



# Mindre fjernvarmeværker kan også have glæde af røggaskondensering

Flisfyret varmeværk i Gjølling.

Der er gode muligheder for, at mindre biomassefyrede værker kan udstyres med røggaskondensering og dermed blive mere energieffektive og miljøvenlige. Til flis kedler vil det være rimeligt ligetil, mens der til halmfyrede kedler er udfordringer, som dog kan løses.

Af Jakob Worm

De fleste større flisfyrede fjernvarme-centraler over 3 MW er forsynet med røggaskondenseringsanlæg, men meget få mindre anlæg udnytter denne teknologi.

Det er kendt teknologi at kunne optimere forbrændingen ved at afkøle røggassen til under kondenseringspunktet, så fordampningsenergien fra vandindholdet kan genvindes. Generelt sker det dog ikke for anlæg under 2-3 MW. Her er markedets standardkomponenter så dyre, at etablering hidtil ikke har været tilbudt eller attraktivt.

På Gjølling Private Kraftvarmeværk har man et flisfyret anlæg på cirka 1,5 MW med en hjemmebygget scrubber fra 2012. Scrubberen har hævet virkningsgraden med 14 procent, så anlægget i dag har en virkningsgrad på 103 procent, og derudover har anlægget fået løst et akut støjproblem fra skorstenen. Med inspiration i det anlæg er det undersøgt,

om det er muligt at producere og installere scrubbere til mindre kedler.

**“Scrubberen har hævet virkningsgraden med 14 procent, så anlægget i dag har en virkningsgrad på 103 procent, og derudover fik anlægget løst et akut støjproblem fra skorstenen.**

En mindre markedsundersøgelse viser, at der er en betydelig interesse for scrubberanlæg blandt værker med mindre halm- eller flis kedler lige under 1 MW, som har naturgaskraftvarme, og som nu har fået lov til at installere en træ- eller halmkedel. Disse værker vil have en interesse i en højere virkningsgrad, da det giver mulighed for at fortrænge dyr naturgas med et mindre forbrug af halm/flis. Derudover vil en scrubber reducere udledningen af forurenende emissioner.

Derudover kan de halmfyrede værker måske få reduceret betalingen for svovlafgift, hvis skatteministeriet godkender reduktionen af svovl i en scrubber uden den løbende måling af svovl i røgen, som der kræves i dag.

## Perspektiver

Under forudsætning af en rimelig årsproduktion og stabile flispriser giver scrubberløsningen årlige besparelser på mellem 20.000 og 100.000 kroner for anlæg med effekter mellem 200 og 1.000 kW.

Anvendelse af kondenseringsanlæg vil desuden give mulighed for at anvende mere fugtige og dermed billigere brændsler, hvis kedlen vel at mærke kan afbrænde flis med over 40 procent fugt. Det kan være en udfordring afhængig af, hvordan brændkammeret er udformet.

For de flisfyrede anlæg er det nødvendigt at have en rimelig effektiv rensning for partikler inden scrubberen. Her kan der som alternativ til



Driftsleder Arne Nielsen ved de kar, der rens vandet fra scrubberen i Gjøl.



Scrubberen til anlægget i Gjøl.

posefilter anvendes en mere avanceret cyklon eller et elektrofilter.

Det kondenserede vand fra scrubberen kan efterfølgende renses enkelt i billige kar som i Gjøl. Eller der kan anvendes nyere og mere industrielle filtre. På fjernvarmeværker, hvor der er et spædevandsforbrug af en vis størrelse, kan det overvejes at anvende det rensede vand hertil.

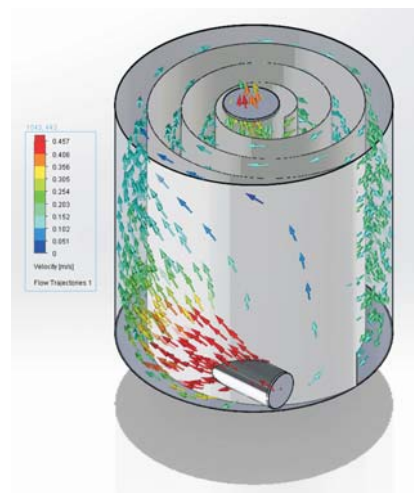
I forhold til afledning af det rensede vand til det offentlige kloaksystem skal der tages højde for betaling for afledning samt årlig prøvetagning og analyserapport. Desuden har værket ansvaret for indholdet af forurenende stoffer i det afledte vand. Her har et par værker desværre haft retssager om forurenede vand til kloaknettet.

### F&U projekt

Ovenstående resultater er en del af en projekt, som Dansk Fjernvarme har finansieret via F&U-puljen. Formålet har været at afsøge mulighederne for at udvikle anlæg af standardkomponenter, som er økono-

misk bæredygtige for anlæg i området 200 – 1.000 kW eller at finde en nedre grænse for udnyttelsen af røggaskondensering for flisfyrede anlæg.

Projektet er udført af de to fjernvarmeværker i Føns og Gjøl, samt PlanEnergi som rådgiver og Aarhus Maskinmesterskole, hvor de studerende har hjulpet med teknisk beskrivelse og markedsundersøgelse med videre. Samarbejdet har været til stor gavn for både projektet og de studerende. Aarhus Maskinmesterskole ser også et potentiale i at bidrage i en fase to, med videreudvikling af et anlæg til Føns.



Studerende fra Aarhus Maskinmesterskole er kommet med et forslag til udformning af en ny scrubber (se illustrationen til højre).

Til Føns Nærværme har projektgruppen fremkommet med ideer til en løsning, hvor scrubberen bliver end del af skorstenen, da det vil minimere rørføringen. Det er vurderet, at en scrubber til en 400 kW kedel i Føns vil koste omkring 300.000 kroner.

I Føns bruger man cirka 250.000 kroner om året på flis. Hvis virkningsgraden på systemet forbedres med 14 procent, giver det en årlig besparelse på 35.000 kroner. Det svarer til en simpel tilbagebetalingstid på ni år ved en investering på 300.000 kroner. Da der vil være en smule øgede udgifter til drift og vedligehold anses de 300.000 kroner for at være et loft for investeringen. Der er ikke taget højde for andre udgifter i forbindelse med afledning af det kondenserede vand.

Projektet har vist, at det er muligt at designe en enkel og driftssikker scrubberløsning, som kan passe til mindre kedler. Der er dog stadig en række udfordringer, der skal løses.

### Nedre grænse for anlæg

Det virker sandsynligt, at der kan etableres en økonomisk scrubberløsning for anlægget i Føns. Det er usikkert, om der vil være økonomi i

# Brændeovne udleder færre partikler

**Koncentrationen af fine partikler i luften falder fortsat ved målestationerne i Danmark. Det gælder også partikler fra brænderøg, der er faldet siden 2010. Befolkningen i forstæder er udsat for den største partikelforurening fra brænderøg, mens folk på landet er mindst udsatte.**

Tallene fremgår af en rapport fra Partikelprojektet for 2017–2018 fra Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus Universitet (DCE).

En del af rapporten omhandler specifikt partikelforurening fra brændeovne. Ud fra målinger af benzen og sod (PBBA) er partikelforureningen fra brændeovne beregnet for



Arkivfoto: BldPress

perioden 2009 til 2017 på målestationerne på Risø, H.C. Ørsted-instituttet og i Hvidovre.

Ud fra indholdet af sod i de luftbårne partikler, er partikelforureningen fra brænderøg blevet beregnet. De højeste koncentrationer blev observeret i 2010 og er siden aftaget. I 2017 udgjorde de  $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ved Risø,  $1,3 - 1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på H.C. Ørsted Instituttet og  $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i Hvidovre.

Befolkningen i byerne eksponeres således for lidt større forurening fra brænderøg end folk i landlige miljøer, og i forstæderne kan befolkningen blive udsat for omtrent en tredjedel højere koncentrationer end på landet. Der vil dog være store lokale forskelle. TS

Læs rapporten "The Particle Project 2017-2018" [her](#).

- ▶ en sådan løsning til anlæg på under 400 kW, men for større anlæg, ser økonomien lovende ud – også når det drejer sig om anlæg til eksisterende kedler. Ved nye kedler er der en udvikling i gang for mere eller mindre integrerede kedler med kondensering.

## Kan posefilter undværes?

I forbindelse med projektet er der, i samarbejde med KSM-stoker, foretaget målinger af røggassen på anlægget i Gjøl for at undersøge, om posefilteret kunne undværes. Der er selvfølgelig en usikkerhed ved at overføre disse resultater til andre anlæg (se tabel 1).

I den første måling har røggassen været igennem både posefilter og scrubber, dog med to lukkede dyser i toppen af scrubberen. Det scenario afspejler normaldriften på anlægget i Gjøl og giver den mindste udledning af partikler.

Ved den anden måling blev røgen ført uden om posefilteret, mens de to dyser i scrubberen var lukket. Det får udledningen til at stige, men den overstiger ikke grænseværdien på  $50 \text{ mg støv}/\text{Nm}^3$ .

I den tredje måling blev de to sidste dyser åbnet, og røgen blev stadig ført uden om posefilteret.

Som det ses, har posefilteret stor betydning for partikelkoncentrationen i den udledte røggas. Samtidig viser resultaterne, at kedlen kan overholde de nye emissionskrav på  $50 \text{ mg støv}/\text{Nm}^3$ . Ved tilkobling af dyserne i måling 3, blev der opnået en reduktion på cirka 12 procent i forhold til måling 2.

Målingerne er for så vidt positive i forhold til at undgå et posefilter ved flisfyrede anlæg. Alligevel ønsker værket i Gjøl ikke at sløjfe det posefilter, man har i dag, idet erfaringen viser, at hvis posefilteret udelades, vil der sætte sig meget støv og aske i forskellige dele af scrubberen, som vil kræve ekstraordinær rensning.

## Halmfyrede anlæg

De fundne løsninger for flis er vurderet i relation til halmfyrede anlæg. Her kan et scrubberanlæg nedsætte forureningen med svovldioxid. Det er

en fordel for miljøet og kan eliminere udgifterne til svovlafgift. Røggas fra halmfyring er dog ekstra korrosiv, hvilket kræver særlig opmærksomhed.

Erfaringerne fra et halmfyret værk i Østerlars på Bornholm viser, at der kan spares ti procent på brændslet ved kondensering. Desuden er der en besparelse på svovlafgiften for et typisk halmfyret værk på to MW på omkring 50.000 kroner om året. Nettoafgiften er for tiden på 17,6 kroner/ton halm.

For de halmfyrede kedler er det sandsynligvis ikke muligt at erstatte posefilteret inden scrubberen, men det kræver flere undersøgelser. Der er positive muligheder i at anvende komposit materialer eller plast for at undgå korrektion. Det vil dog kræve en løsning, hvor de varmeste røggasser ikke kommer i direkte kontakt med plastmaterialer. Med en såkaldt quench-dyse i røggaskanalen vil temperaturen falde markant inden scrubberen, men der bør indbygges ekstra sikkerhed i systemet i tilfælde af, at dysen skulle svigte.

Jakob Worm er diplomingeniør og ansat hos PlanEnergi, hvor han arbejder med energi- og varmeplanlægning, e-mail [jw@planenergi.dk](mailto:jw@planenergi.dk).

Måling	1	2	3
Posefilter	Ja	Nej	Nej
Ekstra dyser	Nej	Nej	Ja
Partikler ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	10	42	37

Tabel 1. Måleværdier for partikler.