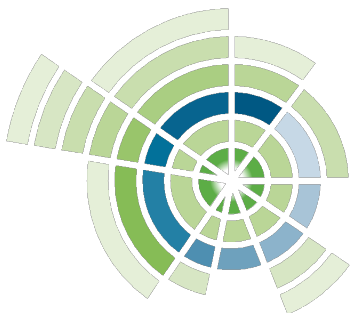




Drejebog - Elkedel

**Etablering af elkedler i
fjernvarmen**



Grøn Energi er fjernvarmens tænketank. Vi omsætter innovation og analyser til konkret handling til gavn for den grønne omstilling, vækst og beskæftigelse i fjernvarmebranchen. Grøn Energi bygger på et dynamisk fællesskab mellem Dansk Fjernvarme, de toneangivende danske eksportvirksomheder, rådgivere, interesseorganisationer samt universiteter.

Dato: 16. oktober 2017

Udarbejdet af: Hanne Kortegaard Støchkel, Grøn Energi og Jonas Pedersen, Ingeniør Huse.

Kontrolleret af: Jesper Koch Grøn Energi, Jan Hindsbo, CTR og Rasmus Victor Fauverholdt, Ingeniør Huse.

Beskrivelse: Håndbog til implementering af elkedler i fjernvarmen.

Bidrag til drejebogens indhold:



Grøn Energis medlemmer:



Forord

Denne drejebog henvender sig primært til fjernvarmeværker, der overvejer at investere i en elkedel. Formålet med denne drejebog er at samle relevante informationer, så interesserede fjernvarmeværker kan benytte den som et opslagsværk, der belyser de aspekter, der er vigtige at være opmærksomme på ved etablering af en elkedel. Drejebogen kan også bruges som baggrundsmateriale til bestyrelsesmedlemmer.

Drejebogen starter med en sammenfatning på tre sider som kan læses selvstændigt. Derefter følger syv kapitler om specifikke emner. Disse kapitler kan læses i sammenhæng eller bruges som opslagsværk.

Sammenfatning og introduktion

Elkedlen er en del af den grønne omstilling. Den indgår i elektrificeringen af varmeproduktionen, hvor store varmepumper og elkedler supplerer hinanden, og begge bidrager til at mindske brugen af fossile brændsler. Desuden er der god synergi mellem vindenergi og elektrificering af varmeproduktionen. Elkedlens styrke ligger i hurtig regulering og billig varme sammenlignet med alternativ grøn varmeproduktion til spidslast. Varmepumpens styrke ligger derimod i levering af store varmemængder.

Når elsystemet i højere og højere grad bliver domineret af fluktuerende produktion, bliver balancering vigtig. Både elkedler og store varmepumper giver reguleringskapacitet, som kan bidrage til balanceringen af elsystemet. Elkedlerne giver stor ned-reguleringskapacitet, fordi de hurtigt kan tændes og trække en stor effekt, når der er overskud af elproduktion. De store varmepumper i fjernvarmesystemerne kan sættes på pause og mindske elforbruget i mangelsituationer, fordi varmen enten kan leveres fra varmelagre eller fra anden varmeproduktion.

Elkedlens grønne profil kan medvirke til at gøre investeringen i elkedlen mere attraktiv. Elkedlen grønne profil kan være med til at opfylde fx kommuners grønne målsætninger. Når målsætninger om at være 100% fossilfri skal nås, kan udfordringen være at finde fossilfri spids-/reservelast. Her kan en elkedel drevet af grøn el være en mulighed.

Fordele ved en elkedel:

- Lav investeringsomkostning
- Grøn profil
- Nem og billig vedligeholdelse
- Hurtig reaktionstid
- Alternativ brændsel (forsyningssikkerhed og risikospredning)
- Mindre pladskrævende end andre typer spidslastsenheder

En elkedel egner sig primært som spids- og reservelastenhed, men der kan være andre årsager til at investere i en elkedel. Det er vigtigt at gøre sig klart, hvorfor og hvordan man forventer at anvende sin elkedel. Eksempler på årsager til etablering af elkedel kan være:

- Mangel på spids-/reservelastskapacitet
- Erstatning af eksisterende spids-/reservelastskapacitet
- Opfyldelse af grønne målsætninger
- Positive forventninger til prisudviklingen på elmarkeder og systemydelse, herunder specialregulering bestilt fra Tyskland.
- Risikohåndtering. Modsat kraftvarmeenheder, som lider under lave elspotpriser, har elkedler gavn af lave elspotpriser. Det er dermed muligt at sprede den økonomiske risiko ved at introducere et nyt "brændsel" til ens varmeproduktion. Som spids- og reservelast er elkedlen dog også sårbar over for svingende elpriser.

Det vil være afhængigt af de konkrete forhold i et fjernvarmesystem om en elkedel er en god investering. I forhold til omkostningerne er specielt to spørgsmål vigtige:

1. Kan elkedlen få reduceret energifgift (Elpatronordningen)?
2. Hvad er omkostninger og betingelser for tilslutningen til elnettet?

En reduceret energifgift kræver, at virksomheden har *kraftvarmekapacitet*, og at kraftvarmeenheden opfylder bestemte krav.

Omkostninger og betingelser for tilslutningen til elnettet kan variere meget fra sted til sted, da det afhænger af tilslutningspunkt, belastninger og infrastruktur i det elnet, som elkedlen skal tilsluttes. Det centrale spørgsmål er, om det er muligt at tilslutte elkedlen med "begrænset netadgang". Hvis det ikke er muligt, skal der betales normalt tilslutningsbidrag. Ved begrænset netadgang skal man til gengæld være opmærksom på de potentielle begrænsninger for brug af elkedlen.

En elkedel omsætter el til varme, og flytter derfor energi fra elsystemet til brug og "lagring" i fjernvarmesystemet. Udover at levere varme, kan elkedler også deltage i forskellige elmarkeder, fx for reguler- og reservekraft. Elkedlerne kan generere indtjening via elmarkederne for day ahead (Elspot), intra-day (Elbas) og systemydelse. Elkedlen skaber fx værdi:

- Når elpriserne er (meget) lave, kan elkedler producere billig varme og erstatte anden varmeproduktion. Hvor ofte dette sker, afhænger af den alternative varmeproduktion og af udviklingen i elpriser.

- Regulerkraft er en systemydelse som bliver handlet på et nordisk marked for op- og nedregulering. På det almindelige nordiske marked vil elkedler sjældent blive aktiveret, men i løbet af de seneste år har der været et stort behov for nedregulering i elforsyningen aktiveret som specialregulering. Dette behov stammer fra tyske udfordringer med at få el fra vindmøller i Nordtyskland sydpå over Elben, når det blæser meget. Dette har resulteret i gode muligheder i det vestlige Danmark (markedsområde DK1) for at sælge nedregulering fra vindkraft og elkedler til en god pris.
- Elkedlers nedreguleringsevne kan indgå som en del af elsystemets automatiske reserver. Behovet for disse reserver er dog begrænset, og visse tekniske krav skal ligeledes være opfyldt.

Dansk Fjernvarme vurderer, at der er et uudnyttet potentiale for elkedler i fremtidens fjernvarmesystemer, og at en vigtig, begrænsende faktor er den nuværende el-tarifstruktur.

Oversigt over drejebogens indhold

Kapitel 1 i denne drejebog fortæller om erfaringer fra tre konkrete projekter med etablering af elkedler i Danmark.

Kapitel 2 beskriver forskellige typer af elkedler og deres tekniske specifikationer.

Beslutningen om etablering af en elkedel bør baseres på en projektplan. Indholdet i kapitel 3-7 understøtter de overvejelser, som ligger bag udarbejdelsen af en konkret projektplan. Elementerne vil være de samme på tværs af elkedelprojekter, men de konkrete behov, muligheder og omkostninger vil variere fra projekt til projekt.

Kapitel 3 indeholder en oversigt over de vigtigste elementer i etableringen af en elkedel; herunder en huskeliste med de væsentligste aftaler og godkendelser.

Kapitel 4 beskriver elkedlens fordele og uddyber hvordan elkedler kan skabe værdi.

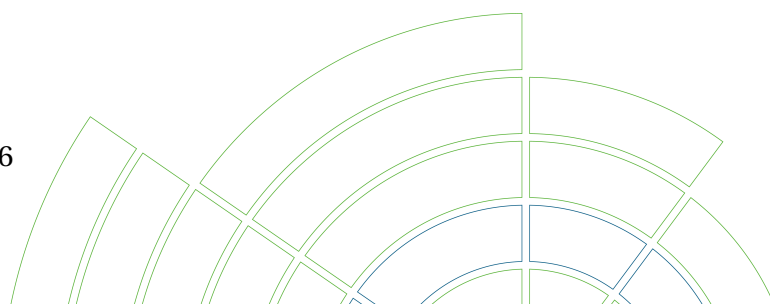
Kapitel 5 beskriver lovningen, og herunder specielt kravene for at høre under Elpatronordningen. Da detaljer omkring bl.a. ejerforhold er vigtige, indeholder kapitlet også en række eksempler på, hvornår elkedlen (ikke) kan få reduceret elafgift via Elpatronordningen.

Kapitel 6 beskriver hvordan betingelser og muligheder for at tilslutte en elkedel til elnettet skal undersøges og aftales med det lokale netselskab. Omkostninger og vilkår for nettilslutning er en potentiel showstopper for et elkedelprojekt, og bør derfor indgå tilpas tidligt i overvejelserne.

Kapitel 7 sætter fokus på elkedler i forhold til elmarkeder og systemydelser.

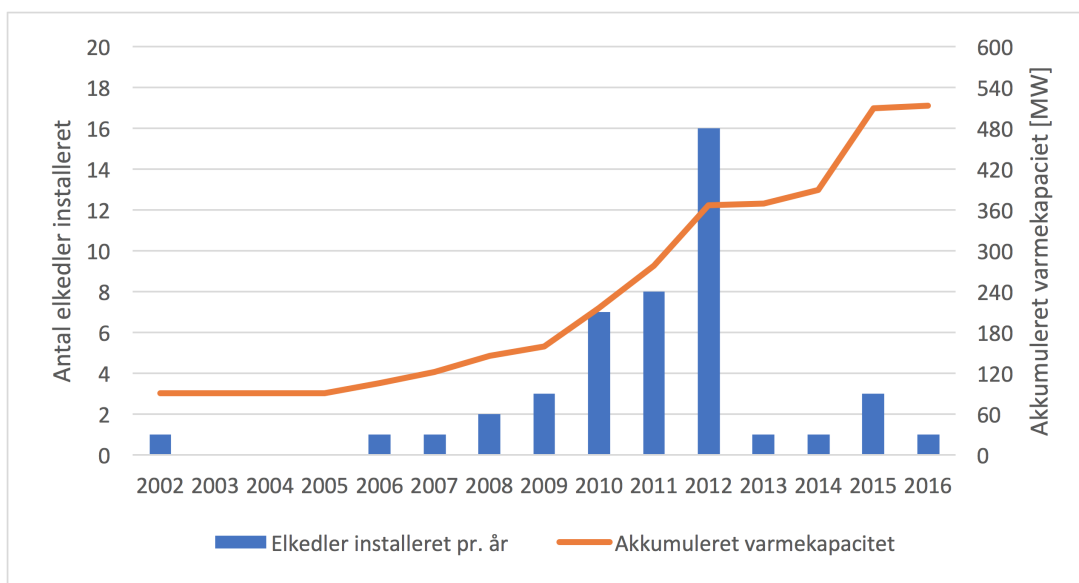
Indhold

Indhold	6
1 Tre danske elkedel-projekter	7
1.1 Erfaringer fra AffaldVarme Aarhus	7
1.2 Ringkøbing: Overvej grundigt	9
1.3 CTR bygger en elkedel	9
2 Teknisk information om elkedler	11
3 Etablering	15
4 Fordele og muligheder med en elkedel	19
4.1 Behov for spids-/reservelastkapacitet	19
4.2 Risikospredning	20
4.3 Helhedsbetragtninger	21
4.4 Klima- og grøn omstilling	21
4.5 Systemydelser og elhandel	22
5 Lovgivning inkl. elpatronordningen	23
5.1 Elpatronordningen	23
5.1.1 Eksempler på hvem der kan bruge elpatronordningen	25
6 Nettilslutning	27
6.1 Fuld netadgang	28
6.2 Begrænset netadgang	28
7 Elkedler og elmarkeder	31
Litteratur	35



1 Tre danske elkedel-projekter

Den første elkedel blev sat i drift i 2002 på Asnæsværket. Elkedlen har en kapacitet på 90 MW. Udviklingen af elkedler tog for alvor fart fra 2010 til 2012 med 31 installerede elkedler (se figur 1). Ud fra kendskab til planlagte tilslutninger forventer Energinet at kapaciteten øges med 50 MW i løbet af 2017 og 120 MW i løbet af 2018 (Energinet, 2017a).



Figur 1: Udbygningen af elkedler i perioden 2002-2016.

Kilde: (Energi styrelsen)

I de følgende afsnit beskrives tre eksempler på konkrete elkedelprojekter i danske fjernvarmesystemer.

- I 2015 installerede AffaldVarme Aarhus i samarbejde med DONG Energy en elkedel på Studstrupværket med en kapacitet på 80 MW.
- I 2012 etablerede Ringkøbing Fjernvarmeværk en 12 MW elkedel.
- I Københavnsområdet etablerer CTR en 40 MW elkedel med idriftsættelse i foråret 2018. CTR vurderer desuden mulighederne for en 80 MW elkedel med idriftsættelse inden 2021.

1.1 Erfaringer fra AffaldVarme Aarhus

AffaldVarme Aarhus (AVA) idriftsatte i foråret 2015 en 80 MW elkedel. Baggrunden for at købe elkedlen var manglende reservekapacitet som følge af, at DONG Energy har besluttet af afvikle blok 4 på Studstrupværket (SSV). Kedlen blev etableret på Studstrupværket, hvor placeringen er rigtig god både i forhold til el- og fjernvarmesystemerne.

Elkedlen ejes af AffaldVarme Aarhus og driftes af DONG Energy. Det betyder, at DONG Energy driver elkedlen til fælles fordel, og at AffaldVarme Aarhus kan bestemme, hvornår elkedlen skal producere varme. Elkedlen bliver brugt som spids- eller reservelast. I perioder med lave el-spotpriser kan elkedlen desuden producere billigere varme end Studstrupværket. Herudover styrer DONG Energy om elkedlen skal deltage på regulerkraftmarkedet.

Tanken bag denne fordeling er, at elkedlen kan skabe værdi for både varme- og elsystemet – og at AVA er bedst til at skabe værdi for varmesystemet, og at DONG Energy er bedst til at skabe værdi i elmarkederne og udnytte potentialerne i at samtænke elkedlens drift med andre DONG-anlæg.

“Det er selvfølgelig teknisk udfordrende at bygge en elkedel på 80 MW. At omsætte så store energimængder stiller høje krav til materialer og udførelse, så det er vigtigt at de projekterende og leve-randørerne ved, hvad de har med at gøre – men den største ud-fordring er at indpasse den forretningsmæssigt med de andre an-læg. Det kræver indgående kendskab til såvel fjernvarme- som elmarked, og erfaringen er, at det er noget der skal læres.”

Erik Vilstrup Sørensen, Drivkraft bag gennemførelsen af AVA's elkedel.

AVA og DONG Energy lavede fra starten en pragmatisk aftale med respekt for, at fx indtægter i regulerkraftmarkedet er svære at forudse. Et godt råd lyder, at det er vigtigt at have en god og præcis aftale, der kan ændres i takt med, at begge parter bliver klogere.

Elkedlen styres meget aktivt ud fra situationen i både el- og varmesystemet. En elkedels forretningsmæssige potentiale hænger tæt sammen med reaktionstiderne for det tekniske system – og hvor hurtigt man kan træffe beslutninger. Det kan ikke hjælpe noget at efterrationalisere mandag morgen, at man nok skulle have tændt lørdag nat. Med i overvejelserne hører også effektiviteten af de anlæg, som elked-len erstatter. De har ikke nødvendigvis samme effektivitet, hvis de enten skal køre på 25 % eller skal køre meget op og ned. Så en elkedel er en krævende størrelse på mange måder.

Tal fra det første driftsår (1. april 2015 til 31. marts 2016) viser, at elkedlen har produceret ca. 74.000 MWh (222.400 GJ) varme. En forenklet opgørelse af årsagen til, at der blev kørt med elkedlen, fremgår af tabel 1. Fordelingen er kun et eksempel, og fordelingen varierer meget afhængigt af perioden, som man kigger på.

Det ses af tabel 1, at elkedlen i denne periode hovedsageligt blev anvendt som spids- og reservelastenhed og som alternativ til Studstrupværket. Desuden deltog elkedlen også en smule på regulerkraftmarkedet. Selvom kun en beskedent del af varmeproduktionen stammer fra aktivering i regulerkraftmarkedet, så udgør indtægterne herfra en relativ stor andel af den samlede besparelse i denne periode.

Årsag til drift	Andel	Besparelse
Spids- og reservelast	ca. 40 %	ca. 3-4 mio. kr.
Billigere end SSV	ca. 55 %	ca. 3-4 mio. kr.
Regulerkraftmarkedet	< 5 %	ca. 1 mio. kr.

Tabel 1: Hovedtal fra første års produktion på elkedel.

1.2 Ringkøbing: Overvej grundigt

Ringkøbing Fjernvarmeværk har haft deres 12 MW elkedel siden 2010. Bag beslutningen lå et ønske om at have flere strenge at spille på, når det er usikkert, hvad de billigste brændsler bliver i fremtiden. Med en kombination af naturgasbaseret kraftvarme, gas- og elkedler og solvarme, så har Ringkøbing Fjernvarmeværk mulighed for at ændre varmeproduktionen når el- og gaspriser ændrer sig.

Elkedlen fungerer som reservelast i nødsituationer som fx forsyningssvigt af naturgas og som en mulig spidslastsenhed. Værket kan dog dække sit vinterforbrug uden at være afhængig af elkedlen, da man ikke ønsker denne sårbarhed overfor høje elpriser.

I hverdagen bruges elkedlen praktisk talt kun i regulerkraftmarkedet, hvor den aktiveres med jævne mellemrum som specialregulering. Det er indtægterne fra specialregulering som gør, at forrentningen ser fornuftig ud i dag.

Elkedlen er et skridt på vejen i den grønne omstilling, som Ringkøbing-Skjern kommune har ambitiøse planer for. Ud over solvarme og elkedlen, blev også en luftbaseret varmepumpe på 4,6 MW_{varme} idriftsat i september 2017. Varmepumpen er en større udskrivning end elkedlen, men med en forventet system COP-faktor på 2,2 og værdien af energibesparelserne, anser man det som en god og langsigtet investering. Det er en brændselsfleksibel varmepumpen der drives på både el og gas.

Etableringen af elkedlen var uden større udfordringer, men én opgave skilte sig ud. Nettilslutningen endte med at koste over en million kroner ud af en samlet investering på 6,5 mio. kr. Det kunne dog være kommet til at koste endnu mere. Et godt råd fra Ringkøbing er at indgå i forhandling med netselskabet og se på mulighederne for at blive en billigere kundetype.

1.3 CTR bygger en elkedel

Centralkommunernes Transmissionsselskab I/S (CTR) idriftsætter i foråret 2018 en 40 MW elkedel i Gentoftes distributionsnet.

CTR står for køb af varme fra kraftvarmeværker og affaldsforbrændingsanlæg i forsyningsområdet, transport gennem transmissionsnettet, salg af varme til de fem interessentkommuner – København, Frederiksberg, Gladsaxe, Gentofte og Tårnby.

CTR producerer desuden selv varme på 14 spids- og reservelastanlæg. I forbindelse med øget forbrug i Gentofte og Gladsaxe kommuner og udrangering af ældre spidslastcentraler, har CTR valgt en elkedel som alternativ til olie og gas.

Økonomisk forventes løsningen at være marginalt bedre end fossilt brændsel, og når det samtidigt åbner mulighed for udnyttelse af vindbaseret el, er løsningen attraktiv for CTR's ejere. En del af CTR's ejere har vedtaget en strategisk beslutning om, at varmforsyningen skal være fossilfri i 2025, og elkedler til spidslast er et af flere elementer i løsningen.

Samtidig giver det mulighed for større variation af brændsler. CTR har en spidslastkapacitet på 855 MJ/s(CTR), som hidtil har bestået af fossile brændsler. Elkedlen giver mulighed for at udnytte de periodevis lave elpriser og samtidig understøtte den grønne omstilling. Af samme årsag overvejer CTR muligheden for flere elkedler i fremtiden.

For at få den nødvendige eleffekt på 40 MW frem til CTR's kommende elkedel har det været nødvendigt af tilslutte sig elnettet placeret på transformerstationen Glentegården 1500 meter fra centralen. Nedgravning af 1500 meter 50 kV kabel samt opsætning af en 50/10 kV transformerstation udgør en væsentlig del af projektets samlede budget. Placering på 50 kV nettet gør, at CTR bliver A-kunde hos Radius, og dermed betaler en lavere distributionstarif, hvilket fører til en lavere varmeproduktionspris.

2 Teknisk information om elkedler

I denne drejebog bruges “elkedler” som en fællesbetegnelse for de to typer elkedler, der findes: Elpatron (dyppekoger) og elektrodekedel. Elpatroner og elektrodekedler tilsluttes henholdsvis lav- og højspænding.

I en elpatron afsættes effekten i varmelegemet, som opvarmer vandet omkring varmelegemet. Justeringen sker i trin, og effektaftaget varieres derfor i trin. Elpatroner er tilsluttet enten til 400 V eller 690 V. Elpatroner til 400 V kan tilsluttes direkte til en eksisterende transformator, mens 690 V-elpatroner kræver deres egne transformere. Elpatroner findes med ydelser fra nogle få kW til et par MW pr. enhed ([Energistyrelsen, 2017](#)).

I elektrodekedler løber strømmen i vandet mellem elektroderne, hvorved effekten afsættes i det ledende vand. Der findes 2 typer af elektrodekedler:

- En type der er helt vandfyldt og reguleres ved at ændre strømmens vej gennem vandet.
- En type der varierer vandniveauet mellem elektroderne og reguleres ved at ændre det aktive elektrodeareal (nitrogen-påtrykte kedler).

Den helt vandfyldte type var den første på markedet i Danmark, og langt de fleste elkedler i Danmark er af denne type. Hvis kedlen skal stå til rådighed for frekvensreguleringsmarkedet, kræver det, at bryderen er indkoblet. Dette medfører dog et “tomgangstab” på 3-5 % hos den vandfyldte kedel.

Som følge af denne udfordring/ulempe er de nyeste elkedler i Danmark af typen med varierende vandniveau. I disse typer kan vandet hæves og sænkes trinløst, og derved kan effektaftaget justeres, som det ønskes. Elektrodekedler er typisk tilsluttet 10 kV og findes i ydelser fra nogle få MW til omkring 60 MW pr. enhed. Disse elektrodekedler kan typisk stå med bryderen indkoblet (under spænding) og kan derfor reguleres fra minimumslast til fuldlast på omkring 30 sekunder, hvis det lokale elseskab tillader dette. Tabel 2 viser en sammenligning af elpatroner og elektrodekedler.

	Elpatron (dyppekoger)	Elektrodekedel
Type	Lavspændingskedel	Højspændingskedel
Tilslutningsniveau	400-690 V	10-15kV
Kapacitet pr. enhed	Op til 6 MW	Op til 60 MW
Koldstart til fuldlast	Øjeblikkelig	Under 5 minutter
Minimumslast til fuldlast	Øjeblikkelig	30 sekunder
Minimumslast	3-7 %	Under 1 %

Tabel 2: Oversigt over eksempler på specifikationer for elpatroner og elektrodekedler. De faktiske specifikationer afhænger bl.a. af, hvilket mærke der købes og kapaciteten på elkedlen.

Kilde: (Energistyrelsen, 2017)

Som det ses af tabel 2 har begge typer elkedler en hurtig opstartstid. Elkedlers hurtige og fleksible reguleringsevne gør dem velegnede som spids- og reservelastenheder.

Hvor hurtigt elkedlen kan opreguleres, kan være begrænset af det lokale netselskab, som kan stille krav til, hvor mange MW en elkedel må regulere med i minuttet. Fra et fjernvarmesynspunkt kan muligheden for at overføre varmen til varmelager og fjernvarmenet også være en begrænsende faktor. Det er således ikke nødvendigvis kun selve elkedlen, der kan sætte begrænsninger på brugen af elkedlen.



Figur 2: T.v. ses en elpatron (0,4 kV) og t.h. ses en elektrodekedel (10 kV)

Kilde: (Træborg Industri, 2017)

Selve elkedelinstallation vil normalt bruge omkring 20-40 m² og dertil kommer tilhørende pumper, veksler, elinstallation mm. som typisk kræver 50-100 m². Højden på elektrodekedler ligger mellem 5-6,5 m (Energistyrelsen, 2017).



Figur 3: 40 MW anlæg hos Opel i Rüsselsheim af samme type som den der skal installeres hos CTR i 2018.

3 Etablering

Hvis man som fjernvarmeselskab overvejer at investere i en elkedel, er der flere interessenter, der skal kontaktes. Nedenstående tabel 3 giver et overblik over de mest relevante aktører. For de fleste selskaber vil det være en fordel at samarbejde med en rådgiver med erfaring inden for elkedler.

Hvem	Hvad skal de kontaktes om?	Kommentar
Netselskab	Tilslutningsaftale (tilslutning til elnettet)	Hvordan er kapaciteten i elnettet, og skal elkedlen tilsluttes med <i>fuld</i> eller <i>begrænset</i> netadgang. Tidsplan for levering af den ønskede effekt. Vilkår aftales individuelt for den konkrete situation.
Varmeplanmyndighed (Kommunen)	Projektforslag	Etableres normalt som spids-/reservelast.
Kommunen	VVM-screening	Elkedelprojekter er omfattet af VVM-bekendtgørelsens bilag 2, og skal derfor screenes for VVM-pligt.
Kommunen	Lokal-/kommuneplan	Undersøg om der er behov for byggetilladelse eller andre regler, der skal overholdes i lokal-/kommuneplan.
Balanceansvarlig aktør	Aftale om elhandel, balancehåndtering og salg af systemydelser	Undersøg muligheder og forskellige aktørers produkter og priser.
SKAT	SKATs hjemmeside	Overordnet betingelse er egen drift af <i>kraftvarmeproduktion</i> . Ansøg evt. om bindende svar ift. godtgørelse af energiafgift (Elpatronordningen). Dokumentation for opfyldelse af kravet om <i>kraftvarmeproduktion</i> skal på forlangende kunne gives til SKAT. Reduceret elafgift kan opretholdes selvom kraftvarmekapaciteten senere forsvinder.
Energinet	PSO-fritagelse.	Revisor-erklæring. PSO-afgiften vil være fuldt udfaset i 2022.
Koblingsansvarlig	Ansvar for kobling i elsystemer	Hvis selskabet ikke har en intern koblingsansvarlig eller kører ubemandet start, skal det indgå i godkendelsen.

Tabel 3: Oversigt over væsentlige aftaler og godkendelser ved etablering af elkedlen

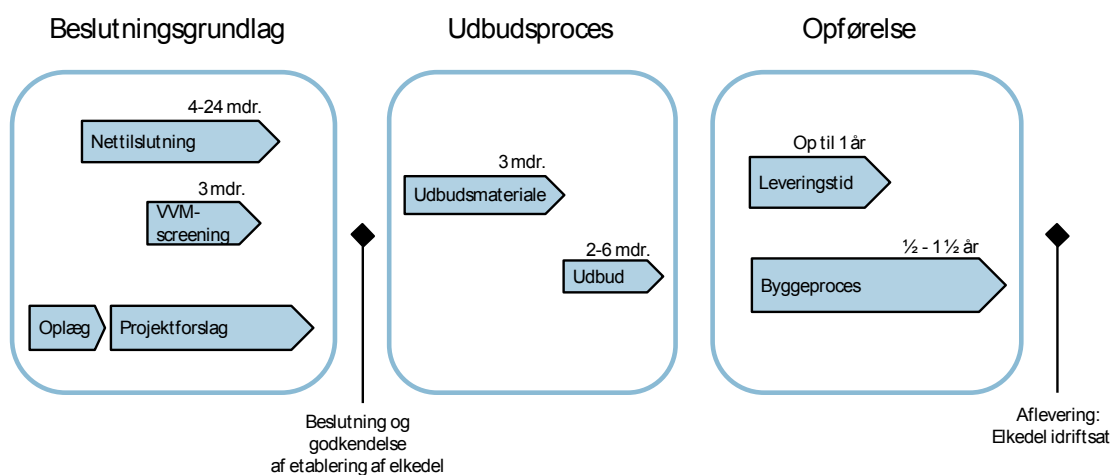
Omkostningerne til et elkedelprojekt afhænger i væsentlig grad af lokale forhold såsom afstand til fjernvarmerør og transformerstation, samt om der er plads i eksisterende bygninger. Se tabel 4.

Desuden vil en yderligere prisforskel kunne opstå afhængigt af, om elkedlen etableres på et centralt eller decentralt værk. Dette skyldes formodentligt, at kompleksiteten stiger, og at der stilles strengere krav til tilslutning, dokumentation mm. på centrale kraftvarmeværker.

Investeringsprisen for et samlet elkedelprojekt ligger i størrelsesorden mellem 0,4 til 1 mio. kr./MW. Prisen på et elkedelprojekt kan variere meget og afhænger blandt andet af omkostninger til nettilslutning og af, om den etableres i ny eller eksisterende bygning.

Udgift	Bemærkning
Projektering/rådgivning	Udgifter til rådgivning projektstyring etc. vil typisk ligge på mellem 5-10 % af det samlede budget.
Elkedel – selve kedlen	Elektrodekeder på op til 40 MW vil typisk have en pris på mellem 60.000 til 150.000 kr./MW. Prisvariation afhænger bl.a. af størrelse og fabrikat.
Fjernvarmetilslutning	Prisen på tilslutning af fjernvarmerør afhænger af afstand til fjernvarmenet, samt om et evt. tracé er beliggende ved vej, mark etc.
Komponenter: Ventiler, pumper, vekslere, samt diverse elektriske installationer, styring o.lign.	Der skal udformes specifikationer på hvilket kvalitets- og funktionsniveau, man ønsker ens komponenter skal have. Her kender fjernvarmeværket bedst selv behovet.
Eltilslutning	Eltilslutning afhænger af afstand til tilslutningspunkt i elnettet, om man selv vil have ejerskab over kabel og transformer, samt hvilket tilslutningsniveau der skal gøres brug af etc.
Andet (fx bygning)	Hvis installation af en elkedel samt komponenter kræver, at man skal opføre nye bygninger, vil dette selvsagt være en merudgift. (Bemærk at elkedlen i sig selv fylder betydeligt mindre, end fx olie- og gaskedler.)
Drift og vedligehold	Elkedler har lavere udgifter til drift og vedligehold end konventionel spidslast.

Tabel 4: Typiske omkostningerne ved etablering af en elkedel

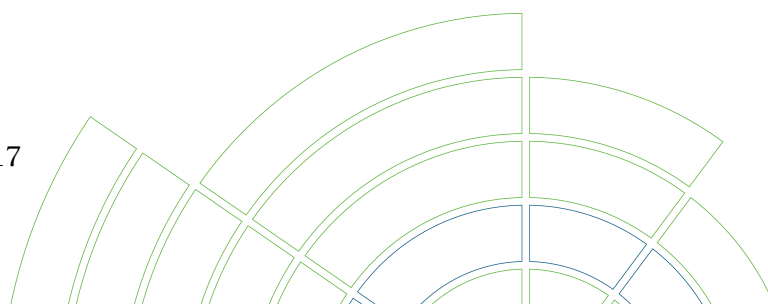


Figur 4: Overblik over processen for etablering af en elkedel

Projektperioden afhænger af byggeriets omfang, netselskab og myndighedernes sagsbehandlingstid og leveringstid på komponenter såsom transformer og elkedel. Derudover tager udarbejdelse af projektforslag, forhandlinger mm. også tid. Figur 4 giver et overblik over etaperne i et elkedelprojekt og tabel 5 uddyber dette.

Stadie	Bemærkning
Beslutningsgrundlag	Nettilslutning: 4 – 24 måneder Start altid med at kontakte det lokale netselskab, da behandlingstiden afhænger af dem. På større projekter hvor tilslutningspunktet er på 132/150 kV nettet, kan behandlingstiden hos Energinet være op mod 2 år.
	VVM-Screening: ca. 3 måneder Bemærk at et projekt kan blive forlænget op mod et år, hvis der er krav om en VVM-redegørelse.
	Projektoplæg, udarbejdelse af projektforslag og godkendelsesproces. Selskabsøkonomi, samfundsøkonomi, byggeansøgning, myndighedsbehandling og investeringsbeslutning. Flere af disse processer kan køres parallelt.
Udbudsproces	Udarbejdelse af udbudsmateriale: ca. 3 måneder
	Udbud og forhandlinger: 2-6 måneder Afhænger af projektets størrelse.
Opførelse	Leveringstid: op til et år
	Byggeproces: ½-1½ år Opførelse af elkedel, fremføring af elektrisk forsyning, kobling til fjernvarmesystemet, evt. ny bygning, testfase.

Tabel 5: Varighed af delprocesser ved etablering af en elkedel.



4 Fordele og muligheder med en elkedel

Det findes flere grunde til at investere i en elkedel. Elkedlen er billig i investering pr. MW, og er derfor en potentiel spidslastenhed. Samtidig har elkedlen en "grøn profil" og politisk bliver der arbejdet hen mod mere "grøn el" i fjernvarmen generelt.

Dette kapitel beskriver fem måder en elkedel kan skabe værdi for et fjernvarmeselskab på. Tanken er, at listen kan bruges som en bruttoliste i udarbejdelsen af projektforslaget, således at flere fordele beskrives. Det vil variere fra selskab til selskab, hvor stor værdi de enkelte emner på bruttolisten har.

4.1 Behov for spids-/reservelastkapacitet

Behovet for investeringen i spids- og reservelast vil typisk opstå, når ældre spidslastenheder er nedslidte og står over for en udskiftning. En udvidelse af fjernvarmenettet kan være en anden årsag til investering i spidslastkapacitet.

Spidslastkedler har typisk olie eller gas som brændsel. Det vil derfor primært være disse to fossile brændsler, som en elkedel skal holdes op imod, når de selskabs- og samfundsøkonomiske beregninger skal laves.

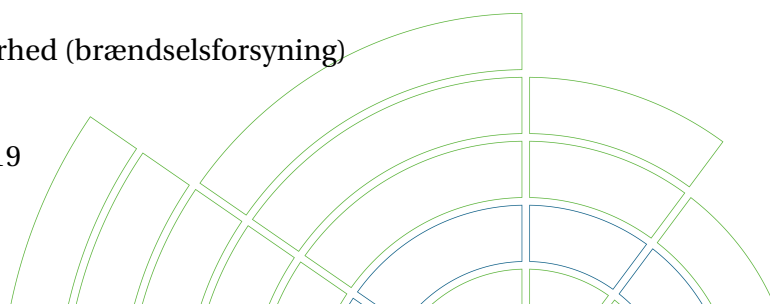
	Investeringspris	Varmeproduktionspris	Miljø
Oliekedel	Dyrere	Meget dyrere	Belaster mere
Naturgaskedel	Samme prisleje	Billigere	Belaster mere

Tabel 6: Investerings- og varmeproduktionspris ift. en elkedel. Omkostninger til nettilslutning kan variere meget og indgår ikke.

Elkedlen har svært ved at konkurrere med gaskedler, når man ser på investeringsomkostning og varmeproduktionsprisen til spidslast. I nogle tilfælde kan elkedlen dog alligevel være et bedre valg set ud fra en samlet vurdering. Udover de direkte omkostninger til investering og brændsler, kan en række andre faktorer spille ind i valget af spids-/reservelastenheder. Det kan fx være forventede elpriser når der er behov for spidslast, pladshensyn, omkostninger og kompleksitet ift. vedligehold, varmetab ved standby, emissioner, miljøkrav som senere kan nødvendiggøre opgraderinger og reinvesteringer, nabostøj, behov for skorsten, mulighed for ændringer af gastilslutning og/eller kundetype, forventet levetid og behovet for olietanke og -lager.

Elkedlen kan anvendes til spids-/reservelast fordi

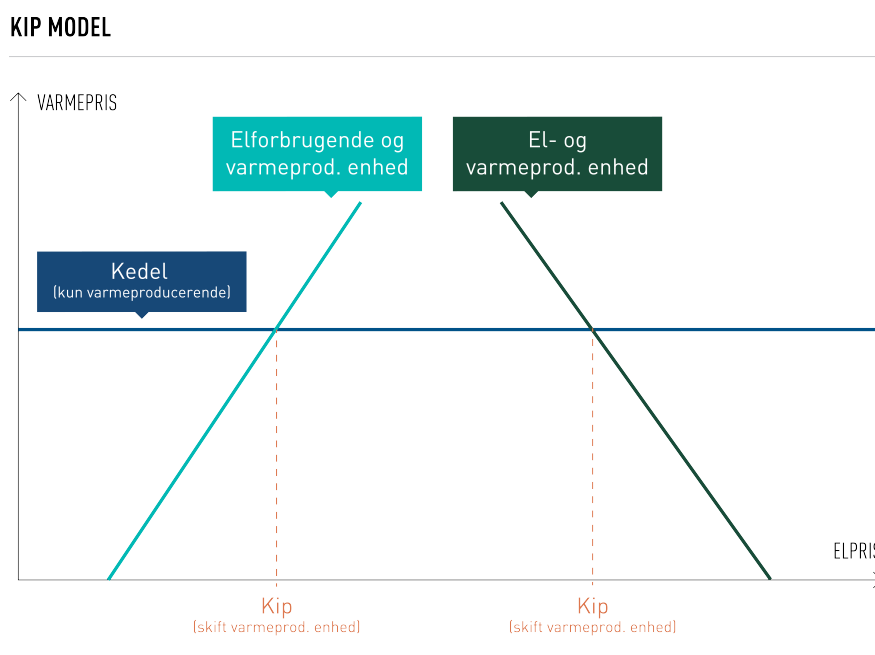
- Den er billig at have stående
- Pålidelig og hurtig i opstart
- Elsystemet har høj forsyningssikkerhed (brændselsforsyning)



4.2 Risikospredning

Som fjernvarmeproducent skal man være bekendt med den eksponering fjernvarmeverkets samlede varmeproducerende enheder giver værket. Hvis man fx er et fjernvarmeverk, som har gaskedler og gasmotorer til sin disposition, er man meget afhængig af udviklingen i gasprisen.

Brændselspriser kan variere meget, og diversitet i brændsler kan være en måde at sprede den økonomiske risiko. Modsat kraftvarmeenheder, som lider under lave elspotpriser, har elkedler gavn af lave elspotpriser. Figur 5 viser en principtegning for hvordan en gasmotor og en elkedel kan supplere hinanden.



Figur 5: Sammenhængen mellem elpris og afledt varmepris. Fjernvarmeproducenter med en kedel og gasmotor kan kun udnytte situationer med høje elpriser og fastlåse varmeprisen ved at producere på gaskedel, når elprisen er for lav til at starte gasmotoren. Med en elkedel i porteføljen kan man nu også udnytte situationer med lave elpriser, hvor man ellers ville have brugt gaskedler.

For at elkedlen skal kunne konkurrere med gaskedlen på varmeproduktionsprisen, skal elspotprisen dog være negativ eller meget lav, set med nuværende gaspriser, tariffer og elafgifter. Elkedlen kan bidrage til en risikospredning, da brændselspriser og forudsætninger kan ændre sig.

Et andet element i risikovurderingen er i hvor høj grad man er afhængig af elkedlen ved spidslast. Det er relevant at vurdere sandsynlighed og konsekvens ift. om elkedlen er nødt til at køre i timer, hvor elprisen er meget høj. Mangelsituationer i elsystemet falder dog ikke nødvendigvis samtidigt med højt varmebehov, og akkumuleringsstanken kan være en del af løsningen, hvis elpriserne kun kortvarigt er høje. Det kan desuden være relevant at overveje sine handlemuligheder i en kold, vindstille vinterperiode.

Diversitet i brændsler kan påvirke forsyningssikkerheden. En samlet risikovurdering kan være med til belyse en eventuel værdi af elkedlen ift. evnen til at kunne levere varme til kunderne.

4.3 Helhedsbetragtninger

At man har gas til rådighed betyder ikke nødvendigvis, at man ikke kan have gavn af en elkedel. Som beskrevet i ovenstående er det vigtigt at se på ens produktionsenheders muligheder for sammenspil, og dermed ikke lægge sig fast på én bestemt type brændsel.

Ligeledes kan der være lokale forhold, der gør elkedlen mere attraktiv – fx kan en stor akkumuleringstank øge værdien af en elkedel. Dette øger sandsynligheden for at elkedlen kan køre, når elprisen er lav eller når der er efterspørgsel i regulerkraftmarkedet. Uden varmelager vil elkedlen være begrænset af det aktuelle varmeaftag.

Kombinationen af en elkedel og en gasmotor er, som tidligere nævnt, en fordelagtig kombination. Ved høje elpriser har man mulighed for at udnytte gasmotorens elproduktion. Ved lave elpriser, kan man stoppe gasmotoren og udnytte den lave elpris i elkedlen.

Ser man på det samlede energisystem, har kombinationen af gasmotorer og elkedler mange fordele. Kombinationen fungerer som et lager, hvor elkedlerne omsætter vindenergi til varme, som kan bruges eller lagres i varmesystemet. Når der er mangel på el, fra fx vindmøller og solceller, kan gasmotorerne producere både varme og el med meget høj effektivitet.

4.4 Klima- og grøn omstilling

Danmark har et langsigtet mål om, at energisektoren skal være uafhængig af fossile brændsler i år 2050. Herudover er der også fastsat et mål om, at 50 % af det danske elforbrug skal være dækket af vindmøllestrøm i år 2020.

Vindproduktion overstiger elforbrug

I 2016 stod vindmøllerne for 37,6 % af den producerede elektricitet i Danmark. Den høje andel af vindmøllestrøm bevirkede, at elproduktionen fra vindmøller oversteg det samlede elforbrug i Vestdanmark i 1.168 timer ud af årets 8.784 timer ([Energinet, 2016b](#)).

Elkedlen er en del af den grønne omstilling. Den indgår i elektrificeringen af varmeproduktionen, hvor store varmepumper og elkedler supplerer hinanden, og begge bidrager til at mindske brugen af fossile brændsler. Desuden er der god synergi mellem vindenergi og elektrificering af varmeproduktionen. Elkedlen styrker ligger i hurtig regulering og billig varme sammenlignet med alternativ, grøn varme-

produktion til spidslast. Varmepumpens styrke ligger derimod i levering af store varmemængder.

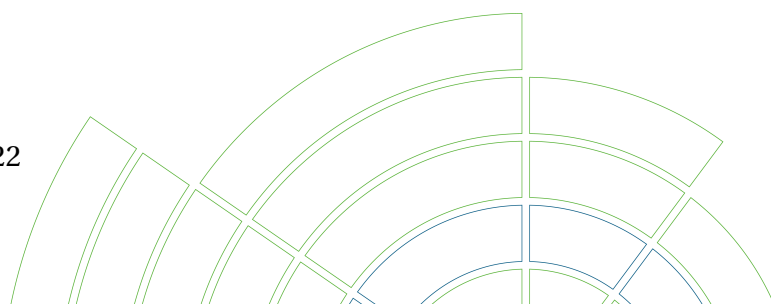
Når elsystemet i højere og højere grad bliver domineret af fluktuerende produktion, bliver balancering vigtig. Både elkedler og store varmepumper giver reguleringskapacitet, som kan bidrage til balanceringen af elsystemet. Elkedlerne giver stor ned-reguleringskapacitet, fordi de hurtigt kan tændes og trække en stor effekt, når der er overskud af elproduktion. De store varmepumper i fjernvarmesystemerne kan sættes på pause og mindske elforbruget i mangelsituationer, fordi varmen enten kan leveres fra varmelagre eller fra anden varmeproduktion.

Elkedlens grønne profil kan medvirke til at gøre investeringen i elkedlen mere attraktiv. Det kan være svært at sætte økonomisk værdi på den grønne profil, men elkedlen kan være med til at opfylde fx kommuners grønne målsætninger. Når målsætninger om at være 100 % fossilfri skal nås, kan udfordringen være at finde fossilfri spids-/reservelast. Her kan en elkedel drevet af grøn el være en mulighed.

4.5 Systemydelser og elhandel

Modsat konventionel spids- og reservelast giver elkedler mulighed for en indtjening på systemydelser i elsystemet. For elkedler er det primært regulerkraftmarkedet, som er interessant. Her har behovet for såkaldt specialregulering været vigtig for elkedlerne. Dette er beskrevet nærmere i kapitel 7. Det er svært at forudse en elkedels indtjening på systemydelser. Historisk set har indtjeningen for de eksisterende elkedler varieret meget, og dette bør afspejles i projektforslagets analyser af økonomi og risici.

I el-spotmarkedet forekommer der meget negative timepriser, hvor en elkedel kan hente værdi hjem. Efterhånden som der introduceres mere og mere fluktuerende energiproduktion i systemet, forventes priserne også at variere mere.



5 Lovgivning inkl. elpatronordningen

Når en elkedel bliver etableret som del af et fjernvarmesystem, hører den under varmeforsyningsloven. Det er projektbekendtgørelsen, som beskriver krav og processer for en ansøgning om etablering af en elkedel. Kort fortalt skal den kommende elkedel-ejer sørge for udarbejdelsen af det projektforslag som sendes til kommunen. Kommunen vil herefter sagsbehandle ansøgningen for at sikre, at den opfylder kravene. Projektforslaget skal bl.a. baseres på standardiserede forudsætninger og indeholde samfundsøkonomiske, brugerøkonomiske og selskabsøkonomiske beregninger.

Spidslast i centrale kraftvarmeområder

I centrale kraftvarmeområder skal produktionsanlæg med en varmekapacitet på over 1 MW som udgangspunkt etableres som kraftvarmeanlæg. Dog er det muligt at godkende anlæg, som kun producerer varme, hvis de etableres som spids- eller reservelastanlæg.

Dansk Fjernvarme har, i samarbejde med Rambøll og Ringkøbing-Skjern Kommune udarbejdet et letlæseligt materiale, der skal skabe en bedre forståelse for blandt andet lovgivningen, projektbeskrivelserne mv. i forbindelse med fjernvarmeprojekter ([Dansk Fjernvarme](#)).

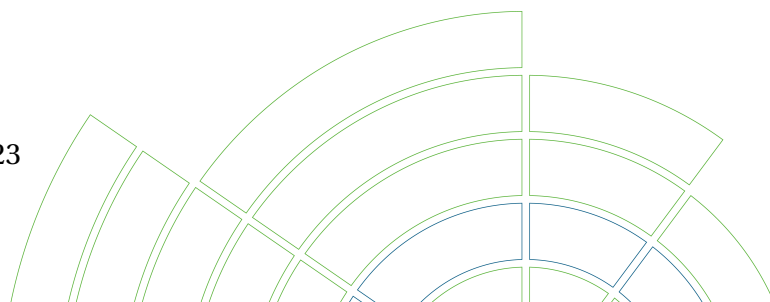
Materialet er tiltænkt personer i kommuner og fjernvarmeselskaber samt rådgivere, som har behov for hurtigt at kunne sætte sig ind i de grundlæggende rammer, som fjernvarmeprojekter er styret af.

Materialet indeholder skabeloner til en struktureret sagsbehandling af et fjernvarmeprojekt samt VVM-anmeldelse.

5.1 Elpatronordningen

Det er muligt at få reduceret energifgiften på el til elkedlen via den såkaldte Elpatronordning, hvis en række krav opfyldes. Udover en reduceret energifgift fritager Elpatronordningen også elkedler for PSO-tariffen. PSO-fritagelsen opnås via et revisorpåtegnet brev til Energinet, som herefter meddeler PSO-fritagelse. PSO-tariffen vil dog under alle omstændigheder være udfaset i 2022.

Hvis elkedlen hører under elpatronordningen, er der tale om en markant reduktion i energifgiften på elektricitet som anvendes til fremstilling af varme til kollektive net. I tabel 7 ses afgiften uden reduktion til venstre, og med reduktion til højre. I tabellen er det desuden angivet, om afgiften ligger på el- eller på varmesiden. Dette spiller en stor rolle for varmepumper, men ikke for elkedler hvor 1 MW_{el} omsættes næsten præcist til $1 \text{ MW}_{\text{varme}}$.



	Energiafgift (kr./MW _{el})	Elpatronordning (kr./MW _{varme})
2017	405	215
2018	408	216

Tabel 7: Energiafgift til fremstilling af varme og reduceret energiafgift via Elpatronordningen for 2017-2018

Reduceret afgift via Elpatronordningen kræver at:

- Virksomheden skal have *kraftvarmekapacitet*.
- Kraftvarmeenheden og elkedlen skal drives af kraftvarmeproducenten.
- Kraftvarmeenheden og elkedlen skal levere varme til samme kollektive net.

Virksomheden skal have *kraftvarmekapacitet*

Virksomheder som har en kraftvarmeenhed skal desuden opfylde nogle krav for at have *kraftvarmekapacitet* i juridisk forstand.

Definition: *Kraftvarmekapacitet* ift. Elpatronordningen

- Virksomheden har *kraftvarmekapacitet*, hvis 100 % af varmeleverancen i mindst 75 % af året kan dækkes af kraftvarmeenheden. Mindst 25 % af produktionen af elektricitet og varme i kraftvarmeenheden skal udgøres af elektricitet.
- Eller som den 1. oktober 2005 havde kraftvarmekapacitet efter ovennævnte kriterier.
- Hvis ikke virksomheden selv lever op til kravet om kraftvarmekapacitet, kan andre kraftvarmeanlæg, der leverer til samme net, medvirke til at opfylde kravet om kraftvarmekapacitet. Hertil er det et krav, at varmeproducenter med egne kraftvarmeanlæg bidrager til kraftvarmekapaciteten med varmeproduktion.

Det anbefales at sikre sig at dokumentationen for opfyldelse af kravet om *kraftvarmekapacitet* er på plads. Dels fordi SKAT på forlangende kan bede om dokumentationen, men også fordi den reducerede elafgift kan opretholdes, selvom kraftvarmekapaciteten senere forsvinder. Dog skal man fortsat kunne dokumentere, at man har haft *kraftvarmekapacitet*.

Fjernvarmeværker og distributionsselskaber uden kraftvarmeenhed kan ikke afregne efter Elpatronordningen.

Kraftvarmeenheden og elkedlen skal drives af kraftvarmeproducenten

For at få afgiftsgodtgørelse er det afgørende, hvem der køber og anvender elektriciteten. Herudover er det en betingelse, at virksomheden som producerer kraftvarme

har råderet over elkedlen. Det er altså den virksomhed, der har kraftvarmekapacitet, og som køber elektriciteten og afholder de økonomiske omkostninger ved drift af elkedlen, som kan få reduceret energiafgiften på den elektricitet, som købes og anvendes i elkedlen.

Det er ikke afgørende om elkedlen står på samme matrikel som kraftvarmeeenheden.

Kraftvarmeeenheden og elkedlen skal levere varme til samme kollektive net

Hvis elkedlen ikke står på samme matrikel, jf. overfor, er det afgørende, at både kraftvarmeeenheden og elkedlen leverer til samme net.

Opfyldelse af krav i Elpatronordningen

Det er kraftvarmeproducenten, som har ansvaret for at kunne dokumentere, at kravene i elpatronordningen er opfyldt. Hvis ikke dokumentationen er i orden, vil SKAT kunne kræve tilbagebetaling af den reducerede elafgift.

Kraftvarmeproducenten har ansvar for:

- Dokumentation og regnskab for indkøb og forbrug af elektricitet til elkedlen.
- Måling af produceret varme af værk.
- Dokumentation for efterlevelse af kraftvarmekapacitet.

Hvis man er i tvivl om man opfylder kravene i Elpatronordningen, kan det anbefales at få et bindende svar fra SKAT¹. Hvis man får et bindende svar om tilsagn til reduceret energiafgift, er det gældende i højst fem år.

5.1.1 Eksempler på hvem der kan bruge elpatronordningen

Kraftvarmeværket ejer elkedlen og det fælles driftspersonale samt forestår brændselskøb for både kraftvarmeværket og elkedlen.

- Kan få afgiftslempelse

Kraftvarmeværket og elkedlen er to forskellige juridiske enheder. Ansvar for varmeproduktionen ligger hos kraftvarmeproducenten. Kraftvarmeproducenten har ansvaret for drift af elkedlen, men den anden juridiske enhed (fjernvarmeværket) har ansvaret for indkøb af elektricitet til elkedlen

- Kan ikke få afgiftslempelse

¹Link: skat.dk/bindendesvar

Kraftvarmeværket og elkedlen er to forskellige juridiske enheder. Ansvar for varmeproduktionen ligger hos den juridiske enhed med kraftvarmekapacitet. Kraftvarmeproducenten har ansvaret for drift og brændselsindkøb til varmeproduktionsanlægget (elkedlen).

- **Kan få afgiftslempelse**

Kraftvarmeværket og elkedlen er to forskellige juridiske enheder. Ansvar for varmeproduktionen på kraftvarmeværket ligger hos kraftvarmeproducenten. Kraftvarmeproducenten bestemmer, hvornår fjernvarmeselskabet skal drifte elkedlen.

- **Kan ikke få afgiftslempelse**

Kraftvarmeværket er delt op i et moder- og datterselskab, hvor fx datterselskabet har kraftvarmekapaciteten, og moderselskabet ejer elkedlen. Argumentet er, at moderselskabet ikke kan anses for at have kraftvarmekapacitet, og dermed ikke opfylder kriterierne for afgiftslempelse.

- **Kan ikke få afgiftslempelse**

Kraftvarmeværket med kraftvarmekapacitet ejer en elkedel. Ansvar for drift af elkedlen er overdraget til fjernvarmeselskabet.

- **Kan ikke få afgiftslempelse**

6 Nettilslutning

Omkostninger og betingelser for nettilslutning er et meget vigtigt element i overvejelserne om at etablere en elkedel. Det anbefales at have en god og tidlig dialog med netselskabet og at huske på, at der er stor frihed til at forhandle en tilpasset løsning på plads.

Før dialogen og evt. forhandlinger med det lokale netselskab, kan man med fordel læse *Vejledning om nettilslutning af elkedler* (Dansk Energi, 2014) samt standardaftale for elkedler tilsluttet med begrænset netadgang (Dansk Energi, 2017). Vejledningen er skrevet til netselskaberne og giver forslag til, hvordan de kan håndtere tilslutningen af elkedler i distributionsnettene. Hvis primærsiden af elkedel-transformeren tilsluttes direkte til 150/132 kV, vil netselskabet som regel videreformidle kontakten til Energinet.

Der findes forskellige spændingsniveauer, hvorpå man kan tilslutte sin elkedel. Valget af spændingsniveau afhænger i først omgang af, hvilken spænding og effekt ens elkedel kræver, men det kan også være vigtigt at se på afstanden til potentielle tilslutningspunkter i elnettet. Derudover har spændingsniveauet betydning for størrelsen af distributionstariffen på den el, som elkedlen kommer til at bruge.

Transmissionsnettets spændingsniveauer er 400 kV og hhv. 150/132 kV (vest for Storebælt) og 132 (øst for Storebælt). Forbindelsen mellem transmissionsnettet og distributionsnettet udgøres af 60 kV-nettet vest for Storebælt og 50 kV-nettet øst for Storebælt, dog med undtagelse af 30 kV-nettet i København.

Det lokale netselskab kan tilbyde nettilslutning på to måder - *fuld* eller *begrænset* netadgang.

De fleste eksisterende elkedler er tilsluttet elnettet med begrænset netadgang. Dette betyder, at tilslutningsbidraget er særligt lavt, men at netselskabet har mulighed for at bortkoble elkedlen. Nettilslutning med begrænset netadgang kan kun tilbydes, hvis der er ledig kapacitet i elnettet, og det ikke påfører andre kunder meromkostninger.

Det er væsentligt for fjernvarmeselskabet at afveje deres forsyningssikkerhed i forhold til afbrydeligheden. Hvis netselskabet kan afbryde elkedlen, kan ejeren i fremtiden risikere at havne i en situation, hvor en elkedel ikke udgør en fuldgyldig spids- og reservelastkedel.

Ved fuld netadgang opkræves der tilslutningsbidrag. Tilslutningsbidraget beregnes ud fra tilslutningsniveauet A, B eller C (kriterierne for, hvilken kundetype man er, kan variere afhængigt af ens netselskab). A-kunder er tilsluttet 60/50 kV-nettet, B-kunder 10 kV-nettet og C-kunder 0,4 kV-nettet (Dansk Energi, 2015). Desto højere spændingsniveau elkedlen er tilsluttet, desto lavere bliver distributionstariffen. Det giver derfor en lavere varmeproduktionspris, hvis elkedlens transformator fx er tilsluttet 60/50 kV, omvendt kan dette resultere i højere etableringsudgifter, til indkøb af transformatorer, kabel mm.

Hovedregel for kundekategorisering

- **A høj** kunder er tilsluttet elnettet på 50 kV niveau.
- **A lav** kunder er tilsluttet elnettet direkte i en 50/10 kV transformerstation på 10 kV niveau.
- **B høj** kunder er tilsluttet elnettet på 10 kV niveau.
- **B lav** kunder er tilsluttet direkte i en 10/04 kV transformerstation på 0,4 kV niveau.
- **C** kunder er tilsluttet 0,4 kV niveau.

Økonomien i et elkedelprojekt er meget afhængig af omkostningerne ved nettilslutning. Derfor er det vigtigt at kontakte det lokale netselskab for at få en afklaring på, om der er ledig kapacitet i nettet, og der derfor kan tilbydes tilslutning med begrænset netadgang.

6.1 Fuld netadgang

Ved fuld netadgang kan elkedlen ikke afbrydes, og der opkræves tilslutningsbidrag. Tilslutningsbidraget beregnes ud fra tilslutningsniveauet (A, B eller C).

Desto højere spændingsniveau elkedlen er tilsluttet, desto lavere bliver distributionstariffen. Det hænger sammen med, at en elkedel tilsluttet på et højt spændingsniveau ikke belaster lavspændingsnettet. Modsat betaler en elkedel der er tilsluttet lavspændingsnettet både for omkostningerne til lavspændingsnettet og højspændingsnettet, da højspændingsnettet er en forudsætning for at få strøm via lavspændingsnettet.

Hvis elkedlen har et lavt antal fuldlasttimer, kan energiaftaget være utilstrækkeligt til at dække omkostningerne til 60/50 kV-nettet. Netselskabet kan derfor vælge at opkræve en rådighedsbetaling for at dække de omkostninger. Rådighedsbetalingen opkræves enten som en engangsbetaling via et tilslutningsbidrag til 60/50 kV-nettet eller som en årlig betaling ([Dansk Energi, 2014](#)).

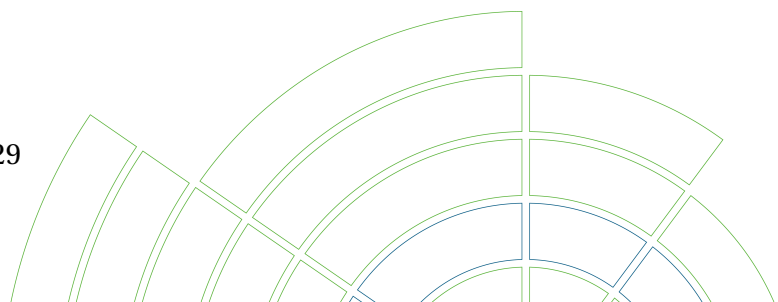
6.2 Begrænset netadgang

Hvis der er ledig kapacitet i det lokale elnet, og hvis etableringen af elkedlen samtidig ikke påfører andre kunder meromkostninger, kan netselskabet tilbyde tilslutning med begrænset netadgang. Ved begrænset netadgang betales kun for omkostninger til kontrolsystemer, målesystemer, og datakommunikation. Netselskabet kan desuden opkræve betaling for sagsbehandling og projektering ([Dansk Energi, 2014](#)).

For at der kan tilbydes begrænset netadgang, skal netselskabet manuelt eller automatisk kunne udkoble elkedlen fra netselskabets fjernkontrol. Hvis elkedlens effektaftag kan reguleres, vil det være et alternativ til en total udkobling af elkedlen. Netselskabet kan uden varsel bortkoble elkedlen, hvis der opstår begrænsninger i elnettet.

Før etableringen af elkedlen kan netselskabet give et estimat på, hvor mange timer elkedlen årligt forventes at skulle bortkobles. Den afledte økonomiske risiko ved reduceret netadgang påhviler alene ejeren af elkedlen. Præmissen er, at en sådan tilslutning vil ske uden meromkostninger for nettets øvrige kundegrupper. Dette gælder både på tidspunktet for nettilslutningen og i fremtiden ([Dansk Energi, 2014](#)).

Hvis den ledige kapacitet i nettet reduceres efter etableringen af elkedlen, vil elkedlens effektaftag blive tilsvarende reduceret. Det er derfor nødvendigt at have tilstrækkelig alternativ varmeproduktionskapacitet på værket for at sikre forsynings-sikkerheden i tilfælde af begrænset kapacitet i elnettet.



7 Elkedler og elmarkeder

Det vigtigste marked for elkedler er regulerkraftmarkedet, men elkedler bør også altid have bud på spotmarkedet. Hvis elkedlen er ude af drift, eller hvis der ikke kan aftages mere varme, kan buddene fjernes i disse perioder.

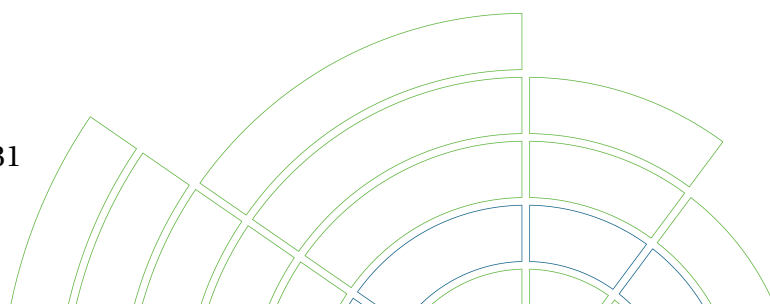
Dette kapitel giver nogle illustrationer af, hvordan elkedler kan agere i markederne. Der findes forskelligt materiale, som beskriver elmarkederne ([Energinet, 2017c](#)), ([Energinet, 2016a](#)), ([Energinet, 2017b](#)). Elleverandører kan også være behjælpelige med information.

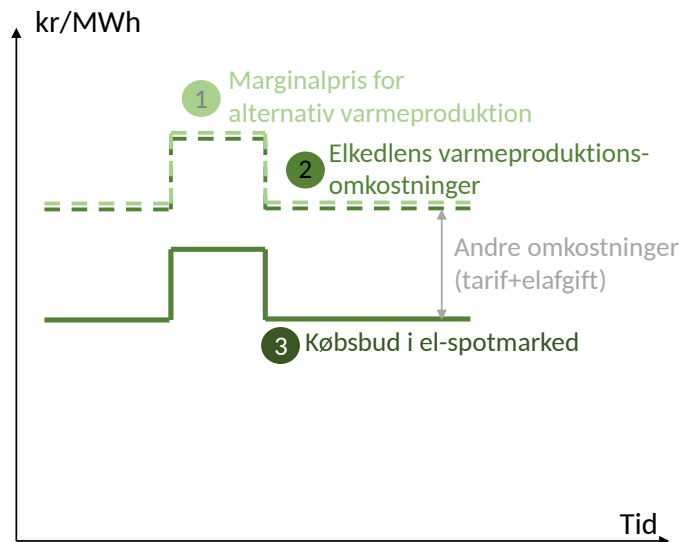
Spotmarkedet (day-ahead)

Langt de største mængder el handles på spotmarkedet, hvor der hver dag handles el for alle timerne i det kommende døgn. Under normale omstændigheder er elpriserne ikke lave nok til at elkedlerne kører. Ofte kan varmen produceres billigere end elkedlens omkostninger til elkøb, afgifter og tariffer. Der er dog timer, hvor elpriserne kan blive negative - og nogle gange meget negative.

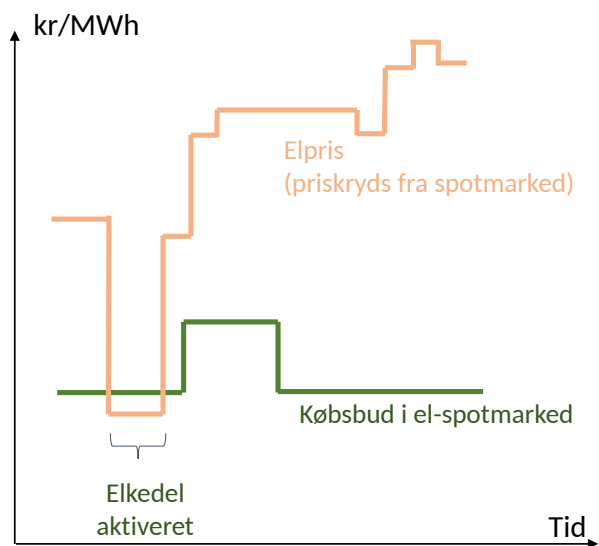
Negative priser kan fx indtræffe, når vindproduktionen er meget høj. I de situationer er det vigtigt, at fleksibelt forbrug (såsom elkedler) aktiveres – både af hensyn til markedet men også klimaet. Klimamæssigt giver det god mening at vindoverskuddet føres over i varmesystemet, som dermed behøver mindre naturgas eller andre brændsler for at dække varmebehovet.

Elkedlen bør altid melde ind i spotmarkedet. I princippet bør buddene bestemmes efter elkedlens kortsigtede marginalpris time-for-time, hvilket for en elkedel svarer til den pris, hvor omkostningerne til elkedlen (elpris+tarif+elafgift) kan konkurrere med alternativ varmeproduktion. Figur 6 viser et eksempel på hvordan buddet i el-spotmarkedet kan beregnes. Der skal kun produceres varme på elkedlen, hvis det kan gøres billigere end alternativet. Ud fra marginalprisen for alternativ produktion (1), kan man finde det omkostningsniveau, hvor elkedlen er konkurrencedygtig (2). Når man trækker omkostninger til tariffer og elafgift fra, har man købsbuddet til el-spotmarkedet (3). Dette kan dog være et stort arbejde med tanke på at elkedler kun meget sjældent aktiveres i spotmarkedet. Figur 7 illustrerer en situation hvor elprisen er så lav, at elkedlen aktiveres.





Figur 6: Skitseret eksempel på hvordan købsbuddet i el-spotmarkedet relaterer sig til varmeproduktionsprisen.



Figur 7: Elkedlen aktiveres, når elprisen er lavere end elkedlens købsbud.

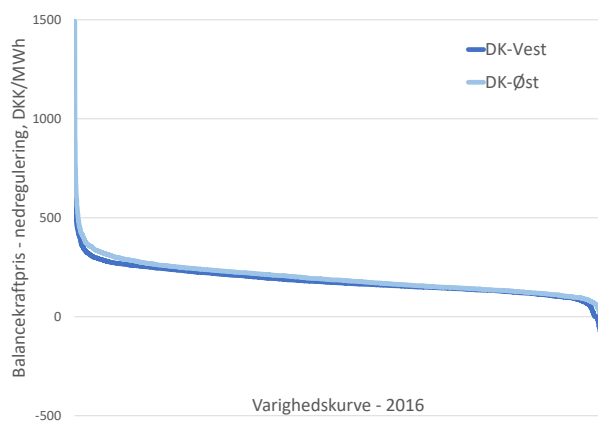
En budstrategi kan derfor være altid at have et tilpas lavt bud meldt ind i alle timer i spotmarkedet ud fra en generel vurdering. Det vil gøre, at man aktiveres i de timer, hvor priserne er meget negative. Det kan være svært at forudsige præcist, hvornår timerne med meget lave priser indtræffer.

Hvis elkedlen er ude af drift, kan buddet fjernes, indtil den igen er i drift.

Der kan dog være perioder, hvor det giver god mening at ændre på de bud, som lægges i spotmarkedet. Der kan være et behov i varmeforsyningen som gør, at elkedlen skal køre. I de tilfælde vil man lægge et højt bud ind, som sikrer at elkedlen kommer til at køre.

Regulerkraftmarkedet

Regulerkraft er en systemydelse som bliver handlet på et nordisk marked for op- og nedregulering¹. På det almindelige nordiske marked vil elkedler sjældent blive aktiveret (se figur 8), men i løbet af de seneste år har der været et stort behov for nedregulering i elforsyningen aktiveret som specialregulering. Dette behov stammer fra tyske udfordringer med at få el fra vindmøller i Nordtyskland sydpå over Elben, når det blæser meget. Dette har resulteret i gode muligheder i det vestlige Danmark (markedsområde DK1) for at sælge nedregulering fra vindkraft og elkedler til en god pris (Grøn Energi, 2016).



Figur 8: Varighedskurve for balancekraftprisen for nedregulering i DK1 og DK2 i 2016. Elkedlens omkostninger til varmeproduktion er balancekraftprisen plus tariffer og elafgift, hvilket typisk ikke kan konkurrere med den alternative varmeproduktionspris.

Kilde: (Energinet)

Både spot- og regulerkraftmarkedet er marginalprismarkeder, hvor alle får den pris som priskrydset sætter. Langt de fleste vil derfor få en bedre pris end de bød ind med. Specialregulering er derimod et pay-as-bid-marked, hvor man får netop den pris, som man har budt ind til, når man aktiveres. Når man udregner den pris, hvor elkedlen kan konkurrere med den alternative varmeproduktion, bør man derfor indregne både de kortsigtede og langsigtede marginalomkostninger.

Markedet for specialregulering er svært at forudse af flere årsager:

- Efterspørgslen varierer voldsomt og afhænger blandt andet af hvor godt fluktuierende produktion kan forudsiges.
- Det kan være svært at gætte, hvilke nedreguleringsbud som lægges ind.

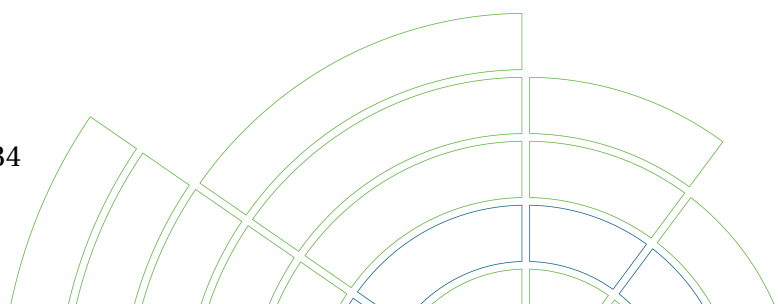
¹Når elproduktionen overstiger det aktuelle elforbrug, er der brug for nedregulering. Dette kan leveres ved enten at regulere produktionen ned eller ved at øge elforbruget - fx via en elkedel. Kun hvis elkedlen allerede kører, kan elkedlen levere opregulering til elsystemet (ved at slukke eller reducere lasten).

Andre markeder

Energinet har ansvaret for at sikre balanceringen af elsystemet og køber derfor systemydelser, som hovedsageligt dækkes af en række reservetyper. Elkedlers nedreguleringsevne kan indgå som en del af elsystemets automatiske reserver. Behovet for disse reserver er dog begrænset, og visse tekniske krav skal ligeledes være opfyldt ([Energinet, 2017b](#)).

Anbefaling: Find det rette ambitionsniveau

Ovenstående, enkle eksempler skitserer nogle af de overvejelser som kan ligge bag buddene i spot- og regulerkraftmarkedet. Dette kan forfines og optimeres i langt højere grad end eksemplerne viser. Man kan lægge få eller mange kræfter i dette – enten alene eller gennem et samarbejde med en balanceansvarlig. Nogle elkedlere har en enkelt budstrategi, som er nem at overskue i hverdagen. Andre er meget aktive og har modeller og beregninger bag deres budgivning. Her er det vigtigt at finde det niveau, som passer til det enkelte selskab. Der skal under alle omstændigheder laves en aftale med en balanceansvarlig aktør for at kunne bruge elkedlen. De balanceansvarlige aktører kan levere forskellige produkter inden for handel med el, balancehåndtering og systemydelser.



Litteratur

- CTR. Tekniske nøgletal. URL <http://www.ctr.dk/teknik.aspx>.
- Dansk Energi. Vejledning om tilslutning af elkedler, 2014.
- Dansk Energi. Tarifiering i elnetselskaber. dok.nr d2014-16449-14.0, 2015. URL <https://www.danskeenergi.dk/>.
- Dansk Energi. Standardaftale nettilsluttede elkedler, 2017. URL <https://www.danskeenergi.dk/DEFU/NetTeknik/~media/710BBE8923CE48D78BD11AF55265803C.ashx>.
- Dansk Fjernvarme. Kom godt i gang med: Varmeforsyningsloven og projektbekendtgørelsen. URL <http://www.danskfjernvarme.dk/viden-om/for-kommuner-subsection/nemmere-kommunal-sagsbehandling-af-fjernvarmeprojekter>.
- Energinet. Markedsdata. URL http://osp.energinet.dk/_layouts/Markedsdata/framework/integrations/markedsdatatemplate.aspx.
- Energinet. Introduktion til elmarkedet, 2016a. URL <https://energinet.dk/-/media/Energinet/El-RGD/El-BSJ/Dokumenter/Introduktion-til-elmarkedet.pdf>.
- Energinet. Vindstatistik, 2016b. URL <https://energinet.dk/Om-nyheder/Nyheder/2017/04/25/2016-var-vindfattigt-otte-ar-med-vindrekorder-aflost-af-nedgang>.
- Energinet. Analyseforudsætninger, 2017a. URL <https://energinet.dk/Analyse-og-Forskning/Analyseforudsætninger/Analyseforudsætninger-2017>.
- Energinet. Introduktion til systemydelser, 2017b. URL <https://energinet.dk/-/media/Energinet/El-RGD/El-CSI/Dokumenter/SY/Introduktion-til-Systemydelser.pdf>.
- Energinet. Roller og opgaver - elmarkedet, 2017c. URL <https://energinet.dk/El/Ny-paa-elmarkedet/Roller-paa-elmarkedet>.
- Energistyrelsen. Energiproducenttælling.
- Energistyrelsen. Teknologikataloget opdateret juni 2017, 2017. URL https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_catalogue_for_energy_plants_-_aug_2016._update_june_2017.pdf.
- Grøn Energi. Specialregulering i fjernvarmen, 2016. URL <http://www.danskfjernvarme.dk/groen-energi/analyser/160402-specialregulering>.
- Træreborg Industri, 2017.