

200.000 driftstimer med mikrokraftvarme

Ti års udviklingsarbejde og 200.000 driftstimer med danske mikrokraftvarmeanlæg har vist, at anlæggene er ved at være klar til markedet. Klimagevinsten er betydelig og anlæggene kan være med til at skabe balance i elnettet. Priserne er reduceret markant, men har endnu ikke nået et niveau, hvor teknologien kan konkurrere med traditionelle varmeanlæg.

Af Jan de Wit og Bjørn K. Eliassen

Samproduktion af el og varme er langt mere effektivt, end hvis el og varme produceres hver for sig. Det er baggrunden for, at en stor del af den danske energiproduktion er baseret på kraftvarmeværker.

Kraftvarmeanlæg bliver normalt etableret i forbindelse med fjernvarmeforsyning, men med brændselsceller er det i dag blevet muligt at fremstille effektive mikrokraftvarmeanlæg til individuelle boliger. De bedste anlæg har en elvirkningsgrad på op imod 50 procent, hvilket er bedre end hvad de fleste kraftvarmeanlæg tilkoblet fjernvarmenettet kan præstere.

I projektet "Dansk Mikrokraftvarme" er tre forskellige anlægstyper blevet afprøvet gennem en længere periode hos almindelige forbrugere. I alt er 55 enheder blevet testet i felten, og der er opnået et samlet driftstimeretal på over 200.000 timer.

De tre forskellige typer mikrokraftvarmeanlæg, der blev testet i projektets sidste fase, var installeret hos forbrugere i henholdsvis Vestenskov på Lolland, Varde og Sønderborg.

Vestenskov

I Vestenskov var der tale om 33 enheder, der blev forsynet med brint fra et centralt placeret elektrolyseanlæg i byen. Enhederne

blev leveret af IRD i Svendborg og baseret på LT-PEM-celler. De blev installeret sammen med et varmelager med elpatron, der skulle gøre det muligt over en kortere periode at trække en større varmeeffekt til huset end mikrokraftvarmeanlæggets aktuelle ydelse.

I Vestenskov viste det sig hurtigt, at driften af selve elektrolyseanlægget var ustabil, og at der ofte var for lidt brint til at forsyne alle enheder. Derfor blev der valgt en driftsstrategi, hvor enkelte anlæg kørte så kontinuert som muligt, mens andre anlæg havde mange start/stop. Derved fik man samtidig konstateret, at start/stop ikke har nogen negativ

indflydelse på anlæggets ydelse. Tværtimod viste de efterfølgende analyser af anlæggene, at der faktisk var mindre degradering per driftstimer for anlæg med mange start/stop end for enheder med mere kontinuert drift.

Husene i Vestenskov var ældre, større huse og ældre parcelhuse. Sammenlagt blev der opnået cirka 90.000 driftstimer for anlæggene i Vestenskov. Rådighedsfaktoren for de bedste anlæg var på 98 procent, og det bedste anlæg nåede en driftstid på over 10.000 timer. I gennemsnit var anlæggene til rådighed for forbrugerne i 77-78 procent af tiden.

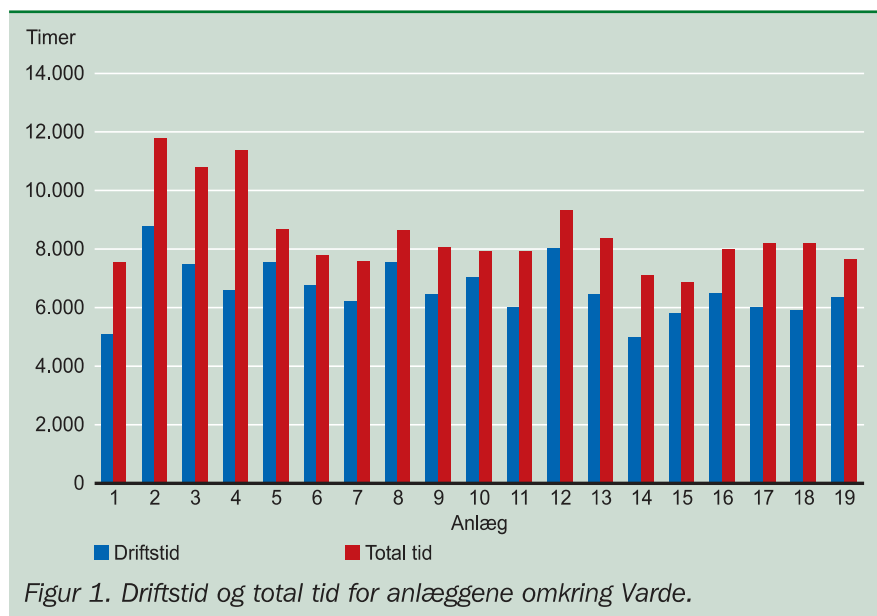




Foto: Dansk Mikrokraftvarme

Til venstre: Væghængt mikrokraftvarmeanlæg til Vestenskov på Lolland. Anlægget forsynes med brint fra et centralt placeret elektrolyseanlæg i byen, så det kræver ikke meget plads i den enkelte bolig.

Til højre: Mikrokraftvarmeanlæg ved plejehjem i Varde. Anlægget er udstyret med en reformer, der konverterer naturgas til brint.



Foto: Torben Skott/BioPress

Varde

I Varde blev der opstillet 20 naturgasfyrede enheder fra Dantherm Power, baseret på LT-PEM-celler og en integreret reformer, der konverterer naturgas til brint ude hos forbrugeren. Enhederne blev installeret parallelt med husenes eksisterende varmforsyning, og der blev ikke installeret supplerende eller nye varmelagre.

Der blev opnået 125.000 driftstimer for anlæggene omkring Varde. Rådighedsfaktoren var i gennemsnit på 77-78 procent, men den steg gennem hele perioden, og i de sidste 17 uger var flertallet af anlæggene til rådighed i over 95 procent af tiden.

Sønderborg

I Sønderborg blev to naturgasfyrede anlæg med SOFC-brændselsceller

fra Topsoe Fuel Cell testet i projektets afsluttende fase. Anlæggene blev leveret af Dantherm Power og opnåede kun 800 driftstimer.

Rådighedstallet for den bedste enhed var på kun 39 procent, hvilket vidner om, at der var tale om 1. generationsanlæg med mange udfald og problemer med især nettilslutning.

Topsoe Fuel Cell stoppede sine aktiviteter tidligt i testperioden, så udsigterne til en videreførelse af produktet er meget usikre.

SOFC-teknologien er kendetegnet ved en høj elvirkningsgrad på omkring 50 procent, men da brændselscellerne kræver en arbejdstemperatur på 700-800 °C, vil mange start/stop reducere virkningsgraden mærkbart. Erfaringerne fra Sønderborg viser så-

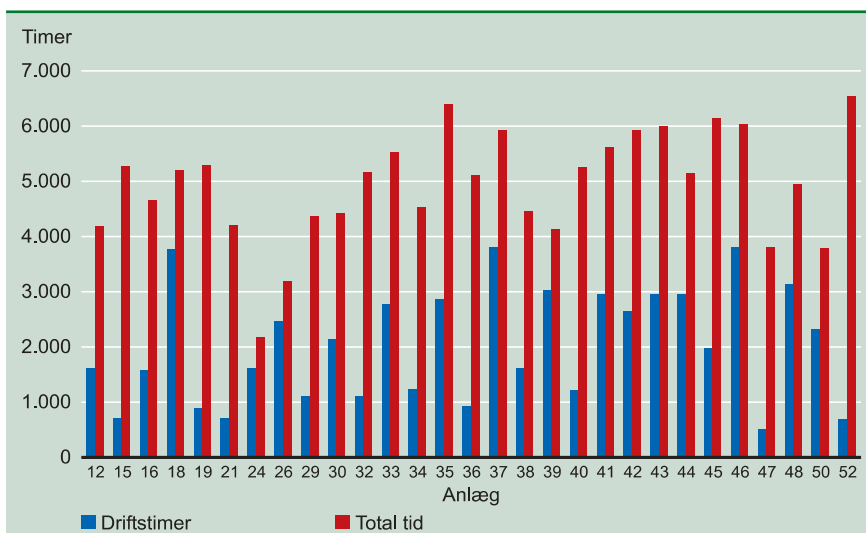
ledes, at anlæggene i praksis kan præstere en netto elvirkningsgrad på 27-29 procent ved 5-10 start/stop om ugen.

Balancering af elnettet

Ud over at dække en del af de enkelte husstandes el- og varmebehov kan mikrokraftvarmeanlæg være med til at skabe balance i elnettet. Det viser forsøg fra Varde, hvor flere af anlæggene på et tidspunkt blev fjernstyret fra en central hos DONG Energy, der således fik mulighed for at lukke produktionen ned i perioder med meget vindmølleel og omvendt starte anlæggene op i perioder med for lidt el på markedet.

I Vestenskov kan systemet indrettes, så elektrolyseanlægget primært er i drift i perioder med overskydende el på markedet, mens man i vindstille perioder må trække på et lager af brint. Det kan således også være med til at skabe overensstemmelse mellem udbud og efterspørgsel på el.

En vigtig forudsætning for at anlæggene kan bruges til at skabe bedre overensstemmelse mellem udbud og efterspørgsel på el er, at de har en forholdsvis kort opstartstid. I Vestenskov kan anlæggene startes op i løbet af få minutter. I Varde kan det tage op imod en time, da den valgte brændselsreformer skal op i temperatur for at fungere optimalt. SOFC-anlæggene i Sønderborg skal bruge mange timer på opstart og vil således næppe være anvendelige til balancering af elnettet.



Figur 2. Driftstid og total tid for anlæggene i Vestenskov. Mangel på brint betød mange bevidste stop.

► Bedre og billigere anlæg

Igennem projektets tre faser er det lykkedes at forenkle anlæggene og reducere både volumen, vægt og pris markant. Indtægterne fra elproduktionen kan dog fortsat ikke forrente den ekstra investering i forhold til et kedelbaseret varmeanlæg.

På plussiden tæller, at mikrokraftvarme sparer CO₂ i forhold til et traditionelt varmeanlæg. For anlæggene omkring Varde har der således været tale om en CO₂-reduktion på 1-2 tons/anlæg, mens besparelsen i Vestenskov har været på op til 3,5 tons CO₂ når brintproduktionen baseres på vindmølleel.

Alle tre teknologier har under drift præsteret elvirkningsgrader på 32-49 procent. Det er væsentligt mere end hvad konkurrerende teknologier kan præstere i den effektklasse. SOFC-cellerne har dog et betydeligt energiforbrug til opstart og bør der-

Anlæg	Elvirkningsgrad	Totalvirkningsgrad
Varde	32-25 %	92-102 %
Sønderborg	38-42 %	78-85 %
Vestenskov	42-49 %	- 1)

Tabel 1. Virkningsgrader målt i praktisk ved kontinuert drift. Den høje virkningsgrad i Vestenskov hænger sammen med, at der ikke noget tab til konvertering af energi, da anlæggene forsynes med brint fra et centralt elektrolyseanlæg. I Sønderborg, hvor der anvendes SOFC-brændselsceller, falder virkningsgraden markant ved mange start/stop.

1. I Vestenskov er det ikke lykkedes at registrere en totalvirkningsgrad for anlæggene. Laboratorietest viser en samlet virkningsgrad for el og varme på 85-91 procent.

for ikke installeres i ejendomme med mange start/stop.

Under projektførelsen har overraskende mange fejl og udfald knyttet sig til anlæggenes invertere, der omdanner jævnstrøm til vekselstrøm. I forbindelse med for eksempel tordenvejr eller variationer i netspændingen kan inverteren blive frakoblet i få sekunder med den konsekvens, at anlægget lukker ned. I de seneste uger af projektperioden blev styrings- og overvågningssystemet ændret, så der hurtig kunne ske en automatisk indkobling af anlæggene efter udfald.

Jan de Wit (jdew@dgc.dk) og Bjørn Klaveness Eliassen (bke@dgc.dk) er begge ansat hos Dansk Gasteknisk Center, www.dgc.dk.

Læs mere om Dansk Mikrokraftvarme på www.dmkv.dk

Ti procent af japanske huse skal forsynes med brint i 2030

Set med danske øjne er det imponerende, at Japan allerede har installeret omkring 100.000 mikrokraftvarmeanlæg, men ifølge den japanske regering er det slet ikke nok. Den japanske premierminister Shinzo Abe har sat som mål, at 5,3 millioner huse i 2030 skal være udstyret med mikrokraftvarmeanlæg baseret på brændselsceller. Det svarer til cirka ti procent af de japanske ejendomme.

Den japanske stat har ydet massive tilskud til mikrokraftvarme siden 2009, men i dag er tilskuddet per anlæg nede på omkring 20.000 kroner. Forbrugeren skal betale godt 100.000 kroner for et anlæg, så det er fortsat en dyr løsning sammenlignet med andre energianlæg.

Ulykken på atomkraftværket Fukushima i 2011 har uden tvivl været medvirkende til, at så mange japanske familier i dag har investeret i mikrokraftvarme. TS

Kilde: www.bloomberg.com



Foto: Torben Skott/BloPress

Brintnet er en dansk specialitet

De mikrokraftvarmeanlæg, der frem til foråret 2014 var i drift i landsbyen Vestenskov på Lolland, er lidt af en dansk specialitet. Der er formentlig det eneste sted i verden, hvor man har etableret et særskilt brintnet til forsyning af omkring 30 boliger.

Mikrokraftvarmeanlæg bliver stort set altid etableret i områder med naturgas, fordi anlæggene kan udstyres med en reformer, der kan konvertere naturgas til brint. I Japan har man omkring 100.000 gasfyrede anlæg, og i det europæiske Enefield-projekt er det planen, at alle 1.000 anlæg skal kobles til gasnettet.

Men hvad gør man, hvis der ikke er noget gasnet? Det problem løste

man i Vestenskov ved at etablere et helt nyt røret til brint og et centralt placeret elektrolyseanlæg med tilhørende lagertank, hvor brinten opbevares ved et tryk på 4-6 bar.

Den første del af nettet bestod af rustfri stålør. En senere udvidelse af nettet blev udført i plast, hvorved etableringsudgifterne blev reduceret til omkring en tredjedel af prisen på stålør.

Der er dog fortsat tale om en forholdsvis dyr løsning i forhold til områder, hvor der er et naturgasnet. Til gengæld kan det på sigt vise sig at blive en interessant løsning, fordi man med et tilstrækkeligt stort lager vil kunne basere brintproduktionen på overskydende vindmølleel.

TS