af massen af ventil-delen af produktet. (Miljøvurderingen omfatter således > 99,7% af ventil-delens materialeindhold.) Det er vurderet at disse 0,3% ikke indholder materialer, der er specielt problematiske.
- For nogle emner af metal, der leveres til Danfoss i bearbejdet form er det som et erfaringstal antaget, at emnet vejede 30% mere inden bearbejdningen (Caspersen, N., 1999). I opgørelsen vil bruttoforbruget derfor være højere end det der rent fysisk kommer ind i huset hos Danfoss.
- For nogle elektronik komponenter, hvor der ikke var data tilgængelige er der for materialeindholdet anvendt generelle data indsamlet af Danfoss Drives A/S.

Materialeindholdet i det færdige produkt er gengivet i tabel 2. Bemærk at et funktionsdygtigt produkt består af en ventil-del og en mekanisk- **eller** en elektronisk føler (ETE).

Tabel 2

Oversigt over materialeindholdet (et produkt består af en ventil samt en føler, som enten kan være mekanisk eller elektronisk)

TE55 ventil-del

| Materiale | Masse (kg) | Procent |
|--|------------|---------|
| Messing CuZn40Pb2 | 1,006 | 77% |
| Rustfrit stål, termineret | 0,195 | 15% |
| Stålblade (89% primær), TERMINERET | 0,078 | 6% |
| Kobber | 0,016 | 1,2% |
| Diverse (gummi, blændprop og pakning) | 0,004 | 0,3% |
| Ag Sølv | 0,0003 | 0,02% |
| Total | 1,299 | 100,00% |

TE55 føler-del (mekanisk føler)

| Materiale | Masse (kg) | Procent |
|-----------|------------|---------|
| Kobber | 0,1188 | 65% |
| M85 | 0,063 | 35% |
| Total | 0,1818 | 100% |

ETE (elektronisk føler)

| Materiale | Masse (kg) | Procent |
|---------------------------------------|------------|---------|
| Messing CuZn40Pb2 | 0,061 | 30% |
| Plast PVC | 0,047 | 23% |
| Rustfrit stål, termineret | 0,045 | 22% |
| Kobber | 0,032 | 16% |
| Plast, PA | 0,005 | 3% |
| Krympeflex | 0,004 | 2% |
| Plast, Epoxy, flydende | 0,002 | 1% |
| Glas, E, fremstilling | 0,002 | 1% |
| Gummi, syntetisk PB | 0,002 | 1% |
| Loddering Ag Sn 55 | 0,002 | 1% |
| Stålblade (89% primær), TERMINERET | 0,0005 | 0,2% |
| Sn (Tin), 100% primær | 0,0001 | 0,1% |
| Plast, PET(P) | 0,0001 | 0,04% |
| Al (primær) 1, TERMINERET | 0,0001 | 0,03% |
| Pb bly | 0,000034 | 0,02% |
| Si (primær) | 0,000020 | 0,01% |
| Antimon trioxid | 0,000005 | 0,003% |
| Ag Sølv | 0,000003 | 0,002% |
| Kvartssand (udvinding) | 0,000003 | 0,001% |
| Ni Nikkel | 0,000001 | 0,0003% |
| Au guld | 0,0000004 | 0,0002% |
| Total | 0,203 | 100% |

Produktionsfasen

Produktionen hos Danfoss A/S, Nordborg er gennemgået. På grundlag af denne gennemgang er nogle processer, der skønnedes at være af mindre betydning valgt fra. Det drejer sig f. eks. om processer som vaske, samle og emballere. Detaljer fremgår af afsnit 4.2

Data om de resterende produktionsprocesser er herefter indhentet hos Danfoss A/S.

I forbindelse med produktionen hos Danfoss A/S anvendes en del hjælpestoffer til vask og lodning. Disse er der set bort fra, da de skønnes ikke at være af væsentlig betydning.

Data for processen omhandler også spildevands-behandling, og der er beregnet effektfaktorer for de væsentligste emissioner. Disse fremgår af den i UMIP PC Værktøjet opbyggede model.

For metalbearbejdning er der ikke brugt data fra Danfoss A/S, men data fra UMIP- databasen for de processer, der skønnes bedst at svare til de aktuelle bearbejdnings. Enheden er her baseret på kg fjernet materiale.

Desuden er oprettet en proces til trykstøbning af messing med udgangspunkt i en eksisterende proces for trykstøbning af aluminium. Denne proces er valgt som udgangspunkt, fordi den er baseret på data af bedre kvalitet end den tilsvarende proces for trykstøbning af zink. Det antages, at de pågældende emner trykstøbes hos Danfoss' leverandører. Det er selvfølgelig også muligt, at emnerne smedes, men det skønnes ikke at være væsentligt.

For nogle elektronik komponenter, hvor der ikke var tilgængelige data om produktionen, er det på grundlag af litteratur (Philips, 1998) skønnet, at der bruges 4 gange så meget materiale til fremstillingen som den mængde, der ender i det færdige produkt.

Brugsfasen

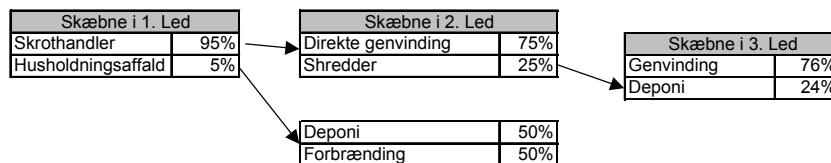
Der er ikke noget energiforbrug, som reference produktet er direkte årsag til, ligesom der heller ikke er andre forbrug af materialer, hjælpestoffer eller andet. Ekspansionsventilen med elektronisk føler bruger energi. Det er antaget, at energiforbruget er fordelt over døgnet med 30W i en time og 12 W i den øvrige periode (Kjøng, 1999).

Modtagne reklamationer over fejl, der giver anledning til udslip af fyldemedie eller kølemiddel er af størrelsen 1-3 stk./mill./år. Der ses bort fra dette selv om det reelle antal må formodes at ligge højere. Ovennævnte tal dækker "små termoventiler" med mekanisk føler, der i princippet fungerer på samme måde som den reference produktet.

Bortskaffelsesfasen

Ventilen sælges primært på det europæiske marked. På grundlag af forespørgsler hos de væsentligste af Danfoss' salgsdatterselskaber, kan det konkluderes, at det er overvejende sandsynligt at ventilen vil ende hos en professionel skrothandler, der vil sortere ventilen fra til messing skrot (direkte genvinding). Det er dog i modellen antaget at nogle ventiler ender i en shredder og at endnu færre ender i dagrenovationen. Det anvendte bortskaffelses scenario er der redegjort for figur 1.

Figur 1
Bortskaffelses scenario



Det vurderes, at det kun vil være messing, der i praksis vil blive genvundet af de materialer, der er i ventilen. Når der tages hensyn til de tab der vurderes at være i forbindelse med oparbejdningen, vil det betyde, at 78% af messingindholdet vil blive genvundet. Der er i deltaljer redegjort for bortskaffelses scenariet i bilag B.

De anvendte processer er baseret på data fra UMIP databasen og interne data fra Institutet for Produktudvikling.

Transportfasen omfatter hele produktet. Det antages, at diverse modifikationer af produktet ikke vil influere væsentligt på transport scenariet.

Transportfasen

Transportfasen er modelleret i regneark. Der er tale om en forholdsvis grov modellering. Der er lavet to scenarier et med produktion i Danmark og et med produktion i Mexico. Det er Danfoss' Indkøb's vurdering, at de europæiske leverandører af de tungeste dele (messing) fortsat vil være konkurrencedygtige på det nordamerikanske marked. Ventilens væsentligste marked vil fortsat være Europa. I Mexico-scenariet indgår derfor, at råvarer og færdigprodukt fragtes frem og tilbage over Atlanten..

Transport internt på produktionsstedet antages at være uden betydning, og er ikke medtaget. Resultatet af modelleringen fremgår af tabel 3.

Tabel 3
Sum af Transportarbejde i kgkm

| Produktionssted ==>> | Danmark | Mexico |
|-----------------------------------|----------------|---------------|
| Lastbil, >16t diesel motorvej | 6.382 | 4.277 |
| Lastbil >16t diesel landevej | 1.212 | 2.189 |
| Containerbåd, 2-t, 28000 DWT | 0 | 42.766 |

Systemudvidelse og undgået produktion

Som nævnt genvindes en stor del af ventilens materialer efter brugsfasen ligesom spåner går retur til omsmelting efter bearbejdning. For at håndtere dette i modellen er fortaget en systemudvidelse, da det antages, at disse materialer vil fortrænge brugen af primært metal. Man undgår herved noget produktion og den tilhørende miljøbelastning:

- Det materiale der returneres som spåner efter bearbejdning. Omsmelting af disse spåner er lagt ind under produktionsfasen. Selv om denne proces ikke fysisk finder sted på Danfoss' fabrikker, opfattes den dog som en naturlig del af produktionsprocessen på samme måde som et internt kredsløb.
- Det materiale der fra det skrotede produkt går ind i genvindingkredsløbet. Omsmelting af dette og bortskaffelses processerne er lagt ind under bortskaffelsesfasen.

4.2 Procesoversigt

Detaljer om de enheds processer, der indgår i livsforløbet, fremgår af den model, der er opbygget i UMIP PC værktøjet (Bilag C).

Nedenfor er en kort oversigt over de anvendte produktionsprocesser.

Tabel 4
Oversigt over produktionsprocesser

| Proces | Bemærkning |
|--|---|
| Ovnlodning | Lodning i atmosfære af kvælstof og brint. |
| Plasmasvejsning | Anvendelse af brint og argon. |
| Indstilling og afprøvning i sprit | Ventilen testes og indstilles ved neddykning i sprit. |
| Fyldning | Ventilen påfyldes fyldemediet |
| Fornikling | Elektrolytisk |
| Spildevandsbehandling | Fra forniklingsprocessen |
| Bearbejdning af messing og rustfrit stål | |
| Trykstøbning af messing | Foregår hos leverandør |
| Produktion af transistorer | Foregår hos leverandør |
| Produktion af IC kredse | Foregår hos leverandør |
| Produktion af råprint | Foregår hos leverandør |
| SMD montage | |

Som tidligere nævnt er der set bort fra nogle processer, hvis bidrag vurderes at være uden betydning. Det drejer sig om følgende processer: samle, bertle, ipresse, oprulle, afprøve, slutinspicere, emballere, vaske og lappe. Desuden mangler der produktionsdata for ca. 13% af elektronikken. Det drejer sig om komponenter som modstande, kondensatorer og dioder.

4.3 Resultatberegning

Opgørelsen er beregnet i UMIP PC værktøjet. De vigtigste resultater er sammenfattet i neden stående tabel 5.

Tabel 5
 Udvalgte resultater fra opgørelsen for TE55 med mekanisk føler (reference produkt)

| Gruppe | Udveksling per 1 stk. ekspansionsventil | Mængde i kg | |
|---|---|----------------------------|---------|
| Luft-emission | Carbondioxid (CO ₂) | 10,360 | |
| | Svovldioxid (SO ₂) | 0,052 | |
| | Nitrogenoxider (NO _x) | 0,045 | |
| | Methan (CH ₄) | 0,032 | |
| | Carbonmonooxid (CO) | 0,009 | |
| | Uspec. partikler | 0,005 | |
| | Ethanol | 0,005 | |
| | Hydrogencarboner (HC) | 0,003 | |
| | NM VOC, dieselmotorer | 0,002 | |
| | HFC-134a | 0,001 | |
| | Vand-emission | Chlorid (Cl ⁻) | 0,037 |
| Sulfat (SO ₄ ⁻⁻) | | 0,005 | |
| Uspec. opløst stof | | 0,004 | |
| Uspec. stof | | 0,003 | |
| COD | | 0,003 | |
| Cu (kobber) | | 0,00011 | |
| H ⁺ (hydrogenioner) | | 0,00003 | |
| Zn (zink) | | 0,00002 | |
| Ni (nikkel) | | 0,00002 | |
| Fluorid (F ⁻) | | 0,00002 | |
| Hydrogencarboner (HC) | | 0,000014 | |
| Uspec. olie | | 0,000013 | |
| Cr (chrom) | | 0,000002 | |
| Pb (bly) | | 0,000002 | |
| Ressourcer | | Opdæmmed vand | 243,000 |
| | | Uspec. vand | 24,370 |
| | Grundvand | 16,150 | |
| | Stenkul, rå, brændsel | 4,114 | |
| | Råolie, brændsel | 0,543 | |
| | Overfladevand | 0,330 | |
| | Cu (kobber) | 0,279 | |
| | Naturgas, brændsel | 0,223 | |
| | Fe(jern) | 0,132 | |
| | Stenkul, ren, brændsel | 0,121 | |
| | Zn (zink) | 0,114 | |
| | Uspec. biomasse, TS, brændsel | 0,079 | |
| | Calciumcarbonat (CaCO ₃) | 0,063 | |
| | Brunkul, brændsel | 0,053 | |
| | Cr (Chrom) | 0,024 | |
| | Kvarts | 0,014 | |
| | Ni (nikkel) | 0,012 | |
| | Råolie, råmateriale | 0,011 | |
| | Pb (bly) | 0,008 | |
| | Affald | Uspec. volumenaffald | 1,323 |
| Uspec. skrotaffald | | 0,299 | |
| Uspecificeret metal | | 0,240 | |
| Uspec. slagge & aske, energi | | 0,214 | |
| Uspec. ovnslagge | | 0,161 | |
| Dolomit | | 0,108 | |

5 Vurdering

5.1 Vurderingsmetode

Vurderingen følger UMIP-metoden, der er beskrevet i Wenzel et. al. (1997 & 1998). Vurderingen foretages i 3 trin:

- Karakterisering
- Normalisering
- Vægtning

Udvælgelse af miljøeffekter og karakterisering, normalisering og vægtning er gennemført i overensstemmelse med UMIP-metoden og med anvendelse af de omregningsfaktorer, der er findes i Wenzel et. al. (1997 & 1998) eller i UMIP PC Værktøjet.

Datakarakterisering

Ved datakarakterisering beregnes potentielle miljøeffekter ud fra hvor kraftigt emissioner bidrager til en effekttype i forhold til en referenceemission. For drivhuseffekten, f.eks., er referenceemissionen kuldioxid (CO₂); men methan (CH₄) bidrager 25 gange så kraftigt og lattergas (N₂O) 320 gange så kraftigt. Ved at gange methan- og lattergasemissionen med de nævnte faktorer omregnes de til potentielle drivhuseffektbidrag målt i CO₂-ækvivalenter. Disse oplyses f.eks. i gram (g-ækv.). Der findes potentielle miljøeffekttyper for drivhuseffekt (CO₂-ækv.), forsuring (SO₂-ækv.), nærings saltbelastning (NO₃-ækv.), fotokemisk ozondannelse (C₂H₄-ækv.) samt for forskellige toksiciteter og affaldstyper. Foruden disse er ozonlagsnedbrydning ikke medtaget, da de er udfaset. Beregning af potentielle miljøeffekter indgår foruden i UMIP også i ISO/DIS 14042.

Normalisering

Forud for vægtningen foretages en **normalisering**. Normalisering betyder, at samfundets samlede bidrag til en potentiel miljøeffekt, f.eks. drivhuseffekt, beregnes **per indbygger** i referenceåret 1990. Enheden er **Personækvivalent, PE**. For globale effekter, så som drivhuseffekten, benyttes hele verdens bidrag til effekten per indbygger i verden. For lokale og regionale effekter, så som forsuring, nærings saltbelastning, fotokemisk ozondannelse og deponeret affald, benyttes bidraget til effekten i Danmark per indbygger i Danmark.

Vægtning

Vægtning af en miljøeffekt illustrerer hvor alvorlig en miljøeffekt og dens mulige konsekvenser vurderes at være i forhold til andre miljøeffekter. Den vægtningsmetode, som anvendes her, bygger på politiske målsætninger for reduktion af de væsentligste miljøbelastninger, som bidrager til de enkelte miljøeffekter. Reduktionsmålsætningerne beregnes i forhold til det valgte fælles målsætningsår 2000 og det valgte fælles referenceår 1990. Dette udtrykkes som den reciprokke værdi i en **vægtningsfaktor**. De politiske målsætninger afspejler til en hvis grad faglige vurderinger, men er naturligvis også påvirket af økonomiske interesser m.v. Fordelen ved at benytte en politisk målsætning er, at det giver et politisk acceptabelt styringsgrundlag. Vægtningen sker ved at gange vægtningsfaktorerne med de respektive normaliserede miljøeffekter. Enheden er personækvivalenter målsat (PEM) med indices W (world), DK (Danmark) og målsætningsårstallet.

Vægtning af ressourcer

Millipersonækvivalenter er som regel den mest hensigtsmæssige enhed og enheden for vægtning er derfor $mPEM_{WDK2000}$.

Foruden vægtningen af de potentielle miljøeffekter foretages en tilsvarende procedure for vægtning af ressourceforbrug. Forbruget af den enkelte ressource normaliseres i forhold til det gennemsnitlige forbrug i verden i 1990. Det vægtede resultat fremkommer ved at vægte det normaliserede resultat mod forsyningshorisonten.

Enheden er millipersonreserve, mPR_{W90} , og udtrykker andelen af den mængde af reserven, der var tilbage til en person og dennes efterkommere i 1990.

5.2 Resultater

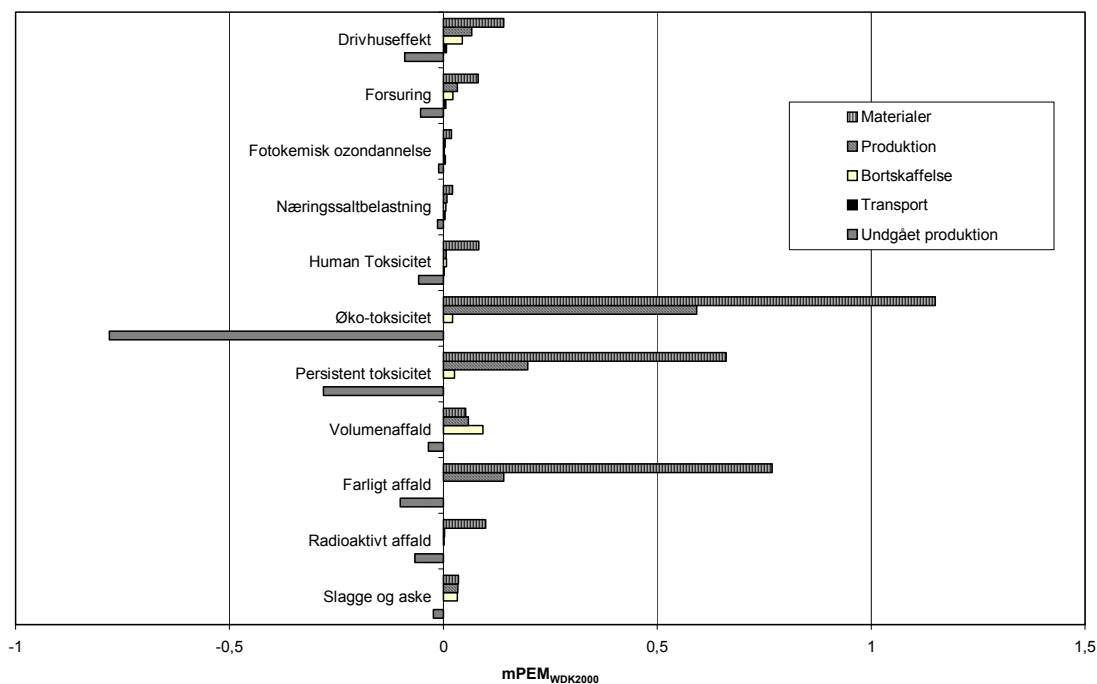
Resultater fra beregning af karakterisering og fra normalisering fremgår af bilagsdelen (Bilag C).

Resultater fra vægtningen fremgår af nedenstående figur 2 & 3. Der er desuden gennemført beregninger, hvor systemet er udvidet med kølesystemets energiforbrug (se afsnit 6.1). Resultaterne fremgår af figur 4 & 5.

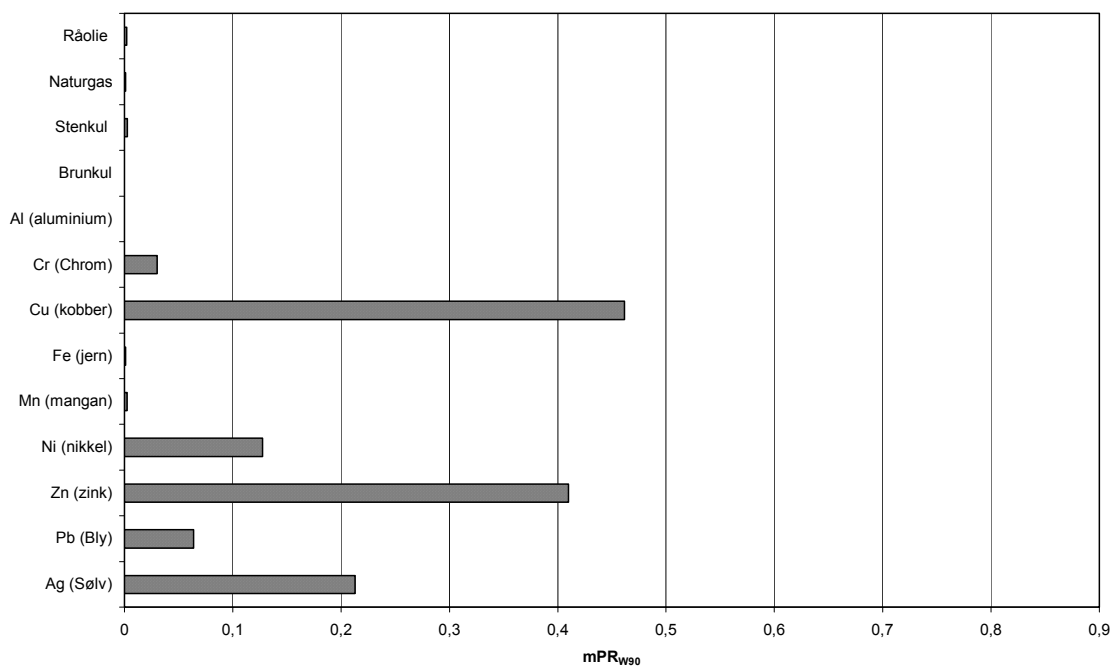
Udskrifter af de resultater, der ligger til grund for figurerne 2, 3, 4 & 5 fremgår af Bilag C.

Figur 2

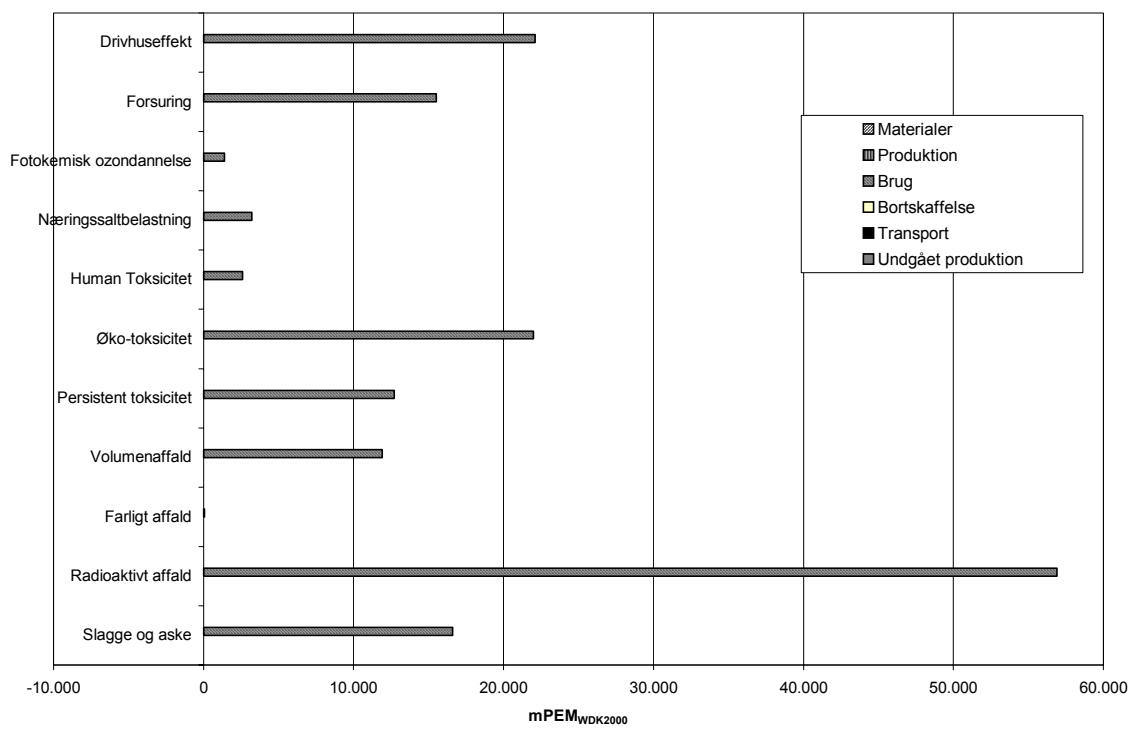
Vægtede miljøeffektpotentialer for TE55 med mekanisk føler (reference produkt) opdelt på faser



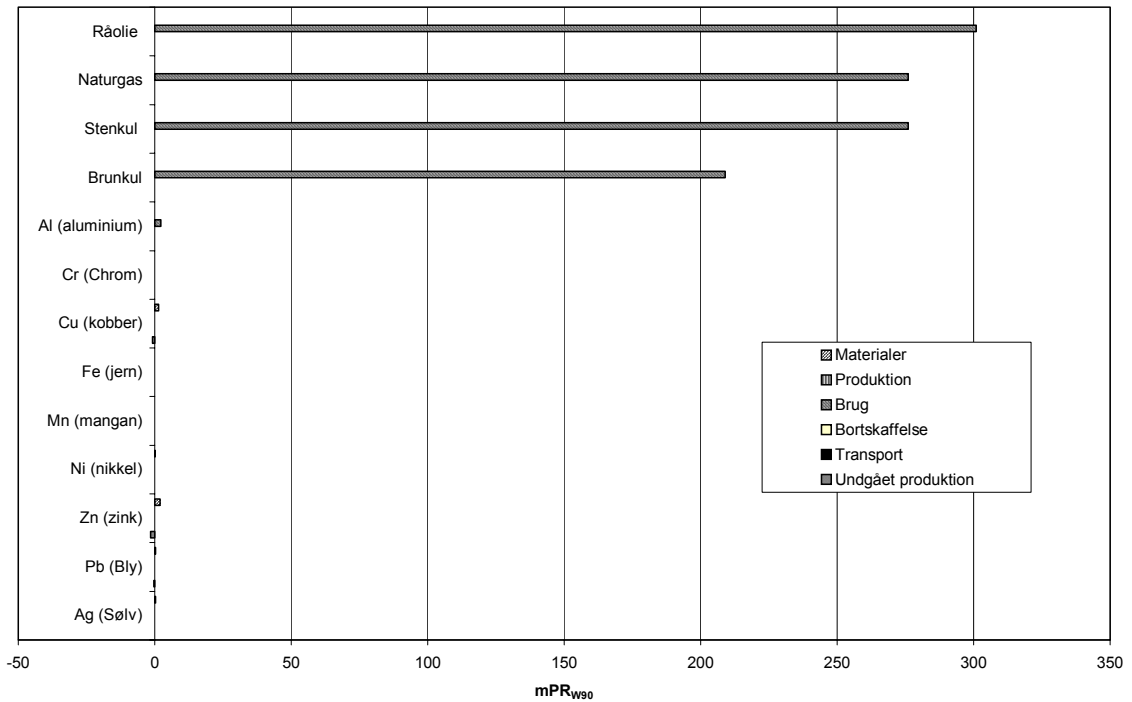
Figur 3
Vægtede ressourceforbrug for TE55 med mekanisk føler (reference produkt)



Figur 4
Vægtede miljøeffektpotentialer for TE55 med mekanisk føler udvidet med et 200 kW kølesystems energiforbrug.



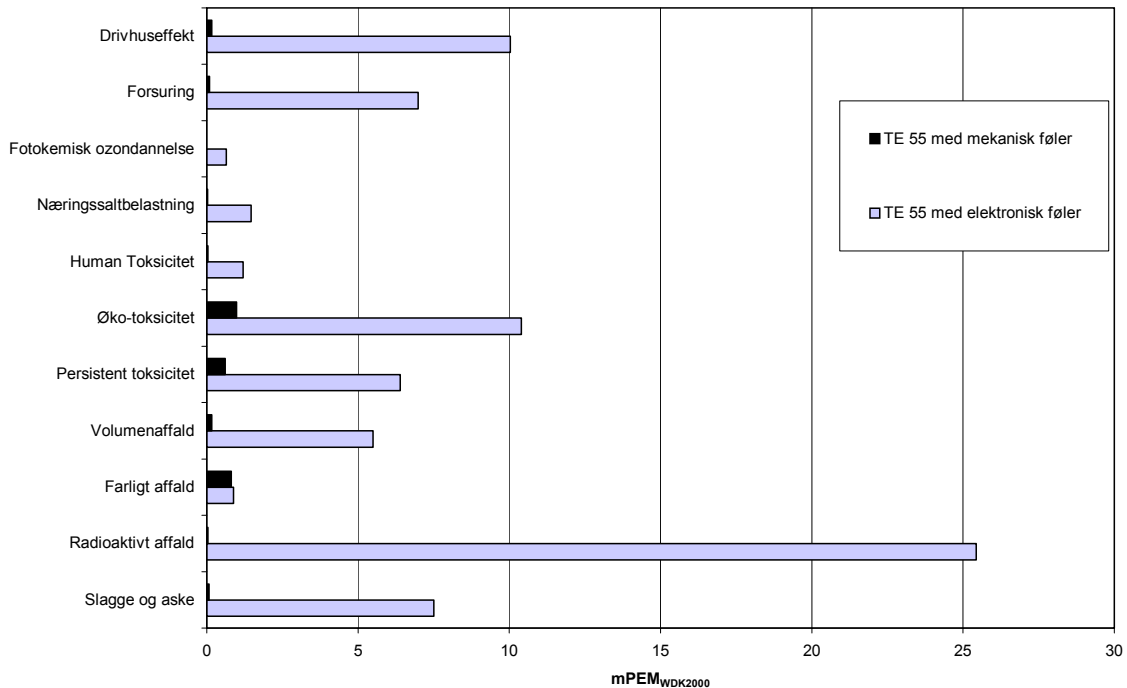
Figur 5
 Vægtede ressourcforbrug for TE55 med mekanisk føler udvidet med et 200 kW
 kølesystems energiforbrug,



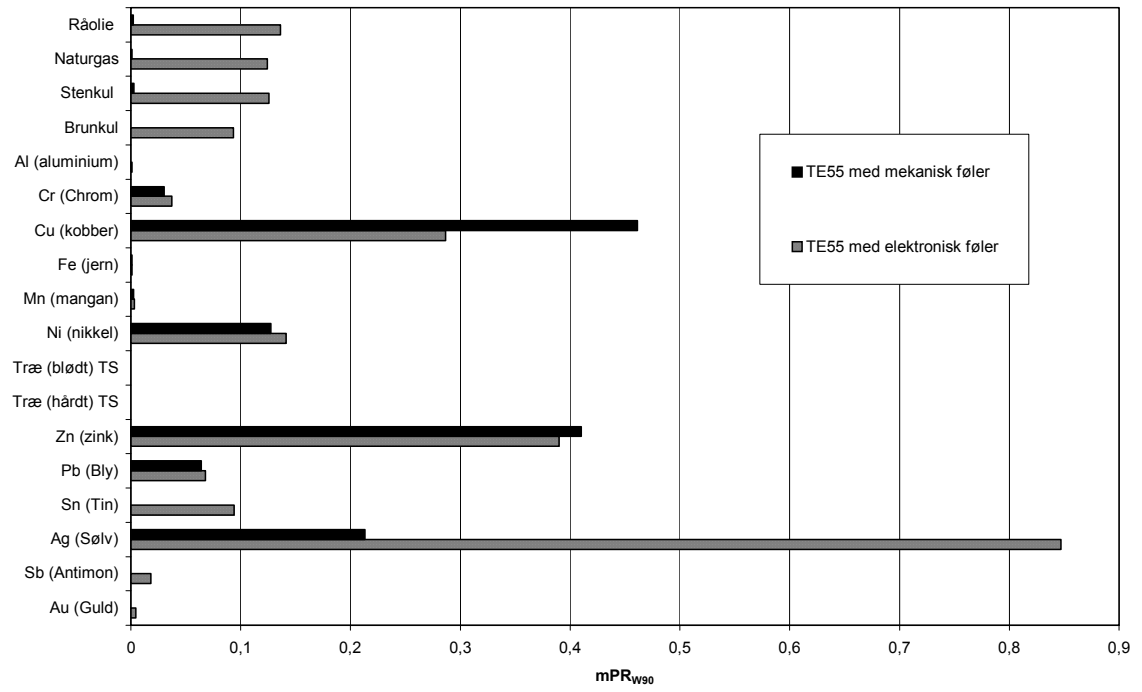
TE55 med elektronisk føler

I figur 6 & 7 er vægtede resultater for en ventil med mekanisk – hhv. elektronisk føler sammenlignet. Resultaterne kommenteres i afsnit 6.1. Udskrifter af de resultater, der ligger til grund for figurerne 6 & 7 fremgår af Bilag C.

Figur 6
 Sammenligning af vægtede miljøeffektpotentialer for en ventil med mekanisk – hhv. elektronisk føler.



Figur 7
 Sammenligning af vægtede ressourceforbrug for en ventil med mekanisk –
 hhv. elektronisk føler.



6 Fortolkning

6.1 Væsentligste påvirkninger

Miljøeffekter

De vægtede miljøeffektpotentialer for selve ventilen med mekanisk føler fremgår af figur 2. Det ses, at materialefase er dominerende og især i kategorierne Øko-toksicitet, Persistent toksicitet og Færligt affald. Bidraget fra produktionsfasen er også væsentligt. Bidraget fra bortskaffelsen er mindre og transportfasen kan knapt anes.

I figur 6 er miljøeffektpotentialerne for en ventil med mekanisk – hhv. elektronisk føler sammenlignet. Det fremgår heraf at belastningen fra ventilen med elektronisk føler er markant større end for reference produktet. Det skyldes, det energiforbrug, der medgår til drift af den elektroniske føler.

Ressourceforbrug

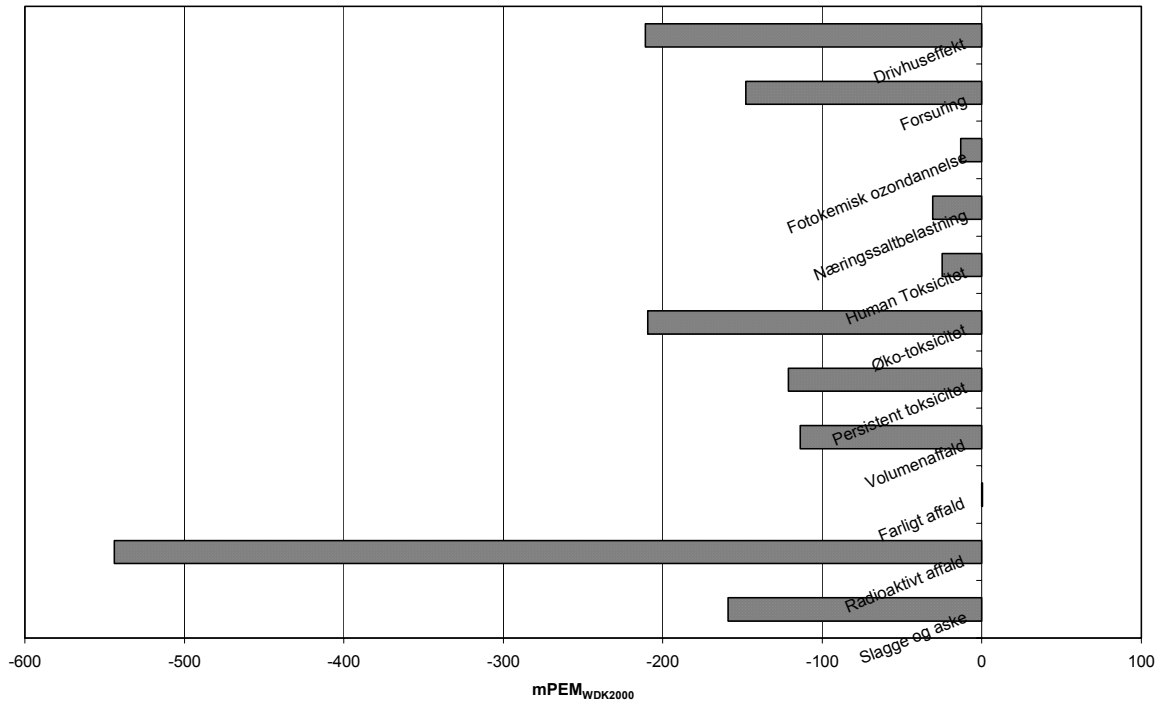
De vægtede ressourceforbrug domineres også af materialefase. Her er det forbruget af messing, der slår igennem på de sparsomme ressourcer kobber, zink og bly. Nikkel stammer fra rustfrit stål og overfladebehandlingen. Forbruget af kobber, zink og bly i materialefase modregnes ved at noget messing genindvindes. Dette er der redegjort for under Bortskaffelse og "Undgået Produktion".

For ventilen med elektronisk føler ses et øget forbrug af energiressourcer, der dog ikke er så markant i forhold til de øvrige ressourcer (figur 7). For de øvrige ressourcer er de væsentligste forskelle et mindre forbrug af kobber. Kobber indgår i den mekaniske føler i kapillarrør og følerør. Til gengæld har den elektroniske føler et større forbrug af den sparsomme ressource sølv, der slår hårdt igennem selv om den kun udgør ca. 1 % af det færdige produkt. Den væsentligste kilde er sølvholdig lodde (lodderinge), der anvendes til at lodde ventilhuset og huset til den elektroniske føler.

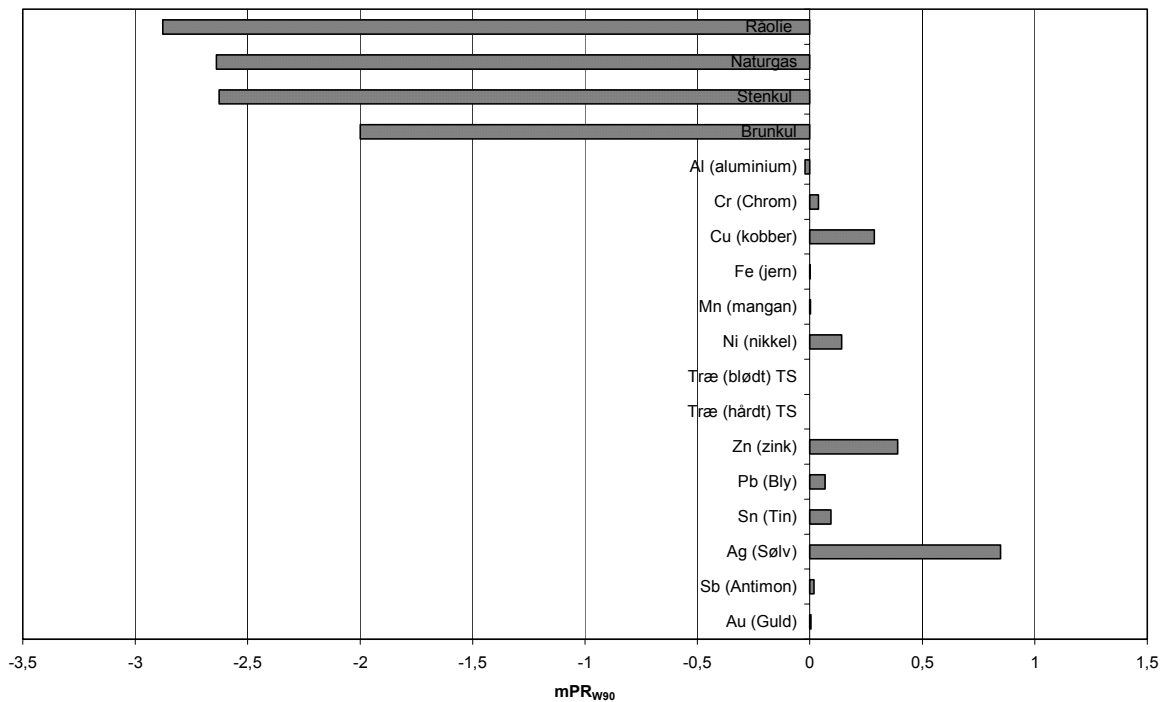
Kølesystemets energiforbrug

Det fremgår af resultaterne i afsnit 5.2, at energiforbruget af det kølesystem, som ventilen er en del af, vejer meget tungt både mht. miljøeffektpotentialer og ressourceforbrug. Det ses af figur 4 & 5, hvor systemet er udvidet til også at omfatte kølesystemets energiforbrug. Brugsfasen, der indeholder kølesystemets energiforbrug, ligger flere dekader over de andre faser. Det er tidligere vist, at en ventil med elektronisk føler i sig selv er mere miljøbelastende end en tilsvarende ventil med mekanisk føler. Til gengæld vil ventilen med elektronisk føler kunne regulere kølesystemet bedre (reducere overhedningen) og derved reducere energiforbruget. Ved en sammenligning mellem en ventil med elektroniske føler og en ventil med mekanisk føler vil det derfor være rimeligt at udvide systemet til også at omfatte den energibesparelse på kølesystemets drift, som den elektroniske føler vil udløse. Der er foretaget en beregning, hvor det, som et yderst konservativt skøn, er antaget en energibesparelse på 1%. Resultaterne fremgår af figur 8 & 9, der viser at den øgede miljøbelastning fra drift af ventilen med elektronisk føler mange gange opvejes af selv en beskedent besparelse i energiforbruget på kun 1%. Der er regnet på et scenario med 5% energibesparelse, og dette viser selvfølgelig samme men forstærket tendens (Bilag C).

Figur 8
TE55 med elektronisk føler, 1% energibesparelse på et 200 kW kølesystem, miljøeffektpotentialer



Figur 9
TE55 med elektronisk føler, 1% energibesparelse på et 200 kW kølesystem, vægtede ressourceforbrug



6.2 Følsomhedsvurdering

Det er formålet med dette afsnit at vurdere, hvor følsomme de opnåede resultater er i forhold til de forudsætninger (antagelser, forenklinger og udeladelser, m.m.), der er foretaget under studiet.

Materialefasen

En beregning på 0,25 kg pap viser at det kun vil bidrage forsvindende, og at det derfor er rimeligt at se bort fra brug af emballage.

En meget stor del (>99%) af materialerne indgår i modellen. Det er vurderet, at de resterende materialer ikke indeholder problematiske stoffer eller ressourcer. Materialefasen vurderes derfor at være rimeligt godt belyst.

Produktionsfasen

Det fremgår af figur 2, at produktionsfasen bidrager væsentligt til de vægtede miljøeffektpotentialer, og det er derfor vigtigt at vurdere, om ændringer i disse forudsætninger vil ændre væsentligt på resultaterne.

Der er gennemført en beregning på referenceproduktet, hvor forniklingsprocessen er udeladt i produktionsfasen. Resultatet (Bilag C) viser, at det er forniklingen der er dominerende i produktionsfasens bidrag til miljøeffektpotentialerne, og betydningen af de resterende processer er ringe. Det må derfor anses for sandsynligt at de fravalgte processer ikke vil influere væsentligt på resultaterne. Disse fravalgte processer vurderes alle kun at have et ringe energiforbrug og forbrug af hjælpe stoffer. De anvendte data vurderes at være af god kvalitet, selv om ikke alle stammer fra den aktuelle produktion hos Danfoss A/S.

Som tidligere nævnt mangler der produktionsdata for ca.13 % af elektronikken, og dette må helt klart betegnes som et af de områder, hvor der er behov for et bedre datagrundlag. Dette indebærer blandt andet at bidragene fra produktionsfasen til for toksicitetspotentialerne vil være større i virkeligheden end beregningerne viser.

I forbindelse med produktionen hos Danfoss A/S anvendes en del hjælpestoffer til vask og lodning, der er set bort fra. Nogle af disse stoffer udledes til vandmiljøet. I Danfoss' miljøgodkendelse er der ikke kravværdier eller krav til målinger af disse stoffer (Frivillig Miljøgodkendelse, 1995). Det skønnes derfor at det er forsvarligt at udelade dem fra miljøvurderingen.

Brugsfasen

Ventilen med mekanisk føler bruger ikke i sig selv energi. Den øgede miljøbelastning, fra drift af en ventil med elektronisk føler vil mange gange opvejes af selv en beskedent besparelse i energiforbruget på kun 1%. Dette udsagn vil der ikke kunne ændres ved selv ved større afvigelse i brugsfasen eller nogle af de andre faser.

Transportfasen

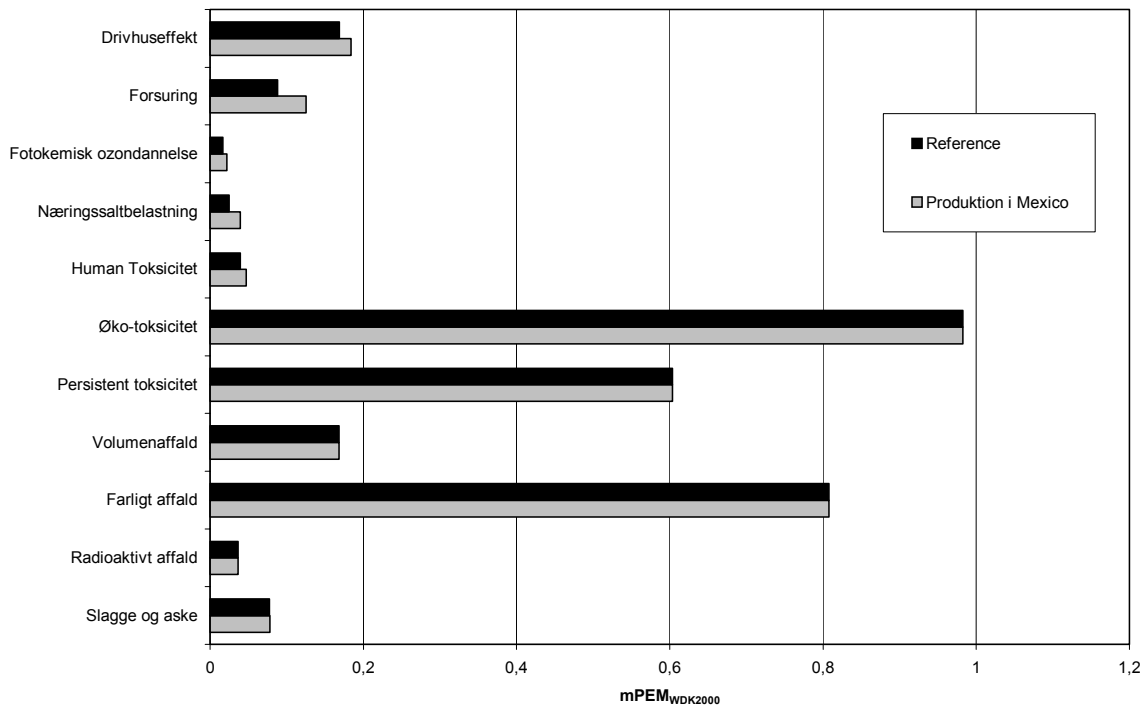
Data for transportfasen er baseret på et groft overslag.

Det fremgår af figur 2 & figur 3 at transport kun bidrager forsvindende til produktets miljøbelastninger, når produktionen er placeret i Danmark. Siden dette projekt startede er produktionen flyttet til Mexico, og der er derfor også beregnet et scenario for dette. Resultatet fra denne beregning er sammenlignet med reference produktet i figur 10.

Det ses her, at der kun er marginale forskelle på de to scenarier for så vidt angår miljøeffektpotentialer. På ressource siden er forskellen endnu mindre (resultater i Bilag C).

Det kan derfor konkluderes, at det er ikke rimeligt at gå yderligere i detaljer med transportfasen. Dette gælder også hvis produktionen sker i Mexico og produktet fortsat sælges på det europæiske marked.

Figur 10
TE55 med mekanisk føler, sammenligning mellem to produktionssteder, uændret marked og leverandører, miljøeffektpotentialer

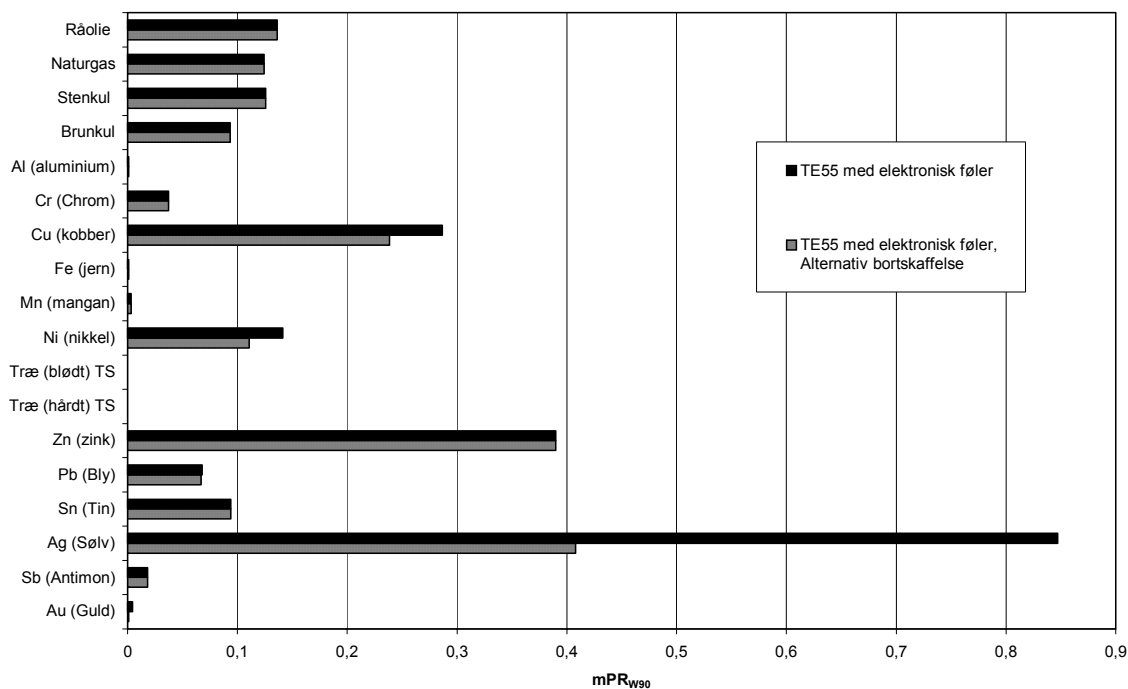


Bortskaffelse og undgået produktion

De tillem্পninger, der er gjort under Bortskaffelsen, er ret konservative, og det kan selvfølgelig altid diskuteres om værdier skal ændres 5-10% til den ene eller den anden side. Dette ville dog ikke ændre væsentligt på resultaterne. Hvis bortskaffelsen forløber mindre gunstigt – forstået på den måde at en større mængde skrøttede ventiler ender på deponi eller i forbrænding, vil dette selvfølgelig øge ressourceforbruget for det samlede system.

En ventil med elektronisk føler er omfattet af nuværende (Bekendtgørelse..) og kommende regler ("WEEE3") for behandling af elektronik skrot. Der er gennemregnet et scenarior, hvor den elektroniske føler er bortskaffet som elektronik affald, hvilket betyder større genvindingsgrader for visse ressourcer i forhold til reference produktet. Resultaterne af de vægtede ressourceforbrug er sammenlignet med referencescenariet i figur 11. Det fremgår heraf, at det vægtede ressourceforbrug for sølv halveres. Desuden reduceres det vægtede ressourceforbrug af kobber og nikkel med ca. 15- hhv. 20%. Dette rækker dog ikke ved den kendsgerning, at sølv, kobber og nikkel under alle forhold er væsentlige set ud fra en ressource betragtning.

Figur 11
TE55 med elektronisk føler, sammenligning af forskellige bortskaffelsscenerier, vægtede, ressourceforbrug.



6.3 Diskussion

På grundlag af ovennævnte følsomhedsvurdering kan det konkluderes, at kvaliteten af de anvendte data er god og i hvert fald tilstrækkelig, og at de foretagne antagelser, forenklinger, etc. er rimelige i forhold til den opstillede model. Desuden kan det konkluderes, at de resultater, der er redegjort for i afsnit 5.2, og de vurderinger, der er foretaget i afsnit 6.1, ikke i væsentlig grad vil være følsomme overfor rimeligt sandsynlige ændringer i de nævnte antagelser, forenklinger etc.

7 Repræsentativitet for produktfamilien

7.1 Afgrænsning af produktfamilien

På grundlag af den detaljerede miljøvurdering af den termostatiske ekspansionsventil TE55, skal desuden gennemføres en miljøvurdering med et bredere sigte på beslægtede produkter indenfor produktfamilien "kontrolventiler".

Denne gruppe omfatter afspærringsventiler (simpel åbne/lukke funktion), sikkerhedsventiler, forskellige automatiske ventiler til styring af tryk og temperatur etc. Anvendelser kunne være:

- Regulering af køleanlæg
- Regulering af kølevandsanlæg
- Regulering af anlæg til aircondition
- Regulering af varmeanlæg lige fra fjernvarmeanlæg over større udlejningsejendomme til enfamiliehuse.
- Regulering af industrielle anlæg i f. eks.:
 - ◆ Kemisk industri
 - ◆ Gartnerier
 - ◆ Mejerier, bryggerier og anden fødevarer industri

7.2 Sammenlignelighed inden for produktfamilien

I det følgende gennemgås de væsentligste variationer, der kan forekomme inden for produktfamilien med henblik på at vurdere betydningen af disse variationer i forhold til de konklusioner, der er draget af miljøvurderingen af reference produktet TE55.

Størrelse af produktet

Hvis man ser på miljøbelastningen fra selve ventilen, er en stor del knyttet til de anvendte materialer. Det er derfor ikke urimeligt at antage, at miljø- og ressource belastningen er proportional med ventilens masse og at resultaterne fra TE55 kan skaleres op og ned i forhold til ventilens masse, når det gælder materiale- og bortskaffelses faserne samt "Undgået Produktion".

Det betyder at de konklusioner, der er knyttet til disse faser også vil gælde for større eller mindre ventiler, opbygget efter samme principper og udført i de samme materialer.

Det samme gælder i et vist omfang også for produktionsfasen, selv om der selvfølgelig vil være nogle processer (f.eks. forniklingen) hvor dette ikke holder.

Det skal dog bemærkes, at for den elektroniske føler gælder denne antagelse ikke, da denne vil have samme størrelse uanset hvilken ventil, den er bygget sammen med.

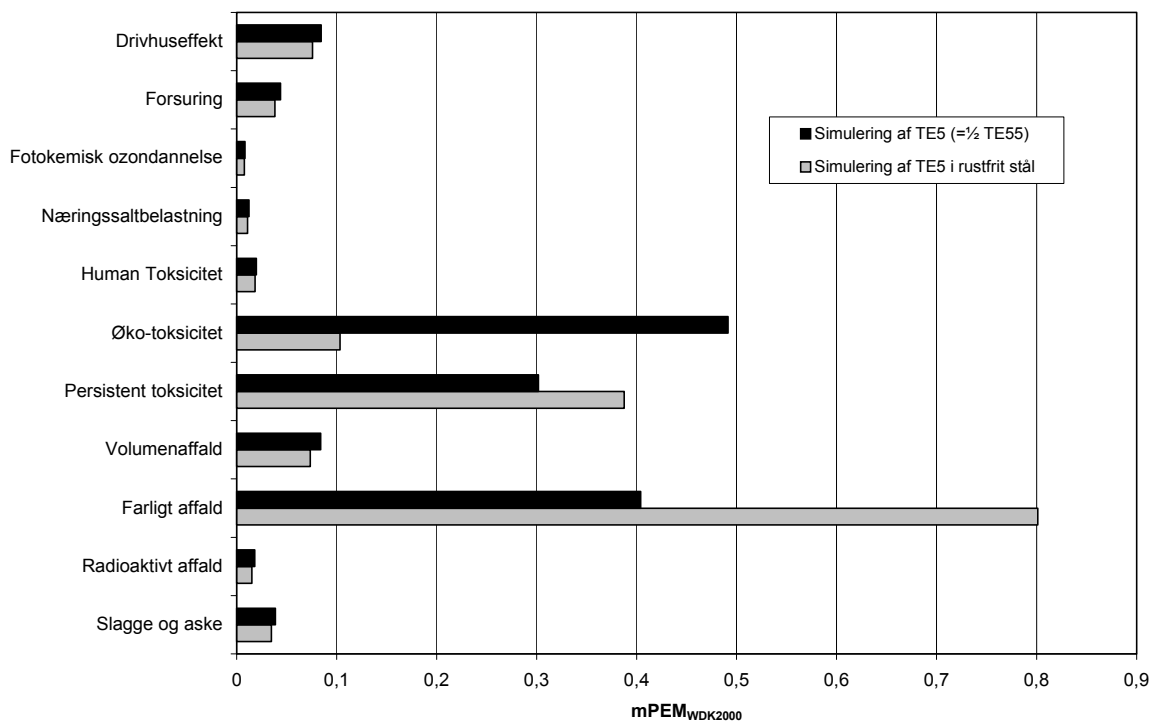
Materialer

Det referenceprodukt, der er miljøvurderet er primært fremstillet af messing. Danfoss fremstiller også ekspansionsventiler i rustfrit stål, men i nogle typer som er mindre end reference produktet TE55. Danfoss fremstiller en ventil (TE5) i messing som er ca. ½ så stor som TE55. Der er gennemført

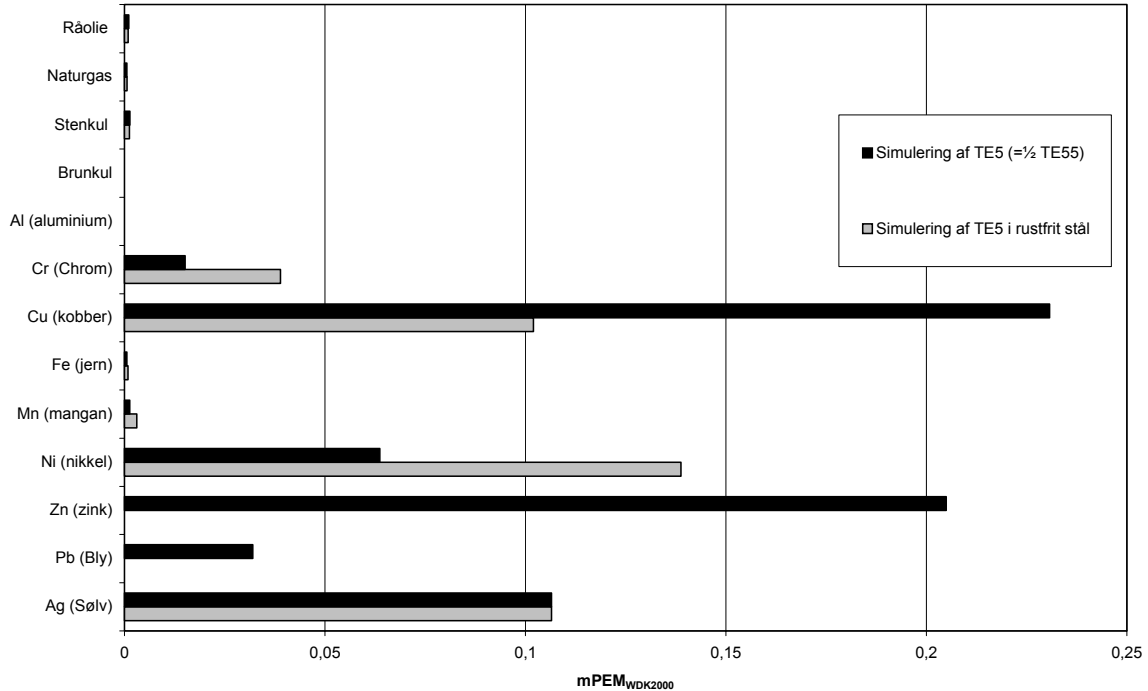
beregninger på et scenario, hvor denne ventil er fremstillet med rustfrit stål som det primære materiale. Resultaterne er sammenlignet med resultaterne fra den tilsvarende ventil i messing i figur 12 & 13. Uden at kommentere resultaterne nærmere skal det blot bemærkes, at resultaterne ikke afviger voldsomt fra hinanden, og de afvigelser, der forekommer ligger inden for samme størrelsesorden.

Det skal bemærkes, at en ventil fremstillet i rustfrit stål indeholder mindre materiale end en tilsvarende ventil i messing. Det er der taget højde for ved simuleringen.

Figur 12
Sammenligning mellem en TE5 og TE5 udført i rustfrit stål, miljøeffektpotentialer.



Figur 13 Sammenligning mellem en TE5 og TE5 udført i rustfrit stål, vægtede ressourceforbrug.



Af primære materialer til ventil fremstilling ud over messing og rustfrit stål kunne man tænke sig støbejern, aluminium og rødgods (Gabel, 1999). Støbejern bliver f. eks. brugt til større køeventiler. Aluminium bliver ikke meget brugt på grund af ringe resistens over for lavt pH og chlorider. Rødgods (typisk legering med 85% Cu og 5% af hver af Zn, Sn & Pb) er vidt udbredt i forskellige industrielle anvendelser.

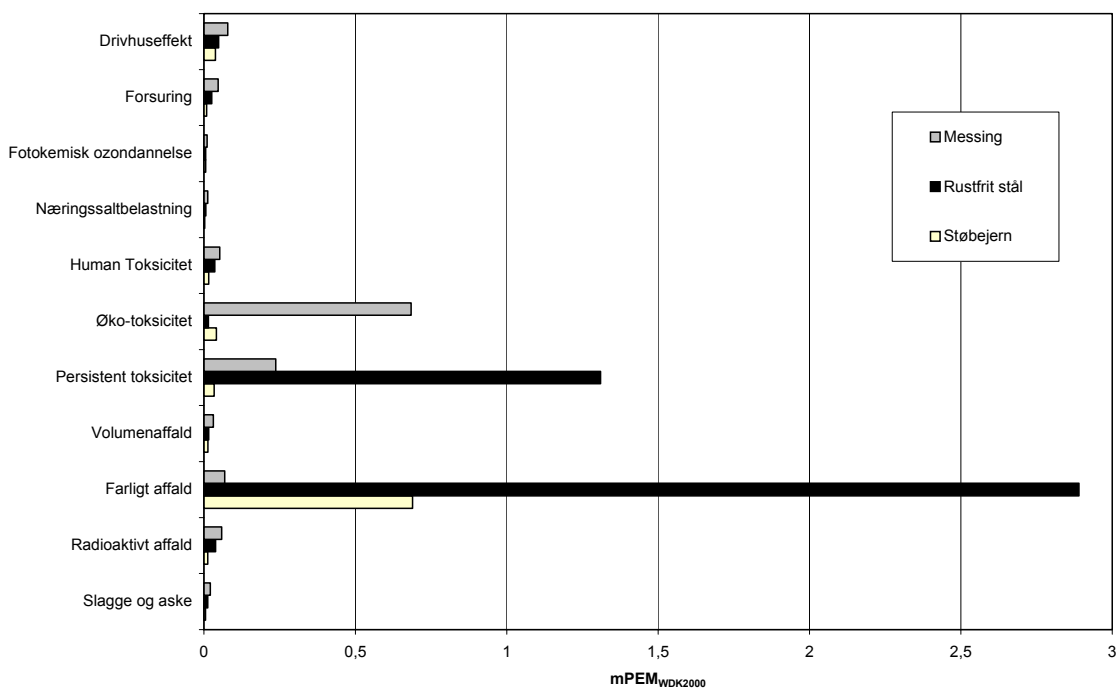
Til anvendelse i mere ekstreme miljøer kan forskellige nikkel legeringer (Hastelloy), specielle syrefaste stål samt titan komme i anvendelse, men næppe i større omfang (Gabel, 1999).

Sammenfattende kan der konkluderes at de mest anvendte materialer er:

- ◆ Messing
- ◆ Rødgods
- ◆ Rustfrit stål
- ◆ Støbejern

For at vurdere de miljømæssige forskelle mellem disse materialer, er miljøeffektpotentialerne beregnet for 1 kg materiale med en brugstid på 10 år. Det svarer altså til den miljøbelastning, 1 kg materiale har givet anledning til, når det er købt hjem som råmateriale. Der er således ikke taget hensyn til bortskaffelse og genvinding. Resultaterne fremgår af figur 14. Der er ikke regnet på rødgods, da dette materiale qua sin sammensætning må antages at have miljøeffektpotentialer af samme størrelse som messing.

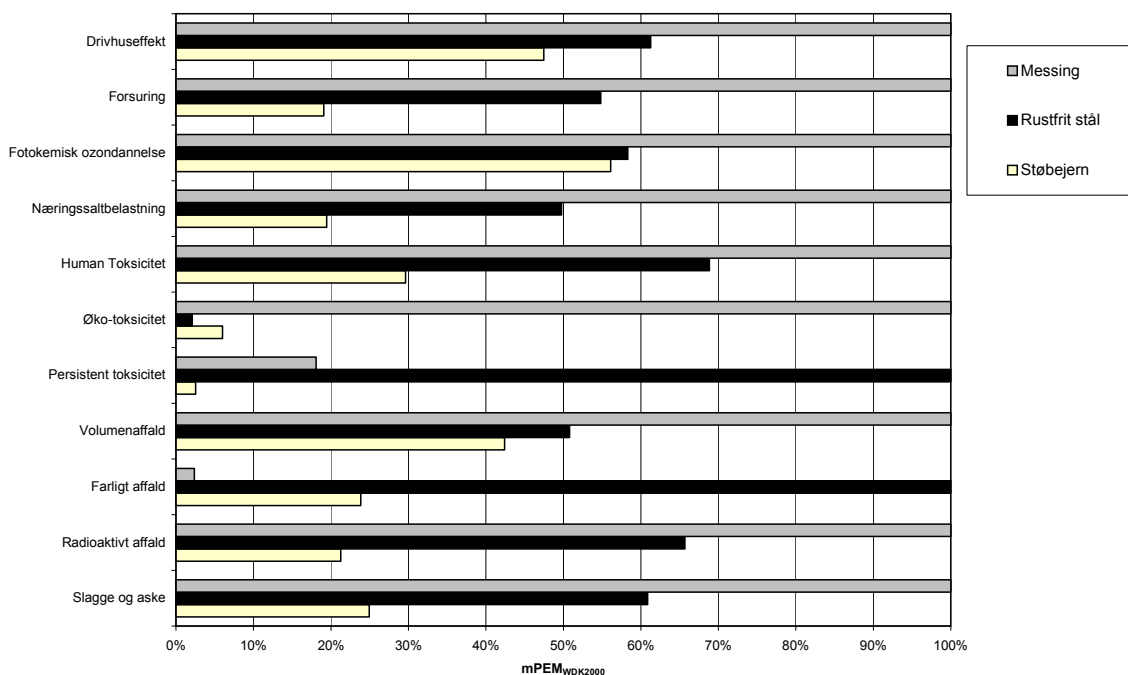
Figur 14
Fremstilling af 1 kg materiale med en levetid på 10 år, miljøeffektpotentialer.



For rustfrit stål er der for kategorierne "Farligt affald" og "Persistent toksicitet" tale om store belastninger, der skyldes det affald og de emissioner, der generes ved fremstilling af rustfrit stål. Dette skal dog tages med et vist forbehold. UMIP-databasen indeholder rimeligt gode og pålidelige data med hensyn til produktion og bortskaffelse af rustfrit stål. De tilsvarende data for kobber, zink og bly, som messing består af, er imidlertid ikke af samme høje kvalitet mht. toksicitet og affald. Det ville derfor ikke på dette datagrundlag være rimeligt konkludere, at rustfrit stål ville være miljømæssigt ringere. Hvis vi havde bedre data kunne det udmærket vise sig, at der ikke ville være den store forskel.

I figur 15 er hver enkelt effektkategori sammenholdt for de tre materialer, idet den største værdi i hver kategori er sat til 100%. Derved er det mere overskueligt at vurdere hvordan hver af de tre materialer placerer sig i forhold til hinanden.

Figur 15
 Fremstilling af 1 kg materiale med en levetid på 10 år, miljøeffektpotentialer, største værdi i hver enkelt effektkategori er sat til 100%.



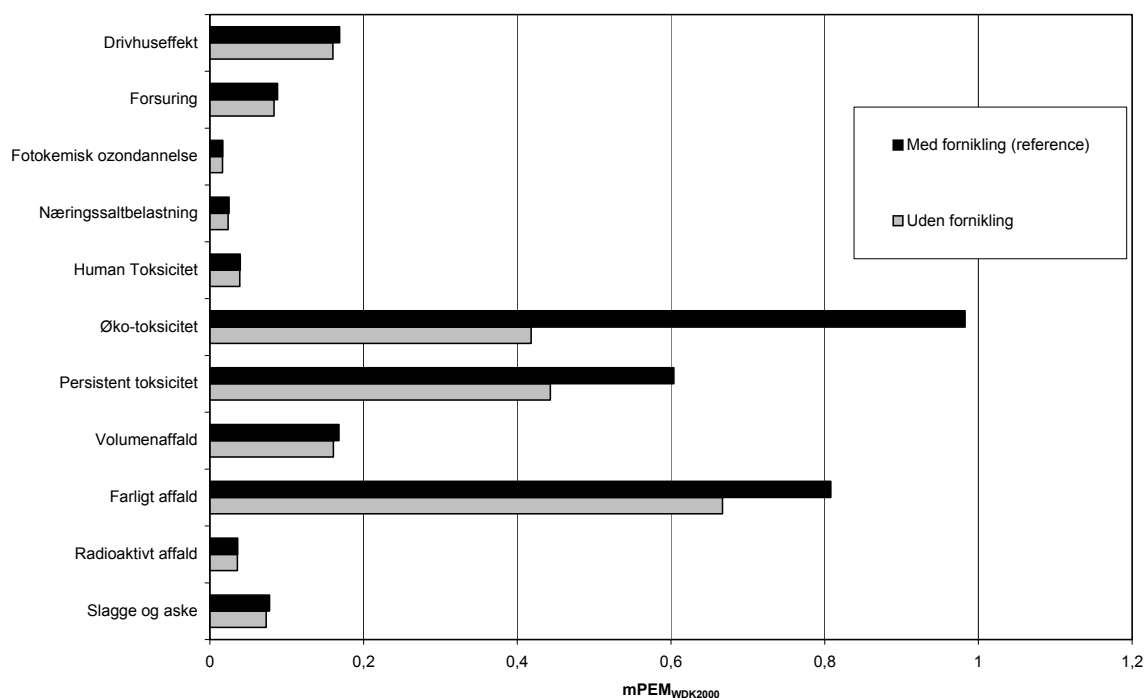
Det kan heraf under de nævnte forudsætninger konkluderes, at støbejern er mindre miljøbelastende. Rustfrit stål og messing ligger på samme niveau, idet messing dog tegner noget mere belastende. Det er dog vigtigt at være opmærksom på, at forskellene ikke er større end at individuelle forskelle mellem forskellige alternativer som f. eks. mængde, genvindingsgrad m.m. hurtigt kan vende billedet.

Med hensyn til de vægtede ressourceforbrug vil det fortsat være de sparsomme ressourcer set i forhold til, hvor meget der kan forventes at blive genvundet, der er vigtigt. Indholdet af disse ressourcer kan umiddelbart aflæses af materiale sammensætningen for et aktuelt produkt og sammenlignes med det globale årsforbrug og forsyningshorisonten.

Produktionsprocesser

Miljøvurderingen af TE55 viser, at produktionsprocesserne med en enkelt undtagelse ikke er voldsomt miljøbelastende. Denne undtagelse er forniklingsprocessen, der bidrager væsentligt til effektkategorierne Økotoksicitet, Persistent toksicitet og Farligt affald. Se figur 16.

Figur 16
Sammenligning mellem TE55 med hhv. uden fornikling, miljøeffektpotentialer.



Det er derfor vigtigt at være opmærksom på betydningen af sådanne overfladebehandlinger eller andre specielle processer. På ressource siden er forniklingsprocessen dog ikke voldsomt belastende (Bilag C).

Brug

Forholdene i brugsfasen kan variere meget ikke blot inden for forskellige typer af kontrolventiler i produktfamilien, men også indenfor forskellige anvendelser af samme ventil. Det er derfor ikke muligt at komme med alment gældende udsagn om betydningen af brugsfasen.

Der er imidlertid nogle generelle forhold, som det er vigtigt at være opmærksom på.

Miljøvurderingen af TE55 viser, at i brugsfasen er energiforbruget den eneste væsentlige kilde til miljø- og ressource belastningen. Dette vil utvivlsomt også gælde for de fleste andre produkter i produktfamilien. På grundlag af overvejelser om ventillernes karakteristika i brugsfasen, kan man opdele produkterne i 4 kategorier, som det fremgår af tabel 6.

Tabel 6
Opdeling af kontrolventiler i produktfamilien i forhold til deres karakteristika i brugsfasen.

| | Ventilen bruger ikke selv energi | Ventilen bruger selv energi |
|---|---|--|
| Ventilen har ved sin funktion indflydelse på energioptimering af det system den er en del af. | Kategori 1 Eksempel: TE55 med mekanisk føler (reference produktet) | Kategori 2 Eksempel: TE55 med elektronisk føler |
| Ventilen har ikke indflydelse på energioptimering | Kategori 3 Eksempel: Manuel afspærringsventil, som bruges ved reparationer, rengøring, service og lignende | Kategori 4 Eksempel: Elektrisk aktiveret afspærringsventil (magnetventil) |

Det er nu relativt enkelt at opstille en "energibalance" for den brugssituation, der er relevant for et aktuelt produkt. For produkter, der har indflydelse på energioptimering kan man gøre sig nogle overvejelser over, hvilken betydning kontrolventilen har for systemets energiforbrug og holde dette op mod et kendt reference scenario. Udover at vurdere energiforbruget under den almindelige drift, kan det også være relevant at vurdere, om eventuelle funktionsfejl på ventilen vil kunne udløse et øget energiforbrug. Dette kan være fuldstændigt nedbræk, eller det at en ventil er ude af justering og derved regulerer mindre optimalt.

Der er gennemregnet nogle scenarier for at se, hvordan en energibesparelse balancerer mod energiforbruget af den elektroniske føler og det der i øvrigt medgår til at fremstille en ventil med elektronisk føler. (Bilag C).

Man kunne også forestille sig kontrolventiler, som administrerer forbrug af andre ressourcer end energi. Det kunne være vand, kemikalier, levnedsmidler eller lignende, og det er vigtigt at tage dette med i miljøvurderingen i det omfang, det er relevant.

Bortskaffelse og genvinding

De processer der indgår i bortskaffelsen – shredding, omsmeltning etc. vejer ikke så tungt, viser miljøvurderingen af TE55, og det er rimeligt at antage, at dette også vil gælde hele produktfamilien.

Det der imidlertid er mere interessant, er hvor meget der kan genvindes af de ressourcer, der indgår i produktet. Af de primære materialer der indgår i et produkt (for TE55 er det messing), vil der blive genvundet ca. 70 – 80%. Det er sandsynligt, at de forskelle i genvindingsgrader, der forekommer, i højere grad skyldes lokale forhold end noget produktudvikleren har indflydelse på. De ressourcer, der forekommer i mindre mængder som f. eks. sølv i lodderinge, tin i låseskiver af tinbronz e o.s.v., må formodes at gå tabt, fordi genvindingen retter sig mod det primære materiale.

For elektroniske produkter gælder nationalt særlige regler for bortskaffelse (Bekendtgørelse...), og der er et regelsæt under udarbejdelse i EU-regi ("WEEE3"). Hvis disse regler følges vil det betyde en højere genvindingsgrad for de ressourcer, der indgår i elektronikken. Det gælder både de mere eksotiske som guld, sølv og palladium og de mere almindelige som kobber og bly.

Transport

Transport vejer ikke særligt tungt heller ikke selv om man transporterer råvarer og produkt frem og tilbage over Atlanten med skib, viser miljøvurderingen af TE55. Dette forhold vil nok ændres noget, hvis flytransport bliver en del af scenariet.

Under alle forhold vil miljøbelastningen fra transportfasen være knyttet til produktets masse.

8 Forbedringsanalyse

8.1 Diagnose

Materialer

Resultaterne fra beregningerne på reference produktet viser, at materialefase er den væsentligste kilde til miljøbelastning (figur 2).

De mest almindelige materialer man kunne tænke sig at fremstille ventiler af (jf. afsnit 7.2) er nedenstående graderet således at det første materiale er mest miljøbelastende og det sidste mindst:

- ◆ Messing eller rødgoods med fornikling
- ◆ Messing eller rødgoods
- ◆ Rustfrit stål
- ◆ Støbejern

Dette udsagn må selvfølgelig tages med det forbehold, at der kan være andre forhold i miljøvurderingen, der gør det miljømæssigt fornuftigt at vælge et mere miljøbelastende materiale.

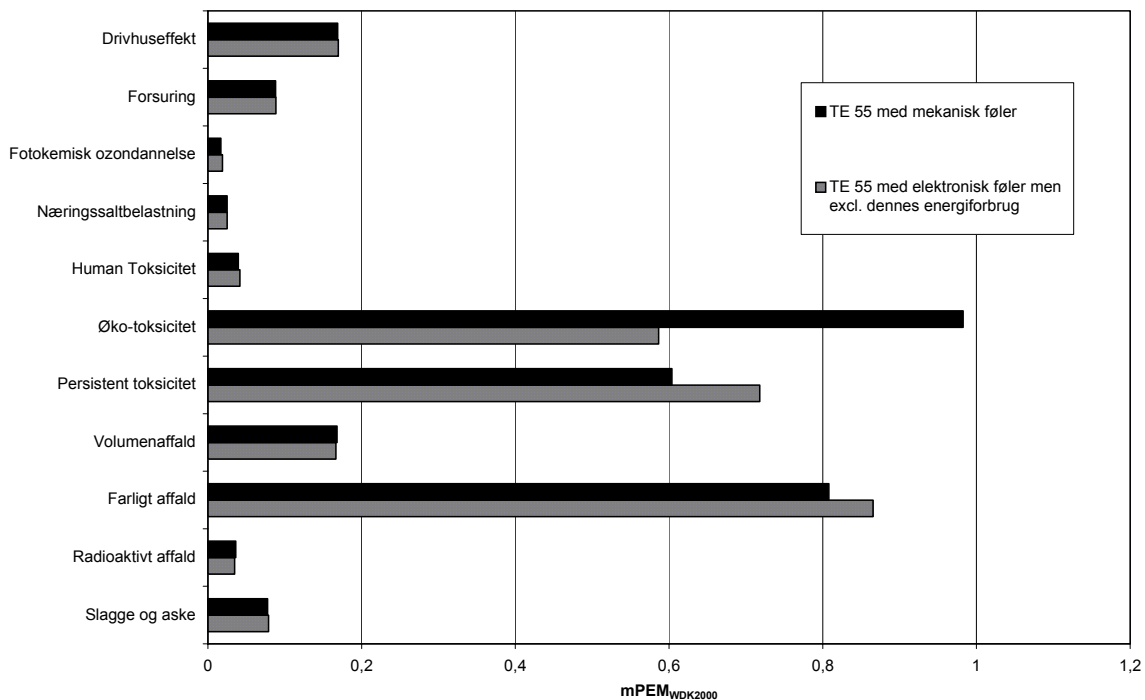
Elektronisk reguleret ventil

En ventil med en energiforbrugende elektronik falder væsentligt dårligere ud end en ventil, der fungerer efter et mekanisk selvvirkende princip. (Når man ser bort fra evt. besparelser på kølesystemets energiforbrug.)

Det er elektronikens energiforbrug, der er årsag til dette. Hvis man sammenligner to ventiler med mekanisk - hhv. elektronisk føler og udelader den elektroniske følers energiforbrug, er der ikke den store forskel i miljøeffektpotentialerne (figur 17).

Figur 17

Sammenligning mellem en TE55 med mekanisk - hhv. elektronisk føler, excl. følerens energiforbrug, miljøeffektpotentialer.

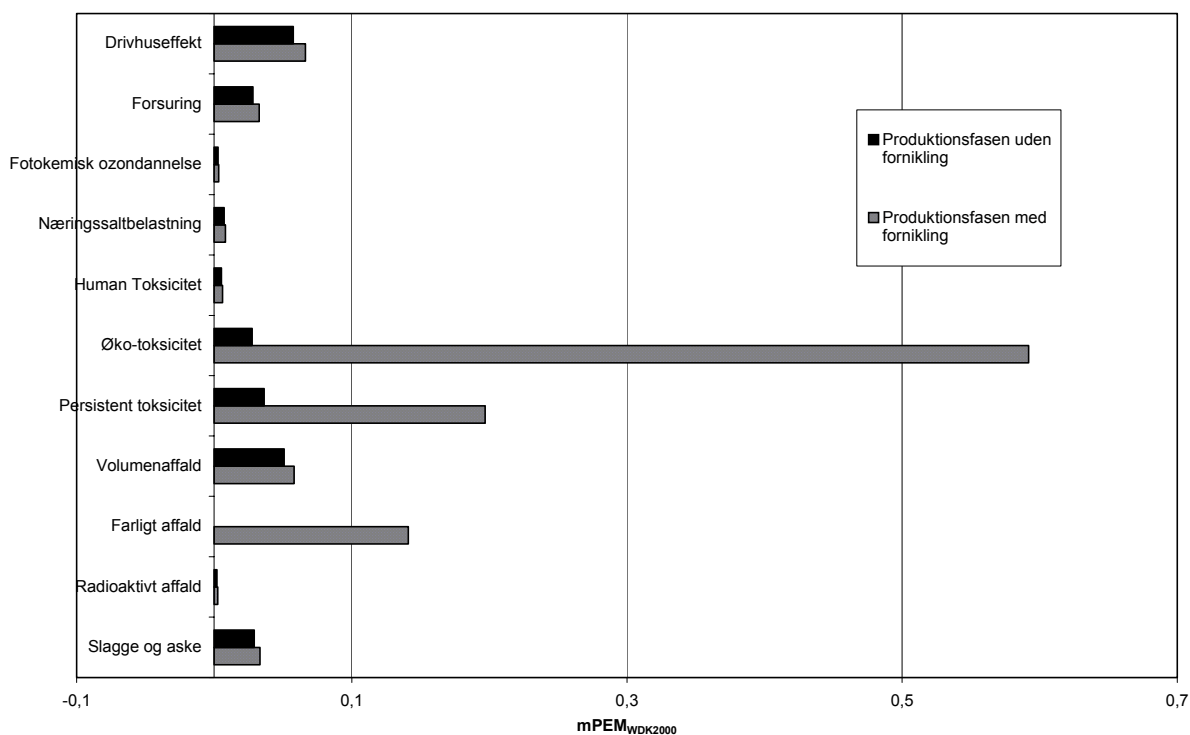


Produktionsprocesserne

Hvis man i figur 2 kompenserer materialefasens miljøpåvirkninger med de miljøpåvirkninger, der spares ved at noget materiale genindvindes ved bortskaffelsen (Undgået produktion), vil produktionsfasen være af samme størrelsesorden som materialefasen. Forniklingen er den mest belastende af de anvendte produktionsprocesser. Det er især effektkategorierne økotoksicitet, persistent toksicitet og farligt affald der dominerer. Kilden til dette er de udledning tungmetaller til vandmiljøet i forbindelse med denne overfladebehandling. Det er værd at bemærke, at dette slår så hårdt igennem på trods af, at der er tale om velfungerende overfladebehandlingsanlæg og et moderne og miljøgodkendt renseanlæg.

De øvrige produktionsprocesser vejer ikke så tungt, hvilket man kan overbevise sig om ved at sammenligne figur 18, hvor forniklingen er udeladt fra produktionsfasen, med figur 2 (reference scenariet).

Figur 18
TE55 med mekanisk føler, fornikling udeladt, miljøeffektpotentialer.

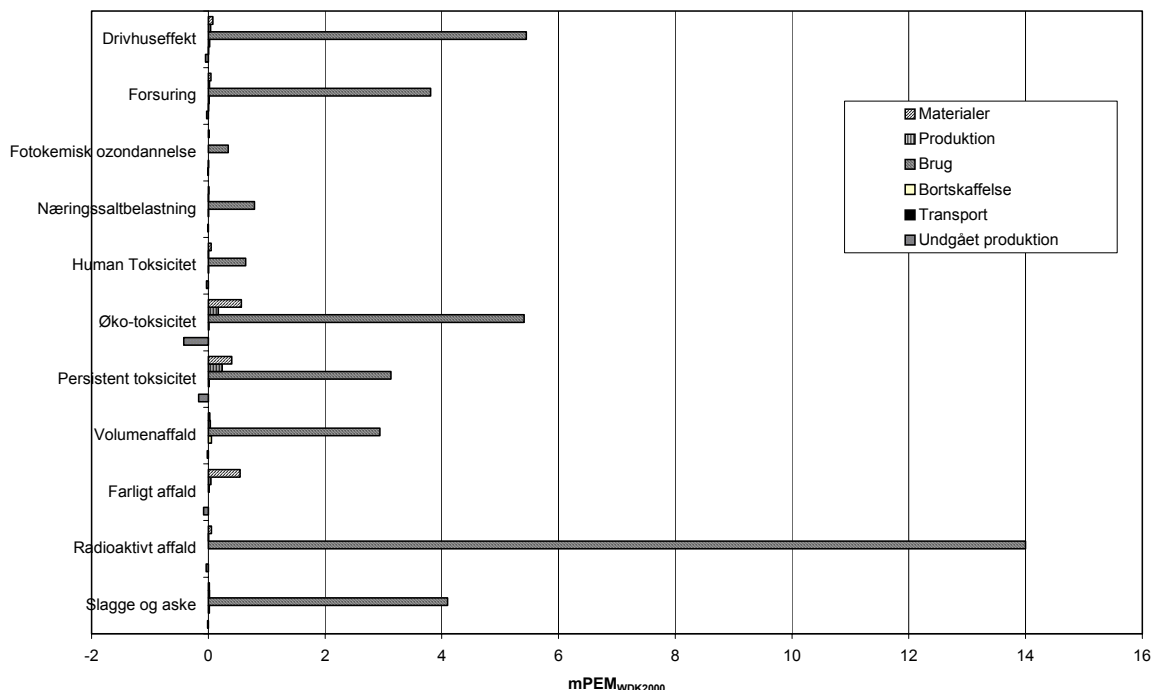


Brugsfasen

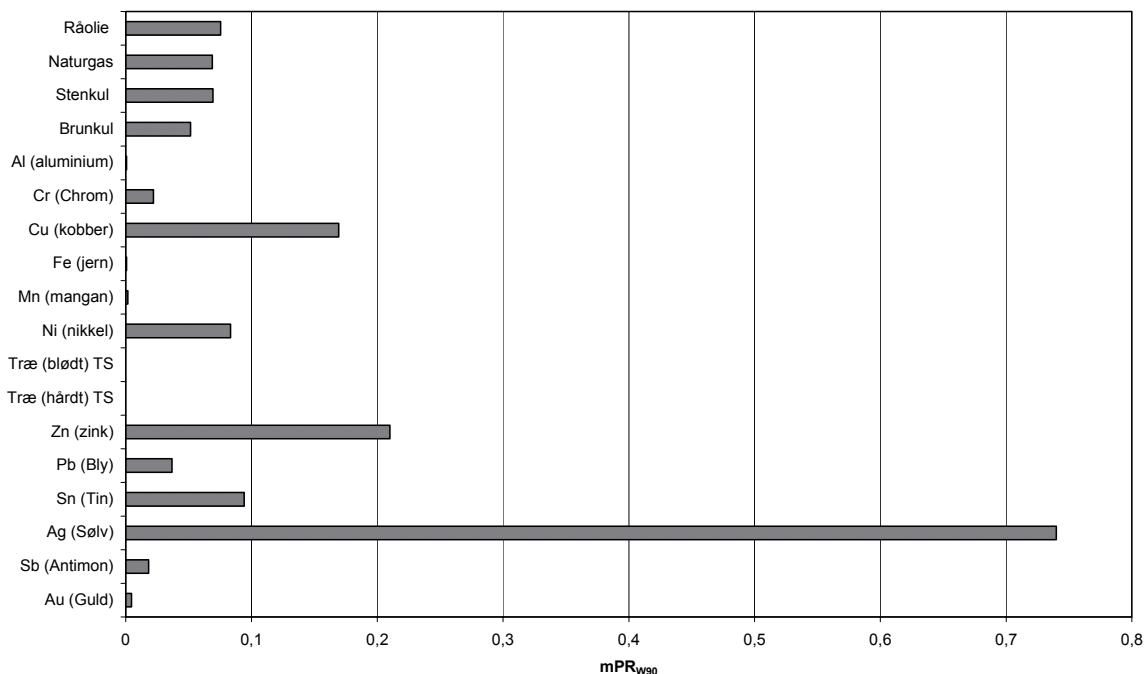
Brugsfasen er som tidligere påvist meget afhængig af såvel den enkelte type ventil som den specifikke anvendelse. Det er vigtigt også at se på ventilen i det system den fungerer. Som vist i figur 4 & 5 er miljø- og ressource belastningen fra kølesystemets energiforbrug flere dekader over belastningen fra selve ventilen (TE55). Ved miljøvurderingen af den elektronisk regulerede ventil er der derfor foretaget en systemudvidelse med den energibesparelse, den forventede bedre regulering udløser. Det fremgår af figur 8 & 9, at den øgede miljøbelastning fra drift af ventilen med elektronisk føler mange gange opvejes af selv en beskedne besparelse i energiforbruget på kun 1%. Denne beregning er gennemført for et relativt stort køleanlæg med en nominel effekt på 200 kW.

Der er gennemregnet et scenario for en mindre ventil (TE5) med elektronisk føler i et køleanlæg på 4 kW. Resultatet viser, at en energibesparelse på 1% ikke kan opveje ventilens miljøbelastning (figur 19 & 20). Ved energibesparelse på 5% er billedet vendt (figur 21 & 22). Det ville nok være mere normalt at anvende en TE5 ventil i et anlæg med en nominel effekt på 16 kW. I dette tilfælde ville en besparelse på 1% utvivlsomt opveje den elektronisk føler's energiforbrug og øvrige miljøbelastning.

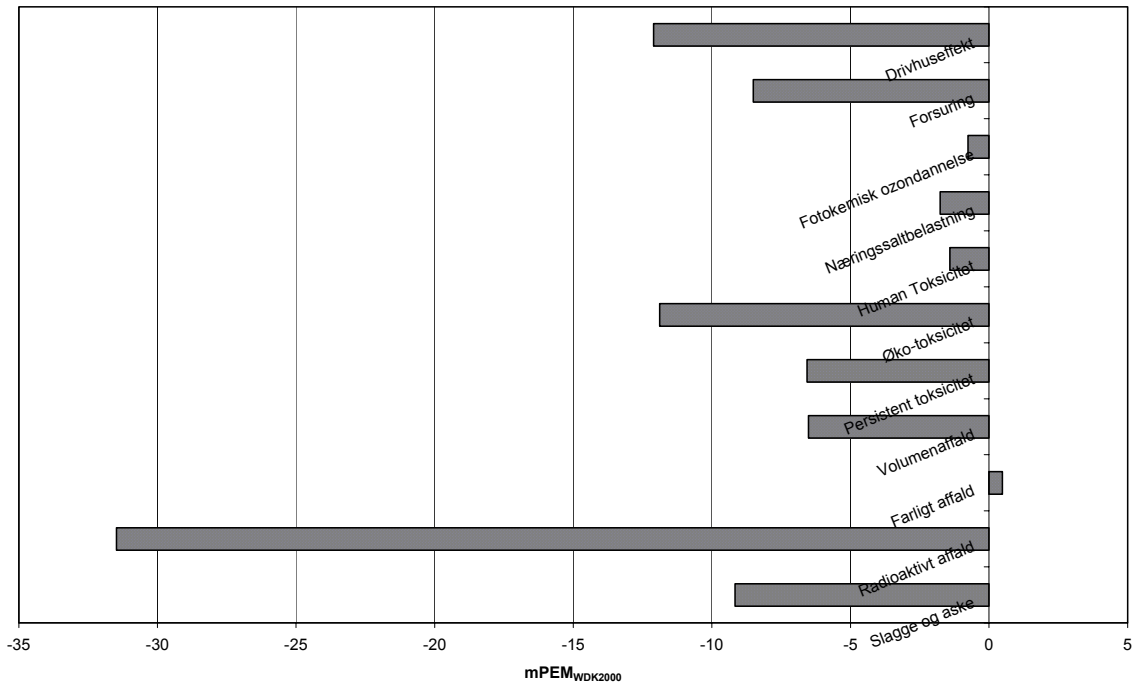
Figur 19
 Simulering af en TE5 med elektronisk føler, 1% energibesparelse på et kølesystem på 4 kW, miljøeffektpotentialer.



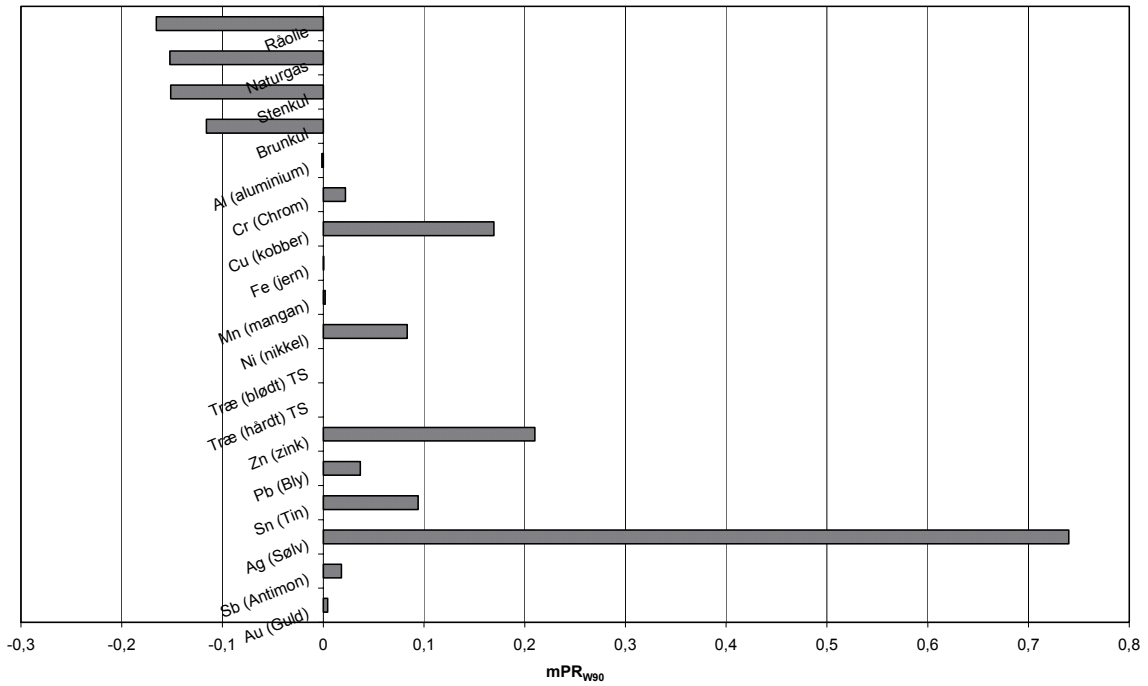
Figur 20
 Simulering af en TE5 med elektronisk føler, 1% energibesparelse på et kølesystem på 4 kW, vægtede ressourcerforbrug.



Figur 21
 Simulering af en TE5 med elektronisk føler, 5% energibesparelse på et kølesystem på 4 kW miljøeffektpotentialer.



Figur 22
 Simulering af en TE5 med elektronisk føler, 1% energibesparelse på et kølesystem på 4 kW, vægtede ressourceforbrug.



Det er åbenbart, at det er energiforbruget, der er afgørende for, hvornår det er miljømæssigt fornuftigt at bruge en elektronisk reguleret ventil, og det kan nemt afgøres ved at sammenligne den elektroniske følers energiforbrug med den energibesparelse, der forventes opnået.

Som det fremgår af blandt andet figurerne 8 & 9 kan en kontrolventil have endog meget stor betydning for den miljø- og ressourcebelastning, der er forbundet med energiforbruget af det system, som ventilen er en del af.

Det kan derfor konkluderes, at et meget væsentligt bidrag til reduktion af miljøbelastningen består i at sikre at kontrolventilen fungerer optimalt, og dermed medvirker til at det samlede system fungerer så optimalt som muligt.

Bortskaffelse og genvinding

De processer der indgår i selve bortskaffelsen – shredding, omsmelting etc. vejer ikke tungt.

Af de primære materialer (metaller), der indgår i et produkt vil der blive genvundet ca. 70 – 80%. Det er sandsynligt, at de forskelle, der forekommer, i højere grad skyldes lokale forhold end noget produktudvikleren har indflydelse på.

De ressourcer, der forekommer i mindre mængder som f. eks. sølv i lodderinge, tin i låseskiver af tinbronze o.s.v. må formodes at gå tabt fordi genvindingen retter sig mod det primære materiale.

Transport

Det er tidligere i rapporten påvist, at transportfasen ikke er vigtig, og ikke bidrager væsentlig til miljøbelastningerne. Belastningerne fra denne fase må antages at være knyttet til massen af produktet

8.2 Forbedringspotentialer

Største potentiale i energioptimering

Som det fremgår af miljøvurderingen, stammer de væsentligste miljøpåvirkninger fra energiforbruget af det system kontrolventilen fungerer i. Gennem sin funktion har ventilen indflydelse på dette energiforbrug, og det største potentiale ligger helt klart i, at ventilen fungerer optimalt, og derved sikrer en så optimal anvendelse af de energiforbrug eller andre ressourcer, som anvendes i det samlede system, ventilen indgår i.

Som eksemplet med TE55 viser, vil den øgede miljøbelastning fra drift af en ventil med elektronisk føler mange gange opvejes af selv en beskedent besparelse i energiforbruget på kølesystemet på kun 1%. For større anlæg ligger der derfor et stort miljøforbedringspotentiale i at anvende en elektronisk reguleret ventil, hvis denne sikrer en bedre drift. For mindre anlæg vil der i mange tilfælde også være et betydeligt potentiale; men det er nødvendigt at vurdere, om den forventede besparelse kan opveje miljøbelastningen fra fremstilling og drift af den elektroniske ventil, som det er beskrevet i afsnit 7.2.

Materialevalg

Når man ser på miljøbelastningen fra selve produktet, er det som tidligere nævnt materialefasen, der dominerer. Der ligger derfor en forbedringsmulighed i at vælge et materiale, der er mindre miljø belastende (jf. afsnit 7.2), og som er baseret på ressourcer, der er mere rigelige. Det skal bemærkes, at et andet materialevalg i nogle tilfælde kan muliggøre et andet konstruktionsprincip, der udløser en materialebesparelse (side 36).

Det er særligt vigtigt at være opmærksom på at de helt sparsomme ressourcer som f. eks. sølv og guld kan slå ret hårdt i gennem i miljøvurderingen.

Foruden at de er meget sparsomme skyldes dette også, at de indgår i produktet i små mængder, og derved må formodes at gå tabt, da genvindingen retter sig mod de ressourcer/materialer, der forekommer i størst mængde.

***Undgå de
sparsomme
ressourcer***

Der ligger derfor et miljøforbedringspotentiale i at undgå at bruge materialer med disse ressourcer. I den elektronisk regulerede ventil udgør sølv det største vægtede ressourceforbrug, selv om det kun indgår i produktet med ca. 1%.

Undgå fornikling

Som tidligere vist er forniklingsprocessen årsag til væsentlige belastninger, selv hvor der er tale om et velfungerende anlæg med tilhørende miljøgodkendt renselanlæg.

Et andet potentiale for miljøforbedring ligger derfor i simpelthen at undgå overfladebehandling og anvende materialer, der ikke kræver overfladebehandling.

Et eksempel på dette er at man i stedet for at fremstille en ventil i fornicket messing, anvender rustfrit stål uden overfladebehandling.

For det aktuelle referenceprodukt TE55 bliver den øverste del af ventillhuset nu fremstillet i rustfrit stål, hvorved man undgår brugen af fornikling.

9 Teknisk- og forretningsmæssig vurdering

Selv meget væsentlige miljøforbedringspotentialer bliver ikke realiseret, med mindre det er noget, der forretningsmæssigt kan hænge sammen. Formålet med dette afsnit er derfor at gennemføre en teknisk- og forretningsmæssig vurdering, der skal kaste lys over i hvilket omfang de forbedringspotentialer, der er afdækket i afsnit 8.2 er realisable ud fra et teknisk- og forretningsmæssigt synspunkt.

9.1 Vurdering af forbedringspotentialer

9.1.1 Gennemførte forbedringer

Den elektroniske aktuator har været igennem en produktmodning i forhold til det produkt der er miljøvurderet i denne rapport, og er blevet forbedret på følgende områder:

- a) Basisventilfamiliens forniklede dele er nu blevet udskiftet med dele af rustfrit stål således at fornikling er overflødiggjort (jf. afsnit 8).
- b) Ventilen er nu hermetisk i modsætning til før hvor kunden selv skulle samle ventilhuset og elementet med fladpakninger som tætningselement. Den samlede ventil kan derfor testes fra fabrikken om max. 1 g kølemiddel / år i ekstern lækage (fra anlæg til omgivelser) er overholdt. Dermed reduceres usikkerheden for lækage i forhold til kundeforvaltning væsentligt.
- c) Den væsentligste messingmasse ligger i ventilhuset – denne er ligeledes reduceret i forhold til udgangspunktet . Denne reduktion ligger i området 5 – 15% på vægten afhængig af ventilstørrelsen.
- d) Ses der isoleret på den ”elektroniske føler” er messingmassen i denne reduceret med 20% (grundet substitution til rustfrit stål) og 2 sølvlodninger er erstattet med en lasersvejsning.
- e) Driftseffekten for dette nye varmemotorprincip er reduceret 5 gange set i forhold til den tidligere familie af termisk virkende elektroniske ventiler. Dette nye princip kræver samtidig ikke nogen standby effekt for at opretholde en hurtig respons ved transiente perioder som f.eks. opstart af anlæg.
- f) Ventilen kan nu udstyres med en pilot magnetventil således at ventilen udover reguleringsorgan kan benyttes som afspæringsventil. Det betyder at den obligatoriske ”fuld skala” væskeledningsmagnetventil kan erstattes af en 4 – 20 gange mindre magnetventil, hvor der i værste tilfælde er op til 3 kg messing at spare.

9.1.2 Potentielle forbedringer – vurdering

I næste generation af denne ventiltype kunne magnetventilfunktionen samt varmemotoren integreres i selve ventilen (hænger udenpå i dag). Dette ville give en mere kompakt løsning med materiale / proces reduktion til følge. En gevinst i form af reduceret effektforbrug ville samtidig kunne hentes. Dette

skal dog imidlertid afvejes mod en mérinvestering i form af nyt produktionsudstyr.

Elektronikken er i dag sikret imod fejlfunktion og sporbarhed ved fejlbetjening. Når der opnås markedserfaring med ventilen kan nogle af disse ekstra sikkerheder formentligt elimineres, hvilket vil betyde en væsentlig forenkling af elektronikken.

Nye principper for anlægskonstruktioner kunne muliggøre en bedre udnyttelse af den elektroniske ventils frihedsgrader.

Forbedret styring vil formentlig betyde en forlænget levetid for køleanlæggene, idet driftsparametre på f.eks. kompressoren kan overholdes bedre. Dette er en spin-off effekt, som først vil vise sig i fremtiden.

9.2 Kundeopfattelse

9.2.1 Markedsundersøgelse

Danfoss har produceret elektroniske ventiler siden 1985, og har gennem årene fået opbygget en massiv viden på dette område.

Markedet for elektroniske ventiler er i øjeblikket i stærk udvikling af følgende årsager:

- Forbedret funktion som følge af flere frihedsgrader grundet den elektroniske styring (Kjøng-Rasmussen, 2000).
- Den forbedrede funktion giver sig udslag i forbedret "Coefficient Of Performance" (COP). COP er en direkte salgsparameter for kunden, idet den angiver hvor mange kW køleeffekt der opnås pr. kW optaget anlægseffekt. Specielt i Europa er kunderne meget bevidste om dette forhold (BSRIA & Danfoss A/S: Kundespecifikationer...). Kunden tænker her måske ikke så meget på miljø, men nærmere på driftsøkonomi, som jo er en afledt gevinst af miljøtænkningen.
- Ventilens funktion er principielt ikke bundet til regulering, men kan også benyttes som eksempelvis åbne / lukke enhed. Dette er den grundlæggende forskel i forhold til mekaniske selvvirkende reguleringsventiler (Kjøng-Rasmussen, 2000).
- Multifunktionsventilerne giver kunderne en meget kontant fordel som i mange tilfælde kan opveje udgifterne til regulator HW (Kjøng-Rasmussen, 2000).
- Udviklingen inden for elektronikken er i dag så langt fremme at det er muligt at få gode stand-alone regulatorer til en rimelig pris, hvis kunden ikke har noget elektronik i forvejen.
- Elektroniske ventiler benyttes i Europa og den vestlige verden hovedsageligt til middelstore og store anlæg. Inden for supermarkedskølingen er elektronificeringen lige ledes nået meget langt, idet kvaliteten af madvarer er meget afhængig af præcis køling. (Danfoss A/S: Interne...).
- Store OEM kunder er begyndt at efterspørge dokumentation for om produktet er udviklet og produceres miljørigtigt, samtidig med at bortskaffelses instruktion skal foreligge. Miljørigtig emballage betragtes som selvskrevet (Danfoss A/S: Kundespecifikationer...).

9.2.2 Kundeopfattelse af de mulige/gennemførte ændringer

Den inkluderede tvangslukkefunktion er nu blevet indbygget, idet der var et krav fra kunderne om denne multifunktion udover den elektroniske

regulering. Dette er i første omgang baseret på en ren besparelse prismæssigt fra kunden, men afleder en positiv miljøeffekt (Danfoss A/S: Kundespecifikationer....).

Den forbedrede COP giver kunden flere fordele, idet det kan måles direkte på driftsøkonomien hos slutbrugeren. Dette afleder ligeledes en positiv miljøeffekt (Danfoss A/S: Kundespecifikationer....).

De rent konstruktionsmæssige ændringer der er blevet foretaget ses af kunden som en kvalitetsforbedring, idet et mere strømliniet og kompakt design er opnået. Flere montageprocesser spares af kunden, idet ventilen har multifunktionalitet. Bortskaffelses erklæringen godtages idet det er søgt at minimere materialeforbruget (Danfoss A/S: Kundespecifikationer....).

9.2.3 Generelle forhold

Miljøbevidstheden er klarest inden for konsum, fordi kunden her er tættere på produktet. Inden for industrien ligger det noget tungere, og det har været sådan indtil nu, at det er lovgivningen, der tvinger industrien i den rigtige retning. Som eksempel kan nævnes udfasningen af CFC. Efterhånden breder der sig en mere almen miljøbevidsthed, idet der ikke kun tænkes på den billigst mulige investering, men også på driftsøkonomi gennem levetiden. Denne tendens er formentligt et udslag af de stadigt stigende priser på energi.

Kunden er villig til at betale mere for en elektronisk ventil, hvis forholdet mellem energibesparelspotentiale / øget investering balancerer. Det der måles på her, er frihedsgrader ved elektronisk regulering, som øger anlægseffektivitet (som før nævnt), multifunktionalitet og godtgør de méromkostninger, der opstår som følge af regulator hardware m.m. Elektroniske ventiler samt regulatorer sælges i dag som en væsentligt dyrere pakke end selvvirkende ventiler.

Værdien i at udarbejde en miljø guideline og præsentere kunden for en miljøvurdering / bortskaffelses erklæring kan ikke måles i kroner og ører, men kan være en medvirkende faktor til at blive foretrukket ved leverandørvalg. Slutbrugernes bevidsthed indenfor driftsøkonomi tvinger anlægsproducenten til at tænke i livscyklus og dermed også komponentleverandøren.

9.3 Miljøvurdering som katalysator i produktudviklingen

Når man i et produktudviklingsforløb systematisk "tvinges" til at gennemgå produktets livscyklus, vil dette formodentlig i nogle tilfælde inspirere til at nye ideer opstår eller at andre forbedringspotentialer, som ikke nødvendigvis behøver at være af miljømæssig karakter, afdækkes. Ved dette forløb får man måske mulighed for at se produktet i "et nyt lys" eller fra "en ny vinkel". Dette kan i sig selv eller i kombination med miljøvurderingens fokusering frembringe nye alternativer.

Mht. produktionen vil det ofte være en gevinst at få frasorteret de farlige og miljøbelastende processer. Herved kan investeringsbehovet reduceres – da en del specialudstyr kan undgås.

10 Referencer

UMIP PC – Værktøj, Version 2.11 beta, Miljøstyrelsen, 1999.

Wenzel, H., Hauschild, M. & Rasmussen, E.: Miljøvurdering af Produkter, UMIP publikation, Miljøstyrelsen, 1996.

Wenzel, H., Hauschild, M. & Alting, L.: Environmental Assessment of Products, Volume 1: Methodology, tools and case studies in product development, Chapman & Hall, 1997.

Hauschild, M. & Wenzel, H.: Environmental Assessment of Products, Volume 2: Scientific background, Chapman & Hall, 1998

Danfoss katalog RK.00.H5.01, juni 1996

Caspersen, N. personlig kommunikation, maj 1999

Frees, N. & Pedersen, M. A. UMIP enhedsprocesdatabase, UMIP publikation, Miljøstyrelsen, 1996.

ISO 14040:1997 Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework

ISO 14041:1998 Environmental management -- Life cycle assessment -- Goal and scope definition and inventory analysis

ISO/DIS 14042, 1998, Environmental management -- Life cycle assessment - - Life cycle impact assessment

ISO/DIS 14043, 1998, Environmental management -- Life cycle assessment - - Life cycle interpretation

Frivillig miljøgodkendelse i henhold til miljøbeskyttelseslovens kapitel 5, §38 til udledning af rensed industrispildevand til Lillebælt fra Danfoss A/S, Nordborg. Miljøgodkendelse meddelt af Sønderjyllands amt den 12. september 1995.

Kjøng, L.B., Danfoss A/S; Nordborg. Personlig Kommunikation

Philips Components: Life cycle assessment of passive components, 1998.

Gabel, H.J., Danfoss A/S; Nordborg. Personlig Kommunikation

Bekendtgørelse om håndtering af affald af elektriske og elektroniske produkter. BEK nr 1067 af 22/12/1998

"WEEE3" Draft proposal of 05.07.1999 for a EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL DIRECTIVE on Waste Electrical and Electronic Equipment amending Directive 76/769/EEC being circulated to other directorates for approval before it can be published.

Teknologikatalog – energibesparelser i erhvervslivet, Miljø- og Energiministeriet, 1995

Teknologikatalog – energibesparelser i boligsektoren, Miljø- og Energiministeriet, 1996

Kjøng-Rasmussen, Lars, Danfoss A/S: ”Praktiske anvendelsesmuligheder for nyt ekspansionsventilprincip set i forhold til eksisterende”, foredrag ved afholdt ved Danske Køledage 2000.

BSRIA, Technical Note TN 16/2000: ”Energy efficient chiller control”

Danfoss A/S: Kundespecifikationer fra førende globale OEM kunder, besøgsrapporter – fortroligt materiale, ikke tilgængeligt

Danfoss A/S: Interne marketingsrapporter / konsulentrapporter- fortroligt materiale, ikke tilgængeligt.

Bilag A. Matrix-LCA

Matrix-LCA for ekspansionsventilen TE55
Udarbejdet 19. oktober 1998

Afgrænsning

LCA omfatter ventilen, materialer, hjælpestoffer og energiforbrug, fremstillingsprocesser, brug og bortskaffelse. Overhead til administration, udvikling, opvarmning, kantine etc. tages ikke med.

Produktsystemet afgrænses til ventilen og energiforbruget af det kølesystem som ventilen er en del af. (Der er behov for at præcisere, hvordan energiforbruget i det samlede kølesystem kan dækkes af systemafgrænsningen, da ventilens funktion (og evt. fejlfunktion) har væsentlig indflydelse på dette).

Funktionel enhed

Regulere indsprøjtningen af kølemiddel i fordamperen i et kølesystem.

Sekundære kvaliteter:

- Temperatur område -60 til +50 °C
- Kapaciteter: 0,5 kW til 2MW

Væsentlig temaer:

- Energiforbrug i det samlede kølesystem, præcisere afgrænsningen
- Scenario for bortskaffelse af messing, herunder betydningen af blandede mat. og overfladebelægningen (Ni), fyldemedie.
- Betydning af overfladebehandlingen, (Messing + Ni <----> Rustfrit stål, eller andre materialer)
- Produktion i Mexico, betydning af transport

Matrix LCA for Ekspansionsventil TE55

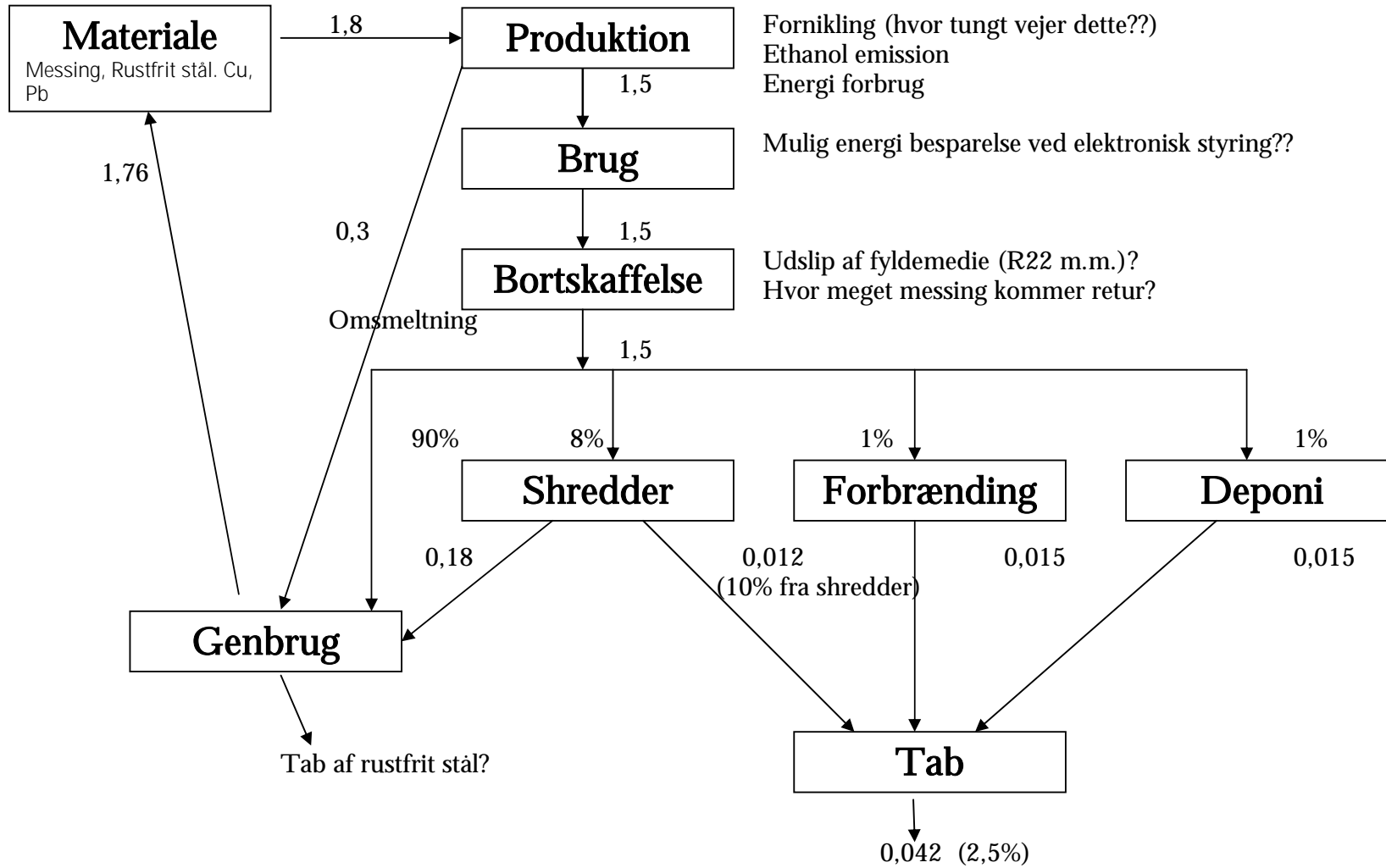
Enhed 1 stk. ventil

| Kilde til miljøproblemer | Råvarefasen | Produktionsfasen | Brugsfasen | Borskaffelsesfasen | Transport |
|--------------------------|---|---|---|---|---|
| <i>Materialer</i> | Messing: 1,129 kg Rustfrit stål: 0,192 kg Kobber: 0,135 kg Stål: 0,043 kg R22: 200 mg R152A: 800mg Messingen indeholder ca. 2-3% Pb der ikke indgår i databasens messing. | Messing: 0,339 kg til omsmeltning Rustfrit stål 0,009 kg til omsmeltning | Intet materialeforbrug | Messing har en værdi og vil nok blive indsamlet. Hvad betyder de dele der ikke er af messing for genbruget af messing? Kan indholdet af magnetiske materialer betyde at en ventil i en shredder vil gå over i stål fasen. | |
| Energi | Metallerne: 108,6 MJ | Metalbearbejdning: ca. 1MJ Overfladebehandling (Ni): 1,8 MJ Energi til svejse, ovnlodning, fyldning og trykprøvning Renseanlæg: 0,02 MJ | Ventilen selv bruger ikke energi. Men den har indflydelse på energiforbruget i hele kølesystemet, som er af størrelsesordenen 6000 – 22 mill. MJ/år for hele produktfamilien. Den elektroniske ETE vil bruge 378 MJ/år; men til gengæld give en besparelse i hele kølesystemets energiforbrug på ca. 15%. Levetid 10 år | | Skøn for den samlede transport: 2 kg transporteres 2000 km Noget af produktionen skal måske foregå i Mexico. det skal vurderes hvad dette betyder mht. transport. |
| Kemikalier | | Ethanol H ₂ , N ₂ Til luft R22, R152A m. fl. Til spildevand eller slam: NiSO ₄ , 7H ₂ O: 2,1g NiCl ₂ , 6H ₂ O: 0,1 g Borsyre: 0,1 g CuCN: 0,1 g KCN: 0,1 g H ₂ SO ₄ : 0,6 g Affedter: 0,3 g Valg af andre materialer kunne reducere overbehandlingen. Dette skal vurderes. | Lækage af fyldemedie antages at være 0. Tab af alt fyldemedie. Samlet mængde kølemiddel i hele systemet: 5 - 120 kg. Fyldemediet "følger" det kølemiddel, der er valgt i kølesystemet. Produktudviklingen skal sikre at der er ventiler der kan "matche" nye mindre miljøbelastende kølemedier. | Hvad sker der med fyldemediet og hvor væsentligt er et evt. udslip? | |

| | | | | | |
|-------|---|--|--|---|--|
| Andet | Håndtering af sundhedsskadelige metaller (Ni, Pb &Cu) | | | Arbejds miljøproblemer i forbindelse med udslip af fyldemedier. | |
|-------|---|--|--|---|--|

Livscyklusmodel for ekspansionsventil TE55

Enhed er kg hvor intet andet er angivet.



Bilag B. Bortskaffelsesscenario

| Bortskaffelses scenarie for TE55 med mekanisk føler (reference produkt) | | | | | | | | | | |
|--|-----------|--------------------|-----|--|-----------------|--------------------|-----------------------------------|--------------|--------|-------------|
| | | | | | | | | | | Slutskæbne |
| Skæbne i 1. Led | | Skæbne i 2. Led | | | Skæbne i 3. Led | | Andel af messing som kan udvindes | Godskrivning | Deponi | Forbrænding |
| Skrothandler | 95% | Direkte genvinding | 75% | | | 90% | 64,1% | 7,1% | | |
| Husholdningsaffald | 5% | Shredder | 25% | | | Genvinding | 76% | 75% | 13,5% | 4,5% |
| | | | | | | Deponi | 24% | | 5,7% | |
| | | Deponi | 50% | | | | | | 2,5% | |
| | | Forbrænding | 50% | | | | | | | 2,5% |
| | | | | | | | | Sum | 77,7% | 19,8% |
| | | | | | | | | | | 2,5% |
| Messing i ventilen | 1,0063 kg | | | | | | | | | |
| Godskrivning | 77,7% | | | | | Direkte genvinding | 71% | | | |
| Godskrivning | 0,7815 kg | | | | | Direkte deponi | 2,5% | | | |
| | | | | | | Shredning | 24% | | | |
| | | | | | | Forbrænding | 2,5% | | | |
| Ovenstående er konfereret med Hanne Erichsen og Nina Caspersen | | | | | | | | | | |

| Bortskaffelses scenarie for elektronisk føler (ETE) | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|----|--------------------|-----|--|--------------------|-----|------|-----------------------------------|--------------|--------|-------------|
| | | | | | | | | | | Slutskæbne | | |
| Skæbne i 1. Led | | | Skæbne i 2. Led | | | Skæbne i 3. Led | | | Andel af messing som kan udvindes | Godskrivning | Deponi | Forbrænding |
| Skrothandler | 95% | | Direkte genvinding | 75% | | | | 90% | 64,1% | 7,1% | | |
| Husholdningsaffald | 5% | | Shredder | 25% | | Genvinding | 76% | 75% | 13,5% | 4,5% | | |
| | | | | | | Deponi | 24% | | | | | 5,7% |
| | | | Deponi | 50% | | | | | | 2,5% | | |
| | | | Forbrænding | 50% | | | | | | | 2,5% | |
| Input | | | | | | | | | | | | |
| Sum | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 77,7% | 19,8% | 2,5% | |
| Messing i føleren | 0,06114 | kg | | | | | | | | | | |
| Input til OW_B1043 | | | | | | | | | | | | |
| Godskrivning | 77,7% | | | | | Direkte genvinding | | 71% | | | | |
| Godskrivning | 0,0474829 | kg | | | | Direkte deponi | | 2,5% | | | | |
| | | | | | | Shredning | | 24% | | | | |
| | | | | | | Forbrænding | | 2,5% | | | | |
| Ovenstående er konfereret med Hanne Erichsen | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Input til OW_B1037 og OW_B1044 | | | | | | | | | | | | | |
| Total masse af ETE (kg): | 0,2026 | | | | | | | | | | | | |
| Messing (kg) | 0,0611 | | | | | | | | | | | | |
| Diverse m | | | | | | | | | | | | | |
| Input til OW_B1039 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

| Input OW TE55e Bortfase | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|------|-------------------|----------------|--|------|
| Bortskaffelses scenarie for elektronisk føler ETE | | | | | | | | |
| Det antages at føler delen bortskaffes som elektronik affald | | | | | | | | |
| Skæbne i 1. Led | | | Skæbne i 2. Led | | | Slutskæbne | | |
| Skrothandler | 95% | | Kobberværk | 100% | | Kobberværk | | 95% |
| Husholdningsaffald | 5% | | | | | Direkte deponi | | 2,5% |
| | | | | | | Shredning | | 0% |
| | | | | | | Forbrænding | | 2,5% |
| | | | Deponi | 50% | | | | |
| | | | Forbrænding | 50% | | | | |
| <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">Input til OW_B1045</div> Ovenstående er konfereret med Hanne Erichsen | | | | | | | | |
| Indhold af genanvendelige materialer i ETE: | | | | | | | | |
| UMIP nr | Materiale | Masse efter bearbejdning (kg) | Genvindings grader fra kobberværk: | | Godskrivning (kg) | | | |
| M32621 T98 | Zink (100% primær), termineret | 2,45E-02 | 85% | | 0,01974822 | | | |
| M32467T98 | Kobber | 6,72E-02 | 99% | | 0,063247461 | | | |
| OW_M1002 | Pb bly | 1,26E-03 | 85% | | 0,00101525 | | | |
| HE-3011 | Au guld | 4,25E-07 | 98% | | 3,95675E-07 | | | |
| HE-M3009 | Ag Sølv | 7,44E-04 | 90% | | 0,000636436 | | | |
| M32478 | Ni Nikkel | 3,58E-03 | 85% | | 0,002892995 | | | |

| | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------|-------------|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
| Total masse af TE (kg): | | 2,202632511 | | | | | | | |
| Ovenstående (kg) | Input til | ,097289488 | | | | | | | |
| Øvrige mat. (kg) | | 0,105343023 | | | | | | | |

Bilag C. Matrix over beregnede scenarier

Matrix over gennemregnede scenarier for TE55

| Scenario | Føler type | Køle systemets energi indregnet | Ventil | Nominel effekt af kølesystem (kW) | Gns. Energi forbrug af føler (W) | Beregnings niveau | Model ændringer i forhold til TE55 (reference) | Formål | Resultat gengivet i figur nr. |
|----------|------------|------------------------------------|--------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------|---|---|-------------------------------|
| 0 | Mek | Nej | TE55 | | | Opgørelse | | Mellemregning | Bilag C |
| 0 | Mek | Nej | TE55 | | | Karakterisering | | Mellemregning | Bilag C |
| 0 | Mek | Nej | TE55 | | | Normalisering | | Mellemregning | Bilag C |
| 0 | Mek | Nej | TE55 | | | Vægtning | Reference | Tjene som reference. De modifikationer der gennemføres tager udgangspunkt i denne produktmodel. | 2 & 3 |
| 1 | Mek | Ja | TE55 | 200 | | Vægtning | | Vurdere betydningen af kølesystemets energiforbrug | 4 & 5 |
| 2 | Mek | Nej | TE55 | | | Vægtning | Produktionsfasen er uden fornikling | Vurdere betydningen af forniklingsprocessen | 16 & 18 |
| 3 | Mek | Nej | TE55 | | | Vægtning | | Vurdere betydningen af at produktet produceres i Mexico, mens de væsentligste leverandører og markeder er i Europa. | 10 |
| 4 | Elek | Nej | TE55 | | 12,75 | Vægtning | Reference for TE55 med elektronisk føler | Vurdere den elektronisk føler | 6 & 7 |
| 5 | Elek | Nej | TE55 | | 12,75 | Vægtning | Den elektroniske føler bortskaffes som elektronik affald | Vurdere konklusionernes følsomhed i forhold til et andet bortskaffelses scenario. | 11 |
| 6 | Elek | Nej | TE55 | | 0 | Vægtning | Elektronisk føler, excl. følerens energiforbrug. Data fra Beregning5.xls | Vurdere betydningen af selve den elektroniske føler i forhold til den mekaniske føler. | 17 |
| 7 | Elek | Besparelse på 1% hhv. 5% indregnet | TE55 | 200 | 12,75 | Vægtning | Den besparelse den elektroniske føler giver anledning til er inkluderet i systemet. | Vurdere betydningen af den besparelse den elektroniske føler giver anledning til. | 8 & 9 |
| 8 | Elek | Besparelse på 1% hhv. 5% indregnet | TE5 | 4 | 12,75 | Vægtning | Ventildelen af TE5 sættes til ½ TE55 ventil del. Elektronisk føler uændret. Den besparelse den elektroniske føler giver anledning til er inkluderet i systemet. | Vurdere betydningen af den besparelse den elektroniske føler giver anledning til for en mindre ventil | 19, 20, 21 & 22 |

| | | | | | | | | | |
|----|------|-----------------------------|-------------|-----|-------|----------|---|---|---------|
| 9 | Elek | Besparelse på 20% indregnet | T2 | 0,5 | 12,75 | Vægtning | Ventildelen justeres i forhold til massen af ventildelen til TE55. Elektronisk føler uændret. Den besparelse den elektroniske føler giver anledning til er inkluderet i systemet. | Vurdere betydningen af den besparelse den elektroniske føler giver anledning til for den mindste ventil | Bilag C |
| 10 | Mek | Nej | TE5 rustfri | | | Vægtning | Messing i TE5 udskiftes med 25g rustfrit stål. Der er ingen fornikling | Vurdere en ventil fremstillet af rustfrit stål med en en traditionel ventil i messing. | 12 & 13 |
| 11 | Elek | Besparelse på 5% indregnet | TE5 rustfri | 4 | 12,75 | Vægtning | Messing i TE5 udskiftes med 25g rustfrit stål. Elektronisk føler uændret. Den besparelse den elektroniske føler giver anledning til er inkluderet i systemet | Vurdere betydningen af den besparelse den elektroniske føler giver anledning til for en ventil fremstillet i rustfrit stål. | Bilag C |

Resultater m.m. fra beregning af scenario 0 findes i filen Beregning0.xls, for scenario 1 i filen Beregning1.xls etc.

Alle beregninger er udført med UMIP PC Værktøjet, version 2.11 beta

Produktionssted Danmark hvor intet andet er anført

Levetiden er 10 år