

Vindkraft og kraftvarme i konflikt eller samspil?

I forbindelse med Energinet.dk's EcoGrid.dk projekt bemærkede jeg, at rigelighed af el forekommer på tidspunkter, hvor der efterspørges varme til fjernvarmesystemerne. Jeg gik så vidt som at hævde, at opvarmning af fjernvarmevand med overskuds-el kunne give det danske spotmarked den nødvendige fleksibilitet, især ved en høj andel af vindkraft. Jeg sandsynliggjorde det ved grafiske eksempler på timebasis. Men jeg kunne ikke bedømme potentialet kvantitativt.

For Renewable Energy Foundation gennemførte jeg i 2009 en undersøgelse¹ af vindkraft og spotmarkeder i Danmark og Tyskland for årene 2006 til 2008. Dette arbejde afdækkede mange af de situationer, hvor vindkraftens tilfældige udsving skabte ekstreme markedssituationer, men det omfattede ikke kraftvarmeforsyningen, og det var ikke fremadrettet.

Mange har hævdet, at det ikke vil blive noget problem at håndtere overskydende elektricitet, fordi det kan lægges på lager i Norge. Det skal man også gøre, når det er lønsomt, men det vil det ikke altid være. Nordmændene tager sig betalt for deres service, og prisen afhænger af de danske alternativer. Det er markedets vilkår. Derfor kan indenlandsk fleksibilitet være værdifuld.

For at kunne studere samspillet mellem vindkraft, elforbrug og varmeforbrug gennem et helt år har jeg lavet en model på timebasis i form af et regneark.

Kort om modellen

Som udgangspunkt anvendes timeværdier for vindkraft og elbelastninger 2008 fra Energinet.dk's hjemmeside. Der anvendes data fra det vestlige Danmark, som hidtil har haft den højeste andel af vindkraft. Tidsserierne kan relativt let skiftes ud med mere aktuelle eller relevante data.

Varmeforbruget fordeles på årets timer efter en profil. Det totale varmeforbrug, som forsynes fra henholdsvis centrale og decentrale kraftvarmewærker, er skønnet ud fra Energistyrelsens statistik². Her findes kun tal for hele landet. Det gør varmemodellens nøjagtighed usikker. Det er antaget, at forbruget vest for Storebælt er 60 % af hele landets forbrug.

Det er velkendt, at samproduktion af el og varme sparer brændsel og dermed miljøbelastninger og penge i forhold til separate produktioner. Men det er kun en fordel, hvis der er et samtidigt behov for begge produkter.

Det har taget mange år først at opnå bred accept af denne simple sammenhæng og derpå en ændret lovgivning til forhindring overflødig elproduktion og unødvendigt brændselsforbrug.

Modellen rummer ingen økonomiske data og træffer ingen økonomiske valg. Der opretholdes et specificeret minimum for termisk produktion af el af hensyn til driftssikkerheden, hvorefter vindkraften sættes ind. Et eventuelt udækket elforbrug herefter forsynes i følgende rækkefølge: central kraftvarme, decentral kraftvarme og kondensproduktion.

¹ Paul-Frederik Bach: The Effects of Wind Power on Spot Prices, Renewable Energy Foundation, London, March 2009.

² Energistyrelsen: Energistatistik 2008, side 14.

Varmtvandsakkumulatorene findes allerede i kraftvarmesystemerne. Derfor kan der skrues op for den decentrale kraftvarme, hvis der er udækket elbehov samt plads i varmtvandslageret. Udækket varmeforbrug herefter forudsættes dækket med spidslastkedler.

Eventuel overskydende vindenergi forudsættes eksporteret.

Den beskrevne driftsstrategi er forenklet. Den vil kunne forfines, men ikke til et realistisk niveau uden en model af markedsforholdene.

Modellen består af to programmer.

Et forberedelsesprogram danner tidsserier på grundlag af følgende supplerende data:

- Central kraftvarme: årligt varmeforbrug, minimum elproduktion og c_M^3 .
- Decentral kraftvarme: årligt varmeforbrug og c_M .
- Faktor til op- og nedskalering af vindkraft

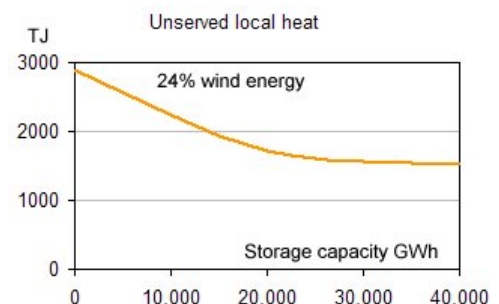
Et simuleringsprogram danner resultater på årsbasis på grundlag af følgende supplerende data:

- Samlet kapacitet af varmtvandsakkumulatorene ved decentrale kraftvarmeværker
- Samlet kapacitet af elektriske vandvarmere ved decentrale kraftvarmeværker
- Samlet elektrisk kapacitet for decentrale kraftvarmeværker

Eksempel med supplerende data og hovedresultater vises på bilag 1.

Varmtvandslagre giver mulighed for mere samproduktion

I 2008 var den producerede vindenergi vest for Storbælt 24 % af elforbruget. Muligheden for at oplagre energi i form af varmt vand findes i fjernvarmesystemerne. I modellen er der kun energilagere for decentrale værker, men i virkeligheden findes de også på centrale kraftvarmeværker. Eksemplet tyder på, at varmelagrene i 2008 kan halvere den kraftvarmemængde, som må henvises til spidslastkedler.



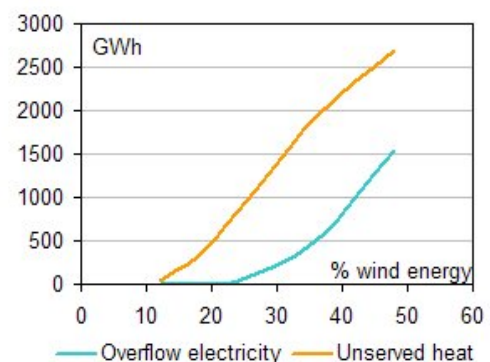
Vi vil i det følgende forudsætte, at varmtvandslagrene kan udnyttes med op til 40 GWh.

For lidt elforbrug til både vindkraft og kraftvarme

En serie beregninger med varierende mængder af vindkraft og uden brug af elektriske vandvarmere viser, hvordan vindkraften griber ind i kraftvarmeproduktionen.

På figuren er overskydende el og fjernvarme fra spidslastcentraler for sammenligningens skyld vist i samme enhed, nemlig GWh.

Som det fremgår, begynder vindkraften at fortrænge kraftvarmeproduktion ved en vindenergiandel



³ c_M er forholdet mellem elproduktion i MW og varmeproduktion i MJ/s ved ren modtryksproduktion

omkring 10 %. Ved 48 % må ca. 1.500 GWh vindenergi (eller 14 % af den producerede vindenergi) eksporteres. Over 2.500 GWh fjernvarme (eller 18 % varmebehovet i kraftvarmesystemerne) må dækkes af spidslastcentraler, fordi der ikke er elforbrug nok til samproduktionen af el og varme.

Man skal altså forstå, at både vindkraft og kraftvarme forudsætter elforbrug. Med en stor udbygning af både vindkraft og kraftvarme kommer disse aktiviteter til at konkurrere om elforbruget, som dermed bliver en knap ressource.

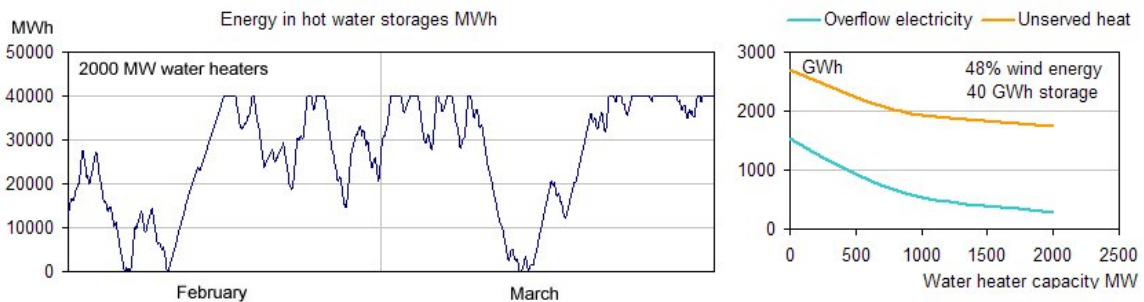
I praksis løses problemet ved eksport. På grund af vindkraftens lave variable omkostninger og muligheden for samproduktion af el og varme kan der bydes meget billig el ind i det internationale marked. I eksemplet skal der eksporteres ca. 3.250 GWh el (nemlig 1.500 GWh vindenergi og 1.750 GWh kraftvarme-el eller ca. 15 % af elforbruget) for at få fuld udnyttelse af både vindkraft og samproduktion af el og varme. Det bedømmer jeg som en uheldig binding for danske markedsaktører og for Energinet.dk.

I det følgende belyses virkningen af brug af vandvarmere til konvertering af el til varmt vand.

Elvandvarmere til fordel for både vindenergi og kraftvarme

En række beregninger er gennemført med både elopvarmet fjernvarmevand og varmtvandslagre.

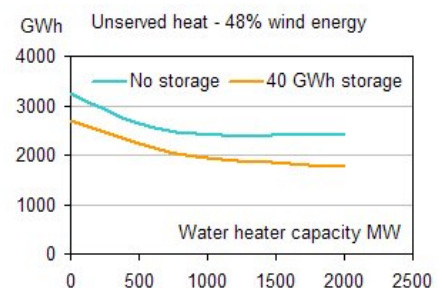
Den overskydende elektricitet ved 48 % vind energi rækker til ca. halvdelen af det udækkede varmebehov.



Figuren viser, hvordan næsten hele den overskydende el kan udnyttes i fjernvarmeforsyningen, og at vandvarmerne kan tage markedsandele fra spidslastcentralerne.

Det fremgår også, at varmelagrene udnyttes. Den relative rigelighed af el betyder, at lagrene i overvejende grad er fyldt op i hele den varme årstid. En mere raffineret driftsstrategi kan måske øge nytten af lagrene.

Det ser ud til, at både vandvarmere og lagre bidrager til mindre brug af spidslastkedler, men at vandvarmerne står for det største bidrag.



I eksemplet foran udnyttes vandvarmerkapaciteten på 2.000 MW fuldt ud, men tilsyneladende er effekten af at installere vandvarmere ud over ca. 1.000 MW begrænset.

Samordning med kraftvarme halverer problemerne

Formålet med disse regnestykker har været at demonstrere størrelsesordenen af de forbedringer, som kan opnås ret billigt og ukompliceret ved samordning af el- og kraftvarmeforsyning.

Vindenergi og kraftvarme konkurrerer om elforbruget. Vindenergien fortrænger kraftvarme. Generelle elbesparelser gør situationen værre.

Hvis man med det nuværende elforbrug øger andelen af vindenergi fra 10 til 50 %, flyttes ca. 20 % af fjernvarmen fra kraftvarmeverker til spidslastcentraler. Hvis man ikke udnytter eksisterende varmelagre ved decentrale værker, øges tallet til 24 %. Trods prioriteringen af vindkraften kan ca. 15 % af vindenergien ikke afsættes i Vestdanmark.

Sættes ca. 1.000 MW elkedler ind sammen med fuld udnyttelse af varmtvandslagrene reduceres spidslastcentralernes bidrag til ca. 13 %, og eloverløbet reduceres til omkring en tredjedel. Elkedlerne vil få en benyttelsestid på lidt under 1.000 timer svarende til en capacity factor på 11 %. Dette giver en lidt svag baggrund for brug af varmepumper.

Hvis man skal eksportere sig ud af problemet, skal der på tidspunkter med overskud af el eksporteres ca. 3.300 GWh svarende til ca. 15 % af elforbruget.

Modellen har sine mangler, men jeg synes ikke, der kan være tvivl om, at samordningen mellem el- og varmeforsyning rummer et betydeligt potentiale. Dette ene virkemiddel kan næsten halvere det problem, som opstår med 50 % vindenergi.

Den beskrevne mulighed bør ikke medføre, at der slækkes på udviklingen af andre virkemidler.

Jeg opfatter troen på, at problemerne vil drukne i det store europæiske ocean, som strudsepolitik. Jeg forventer en massiv international efterspørgsel efter reguleringsydelse i fremtiden. Markedet vil bestemme prisen i forhold til de forhåndenværende alternativer. Derfor vil enkle og effektive indenlandske virkemidler øge valgmulighederne for danske aktører til gavn for både dansk økonomi og dansk miljøpolitik.

Eksempel med forberedelse af data og beregning af hovedresultater

Central power plants			Observed	Residual	Net	exchange	Thermal	Electr.		
Heat demand	TJ/year	33.000		demand	Import	Export	generation	demand		
Min electric generation	MW	350,00	hours	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh		
Counter pressure cM	MW/MJ/s	0,60	8.784	16.430	1.655	2.682	17.457	21.622		
Local CHP plants			Heat	Central			Local			
Heat demand, local	TJ/year	16.000	model	heat	Max	Min	heat	Max		
Counter pressure cM	MW/MJ/s	0,70	hours	TJ	MJ/s	MJ/s	TJ	MJ/s		
			8.784	33.000	2.278	583	16.000	1.105		
Wind power			Adjusted	Wind	Residual	demand				
Correction	Factor	2,00	hours	power	> 0	< 0				
			8.784	GWh	GWh	GWh				
				10.384	12.264	1.025				
Hot water storages			Simulation	Thermal	Wind	Electr.	Stored	Overflow	Balance	Cond.
Capacity	MWh	40.000	hours	prod.	prod.	heat	energy	export	electr.	electr.
Local electric heaters			8.784	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
Capacity	MW	1.000		12.771	10.384	834	132	567	0	6.007
Local CHP plants			Central	heat	Central	Local	heat		Storage	Local
Capacity	MW	800	CHP	Other	CHP-el.	CHP	Electr.	Other	ultimo	CHP-el.
			TJ	TJ	GWh	TJ	TJ	TJ	TJ	GWh
			27.321	5.679	4.553	11.368	3.478	1.298	144	2.211
				Max el.	Max	Max	Max	Max	Max	Max
				to heat	charge	discharge	demand	thermal	wind	
				MW	MW	MJ/s	MW	MW	MW	
				1.000	849	955	3.748	3.616	4.353	