

Effektiv gasanvendelse anno 2018

**... i fjernvarme, industri/erhverv samt
på blokvarmecentraler**

Notat
August 2018

NOTAT

Effektiv gasanvendelse anno 2018

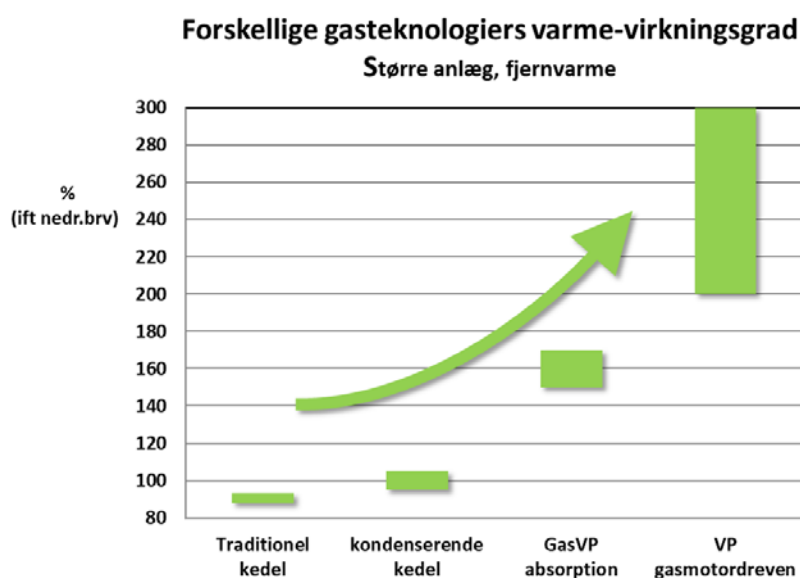
... i fjernvarme, industri/erhverv samt på blokvarme- centraler

Jan de Wit, Bjørn K. Eliassen og Steen D. Andersen, Dansk Gasteknisk Center a/s

Gassen er på en række områder i konkurrence med andre varmeproduktionsteknologier, fx eldrevne varmepumper, men også brændsler med væsentligt lavere afgiftsbelastning og dermed potentielt lavere varmeproduktionspris.

Varmeproduktion på kedler har i mange år været den mest anvendte varmeproduktionsteknologi ved gasfyring. Kedler udmærker sig med stor driftspålidelighed, gode lastegenskaber og lav investeringsomkostning, men giver med en virkningsgrad omkring ~100 % og et afgiftsbelagt brændsel en relativt høj varmeproduktionspris.

Til basisvarmeproduktion skal der derfor ny teknologi til for at matche tidens krav til energieffektivitet, varmeproduktionspris mv.



Figur 1 Nye gasteknologier står klar med højere varmevirkningsgrader. Her eksempel på teknologier til fjernvarme.

I dette notat vises eksempler på effektiv gasanvendelse i blokvarmecentraler og sektorerne industri og erhverv samt fjernvarme.

Blokvarmecentraler

Blokvarmecentraler forsyner i modsætning til fjernvarmeværker alene en matrikel eller et selskab. Mange sådanne centraler laver varmforsyning til en eller flere ejendomme, skoler, institutioner og lignende. Centraler baserer sig ofte på **kedler**, og der ses undertiden relativt gamle kedler på sådanne installationer.

Der kan ofte laves energiforbedringer på centraler med eksempelvis tilpasning af kedelstørrelse, ændring af kedelprioritering, periodiske stop af varmtvandscirkulation mv. Varmeforbruget i de tilknyttede bygninger kan have ændret sig grundet nye vinduer, efterisolering og andet, uden at kedelstørrelsen eller driften heraf er blevet revurderet.

Hvis der ikke er kondenserende drift på basislastkedlen, vil installation af **røgekøler** eller ny kedel kunne give god forbedring af centralens virkningsgrad.

En række centraler – særligt i forbindelse med institutioner som skoler, sportscentre og plejehjem – har med succes indført ny teknologi i kedelcentralen. Mange steder er der nu opsat **minikraftvarmeenheder** (mini-KV-enheder), der bidrager med egenproduktion af væsentlige andele af det interne elforbrug og samtidig udnyttes varmen fra disse til varmforsyningen. Enhederne styres efter det interne elforbrug. Oftest tilkobles en elektrisk drevet **varmepumpe**. Hermed kan elforbrugsprofilen påvirkes til gunst for driften af KV-enheden. Varmepumperne har ofte udeluft som VE-kilde. Der er dog også installeret enheder, der anvender jordslanger eller tager fugtig afkastluft fra svømmehaller som varmekilde.



Figur 2 Eksempel på kedelcentral med mini-KV-enheder, varmepumpe og gaskedler.

Sammen med flere af disse anlæg er også installeret **solceller** til elproduktionen. Varmeproduktionen sker som anført fra mini-KV-enhederne, og der installeres ofte en lille ekstra røgekøler der muliggør kondenserende drift, dvs. effektiv køling af røggassen. Til backup og spidslastproduktion anvendes ofte en gaskedel. Dette er ofte en af centralens hidtidige kedler.

Hjemmesiden <https://www.dgc.dk/minikraftvarme> viser en række eksempler på praktiske installationer. Her gives information om anlægget, om pris og om tilbagebetalingstid.

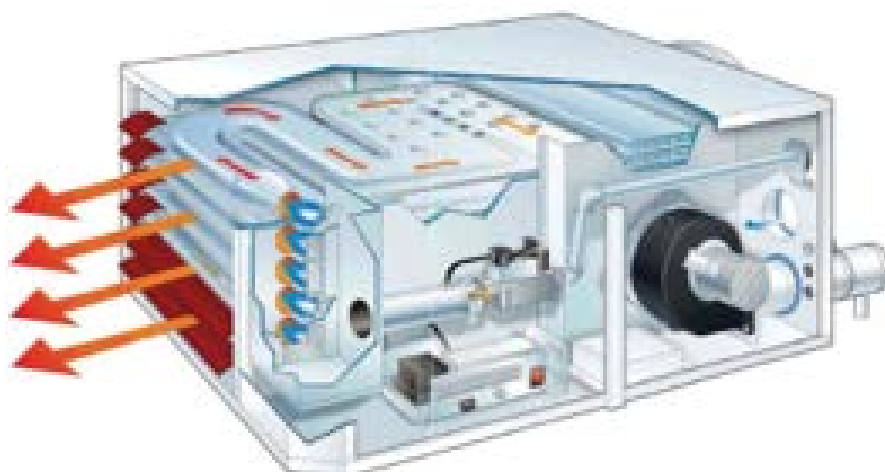
Industri og erhverv

Rumopvarmning i dette segment baserer sig ofte på **kedelcentraler**. Hertil kommer halopvarmning, der kan ske med **kaloriferer** eller **strålepaneler**. De to sidstnævnte kan være direkte gasfyrede eller baseret på vandbårent opvarmningssystem.

I kedelcentralerne bør ligesom for blokvarmeinstallationer løbende laves et tjek på, om kedelstørrelse og driftsprioritering matcher det aktuelle behov,

eller om det er historisk bestemt. Der bør også ses på besparelsesmuligheder i forbindelse med kondenserende drift, hvis dette ikke allerede praktiseres. Har man varmtvandssystem med cirkulation, bør også dette have et tjek. Her kan der måske spares ved tidsmæssigt at begrænse cirkulationen eller lave decentral opvarmning. Undersøgelser har vist en udnyttelsesgrad så lav som 5 % for sådan cirkulation i industri og erhverv, resten er tab (/1/).

Hal- og lageropvarmning kan effektivt foretages med eksempelvis **gasopvarmede kaloriferer og strålepaneler**. Disse kan med stor fordel laves med behovsstyring og/eller adaptiv styring baseret på forbrugsmønster, ude-temperatur og produktkrav, således at der ikke sker unødigt opvarmning, og således at man samtidig har den ønskede komfort for mennesker og produkter. Sådanne styringer er tilgængelige for de fleste af de førende mærker.



Figur 3 Skitse af kondenserende gasdrevet kalorifer. En sådan har 10-20 % bedre brændselsudnyttelse end en tilsvarende ikke-kondenserende enhed.

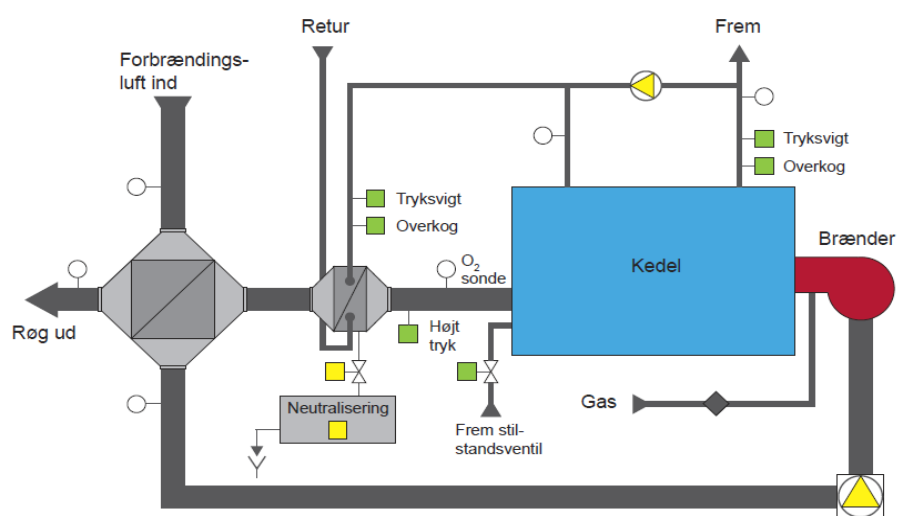
Som noget nyt kan gasdrevne kaloriferer og strålepaneler nu også fås i kondenserende udførelse. Hermed hæves brændselsudnyttelsen markant (10-20 %), og gasforbruget falder.

Visse steder i industri og erhverv ser man nu også anvendelse af **gasfyrede absorptionsvarmepumper**, der optager varme fra udeluften og bringer den op på temperaturer, der kan anvendes i de vandbårne opvarmningsanlæg. Sådanne enheder fås fra ca. 30 kW og vil kunne installeres seriekoblet, hvis der er behov for større effekt. Et dansk gartneri har eksempelvis 9 sådanne

mindre enheder installeret. Virkningsgraden for disse anlæg vil kunne være op til 120-140 %. På et andet gartneri er installeret en større direkte gasfyret absorptions varmepumpe, her opnås en virkningsgrad over 150 %. Varmepumpen har en ydelse på ca. 1,5 MW.

Fjernvarmeområdet

Mange fjernvarmeværker er gasforsynede. Gassen anvendes her typisk til varmeproduktion på kedler og/eller el- og varmeproduktion på kraftvarmeenheder.



Figur 4 Eksempel på udførelse af højeffektiv gaskedel med luftforvarmning.

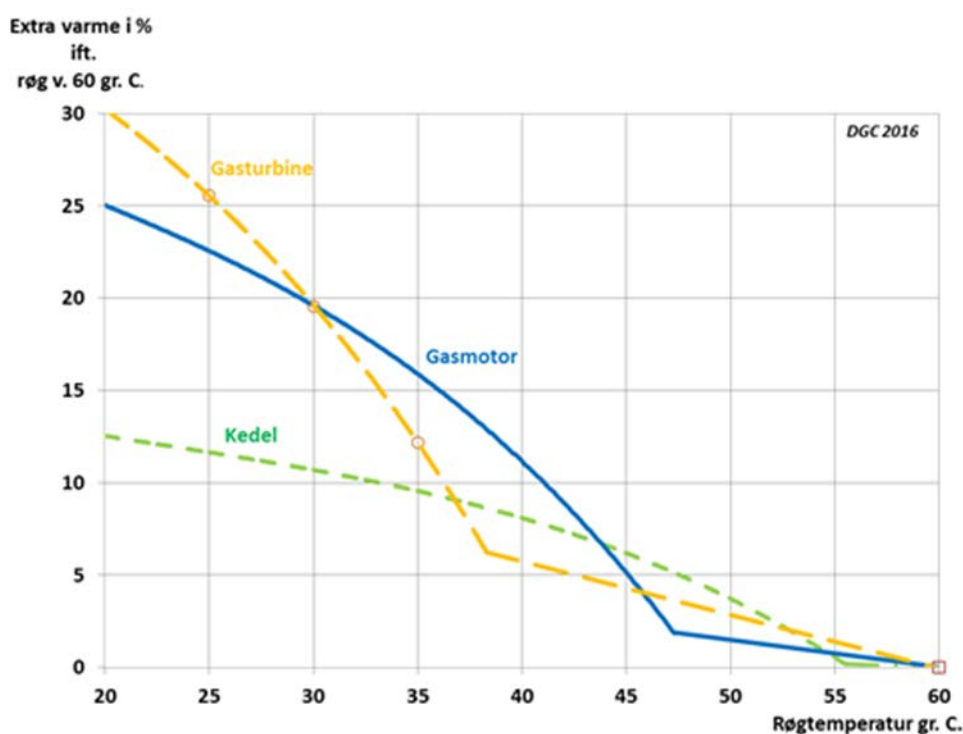
Varmeproduktion på **gasfyrede kedler** vil typisk give en varmeproduktionspris, der er højere, end der kan opnås ved kedelproduktion på en række andre ikke-afgiftsbelagte brændsler. Men stadig kan gaskedlerne absolut være nyttige i relation til spidslastproduktion og lignende.

Varmeproduktionsprisen fra **gasfyrede kraftvarmeenheder** vil afhænge af den elpris, man kan opnå i markedet, anlæggets virkningsgrader (el- og varmevirkningsgrad), kraftvarmeenhedens udlægning og værkets varmelagerkapacitet samt de udgifter og kontraktuelle forhold, der væsentligst er knyttet til brændselskøb.

En række gasfyrede kraftvarmeværker i Danmark har fortsat god drift og fornuftig indtægt fra deres gasbaserede kraftvarmeproduktion. Andre kraft-

varmeværker har derimod sjældent deres KV-enheder i drift. Det, der generelt kendetegner de gasfyrede kraftvarmeværker med god drift, er, at de har foretaget tilpasning af anlæggene til markedsafregning af elproduktionen.

Denne tilpasning af de gasfyrede kraftvarmeanheder består oftest af øget udnyttelse af restvarme i røggassen. I forhold til tidligere anlægsudlægning kan der for kraftvarmeanlæg ligge op til (og undertiden mere end) 30 % ekstra varmeudbytte for det samme brændselsinput. Og økonomisk kan udbyttet være endnu større, hvis man anvender E-formel i forbindelse med afregning af gassen og dennes afgifter. Se nærmere om denne tilpasning i /2/.



Figur 5 Viser, hvor meget ekstra varmeudbytte der opnås ved at sænke røggastemperaturen. Kurven viser det ekstra varmeudbytte i forhold til røg sendt ud med 60 °C. Ved brug af E-formel for gasafregning ved kraftvarme vil det være den dyre del af gassen der spares.

Øget varmeudbytte kan fås ved påbygning af ekstra veksler (røggaskølere), gerne så der opnås kondensation af røggassen ved hjælp af det returnvand, der kommer til værket. Et antal værker har valgt at køle yderligere med endnu koldere kølevand fra en **absorptionskøler/varmepumpe**, der drives af

varme fra KV-enheden. Denne varmepumpe/kølemaskine er således alene i drift, når KV-enheden kører.

En anden mulighed, der opnår lavere varmeproduktionspris på værket, er anvendelse af en **direkte gasfyret absorptionspumpe**. Denne afleverer den indfyrede effekt som varme sammen med varme taget andetsteds fra. En sådan varmepumpe vil med de nugældende prisforhold kunne matche varmeproduktionsprisen for flis mv. Se herom i /3/ og /4/.

En direkte fyret absorptionsvarmepumpe kan anvendes på flere måder på et fjernvarme- eller kraftvarmeværk. Herunder er angivet nogle eksempler i uprioriteret rækkefølge:

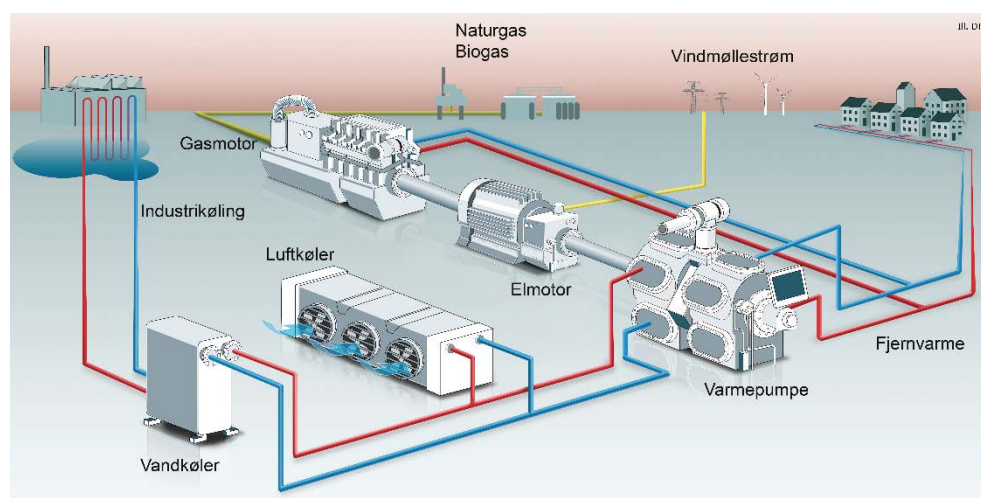
- a) Hævning af temperaturniveau fra overskudsvarme eller andre varmekilder. Den typisk anvendte absorptionsvarmepumpetype vil vanligvis kræve, at varmekilden har en temperatur over ca. 5 °C.
- b) Køling af det kolde lag i akkumuleringstank. Dette giver større tankkapacitet og – grundet det koldere vand – større virkningsgrad for de øvrige produktionsenheder.
- c) Køling af tilgang til eksempelvis solvarmeanlæg. Dette giver højere ydelse fra enhederne, lavere varmetab fra samme og forlænger tiden/sæsonen, hvor der er positivt varmeudbytte herfra.
- d) Køling af returledning til og slutopvarmning af fremløb for fjernvarmetransmissionsledninger. Hermed kan opnås væsentligt lavere varmetab fra disse i 8760 timer om året.
- e) Køling af vand, der anvendes til scrubbere og røggølere efter eksempelvis flisfyring. Hermed opnås øget VE-udbytte.
- f) Direkte gasfyrede absorptionspumper vil også kunne producere koldt vand til ekstra røggaskøling, uanset hvilken fyret produktionsenhed der er i drift. Sådan fleksibel drift er typisk ikke mulig med indirekte fyrede enheder, som der er et tocifret antal i drift af i dag på fjernvarmeværker.

Direkte gasfyrede **absorptionsvarmepumper vil kunne anvendes i seriel drift med eldrevne kompressionsvarmepumper**. Elvarmepumpen kan eksempelvis tage varme fra en udekilde (udeluft, sø- eller havvand) og løfte den op til en begrænset temperatur, eksempelvis 10-20 °C. Hermed opnås meget høj COP-faktor for den eldrevne varmepumpe, fremfor hvis denne

skulle have klaret et større temperaturløft. Absorptionsvarmepumpen skal da løfte temperaturen videre op.

Som det fremgår af installationseksemplerne for de direkte fyrede absorptionsvarmepumper, skaber disse synergi med de VE-baserede varmeproduktionsteknologier, øger udbyttet og kapacitet for andre enheder i anlægget og kan danne basis for et mindsket varmetab fra fjernvarmedistribution.

Der markedsføres nu også **gasmotordrevne kompressionsvarmepumper**. Sådanne er p.t. under etablering i Danmark. Her anvendes gasmotor til drift af kompressoren i varmepumpedelen. Motor- og røggaskøling fra motoren indgår her i varmeforsyningen sammen med varmepumpens leverance. Den samlede COP for konceptet vil ligge omkring 2-2,5 for de mindre anlæg og helt op mod 4 for større anlæg (fx 10 MW /6/). Dette er for de mindre anlæg en lavere COP end for eldrevne kompressionsvarmepumper, men drivmidlet (brændslet) hertil er billigere.



Figur 6 Eksempel på fleksibel installation af gasmotordrevet varmepumpe, hvor gasmotoren kan drive både VP og generator, og VP kan drives af både gas og el. Desuden anvendes flere varmekilder til VP'en.

Enhederne kan laves, så der på drivakslen også er koblet elmotor/generator. Dette betyder, at man i perioder med meget lav elpris vil kunne drive varmepumpen elektrisk. Og man vil i perioder med moderat varmebehov (delast) samt høj afregningspris for el kunne køre fuldlast på gasmotoren og da anvende den overskydende effekt fra motoren til elproduktion med salg for

øje. Alt i alt giver dette maksimal frihedsgrad samtidig med høj driftssikkerhed.

Det er ganske svært at spå om energiprisernes udvikling, og afgifterne kan også ændre sig. Derfor vil der ikke kunne peges på en teknologi til fremtidens fjernvarmeværk. Dem, der står bedst rustet, er de værker, der har flere produktionsapparater på flere brændsler/energikildertil rådighed, så man kan tage udgangspunkt i den aktuelt billigst mulige varmeproduktionsteknologi.

Man står her absolut også stærkere ved at have god varmelagerkapacitet. Og har man ud over forskellige varmeproduktionsteknologier også mulighed for eksempelvis elproduktion, vil der kunne ydes systemstøtte og forventeligt opnås god pris herfor.

Gassen bliver grønnere og grønnere

Siden en spæd start i 2014 på injektion af opgraderet biogas (bionaturgas) i gasnettet i Danmark har udviklingen taget fart. Her primo 2018 er andelen af bionaturgas i systemet oppe på 10 % og stiger stadig. Der peges i /5/ på, at gasforbruget i 2030 kan baseres 100 % på bionaturgas.

Bygasnettet i København er nu oppe omkring en biogasandel på 40 %. Også her ønsker man fortsat en stigning. Dette gasnet forsyner primært privat/kogekunder (300.000 københavnere ifølge HOFOR), men også større varmecentraler og industri forsynes herfra.

Referencer

/1/ Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet: "Varmt brugsvand, måling af forbrug og varmetab fra cirkulationsledninger", Benny Bøhm et al, 2009

/2/ "Der kan godt tjenes penge selvom elprisen er faldet", artikel i Fjernvarmen Nr. 7-2017: Jan de Wit, DGC, Kasper Nagel og Alexander Boye Petersen, Grøn Energi/Dansk Fjernvarme

-
- /3/ ”Gasfyrede varmepumper sænker varmeprisen og øger VE integrationen”, Jan de Wit & Steen Andersen, DGC, artikel i Fjernvarmen Nr. 1-2016
- /4/ ”Hjallerup Fjernvarme tester absorptionsvarmepumpe”, artikel, Lars Jørgensen & Jan de Wit, DGC, bragt i GASenergi 4-2017
- /5/ Analyse udført af Aarhus Universitet for Grøn Gas Danmark, 2017, se mere på www.grongasdanmark.dk, omtale publiceret 14. november 2017.
- /6/ ”Kartoffelmelscentralen kan endelig komme af med overskudsvarmen”, artikel i Energy Supply 2017.