

# Fjernvarens oversete fleksibilitet

Der tales meget om "smart grids" som værktøj til at håndtere stigende mængder vindkraft. Til gengæld tales der kun lidt om den fleksibilitet, kraftvarmen allerede kan tilbyde i dag.



## Energipolitik

Af civilingeniør Paul-Frederik Bach

Vi skal have meget mere vindkraft. Men vindkraften retter sig ikke efter elforbruget. Derfor skal fremtidens elforbrug rette sig efter vindkraften.

Indtil nu har eksport af vindenergi været den mest anvendte løsning. Det er også gået ret godt, men det vil ikke være en holdbar løsning i fremtiden, når flere lande skal konkurrere om balanceringsydelse fra Norge.

Behovet for indenlandske løsninger er da også bredt anerkendt. Det almindelige svar er "smart grids", som er intelligente el-net, der kan give elforbrugerne incitament til tilpasning af forbruget i forhold til udbuddet.

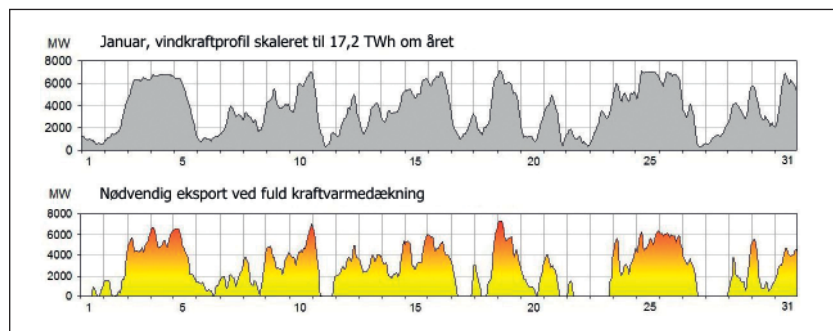
Der tales og skrives rigtig meget om smart grids og især om elbiler. Det er en vigtig udvikling, som kan blive effektiv med tiden, men der er lang vej endnu.

Der er til gengæld påfaldende ringe opmærksomhed om den fleksibilitet, som kraftvarmesystemerne kan tilbyde her og nu.

### Vindkraft kan presse kraftvarmeværker

Der er for lidt elforbrug i Danmark til både kraftvarme og vindkraft. Vindkraften svinger meget, så når vindkraften går op, øges eksporten af el tilsvarende.

Hvis det i fremtiden bliver sværere at sælge el i udlandet, når det blæser, må der skrues ned for kraftvarmeværkerne, fordi de har højere variable omkostninger end vindmøllerne. Det kan føre til, at vindmøllerne presser kraftvarmeværker ud af markedet.



Figur 1 Modelberegning for Danmark for januar 2025 med 50 % vindenergi på årsbasis. Den beregnede eksport ved fuld kraftvarmedækning minder meget om vindkraftprofilen. De mindre krusninger afspejler elforbrugets døgnvariation.

Kraftvarmeværkerne kan imidlertid vælge en mere offensiv strategi end at lade sig presse. Vindkraftens variationer medfører en voksende efterspørgsel efter balanceringsydelser.

Kraftvarmeværkerne har alle muligheder for at kunne gå ind som leverandører i dette marked, hvis de forbereder sig på at udnytte den fleksibilitet, som allerede er indbygget i fjernvarmesystemerne.

### Sådan kan man lagre el i fjernvarmesystemerne

Fjernvarmeværkerne kan aftage el i store mængder. Det kan ske ved, at varmepumper eller el-patroner bruges til opvarmning af fjernvarmevand.

Det er en almindelig indvending, at man kan omdanne el til varmt vand, men ikke lave det varme vand til el igen. For kraftvarmesystemerne er indvendingen forkert.

De fleste kraftvarmeværker har en akkumuleringstank. Den gør det muligt at forskyde kraftvarmeproduktionen til tidspunkter, hvor der er

god efterspørgsel efter el og dermed lukrative markedspriser.

Således kan fjernvarmesystemerne aftage el, når udbuddet er stort, og levere el, når efterspørgslen er stor. Forudsætningen for denne betragtning er, at kraftvarmeproduktion fortsat er effektiv og miljøvenlig og dermed et centralt element i dansk energipolitik.

### Vindkraft og kraftvarme i konkurrence om el-kunderne

Muligheden for at bruge kraftvarmesystemerne som el-lager belyses ved modelberegninger.

Uden vindkraft er der i Danmark i januar god balance mellem forbrug af el og fjernvarme, så el-kunderne kan aftage kraftvarmeværkeres elproduktion. Det forudsætter flittig brug af akkumuleringstankene.

Når elproduktionen forøges med vindkraft, opstår der et overskud af el. Det giver valget mellem eksport af el og omlægning fra kraftvarme til ren

varmeproduktion på reservekedler. Vindenergiens variable omkostninger er så lave, at den kan fortrænge al termisk produktion.

Herved er der opstået konkurrence mellem vindmøller og kraftvarmeverker om et elforbrug, som i Danmark er utilstrækkeligt til begge dele.

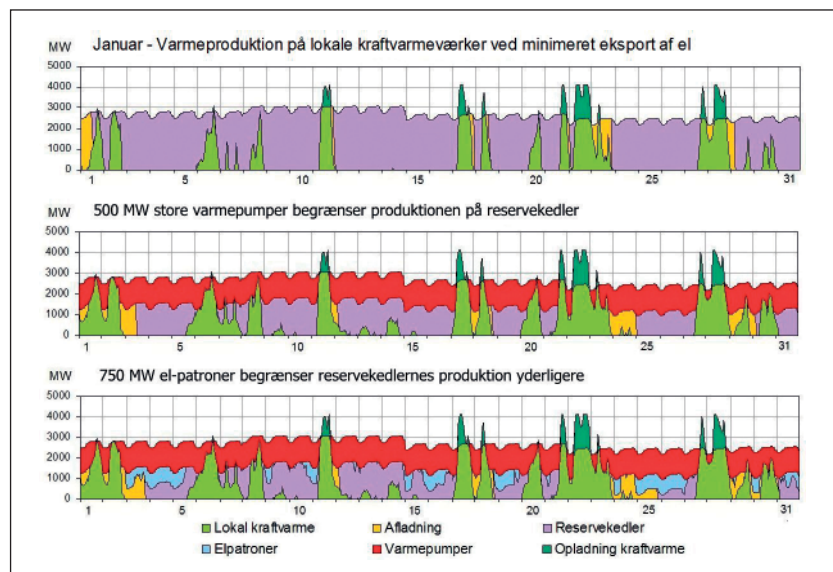
Overgangen fra ren varmeproduktion til kraftvarme indebærer et øget brændselsforbrug, men ikke mere, end at omkostningerne til denne elproduktion næsten altid kan dækkes ved salg til udlandet. Resultatet er en el-eksport med næsten samme profil som vindkraften (figur 1).

Dette billede svarer ret godt til erfaringerne fra den virkelige drift. Ved 50 % vindenergi når behovet for eksport af el i januar op på næsten 8.000 MW.

Vindkraft i Tyskland og Danmark har betydelig samtidighed. Derfor må der regnes med, at det danske eksportbehov kan komme i konkurrence med en langt større eksport fra Tyskland.

Elmarkederne har allerede nu taget den konsekvens, at negative spotpriser accepteres i både Tyskland og Danmark. I Tyskland forekom negative spotpriser i 71 timer i 2009.

Derfor er der god grund til at overveje indenlandske alternativer i form af nye former for elforbrug.



Figur 2 Modelberegningen for januar 2025 til illustration af driften af de lokale kraftvarmeverker. Hvis der ikke kan eksporteres el ad libitum, kan der kun produceres kraftvarme i vindkraftens "huller". Varmepumper og el-patroner giver kraftvarmeverkerne nye muligheder.

Fjernvarmesystemerne udgør på kort sigt den mest oplagte mulighed.

### Kraftvarmeverker med ny fleksibilitet

De lokale kraftvarmeverkers produktion af varme i januar 2025 ved minimeret eksport af el er forsøgt illustreret i figur 2.

I figurens øverste eksempel produceres der kun kraftvarme, når der er ophold i produktionen af vindkraft (de

grønne felter). Akkumuleringsstankene rækker ikke så langt, og der er heller ikke så gode muligheder for opladning. Kraftvarmeverkerne synes at have mistet betydning i det scenarie.

I det næste eksempel er der indsat store varmepumper på kraftvarmeverkerne. Der er skønsomt valgt 400 MW varmepumper på de centrale værker og 500 MW på de lokale. På

(Fortsættes næste side)

## Fjernvarmen breder sig



COWI arbejder med fjernvarme og fjernkøling over hele verden under hensyn til miljø og samfund.

**COWI**  
www.cowi.dk

(Fortsat fra forrige side)

figuren kan man umiddelbart se, at brugen af reservekedler reduceres, varmtvandslagrene rækker længere, og det øgede elforbrug giver plads til lidt større kraftvarmeproduktion.

Endelig er der i det sidste eksempel indsat el-patroner med 750 MW i både centrale og lokale værker. Den mest synlige virkning i januar er en yderligere reduktion af produktionen med reservekedler.

I eksemplet bruges der knap 8 % af det traditionelle elforbrug til varmepumper og el-patroner.

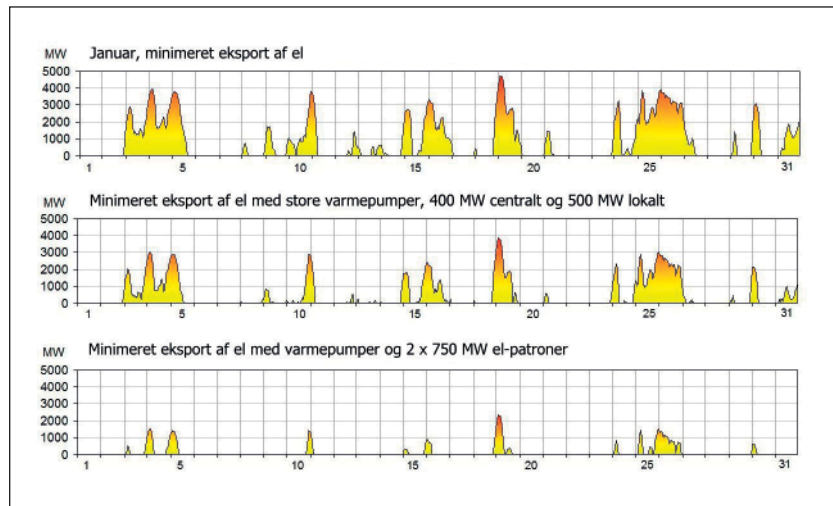
Om man i virkeligheden vil drive varmepumper og el-patroner som vist i figur 2, afhænger naturligvis af markedsforholdene. Det afgørende er, at man i driften har valgmuligheden. Det vil gøre det muligt for kraftvarmeverkerne at deltage aktivt i markedet for balanceringsydelser ved at aftage overskydende el, når det er billigt nok, og ved at producere el, når det er profitabelt. Det kan blive en aktiv og interessant fremtid for progressive kraftvarmeverker.

Det kan ikke på forhånd afgøres, hvor meget kapacitet der med fordel kan installeres i varmepumper og el-patroner. Den gennemsnitlige benyttelsestid vil falde med stigende kapacitet. I eksemplet opnår varmepumperne ved de lokale kraftvarmeverker en gennemsnitlig benyttelsestid på 2.414 timer og el-patronerne en gennemsnitlig benyttelsestid på 801 timer. I virkelig drift vil det ofte være en fordel at eksportere overskydende el, derfor må der forventes lavere benyttelsestider.

### Eksportbehovet kan nedbringes

En umiddelbar virkning af, at kraftvarmeverkerne kan bruge el til opvarming af vand, er et mindre behov for eksport af el. Figur 3 illustrerer mulighederne.

Ved fuld kraftvarmedækning viser figur 1 et eksportbehov i januar på op til næsten 8.000 MW. Eksporten kan minimeres ved stop af kraftvarmeproduktion. Så skal der, ifølge det øverste eksempel i figur 3, eksporteres op mod 5.000 MW.



Figur 3 Varmepumper og el-patroner kan nyttiggøre el i Danmark og derved reducere den nødvendige eksport væsentligt. Eksport af el minimeret ved stop af kraftvarmeproduktion, men uden begrænsning af vindkraften.

De i alt 900 MW varmepumper vil reducere eksportbehovet til lidt under 4.000 MW. Yderligere 1.500 MW el-patroner reducerer eksportbehovet tilsvarende til lidt over 2.000 MW. På årsbasis er der tale om en eksportreduktion fra 2,9 TWh til 0,8 TWh. Det betyder, at kraftvarmen kan absorbere en betydelig del af vindkraftens variationer.

### Store muligheder for kraftvarmeverkerne

Nogle få tal på årsbasis kan illustrere de forbedringer, som kan opnås (Tabel 1).

Ved fuld kraftvarme bliver behovet for eksport af el 39,5 % af den producerede vindenergi. Dette tal kan reduceres til under 10 %. Eksporten kan minimeres til 16,6 % ved omlægning af 23,7 % af varmebehovet til reservekedler. Disse to tal reduceres med varmepumper og el-patroner til 4,4 % og 5,0 %. Der kan således opnås en langt bedre fleksibilitet i det samlede danske energisystem.

Siden 2005 er produktionen på de decentrale kraftvarmeverker ifølge Energistyrelsens statistik gået tilbage med ca. 25 %. Det afspejler måske allerede en skærpet konkurrence på elmarkedet. Tendensen kunne tale for en revurdering af de decentrale kraftvarmeverkers fremtidige rolle.

Et effektivt og aktivt samspil mellem vindkraft og kraftvarmeverker

kan blive en effektiv løftestang for dansk energipolitik i årene indtil 2025. I modsat fald risikerer Danmark lukning af kraftvarmeverker og en uheldig afhængighed af udenlandske balanceringsydelser.

For de enkelte kraftvarmeverker kan det være vanskeligt at vurdere risikoen og lønsomheden ved en investering i store varmepumper og el-patroner. Det kan blive afgørende, om energiafgifter og andre rammebetingelser støtter denne udvikling, og om markedsordningerne for el er overskuelige og transparente.

### Om beregningerne

I beregningerne er der opstillet et eksempel, som skal gælde for hele Danmark omkring 2025 med en vindkraftdækning på 50 % af det traditionelle elforbrug. Der indgår tre tidsserier på 8.784 timer i data: Vindkraft, elforbrug og varmeforbrug. For hver time skal modellen sikre balancen i både el- og varmeforsyning. Det sker ved at kalde overskydende elproduktion for "eksport" og manglende kraftvarmeproduktion for "reservekedler".

Der foreligger ikke data til en økonomisk optimering. Derfor er der afprøvet to driftsstrategier: Maksimeret kraftvarmeproduktion og minimeret el-eksport.

Det er interessant at belyse konsekvenserne af fuld kraftvarmeproduktion, fordi det i det lange løb kun har

Strategi	Max kraftvarme			Minimum eksport		
	Overløb	Reservekedler	El-opvarmet	Overløb	Reservekedler	El-opvarmet
Danmark 2025 50 % vindenergi	% af vindproduktion	% af behov for kraftvarme		% af vindproduktion	% af behov for kraftvarme	
40 GWh lager (reference)	39,5	0	0	16,6	23,7	0
+900 MW varmepumper	17,9	0	14,9	10,1	8,0	14,9
+1.250 MW elpatroner	9,2	0	18,4	4,4	5,0	18,4

Tabel 1 Varmepumper og elpatroner kan i betydelig grad reducere behovet for eksport af el som følge af vindkraften.

mening at bevare kraftvarmeværker, som kan sælge både el og varme.

Det er også interessant at kende konsekvenserne af at minimere el-eksporten, fordi det ikke er sikkert, at der altid vil være efterspørgsel efter el i udlandet. Flere lande omkring os har ambitiøse vindkraftplaner, og de

forventer alle at kunne købe balance-ringsydelse i Norge.

Afhængigt af forholdene på det internationale el-marked vil virkeligheden drif foregå et sted mellem de to yderpunkter.

Der er mange usikkerheder ved en beregning for 2025. Ved en belysning

af kraftvarens fleksibilitet spiller kapaciteten af akkumuleringstanke en særlig rolle. Der er skønnet en samlet kapacitet på 10 GWh for centrale værker og 30 GWh for lokale kraftvarmeværker.

pfbach@mail.dk

## Oppetid... 16 år!



MULTICAL® 402 er energimåleren, som giver dig det bedste inden for præcisionsmåling, trådløs datakommunikation og enkel betjening – non-stop – i 16 år.

Få mere information om MULTICAL® 402 på [www.kamstrup.dk](http://www.kamstrup.dk) eller ring 89 93 10 00.



Kamstrup A/S · Industrivej 28, Stilling · 8660 Skanderborg · Tel: 89 93 10 00 · [info@kamstrup.dk](mailto:info@kamstrup.dk) · [www.kamstrup.dk](http://www.kamstrup.dk)