

---

Artikel til Danmarks Vindmølleforenings blad *Naturlig Energi* om

## Vind som varmeleverandør

*Anders N. Andersen, leder Energisystemafdelingen i EMD International A/S*  
*Jørgen Krarup, Miljømasterstuderende på Aalborg Universitet*

Der er meget bred enighed i Danmark om at vi skal langt længere med at omstille energiforsyningen til vedvarende energi for at gøre os mere uafhængig af fossile brændsler. Der er næppe mange i dagens Danmark (på nær et flertal i Folketinget) som er i tvivl om at set i det perspektiv skal el fra vindmøller via varmepumper bruges til at dække vores behov for varmt vand og rumvarme. Hvis man er i tvivl herom, kan man blot se på Figur 1. Allerede med den nuværende udbygning med vindmøller er der i Vestdanmark timer, hvor vindmøllerne producerer mere end elforbruget. Når vi nu fortsætter udbygningen vil der blive mange timer, hvor el fra vindmøller vil være til rådighed til at dække f.eks. vores varmebehov.

Figur 1 fortæller også en anden interessant historie. Jo mere vi udbygger med vindmøller, jo flere timer dækker vindmøllernes vores elbehov og jo færre timer skal de andre produktionsanlæg producere el. F.eks. betyder det at med en betydelig udbygning med vindmøller skal kraftvarmeanhederne på kraftvarmeværkerne producere så lidt el, at de ikke længere kan dække byens varmebehov med kraftvarme, men bliver f.eks. nødt til at starte deres naturgaskedler. Det er derfor oplagt, at der etableres store varmepumper på de danske kraftvarmeværker, så vi undgår den rene kedelproduktion. At det skal være varmepumper i stedet for elkedler (ofte kaldt elpatroner) er også relativt let at forstå. En varmepumpe kan lave 1 kWh-strøm om til 3-4 kWh-varme, hvorimod en elkedel kun laver 1 kWh-strøm om til 1 kWh-varme.

Nogle ville givet vis her pege på at man blot kan omstille naturgaskedlerne til biomassekedler, hvorved den forøgede kedelproduktion er bæredygtig. Men i en bæredygtig energiforsyning er biomassen en begrænset ressource som ikke skal avendes til ren varmeproduktion men i stedet bl.a. skal anvendes til kraftvarmeproduktion i de timer, hvor vindmøllerne ikke producerer nok el.

Den folkelige og politiske modstand mod vind som varmeleverandør døde den nat, hvor møllerne producerede så meget, at vi blev nødt til at tvangslukke møllerne, fordi vi ikke kunne komme af med strømmen. Den nat blev det klart, at vi også skal nyttiggøre vindmøllernes strøm i timer, hvor de producerer ud over elforbruget. Politikerne gik i gang med at tilvejebringe lovgrundlaget for at det kan lade sig gøre anvende el til varmeproduktion på kraftvarmeværkerne. Med lov nr. 1417 af 21. december 2005 er afgiften på kraftvarmeværkers varmeproduktion uden samtidig kraftproduktion reduceret til 50 kr./GJ-fjernvarme (svarende til 18 øre/kWh-fjernvarme) årligt indexeret, samtidig med at PSO-afgiften er fjernet for dette elforbrug. Formålet med afgiftslempelsen har også været at give kraftvarmeproducenter en for samfundet bedre valgmulighed mellem varmeproduktion på kraftvarmeanlæg og varmeproduktion på rene varmeproduktionsanlæg. Afgiftslempelsen fremmer produktion af varme på naturgaskedler og elkedler. Men det var klart for alle, at hvis man reducerede elafgiften til 18 øre/kWh-el på den el, som blev brugt til varmeproduktion, ville det udløse en massiv udbygning med varmepumper og dermed ville staten stå til at få et "alvorligt" afgiftsmæssigt provenuetab, fordi forbruget af naturgasforbruget ville blive reduceret. For at forhindre denne udbygning med varmepumper men dog tillade at kritisk overskud af el kunne nyttiggøres i elkedler, flyttede man afgiften fra at være pålagt brændselsinput (naturgas eller el) til at være pålagt varmeoutput fra de rent varmeproducerende anlæg. Så i stedet for at afgiften på el til varmeproduktion på kraftvarmeværker blev nedsat til 18 øre/kWh-el blev den nedsat til 18 øre/kWh-fjernvarme. Det samme skete med naturgassen, hvor afgiften på 2,24 kr per forbrugt m<sup>3</sup> naturgas blev ændret til 18 øre/kWh-fjernvarme. For at blokere for udbygningen med varmepumper brød man dermed med en meget

---

grundlæggende princip om at afgifter skal være med til at skabe miljørigtig adfærd. Ved at lægge afgiften på varmeoutput er afgiften ikke længere med til at fremme effektive naturgaskedler og jo mere effektiv varmepumpen er (jo større COP-værdi) jo mere bliver varmepumpen afgiftsbelagt set i forhold til dets elforbrug.

Selv om det er oplagt, at vi skal etablere store varmepumper, er status i dag at vi praktisk talt ingen driftserfaring har med store varmepumper på fjernvarmeværker. Hvis vi inden for de næste 10 år skal gennemføre udbygningen med store varmepumper, er det vigtigt at vi snarest kommer i gang med at opbygge denne driftserfaring på trods af at et flertal i Folketinget ikke i øjeblikket ønsker at fremme varmepumper. I denne artikel beskriver vi hvorledes man kan komme i gang med at opbygge denne driftserfaring ved at udnytte et "smuthul" i loven. Smuthullet består i at strøm fra en gammel vindmølle i en given time kun får hvad strømmen kan sælges til i spotmarkedet inklusiv et mindre pristillæg og at denne strøm fra gamle vindmøller ikke er afgiftsbelagt, hvis et varmepumpeselskab ejer møllen og har trukket en direkte ledning mellem møllen og varmepumpen. I tabel 1 er vist et eksempel på at i det tilfælde vil en varmepumpe kunne producere billig varme. Ved f.eks. en COP-værdi på 3 vil varmepumpens nettovarmeproduktionsomkostning være ca. 120 kr/MWh-varme (368 kr/MWh-el divideret med 3).

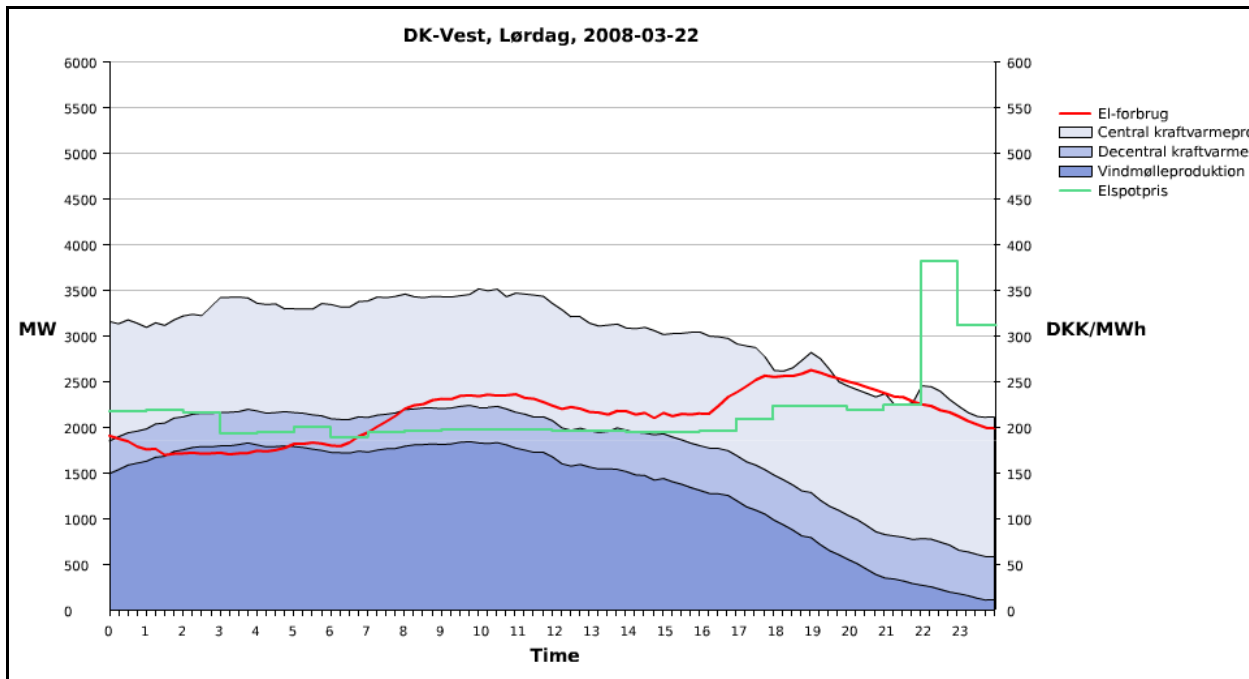
Som et eksempel på at denne billige varme kan være attraktiv har vi analyseret økonomien i at etablere en varmepumpe i Frederikshavn i forbindelse med de 4 gamle møller på havnen (møllerne har tilsammen en effekt på 10,6 MW).

Vi har i EDB-værktøjet energyPRO opbygget en model af Frederikshavns fjernvarmeforsyning, som ud over de eksisterende produktionsanlæg indeholder en varmepumpe, som kan køre når møllerne producerer og som også kan hente strøm direkte fra elnettet. Ved optimering af driften tager energyPRO udgangspunkt i Frederikshavns fjernvarmeforsynings specifikke nettovarmeproduktionsomkostninger vist i Figur 2.

I Figur 3 er vist resultatet i en uge i september af en af energyPRO simuleringerne af de forventede varmeproduktioner i Frederikshavn. Det ses bl.a. at hvis spotprisen er høj, producerer varmepumpen alene varme på strømmen fra vindmøllerne, men i timer med lav spotpris laster varmepumpen op til sin fuldlast, ved at der købes el fra nettet.

Med de antagne forudsætninger vil en varmepumpe på 6 MW-varme årligt reducere Frederikshavns fjernvarmeforsynings nettovarmeproduktionsomkostninger med ca. 6,8 mill. kr. Med den vurderede anlægsinvestering vist i Tabel 2 giver det en simpel tilbagebetalingstid på 5,3 år, som i et konkret projekt i mange tilfælde vil kunne forbedres yderligere.

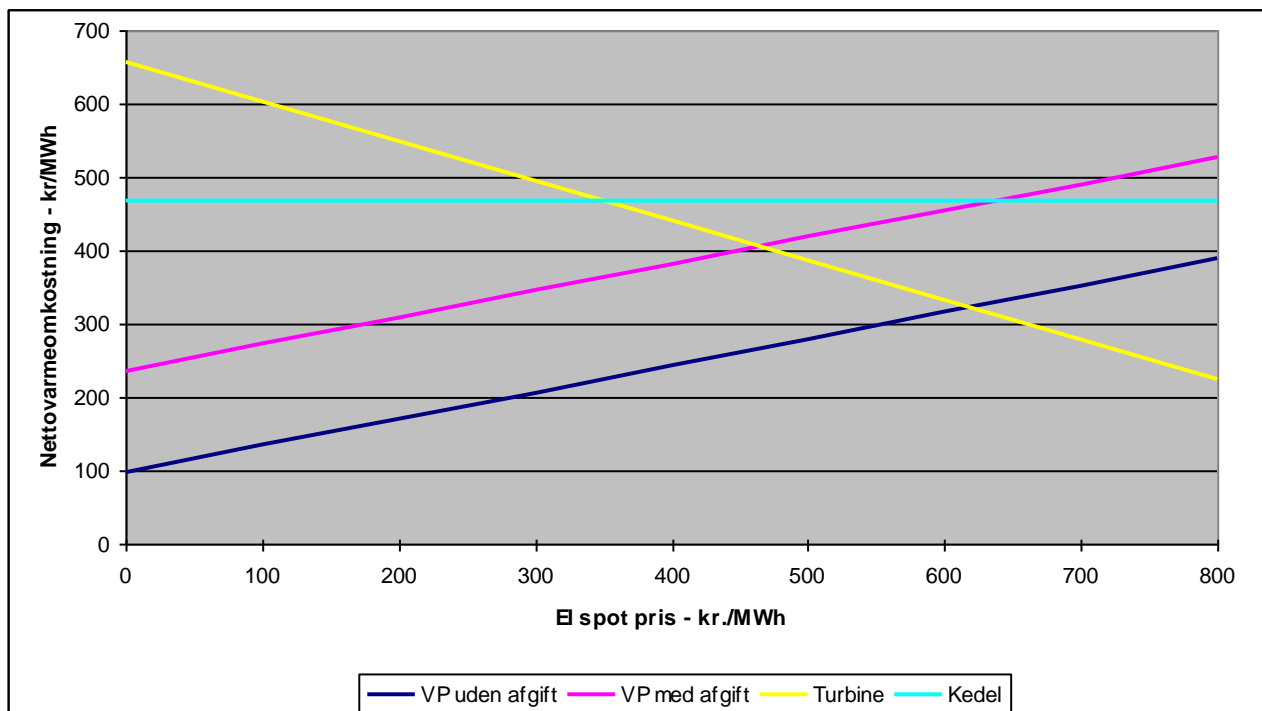
Så som afslutningsbemærkning kan vi kun gentage. Der er tilstrækkeligt med huller i den nuværende lovgivning til at vi kan komme i gang med opbygge driftserfaring med store varmepumper på fjernvarmeværker, således at når et flertal i Folketinget kan gå ind for at fremme varmepumper, er den tekniske knowhow tilstede til at vi forsvarligt kan gennemføre udbygningen med store varmepumper.



Figur 1: EMD International henter løbende produktionsdata fra den systemansvarliges FTP-server og synliggør disse data online på hjemmesiden [www.emd.dk/el](http://www.emd.dk/el). I denne figur er vist data for Vestdanmark den 22. marts 2008.

Tabel 1: Eksempel på nettoomkostning per forbrugt MWh-el på varmepumpen, når strømmen kommer direkte fra en gammel mølle, som alternativt kunne have solgt den til f.eks. 100 kr/MWh-el i spotmarkedet.

Net- og systemtarif, Energinet.dk	55kr./MWh-el
Nettarif, distribution	80kr./MWh-el
Vindmøllestrøm, pristillæg til spotpris	123kr./MWh-el
D&V af varmepumpe	10kr./MWh-el
Mistet spotsalg	100kr./MWh-el
<b>Nettoomkostning i alt:</b>	<b>368kr./MWh-el</b>



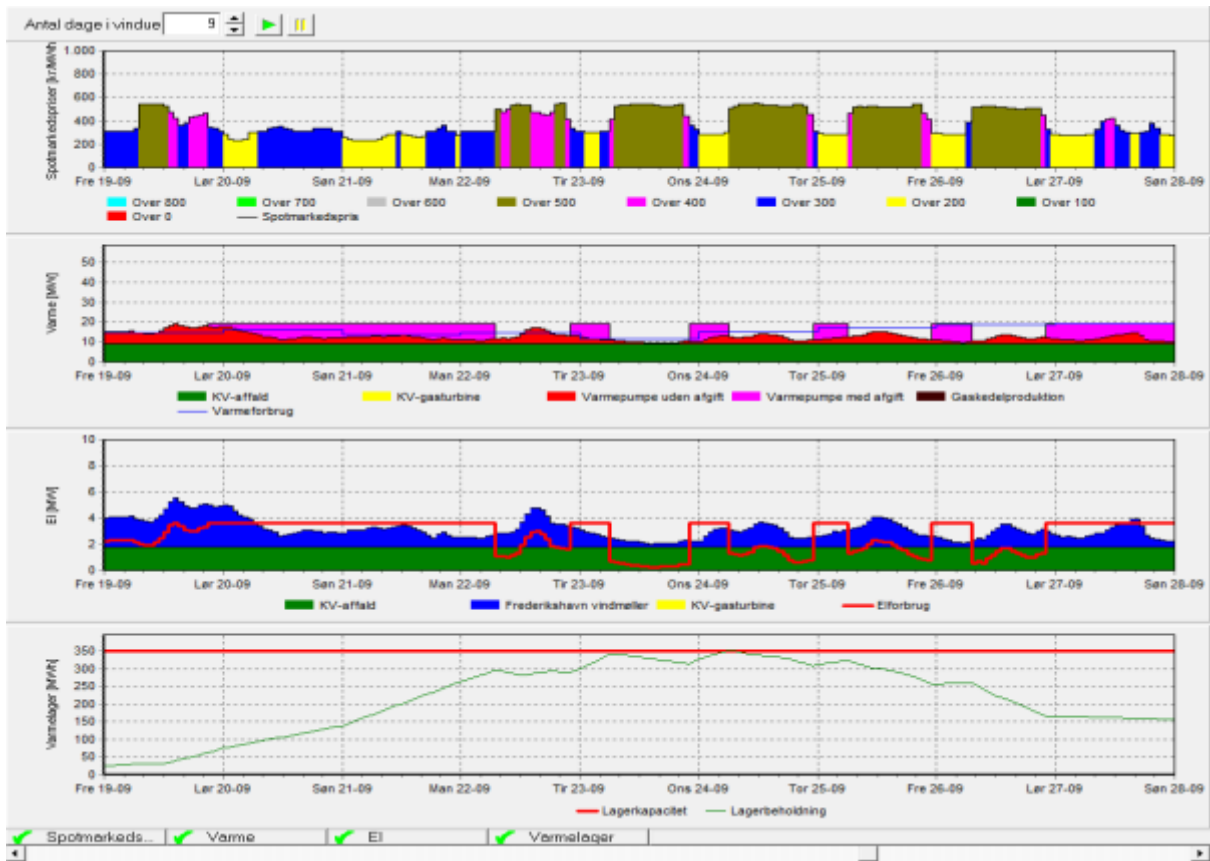
Figur 2: Frederikshavns nettovarmeproduktionsomkostninger på gasturbinen og naturgaskedlen holdt op imod en varmepumpe med en COP på 2,75.

**Tabel 2: Vurdering af investering i en varmepumpe, med 6 MW-varme output og direkte fortrådet til gamle møller.**

(alle beløb i 1000 kr)

Varmepumpe anskaffelse <sup>1</sup>	20.000
Byggegrund og bygning	4.000
Tilslutning til elnettet, (900 kr./ampere)	2.700
Internt kabel mellem vindmøller og pumpe	750
Elinstallationer, 10 kV transformere	1.500
Rørinstallationer til fjernvarme	3.000
Styring (SRO/SCADA)	500
Projektering	1.000
Installation, supervision mv.	2.500
<b>I alt</b>	<b>35.950</b>

<sup>1</sup> Gennemsnitsværdi fra [Energistyrelsen, 2005].



Figur 3: En energyPRO-model af Frederikshavns fjernvarmeforsyning, som ud over de eksisterende produktionsanlæg indeholder en varmepumpe, som kan køre når møllerne producerer og som også kan hente strøm direkte fra elnettet.