

Er kraftvarmen under afvikling i Danmark?

Fjernvarme og kraftvarme har gennem næsten 100 år haft en støt voksende rolle til rumopvarmning i Danmark, men nu ser det ud til, at udviklingen er vendt.

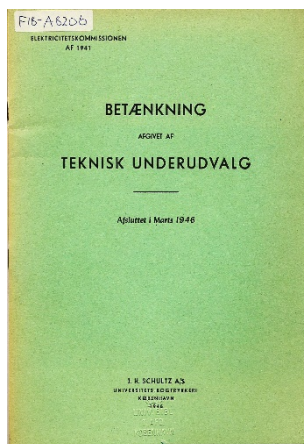
Den totale kraftvarmeproduktion i Danmark nåede et maksimum i den sidste halvdel af 1990'erne, men er siden da gået tilbage.

Denne note beskriver baggrunden og drivkræfterne bag kraftvarmeudviklingen i Danmark.

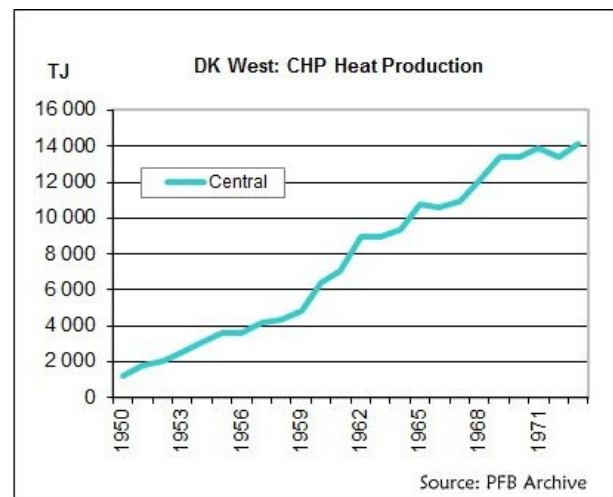
Den tidlige historie

Der er betydelige termiske tab forbundet med elproduktion med dampkraft og dieselmotorer, så det er en naturlig tanke at udnytte disse tab til rumopvarmning i byområder. Det første kraftvarmesystem i Danmark blev indrettet i København i 1925. Varmen blev som damp fordelt i rør til forbrugere i værkets nærhed.

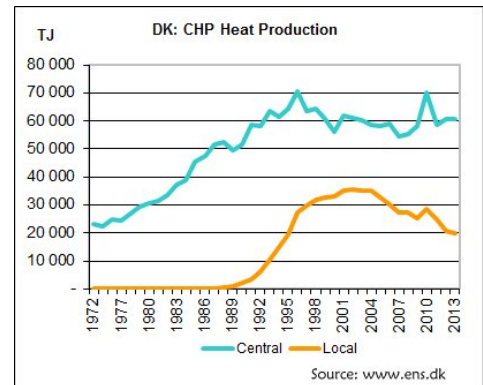
Ved begyndelsen af anden verdenskrig var der 433 små elværker til offentlig forsyning i Vestdanmark. Der var endnu flere private elværker. Det var en ineffektiv struktur, og i 1946 anbefalede en kommission placering af seks nye regionale kraftværker¹. Fem af de seks kraftværker blev placeret tæt på en bymidte for at muliggøre varmeforsyning, og med opbygningen af disse anlæg voksede varmeproduktionen, se fig. 3.



Figur 2 "Betænkning afgivet af Teknisk Underudvalg" 1946



Figur 3 Kraftvarmeudviklingen i Vestdanmark efter krigen



Figur 1 Faldende lokal kraftvarmeproduktion de sidste 10 år

Østdanmark havde allerede to store kraftværker i København og to regionale kraftværker, nemlig Kyndbyværket og Masnedøværket. Det var kun København, som udnyttede kraftvarmen til varmeforsyning.

¹ Electricitetskommissionen af 1941: Betænkning afgivet af Teknisk Underudvalg, København 1946.

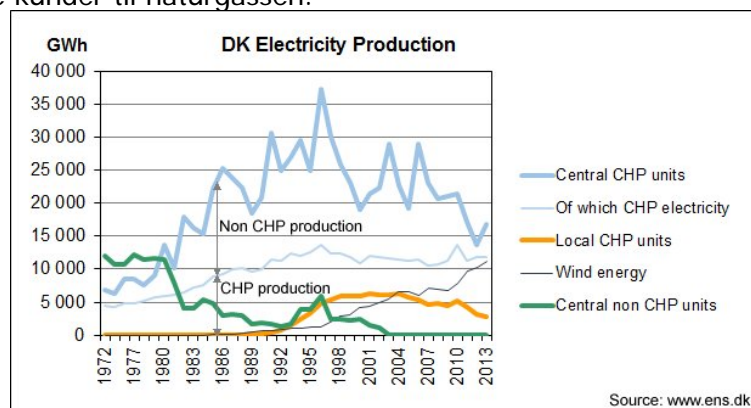
I 1960'erne steg behovet for elektricitet kraftigt. Der måtte bygges et nyt produktionsanlæg hvert år. De regionale kraftværkspladser var ikke perfekte til store moderne enheder eller til brændselsimport med store tankskibe. Det var blevet diskutabelt, om kraftvarmeforsyning kunne betale sig. Der blev etableret nye kraftværkspladser uden mulighed for varmeforsyning som f.eks. Asnæsværket og Stignæsværket i Østdanmark og Vendsysselværket, Studstrupværket og Enstedværket i Vestdanmark. I 1972 var den totale danske varmeproduktion fra kraftvarme 23.000 TJ, heraf 14.000 TJ i de fem centrale varmesystemer i Vestdanmark og de resterende 9.000 TJ i hovedstadens kraftvarmesystemer.

Resultatet af denne proces blev en dansk bestand af **"centrale kraftværker"**, heraf nogle med kraftvarme og nogle uden.

Oliekriser i 1970'erne

Oliens prishop i 1973 og 1979 ændrede de økonomiske vilkår dramatisk. Nu blev det vigtigt at spare energi, og kraftvarme var en effektiv metode til det formål.

"Small is beautiful" var en stærk bevægelse i 1980'erne. Visionen var en udbredelse af fjernvarme og kraftvarme helt på landsbyniveau. Tanken fik stærk politisk støtte. Naturgas blev indført i Danmark i 1980'erne. Et af motiverne for etablering af meget små kraftvarmesystemer var at skaffe kunder til naturgassen.



Figur 4 Enheder uden kraftvarme blev gradvist afviklet efter oliekrise

Der skulle økonomisk støtte til for at overtale lokale forbrugere til at indgå bindende aftaler med naturgasselskaberne. Støtte i form af "grundbeløbet" kunne påregnes indtil 2018. Eksperterne ventede støt stigende energipriser, så i 2018 skulle projekterne kunne løbe rundt uden støtte. Konsulenter opstillede lovende økonomiske kalkuler, som viste sig ikke altid at holde i praksis.²

² Nogle af de mindste kraftvarmesystemer blev etableret i landområder med lange afstande og uden distributionsanlæg til fjernvarme. Aftalerne om brændselsforsyning udgør et særligt problem. De gasfyrede decentrale kraftvarmewærker hæfter for gælden i de lokale naturgasselskaber og er nødt til at købe ret dyr naturgas. I disse områder er varmeforsyningen meget dyr og husene er usælgelige. I nogle få tilfælde er der bevilget en særlig støtte i form af en tilladelse til at erstatte den gasfyrede kraftvarme med brug af træpiller i reservekedlen.

Barmarksværkerne var resultatet af dårlig rådgivning. Ingen vil tage ansvaret. De tunge konsekvenser påhviler stadig de lokale forbrugere.

De nye anlæg var de **"decentrale kraftværker"**. 1. januar 2011 var der 686 decentrale værker med en samlet kapacitet på 2.632 MW. Det giver en gennemsnits kapacitet på 3,8 MW³. 16 enheder var mindre end 1 MW.

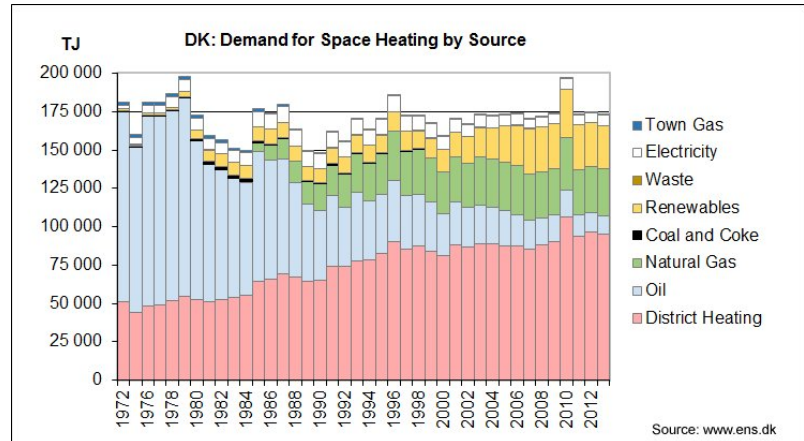
Voksende andel af fjernvarme

I perioden 1972-2013 er der bygget nye og bedre huse, så det opvarmede areal er blevet større. Alligevel ser det totale behov for rumopvarmning ud til at være næsten uændret. I den samme periode er varmekildernes sammensætning ændret, mens Fjernvarmen har opnået en dominerende rolle, se fig. 5.

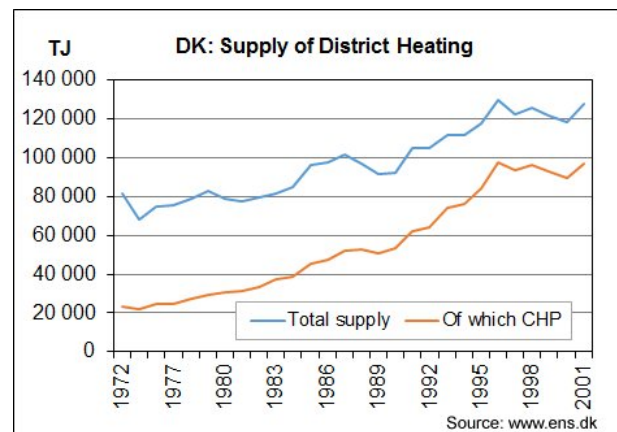
Fra 1972 til 1996 er kraftvarmens andel af fjernvarmen vokset fra 28 % til 75 %.

Fig. 6 omfatter både varmeforbrug og distributionstab. Derfor er værdierne forskellige fra de tilsvarende værdier i fig. 5.

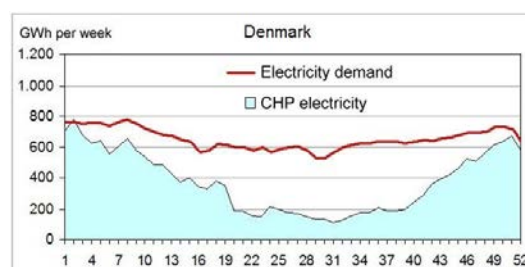
Figur 6 Fjernvarmens kraftvarmeandel voksede fra 28 % i 1972 til 76 % i 2001



Figur 5 55 % af rumopvarmningen i Danmark var fjernvarme i 2013



Kraftvarmesystemernes fleksibilitet



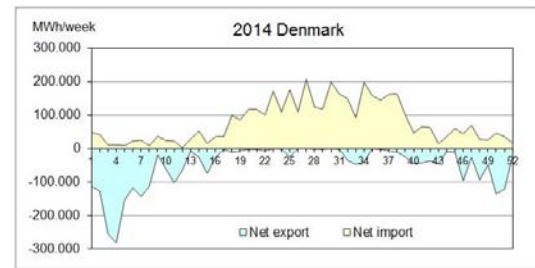
Figur 7 Varmeforbruget er lavt om sommeren

For el og varme er de årlige og daglige variationer i efterspørgslen meget forskellige. Elforbruget er lidt lavere om sommeren end om vinteren, mens varmeforbruget falder meget. I fig. 7 er det lyseblå område kraftvarmens elproduktion, som varierer proportionalt med varmeforbruget.

³ Energinet.dk: Analyseforudsætninger 2011-2030

I den kolde årstid er kraftvarmens elproduktion af samme størrelsesorden som elforbruget. Når vindkraften lægges til, opstår der et betydeligt overskud af el om vinteren. Både el fra kraftvarme og vindkraft har lave marginalpriser, som medfører lave markedspriser og lave indtægter. Nyere vindmøller får de lave indtægter kompenseret med PSO-midler, men det gælder ikke for kraftvarmeværkerne.

Om sommeren er elsystemets marginalpriser højere. Derfor har Danmark som regel en eksport af el om vinteren og en import om sommeren, se fig. 8.

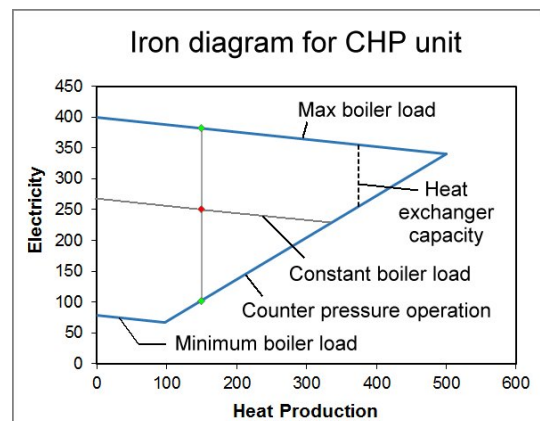


Figur 8 Dansk import og eksport af el i 2014

Kraftvarmesystemer kan indrettes på flere måder og med vidt forskellige egenskaber. De fleste centrale kraftværker i Danmark har en havn og god adgang til kølevand.

På grund af adgangen til kølevand kan de centrale kraftværker producere delvist uafhængigt af varmeforbruget. Damp til opvarmning kan efter behov udtages på forskellige trin af turbinen. Derfor kaldes disse enheder for **udtagsenheder**. Udtaget af damp til opvarmning giver en mindre reduktion af elproduktionen og et reduceret behov for havvand til køling.

Fig. 9 viser de mulige kombinationer af el- og varmeproduktion for en udtagsenhed. I **modtryksdrift** (counter pressure operation) er virkningsgraden omkring 90 %. Diagrammet viser et eksempel på kombineret drift med 250 MW el og 150 MW varme. De første 102 MW er modtryksdrift med 90 % virkningsgrad. De resterende 148 MW kræver køling med havvand (**kondensproduktion**). Virkningsgraden af tillægsproduktionen er i størrelsesordenen 45 %. Kondensproduktionen udgør den fleksible del.



Figur 9 Driftsområde for en udtagsenhed

De decentrale kraftvarmeenheder køles ikke af havvand, men af fjernvarmesystemet. Derfor bliver elproduktionen direkte proportional med varmeaftaget. Denne begrænsning afhjælpes normalt med en varmtvandsbeholder og undertiden også med el-patroner. Varmtvandsbeholderen er normalt stor nok til at rumme den maksimale varmeproduktion i nogle timer. Den gør det muligt at flytte elproduktion til timer med særligt høje markedspriser for el. Den form for fleksibilitet er yderst nyttig til udligning af svingninger i vindkraft og solceller.

El-patroner og store varmepumper kan forbedre kraftvarmesystemers fleksibilitet yderligere. Analyser har vist, at behovet for udenlandske balanceringsydelser kan nedsættes betydeligt ved et optimalt samspil mellem elsystemet og fjernvarmesystemerne.

Der er også varmtvandstanke på de centrale kraftværker.

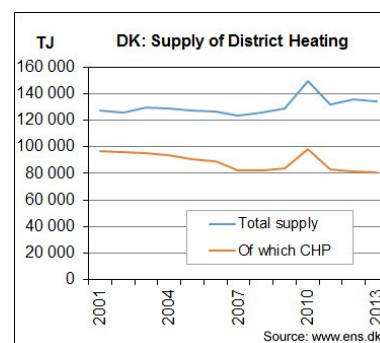
Faldende kraftvarmeproduktion

Brændselspriserne fortsætter med at være stærkt svingende, men de blev aldrig så høje som forventet. Under de nuværende betingelser ville de fleste af de 686 decentrale enheder ikke kunne løbe rundt uden subsidier. Ejerne af decentrale kraftvarmeverker reagerer ved at spare på driftstimerne. Gasturbiner og dieselmotorer skal efter et vist antal driftstimer have et omfattende og dyrt eftersyn. Når der er usikkerhed om den fortsatte drift efter 2018, foretrækker nogle ejere at spare de resterende driftstimer til perioder med særligt høje priser i elmarkedet for i stedet at bruge gasfyrede reservekedler til varmeproduktionen. Det er baggrunden for den faldende kraftvarmeproduktion i Danmark, se fig. 1.

Kraftvarmeproduktionen fra de centrale enheder har været stabil de sidste 20 år, men kondensproduktionen er faldet fra 10-20 TWh til omkring 5 TWh om året. Dermed er indtægten fra salg af el og varme utilstrækkelig til at holde hele kraftværksbestanden driftsklar. Den disponible kapacitet er faldet fra 5.537 MW den 1. januar 2011 til 4.150 MW den 1. januar 2014⁴. Nogle enheder er lagt i mølpose, mens andre er skrottet. Som følge heraf kan Danmark ikke mere være selvforsynende med el i alle situationer.

Fra 2001 til 2013 er fjernvarmens andel af kraftvarme faldet fra 76 % til 60 %.

Andre målsætninger har erstattet ønsket om en høj kraftvarmeandel. Danmark skal senest i 2050 ophøre med brugen af fossilt brændsel, og i 2020 skal dansk vindenergi udgøre 50 % af elforbruget. Officielt er kraftvarmen stadig en del af den danske energipolitik, men vilkårene bliver vanskeligere. Det er usikkert, hvad der sker med grundbeløbet fra 2018. Desuden er elmarkedets gennemsnitspriser faldende på grund af det stigende udbud af vindenergi.



Figur 10 Kraftvarmens bidrag til fjernvarmen er faldet til 60 % i 2013

Kommentarer

Det er vanskeligt at forudsige kapaciteten af centrale og decentrale enheder i 2020, men det er sandsynligt, at den disponible kapacitet vil falde yderligere. Derfor er et fortsat fald i kraftvarmeproduktionen også sandsynligt.

Med en omhyggeligt fastlagt blanding af kraftvarme, vindkraft og solceller kan det samlede kraftsystem blive både effektivt og fleksibelt, men med en udbygning af vindkraften ud over 50 % af elforbruget må den termiske produktion inklusive kraftvarmen vige. Fjernvarmesystemerne må finde andre måder at lave varme på, og elsystemet må finde den nødvendige fleksibilitet andre steder.

Danmark indgår i et internationalt elmarked. Udviklingen af vindkraft og solceller i Tyskland har en kraftig virkning på markedspriserne i Danmark. Derfor kan de danske elsystemer ikke planlægges uden hensyntagen til udviklingen i nabolandene. Det kan blive dyrt at sætte nationale mål, som er væsentligt mere ambitiøse end i nabolandene.

⁴ Energinet.dk: Analyseforudsætninger 2011-2030 and Analyseforudsætninger 2014-2035

Et kraftsystem skal opfylde en række forskellige krav, herunder om forsyningsikkerhed, økonomi, miljø og klimapolitik. Stabil drift forudsætter lokal adgang til en vis mængde systemtjenester døgnet rundt. De store kraftværksblokke leverer en bred vifte af systemtjenester, herunder styrbare reserver. Vindkraftanlæg og solcellesystemer kan udstyres til at levere visse systemtjenester, men ikke hele paletten. Under de nuværende omstændigheder er det nødvendigt at have en vis roterende reserve af store enheder til opretholdelse af stabil drift. Både Tyskland og Danmark undersøger alternative muligheder for at reducere den nødvendige roterende termiske reserve.

En omfattende udviklingsindsats i 1980'erne resulterede i en generation af fremragende danske kraftværker, som var 10-20 år foran tilsvarende anlæg i nabolandene. Nu er konstruktionsafdelingerne væk. Så vidt vides, er der gjort meget lidt for at specificere og udvikle fossilfrie og styrbare kraftvarmeenheder med god økonomi, selv med en lav gennemsnitlig udnyttelse. Vi mangler en vision for fremtidens perfekte el- og varmesystem.

Fremtiden er ikke så langt væk. Levetiden for de danske termiske kraftværker er ved at løbe ud. Inden for de næste få år får vi behov for deres efterfølgere.