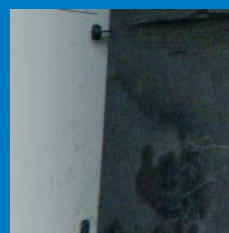




Maskiner og planteavl | nr. 29 | 2005

# FarmTest

## Dieseldrevne mini-kraftvarmeanlæg



# Dieseldrevne mini- kraftvarmeanlæg

Af Jørgen Pedersen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret,  
Byggeri og Teknik



**Dansk Landbrugsrådgivning**  
**Landscentret | Byggeri og Teknik**

Udkærvej 15, 8200 Århus N · Tlf. 87 40 50 00 · [www.landscentret.dk](http://www.landscentret.dk)

Titel: Dieseldrevne minikraftvarmeanlæg  
Forfatter: Maskinkonsulent Jørgen Pedersen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik  
Review: Landskonsulent Kjeld Vodder Nielsen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik  
Layout: Sekretær Marianne Mikkelsen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik  
Tryk: Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret  
Udgave: 1. udgave 2005  
Oplag: 100 stk.  
Rapporten koster 150 kr. + moms og forsendelse og kan bestilles via internet på adressen [www.landscentret.dk/netbutikken](http://www.landscentret.dk/netbutikken) eller på telefon 87 40 55 00  
Udgiver: Dansk Landbrugsrådgivning  
Landscentret | Byggeri og Teknik  
Udkærvej 15, Skejby  
8200 Århus N  
Telefon 87 40 50 00 • Fax 87 40 50 10  
E-mail [farmtest@landscentret.dk](mailto:farmtest@landscentret.dk)  
[www.farmtest.dk](http://www.farmtest.dk)  
ISSN: 1601-6777

# Indhold

1. Sammendrag .....	5
2. Indledning og baggrund .....	7
2.1 Tidligere undersøgelse .....	7
3. Formål.....	8
3.1 Mål.....	8
4. Materialer og metoder .....	9
4.1 Virkningsgrad.....	9
4.2 Tekniske beskrivelser af minikraftvarmeanlæg .....	10
4.3 Specifikt for minikraftvarmeanlæg fra KVA Diesel .....	10
4.4 Specifikt for minikraftvarmeanlæg fra EC Power.....	11
4.5 Tilslutning til ejendommens installationer.....	13
4.6 Målinger af energiforbrug og -produktion .....	13
4.7 Måleinstrumenter .....	13
4.7.1 Dieseliemålere og oliemåling .....	13
4.7.2 K 44.....	14
4.7.3 VZO 4.....	14
4.7.4 Timetællere på elvarmepatroner.....	15
4.7.5 Varmemålere og varmemåling .....	15
4.7.6 Placering af varmeenergimålere .....	16
4.7.7 KVA Diesel betvivler korrektheden af varmemålingerne .....	17
4.7.8 Lydmålere og støjmåling.....	18
4.7.9 Elmåling .....	19
4.8 Belastningsgrad .....	19
4.9 Montage af udstyr .....	19
5. Resultater .....	20
5.1 Minikraftvarmeanlæggenes virkningsgrad.....	20
5.2 Besparelser i energiomkostninger .....	21
5.3 Totaløkonomi for minikraftvarmeanlæggene .....	22
5.3.1 Energifrisens betydning for besparelsen.....	24
5.4 Støjmåling .....	26
5.5 Afgiftsmæssige forhold ved drift af minikraftvarmeanlæg.....	27
5.5.1 Energi- og CO <sub>2</sub> -afgifter.....	27
5.6 PSO-tarif .....	28
5.7 Rådighedsbetaling .....	29
5.8 Serviceordning .....	29
5.9 Alder på de undersøgte anlæg og levetid på motorer .....	30
6. Sammendrag og diskussion.....	31
6.1 De testede minikraftvarmeanlæg fra KVA Diesel.....	31
6.2 De testede minikraftvarmeanlæg fra EC Power .....	31
6.3 Generelt om energiprisernes betydning .....	32
6.4 PSO.....	32
6.5 Rådighedsbetaling .....	32
7. Konklusioner .....	33
7.1 Anbefalinger .....	34
Bilag 1: Registreringsskema.....	35
Bilag 2: Firmaudtalelse fra EC Power og KVA Diesel .....	36

# 1. Sammendrag

Formålet med undersøgelsen har været at fremskaffe data og økonomiske nøgletal for driften af dieseldrevne minikraftvarmeanlæg. Grundlaget herfor har været målinger af anlæggenes belastningsgrad eller udnyttelsesgrad og virkningsgrad samt oplysninger om omkostninger til brændsel (dieselloolie), vedligeholdelse og anlægsafskrivning. Der er målt på fire anlæg i alt, heraf to stk. fra EC Power og to stk. fra KVA Diesel.

Pr. 1. januar 2005 var der ca. 110 anlæg fra EC Power og ca. 50 fra KVA Diesel i drift i Danmark. Markedet for dieseldrevne minikraftvarmeanlæg til landbruget er i Danmark helt domineret af KVA Diesel og EC Power.

Undersøgelsen har vist, at der er stor forskel på de afprøvede minikraftvarmeanlæg i relation til driftsforhold og drifts- og totaløkonomi.

Anlæggene fra EC Power blev udnyttet næsten fuldt ud, og belastningsgraden var høj. EC Power anlæggenes totalvirkningsgrad, der er sammensat af en elvirkningsgrad og en varmekvætsvirkningsgrad, var 10-15 procentpoint højere end det, de to undersøgte KVA Diesel anlæg præsterede. Da elvirkningsgraden er ens for de to typer af anlæg - EC Power og KVA Diesel, beror hele forskellen i totalvirkningsgrad på en bedre udnyttelse af varmen fra anlæggene fra EC Power. Disse anlæg kørte under driftsforhold, der gjorde, at der ikke blev anvendt akkumuleringstank. I modsætning hertil var akkumuleringstankene i drift på de to undersøgte anlæg fra KVA Diesel. Her nødvendiggjorde driftsforhold og -strategi lagring af varme. Der er grund til at tro, at lagring af varme giver et vist varmetab, hvilket vil kunne forklare en del af forskellen i varmekvætsvirkningsgraden de undersøgte anlægstyper imellem.

I forhold til en alternativ energiforsyning bestående af oliefyr og køb af elenergi er der en reel fortjeneste ved de undersøgte anlæg fra EC Power. De supplerer de pågældende ejendommers energiforsyning i stedet for at dække behovet fuldstændigt, hvorved der opnås en høj anlægsudnyttelse og totalvirkningsgrad året igennem.

De undersøgte anlæg fra KVA Diesel kørte med en forholdsvis lav udnyttelsesgrad, og totalvirkningsgraden var lavere sammenlignet med anlæggene fra EC Power. Anlæggene fra KVA Diesel er opstillet på ejendomme, hvor driftsforholdene gør, at de ikke bliver udnyttet fuldt ud. De kan de pågældende steder dække behovet for energi fuldstændigt – selv i spidsbelastningssituationer, men det resulterer i, at den gennemsnitlige belastningsgrad på årsbasis bliver relativ lav. Under andre driftsforhold med en bedre udnyttelse af anlæggene, det vil sige større gennemsnitlig årlig belastningsgrad, er det tænkeligt, at totalvirkningsgraden og dermed driftsøkonomien vil være anderledes.

KVA Diesel har oplyst, at deres anlæg kan køre som nødstrømsanlæg og i såkaldt Ø-drift, det vil sige uden at være tilsluttet det offentlige elnet.

KVA Diesel har oplyst, at firmaet nu markedsfører og sælger minikraftvarmeanlæg, som i forhold til de afprøvede anlæg er ændret på flere punkter. Disse ændringer vil muligvis forbedre totalvirkningsgraden.

De undersøgte KVA Diesel anlæg var udstyret med elvarmepatroner. Det er næppe hensigtsmæssigt at anvende elvarmepatroner i et dieseldrevet minikraftvarmeanlæg, da de omsætter dyrt produceret elenergi til varme.

FarmTesten gengiver brændstofforbrug samt el- og varmeproduktion på de to anlægstyper, som de var installerede på de fire ejendomme i året 2004. Der er siden sket en produktudvikling af anlæggene, og FarmTesten belyser derfor ikke de forskelle, der måtte være ved anlæg, der sættes op i dag.

- Køb minikraftvarmeanlægget så lille, at det kan køre med nær fuldlast hele året. Det sikrer en god økonomi i anlægget.
- Anvend ikke elvarmepatroner i minikraftvarmeanlægget.
- Undgå lagring af varme i akkumuleringstanke. Tag i stedet højde for, at minikraftvarmeanlægget skal kunne køre tæt ved fuldlast hele tiden, uden at der opstår behov for at lagre varme.
- Overvej om det er nødvendigt, at minikraftvarmeanlægget skal kunne køre som nødstrømsanlæg. Sikring mod svigt i elforsyningen kan alternativt etableres med en traktordreven nødstrømsgenerator
- Med en stigende pris på dieselolie vil fortjenesten på et minikraftvarmeanlæg falde.
- Med en stigende kWh-pris fra elselskaberne vil fortjenesten på minikraftvarmeanlæg stige.

KVA Diesel har efter afslutningen af FarmTesten anført, at varmeenergimålingerne med Ultraflow varmemåler fra Kamstrup A/S ikke giver et retvisende billede af varmeproduktionen på KVA Diesel anlæg. KVA Diesel anfører, at konstruktioner i de undersøgte KVA anlæg danner luftbobler, og at trykket i vandet i det vandbårne varmesystem var for lavt til at opnå retvisende målinger. Landscentret har fået testet den anvendte varmeenergimåler på Teknologisk Institut ved tryk- og flowforhold, som svarer til forholdene i de undersøgte KVA anlæg, og testen viste en maksimal afvigelse på -0,49 %; ifølge Kamstrup A/S må afvigelsen maksimalt være 4 %.

Også anlæggene fra EC Power er undersøgt med en Ultraflow varmeenergimåler fra Kamstrup A/S. Trykket i vandet i de vandbårne varmesystemer, som er tilsluttet de undersøgte EC Power anlæg, er sammenligneligt med trykket i varmesystemerne på de undersøgte KVA anlæg.

Luftbobler i det vand, hvori Ultraflow varmemåler fra Kamstrup A/S har målt varmeenergien, ville kunne få betydning for resultaterne.

Det er ikke undersøgt, om der forekom(mer) luftbobler i vandet i de vandbårne varmesystemer på de undersøgte KVA anlæg eller de undersøgte anlæg fra EC Power.

Resultaterne skal derfor ses i lyset af, at der ikke er gennemført målinger, som kan be- eller afkræfte, om luftbobler har forstyrret varmeenergimålingerne på de undersøgte dieseldrevne minikraftvarmeanlæg fra såvel KVA Diesel som EC Power.

## 2. Indledning og baggrund

Landbrugsejendomme med husdyrproduktion har et stort behov for el- og varmeenergi til opvarmning af stalde og drift af ventilation, belysning, foderanlæg mm. Det mest almindelige er, at elektriciteten købes gennem det lokale elselskab, og at varmen tilvejebringes via oliefyr, biobrændselsanlæg eller elradiatorer. De stigende energipriser, særligt på el, har betydet, at især svineproducenter nu i stigende omfang efterspørger alternative forsyningsmuligheder. Et af alternativerne er minikraftvarmeanlæg. Med et sådant anlæg er det muligt for landmanden at blive helt eller delvist selvforsynende med el og varme.

Et minikraftvarmeanlæg kan enten være dieseldrevet eller køre på gas. Det består af en forbrændingsmotor, der trækker en generator. Varmeenergien fås via køling af motor, generator og røggas. Nogle typer anlæg er forsynet med akkumuleringstank(e), hvor overskudsvarme kan oplagres.

### 2.1 Tidligere undersøgelse

Elfor Dansk Eldistribution og Elsam har i samarbejde med Tech-wise gennemført et projekt, hvor formålet var at undersøge:

- Potentialet for minikraftvarmeanlæg i Danmark.
- Teknologien.
- De miljømæssige aspekter.
- De økonomiske og afgiftsmæssige forhold.
- Indpasningen i det danske elsystem.

Undersøgelsen, der er afrapporteret i "Afprøvning af mikrokraftvarmeanlæg. Samlet projektrapport 1. og 2. del, januar 2002", (Claus Nørgaard), viste blandt andet, at der er et betydeligt potentiale for minikraftvarmeanlæg i ikke-bynære områder. Hovedparten af potentialet begrænser sig dog til ret beskedne varmebehov og en eleffekt i størrelsesordenen 1-5 kWh, såkaldte mikrokraftvarmeanlæg. I landbruget er effektbehovet imidlertid væsentlig større.

I denne undersøgelse har hensigten været at tilvejebringe data for dieseldrevne anlægs virkningsgrad på landbrugsejendomme, samt på baggrund heraf beregne økonomien i disse anlæg.

## 3. Formål

Formålet med FarmTesten har været at tilvejebringe økonomiske nøgletal for driften af dieseldrevne minikraftvarmeanlæg. Disse nøgletal bygger på målinger af anlæggenes virkningsgrad samt oplysninger fra ejerne om købspris, vedligeholdelsesomkostninger, arbejde i forbindelse med pasning samt energipriser. Det har endvidere været formålet at sammenholde den faktiske totaløkonomi ved drift af minikraftvarmeanlæg med en alternativ energiforsyning.

### 3.1 Mål

Målet med FarmTesten har været at:

- Måle energiforbrug.
- Måle energiproduktion.
- Vurdere driftsstabilitet.
- Beregne virkningsgrad.
- Beregne økonomiske nøgletal.
- Beregne økonomi i alternativ energiforsyning.



## 4. Materialer og metoder

Markedet for dieseldrevne minikraftvarmeanlæg til landbruget er i Danmark helt domineret af KVA Diesel og EC Power. De to firmaer har følgende adresser:

KVA Diesel  
Borrisvej 10  
6900 Skjern  
www.kva-diesel.dk

og

EC Power  
Samsøvej 25  
8382 Hinnerup  
www.ecpower.dk

Det er forfatteren bekendt, at også andre firmaer har solgt minikraftvarmeanlæg til landmænd. Der er dog tale om ganske få anlæg, der i realiteten har været ombyggede dieselgeneratorer. På baggrund heraf er det valgt at lægge vægten i undersøgelsen på anlæg fra de to ovennævnte firmaer.

Der er gennemført målinger af dieselolieforbrug og produktion af el- og varmeenergi på fire minikraftvarmeanlæg. Angivet ved den maksimale eleffekt er anlægsstørrelserne:

- 46 kW anlæg fra KVA Diesel
- 68 kW anlæg fra KVA Diesel
- 17 kW anlæg fra EC Power
- 2×17 kW anlæg fra EC Power (to anlæg sammenkoblet i paralleldrift)

### 4.1 Virkningsgrad

De undersøgte minikraftvarmeanlægs virkningsgrader er defineret som følge:

$$\varphi = \frac{\text{output}}{\text{input}} = \frac{\text{kWh}_{\text{varme}} + \text{kWh}_{\text{el}}}{\text{kWh}_{\text{dieselolie}}}$$

De anvendte parametre:

- $\text{kWh}_{\text{diesel}}$  er beregnet på baggrund af målt forbrug med oliemålere.
- $\text{kWh}_{\text{varme}}$  er målt med varmemålere.
- $\text{kWh}_{\text{el}}$  er målt med anlæggenes egne elmålere.

På anlæggene fra KVA Diesel blev en del af den producerede elenergi omsat i elvarmepatroner, der var monteret i akkumuleringstanken. Ved beregningen af virkningsgraden skal denne mængde elenergi naturligvis fratrækkes  $\text{kWh}_{\text{el}}$ , da den ellers vil blive medregnet to gange. Først som produceret elenergi og dernæst som produceret varmeenergi. Måling af energi omsat i elvarmepatroner er beskrevet på næste side.

Separat måling af el- og varmeproduktion giver mulighed for at definere to virkningsgrader:

- Elvirkningsgrad
- Varmevirkningsgrad

$$\text{Elvirkningsgrad} = \frac{\text{kWh}_{\text{el}}}{\text{kWh}_{\text{dieselolie}}}$$

$$\text{Varmevirkningsgrad} = \frac{\text{kWh}_{\text{varme}}}{\text{kWh}_{\text{dieselolie}}}$$

Totalvirkningsgraden  $\varphi$  = elvirkningsgrad + varmevirkningsgrad

I en liter dieselolie er energiindholdet 9,9 kWh.

## 4.2 Tekniske beskrivelser af minikraftvarmeanlæg

Fælles for de undersøgte minikraftvarmeanlæg er, at de består af en dieselmotor, der driver en generator. Generatoren producerer elenergien, og varmeenergien tilvejebringes ved køling af røggas og motor. Anlæggene fra EC Power har endvidere en kølekreds i generatoren, så en del af den varme, der dannes i generatoren også kan nyttiggøres. Overskudsvarme kan lagres i akkumuleringstanke.

Generatoren producerer en vekselspænding, der opfylder normerne. Det vil sige 230/400 V med 50 hz. Produktionen af KVAh,  $\cos \phi$ , kWh-el mv. registreres på anlægget.

## 4.3 Specifikt for minikraftvarmeanlæg fra KVA Diesel

Dieselmotoren suger dieselolien fra en mindre fortank i bunden af anlægget. Når fortanken er ved at være tømt, pumpes på kort tid et vist kvantum fra hovedtanken over i fortanken.



Figur 4.1 Minikraftvarmeanlæg fra KVA Diesel.

Motorens kølekreds afleverer varmen i akkumuleringsstanken, hvori også røggassen køles. Varmen til det vandbårne system tages direkte fra akkumuleringsstanken.



Figur 4.2. Akkumuleringsstank på 68 kW minikraftvarmeanlæg fra KVA Diesel.



Figur 4.3. Akkumuleringsstank på 68 kW minikraftvarmeanlæg fra KVA Diesel.

I akkumuleringsstanken sidder der endvidere to elvarmepatroner, som kan omsætte en del af den producerede elenergi til varme. Effekten på elvarmepatronerne er bestemt af anlæggets størrelse eller efter kundens ønske. Serviceintervallet for skift af motorolie er 300 timer. Generatoren er luftkølet.



Figur 4.4. Elvarmepatroner i akkumuleringsstanken på 68 kW minikraftvarmeanlæg fra KVA Diesel; bemærk mærkeplade på billedet til højre.

#### 4.4 Specifikt for minikraftvarmeanlæg fra EC Power

Dieselmotoren suger dieselolien direkte fra dieseltanken. Motorens og generatorens kølekreds står via en varmeveksler i forbindelse med det vandbårne varmesystem, som kan tilsluttes et batteri af tanke på 500 liter, hvis det bliver nødvendigt at lagre eventuel overskudsvarme.



Figur 4.5. To sammenkoblede 17 kW minikraftvarmeanlæg fra EC Power.



Figur 4.6. Batteri af 500 liters akkumulerings-tanke på minikraftvarmeanlæg fra EC Power.

Røggaskøleren sidder ved siden af motoren under kabinettet. Kabinettet omslutter motor og generator fuldstændigt, og det er isoleret med støjdæmpende materiale.



Figur 4.7. Display på styreskab fra 17 kW minikraftvarmeanlæg fra EC Power.



Figur 4.8. Mærkeplade på styreskab fra 17 kW minikraftvarmeanlæg fra EC Power.

Motoren er tilsluttet en 50-liters olietønde, hvorigennem motorolien cirkulerer. Olietønden skal skiftes for hver 5.000 timer.



Figur 4.9. En 50-liters smørelietønde tilkoblet motorerne på to sammenkoblede 17 kW minikraftvarmeanlæg fra EC Power.

## 4.5 Tilslutning til ejendommens installationer

Et minikraftvarmeanlæg er i reglen tilsluttet ejendommens:

- Elforsyning
- Vandbårne varmesystem

Anlæggene er i reglen styret efter, at elproduktionen ikke overstiger det øjeblikkelige behov på ejendommen, så der ikke leveres eleffekt ud på det offentlige net. I praksis betyder dette, at der som minimum hele tiden trækkes ca. 1-2 kW via netelmåleren. Dette er særligt vigtigt for anlæggene fra KVA Diesel, da disses maksimumkapacitet for elproduktion er større end ejendommens effektbehov i hovedparten af driftstiden.

Styringen sikrer endvidere, at ejendommen forsynes fra det offentlige elnet, når minikraftvarmeanlægget ikke kører, typisk på grund af servicering, fejlmeldinger eller andet, eller når det ikke kan producere nok elenergi, eksempelvis i spidsbelastningssituationer ved igangsætning af store elmotorer.

Hvad angår varmforsyningen, var minikraftvarmeanlæggene tilsluttet i serie til ejendommens øvrige varmekilde. Denne var på alle fire ejendomme et oliefyr, men kunne naturligvis have været hvad som helst ellers. Ud over at oliefyret sikrer varmforsyningen, når minikraftvarmeanlægget er stoppet, er det på ejendommene med anlæg fra EC Power en uundværlig supplerende varmekilde, særligt i den kolde del af året.

Af hensyn til at minimere varmetabet er det ikke hensigtsmæssigt at cirkulere det varme vand gennem oliefyrskedelen. I stedet bør oliefyrskedlen lukkes af, og det varme vand sendes udenom. I praksis kan dette let lade sig gøre.

## 4.6 Målinger af energiforbrug og -produktion

Forbrug af dieselolie og produktion af el- og varmeenergi er registreret dagligt. Landmanden har selv stået for registreringerne, som er foretaget i et fortrykt skema, se bilag 1. Instruksen til landmanden lød på, at registreringen skulle foretages på nøjagtig samme tidspunkt hver dag, ellers, hvis dette ikke helt lod sig gøre, skulle tidspunkt for registreringen noteres.

Måleperioden var ved de fleste målinger af dieselolieforbrug og produktion af el- og varmeenergi to til tre uger.

De anvendte måleinstrumenter er beskrevet i næste afsnit.

## 4.7 Måleinstrumenter

### 4.7.1 Dieseloliemålere og oliemåling

Til måling af dieselolieforbruget er der anvendt to typer af volumenmålere:

- K 44 fra Cogétil Scandinavia
- VZO 4 Qmin 0,5 fra aqua metro



#### 4.7.2 K 44

K 44, der har en flowrate på 15 til 100 liter pr. minut, blev anvendt på de to KVA diesel anlæg. På 46 kW anlægget havde landmanden selv monteret en K 44 måler. Mindste mængdevisning på K 44 er deciliter. K 44 var placeret mellem dieselolietanken og fortanken. En kraftig pumpe pumper på kort tid et kvantum på 50-100 liter dieselolie igennem K 44 måleren og over i fortanken.



Figur 4.10. Dieseloliemåler K 44 anvendt på minikraftvarmeanlæg fra KVA Diesel.



Figur 4.11. Dieseloliepumpe på minikraftvarmeanlæg fra KVA Diesel.

#### 4.7.3 VZO 4

På EC Power anlæggene blev de små VZO 4 målere anvendt. De har en flowrate på 0,5 til 40 liter pr. time, og mindste mængdevisning er 0,1 ml. På 17 kW anlæggene fra EC Power suger motoren dieselolien direkte fra olietanken, hvilket giver en jævn og kontinuerlig oliestrøm gennem målerne.



Figur 4.12. Dieseloliemåler VZO 4 anvendt på minikraftvarmeanlæg fra EC Power.

#### 4.7.4 Timetællere på elvarmepatroner

Forbruget af kWh el i elvarmepatronerne på anlæggene fra KVA er målt ved hjælp af timetællere. Timetællerne var monteret enten direkte på klemkassen ved elvarmepatronerne eller efter kontakterne i styreskabet. De registrerede antallet af timer, som elvarmepatronerne var i drift. Forbruget er efterfølgende udregnet ved at gange timeantallet med elvarmepatronernes mærkeeffekt.

#### 4.7.5 Varmemålere og varmemåling

Den producerede varmeenergi på anlæggene fra såvel EC Power som fra KVA Diesel er målt med varmeenergimålere fra Kamstrup A/S. En Kamstrup varmeenergimåler er opbygget som en unit og består af tre dele:

- Ultralydsflowmåler
- Multical energimåler
- Termofølere.



Figur 4.13. Kamstrup varmemåler, type 66C, nominelt flow på 6 m<sup>3</sup> pr. h, 260 mm x 5/4".

Ultraflowmåleren måler ved hjælp af ultrasoniske lydbølger vandets hastighed gennem en nøje defineret rørstørrelse. Multical energimåleren beregner vandets energiindhold på baggrund af impulser fra ultraflowmåleren og termofølernes kontinuerlige måling af fremløbs- og returløbstemperatur.

Multical energimåleren kan, udover at vise energien i vandet (i MWh), blandt andet vise flow, effekt, volumen og fremløbs- og returløbstemperatur.

Der er anvendt to størrelser af Kamstrup varmeenergimåler:

- På KVA anlæggene:
  - o Nominelt flow på 6 m<sup>3</sup> pr. h; rørdimension på 260 mm × 5/4"
- På EC Power anlæggene:
  - o Nominelt flow på 1,5 m<sup>3</sup> pr. h; rørdimension på 110 mm × 3/4"

Multical energimåleren var af typen 66C.

#### 4.7.6 Placering af varmeenergimålere

Kamstrup varmeenergimålerne blev (i henhold til forsøgsplanen) placeret, hvor varmeenergien fra anlæggene har været til rådighed for brugeren i det vandbårne varmesystem. Og her var der forskel på anlæggene fra EC Power og KVA diesel.

- På KVA Diesel anlæggene var ultraflowmåler og termofølere placeret efter akkumuleringstanken, det vil sige i det fremløbsrør, som forbandt akkumuleringstanken med det vandbårne varmesystem på ejendommen.
- På EC Power anlæggene blev akkumuleringstankene ikke anvendt i undersøgelsesperioden. Ultraflowmåleren og termomålerne var placeret i fremløbsrøret i det vandbårne varmesystem, som via en varmeveksler står i forbindelse med EC Power anlæggets vandbårne kølekreds.

Røggaskøling er en væsentlig kilde til varmeproduktion på såvel EC Power anlæg som KVA anlæg.

- På KVA Diesel anlæggene finder røggaskølingen sted i en varmeveksler i akkumuleringstanken, hvorfor vandet til det vandbårne varmesystem skal tages fra akkumuleringstanken.
- På EC Power anlæggene er røggaskøleren en del af en samlet vandbåren kølekreds som tillige køler generator, oliesump og motor. Denne kølekreds overfører - via en varmeveksler - anlæggets varmeenergi til det vandbårne varmesystem på ejendommen.

Kamstrup varmeenergimålerne er venligst udlånt af:

Kamstrup A/S  
Industrivej 28  
8660 Skanderborg  
Tlf.: 89 93 10 00  
[www.kamstrup.com](http://www.kamstrup.com)



#### 4.7.7 KVA Diesel betvivler korrektheden af varmemålingerne

KVA Diesel har efter FarmTestens afslutning anført over for Landscentret, at varmemålingerne på KVA anlæggene ikke er retvisende, eftersom der er konstruktioner i KVA Diesel anlæg, som i betydeligt omfang danner luftbobler i vandet. KVA Diesel præciserer, at luftboblerne dannes i akkumuleringstanken, hvor energien i udstødningsgassen via en varmeveksler overføres til vandet. KVA Diesel anfører, at luftboblerne dannes i vandet i akkumuleringstanken som følge af kraftig opvarmning fra røggasvarmeveksleren, som ifølge KVA Diesel gennemstrømmes af 500 grader C varmt udstødningsgas.

Landscentret vurderer, at der teoretisk set kan være tre kilder til eventuel luftbobledannelse i vandet:

- Luftbobler fra kogning.
- Den åbne ekspansionstank i det vandbårne varmesystem på de undersøgte KVA anlæg.
- Frigivelse af vandets naturlige indhold af luft under opvarmning i akkumuleringstanken.

#### Luftbobler fra kogning

Såfremt der forekommer en kogning på overfladen af røggaskøleren, altså på vandsiden, er røggaskøleren næppe konstrueret hensigtsmæssigt. Kogningen danner luftbobler, som har en meget lav varmeledningsevne. Varmeoverførslen fra udstødningsgassen via røggaskøleren til vandet i akkumuleringstanken bliver dermed ineffektiv.

#### Forhold i forbindelse med åben ekspansionstank

KVA Diesel anfører, at den åbne ekspansionstank betyder, at trykket i vandet i varmesystemet er for lavt til, at den anvendte Kamstrup varmeenergimåler har kunnet måle korrekt.

Kamstrup A/S anbefaler, at der mindst skal være 2,5 bar i det vand, som varmeenergimåleren måler varmen i. Begrundelsen er, at et tryk på 2,5 bar eller derover minimerer forekomsten af luftbobler og kaviteringer i vandet. Hvis der er luftbobler i vandet, som forstyrrer målingen, vil varmeenergimåleren måle for lave værdier, ifølge Kamstrup A/S. Et tryk på 2,5 bar eller derover sikrer, at måleren måler korrekt, det vil sige med en tolerance på mindre end 4 % (jvf. DS/EN1434 for klasse 2 målere). Kamstrup A/S anfører, at nøjagtigheden på deres målere typisk vil ligge bedre end halvdelen af den tilladte tolerance. Kamstrup A/S har ikke oplyst, hvor meget luftbobler kan forstyrre målingerne, eller om bitte små bobler (brus) forstyrrer i samme omfang som store bobler.

#### Test af varmemåler

Trykket i de vandbårne varmesystemer, som har været tilsluttet anlæggene fra KVA Diesel og anlæggene fra EC Power, genereres af almindelige cirkulationspumper, som yder et tryk på 0,4-0,8 bar. Den varmeenergimåler, som har været anvendt på KVA anlæggene, er på foranledning af KVA Diesels tvivl om målingerne blevet testet på Teknologisk Institut i trykområdet 0,4-0,8 bar. Formålet med testen var at undersøge varmeenergimålerens målenøjagtighed under trykforhold, der ligger væsentlig under det ovennævnte anbefalede driftstryk på 2,5 bar. Metoden i testen ved Teknologisk Institut var, at Kamstrup varmeenergimåleren og Teknologisk Instituts eget system til varmeenergimåling målte varmeenergien i det samme vand – ved samme tryk og samme flow. Tabel 4.1 viser, hvor meget målingerne med Kamstrup varmeenergimåleren afveg fra målingerne med instituttets eget udstyr. De anvendte tryk- og flowstørrelser samt temperaturer repræsenterer driftsforholdene på de undersøgte KVA anlæg.

Tabel 4.1. Afvigelse fra sand værdi ved test af varmeenergimåler Kamstrup Ultraflow  $q_n=6,0 \text{ m}^3/\text{h}$ . Fremløbstemperatur= $60^\circ \text{C}$ , returløbstemperatur= $45^\circ \text{C}$ .

	Tryk = 2,5 bar	Tryk = 0,7 bar	Tryk = 0,4 bar
Flow= $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$	-0,44 %	-0,37 %	-0,05 %
Flow= $2,0 \text{ m}^3/\text{h}$	-0,42 %	-0,45 %	-0,49 %
Flow= $6,0 \text{ m}^3/\text{h}$	-0,28 %	-0,32 %	-0,40 %

Såfremt der ikke er luftbobler i vandet, viser testen ved Teknologisk Institut, at den anvendte Kamstrup varmeenergimåler på KVA anlæggene kan måle med en afvigelse, der ligger under de krævede 4 %. Tabel 4.1 viser, at den maksimale afvigelse var -0,49 %.

### Opvarmning og frigivelse af luft fra vandet

Frigivelsen af vandets luft under opvarmningen vil antagelig være en "engangsforestilling". Når først vandet er blevet luftfrit, vil det ikke igen optage luft, så længe det befinder sig i rørene i det vandbårne varmesystem. Selv ikke ved dets passage gennem den åbne ekspansionstank. Her er den lufteksponerede overflade forholdsvis lille, og vandet passerer hurtigt gennem tanken.

### Landscentrets vurdering af varmeenergimålingerne

Det er ikke undersøgt, om der rent faktisk var luftbobler i de undersøgte anlæg fra KVA Diesel - og heller ikke i de undersøgte EC Power anlæg, hvorfor der ikke foreligger målinger, som kan be- eller afkræfte om eventuelle luftbobler har forstyrret varmemålingerne.

Landscentret vurderer, at:

- Varmeoverførslen fra røggaskøleren vil være ineffektiv, hvis der forekommer kogning og dannelse af luftbobler i akkumuleringstanken.
- Frigivelse af vandets naturlige indhold af luft vil ske i forbindelse med opvarmning første gang vandet varmes op. Denne luft udluftes fra systemet via den åbne ekspansionstank. Genoptagelsen af ny luft i den åbne ekspansionstank vurderes at være meget lille.
- Testen ved Teknologisk Institut viste, at den anvendte varmeenergimåler måler med stor nøjagtighed ved de anvendte trykforhold på de undersøgte KVA anlæg – såfremt naturligvis vandet er fri for luft- og dampbobler.

### 4.7.8 Lydmålere og støjmåling

Der er udført orienterende støjmålinger på to minikraftvarmeanlæg med to forskellige lydmålere:

- På 68 kW anlæg fra KVA Diesel er der målt med:
  - o Modular Precision Sound Analyzer Type 2260 fra Brüel & Kjær.
- På 17 kW anlæg fra EC Power er der målt med:
  - o Center 325 digital lydmåler fra New Instruments.

Støjmålingerne er foretaget i hovedhøjde ca. en meter fra anlæggene ved den aktuelle belastning på anlæggene.



Figur 4.14. Lydmåler type 2260 fra Brüel & Kjær.

#### 4.7.9 Elmåling

Minikraftvarmeanlæggenes elproduktion er målt med anlæggenes egne elmålere.



Figur 4.15. Elvisningsdisplay på styreboks på 68 kW minikraftvarmeanlæg fra KVA Diesel.



Figur 4.16. Elvisningsdisplay på styreblok på 17 kW minikraftvarmeanlæg fra KVA Diesel.

På 68 kW anlægget fra KVA Diesel er der foretaget en kontrolmåling med en verificeret elmåler fra et elselskab.

### 4.8 Belastningsgrad

Belastningen eller udnyttelsen af minikraftvarmeanlæg kan typisk variere fra 20-100 % af maksimalkapaciteten. Belastningsgraden er defineret som anlæggets gennemsnitlige belastning i måleperioden. Det vil sige, at den gennemsnitlige elproduktion pr. time i måleperioden sættes i forhold til anlæggets (generatorens) kapacitet, det vil sige mærkeeffekten.

Belastningsgraden  $y$  er:

$$y = \frac{kWh_{el}}{(\text{driftstimer i måleperioden}) \times \text{anlægskapacitet}} \times 100$$

### 4.9 Montage af udstyr

Til montage af måleudstyr er der anvendt autoriserede håndværkere, som i forvejen var kendt af landmanden.

## 5. Resultater

Beskrivelsen af undersøgelsens resultater er delt op i fem afsnit:

- 5.1. Minikraftvarmeanlæggenes virkningsgrad.
- 5.2. Besparelser i energiomkostninger.
- 5.3. Totaløkonomi for minikraftvarmeanlæggene.
- 5.4. Støjmåling.
- 5.5. Afgiftsmæssige forhold.
- 5.6. PSO-tarif
- 5.7. Rådighedsbetaling
- 5.8. Serviceordninger
- 5.9. Alder på de undersøgte anlæg og levetid på motorer

### 5.1 Minikraftvarmeanlæggenes virkningsgrad

Målinger af dieselolieforbrug og produktion af el- og varmeenergi danner grundlag for beregninger af minikraftvarmeanlæggenes virkningsgrader, se tabel 5.1. For hvert af anlæggene er der foruden total-, el- og varmekoefficient angivet måleperiode og belastningsgrad.

Tabel 5.1. *Belastningsgrad og virkningsgrader på undersøgte dieseldrevne minikraftvarmeanlæg. Maks. eleffekt på anlæggene fra KVA Diesel er henholdsvis 46 og 68 kW. EC Power anlæggene har en maks. eleffekt på 17 kW.*

Anlæg og fabrikat	Måleperiode	Belastningsgrad	Virkningsgrad		
			Total	El	Varme
46 kW KVA anlæg	Marts/april	63,0 %	75,5 %	34,2 %	41,3 %
68 kW KVA anlæg	Juni	73,0 %	72,1 %	35,5 %	36,6 %
68 kW* KVA anlæg	Oktober	49,2 %	68,1 %	33,6 %	34,5 %
2 x 17 kW EC Power	Maj	89,0 %**	85,1 %	34,8 %	50,3 %
17 kW EC Power anlæg	November	93,7 %	83,1 %	34,6 %	48,5 %

\*: Samme anlæg som ovenstående, men elpatronerne er slukket, og varmforsyningen suppleres med oliefy.

\*\* : Gennemsnit af 87,3 % og 90,8 %.

På to punkter er der afgørende forskel mellem anlæggene fra de to fabrikater, nemlig belastningsgrad og totalvirkningsgrad.

Anlæggene fra KVA Diesel har kørt ved en forholdsvis lav belastningsgrad i måleperioden, hvorimod anlæggene fra EC Power har haft en høj gennemsnitlig belastningsgrad.

Totalvirkningsgraden er en sum af el- og varmekoefficient. Som det ses, er der ikke nævneværdig forskel i elvirkningsgraden mellem de to fabrikater, men det er der til gengæld i varmekoefficienten. Anlæggene fra EC Power har en varmekoefficient, der er omkring 10-15 procentpoint bedre end det, anlæggene fra KVA Diesel kunne præstere.

68 kW anlægget fra KVA Diesel er undersøgt i to driftssituationer: Henholdsvis med (juni måned) og uden (oktober måned) elvarmepatroner i drift. Det bemærkes, at belastnings-

graden falder markant fra juni til oktober. Den lavere belastningsgrad følges af en lavere totalvirkningsgrad.

## 5.2 Besparelser i energiomkostninger

Ved at sammenholde de undersøgte minikraftvarmeanlægs energiforbrug og -produktion med priserne på dieselolie og el er det muligt at beregne, hvor stor besparelsen er ved at anvende minikraftvarmeanlæg frem for at købe al strømmen fra elselskabet og lade et oliefyr levere varmen. Det er kun på de ejendomme, der har anlæg fra KVA Diesel, hvor det er muligt at opfylde hele behovet for el og varme ved hjælp af minikraftvarmeanlæg. På ejendommene med anlæg fra EC Power er behovet for elenergi det meste af døgnet en del større end minikraftvarmeanlæggets kapacitet, hvorfor der næsten hele tiden trækkes en væsentlig effekt fra elnettet. I vinterhalvåret er det på disse ejendomme tillige nødvendigt at supplere med varme fra oliefyr.

Hvis man ser bort fra de nævnte forskelle i driftssituationerne de to fabrikater imellem, kan der på baggrund af virkningsgraderne i tabel 5.1 beregnes, hvad besparelsen er ved at anvende minikraftvarmeanlæg i forhold til en valgt alternativ forsyningsituation, nemlig at købe al strømmen og opvarme med et oliefyr. Det antages, at virkningsgraden i oliefyret er 90 %.

De anvendte energipriser er:

- El: 0,57 kr. pr. kWh.\*
- Fyrings-/dieselolie: 2,35 kr. pr. liter. \*

\* Gennemsnitlige energipriser for 2004.

Prisen på fyrings-/dieselolie var stigende gennem det meste af 2004. Ved køb af relativt store mængder fyrings-/dieselolie kan kunden i reglen opnå en vis rabat. Den anvendte pris afspejler dette.

De angivne besparelser i tabel 5.2 vedrører alene forskellen i omkostninger til energi de to forsyningsituationer imellem. Besparelserne siger således kun noget om, hvor godt anlæggene udnytter energien i dieselolien, og hvilke besparelser det medfører pr. liter dieselolie, der forbruges i anlæggene.

Tabel 5.2. *Besparelser i energiomkostninger ved anvendelse af dieseldrevne minikraftvarmeanlæg i stedet for køb af al elenergi og anvendelse af oliefyr som eneste varmekilde.*

Anlæg	Besparelse pr. liter dieselolie
46 kW KVA anlæg	66 øre
68 kW KVA anlæg	61 øre
68* kW KVA anlæg	45 øre
2 x 17 kW EC Power	93 øre
17 kW EC Power anlæg	87 øre

\*: Samme anlæg som ovenstående, men elpatronerne er slukket, og varmeforsyningen suppleres med oliefyr.

Det bemærkes, at besparelsen er størst med anlæg fra EC Power, nemlig 21-48 øre pr. liter mere end for anlæg fra KVA Diesel.

I næste afsnit er det beskrevet, hvilken betydning de beregnede besparelser på energiomkostningerne har for totaløkonomien for de undersøgte anlæg.

### 5.3 Totaløkonomi for minikraftvarmeanlæggene

For hvert anlæg er det beregnet, hvad de årlige omkostninger er til energi. For 68 kW anlægget fra KVA Diesel er der lavet to beregninger: Henholdsvis med og uden elvarmepatroner tilkoblet, se tabel 5.3. Energiomkostningerne er beregnet ved at foretage en proportional fremskrivning af de fundne forbrugsstørrelser.

Strategien for de ejendomme, der har valgt anlæg fra KVA Diesel, er, at anlægget skal kunne dække ejendommens behov for el- og varmeenergi. Dette lader sig fint gøre, hvad angår varmeenergien, idet akkumuleringstanken sagtens kan dække varmforsyningen i de korte tidsrum, der går med at servicere anlægget, det vil sige olieskift. Naturligvis vil et længere stop som følge af en reparation på anlægget medføre, at varmen skal skaffes et andet sted fra, typisk fra et oliefyr, men det er altså ikke medregnet her. Der trækkes til stadighed en smule elenergi via elnettet. Grunden er, at man helst vil undgå at levere elenergi ud på det offentlige elnet. For at sikre dette, er produktionen på minikraftvarmeanlægget typisk styret efter at være lidt mindre end forbruget. Når anlægget er stoppet, trækkes der til gengæld "fuld effekt".

På 68 kW anlægget fra KVA Diesel er der også lavet en beregning over energiomkostningerne på baggrund af de målinger, der blev foretaget med slukkede elvarmepatroner. Som det ses i tabel 5.3, er det i denne situation nødvendigt at supplere ejendommens energiforsyning med oliefyr og køb af elenergi.

På de ejendomme, der har anlæg fra EC Power, dækkes kun en del af behovet for energi med minikraftvarmeanlæg. Det betyder, at der skal suppleres med varme fra et oliefyr eller eventuelt en anden varmekilde, og at en væsentlig andel af elektriciteten skal købes.

De beregnede energiomkostninger er sammenlignet med energiomkostningerne fra en alternativ forsyningsituation, som er oliefyr og køb af elenergi, se tabel 5.3. Forskellen mellem de to forsyningsituationer giver i alle fem beregninger en positiv besparelse i energiomkostninger.

I tabel 5.3 er tillige investerings- og vedligeholdelsesomkostninger for anlæggene anført. Investeringsomkostningen omfatter anlæggets pris samt omkostninger i forbindelse med anlæggets tilslutning til ejendommens elinstallation og vandbårne varmesystem.

Vedligeholdelsesomkostningerne dækker over flere poster:

- Skift af motorolie og filter samt arbejds løn (anlæg fra KVA Diesel).
- Daglig påfyldning med ca. 1½ liter motorolie (68 kW anlæg fra KVA Diesel).
- To årlige motorserviceringer (anlæg fra KVA Diesel).
- Serviceordning for hver 5.000 timer (anlæg fra EC Power).
- Skift af slidt motor ca. hvert tredje år (gælder begge fabrikater). Andre forhold kan gøre det fordelagtigt med en anden udskiftningsfrekvens, eksempelvis hvis behovet for el- og varmeenergi ændres på ejendommen.

En dieselmotor, der kører nærmest konstant, er i reglen slidt op efter ca. tre år eller 25.000 driftstimer.

Tabel 5.3. Årligt forbrug af dieselolie i minikraftvarmeanlæg baseret på direkte proportionel fremskrivning af de målte forbrugsstørrelser i forsøgsperioden. Forbruget af fyringsolie til supplerende varmforsyning er for anlæggene fra EC Power oplyst af anlægsejerne. For anlægget fra KVA Diesel er det beregnet på basis af en måling. Energiomkostningerne er beregnet for de faktiske driftssituationer og for en alternativ energiforsyningsituation. Besparelsen angiver alene forskellen i energiomkostninger mellem de faktiske forhold og alternativet. Anvendte energipriser: 2,35 kr. pr. liter diesel-Ifyringsolie; 0,57 kr. pr. kWh<sub>el</sub>.

Test nr.	1	2	3	4	5
Minikraftvarmeanlæg	46 kW KVA	68 kW KVA	68 kW* KVA	2×17 kW EC Power	17 kW EC Power
Olieforbrug i minikraftvarmeanlæg, liter	75.531	123.589	87.530	76.370	40.800
Supplerende varmforsyning, oliefyr, liter	0	0	25.949	23.630	24.200
Supplerende elkøb, kWh	15.000	18.250	79.406	260.000	90.480
Energiomkostninger, kr.	186.048	300.837	311.937	383.200	204.324
Alternativ: Oliefyr + køb af al el					
Olieforbrug, liter	45.405	59.502	59.502	66.312	46.187
Elkøb, kWh	175.000	370.566	370.566	525.000	230.049
Energiomkostninger, kr.	206.452	351.052	351.052	455.084	239.667
Besparelse i energiomkostninger, kr.	20.403	50.216	39.115	71.884	35.344
Anlægspris, inkl. tilslutning for minikraftvarmeanlæg, kr.	322.000	400.000	400.000	394.000	200.000
Årlig vedligeholdelse inkl. regelmæssig skift af slidt motor, kr.	22.000	32.000	32.000	29.800	15.000

\*: elvarmepatroner frakoblet.

Der bemærkes for 68 kW anlægget fra KVA Diesel, at besparelsen falder, når elvarmepatronerne er frakoblet. Årsagen er, at når elvarmepatronerne ikke aftager elenergi fra generatoren, arbejder denne med en lavere belastningsgrad. Der skal simpelthen ikke bruges så meget elenergi længere. Den lavere belastningsgrad resulterer i et fald i anlæggets totalvirkningsgrad, hvilket giver en lavere besparelse, end hvis elvarmepatronerne bidrog til varmeproduktionen.

Faldet i besparelsen i energiomkostningerne skyldes således ikke, at elvarmepatronerne er slukket, men derimod at virkningsgraden er faldet i forbindelse med den lavere belastningsgrad.

Hvis man tænker sig, at virkningsgraden kunne fastholdes, selv om elvarmepatronerne ikke var tilkoblet, ville besparelsen derimod øges i forhold til at lade dem arbejde. Tabel 5.4 viser, hvordan regnestykket i så fald kommer til at se ud for de to anlæg fra KVA Diesel.



Tabel 5.4. Energiomkostningerne, når de indbyggede elvarmepatroner ikke anvendes. Beregningen er lavet med de virkningsgrader, der blev fundet i driftssituationer, hvor elvarmepatronerne var tilsluttet, jvf. tabel 5.1.

Minikraftvarmeanlæg	46 kW KVA	68 kW KVA
Olieforbrug i minikraftvarmeanlæg, liter	47.237	82.845
Supplerende varmforsyning, oliefyr, liter	23.736	25.812
Supplerende elkøb, kWh	15.000	79.407
Energiomkostninger, kr.	175.336	300.606
Alternativ: Oiefyr + køb af al el		
Olieforbrug, liter	45.405	59.502
Elkøb, kWh	175.000	370.566
Energiomkostninger, kr.	206.452	351.052
Besparelse i energiomkostninger, kr.	31.116	50.446

Sammenlignes beregningen for 46 kW anlægget fra KVA Diesel i tabel 5.4 med beregningen for det tilsvarende anlæg i tabel 5.3, ses det, at besparelsen i energiomkostningerne ved at slukke elvarmepatronerne stiger med næsten 11.000 kr. For 68 kW anlægget fra KVA Diesel ses noget lignende. I forhold til resultatet i søjlen med test nr. 3 i tabel 5.3 er besparelsen øget med ca. 11.000 kr. Til gengæld er der ingen nævneværdig forskel til resultatet fra den faktuelle driftssituation beskrevet i test nr. 2, tabel 5.3.

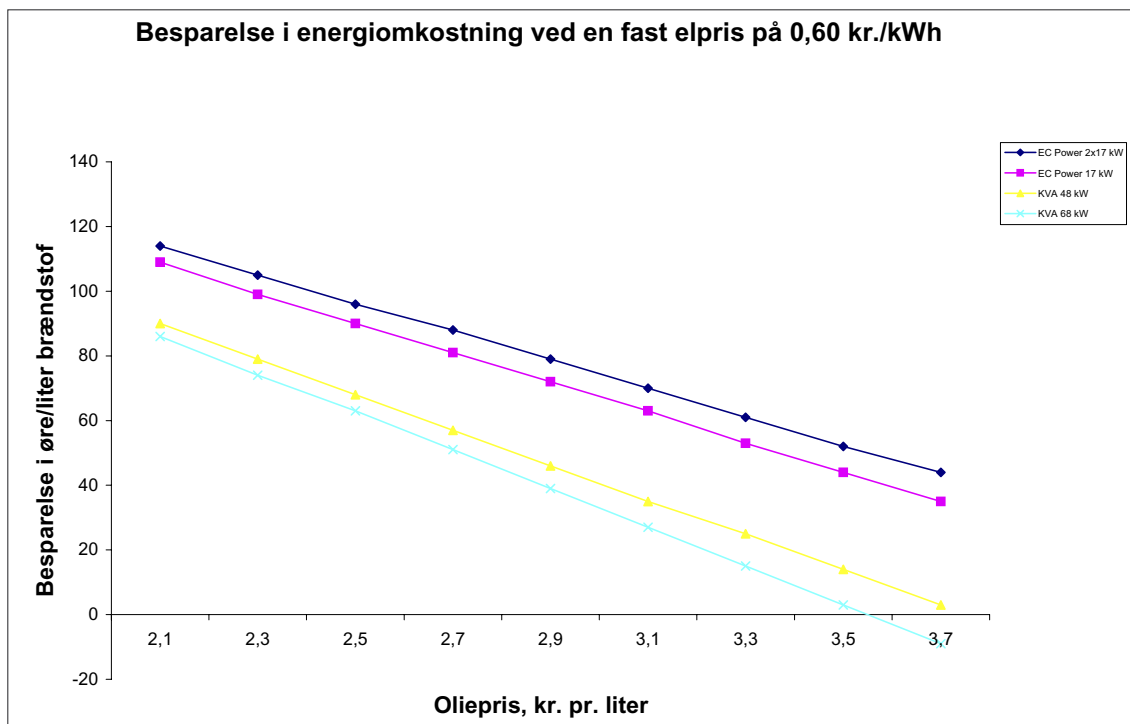
Besparelsen stiger altså for begge anlæg ved at koble elvarmepatronerne fra, men det forudsætter, at totalvirkningsgraden ikke falder. Det vil den imidlertid gøre i praksis, når belastningen mindskes. Løsningen er derfor at gå ned i anlægsstørrelse, hvorved det er muligt at kunne opretholde en høj belastningsgrad og dermed en høj totalvirkningsgrad.

Ses der alene på besparelsen i energiomkostninger, vil ejeren af 68 kW anlægget fra KVA Diesel under de givne betingelser være bedst tjent med at lade elvarmepatronerne supplere varmforsyningen.

### 5.3.1 Energifrisens betydning for besparelsen

Besparelsen i energiomkostninger er afhængig af prisen på el og diesel-/fyringsolie. Nedenstående to diagrammer viser, hvad en variation i prisen på henholdsvis el og olie betyder for den besparelse, der kan opnås ved at anvende et dieseldrevet minikraftvarmeanlæg frem for at købe strømmen af elselskabet og bruge et oliefyr. Som grundlag for beregningerne er anvendt de virkningsgrader, som er angivet i tabel 5.1. Alternativ varmekilde er et oliefyr med en virkningsgrad på 90 %.



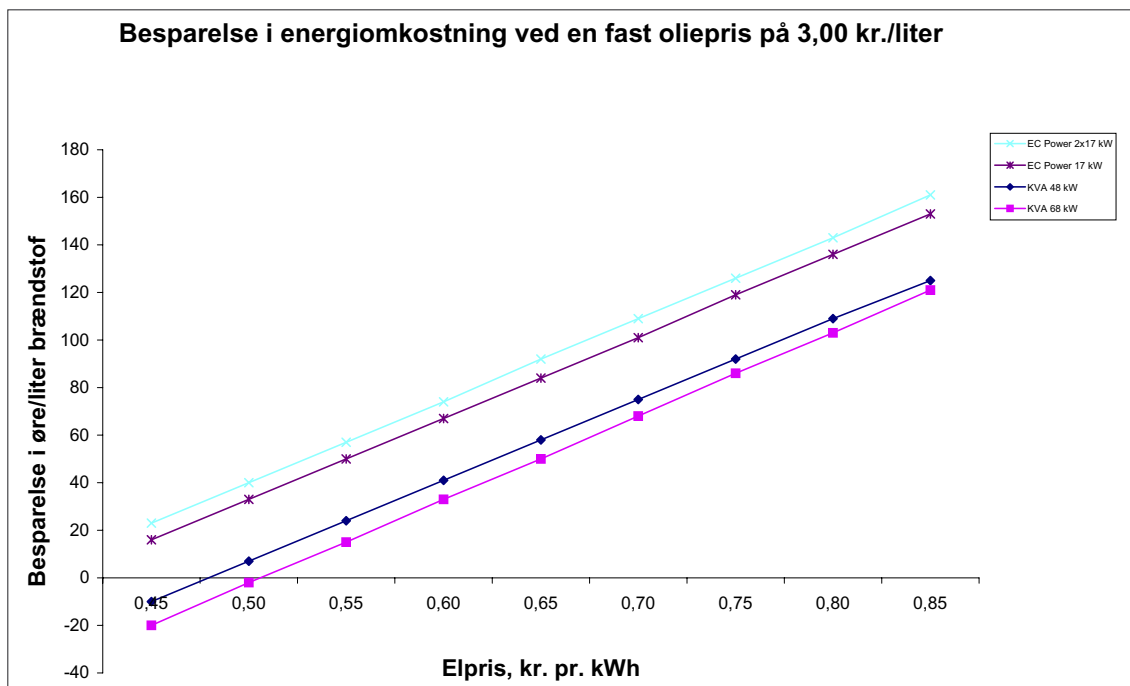


Figur 5.1. *Besparselsen i energiomkostninger på minikraftvarmeanlæg ved forskellige priser på brændstof. Elprisen er fastholdt ved 0,60 kr. pr. kWh. Besparelsen er beregnet i forhold til energiomkostningerne ved den alternative forsyningsituation: At købe strømmen fra et elselskab og anvende et oliefyr som varmekilde. Oliefyrets virkningsgrad er sat til 90 %. Virkningsgraderne i tabel 5.1 er anvendt for de respektive minikraftvarmeanlæg. Der er for nemheds skyld regnet med den samme pris på dieselolie og fyringsolie. Alle energipriser er ekskl. moms og energiafgift.*

Med en stigende oliepris, men fastholdt elpris, falder besparelsen ved at anvende et diesel-drevent minikraftvarmeanlæg.

Årsagen er, at den elenergi, der produceres på minikraftvarmeanlægget, i reglen vil være dyrere, end hvis den skulle købes ved elselskaberne. Besparelsen opstår, fordi man populært sagt har varmen gratis fra minikraftvarmeanlægget. Man sparer altså en udgift til opvarmning med et oliefyr, og denne besparelse kan så opveje, at det reelt er dyrere selv at lave strømmen end at købe den.

Med en stigende oliepris får den gratis varme mindre betydning. Forskellen mellem elprisen fra MKV og elnetprisen bliver større, og dette "hul" får besparelsen på varmen, som er "gratis", sværere og sværere ved at udfylde. Af diagrammet kan det ses, at olieprisen skal være forholdsvis høj, før besparelsen svinder til nul. For 68 kW anlægget fra KVA ligger nulpunktsprisen tæt på 3,50 kr. pr. liter, for de andre anlæg noget højere. Her skal man huske på, at der er en grænse for, hvor tæt man skal gå på nulpunktet, da besparelsen jo skal dække omkostningerne til vedligeholdelse og finansiering.



Figur 5.2. Besparelsen i energiomkostninger på minikraftvarmeanlæg ved forskellige priser på el. Olieprisen er fastholdt ved 3,00 kr. pr. liter. Besparelsen er beregnet i forhold til energiomkostningerne ved den alternative forsyningssituation: At købe strømmen fra et elselskab og anvende et oliefyr som varmekilde. Oliefyrets virkningsgrad er sat til 90 %. Virkningsgraderne i tabel 5.1 er anvendt for de respektive minikraftvarmeanlæg. Der er for nemheds skyld regnet med den samme pris på dieselolie og fyringsolie. Alle energipriser er ekskl. moms og energiafgift.

Med et stigende niveau for elprisen stiger besparelsen ved selv at producere strøm på et minikraftvarmeanlæg, olieprisen er fastholdt, se figur 5.2. Elprisen skal dog være temmelig lav, før besparelsen svinder ind til ingenting: For anlæg fra KVA ca. 0,50 kr. pr. kWh, for anlæg fra EC Power ca. 0,40 kr. pr. kWh. Begge priser er uden moms og energiafgift. Med en høj elpris, hvor olieprisen ligger fast på et nogenlunde lavt niveau, vil besparelsen være stor med et minikraftvarmeanlæg.

## 5.4 Støjmåling

Der er udført en orienterende støjmåling på et 68 kW anlæg fra KVA Diesel og et 17 kW anlæg fra EC Power. Støjmålingen er ikke udført ved samme belastningsniveau for de to anlæg, hvilket fremgår af tabel 5.5.

Tabel 5.5. Støjniveau (LAeq) for to minikraftvarmeanlæg ved forskellige belastningsniveauer.

	68 kW KVA	17 kW EC Power
Støjniveau - LAeq	84 dBA	74 dBA
Belastningsniveau under støjmåling	Middel	Høj

Ifølge Brüel & Kjær er en stigning på 6 dB en fordobling af lydtrykniveauet. Dog skal der ske en stigning på 10 dB, før lyden subjektivt opfattes som værende dobbelt så høj. Den mindste ændring, man kan høre, er ca. 3 dB.

## 5.5 Afgiftsmæssige forhold ved drift af minikraftvarmeanlæg

For dieseldrevne minikraftvarmeanlæg gælder der særlige regler vedrørende energi- og CO<sub>2</sub>-afgift, og i henhold til elafgiftsloven kan der vælges mellem to afregningsmodeller, se nedenfor.

### 5.5.1 Energi- og CO<sub>2</sub>-afgifter

En række forudsætninger skal være opfyldt, for at de særlige regler kan anvendes:

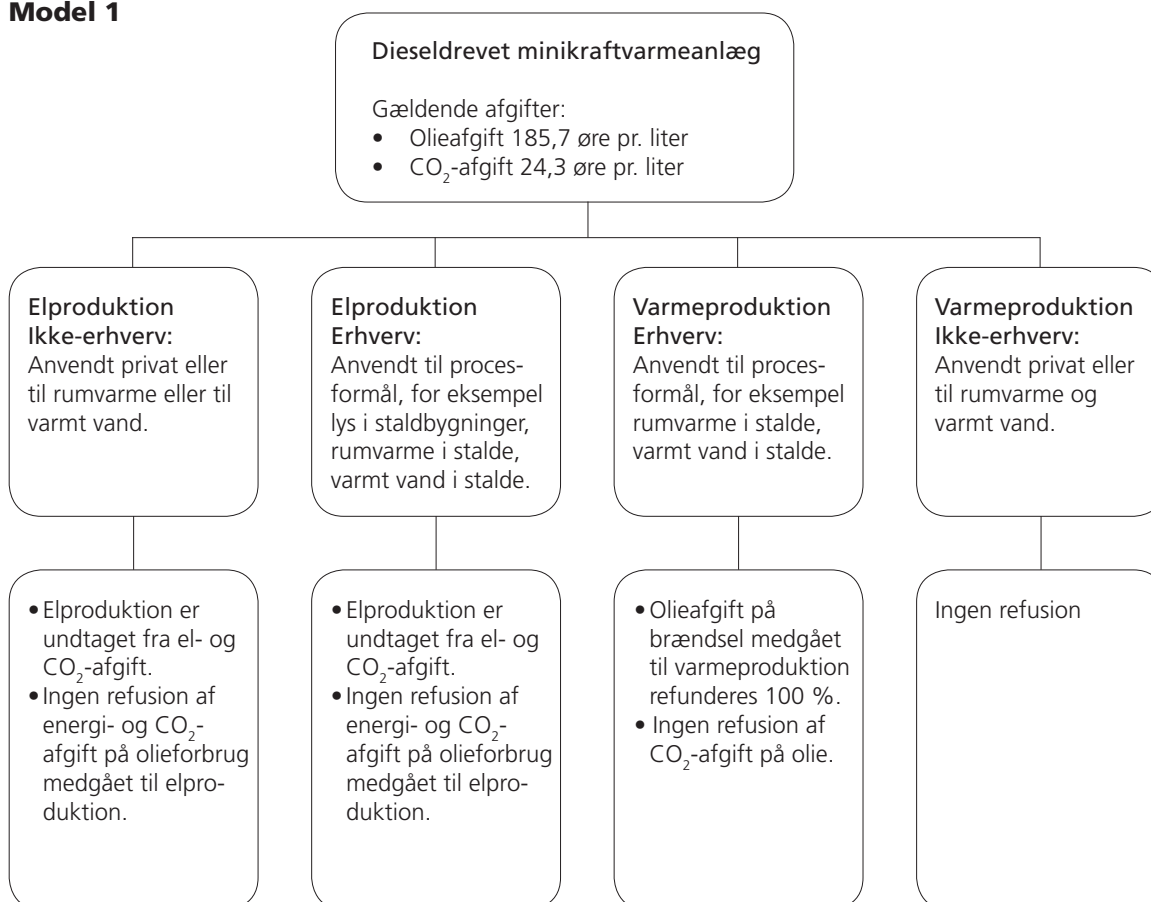
- Minikraftvarmeanlægget skal være placeret på en landbrugsejendom.
- Generatorens kapacitet skal være under 150 kW.
- Anlægget skal producere både el- og varmeenergi.
- Energien skal bruges på landbrugsejendommen.
- Indfyring med dieselolie.

Der gælder to modeller til regulering af energi- og CO<sub>2</sub>-afgifter ved et dieseldrevet minikraftvarmeanlæg.

**Model 1:** Anlægget er ikke registreret efter elafgiftsloven, og er dermed undtaget for elafgiften, jvf. lov om afgift af elektricitet § 2, stk. 1, litra a.

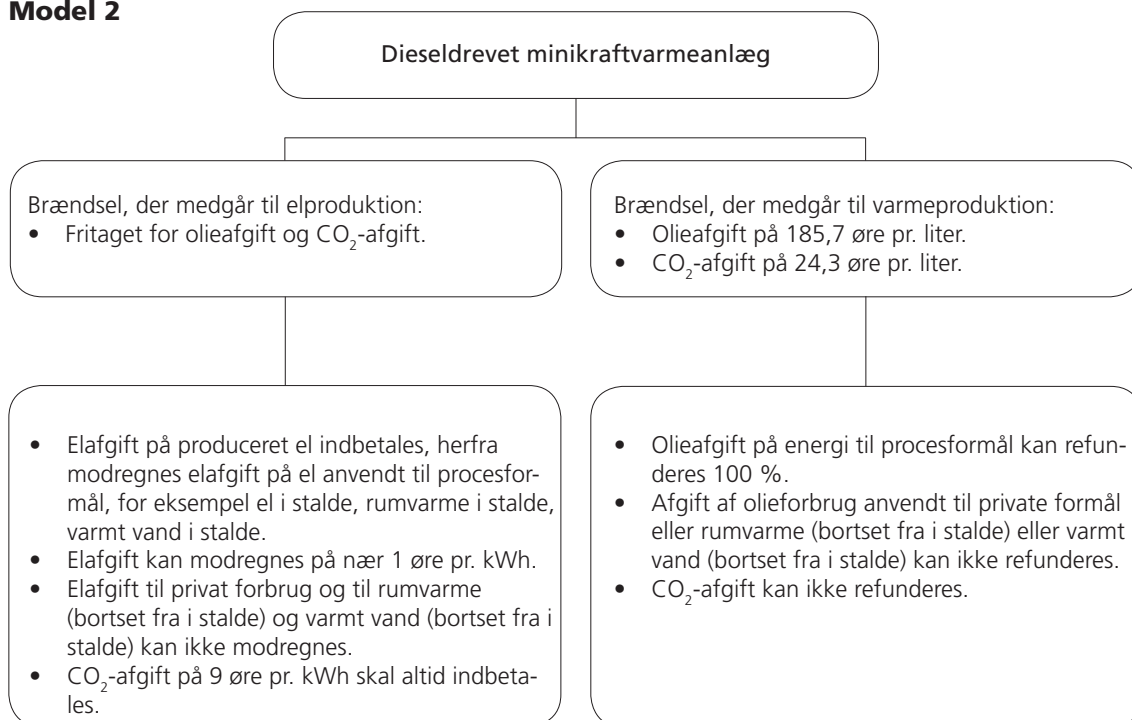
**Model 2:** Anlægget er registreret efter elafgiftsloven, men dette kræver tilladelse. Anlægget er omfattet af elafgift, jvf. lov om afgift af elektricitet § 2, stk 2.

#### Model 1



Figur 5.3. Afgiftsregler for dieseldrevne anlæg, der ikke er registreret efter elafgiftsloven.

## Model 2



Figur 5.4. Afgiftsregler for dieseldrevne anlæg, der er registreret efter elafgiftsloven.

## 5.6 PSO-tarif

I henhold til elforsyningsloven skal der betales PSO-tarif af al den elenergi, der bruges i Danmark. Det vil altså sige, at der også skal svares PSO-tarif af den elenergi, som produceres på et minikraftvarmeanlæg og bruges på ejendommen. Det er elselskaberne, som er pligtig til at indkræve afgiften. Elselskaberne kan forlange, at der skal opsættes en separat måler, der registrerer elproduktionen på minikraftvarmeanlægget. Minikraftvarmeanlæggets egen elmåler accepteres ikke som validt afregningsgrundlag.

Omkostningerne til opsætning af måler, opgørelse og administration af målinger samt drift og vedligeholdelse af måleren skal dækkes af landmanden.

Alt afhængigt af anlæggets størrelse er kravene til måler forskelligt:

- Anlæg med en generatoreffekt > 25 kW skal have time-/kvarterregistrering.
- Anlæg med en generatoreffekt < 25 kW skal have måneds-/kvartalsregistrering.

PSO betyder Public Service Obligation, og pengene bruges til:

- Sikring af nødvendig reservekapacitet i kraftværker.
- Beredskabslagre af brændsel.
- Rådgivning og information om elbesparelser og elsikkerhed.
- Forskning og udvikling inden for effektiv energianvendelse og energiteknologi.

PSO-tariffen er pr. 1. januar 2005 vest for Storebælt 11,7 øre pr. kWh, hvorimod den i resten af landet er 10 øre pr. kWh. Elkraft System, det systemansvarlige selskab øst for Storebælt, opererer ganske vist med en tidsdifferentiering af tarifførrelsen, men i gennemsnit er den 10 øre pr. kWh. I henhold til elforsyningsloven anvender begge selskaber over for egenproducenter af el en reduceret PSO-tarif på 2,5 øre pr. kWh i alle tarifperioder for den del af deres forbrug, som de dækker ved egenproduktion.

## 5.7 Rådighedsbetaling

Nogle elselskaber forlanger en såkaldt rådighedsbetaling af egenproducenter. Rådighedsbetalingen udgør et vist beløb pr. kWh, der produceres på minikraftvarmeanlægget. De samme produktionstal, der fremskaffes i forbindelse med beregning af PSO-tariffen lægges også til grund for beregning af rådighedsbetaling. Eksempelvis kan det nævnes, at et elselskab pr. 1. januar 2005 kræver en rådighedsbetaling på 4,83 øre pr. kWh.

Der hersker tvivl om, hvorvidt elselskaberne er berettiget til at kræve rådighedsbetaling. Omkostningerne til drift af elnettet ud til landmanden skal dækkes via kWh-prisen, siger nogle af elselskaberne. Når landmanden ikke længere aftager den mængde energi, som det pågældende elselskab har budgetteret med, mangler elselskabet en indtægt. Elselskabernes hovedargument for rådighedsbetalingen er, at de stiller en eleffekt til rådighed for landmanden, som han til enhver tid kan benytte. Til gengæld kan det siges, at ejere af minikraftvarmeanlæg aflaster elselskaberne, da de jo selv dækker hele eller en del af deres effektbehov.

Hvis ikke anlægsejeren yder rådighedsbetalingen, er det reelt de øvrige kunder på nettet, der skal afholde elselskabets omkostning ved at drive elnettet i det pågældende område.

Kravet om rådighedsbetaling kan imidlertid bortfalde, men det kræver, at landmanden ikke længere er tilkoblet det offentlige elnet. Hvis landmanden vælger at køre i såkaldt Ø-drift, det vil sige ikke være tilkoblet elnettet, vil det være absolut tilrådeligt, at han sikrer sig med enten en simpel nødstrømsgenerator, eller at han har to minikraftvarmeanlæg, så hvis det ene anlæg holder stille på grund af havari eller længerevarende servicering, kan det andet tage over. At have et ekstra minikraftvarmeanlæg stående alene som backup er dyrt og kan kun "retfærdiggøres", hvis omkostningen til etablering af kabel og tilslutning til det offentlige elnet er stor.

Der er to landmænd, der har klaget til Energitilsynet over kravet om rådighedsbetaling. Sagerne verserer p.t.

## 5.8 Serviceordning

EC Power tilbyder sine kunder en serviceordning. Ordningen omfatter olieskift og øvrig motorservice for hver 5.000 timers drift. Anlæg fra EC Power er tilkoblet telefonnettet, så firmaet centralt kan overvåge driften på anlægget og hurtigt følge op på eventuelle driftsproblemer eller alarmer. Dette er en betryggende foranstaltning for anlægsejeren og desuden tidsbesparende.

KVA Diesel tilbyder også serviceordninger, men anbefaler, at landmanden selv skifter olie for hver ca. 300 timer. KVA anlæggene overvåges via GSM af KVA Diesel, og landmanden får SMS-besked ved fejl eller mangler, eller når der skal skiftes olie.

## 5.9 Alder på de undersøgte anlæg og levetid på motorer

Tabel 5.6 Alder på de undersøgte anlæg og levetid på motorer.

Anlæg	Anlæg – fra	Måletidspunkt	Alder på måletidspunkt
KVA E 46 kW	Oktober 2003	Marts-april 2004	ca. ½ år
KVA E 68 kW	Marts 2003	Juni og oktober 2004	ca. 1¼ og 1½ år
EC Power 2×17 kW	Januar 2001	Maj 2004	ca. ½ år*
EC Power 17 kW	Marts 2004	November 2004	ca. ½ år

\*: Motoren på anlægget var ½ år gammel på måletidspunktet

Dieselmotorerne på de to undersøgte KVA anlæg har indtil 1. oktober 2005 haft ca. 16.000-17.000 driftstimer. På de to EC Power anlæg har den gennemsnitlige levetid på motorerne været 7.000-10.000 timer. I kraft af serviceaftaler har udskiftning af motorer på EC Power anlæggene ikke hidtil været forbundet med udgifter for anlægsejerne.

## 6. Sammendrag og diskussion

### 6.1 De testede minikraftvarmeanlæg fra KVA Diesel

De to anlæg fra KVA Diesel arbejdede i undersøgelsesperioden ved belastningsgrader, der var noget lavere, end hvad der blev fundet ved EC Power anlæggene. Den forholdsvis lave udnyttelse (i.e. belastningsgrad på ca. 50-73 %) af KVA anlæggene på de pågældende ejendomme antyder, at disse anlæg kunne have dækket ejendommenes behov for elenergi i spidsbelastningssituationer. Spørgsmålet er, om det er hensigtsmæssigt, at anlæggene er i stand til dette? Ud fra en isoleret betragtning, der kun vurderer økonomien i selve minikraftvarmeanlægget, er det ikke hensigtsmæssigt. Konsekvensen af at have et anlæg, der er for stort, er, at den gennemsnitlige belastningsgrad bliver lav, hvilket giver en relativ lav totalvirkningsgrad (10-15 procentpoint lavere end anlæggene fra EC Power) og dermed en driftsøkonomi i anlægget, der er ringere, end den ellers kunne have været.

Hvis anlægsejerne lægger afgørende vægt på forsyningssikkerhed, er det til gengæld fornuftigt at have et anlæg, der til enhver tid kan dække ejendommens behov for el- og varmeenergi. KVA Diesel oplyser, at de pågældende landmænd har ønsket, at deres anlæg skal kunne sikre mod strømsvigt fra elnettet. Derfor har de købt anlæg, der er "en anelse for store".

Det ikke oplyst, om minikraftvarmeanlæg fra KVA Diesel kan fungere som nødstrømsanlæg under alle forhold. Eksempelvis er behovet for elenergi til ventilation i svinestalde stort om sommeren. Til gengæld er behovet for varmeenergi begrænset. Det er (heldigvis) relativt sjældent, at elforsyningen fra det offentlige net svigter. Den optimale løsning kunne derfor være, at landmanden investerede i et mindre minikraftvarmeanlæg, som kun kan dække en del af behovet for el- og varmeenergi. Ved siden af kunne landmanden så have en traktordreven nødstrømsgenerator, som typisk koster 30.000-60.000 kr. Nødstrømsgeneratore kan fås med en mærkeeffekt på op til 85 KVA (68 kW), hvilket kan dække de flestes behov for eleffekt. Samlet set ville investeringen være mindre og besparelsen pr. liter dieselolie, der bruges i minikraftvarmeanlægget, være større, end hvis der var investeret i et stort minikraftvarmeanlæg, der kan dække hele energibehovet på ejendommen og tillige fungere som nødstrømsanlæg.

### 6.2 De testede minikraftvarmeanlæg fra EC Power

De to anlæg fra EC Power arbejdede i undersøgelsesperioden ved en relativ høj belastningsgrad i gennemsnit ca. 90 %. Anlæggene præsterede relativt høje totalvirkningsgrader. Hvad angår elvirkningsgraden, adskiller de sig ikke fra anlæggene fra KVA Diesel. Derimod var varmekoefficienten markant bedre. Her lå de 10-15 procentpoint bedre end anlæggene fra KVA Diesel! Det er denne forskel, der gør, at besparelsen pr. liter dieselolie er 21-48 øre (eller ca. 25-50 %) større end den besparelse, man kan opnå ved at anvende anlæg fra KVA Diesel. På årsbasis opnår ejerne af anlæg fra EC Power en besparelse, der kan dække vedligeholdelsesomkostninger og forretning af investeringen.

Behovene for el- og varmeenergi på de to ejendomme overgår langt EC Power anlæggenes kapacitet. Målingerne viser, at hvad enten det er sommer eller vinter, kører anlæggene på fuld kraft. De er altså kun i stand til at dække en del af ejendommenes behov. Dette sikrer imidlertid, at belastningsgraden og dermed udnyttelsen af anlæggene hele tiden er noget nær maksimal. En vedvarende høj belastningsgrad er afgørende for totalvirkningsgraden og dermed muligheden for at opnå store besparelser i energiomkostningerne.

De orienterende støjmålinger viste, at støjen fra det undersøgte EC Power anlæg var væsentlig lavere end støjen fra det undersøgte 68 kW KVA Diesel anlæg. Et minikraftvarmeanlæg kører næsten hele tiden, hvorfor et lavt støjniveau kan være ønskeligt.

### **6.3 Generelt om energiprisernes betydning**

De undersøgte anlæg blev solgt på et tidspunkt, da olieprisen var væsentlig lavere, end den var ved udgangen af 2004. Som det ses af figur 5.3 og 5.4, spiller energiprisen naturligvis en rolle for besparelsen.

### **6.4 PSO**

Ingen af de fire undersøgte anlæg havde monteret verificerede elmålere til brug for afregning af PSO-tarif. Forfatteren har kendskab til, at ejeren af 68 kW anlægget fra KVA Diesel af sit elselskab er blevet oplyst om, at der skal opsættes en verificeret elmåler til brug for afregning af PSO-tarif.

De omkostninger, der er forbundet med at opsætte og drive elmåleren samt at opgøre produktionen på anlægget og beregne PSO-afgiften, skal anlægsejeren dække. Med en relativ ringe produktion af elenergi på et minikraftvarmeanlæg vil det sikkert være mere rationelt at beregne en PSO-afgift på grundlag af anlæggets elkapacitet og forventede årlige driftstid.

Kontrolmålingen, med en verificeret elmåler af den slags elselskaberne anvender, på 68 kW anlægget fra KVA viste, at elmåleren i selve anlægget ikke afveg fra det, den verificerede elmåler målte.

### **6.5 Rådighedsbetaling**

Det er efter alt at dømme ikke udbredt, at elselskaberne vil have en rådighedsbetaling af ejere af minikraftvarmeanlæg. I det ene tilfælde, som kendes fra undersøgelsen, er der som nævnt tvivl om, hvorvidt elselskaberne er berettiget til at kræve en betaling for at stille elnettet og en eleffekt til rådighed for landmanden, men som han kun bruger delvis, det vil sige løbende trækker en vis effekt eller bruger til fulde, når anlægget i sjældne tilfælde ikke er i drift. Anlægsejeren har rettet en klage til Energitilsynet over kravet om rådighedsbetaling. Sagen er ved redaktionens afslutning endnu ikke afgjort.

Elselskabernes indtjeningsgrundlag udgøres for hovedpartens vedkommende af de kilowatt-timer, der sælges. Svigter dette salg, går den indkomst, der skal dække udgifterne ved at drive selskabet herunder etablering og vedligeholdelse af selve elnettet, naturligvis ned. Elselskaberne er forpligtet til at levere den nødvendige eleffekt til kunderne. Hvis en kunde ikke vil benytte elnettet og købe strømmen af elselskabet, men dog alligevel bevare tilslutningen til elnet som en slags sikkerhed, så har elselskabet en udgift, men mangler altså indtægten. Denne indtægt skal i så fald hentes hos de øvrige kunder, der er tilknyttet selskabet, og det vil de næppe finde helt rimeligt.



## 7. Konklusioner

- Der er stor forskel i varmeevkningsgraden mellem de to fabrikater. EC Power er 10-15 procentpoint bedre end KVA Diesel.
- Der er ingen forskel på elvirkningsgraden mellem de to fabrikater.
- De undersøgte minikraftvarmeanlæg fra EC Power udnyttes noget nær fuldt ud (i.e. høj gennemsnitlig belastningsgrad).
- De undersøgte minikraftvarmeanlæg fra KVA Diesel udnyttes tilsyneladende ikke fuldt ud. De kører ved belastningsgrader, der er 16-31 procentpoint lavere end anlæg fra EC Power. Anlæggene fra KVA Diesel kunne på de pågældende ejendomme nemt dække behovet for energi det meste af tiden.
- Den forholdsmæssigt lave belastning af minikraftvarmeanlæggene fra KVA Diesel vil sandsynligvis medføre, at levetiden på disse anlæg bliver længere, end hvis belastningsgraden havde været 100 %.
- Anlæggene fra EC Power supplerer energiforsyningen på ejendommene og dækker kun en del af behovet.
- Besparelsen i energiomkostningerne for anlæg fra EC Power er 87-93 øre pr. liter baseret på gennemsnit energipris i 2004.
- Besparelsen i energiomkostningerne for anlæg fra KVA Diesel er 45-66 øre pr. liter baseret på gennemsnit energipris i 2004.
- Totaløkonomien er tvivlsom i et af de to undersøgte anlæg fra KVA Diesel.
- Anlæg fra KVA Diesel er monteret med elvarmepatroner.
- Elvarmepatroner er dyre i drift og "æder" besparelsen i energiomkostningerne. Elvarmepatronerne bør derfor kunne frakobles.
- Alle fire anlæg er udrustet med akkumuleringstank(e). På EC Power anlæggene blev de ikke benyttet i måleperioden.
- Akkumuleringstank(e) kan sikkert undværes, hvorved varmetabet kan reduceres. Forudsætningen er dog, at el- og varmemeforbrug er sammenfaldende, og at varmemeforbruget (målt i kWh) er ca. 50 % større end elforbruget. Da denne driftssituation sjældent opstår på en landbrugsejendom, bør et minikraftvarmeanlæg dimensioneres efter kun at dække en del af energibehovet ved fuld last.
- Støjniveauet ved EC Power anlæg er væsentligt lavere end støjniveauet ved KVA Diesel anlæg.
- Ejere af minikraftvarmeanlæg skal ifølge loven betale PSO-tarif til elselskabet af den mængde strøm, der produceres på anlægget.
- Anlægsejeren skal dække elselskabets udgifter til måling og opgørelse af elproduktionen samt beregning af PSO-afgiften.

- PSO-tariffen på egenproduceret strøm på et minikraftvarmeanlæg er 1. januar 2005 på 2,5 øre pr. kWh.
- Nogle elselskaber forlanger en såkaldt rådighedsbetaling af anlægsejeren for den effekt, der stilles til rådighed, men ikke anvendes. Fra undersøgelsen er der kendskab til ét tilfælde, hvor elselskabet kræver 4,83 øre pr. kWh, der produceres på anlægget. Det er usikkert, om elselskaberne har lovhjemmel til at kræve rådighedsbetaling.
- Der verserer p.t. to klager ved Energitilsynet over elselskabers krav om rådighedsbetaling.
- Der skal for dieseldrevne minikraftvarmeanlæg med en elkapacitet på under 150 kW ikke betales elafgift af egenproduceret strøm, jvf. elafgiftsloven.
- KVA Diesel og EC Power har tilsyneladende anvendt forskellige strategier for dimensioneringen af de undersøgte minikraftvarmeanlæg:
  - o KVA Diesel tager højde for kundens ønske om, at minikraftvarmeanlægget også skal kunne dække behovet for energi i forbindelse med strømsvigt. Konsekvensen heraf er, at anlæggets kapacitet bliver stor set i forhold til det gennemsnitlige effektbehov hos kunden.
  - o EC Power sigter efter en høj udnyttelsesgrad (e.i. belastningsgrad) af anlægget, hvorfor det dimensioneres til kun at kunne dække en del af energibehovet. Målet er således tilsyneladende at sikre, at anlægget kan køre (næsten) ved fuld kapacitet hele tiden – året igennem.

## 7.1 anbefalinger

- Gå efter en høj udnyttelse af anlægget. Det vil sige en gennemsnitlig belastningsgrad gerne over 90 %!
- Køb anlægget for "lille", så det kan køre ved noget nær fuldlast hele tiden året igennem. Det sikrer en god økonomi i anlægget!
  - o Accepter, at et minikraftvarmeanlæg blot skal supplere energiforsyningen på ejendommen!
- Overvej, om det er nødvendigt eller hensigtsmæssigt, at anlægget skal kunne køre som nødstrømsanlæg.
  - o Hvis der er behov for sikring mod svigt i den offentlige elforsyning, findes det billige alternativ til dieseldrevne minikraftvarmeanlæg, eksempelvis traktordrevne nødstrømsgeneratorer.
- Glem alt om elvarmepatroner!
- Undlad akkumuleringstanke, hvis det er hensigtsmæssigt. Det vil det som oftest være!
- Søg uvildig rådgivning, når der skal laves en investeringsberegning!

## Registreringsskema

Aflæsning i ca. tre uger, samme tidspunkt hver dag

Dato	Oliemåler	Elmåler, KVA	Varmemåler	Timetæller 1	Timetæller 2	Netelmåler	Bemærkninger
1.3.2004	1.215 liter	6.751 kWh	26.598 kWh	25,5 timer	2,7 timer	2.359,874 kWh	Eksempel

OBS! Alle aflæsninger skal udføres på nøjagtig samme tidspunkt hver dag.

Nedenfor følger fabrikanternes kommentarer til FarmTesten. Landscentret er ikke nødvendigvis enig i de fremførte udtalelser vedrørende undersøgelsen. Vi ønsker dog ikke at kommentere de enkelte punkter i udtalelserne.

### Firmaudtalelse fra EC Power A/S

Den gennemførte FarmTest viser, at anlæggene fra EC Power A/S lever op til de ydelser og indtjening, som vi stiller i udsigt ved købet af anlæggene.

Vores mål har fra starten været at udvikle, producere og markedsføre mikrokraftvarmeanlæg, der er konkurrencedygtige på markedsmæssige vilkår. EC Powers mikrokraftvarmeanlæg adskiller sig fra andre anlæg ved, at anlægget leveres som et komplet integreret system, udviklet med fokus på økonomi og brugervenlighed.

Som FarmTesten viser, har vi fulgt strategien til punkt og prikke. Vi vil her nævne et par udsagn fra vores målsætning, som også er blevet konstateret i FarmTesten:

- Mikrokraftvarme skal udelukkende supplere energiforsyningen.
- Anlæggene skal dimensioneres, så de har en høj belastningsgrad.
- Systemerne dimensioneres med akkumuleringstanke, hvis der er behov for det.
- Mikrokraftvarmeværkerne skal kunne tilpasse sig efter det aktuelle el- og varmebehov. Der kan eventuelt suppleres med varmepumpe og oliefyr.

#### Produktionshistorien bag XRGI anlæggene

Fra 1995 frem til 2003 anvendte EC Power motorer fra en engelsk leverandør. I 2003 gik denne leverandør desværre konkurs, hvorefter EC Power i en periode stod uden motorleverandør. Samtidig var der op til konkursen en del problemer med kvaliteten af de leverede motorer. Dette forårsagede en del problemer med de anlæg, der var installeret med disse typer motorer, da det dels var meget svært at få reservedele til dem, og dels at de var af en for dårlig kvalitet. Efter en forholdsvis kort periode fandt EC Power deres nuværende motorleverandører Sam Deutz, Ford og lidt senere Toyota.

EC Power har i alle tilfælde holdt de kunder skadefrie, som blev ramt af de reservedelsproblemer, der opstod som følge af den oprindelige motorleverandørs konkurs. Når og hvis anlæggene er gået ned, har EC Power udskiftet anlæggene med enten et anlæg med en Sam Deutz motor, en Ford motor eller en Toyota motor. Vi kan derfor i dag sige, at vi står med en meget tilfreds kundegruppe, som har tilkendegivet deres tilfredshed med EC Powers måde at håndtere denne meget uheldige situation på.

I dag baserer EC Powers motorprogram sig på velafprøvede og veldokumenterede Sam Deutz dieselmotorer og Toyota gasmotorer.

Det ældste XRGI<sub>17</sub> anlæg med Same Deutz dieselmotorer (samme type som i ét af de anlæg, der er testet i FarmTesten) blev installeret i 2004 og har foreløbig kørt i ca. 12.000 timer. Designlevetiden på denne type motorer er som minimum 25.000 timer, mens designlevetiden på de gasdrevne Toyota motorer i XRGI<sub>13</sub> anlæggene som minimum er på 30.000 timer.

#### Luftbobler i de vandbårne varmesystemer

De i FarmTesten omtalte luftbobler i vandet på de vandbårne varmesystemer kan vi ikke hos EC Power genkende i vores system. Der kan måske teoretisk opstå dampplommer i vandkredsen lige efter en meget varm overflade (røggaskøler), men de vil ikke kunne

“overleve”, når de kommer ud i det omliggende vand. Afhængig af røggaskølerens udformning vil denne mulighed kunne fjernes.

Også her har EC Power valgt en anden strategi ud fra vores erfaring, der gør, at vi har løst opgaven på anden vis.

EC Power bruger en separat vandbåren kreds til overførelse af varmen fra motor, oliesump, generator og røggaskøler, der via en veksler overfører varmen til kundens varmesystem.

Dette giver mange fordele, og her kan nævnes nogle eksempler:

- Vi har ingen direkte kontakt med kundens varmesystem, som måske både kan være aggressiv eller olieholdig. Dette kan måske give tæring i motoren.
- Vi har mulighed for at køre med en høj retur temperatur, som giver mindre, indre spændinger i motoren.
- Den luft, som altid vil være i vandværksvand efter påfyldning, vil hurtigt kunne luftes ud.
- Vores kompakte patenterede røggaskøler giver en jævn afkøling til kredsen med en meget høj udnyttelsesgrad, uden at der dannes sod i røggaskanalerne med risiko for at skulle bruge røggasvasker.

Dette koncept udmønter sig blandt andet ved at give en utrolig høj varme udnyttelse og derved en høj total virkningsgrad. Vi har desuden givet motoren de bedst mulige driftsbetingelser og derved også en lang levetid.

### **EC Power Serviceaftaler**

EC Power driftsovervåger samtlige XRGI anlæg via modem. Herved sikres kunden mod, at anlæggene står stille over en længere periode. Samtidig har kunden adgang til sine produktionsdata via et log-in på EC Powers hjemmeside, så han til enhver tid kan checke sin egenproduktion af el og varme.

EC Power tilbyder tre forskellige serviceaftaler. Uanset hvilken af de tre servicekontrakter kunden vælger, er der som minimum 2 års garanti på anlæggene.

#### Bronzekontrakt

- En fast pris pr. servicebesøg ekskl. kørsel.
- Tilstandsrapport efter hvert servicebesøg.
- 24 timers hotline service.
- Driftsovervågning via modem og hjemmeside.

#### Sølvkontrakt

- Samme servicepunkter som i bronzekontrakten.
- Drivliniegaranti, hvor EC Power uden beregning udskifter motor, generator og sliddele ved behov.
- Prisen beregnes som en fast pris pr. driftstime, som afregnes kvartalsvis.

#### Guldkontrakt

- Samme servicepunkter som i bronzekontrakten.
- Fuld systemgaranti, hvor EC Power påtager sig det fulde ansvar for problemfri drift af anlægget i hele dets levetid.
- Prisen beregnes som en fast pris pr. driftstime, som afregnes kvartalsvis.

Uanset hvilken af serviceaftalerne, der vælges, er det EC Powers serviceteknikere, der varetager servicen. Det vil sige, at kunden ikke på noget tidspunkt selv skal foretage sig noget i forbindelse med serviceringen af anlægget (olieskift, filterskift etc.).

#### EC Power Produktionsgaranti

EC Power har sammenholdt de reelle produktionsdata på 100 anlæg med den beregnede produktion, der ligger som forudsætning for investeringen i disse anlæg. Sammenligningen af reelle produktionstal og beregnede produktionstal viser, at et XRGI-anlæg producerer den mængde energi, vi lover.

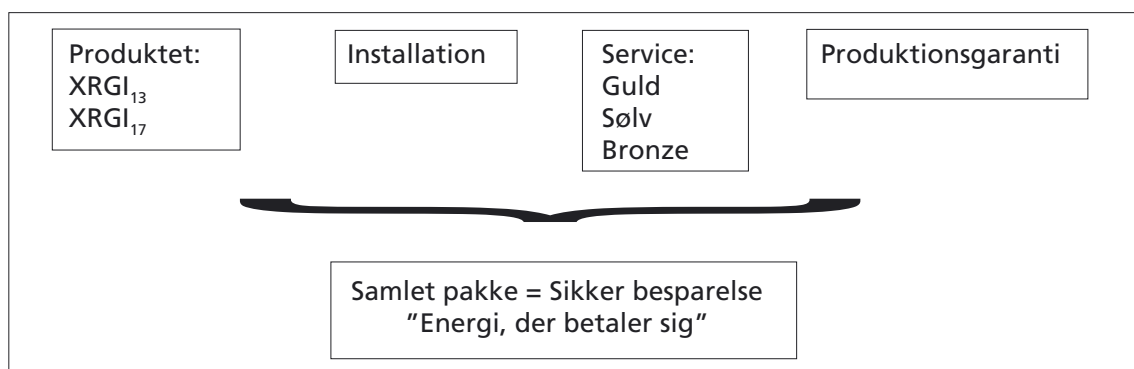
På baggrund af den omfattende datamængde, dokumentation og erfaring vi igennem årene har opbygget, har vi derfor ingen problemer med at tilbyde EC Power Produktionsgaranti.

Igennem produktionsgarantien sikrer kunden, at XRGI-anlægget som minimum producerer 90 % af den beregnede mængde el og varme, han er blevet stillet i udsigt før investeringen i anlægget.

Hvis ikke, betaler EC Power differencen imellem de 90 % og den reelle produktion af el og varme.

#### Den samlede produktpakke

Den samlede produktpakke fra EC Power er illustreret i nedenstående figur:



Med denne produktpakke er kunden sikret imod uforudsete overraskelser.

FarmTesten berører ikke miljøbelastningen fra denne type anlæg og ikke mindst muligheden for at nedbringe CO<sub>2</sub>-udledningen. I øjeblikket stilles der ikke nogen krav til landmænd om, at de skal nedbringe CO<sub>2</sub>-udledningen, men der har været flere forlydender om, at landmænd skal til at lave grønne regnskaber.

Ved at lave en fremadrettet investering i et mikrokraftvarmeanlæg kan landmænd være på forkant og lave et "grønnere" regnskab.

Nedenstående beregningseksempel over CO<sub>2</sub>-besparelsen på et år baserer sig på forbrugstallene fra FarmTestens tabel 5.3 på side 23.

<b>2 stk. EC Power 17 kW mikrokraftvarmeværker</b>		
Dieselforbrug	76.370 l × 2,7 kg/l	= 206 tons CO <sub>2</sub>
- Elproduktion	265.000 kWh × 0,85 kg/kWh	= - 225 tons CO <sub>2</sub>
- Sparet fyringsolie	42.682 l × 2,7 kg/l	= - 115 tons CO <sub>2</sub>
<hr/>		
Samlet reduktion i CO <sub>2</sub> -udledning		= 134 tons CO <sub>2</sub>
<hr/>		
<b>1 stk. EC Power 17 kW mikrokraftvarmeværker</b>		
Dieselforbrug	40.800 l × 2,7 kg/l	= 110 tons CO <sub>2</sub>
- Elproduktion	139.569 kWh × 0,85 kg/kWh	= - 119 tons CO <sub>2</sub>
- Sparet fyringsolie	21.987 l × 2,7 kg/l	= - 59 tons CO <sub>2</sub>
<hr/>		
Samlet reduktion i CO <sub>2</sub> -udledning		= 68 tons CO <sub>2</sub>
<hr/>		

Med XRGI-anlæggene tilbyder EC Power en stor og ikke mindst sikker økonomisk besparelse på el- og varmeregningen. Samtidig er anlæggene med til at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen med en ikke uvæsentlig faktor. Med Danmarks engagement i miljømæssige forhold er det forventeligt, at der vil blive stillet øgede krav omkring nedbringelsen af CO<sub>2</sub>-udledningen i fremtiden. Med en investering i et XRGI-anlæg, vil blandt andet landmænd kunne møde en stor del af disse krav på forkant, samtidig med, at han opnår en stor økonomisk besparelse.

## **FIRMAUDTALELSE FRA KVA DIESEL**

Med offentliggørelse af FarmTest rapporten har Dansk Landbrugsrådgivning tilstræbt at lave en retvisende sammenligning mellem kraftvarmeanlæg fra de to dominerende forhandlere i Danmark – KVA Diesel og EC Power.

Dansk Landbrugsrådgivning har i undersøgelsen påpeget forskelle og ligheder mellem anlæggene fra henholdsvis KVA Diesel og EC Power.

Det er KVA Diesels opfattelse, at FarmTest rapporten stort set ikke bidrager med oplysninger, som den enkelte gårdejer/forbruger kan bruge ved valg af anlæg til den enkelte bedrift.

FarmTest rapportens resultater og konklusioner med hensyn til fordele og ulemper ved anlæggene er fremkommet dels på baggrund af sammenligning af 2-4% af KVA Diesels og EC Powers samlede udbudte modeller på markedet, dels ved at sammenligne helt forskellige anlæg fra henholdsvis KVA Diesel og EC Power, og dels ved at sammenligne anlæg opstillet hos gårdejere med vidt forskellige forudsætninger og drifts- og strategiforhold.

Hertil kommer, at de målinger som Dansk Landbrugsrådgivning har lagt til grund for FarmTest rapportens resultater efter KVA Diesels opfattelse ikke er fyldestgørende.

Under hele forløbet op til offentliggørelse af FarmTest rapporten er ovennævnte forhold blevet påpeget fra KVA Diesels side over for Dansk Landbrugsrådgivning, uden at Dansk Landbrugsrådgivning har gennemført supplerende kontrolmålinger mv.

Resultater og konklusioner på baggrund heraf kan efter KVA Diesels bedste overbevisning ikke bruges i det praktiske liv, hvilket er helt afgørende for den enkelte landmand.

KVA Diesel skal i den forbindelse ikke undlade at gøre opmærksom på, at KVA Diesels kritik af selve FarmTest rapporten på ingen måde er en kritik af anlæggene fra EC Power. Som konkurrent på markedet nyder EC Power stor respekt hos KVA Diesel og KVA Diesel er af den opfattelse, at konkurrencen mellem EC Power og KVA Diesel grundlæggende er sund og kommer forbrugerne til gode. KVA Diesel mener derfor, at det er synd, at disse frie markeds kræfter skal ødelægges og forplumres af en FarmTest rapport, hvis konklusioner i bund og grund er med til at forvirre mere end at skabe klarhed.

Til konkret uddybning af ovennævnte kritik af FarmTest rapporten skal KVA Diesel anføre følgende:



### **1.**

Som det fremgår af FarmTest rapporten side 5, øverst, tager rapporten udgangspunkt i måling af 2 KVA Diesel modeller og 2 EC Power modeller ud af henholdsvis ca. 50 og 110 modeller i drift i Danmark.

Allerede den omstændighed begrænser værdien af FarmTest rapporten væsentligt, idet rapportens resultater alene er fremkommet på baggrund af, hvad der svarer til ca. 2-4% af de kraftvarmeanlæg, der er i drift i Danmark.

Det vil modsat sige, at cirka 96-98% af alle kraftvarmeanlæg i drift i dansk landbrug ikke er omfattet af undersøgelsen.

### **2.**

Af de to KVA Diesel anlæg Dansk Landbrugsrådgivning har valgt at undersøge, er et af disse anlæg et ældre anlæg end de anlæg, der er blevet målt fra EC Power. EC Powers anlæg samt det ene af KVA Diesels anlæg var på undersøgelsestidspunktet cirka et halvt år gamle. Det andet af KVA Diesels anlæg, som har været undersøgt, var imidlertid meget ældre og stod over for en væsentlig ombygning. KVA Diesel har op til offentliggørelsen af FarmTest rapporten flere gange gjort Dansk Landbrugsrådgivning opmærksom på dette forhold og har opfordret Dansk Landbrugsrådgivning til at måle tilsvarende nye anlæg fra KVA Diesel, og oven i købet tilbudt at anvise, hvor dette kunne ske. Dansk Landbrugsrådgivning har imidlertid afvist dette tilbud og med offentliggørelsen af FarmTest rapporten valgt at sammenligne anlæg, der ikke har samme alder. Det bemærkes hertil, at KVA Diesel ligesom EC Power har helt tidssvarende og effektive anlæg på markedet og at KVA Diesel fuld ud lever op til den professionelle standard og målsætning om løbende udvikling og optimering af sine kraftvarmeanlæg.

Som dokumentation herfor kan det oplyses, at KVA Diesel har holdt åben stald hos gårdejer Peter Bollesen, Sønderrupvej 8, 8830 Tjele, i uge 43 2005, hvor KVA Diesels nyeste kraftvarmeanlæg har været præsenteret og demonstreret.

Yderligere oplysning herom kan naturligvis tilvejebringes ved direkte henvendelse til KVA diesel.

### **3.**

Hertil kommer at drifts- og strategiforholdene hos de landmænd, hvor de målte KVA Diesel og EC Power anlæg er opstillet, er vidt forskellige.

En af hovedkonklusionerne i FarmTest rapporten er, at belastningsgraden hos EC Powers anlæg var høj og at den totale virkningsgrad var tilsvarende højere end KVA Diesels anlæg.

Sammenholdt med bemærkninger under pkt. 2 kan det oplyses, at KVA Diesel fuldt ud tilbyder tilsvarende anlæg med høj belastnings- og totalvirkningsgrad, som de målte anlæg fra EC Power.

De målte KVA Diesel anlæg var imidlertid opstillet hos landmænd, der dels havde et behov for et stort anlæg og dels ønskede de fordele, et stort anlæg med overkapacitet kunne tilbyde.

Helt konkret var et af KVA Diesels anlæg købt på et tidspunkt, hvor olieprisen var lav og landmanden ikke havde strøm nok fra el-værket til et nyt korntørringsanlæg. Dette skulle det store anlæg derfor hjælpe med til.

Landmanden har således opvejet ulempen ved en overkapacitet ved fordelingen ved at udnytte denne kapacitet et andet sted.

Hertil kommer, at den pågældende landmand ønskede at sikre sig i form af at få tilknyttet et nødstrømsanlæg, hvilket ikke er muligt med et mindre anlæg med høj totalvirkningsgrad.

Dansk Landbrugsrådgivning bemærker i FarmTest rapporten, at spørgsmålet om nødstrømsanlæg ikke er aktuelt, idet man blot kan købe en traktordreven nødstrøms-generator.

Der er imidlertid begrænsninger på, hvor kraftfuld en sådan nødstrømsgenerator kan fås og i den konkrete landmands situation var denne løsning ikke tilstrækkelig.

Illustrationen med ovennævnte eksempel er at vise, at FarmTest rapportens kategoriske konklusion og anbefaling ikke følger med virkeligheden, idet forudsætninger og driftsforhold konkrete bestemmer, hvad der er bedst egnet til den enkelte bedrift.

#### **4.**

Vedrørende spørgsmålet om forskellen mellem den totale virkningsgrad mellem KVA Diesels anlæg og EC Powers anlæg er der tilmed væsentlige usikkerhedsmomenter, der bevirker, at man ikke umiddelbart kan fæste lid til målingerne.

Navnlig henvises til FarmTest rapporten side 6, nederst, hvoraf det fremgår, at der ved målingerne ikke er taget højde for opståede luftbobler i vandet og at anlæggene iøvrigt ikke har været genstand for undersøgelse heraf.

Det bemærkes hertil, at KVA Diesel har fået bekræftet, både fra Teknologisk Institut og Kamstrup A/S, at den konkrete Kamstrup måler anvendt i forbindelse med FarmTest rapportens undersøgelser ikke vil vise en korrekt måling ved den situation, hvor der opstår selv mindre luftbobler i vandet.

Denne omstændighed har Dansk Landbrugsrådgivning imidlertid ikke fundet anledning til at undersøge forud for offentliggørelse af rapporten.

#### **5.**

Rapportens øvrige konklusioner omkring fordele og ulemper ved de målte anlæg er efter KVA Diesels opfattelse ej heller gengivet korrekt.

Som eksempel kan nævnes følgende:

- I FarmTest rapporten side 26, nederst, fremgår det, at støjniveauet for KVA Diesels anlæg er højere end EC Powers anlæg. Dette har under hele forløbet op til offentliggørelsen af FarmTest rapporten været bestridt fra KVA Diesels side og KVA Diesel har selvstændigt målt støjniveauet væsentligt lavere med nøjagtigt det samme udstyr, som er anvendt af Dansk Landbrugsrådgivning.

KVA Diesel har over for Dansk Landbrugsrådgivning opfordret til kontrolmåling af støjniveauet fra de omhandlede anlæg med eksterne fagfolk forud for offentliggørelsen. Dette har Dansk Landbrugsrådgivning ej heller fundet anledning til at følge op på.

- I FarmTest rapporten side 29, nederst, fremgår det, at KVA Diesel ifølge Dansk Landbrugsrådgivning anbefaler, at landmanden selv skifter olie for hver ca. 300 timer.

Hvad Dansk Landbrugsrådgivning imidlertid ikke oplyser, og som de tidligere er blevet gjort opmærksom på, er, at KVA Diesel tilbyder alle sine kunder automatisk oliefylder til anlæggene, hvilket er en stor fordel.

Konkluderende skal KVA Diesels bemærkninger sammenfattes således, at FarmTest rapporten i bedste fald har en yderst beskedne brugsværdi og i værste fald er fuldstændig ubrugelig.

Populært sagt har Dansk Landbrugsrådgivning sammenlignet "æbler med pærer", og ikke nok med det, de har sammenlignet "gamle pærer med friske æbler" og samtidig undersøgt de gamle pærer tilsat som en ingrediens i en forret og de friske æbler som ingrediens i en dessert.

Det er KVA Diesels forhåbning, at den enkelte landmand, som hidtil, fortsat orienterer sig på markedet for kraftvarmeanlæg, med direkte kontakt til de enkelte leverandører og deres konsulenter, samt iøvrigt holder sig orienteret hos andre landmænd med hensyn til fordelene ved de enkelte anlæg.