

BYGNINGER

ENERGIEFFEKTIVE TEKNOLOGIER



KAN VI OPNÅ MARKANTE ENERGIBESPARELSER MED EN VARMEFORSYNING BESTÅENDE AF EN VARMEPUMPE OG EN KONDENSERENDE KEDEL - UDEN AT DET EKSISTERENDE VARMEANLÆG SKAL GENNEM EN BEKOSTELIG OMBYGNING? JA SVARER PROJEKTTEAMET, DER HAR UDVIKLET OG AFPRØVET DEN NYE VARME-LØSNING.

PROJEKT 345-058

Varmpumpe kombineret med kondenserende kedel

MÅLSÆTNING:

En stor del af Danmarks bygninger opvarmes ved olie- eller naturgasfyrede kedler, som er fra først eller midt i 1980'erne eller ældre. Mange af disse er i dag udtjente og står til udskiftning. Ofte vil det være mest energieffektivt at skifte til opvarmning via varmepumper. Denne løsning vælges dog sjældent, da en varmepumpeløsning vil kræve en gennemgribende og bekostelig renovering i form af udskiftning af radiatorer og andre varmeblæser.

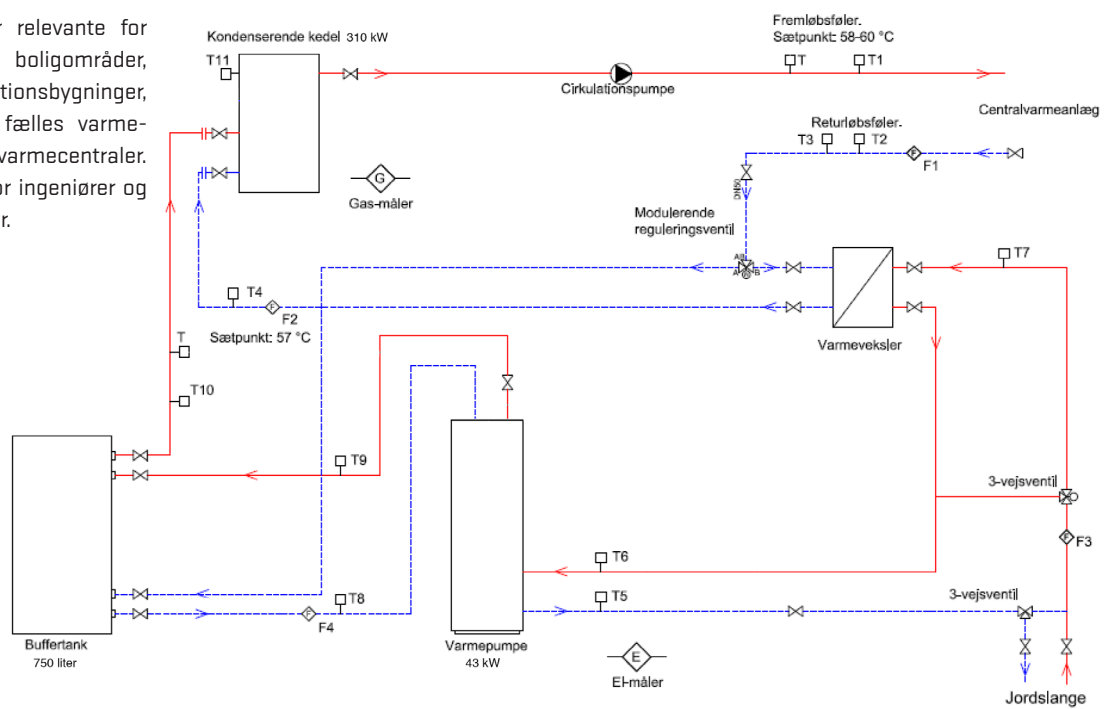
MÅLGRUPPE:

Projektets resultater er især relevante for ejere og administratorer af boligområder, boligblokke, kontorer, produktionsbygninger, skoler og institutioner med fælles varmeforsyning – de såkaldte blokvarmecentraler. Desuden er de interessante for ingeniører og leverandører af varmesystemer.

Projektets idé var at tage to kendte komponenter – en kondenserende kedel og en væske-vand eller luft-vand varmepumpe – og bygge dem sammen på en ny og utraditionel måde. Varmepumpen anvendes til at nedbringe returtemperaturen til kedlen, hvilket øger kondensationen af røggassen og giver en bedre kedelvirkningsgrad – uden yderligere ombygning af varmeanlægget.

Varmepumpen får samtidig en højere brine-tilgangstemperatur, hvilket i teorien skulle give en bedre COP-værdi.

Projektet skulle undersøge, om denne kombination også i praksis kunne tilvejebringe en forventet energieffektivisering af varmecentralen. Energibesparelsen beregnedes teoretisk til ca. 5 % i fuldlast og forventedes at ligge på 10-20 % af det samlede årlige energiforbrug til opvarmning.



Figur 1. Flowdiagram for kondenserende kedel optimeret med returvandskøling.

PROCESSEN:

SE Big Blue Rådgivning har været projektleder, deltaget i udvikling af løsningen og haft ansvaret for målinger, analyser og dokumentation. SE Big Blue CTS har udviklet og leveret styringen, der regulerer forholdet mellem kedel- og varmepumpedrift samt etableret en drifts-web.

Bosch har deltaget i udvikling og dimensionering af løsningen og leveret komponenter til kedel- og varmepumpeanlæg. Bosch' underentreprenør Star VVS har stået for montering, opstart og indregulering af anlægget. Ejerforeningen Nørrelundparken, der omfatter 42 private andelsboliger, har stillet en blokvarmecentral til rådighed for projektet og har deltaget aktivt i hele projektforløbet.

Projektet blev gennemført på en blokvarmecentral i en privat boligforening; Nørrelundparken som oprindeligt er opført i perioden 1956-59 som bo- og beskæftigelsessted, og

i 2004 renoveret og indrettet med 42 private andelsboliger samt en bygning med fælles mødelokale og en med kontor, transformestation og kedel/-varmecentral.

I forbindelse med den løbende energirenovering blev de gamle kedler udskiftet med én kondenserende, naturgasfyret kedel, type Logano plus SB615 med en indfyret effekt på 310 kW. Kedlen er udstyret med to returstudse, hvilket var en forudsætning for at gennemføre projektet. Kedlen suppleredes med en Bosch Greenline HE 243 43 kW væske-vand varmepumpe, en varmeveksler og en 750 liter buffertank.

Projektforløbet er gennemført i følgende faser:

1. Udvikling og dimensionering
 - Myndighedsbehandling
 - Fortidsminder – frivillig forundersøgelse

- Projektforslag iht. Varmeforsyningsloven

2. Etablering
 - Varmepumpe og veksler installeres
3. Afprøvning (testperiode)
 - Forskellige driftsstrategier afprøves for at finde den mest optimale
4. Drift (referenceperiode)
 - Optimal drift
5. Afslutning og rapportering

I projektet er følgende forhold søgt afklaret:

- Hvordan forholdet mellem varmepumpens og kedlens effekt skal være.
- Om varmepumpen skal være med jordvarmeslange eller luftkøler.
- Hvordan varierende brændsels- og elpriser påvirker driftsstrategien.
- Om den forventede energieffektivisering kan opnås.

RESULTATER:

Energibesparelsen ved at udskifte kedlen er beregnet i Gaspro, et beregningsprogram til beregning af energiforbrug og økonomisk besparelse ved installation af ny naturgaskedel. Årsvirkningsgraden for den gamle kedel blev beregnet til 91 % og for den nye til 101 %.

Vælget af væske-vand varmepumpe skete ud fra en vurdering af, at det især om sommeren ville være en fordel på grund af den større temperaturforskel mellem "kølemediet" og returløbstemperaturen på centralvarmeanlægget. Desuden var beboerne ikke glade for at få en luft-vand varmepumpe dels af æstetiske årsager, dels af frygt for støjgener.

Det graddageafhængige varmförbruk udgjorde ca. 26.000 m³ naturgas svarende til 37 % af det samlede graddagekorrigerede naturgasforbrug i referenceåret. Størrelsen på varmepumpen er valgt, så den netop kunne erstatte det graddageafhængige naturgasforbrug.

Fremløbstemperaturen til centralvarmeanlægget var registreret til 65-72 °C, hvorfor det ikke var forventet, at den valgte varmepumpe kunne levere den nødvendige fremløbstemperatur, heller ikke om sommeren, hvor kedlen forventeligt altid skal hæve temperaturen en smule. Under projektet viste det sig, at fremløbstemperaturen kunne sænkes til 57-60 °C. Derved kunne varmepumpen overtage hele opvarmningen i sommerperioden.

Gennem projektet har teamet afklaret en række forhold. På den baggrund kan der udledes nogle tendenser og anbefalinger og peges på områder, som kræver ekstra opmærksomhed, hvis man ønsker at etablere tilsvarende anlæg.

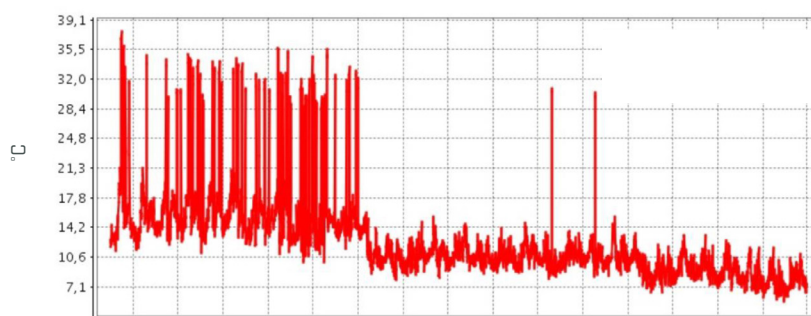
Den valgte varmepumpe leverede kun 12 % af den samlede varmeydelse. Alligevel har den leveret 46 % af varmförbruget i referenceåret med et forbrug på 7.900 driftstimer. Det har betydet, at jorden tilsyneladende ikke kunne nå at regenerere temperaturmæssigt i sommermånederne. Ved dimensionering af varmeslanger skal der derfor tages hensyn til den øgede driftstid.

Den af leverandøren oplyste COP-værdi på 3,46 kunne ikke holdes. Den gennemsnitlige COP-værdi har været 3,08. Højest i november-marts og lavest i maj-august, hvor varmepumpen leverede al varmen ved 57 °C i fremløbet. Årsagen er formentlig for korte jordslanger i forhold til de mange

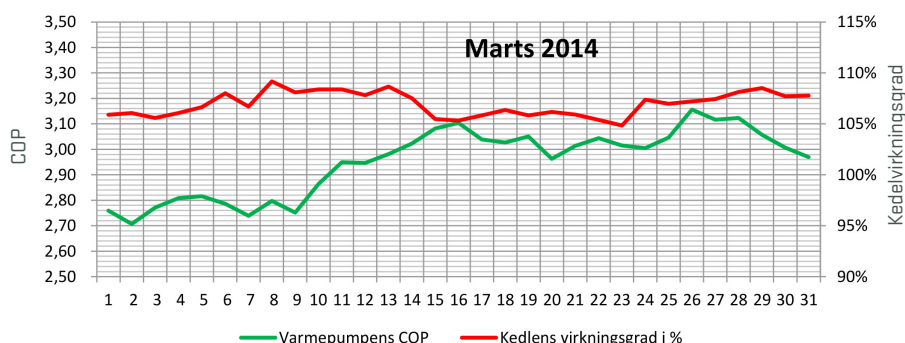
driftstimer og deraf følgende lav jordtemperatur samt høj driftstemperatur (57 °C) i sommermånederne.

Den simple tilbagebetalingstid på anlægget er beregnet til ca. 8 år, når den delvise godtgørelse af elafgiften medregnes.

Kedelvirkningsgraden blev forbedret med godt 3 % ved hjælp af varmepumpen i forhold til ren kedeldrift. Forventningen om at kunne spare 10-20 % på energiförbruget blev mere end opfyldt. I projektet blev energibesparelsen på 26 %. Den økonomiske besparelse blev på 12 % pga tilsagn fra SKAT om delvis godtgørelse af elafgiften.



Figur 2. Returløbstemperatur til nederste kedelstuds i marts 2014.



Figur 3. Varmepumpens COP og kedlens virkningsgrad i marts 2014 (dagnmiddeltemperatur).

	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj.	Jun.	Total
COP	2,98	2,95	2,93	3,03	3,18	3,32	3,31	3,30	3,17	3,00	2,92	2,94	3,08
Kedelvirkningsgrad	0,00%	0,00%	104,5%	103,6%	106,3%	106,3%	105,2%	106,0%	106,7%	106,2%	106,9%	103,7%	105,7%

Tabell 1. COP-værdier og kedelvirkningsgrader (månedsgennemsnit) i referenceperioden.

EFFEKT:

I projektansøgningen (ultimo 2012) blev det anslået, at der findes ca. 5.000 varmecentraler i Danmark med en installeret effekt fra 100-1.000 kW, som anvender naturgas eller olie som brændsel. På halvdelen af disse vurderes driften af kedlerne at foregå helt uden eller med delvis kondensering af røggassen.

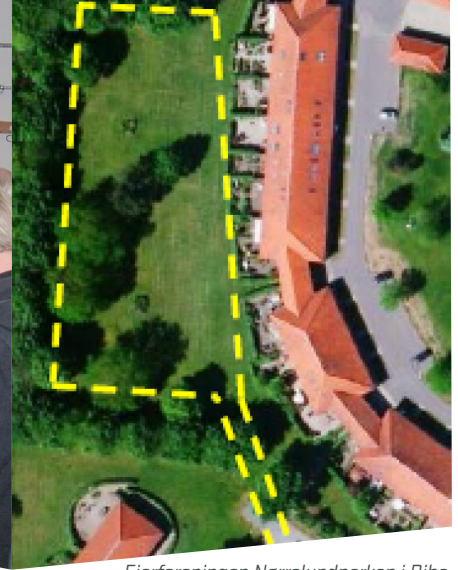
En hel del af disse blokvarmecentraler er siden 2012 nedlagt eller konverteret til fjernvarme. Hvis vi antager, at der er 500 af de resterende naturgasdrevne blokvarmecentraler, der fik lavet en tilsvarende løsning som i projektet, ville besparelsen være 75-100 GWh/år

PROJEKTET HAR VIST, AT EN KONDENSERENDE KEDELS ENERGI-FORBRUG KAN REDUCERES MED OP TIL 26 %, NÅR DEN KOMBINERES MED EN VARME-PUMPE, DER NEDBRINGER RETURTEMPERATUREN TIL KEDLEN.

KOMBINATIONEN AF EN KONDENSERENDE, NATURGASFYRET KEDEL OG EN MINDRE VARMEPUMPE TIL OPTIMERING AF RETURVANDSTEMPERATUREN TIL KEDLEN VURDERES AT VÆRE VELEGNET TIL MIDDLESTORE BLOKVARMECENTRALER.



Besigtigelse af den nye varmecentral.



Ejerforeningen Nørrelundparken i Ribe, hvor placering af jordslangen til varmepumpen er vist.

HVORDAN PROJEKTRESULTATERNE KAN BRUGES I PRAKSIS!

Projektets resultater kan få stor økonomisk betydning for ejere og administratører af blokvarmecentraler – f.eks. boliger, kontorer, produktionsbygninger og institutioner med fælles varmforsyning. Dels i form af en direkte besparelse på det samlede årlige energiforbrug til opvarmning, der i projektet lå på 26 %.

Samtidig kan den alternative løsning spare store investeringer i varmeanlæg i de mange bygninger, der opvarmes ved olie- eller naturgasfyrede kedler, der efter 30 år eller mere er udtjente og står til udskiftning. De sparer en dyr og besværlig udskiftning af radiatorer og andre varmeblæser og får desuden et energieffektivt og moderne varmeanlæg med en tilbagebetalingstid på omkring 8 år.

Det er en forudsætning, at der allerede er installeret kedler med 2 returstudse eller, at kedlen/kedlerne samtidig udskiftes.

Det skal i hvert enkelt tilfælde undersøges om:

- Der kan opnås delvis godtgørelse af elafgiften. Hvis godtgørelsen ikke opnås, er der ingen økonomisk besparelse, men alene en energibesparelse,
- Det er muligt at etablere en væske-vand varmepumpe med jordslanger, som er den løsning, der er afprøvet i dette projekt eller,
- Det er muligt at etablere en luft-vand varmepumpe, som vurderes at kunne give en tilsvarende energibesparelse.

Projektledelse:

Grete Feldbech Kjeldsen
SE Big Blue Rådgivning A/S
Jupitervej 2
6000 Kolding

Telefon: 20 77 92 12
E-mail: grfk@se.dk
Web: www.se.dk

Projekt:

Titel: Varmepumpe kombineret med kondenserende kedel
Nr. 345-058
PSO Program 2013
Budget i alt: 2.972.975 kr. hvoraf 1.161.275 i tilskud fra Dansk Energi
Tidsplan: 01.01.2013–31.09.2015

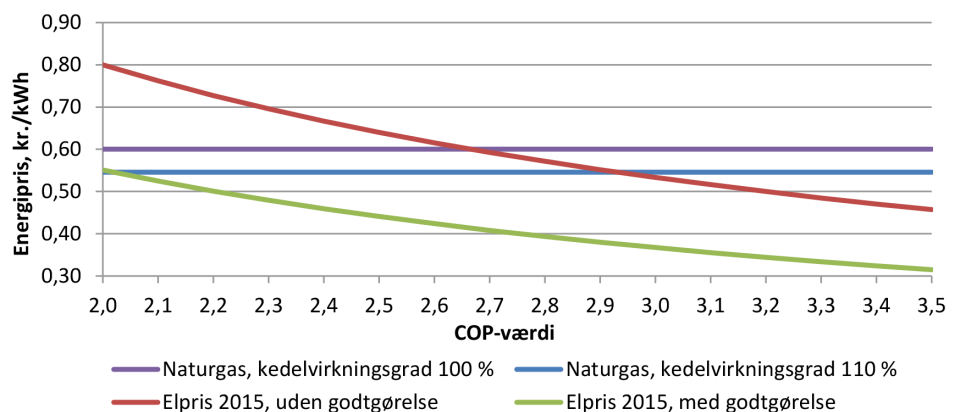
Programkoordinator:

Jørn Borup Jensen
Dansk Energi
Vodroffsvej 59
1900 Frederiksberg C

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

Projektets koncept kan anvendes i naturgas- og oliefyrede varmecentraler, hvor der er problemer med kondensering af røggassen pga. høje returtemperaturer fra varmeanlæggene.

Energipriser i afhængighed af kedelvirkningsgrad og COP-værdi



Figur 4. Energipriser i afhængighed af kedelvirkningsgrad og COP-værdi. Prisen for at producere varme på kedlen varierer kun i mindre grad med kedelvirkningsgraden. Ved 100 % er prisen 0,60 kr./kWh. Ved 110 % er prisen 0,55 kr./kWh. Prisen for at producere varme på varmepumpen varierer i højere grad med COP-værdien. I en situationsom her, hvor der gives delvis godtgørelse af elafgiften, vil elprisen altid være lavere end naturgasprisen, og det vil derfor altid være en fordel at lade varmepumpen producere så meget varme som muligt. Hvis der ikke kan opnås delvis godtgørelse af elafgiften, er det, en fordel at lade kedlen overtage varmeproduktionen ved COP-værdier under ca. 2,8.



BOSCH
Invented for life