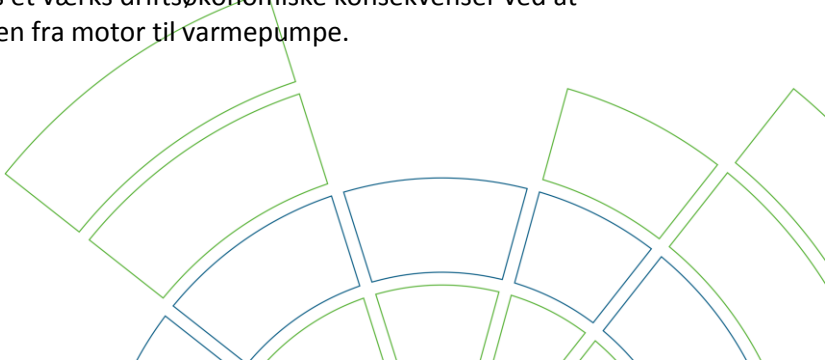

Nettoafregning ved samdrift af motor og varmepumpe

Sådan sikres
fremtidens el-
produktionskapacitet

Kasper Nagel, Nina Detlefsen
og John Tang



Dato: 25.02.2016
Udarbejdet af: Kasper Nagel, Nina Detlefsen og John Tang
Kontrolleret af: Jesper Koch
Beskrivelse: I dette notat beskrives et værks driftsøkonomiske konsekvenser ved at nettoafregne strømmen fra motor til varmepumpe.
Kontakt: www.gronenergi.org



Opsummering

Udgangspunktet for denne analyse er, at kraftvarmeværkerne har stærkt faldende indtægter på elproduktionen på kraftvarmeanhederne. Samtidig vil værkerne gerne investere i effektive varmepumper, men har svært ved at finde økonomi i disse.

Nettoafregning er allerede en mulighed for industrielle anlæg, som producerer og forbruger el inden for samme måler. Det forudsættes, at elnettet ikke bruges til transformering af el. Reglerne tolkes for tiden ikke således, at kraftvarmeværkerne kan gøre brug af samme mulighed. Dette notat undersøger de driftsøkonomiske konsekvenser for et kraftvarmeværk, hvis dette var tilfældet.

Konsekvensen af at nettoafregne vil for kraftvarmeværkerne være, at motoren vil få langt flere driftstimer, end hvis der ikke nettoafregnes. En nettoafregnet motor-varmepumpe vil kunne betragtes som en meget effektiv og meget fleksibel produktionsenhed, som når elprisen er lav vil aftage el fra nettet. Når elprisen er høj vil enheden producere el til nettet, og ved priser derimellem vil den producere varme effektivt ved hjælp af gas.

Dette vil betyde, at elkapaciteten (motoranlægget) mange steder med stor sandsynlighed vil blive stående efter grundbeløbets udløb i 2018, ligesom det også vil øge sandsynligheden for, at et værk investerer i varmepumpen.

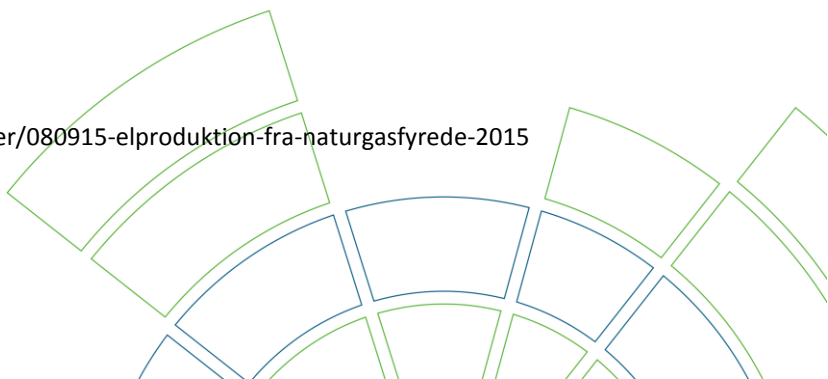
Baggrund for analysen

Udviklingen i elpriserne de seneste år har betydet, at det i størstedelen af årets timer ikke kan betale sig for mange kraftvarmeværker at køre med deres motorer. Det har medført, at antallet af driftstimer på motorerne er faldet fra ca. 4.000 fuldlasttimer i år 2000 til ca. 500 fuldlasttimer i år 2014¹. Denne tendens vil fortsætte, så længe elpriserne er så lave, som det er tilfældet i øjeblikket.

De få driftstimer har gjort forholdene svære for kraftvarmeværkerne, og havde det ikke været for værkernes modtagelse af tilskud i form af grundbeløbet, ville der være stor risiko for, at mange af motorerne havde været lukket. Med grundbeløbets bortfald fra 2019 forsvinder en væsentlig indtægtskilde for værkerne, hvilket gør, at motorerne ikke længere er attraktive, og derfor ser værkerne sig om efter alternativer. Mange af kraftvarmeværkerne drives som rene varmeværker med overvejende varmeproduktion fra kedler, da det er den eneste alternative produktionsform til motorerne. Samtidig er mange af kraftvarmeanlæggene ved at være udtjente. Derfor står mange værker over for beslutningen om enten at skrotte motorerne eller levetidsforlænge dem.

Samtidig er der et politisk ønske om flere varmepumper i fjernvarmesektoren til blandt andet at aftage noget af den stigende mængde fluktuerende elproduktion. Kraftvarmeværker med varmepumper kan producere varme fra varmepumperne i timer med stor elproduktion fra vindmøller til gavn for elsystemet. Hvis motorerne bliver skrottet, vil der i timer med mangel på strøm og dermed høje elpriser alene blive produceret varme fra kedlerne og ingen el til elsystemet. Det vil derfor være oplagt at se på løsninger, hvormed kraftvarmeanlæggene bevares, så de i timer med mangel på strøm kan levere strøm og dermed spille sammen med og hjælpe elsystemet.

¹ <http://www.danskfjernvarme.dk/groen-energi/analyser/080915-elproduktion-fra-naturgasfyrede-2015>



Denne analyse undersøger om effekten af nettoafregning mellem varmepumpe og en motor er tilstrækkelig til at sikre motorernes overlevelse. Det vil også i fremtiden sikre, at den fornødne elproduktionskapacitet er til rådighed i timer med mangel på strøm.

Hvad er nettoafregning?

Nettoafregning mellem varmepumpe og gasmotor er i analysen fortolket således, at motoren leverer el direkte til at drive varmepumpen. Det betyder, at varmepumpen slipper for at betale system- og nettarif til Energinet.dk samt distributionstarif til det lokale elnetselskab af den el til varmepumpen, som kommer direkte fra motoren. Derudover sparer den størstedelen af PSO-tariffen, da den i stedet skal betale en nedsat PSO-tarif. Når varmepumpen bruger el, der kommer fra elsystemet, betales de fulde tariffer, og når motoren producerer el til elnettet, betales de almindelige produktionstariffer. I alle scenarier betales normale elafgifter for elforbrug til varmepumpen og naturgasafgifter for naturgas til varmeproduktion, dvs. E/V kraftvarmeformlerne anvendes. Det er en forudsætning, at motorens og varmepumpens spændingsniveau gøres ens via egen transformator, dvs. elnettet anvendes ikke til transformering af spændingen. Det antages, at varmepumpen er afbrydelig og at kraftvarmeværket har investeret i elforbindelsen til det offentlige elnet således, at eltariffer til varmepumpen ved elkøb afregnes på kundeniveau B1 (10 kV).

Forudsætninger

Analysen tager udgangspunkt i et gennemsnitligt decentralt kraftvarmeværk beliggende i Jylland med forudsætningerne vist i Tabel 1. Værket er forsynet med en gaskedel og tre identiske gasmotorer. Dertil kommer en varmepumpe. Der er undersøgt forskellige størrelser på denne varmepumpe.

Der er regnet på to forskellige scenarier:

Uden nettoafregning: Gennemsnitligt decentralt kraftvarmeværk med gaskedel og gasmotor, som desuden er forsynet med en varmepumpe.

Varmepumpe og gasmotorer kører traditionel drift og må derfor ikke nettoafregne.

Med nettoafregning: Gennemsnitligt decentralt kraftvarmeværk med gaskedel og gasmotorer, som desuden er forsynet med en varmepumpe.

Varmepumpe nettoafregner med den ene af de tre gasmotorer. Motoren som nettoafregner må i timer uden nettoafregning tillige drives på traditionel vis.

Gennemsnitligt decentralt kraftvarmeværk

Placering: Jylland

Årlig ab værk leverance = 39.591 MWh-varme

Varmelagerkapacitet = 112,9 MWh-varme

Naturgasmotorer (3 stk.)

Brændsel = 4,5 MW

Varme = 2,3 MW

El = 1,8 MW

Naturgaskedel

Brændsel = 11 MW

Varme = 11 MW

Tabel 1. Forudsætninger for værk anvendt i beregningerne

For begge scenarier er der regnet på tre forskellige størrelser varmepumpe:

Lille varmepumpe (1,8 MW-varme): Varmepumpen er dimensioneret ud fra sommerbehovet på 1,8 MW-varme svarende til et elforbrug på ca. 0,5 MW-el. Dermed vil varmepumpen køre grundlast hele året.



Mellem varmepumpe (4 MW-varme): Varmepumpen er dimensioneret ud fra ca. to gange sommerbehovet på 1,8 MW-varme svarende til et elforbrug på ca. 1,1 MW. Dermed vil varmepumpen i perioder om sommeren lukke ned, eftersom varmebehovet ikke er tilstrækkelig stort.

Stor varmepumpe (6,2 MW-varme): Varmepumpen er dimensioneret ud fra motorens eleffekt på 1,8 MW-el. Denne varmepumpe vil også lukke ned i perioder om sommeren.

Der er taget udgangspunkt i en varmepumpe med en konstant årlig COP på 3,5.

Alle scenarier er modelleret i energyPRO for år 2015, dog er elpriserne fra 2014 (lavprisår). For at se hvordan elpriserne påvirker nettoafregning, er beregningerne også foretaget for et højprisår (2011). Dog er gasprisen den samme i de to elprisår, idet formålet her har været at se, hvad konsekvensen af et ændret forhold mellem el og gaspris er.

Økonomiske forudsætninger vedr. tariffer

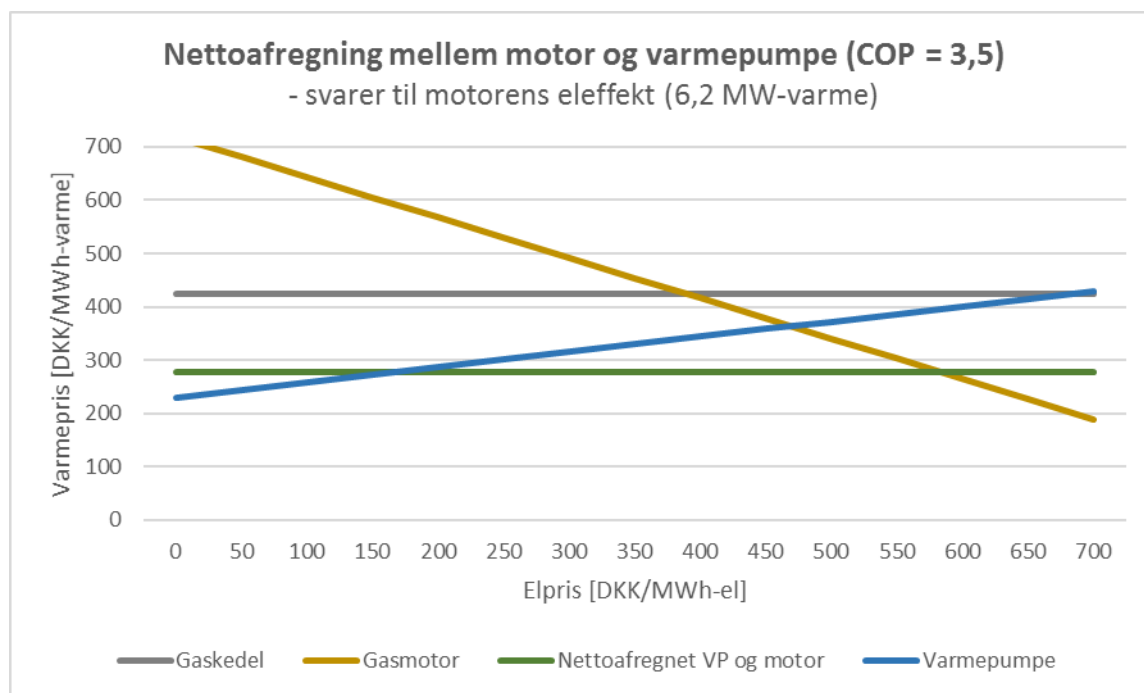
Gaspris = 2,30 kr/Nm³
 Indfødningsstarif for motorer = 3 kr/MWh
 Systemtarif = 29 kr/MWh
 Nettarif til TSO = 42 kr/MWh
 Distributionstarif = 97 kr/MWh
 PSO-tarif = 255 kr/MWh
 Nedsat PSO-tarif = 13 kr/MWh

Tabel 2. Forudsætninger vedr. tariffer som er anvendt i beregningerne

Denne analyse undersøger kun værdien ved nettoafregning sammenlignet med en situation uden nettoafregning. Analysen forudsætter, at både varmepumpe og gasmotor i forvejen er installeret på værket. Derfor er der ikke kigget nærmere på om investering i de tre størrelser varmepumper er en god idé.

Hvad bliver varmeprisen ved nettoafregning?

På Figur 1 ses princippet ved nettoafregning for det værk, analysen tager udgangspunkt i. Her er varmepumpens elforbrug dimensioneret ud fra den maksimale eleffekt på motoren. Varmepumpen kan dermed aftage al elproduktion fra motoren. I figuren er indeholdt alle variable omkostninger.

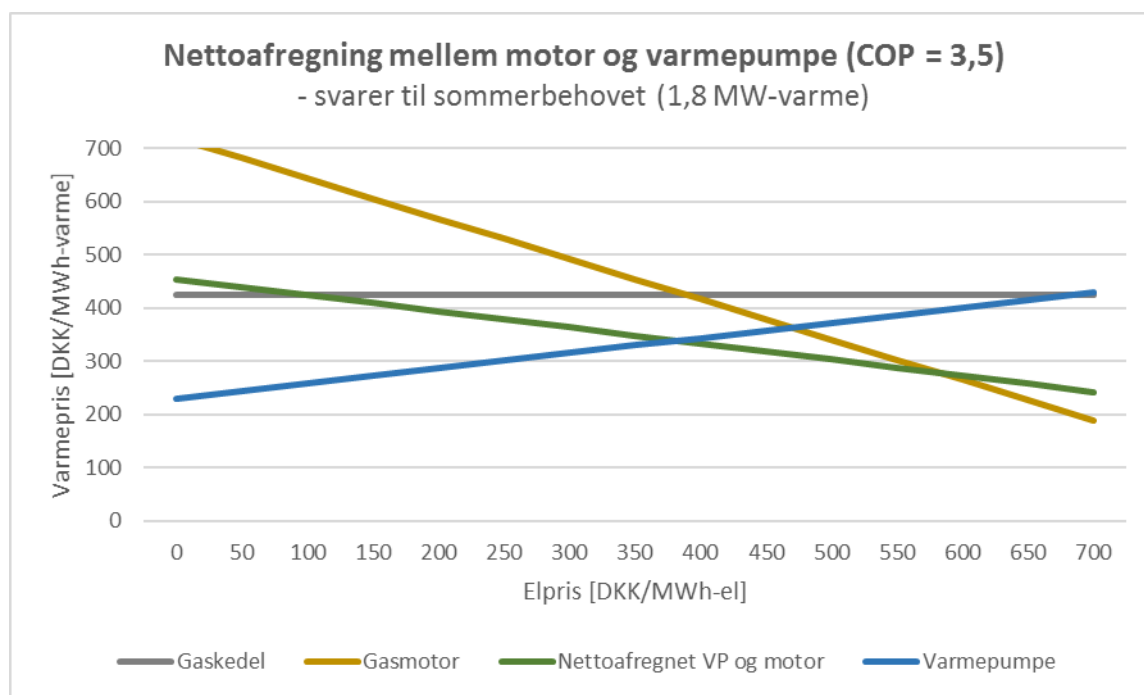


Figur 1. Driftsstrategi ved korrekt dimensioneret varmepumpe til nettoafregning

Som det er i dag uden nettoafregning, ville gaskedlen producere varme indtil en elpris på ca. 380 DKK/MWh-el, hvis værket ingen varmepumpe har. I timer med priser herover vil motoren være billigst. Hvis værket har en varmepumpe, men ikke nettoafregner, vil varmegæret producere varme på varmepumpen, så længe elprisen er under godt 480 DKK/MWh-el og producere vha. motoren, når prisen er over. Udfordringen i dette system er, at motoren får meget få driftstimer pga. de senere års lave el markedspriser. Med en varmepumpe og en motor, der nettoafregner, vil varmepumpen købe strøm fra nettet i timer, hvor elprisen er under ca. 160 DKK/MWh-el. Timer, hvor elprisen er mellem 160 DKK/MWh-el og 580 DKK/MWh-el, vil varmepumpen og motoren nettoafregne. Endelig vil motoren producere strøm til nettet, når elprisen er højere end ca. 580 DKK/MWh-el. Dette betyder, at der vil være flere driftstimer på motoren, og derved bedre udnyttelse af den eksisterende teknologi, som kan dække faste omkostninger på motorerne.

På denne måde sikres et yderst fleksibelt system, hvor varmepumpen i de billige timer med megen strøm hjælper elsystemet med at aftage strøm, mens motoren i de dyre timer med mangel på strøm vil kunne producere og levere til elnettet til gavn for elsystemet. I timer med mellempriiser og dermed intet behov for hjælp til elsystemet, vil varmepumpen og motoren nettoafregne og derved producere varme til lav pris. Ved nettoafregning, hvor varmepumpen er dimensioneret efter motoren, vil varmepumpen og motoren i princippet fungere som en kedel med en yderst høj virkningsgrad. Denne virkningsgrad afhænger selvfølgelig af motorens samlede virkningsgrad og varmepumpens COP-faktor.

På Figur 2 ses en situation med nettoafregning, hvor varmepumpen er mindre end motorens el-effekt. Det betyder, at der i timer med nettoafregning også vil blive produceret el til elnettet fra motoren, eftersom varmepumpen ikke kan aftage det hele.

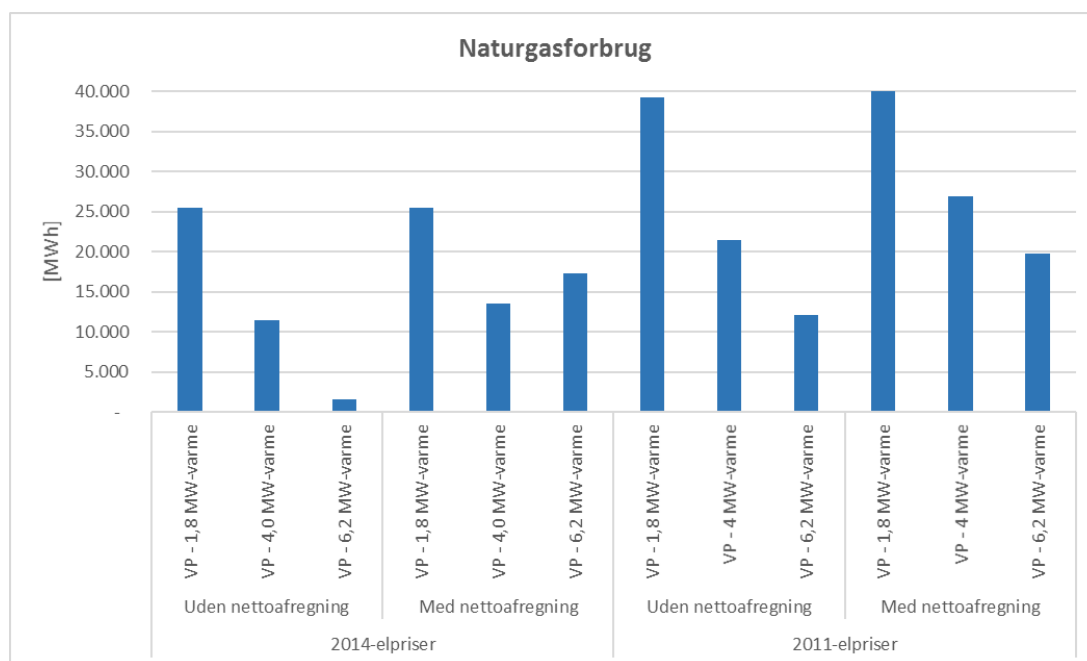


Figur 2. Driftsstrategi ved for lille dimensioneret varmepumpe til nettoafregning

Det betyder, at prisintervallet, hvor nettoafregning kan finde sted, bliver væsentlig mindre, idet elprisen i dette tilfælde spiller ind, da noget af strømmen skal sælges på markedet. Jo mindre varmepumpe, som installeres i forhold til motorens el-effekt, jo tættere vil den grønne linje komme på motorens produktionslinje (den gule). Hvis nettoafregning skal have den størst mulige effekt, skal varmepumpen derfor kunne aftage al den strøm, som motoren producerer.

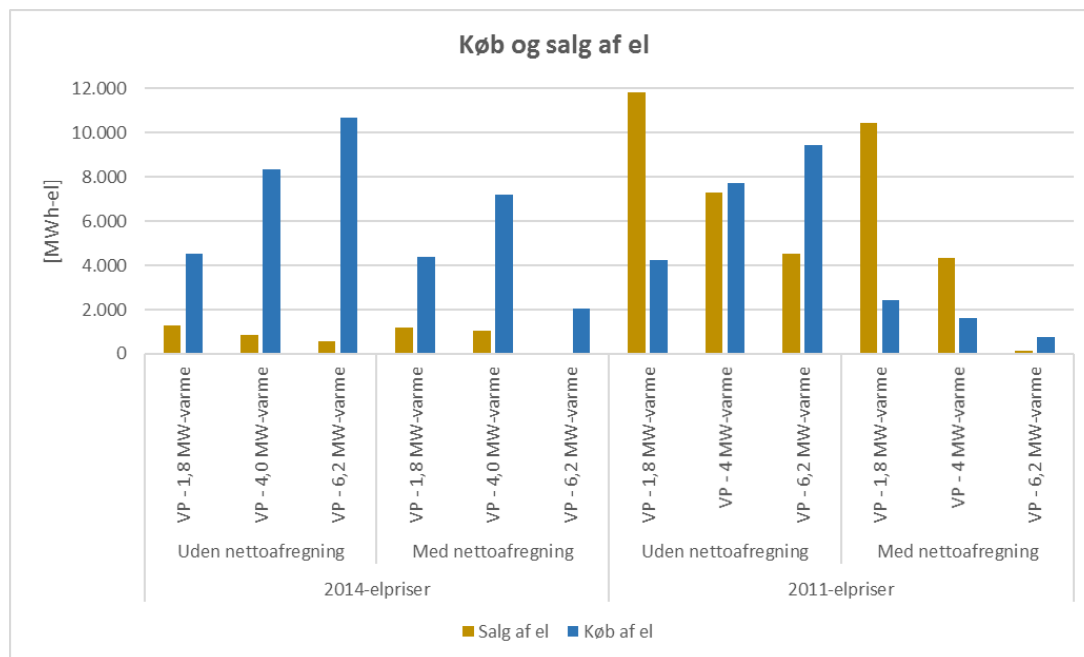
Konsekvenser ved nettoafregning

Der er simuleret tre forskellige scenarier, hvor ovenstående værk har installeret tre forskellige størrelser varmepumper. Alle scenarier er simuleret både med og uden nettoafregning, lige som værket også er simuleret i to forskellige elpris-år. På Figur 3 ses det samlede naturgasforbrug i scenarierne.



Figur 3. Samlet naturgasforbrug for et gennemsnitligt decentralt værk med og uden nettoafregning mellem varmepumpe og motor

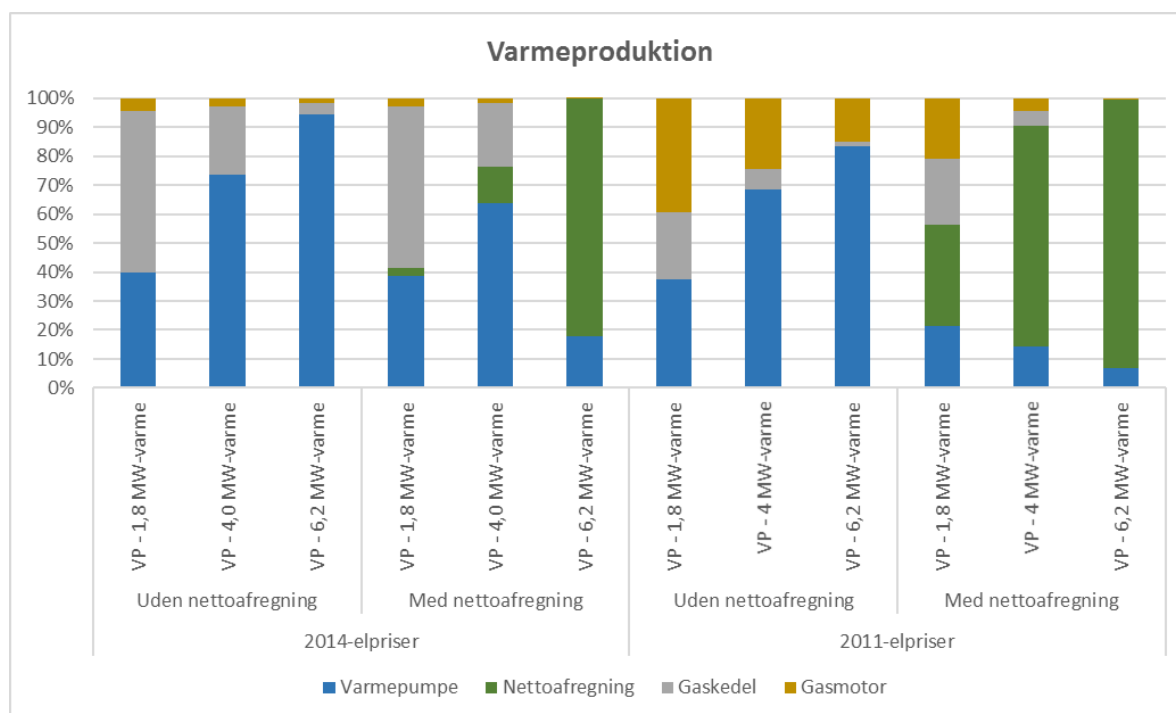
Som det fremgår af figur 3 er naturgasforbruget størst i år med høje elpriser. Her ser man, at jo mindre varmepumpen er, jo større er naturgasforbruget. Når der kigges på enten lave eller høje elpriser, er naturgasforbruget større ved nettoafregning i forhold til uden nettoafregning. Dette skyldes hovedsagligt, at motoren kører mere, når den må nettoafregne, end når den ikke må. Dette kan man også se i Figur 4, hvor køb af el til varmepumpen samt salg af el fra motorerne er vist.



Figur 4. Køb af el til varmepumpe og salg af el fra motorer

Det ses, at salg af el fra motorerne er væsentlig højere i et højprisår end i et lavprisår, mens køb af el til varmepumpen ikke overraskende er lavere i et højprisår end i et lavprisår.

På Figur 5 er den årlige varmeproduktion, fordelt på de forskellige anlæg, med og uden nettoafregning vist.



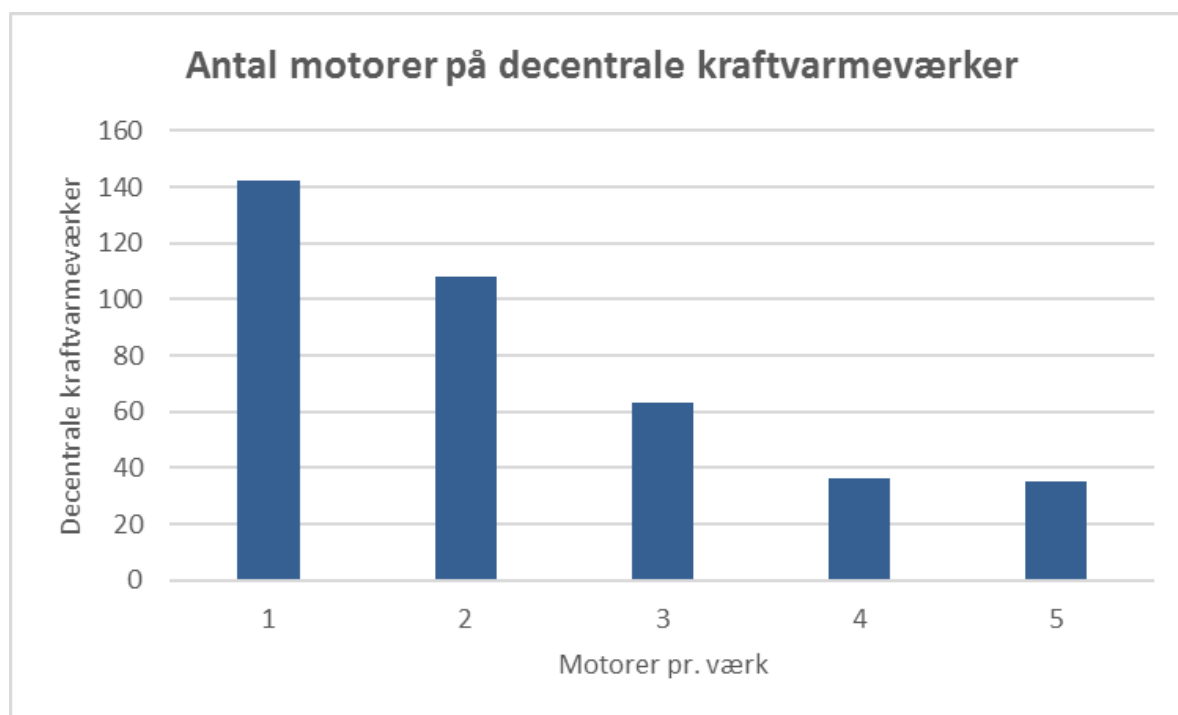
Figur 5. Fordeling af årlig varmeproduktion på anlæg med og uden nettoafregning mellem varmepumpe og motor

Her er det væsentligt at huske, at når nettoafregningsenheden kører, betyder det, at både motoren og varmepumpen kører. Det kan bemærkes, at hvis man for samme elpriser sammenligner varmeproduktionen for værker med samme størrelse varmepumpe med og uden nettoafregning, kan man

se, at der fortrænges en lille mængde kedelproduktion, men ikke ret meget. Ikke engang med den store varmepumpe. Den store forskel på scenarierne med og uden nettoafregning er antallet af driftstimer på motorerne, som er væsentlig større med nettoafregning. Man får størst fordel af nettoafregning hvis motor og varmepumpe 'passer sammen', dvs. varmepumpen kan aftage al elproduktion fra den koblede motor, og der ikke skal sælges el på markedet, når der samproduceres.

Nettoafregning kan sikre den fornødne elproduktionskapacitet

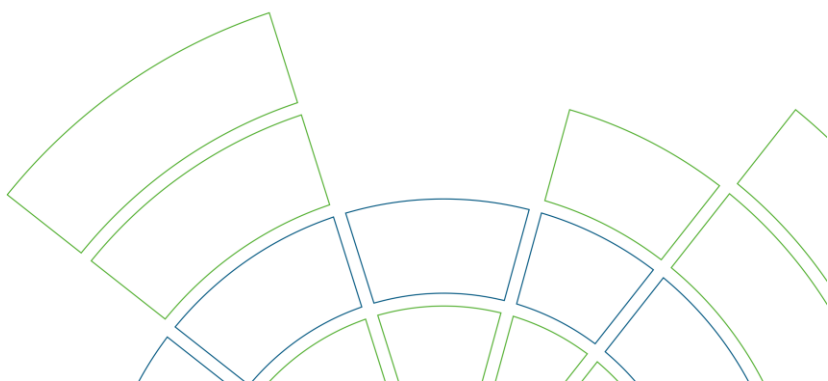
Der er i analysen kun kigget på decentrale kraftvarmeværker. På Figur 6 ses et diagram over hvor mange decentrale kraftvarmeværker der har 1, 2, 3, 4 eller 5 motorer installeret².



Figur 6. Antal decentrale kraftvarmeværker med 1-5 forbrændingsmotorer installeret

For at det skal give mening at nettoafregne, skal varmeoutputtet ved nettoafregning ikke blive for stort i forhold til varmebehovet. Derfor er nettoafregning oplagt for de værker, hvor der er mere end én motor, idet det samlede varmeoutput fra både varmepumpe og motor i nogle timer ellers vil blive for stort. Desuden vil noget af gevinsten ved nettoafregning falde bort, hvis varmepumpen ikke kan aftage al elproduktion fra motoren. Når der er flere motorer, er det derfor oplagt at lade den ene motor bruges til nettoafregning, mens de(n) resterende motorer bruges til almindelig drift. Som det fremgår af Figur 6, er der ca. 240 værker med mere end én motor, og hvor nettoafregning umiddelbart kunne være relevant. Det tal er med stor sandsynlighed lavere i virkeligheden, da nogle af værkerne ikke har brug for en varmepumpe eller ingen oplagte varmekilde har.

² Energistyrelsens Energiproducenttælling 2014



I Tabel 3 vises de årlige besparelser i driftsresultatet fra en situation uden nettoafregning til en situation med nettoafregning. Som det fremgår, er besparelsen størst, hvis varmepumpe og motor er dimensioneret korrekt i forhold til hinanden, hvad enten der er tale om elpriser fra et høj- eller lavprisår.

	Årlig besparelse ved nettoafregning	Simple tilbagebetalingstid af reinvestering i motor
2014-elpriser	[DKK]	[DKK]
VP - 1,8 MW-varme	53.000	≈ 100 år
VP - 4,0 MW-varme	214.000	≈ 25 år
VP - 6,2 MW-varme	795.000	≈ 7 år
2011-elpriser		
VP - 1,8 MW-varme	610.000	≈ 9 år
VP - 4,0 MW-varme	1.482.000	≈ 4 år
VP - 6,2 MW-varme	1.858.000	≈ 3 år

Tabel 3. Årlig besparelse ved nettoafregning samt tilbagebetalingstid ved reinvestering i motor

Foruden besparelsen i det årlige driftsresultat er den simple tilbagebetalingstid for reinvestering i motoren tillige vist. Der er taget udgangspunkt i en reinvesteringsomkostning på 3,0 mio. DKK/MW-el³ svarende til 5,5 mio. DKK for en motor på 1,8 MW-el, som er anvendt i beregningerne. Heraf ses det, at der ved en dimensionering af varmepumpen, hvor den kan aftage al el-produktion fra motoren, opnås tilbagebetalingstider på 3-7 år, afhængigt af elpriserne. Dermed er der indikationer for, at nettoafregning kan bære reinvesteringen i motoren til gavn for både kraftvarmeværket og elsystemet, som sikres udbud af elkapacitet.

³ Energistyrelsens Teknologikatalog, marts 2015

