

Brændselsceller til mikro kraftvarme

Nye teknologier står parat eller på spring til at konkurrere med kedlerne. Det er varmepumper et eksempel på. "Next Generation"-teknologier er i høj grad også mikro kraftvarme i det enkelte hjem. Målet er at reducere eller substituere fossilt brændstof til individuel varmeforsyning. Dvs., at mikro kraftvarme har sin berettigelse i de områder af Danmark, der opvarmes med olie- eller gasfyr



Af Jan de Wit og Mikael Näslund, Dansk Gasteknisk Center a/s



Der er øget fokus på effektiv energianvendelse både ud fra et ressource-, et CO₂- og et privatøkonomisk synspunkt. Lovgivningsmæssigt er kravene til såvel effektiv husisolering som effektivitet af kedelanlæg strammet.

I dag kan eksempelvis kun kondenserende gaskedler anvendes i nybyggeri/nyinstallation. I praksis er så godt som alt salg af gaskedler nu kondenserende kedler. Disse kedler udgør med en nyttevirkning på ca. 95-105 % et teknologi- og effektivitets-spring i forhold til tidligere tiders traditionelle kedler, hvor virkningsgraden ligger på ca. 85-90 %.

Nye teknologier står nu parat eller på spring til at konkurrere med kedlerne. Varmepumper (kompressions- eller absorptionsvarmepumper) er et eksempel herpå. Gasfyrede varmepumper (absorption) kan i den

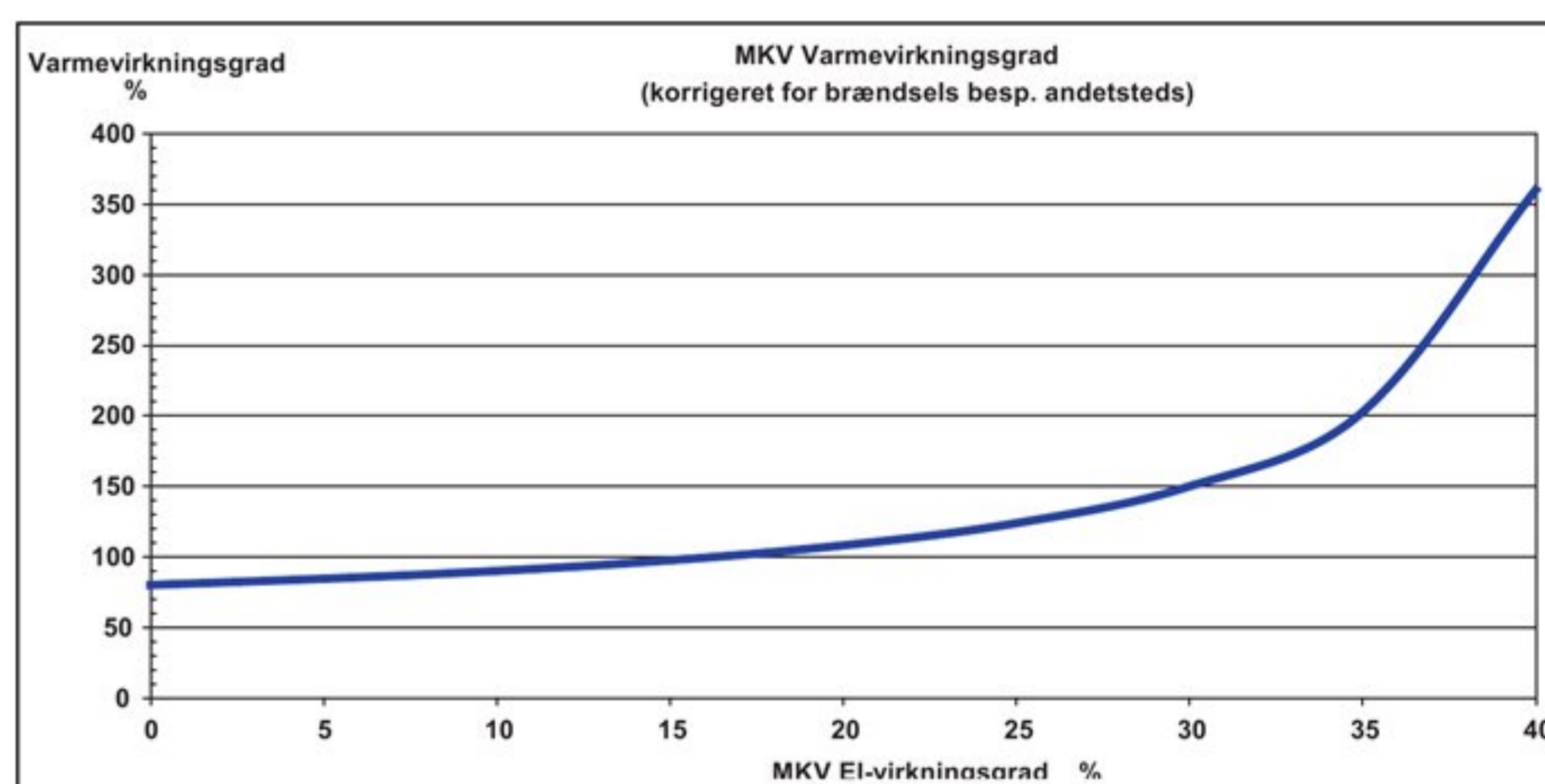
aktuelle størrelse præstere virkningsgrader på 115-150 %.

"Next Generation"-teknologi

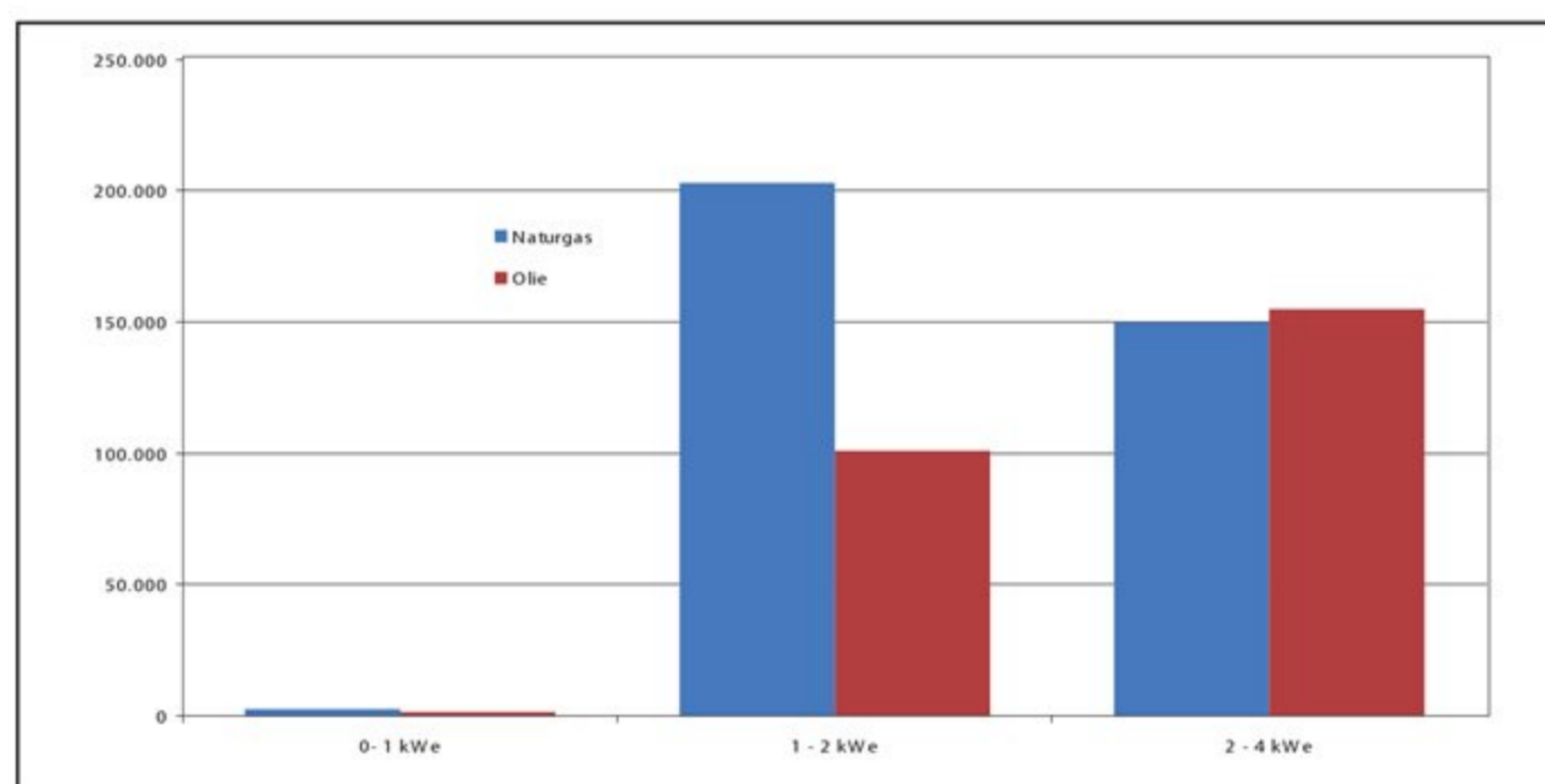
Mikro kraftvarme (MKV), dvs. kraftvarmeproduktion i det enkelte hjem, er også en "Next Generation"-teknologi. Samproduktion af el og varme fører til brændsels- og CO₂-besparelser i forhold til separat produktion. Dette har været kendt længe og er baggrunden for kraftvarmeproduktion på såvel de større centrale elværker som på de mange decentrale kraftvarmeverker.

Ved at erstatte et individuelt gasfyr med et mikro kraftvarmeanlæg ude i parcelhuset produceres nu såvel el som varme ved forbrugsstedet. Og den el, der produceres her, skal da ikke længere produceres andetsteds. Det er næppe en vindmølle eller et højeffektivt kraftvarmeanlæg, man skruer ned for; sidstnævnte har jo også fortsat sin varmeforsyning at varetage.

Elproduktionen reduceres formentlig på et mindre effektivt elværk udelukkende med el-



Figur 1. Beregning af mikro kraftvarmeanlæggets korrigerede varmevirkningsgrad, hvor det sparede brændselsforbrug til central elproduktion (η_e 45 %) sker på et værk uden samtidig varmeproduktion.



Figur 2. Det fundne installationspotentiale for mikro kraftvarme i henholdsvis naturgasområdet samt "det åbne land". Forudsætninger er anført i artikeltæksten.

produktion (hvorfra ca. 30 % af Danmarks elforsyning fortsat kommer), og brændselsbesparelsen kan derfor være betragtelig. Godskrives dette sparede brændselsforbrug kraftvarmeheden, kan varmevirkningsgraden herfra ses på figur 1.

Det ses, at elvirkningsgraden for mikro kraftvarmeheden også er vigtig for den korrigerede varmevirkningsgrad. Er elvirkningsgraden meget lille, vil mikro kraftvarme faktisk kun have en varmevirknings-

grad på 80-95 % og vil hermed ikke udgøre nogen åbenlys fordel sammenlignet med kedelopvarmning.

Er elvirkningsgraden derimod 25-35 %, er den tilsvarende varmevirkningsgrad 125-200 %, og enheden udgør en energieffektivitetsmæssig markant forbedring i forhold til kedelopvarmning.

Hvor skal mikro kraftvarme installeres?

Som antydtes i afsnittet "Next

| Forsyningsform | Antal boliger |
|--------------------------------|------------------|
| Fjernvarme | 1.600.000 |
| Olie, individuel forsyning | 430.000 |
| Naturgas, individuel forsyning | 380.000 |
| El opvarmning | 125.000 |
| Andet | 125.000 |
| Total | 2.660.000 |

Tabel 1. Opvarmningsformer for danske boliger (kilde: Danmarks Statistik 2007).

▷ Brændselsceller til... *Fortsat*

Generation” ... skal mikro-kraftvarme ikke fortrænge produktion fra højeffektive centrale/decentrale kraftvarmeanlæg eller eksempelvis affaldsbaseret fjernvarme. Varmen skal substituere fossilt baseret individuel varmforsyning. Det vil sige, at mikro-kraftvarme har sin berettigelse i de områder af Danmark, der opvarmes med individuelle olie- eller gasfyr.

Selvom fjernvarme er den dominerende varmforsyningsform, er der dog henholdsvis 380.000 huse med naturgaskedler samt ca. 430.000 med individuelle oliekedler, se tabel 1, side 12 (kilde: Danmarks Statistik 2007).

Analysen har vist, at varmeydelser fra mikro-kraftvarmeanlæggene skal være ca. 2-5 kW for at matche de største installationssegmenter. Bedst udnyttelse af anlæggene fås, hvis de arbejder styret af husets varmebehov frem for elbehovet. Mulighed for eludveksling med det offentlige net vil give bedst udnyttelse af anlæggene og dermed størst samlet brændsels- og CO₂-besparelse. Installation af et varmelager vil give absolut den bedste udnyttelse.

DGC har i samarbejde med Energistyrelsen på basis af sidstnævntes database vedr. bygningers netto rumvarmeenergiforbrug udført en beregning af det teknisk mulige installationspotentiale for mini- og mikro-kraftvarme i Danmark (3). Her omtales kun resultaterne vedr. mikro-kraftvarme.

Forudsætningerne for analysen har været, at alene helårsanvendte huse uden for de kollektivt varmforsyede områder skulle indgå. Herudover var det et krav, at der skulle forefindes et vandbærent varmesystem i huset. Forudsætningerne omkring selve kraftvarmeanheden var et el/varmeforhold på ca. 1:2, samt at anlægget skulle have en størrelse, så der blev opnået

mindst 4.500 årlige fuldlast driftstimer.

Til Energistyrelsens database over netto energiforbrug er der suppleret med et tillæg for brugsvandsopvarmning samt varmeforbrug til et mindre distributionstab.

Analysen viste et stort MKV-potentiale såvel i individuelt opvarmede naturgasområder som i ”det åbne land”. De hustyper, der viste sig at være relevante for mikro-kraftvarme, var parcelhuse, stuehuse samt række- og kædehuse.

På figur 2, side 12, vises det fundne antal mulige MKV-anlæg kontra omtrentlig anlægsstørrelse.

Realiseres varmepotentialet i områder med individuel gas- og oliefyring, udbygger Danmark sin i forvejen høje kraftvarmeforsyningsandel.

Produkter

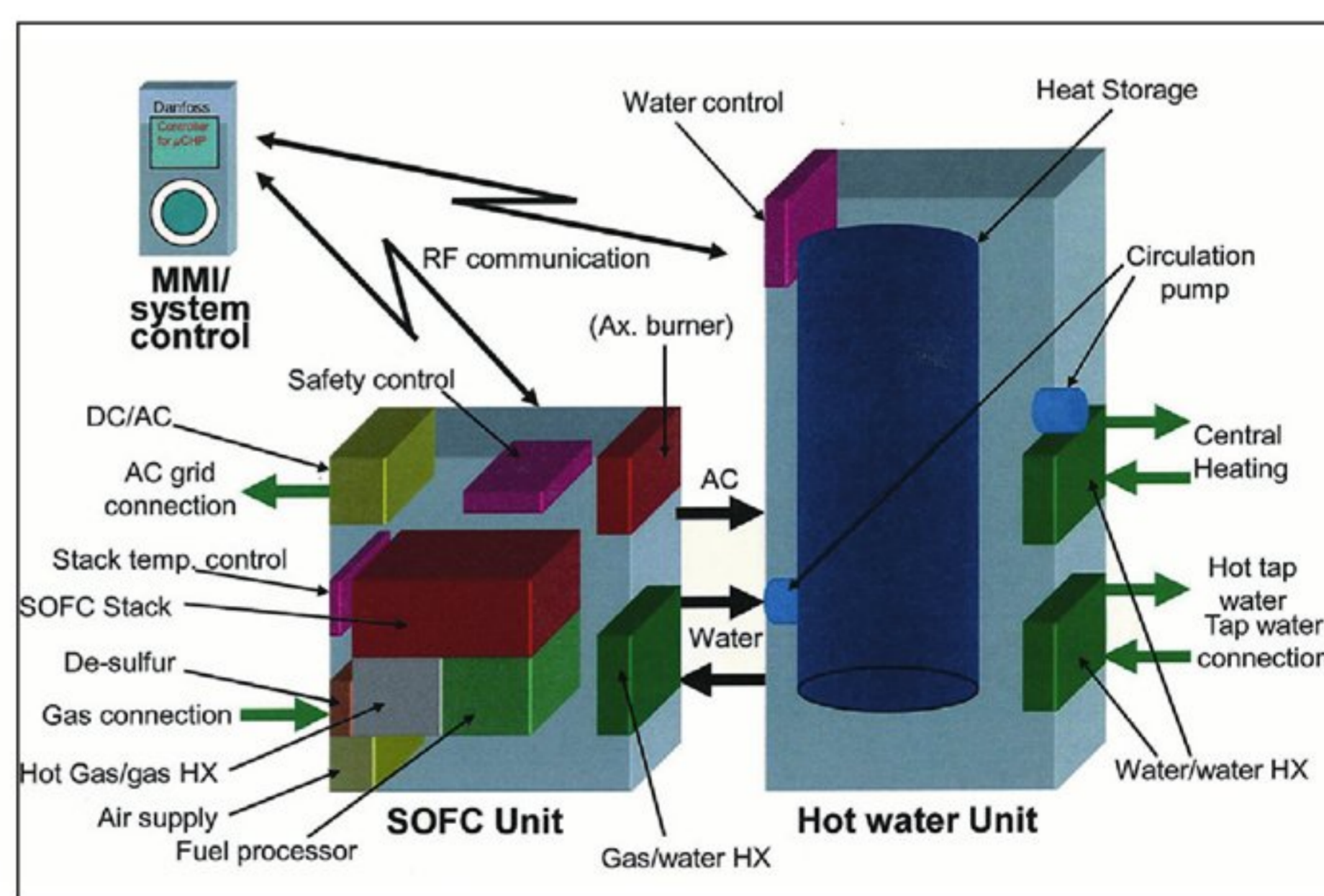
En række produkter er under udvikling; visse af disse er i field test eller frigivet til salg på visse markeder (fx Honda/Ecowill, solgt i mere end 60.000 eksemplarer i Japan). På figur 3 vises en væghængt mikro-kraftvarmeanhed. De fleste af enhederne er gulvstående; men også enkelte væghængte modeller ses. De lande, der er mest aktive på området, er Storbritannien, Holland, Tyskland, Danmark og Japan. Også i Frankrig ses en stigende interesse.

Både store europæiske kedelfirmaer og en række mere specialiserede firmaer er engagerede i udvikling, test og produktmodning af mikro-kraftvarmeanheder.

Produkterne er baseret på forskellige teknologier, såsom fx traditionel motorteknologi, varmluftmotor (Stirling) og brændselsceller af forskellig



Figur 3. Eksempel på væghængt mikro-kraftvarmeanhed.



Figur 4. Principskitse af komponenter i brændselscellebaseret mikro-kraftvarmeanhed (Danfoss skitse).

| Teknologi | Elektrisk virkningsgrad (1 kWe)(%) | Total virkningsgrad (%) | Status |
|--------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Traditionel stempelmotor | Ca. 20 | 85-90 | Kommerciel |
| Stirling-motor | 10-18 | 90 | Under introduktion |
| Brændselsceller | 25-35 | 80-90 | Prototypetest |

Tabel 2. Oversigt over nøgledata for en række af mikro-kraftvarmeteknologierne (naturgas).

▷ Brændselsceller til... *Fortsat*

type. De enheder, der er på markedet eller tættest herpå, er baseret på traditionelle motorer eller Stirling-motorer.

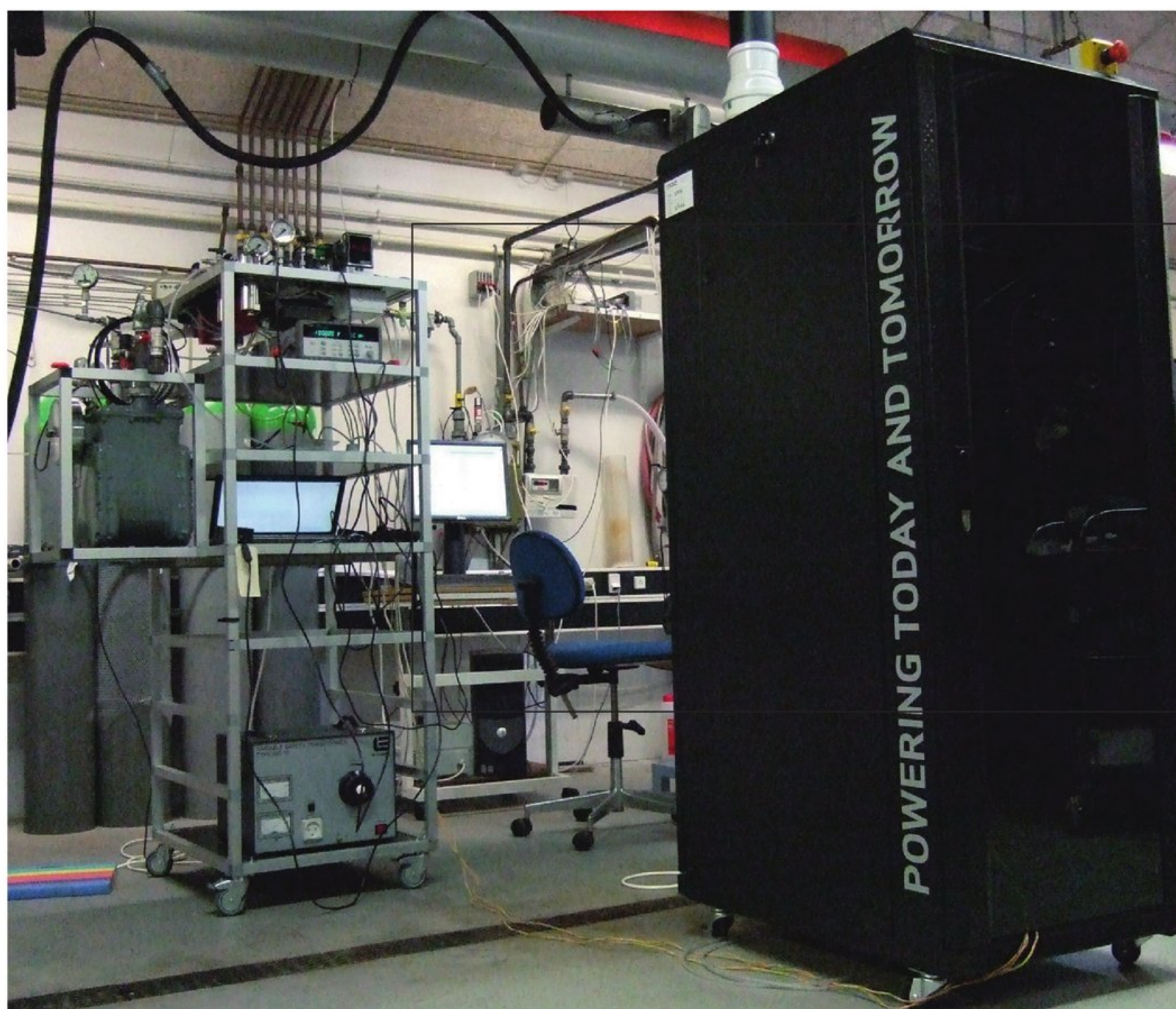
De brændselscellebaserede mikrokraftvarmeanheder er de mest lovende mht. elvirkningsgrad og emission. De er fortsat under udvikling; visse er ude i begrænset field test. Udfordringen for de brændselscellebaserede enheder er at få dokumenteret levetid og pålidelighed samt at få prisen ned bl.a. ved reduktion af antal indgående komponenter, systemintegration og effektiviseret produktion. I figur 4, side 14, er der vist en principskitse af en række nøglekomponenter i et brændselscellebaseret mikrokraftvarmeanlæg med tilkøbt varmelager.

Flere typer brændselsceller er under udvikling/afprøvning med sigte på anvendelsen til mikrokraftvarmeanheder. Cellerne har hver deres fordele og eventuelle ulemper med hensyn til virkningsgrad, krav til brændslet, dynamik samt opstarts- og nedlukningstider mv.

Boligenergi fra brændselsceller

Med finansiel støtte fra PSO-midler og senest via Energistyrelsen er et ambitiøst dansk udviklings- og afprøvningsarbejde vedrørende brændselscellebaserede mikrokraftvarmeanheder iværksat (4).

Brændselsceller udmærker sig ved at have meget høj elvirkningsgrad samt at være støjsvage, hvilket gør dem interessante i relation til mikrokraftvarme. Udfordringen består i efterprøvning af langtidspålidelighed, komponentintegration samt væsentlig omkostningsreduktion. Der ligger også en stor udfordring i at sikre, at brændselscellernes gode og hurtige reguleringsgenskaber ikke "sættes over styr" i forbindelse med den interne brændselsreforming ved naturgasdrift.

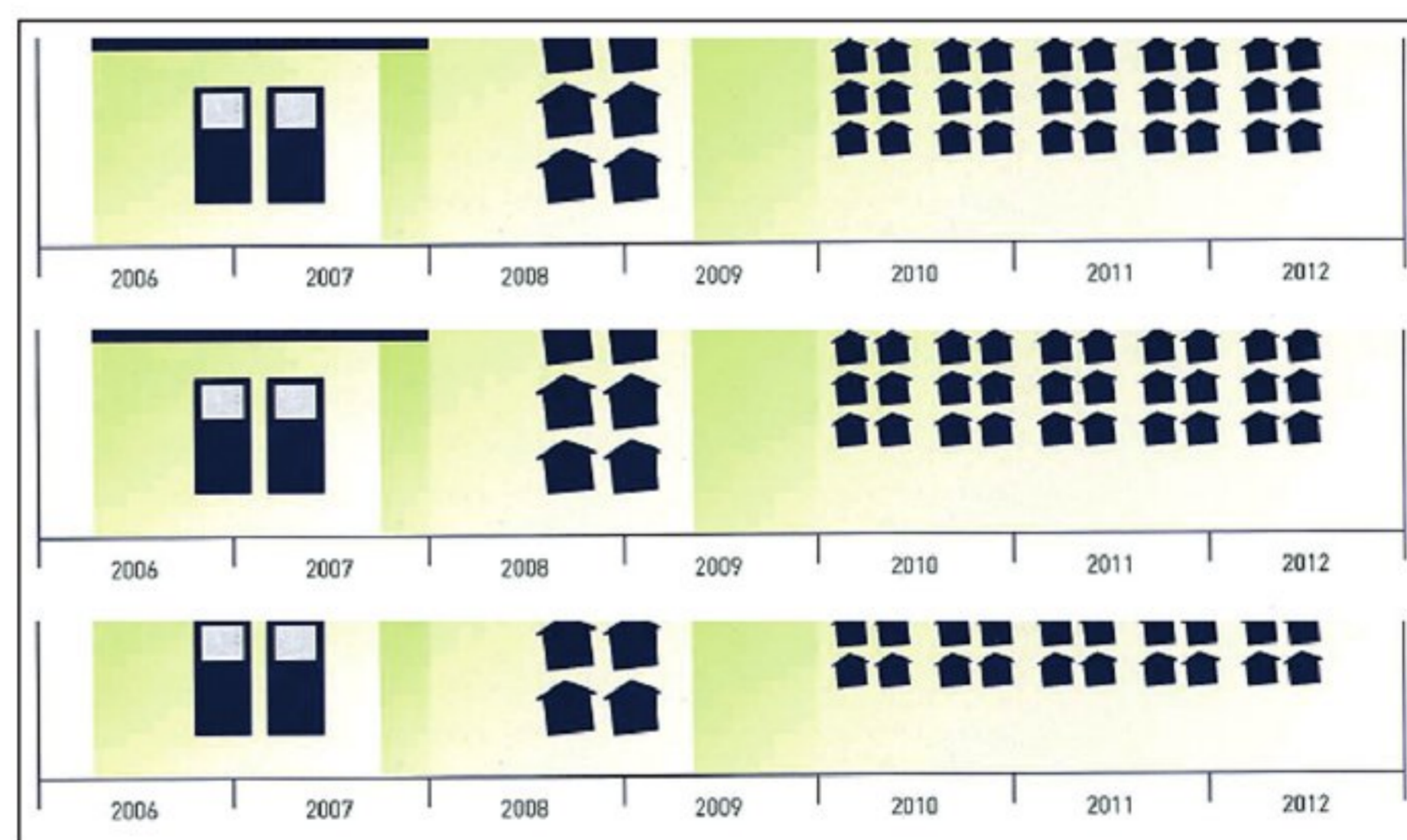


Figur 5. Mikrokraftvarmeanhed baseret på lavtemperatur-PEM-brændselsceller (fabrikat IRD) under test på DGC's laboratorium.

I projektsamarbejdet "Dansk Mikrokraftvarme" indgår ni forskellige virksomheder, der tilsammen både dækker de nødvendige faglige kompetencer og repræsenterer alle led i kæden frem mod kommercialisering. For nærmere information se (4). Projektet står i høj grad "på skuldrene" af hidtidig dansk F&U-indsats inden for brændselscelleområdet og inden for effektive energiteknologier.

Der arbejdes indtil videre med tre forskellige brændselscelletyper (lavtemperatur-PEM, højtemperatur-PEM samt SOFC-teknologi). Der arbejdes og udvikles endvidere mikrokraftvarmeaggregater til såvel brint som naturgas.

I projektets fase 1 er der udviklet og afprøvet mikrokraftvarmeanheder i laboratoriet. Alle enheder er afprøvet med brint som brændsel; siden er de fleste afprøvet i naturgasfyret version. I projektets fase 2 skal et antal installeres og afprøves hos i alt ca. 10 "professionelle" brugere.



Figur 6. Tidsplan for projektsamarbejdet "Dansk Mikrokraftvarme, boligenergi fra brændselsceller".

Den første enhed er installeret, og flere følger i første del af 2009. I projektets fase 3 skal et større antal enheder testes og afprøves hos almindelige forbrugere, henholdsvis i Sønderjylland (naturgas) og på Lolland (brint).

Projektets faser og tidsmæssige forløb er vist på figur 6.

Referencer

1. "Implementation of micro CHP in single family houses", Jan de Wit et

al; 23rd World Gas Conference, Amsterdam 2006

2. "Towards New Technologies for the Gas Market", Artikel bragt i IGU Magazine "International Gas" October 2008, Jean Schweitzer og Thorsten Formanski
3. Mini-mikrokraftvarme, Teknologi, potentiale og barrierer; DGC projektrapport, oktober 2006
4. www.dansk-mikrokraftvarme.dk
5. "µCHP-Technology: State of the Art", Gas Industry Workshop, June 2008, Thorsten Formanski, ASUE organisation