

# BYGNINGER

## ENERGIEFFEKTIVE TEKNOLOGIER



NYT PRINCIP FOR GOD TEMPERATURLAGDELING I EN VARMT-  
VANDSBEHOLDER GIVER MULIGHED FOR AT FLYTTE ELFORBRU-  
GET TIL OPVARMNING AF BRUGSVANDET FRA SPIDSLAST TIL OFF  
PEAK PERIODER, DA VANDET I TANKEN IKKE BEHØVER AT BLIVE  
OPVARMET LIGE MEGET OVERALT.

---

PROJEKT 346-021

Off-peakning af elforbrug til el-opvarmede energilagre

## MÅLSÆTNING:

Traditionelle varmtvandsbeholdere har en betydelig energimæssig udfordring: De skal sikre, at de altid opfylder behovet for varmt vand, og at de mange liter vand i beholderen, som først anvendes lang tid efter opvarmning, giver et lille varmetab.

Projektets formål var derfor at udvikle en såkaldt stratifierløsning, der opdeler vandet i varmtvandsbeholderen efter temperatur, så det kun behøver være delvist opvarmet. Der-

med reduceres det samlede varmetab og elforbrug til opvarmning. Samtidig åbner det mulighed for at flytte en del af elforbruget fra spidsbelastede perioder til off peak perioder som fx om natten.

Ud over de energimæssige og funktionelle udfordringer skulle løsningen også leve op til de krav om komfort, som brugere, producenter og myndigheder stiller til varmtvandsbeholderen.

## MÅLGRUPPE:

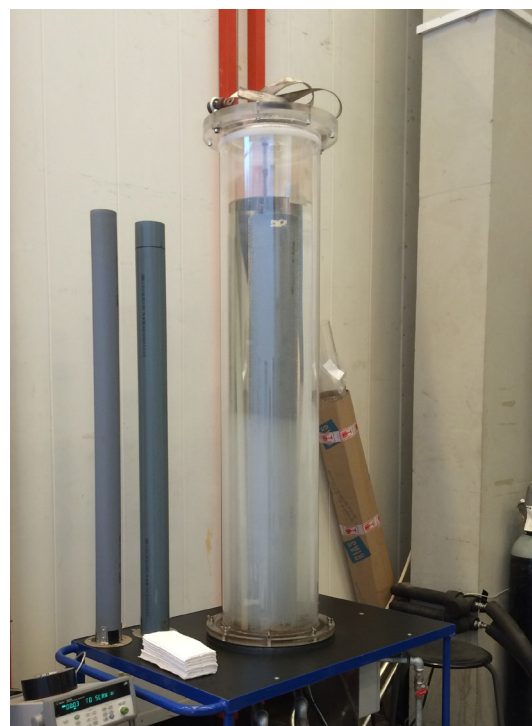
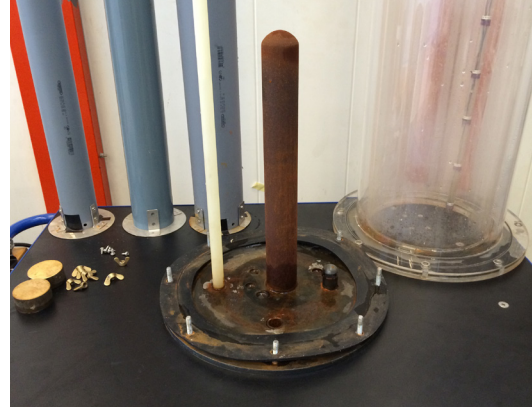
Stratifierløsningen er i projektet undersøgt i en 110 liter varmtvandsbeholder. Beholderen er producenten METRO THERM's mest udbredte model til private husholdninger. Således henvender undersøgelsen og resultaterne sig i første omgang til de private boligejere, rådgivere og beslutningstagere, der er involveret i bygge- og renoveringsprojekter.

Perspektiverne rækker dog længere: Stratifierløsningens principper kan tilpasses varmtvandsbeholdere og varmelagre af forskellige

størrelser og anvendes til brugsvandsbeholdere og til lagertanke, som kan benyttes til at supplere bygninger med varme og varmt brugsvand.

Resultaterne er interessante for producenter af varmtvandsbeholdere og boligejere samt for forskere inden for området.

*Projektets undersøgelser blev dels gennemført hos METRO THERM A/S, dels på DTU BYG, hvor det specialdesignede forsøgsbord blev opstillet til testen af stratifiere.*



**FORMÅLET MED PROJEKTET VAR AT UNDERSØGE, HVOR GODT EN STRATIFIER KAN SKABE TEMPERATURLAGDELING I EN EL-OPVARMET VARMTVANDSBEHOLDER. RESULTATERNE VISTE, AT LØSNINGEN VIRKER I PRAKSIS.**

## PROCESSEN:

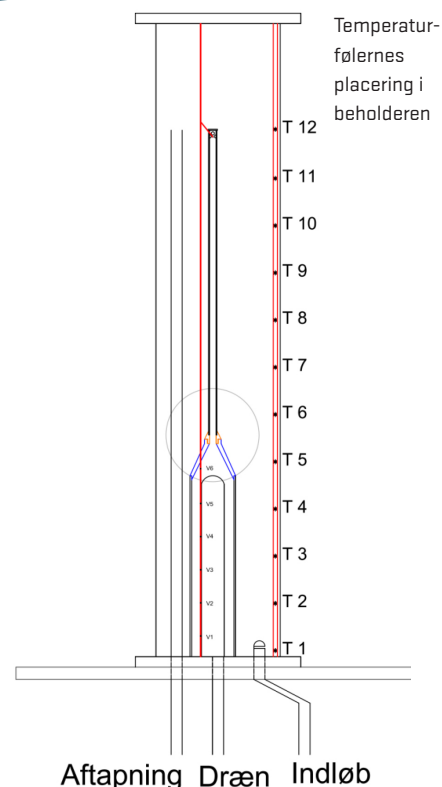
Projektet blev primært gennemført som eksperimentelle undersøgelser. Dels i form af målinger på en forsøgsbeholder opstillet på DTU BYG, dels gennem konkrete afprøvninger hos METRO THERM A/S. Endvidere deltog DTU BYG, METRO THERM A/S og EyeCular Technologies ApS i samarbejdet.

På DTU BYG arbejdede teamet både med en gennemsnitlig forsøgsbeholder med en højde på 1.200 mm samt med en 110 liter varmtvandsbeholder fra METRO THERM A/S. Her blev det klarlagt, hvordan temperaturlagdelingen opbygges under opvarmningsperioder i varmtvandsbeholdere med en lodret placeret elpatron i bunden af beholderen.

Beholderne var udstyret med forskelligt udformede stratifierløsninger, så deres egnethed til at opbygge temperaturlagdeling kunne bestemmes. Nogle af projektets centrale udfordringer var at afdække, om stratifieren kunne fungere, selvom der ikke indgik en pumpe i løsningen, og om den var sårbar over for kalkaflejringer.

Hos METRO THERM A/S gennemførte teamet en række tests, der skulle give svar på, om beholderen med stratifierløsningen opfylder standardkravene til varmtvandskomfort.

*Undersøgelserne blev udført i en 70 liter akryltank, hvor forskelligt udformede stratifierløsninger blev placeret over varmtvandsbeholderens lodrette elpatron.*



## RESULTATER:

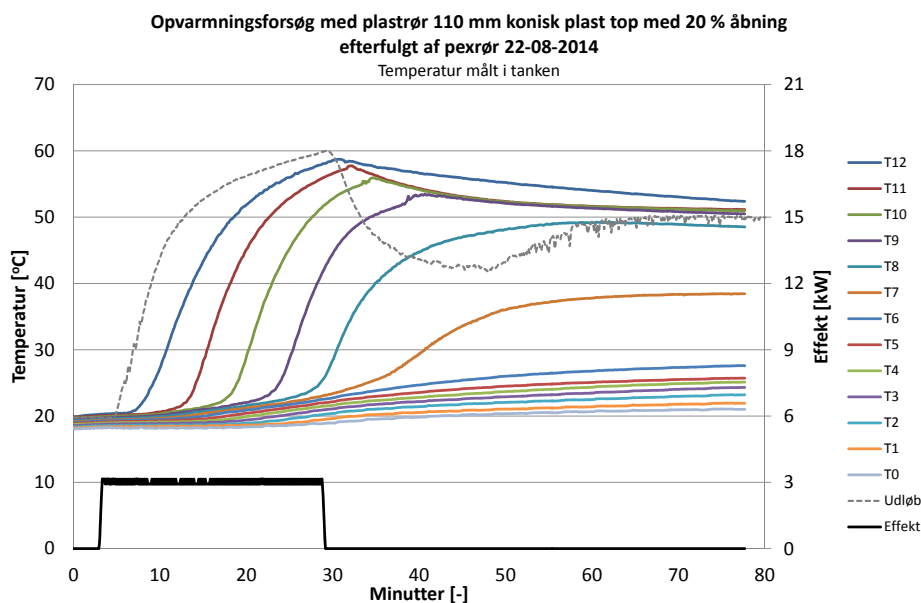
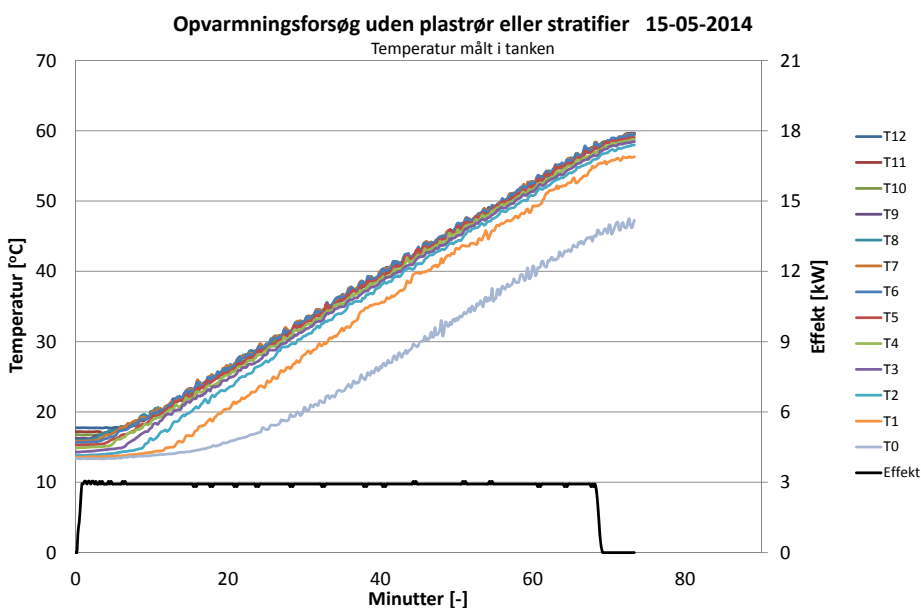
Undersøgelserne viste, at en stratifikationsløsning, som består af et 110 mm stålør med en konisk top efterfulgt af et pexrør med en åbning på 20 % er en god løsning, der opbygger temperaturlagdelingen på en tilfredsstillende måde. Erstattes pexrøret med en

stratifier af plastfolie fra EyeCular Technologies ApS med en 25 % åbning fås også en udmærket løsning.

Undersøgelserne viste desuden, at den udviklede stratifikationsløsning både opbygger en

god temperaturlagdeling og sikrer, at størstedelen af beholderen kan opvarmes til mindst 55° C. På basis af undersøgelserne vurderes det, at der er tale om en solid løsning med en lang levetid uden kalkproblemer af betydning.

**DEN UDVIKLEDE STRATIFIERLØSNING GØR DET MULIGT AT FLYTTE EN DEL AF ELFORBRUGET TIL OFF PEAK TIDSPUNKTER, SOM FX OM NATTEN, OG VIL ISÆR BLIVE ATTRAKTIV, HVIS VI FÅR VARIABLE ELAFGIFTER I DANMARK.**



## EFFEKT:

Stratifikationsløsningen kan bidrage til at reducere varmtvandsbeholderes varmetab og dermed spare el i et apparat med relativt højt elforbrug. Besparelserne vil sandsynligvis endda ofte blive større i praksis end beregninger viser, da det reelle varmtvandsforbrug typisk er lavere end forudsat. Derfor er stratifieren sandsynligvis en attraktiv løsning alene på grund af det reducerede varmetab.

Stratifierløsningen kan også vise sig yderligere fordelagtig, hvis vi får variable elafgifter i Danmark, idet den gør det muligt at flytte en del af elforbruget fra spidsbelastede perioder til off peak perioder – og dermed besparelser på elregningen.

Stratifierløsningen kan som færdigudviklet produkt bidrage til at nedbringe og flytte elforbruget og dermed klimabelastningen. En markedsmodningsperiode hos METRO THERM på 6 måneder vurderes som realistisk.

*Øverst:*  
Temperaturudviklingen i en tank uden stratifier. Målingen viser, at der sker en ensartet opvarmning af hele tankens volumen uden lagdeling.

*Nederst:*  
Forsøgene viste, at en stratifierløsning, som består af et 110 mm stålør med konisk top efterfulgt af et pexrør med en åbning på 20 %, er en udmærket løsning, som opbygger temperaturlagdelingen på en god måde.



#### Projektledelse:

Simon Furbo

DTU Byg - institut for Byggeri og Anlæg  
Brovej, Bygning 118  
2800 Kgs. Lyngby

E-mail: sf@byg.dtu.dk  
Telefon: 4525 1726  
Web: www.byg.dtu.dk

#### Projekt:

Titel: Off peaking af elforbrug til el-opvarmede energilagre  
Nr. 346-021  
PSO Program 2013  
Budget i alt: 1.473.001 kr., hvoraf 1.200.000 kr. i tilskud fra Dansk Energi  
Tidsplan: 01.01.2014 - 31.03.2015

#### Programkoordinator:

Forskningskoordinator  
Jørn Borup Jensen

Dansk Energi  
Vodroffsvej 59  
1900 Frederiksberg C.

E-mail: jbj@danskenergi.dk  
Telefon: 35 300 934  
Web: www.elforsk.dk

*Stratifieren blev efter 668 cyklusser skåret fri af bunden, hvorefter teamet kunne konstatere, at løsningen ikke giver problemer med kalkaflejninger.*

## HVORDAN PROJEKTRESULTATERNE KAN BRUGES I PRAKSIS!

I forbindelse med det langsigtede energipolitiske mål om omstilling til 100 % vedvarende energi er det nødvendigt at kunne lagre energien effektivt, da produktion af vedvarende energi oftest nødvendiggør en forskydning mellem produktion og forbrug af energien. Her kan stratifierløsningen være med til at lette overgangen til fremtidens energisystem, da varmtvandsbeholderen kan fungere som et effektivt energilager. Da brugsvandsopvarmning fremover vil udgøre en større andel af boligens samlede varmebehov, vil der komme endnu større fokus på effektiv brugsvandsopvarmning.

Der ligger stadig en række opgaver, der kan øge det endelige produkts anvendelighed og energieffektivitet. Det vil fx være interessant at undersøge effekten af intelligente selvlærende styresystemer, forskellige stratifierløsninger og disses fordele for større

varmtvandsbeholdere, fx 300 liter tanke. Det vil også være relevant at afprøve konceptet i en række enfamiliehuse for at få erfaringer med funktionaliteten og brugeroplevelsen fra praksis.

Endelig har ELFORSK med DTU som udførende igangsat CFD beregninger af forskellige forbedringsmuligheder. Dette for at undgå tidskrævende forsøg men også for at den udviklede model giver adgang til et værktøj til design af stratifierløsninger i forskellige beholderstørrelser og geometrier.

Såfremt et fremtidigt elafgiftssystem åbner op for lønsomhed for forbruger eller andre interessenter ved produktion af stratifierløsninger, vil adgang til et pålideligt CFD værktøj være af stor værdi for METRO THERM og give mulighed for hurtigere markedsintroduktion af varianter af stratifierløsninger.



Danmarks  
Tekniske Universitet



EYECULAR  
Innovating Thermal Stratification