



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Håndbog for Energifællesskaber

Jørgensen, Ulrik; Elle, Morten; Lauritsen, Diana; Leonardsen, Øystein; Vikkelsø, Ann; Gerhardt Nielsen, Flemming ; Kepny-Rasmussen, John

Publication date:
2019

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Jørgensen, U., Elle, M., Lauritsen, D., Leonardsen, Ø., Vikkelsø, A., Gerhardt Nielsen, F., & Kepny-Rasmussen, J. (2019). *Håndbog for Energifællesskaber*. (1 udg.).

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- ? Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- ? You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- ? You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



Håndbog for Energifællesskaber

Håndbogen er udarbejdet af en arbejdsgruppe etableret under Energiforum Sydhavn. Energiforum Sydhavn har i perioden 2017-2019 modtaget tilskud fra Energistyrelsen, som led i udmøntningen af tilskudspuljen Lokale partnerskaber til fremme af energieffektivisering og fleksibelt forbrug'. Arbejdsgruppen har bestået af: Ulrik Jørgensen og Morten Elle, Institut for Planlægning, Aalborg Universitet, Diana Lauritsen og Øystein Leonardsen, Områdefornyelse Sydhavn, Ann Vikkelsø, Kgs. Enghave Lokaludvalg, Flemming Gerhardt Nielsen, Det Juridiske Fakultet på Københavns Universitet, og John Kepny-Rasmussen, Københavns Almene Boligselskab.

Arbejdet har været udført med bidrag fra COWI A/S, der har udarbejdet teknikkataloget i appendiks A og EBO Consult A/S, der har bidraget med analysen af modeller for organisering og selskabsformer samt standardvedtægterne i appendiks B.

Håndbogen henvender sig til fagligt engagerede personer og aktører fra boligselskaber, kommuner, butikker og mindre virksomheder, som ønsker at undersøge mulighederne for

etablering af energifællesskaber. Håndbogen giver desuden en forståelse af de nye muligheder, som myndigheder og forsyningsselskaber har ved implementeringen af de nye EU-direktiver for hhv. vedvarende energi og elmarkedet. For at kunne få den fulde effekt af det konstruktive bidrag til en bæredygtig omstilling af det integrerede danske energisystem, som energifællesskaber kan levere, er udformningen af disse rammer af stor betydning.

Energiforum Sydhavn har til formål at skabe mere energieffektive lokale løsninger og har i den sammenhæng arbejdet med borgerinddragelse og udbygning af eksisterende fællesskaber med udgangspunkt i projekter og erfaringer fra den ældre bydel i Sydhavnen. Energiforum Sydhavn er et partnerskab mellem Områdefornyelse Sydhavn, Klimasekretariatet i Københavns Kommune, Kgs. Enghave Lokaludvalg og Institut for Planlægning ved Aalborg Universitet.

For yderligere information:

- Ulrik Jørgensen, e-mail: ulrik@uj-consult.dk
- Øystein Leonardsen, e-mail: oysleo@kk.dk

Introduktion - håndbogens formål og opbygning

6

Håndbogens formål og målgruppe	7
Håndbogens opbygning	7

Hvad er et energifællesskab

8

En ny aktør i energisystemet.....	8
Fokus på lokalt forankrede energifællesskaber	10
EU's definitioner af energifællesskaber.....	11

Udfordringer for den danske omstilling af energisystemerne

14

Den traditionelle, kollektive energiforsyning.....	14
Fra centrale kraftvarmeværker til mangfoldig energiproduktion	16
Den næste, kritiske fase i energiomstillingen	18

Energifællesskabets komponenter og hvad de kan bidrage med?

20

Partnerens udbytte af og bidrag til fællesskabet	21
Etablering af vedvarende energianlæg	22
Elektrificering af varmforsyning og transport	24
Udnyttelse af overskudsvarme	25
Bidrag til den danske energiomstilling	25

Hvem kan være partnere og hvordan organiseres et energifællesskab?

26

Partnere og formål	26
En ny aktør i energisystemet.....	27
Principper for deltagelse i et energifællesskab	28
Energifællesskabets opgaver	29
Den forskellige baggrund for partnerens deltagelse.....	30
Energifællesskabets selskabsretlige form.....	31
Andelselskab eller forening?	32

Energifællesskabers samspil med energiforsyning og infrastruktur

36

Variierende priser på el og varme	36
Benyttelse af de kollektive forsyningsnet	37
Andre 'nye' aktører - især på el-markedet.....	39
Afgifter til staten og deres formål	42
Muligheder for at gennemføre eksperimenter.....	43

Handlingsplan for etablering af et energifællesskab

44

Appendiks A: Teknologikatalog

46

1. Brug af eksisterende net og målere i energifællesskabet.....	47
2. Solceller tilkoblet det lokale elforbrug	51
3. Lokal produktion og lagring for fleksibilitet	59
4. Varmepumper med lokale energioptagere	65
A. Kilde: Jordvarme	71
B. Kilde: Søj/Havvand	78
C. Kilde: Luften	84
D. Kilde: Tagflader.....	88
5. Buffertanke til varme til spidslastudjævning.....	92
6. Kombination af el-baseret transport og deres batterier for fleksibilitet	98
7. Kombineret butikskøling og varmegenvinding	105
8. Supplerende el-opvarmning af varmt brugsvand	110
9. Solvarme i samspil med varmesystemet	114

Appendiks B: Forslag til standardvedtægter

119

Vedtægter for en forening.....	120
Vedtægter for et andelselskab	128

6 Introduktion - håndbogens formål og opbygning

Danmark står i de kommende årtier over for en stor opgave med omlægning af det danske energisystem. Opgavens omfang skyldes, at udnyttelsen af vedvarende energikilder som sol og vind vil vokse fra at dække mere en 50% af det danske elforbrug til at skulle dække stort set det hele og lidt til. Samtidig skal varmforsyningen helt ophøre med at benytte fossile brændsler og brugen af biomasse skal nedtrappes væsentlig, ligesom transportsektoren skal elektrificeres hhv. overgå over til biobaserede brændsler. Denne omlægning indebærer en integration af energisystemet som helhed, så den hidtidige opdeling i en el-, en varme- og en gassektor skal ændres.

En tættere kobling mellem el- og varmedelen af energiforsyningen med f.eks. konvertering af el til varme i varmepumper udgør således et centralt element i de kommende årtiers omstilling. Det er i de kommende årtier, at omstillingen fra fossile til vedvarende energikilder radikalt kommer til at ændre den danske

energiforsyning, hvor den hidtidige proces mest har bestået i at tilføje nye, mindre produktionsenheder i form af vindmøller og små kraftvarmeværker til den eksisterende struktur af store, centrale kraftvarmeværker. Denne omstilling er vigtig for at Danmark kan leve op til målsætningen om 70%'s reduktion af CO₂ udledningerne frem mod 2030, som vil kræve en øget hastighed i denne omstilling.

Lokale energiløsninger har gode muligheder for at sikre integrationen af el og varme. Derfor skal lokale energiløsninger bidrage sammen med, og som nødvendigt supplement til de omlægninger, der skal ske i produktionen af el og varme regionalt og nationalt.

I denne sammenhæng spiller EU's nye energidirektiver en stor rolle, idet de definerer rammer for lokale energiløsninger i form af energifællesskaber. Disse rammer skal være implementeret i danske lovgivning i løbet af 2020 og foråret 2021, hvilket vil være afgørende for den videre energiomstilling i Danmark.

HÅNDBOGENS FORMÅL OG MÅLGRUPPE

Håndbogen har til formål:

- at vejlede lokale aktører i boligforeninger, kommuner, mindre virksomheder og butikker sammen kan etablere og drive energifællesskaber.
- at bidrage til, at den danske regulering med samt net-tariffer og afgifter, som myndigheder og forsyningsvirksomheder skal etablere, understøtter etableringen af energifællesskaber.

Håndbogen er opbygget af en række kapitler, der introducerer til energifællesskaber, formidler hvorledes de kan etableres energiteknisk, juridisk og økonomisk og afsluttes

med at skitsere hvorledes en handlingsplan for etableringen af et energifællesskab kan se ud. Håndbogen omfatter desuden et appendiks A, der beskriver de energiteknologiske elementer, som et energifællesskab kan vælge at supplere deres energisystem, mens appendiks B præsenterer to sæt vejledende standardvedtægter for den juridisk-økonomiske organisation af et energifællesskab.

"Danmark står over for en stor omstilling, hvor lokale energiløsninger er centrale"

HÅNDBOGENS OPBYGNING

I afsnit 2 præsenterer hvad et energifællesskab er for en størrelse og den betydning, som EU's nye energidirektiver har for deres etablering, mens afsnit 3 gennemgår den udvikling, som omstillingen af det danske energisystem til bæredygtighed har været igennem, og hvilke problemer, der skal løses de kommende år. Afsnit 4 går mere i detaljer med, hvad et energifællesskab med forskellige deltagende parter kan bidrage af fordele for energifællesskabets parter og til det samlede energisystem.

I afsnit 5 beskrives hvilke parter, der formelt kan deltage i et energifællesskab og hvorledes det kan organiseres som juridisk enhed og med hensyn til varetægelse af dets opgaver. Afsnit 6 beskriver energifællesskabets samspil med det samlede energisystem repræsenteret ved forsyningselskaber og infrastruktur, mens afsnit 7 afslutningsvis beskriver hvad en handlingsplan for etablering af et energifællesskab kan og bør omfatte.



Lokale energifællesskaber, der er i stand til at levere vedvarende energi til lokalsamfundet, fremme energibesparelser og samtidig udjævne energiforbruget og levere fleksibilitet til det samlede energisystem, bliver i de kommende årtier et vigtigt supplement til de regionale og internationale forsyningsnetværk, der får deres energi store energiproducerende anlæg som vindmølle- og solcelleparker, vandkraft, geotermiske anlæg, affaldsforbrændinger og kraftvarmeværker.

Her bliver lokale, sammenkoblede og fleksible energisystemer med en kombination af egen-

produktion af vedvarende energi, konvertering af energi fra el til varme og forskydning i løbet af døgnet og ugen helt afgørende for at opnå lokale energibesparelser samt for det samlede energisystems effektivitet og bæredygtighed. Det er disse nye lokale systemer, som er i fokus med den nye aktør: 'energifællesskabet'. Det vil fungere som den organisatoriske enhed, der samler parterne bag energifællesskabet i en juridisk og økonomiske enhed, som gør dem i stand til som samlet gruppe at købe, producere, forbruge, lagre og sælge energi (VE-direktivet, art.16 og El-markedsdirektivet, art.15).

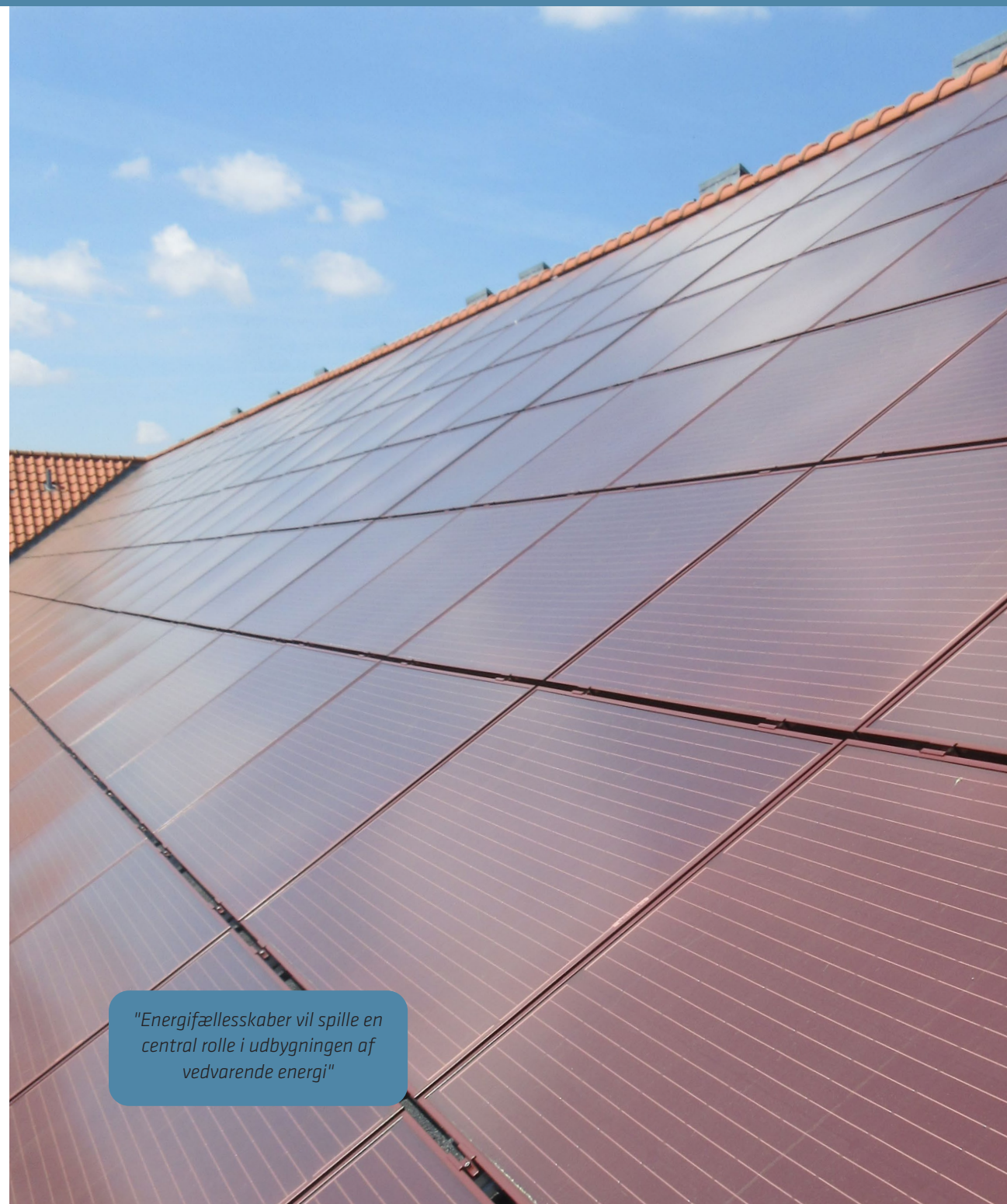
EN NY AKTØR I ENERGISYSTEMET

Energifællesskabet adskiller sig væsentligt fra de forbrugere, der i dag udgør energisystemets kundeside. I dag forsynes den enkelte ejendom hhv. institution eller virksomhed med varme, der selv har målere til fordeling mellem f.eks. lejligheder/husstande. Elforsyningen derimod forsyner den enkelte husstand, institution eller virksomhed og har målere hos den enkelte kunde.

Energifællesskaber kan være opbygget af og dermed repræsentere forskellige former for samarbejder. De kan f.eks. være fokuseret på alene at etablere en VE-baseret produktion af el eller varme og måske samle en række distribuerede aktiviteter, som f.eks. lade-standere til el-biler og lade dem indgå i levering af fleksibilitet. Herved vil en række af de kendte former for kooperativt organiserede lav eller andelsselska-

ber, som ejer små vindmølleparker, solcelleparker etc. også i fremtiden kunne organiseres med henvisning til bestemmelser om energifællesskaber.

Et energifællesskab er ifølge EU's direktiver ikke bundet til alene at være opbygget omkring en arealmæssigt sammenhængende, lokal organisering af energiaktiviteter, men kan godt være f.eks. en gruppe af distribuerede energiforbrugere, der sammen ejer og driver en produktion af el i en vindmølle- eller solcellepark beliggende i nærheden. Eksempler på sådanne energifællesskaber kunne være en kommunes ejendomme, der sammen var et energifællesskab, der drev solcelleanlæg og varmepumper til disse ejendomme. Det kunne også være en forening af debilsbrugere, der sammen drev en park af el-biler og el-ladestandere.



"Energifællesskaber vil spille en central rolle i udbygningen af vedvarende energi"

FOKUS PÅ LOKALT FORANKREDE ENERGIFÆLLESSKABER

I denne håndbog er der fokuseret på energifællesskaber, hvor kerneaktiviteterne er knyttet til et lokalt, sammenhængende område. Det skyldes, at energifællesskaber herved kan bidrage til den samlede energiomstilling ved etablering af en VE-baseret produktion, lagring og konvertering i deres lokale energisystem ved at de har adgang til at benytte ejendomme og arealer til dette formål. Samtidig vil denne form for energifællesskab kunne minimere behovet for at udbygge net-kapacitet og net-tab, som i dag udgør en væsentlig omkostning for både el- og varmforsyningerne. Vi har således valgt at fokusere på netop denne form for energifællesskaber, fordi de på en helt ny måde kan bidrage til den samlede energiomstilling ved at kunne udnytte lokale muligheder for at finansiere og etablere VE-installationer og anlæg til konvertering og lagring af energi, som kræver de lokale parter aktive deltagelse og ejerskab til både areal, bygninger og anlæg. Det lægger op til, at tættere bebyggede bydele ved at etablere energifællesskaber kan bidrage til den bæredygtige omstilling, ligesom denne form for energifællesskab kan tages op af en økologisk fællesbebyggelse eller af et landsbyfællesskab.

"Lokale energifællesskaber i fokus i denne rapport"

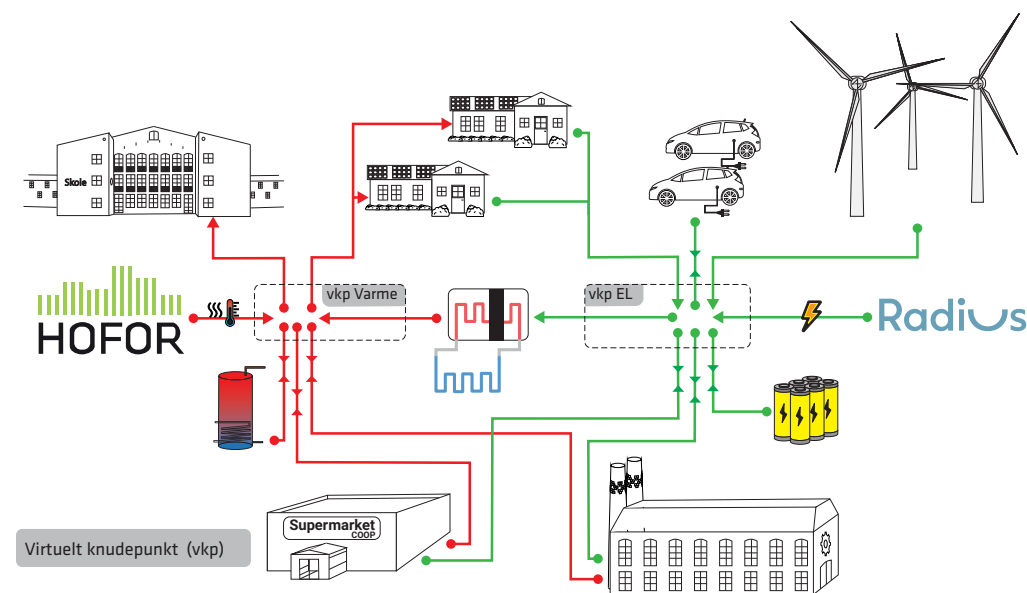
Formålet med de lokalt sammenhængende energifællesskaber er at:

- sikre energibesparelser, hvilket kan opnås gennem reduceret forbrug og øget energieffektivitet i bygninger og apparater,

- optimere opvarmningen som et samspil mellem driften af varmecentraler og bygninger ved at sikre løbende god drift,
- stå for etablering og drift af egen produktion af el baseret på vedvarende energikilder og varme fra varmepumper, hvilket giver en lokal produktion, der kun skal belastes med net-tariffer, der modsvarer omkostningerne i det lokale net, så længe den forbruges inden for fællesskabets kapacitet, samt
- muliggøre styring af forbruget i løbet af dagen og ugen ved lagring, så spidsbelastninger undgås, og det er muligt at levere 'fleksibilitet' til forsyningerne og udnytte perioder med lave priser på købet af el og varme.

Den efterfølgende figur illustrerer, hvilke energiteknologiske elementer og lokale aktiviteter, der samlet set kan indgå i et energifællesskab, og hvorledes de er knyttet sammen i hhv. et el- og et varmenet. Produktionen sker ved solceller og evt. vindmøller. Konverteringen sker i varmepumper og i form af overskudsvarme mens lagringen kan ske i varmetanke, elbiler og evt. batterier.

Figur 1 viser de parter, der har mulighed for at indgå i et energifællesskab, samt deres roller som forbrugere hhv. producenter af energi. Desuden den sammenbinding, som gør integration og ud-ligning af forbrug gennem fællesskabets styring af det lokale energisystem i relation til omgivelserne (forsyningerne). De viste energinetværk er i figuren illustreret som 'virtuelle netværk', idet de godt fortsat kan være ejet og vedligeholdt af forsyningsvirksomhederne eller om nødvendigt kan være ejet af energifællesskabet, mens de på samme tid bidrager både til fællesskabets interne udveksling af el og varme og til transporten af energi mellem fællesskabet og de omkringliggende forsyningsnet og -selskaber.



Figur 1: Illustration af et lokalt energifællesskab bestående af boliger, institutioner, virksomheder og transportmidler, som dels har en egen produktion og samtidig er koblet gennem lokale (virtuelle) forsyningsnet er koblet til det kollektive forsyningsnet (her illustreret ved HOFOR og Radius).

EU'S DEFINITIONER AF ENERGIFÆLLESSKABER

Selvom EU ikke har fokus på varmforsyningen, så er de nye direktiver for el-markederne og for fremme af vedvarende energi (VE) i Europa, som skal være implementeret i den danske lovgivning i løbet af 2020 og første halvdel af 2021, helt afgørende for denne omstilling og ikke mindst for at få skabt muligheder for at de lokale bidrag til omstillingen bliver realiseret. Med det formål at fremme borgerindflydelsen på omstillingen og for at sikre udbygningen af vedvarende energi går EU aktivt ind i den fremtidige regulering af energiområdet med bestemmelser, som definerer forbrugernes (kundernes) ret til selv at producere, lagre, forbruge og sælge

energi både hvad angår VE-siden og generelt på el-området.

Det energipolitiske formål med at lovgive om borgernes rettigheder og i den sammenhæng etablere nye aktører inden for energiområdet er at fremme den bæredygtige og fossilfri omstilling af energisystemerne fremgår bl.a. af følgende formulering: 'medlemsstaterne sikrer, at deres kompetente myndigheder på nationalt, regionalt og lokalt niveau indfører bestemmelser om integration og udbredelse af vedvarende energi, herunder til VE-egetforbrug og VE-fællesskaber, og anvendelse af uundgåelig overskudsvarme og -kulde i forbindelse med

planlægning, herunder tidlig fysisk planlægning, udformning og reovering af byinfrastruktur, industri-, forretnings- eller beboelseskvarterer ..' (VE-direktivet, art.15, pkt.3).

Dette understøttes også af direktivernes kritik af hindringer for, at borgere kan deltage i omstillingen, som f.eks. i det følgende udsagn: 'Der er imidlertid retlige og handelsmæssige hindringer, herunder urimeligt høje gebyrer for internt forbrugt elektricitet, forpligtelser til at levere egenproduceret elektricitet til energisystemet og administrative byrder såsom behovet for, at forbrugere, der selv producerer elektricitet og sælger det til systemet, skal opfylde kravene til leverandører osv.' (El-markedsdirektivet, præambel pkt. 42).

Denne støtte til borgernes medvirken og indflydelse på udviklingen af vedvarende energi og på energiforsyningen er sket gennem definitionen af disse rettigheder dels for den enkelte forbruger (med betegnelserne VE-egenforbrugere og aktive kunder) og i form af en ny juridisk-økonomisk enhed: energifællesskaber (med betegnelserne 'VE-fællesskaber' og 'borgerenergifællesskaber'), som er juridisk- økonomiske samarbejder mellem forbrugere (herunder boligselskaber), kommuner og mindre virksomheder (herunder butikker).

Muligheden for at etablere denne type energifællesskaber er resultatet af 3 års arbejde i EU med de to nye energidirektiver, en del forhandlinger mellem EU-institutionerne samt høringer af mange interessenter er der i EU-retten for første gang etableret en regulering, som giver borgere, som organiserer sig i fællesskaber en reguleret adgang til energimarkedet for alle EU-lande både som producenter, distributører og forbrugere.

Energifællesskaber tildeles af EU en central rolle ved at involvere forbrugere i udbygningen af VE og omstilling af energisektoren: 'Energifællesskaber giver alle forbrugere mulighed for at have en direkte interesse i produktion, for-

brug eller deling af energi. Energifællesskabsinitiativer lægger navnlig vægt på at levere billig energi af en bestemt slags, f.eks. vedvarende energi, til deres medlemmer eller parthavere, snarere end på at give overskud, sådan som det er tilfældet for en traditionel elektricitetsvirksomhed.' (El-markedsdirektivet, præambel pkt. 43).

Når der alligevel er nogle forskelle i formuleringen den funktion og rolle, som 'borgerenergifællesskaber' (El-markedsdirektivet, art.2 og art.15) og 'VE-fællesskaber' (VE-direktivet, art. 2 og art.16) tillægges i de to direktiver skyldes det, at el-markedsdirektivet bygger på ideen om, at markedsløsninger baseret på konkurrence vil være med til at effektivisere energisystemerne inden for og på tværs af landegrænser, mens ønsket om at fremme vedvarende energi og bygge videre på erfaringerne med at fællesskaber har været gode til at fremme satsninger på at fremme omstillingen af de samlede energisystemer. Forskellene kan i nogle situationer føre til forskellige resultater og dermed en ambivalent regulering. Dette skyldes, at især de store el-selskaber spillede en stor rolle i den endelige udformning af el-markedsdirektivet, men de organisationer, der repræsenterede de fælles-ejede VE-baserede anlæg især har haft fokus på VE-direktivet. Borgerenergifællesskabet har aktiviteter på alle områder af elmarkedet, mens VE-fællesskabet alene har aktiviteter indenfor vedvarende energi. I praksis vil energifællesskaber først opnå deres fulde mulighed for at bidrage til den bæredygtige omstilling af energisystemerne, hvis de ses i sammenhæng og ikke som to adskilte typer af fællesskaber.

De centrale aspekter af etableringen af energifællesskaber vil blive uddybet og forklaret nærmere i de følgende afsnit i håndbogen.



"Lokale energifællesskaber kan eje andele i vindmøllelav"

I dette afsnit præsenteres den igangværende omstilling af de danske energisystemer for at give håndbogens brugere en bedre forståelse af den proces, der er i gang med omstillingen og det bidrag, som energifællesskaber kan yde til

DEN TRADITIONELLE, KOLLEKTIVE ENERGIFORSYNING

Den danske energiforsyning har i godt et halvt århundrede været domineret af forsyning fra større kraftvarmewærker, der således både producerer el og varme, mens den efterfølgende distribution af varme og el foregår i opdelte kollektive forsyningsnet til slutbrugere, der i størrelse har rakt fra husstande til institutioner og virksomheder. Dette blev så efter energikrisen i 1970'erne suppleret med ny produktion af el fra vindmøller og af et landsdækkende transmissions- og distributionsnet for gas, som dengang primært blev set som en afløser for den olie, der stadig spillede en stor rolle uden for de fjernvarmedækkede områder.

Denne opbygning af el- og varmeforsyningen har defineret nogle klare opdelinger i opgaverne mellem kraftværker og vindmølle anlæg, der stod for produktionen af el og varme og et udstrakt netværk til distribution af el, fjernvarme og gas ud til slutbrugere. Denne opbygning af energisystemet med en central forsyning med el og varme er blevet mere og mere dominerende og har blandt andet med udbygningen med mindre værker overtaget voksende dele af forsyningen med varme fra individuelle olie- og gasfyr med udbygningen af fjernvarmenetværk også i mindre byer og til omegnen af de større byer.

Opbygningen er illustreret i figur 2 med udgangspunkt i et parcelhus, som viser, at produktionen er koordineret, mens distributionen er opdelt og de forskellige energiformer

denne omstilling. Det vil bl.a. forklare, hvorfor der er behov for nye aktører i energisystemerne og hvorfor integrationen af el og varme bliver så afgørende de kommende år.

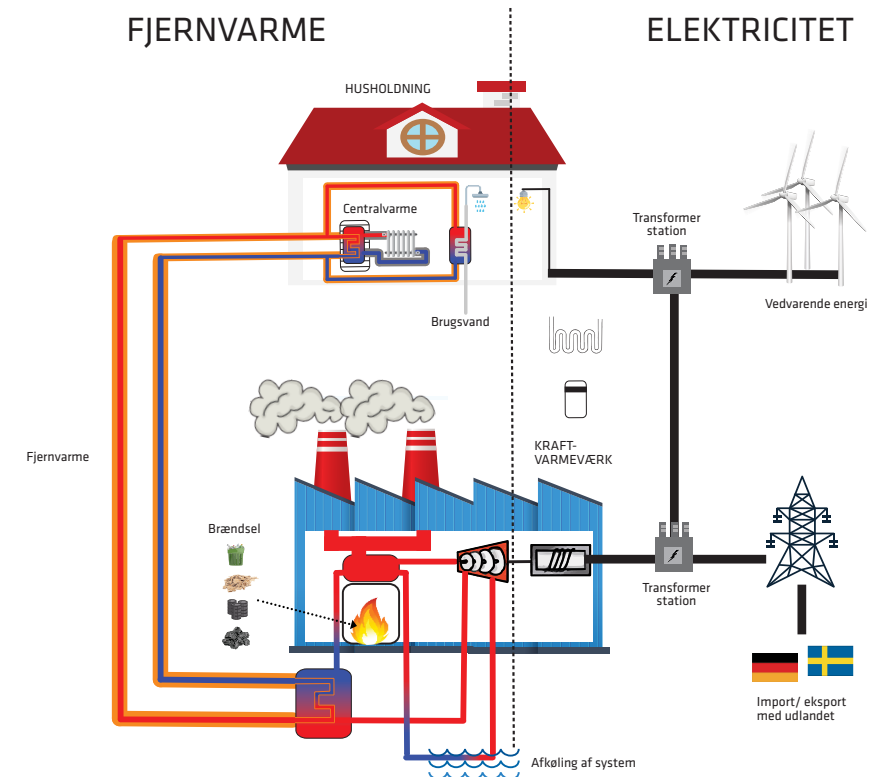
først igen mødes hos forbrugeren. Parcelhuset kunne her erstattes af en boligejendom eller en offentlig institution eller privat produktion- eller handelsvirksomhed.

Danmark har på mange måder været et foregangsland, når det handler om borgernes involvering i etableringen af kollektive løsninger omkring fælles energiforsyning. Det har givet borgerne enten gennem kommuner eller ved direkte ejerskab gennem andelsselskaber mv. muligheder for at engagere sig i en energiforsyning enten ved energiproduktion eller energidistribution. Det har været understøttet af, at der har været en tradition for at løse lokale opgaver ved at lade flere borgere dele udgifter og indtægter ved etableringen af lokal forsyningsvirksomhed samt en offentligt støttet retlig adgang til at understøtte denne virksomhed. Vindmøllernes udbredelse i 1970'erne og 1980'erne var i høj grad båret frem af vindmøllelav ejet af borgerne.

På det kommunale område har man i årtier varetaget en række forsyningsopgaver efter kommunalfuldmagten som er uskrevne regler for, hvilket opgaver hvor kommunerne kan påtage sig. Efter disse har kommunerne haft mulighed for at varetage lokale forsyningsaktiviteter under forudsætning af overholdelsen af et lighedsprincip for alle i lokalsamfundet, hvilket bl.a. vil sige, at der skal være lige tilslutningsadgang for alle. Kommunerne har herved haft adgang til at sikre forsyninger organiseret i privatretlige former som

f.eks. andelsselskaber, så længe disse selskaber har fulgt lighedsprincippet over for deltagere i deres virksomhed, hvilket kommer til udtryk ved lige tilslutnings- og prisvilkår. Vand- og fjernvarmeselskaber har været typiske privatretligt organiserede selskaber, hvor kommunerne aktivt har kunnet fremme borgernes ønske om at forsyne sig selv. Siden slutningen af 1970'erne har forsyningen med el, varme og gas været reguleret gennem særlig lovgivning, der har videreført disse principper.

Det mangeårige lokale samarbejde mellem offentlige og private organisationer har udviklet de forskellige almene forsyningssektorer og danner grundlaget for løsningen af mange af de lokale forsyningsopgaver, som vi ser i dag. På denne måde må det konstateres, at det offentlige system aktivt har været med til at støtte udviklingen af en lokal energiforsyning, der er styret af forbrugere/lokale borgere. At dette er unikt fremgår af, at andre lande i Europa f.eks. har en tradition for privat ejerskab til produk-



Figur 2: Den danske forsyningsmodel med kraftværker, distributionselskaber og forbrugere (her illustreret ved et parcelhus, som slutkunde, men det kunne også have været en større virksomhed).

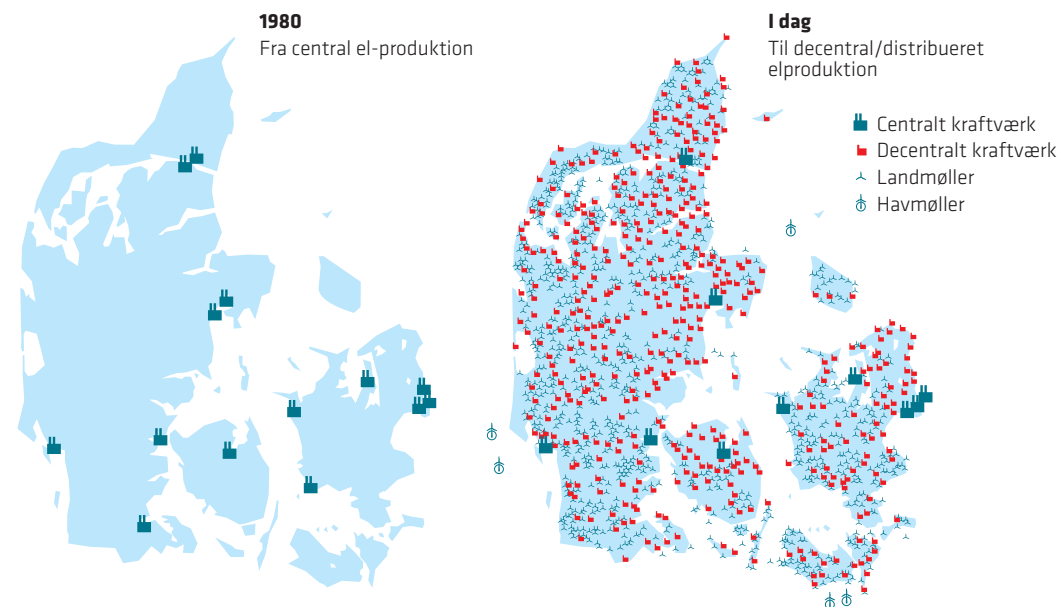
tions- og forsyningselskaber og dermed ofte også et langt svagere samarbejde omkring energieffektive løsninger og ofte med en manglende udbygning af effektive energiløsninger på varme og køleområdet (Concito 2016; Miljøstrategisk Årsmøde 2017).

FRA CENTRALE KRAFTVARMEVÆRKER TIL MANGFOLDIG ENERGI-PRODUKTION

Det voksende bidrag af elproduktion fra vindmøller har ført til en langsom forskydning fra, at det har været store kraftværker, der har stået for elproduktionen, frem mod, at det i dag er ca. 50% af elforbruget, der i dag leveres til elnettet fra vindmøller og vindmølleparker. I 1980 blev

Samtidig med den udstrakte støtte til og involvering af borgere i de kollektive forsyningsløsninger, har disse fulgt det mønster i teknologi og styring (samlet set det 'energiregime'), som er beskrevet ovenfor med centrale forsyningsenheder, kollektive forsyningsnet og kunder, der

det politisk besluttet at alle fjernvarmeværker skulle konverteres til decentrale kraftvarmeværker baseret på naturgas. Også lokale, mindre varme- og kraftvarmeværker er blevet etableret for at udbrede fordelene ved fjernvarme produceret sammen med el. Fra et stærkt centrali-



Figur 3: Udviklingen fra få store kraftvarmeværker i 1980 til et meget mere sammensat system i dag, hvor vindmøller og lokale kraftvarmeværker og varmeværker radikalt har ændret produktionssiden.

seret energisystem baseret på store værker, er energiforsyningen i dag meget distribueret, som det fremgår af figur 3.

Mens forsyningsvirksomhederne for el og varme allerede i udgangspunktet var baseret på civilsamfundets ønske om at spille en aktiv rolle i udviklingen af en effektiv energiforsyning, så er denne model blevet udbygget med etableringen af vindmølle- og solcelle-lav ofte med et lokalt udgangspunkt. De fleste af disse borgernære organisationer har både idealistiske og økonomiske mål, som ses afspejlet i vedtægternes formålsbestemmelser. Organisering af denne kendte form for lokale 'energifællesskaber' har været optaget som en del af dansk lovgivning, som det eksempelvis ses i lov om fremme af vedvarende energi §21, stk. 2, hvor følgende fremgår om statslig garantistillelse for omkostninger ved indledende nytteværdi-studier af et vedvarende energiprojekt:

Ydelse af garanti er betinget af, at nedenstående krav er opfyldt på ansøgningstidspunktet og det tidspunkt, hvor garantien stilles:

- 1) *Vindmøllelavet, solcellelavet eller initiativgruppen har mindst ti deltagere.*
- 2) *Flertallet af vindmøllelavets, solcellelavets eller initiativgruppens deltagere er bopælsregistreret i CPR på en adresse i den*

kommune, hvor møllen eller solcelleanlægget planlægges opstillet, eller uden for kommunen i en afstand af højst 4,5 km fra det sted, hvor møllen eller solcelleanlægget planlægges opstillet. Ved havvindmøller etableret uden for udbud skal bopælsregistreringen efter 1. pkt. være i en kommune, som har en kyststrækning, der ligger inden for 16 km fra opstillingsstedet. (Lovbekendtgørelse nr. 356 af 4. april 2019 med senere ændring)

Bestemmelsen er udtryk for, at der fra den danske stats side har været en accept af og støtte til, at borgere kan slutte sig sammen om etableringen af energiforsyningsaktiviteter, og at staten tilskynder til, at dette sker på nærmere angivne vilkår om f.eks. bopæl for og indflydelse fra de lokale borgere. Samspelet mellem det offentlige og civilsamfundet om at fremme energiforsyningen er og har således været en væsentlig faktor ved dannelsen af lokale energifællesskaber.

Hertil kommer, at der i stigende omfang i enkelte husstande er sket en udbygning med solceller til produktion af el og med konvertering af el til varme i varmepumper. Det har tilføjet nye lokale komponenter til energisystemet og har startet en udvikling, hvor forsyningsvirksomhederne ikke længere alene står for al distribution af el og varme og produktionen, som i stedet er blevet yderligere decentraliseret.

"Lav har spillet en vigtig rolle i udviklingen af den vedvarende energi"

DEN NÆSTE, KRITISKE FASE I ENERGIOMSTILLINGEN

Samlet set fører denne udvikling sammen med de nye EU-direktiver frem mod et langt mere radikalt opbrud af energisystemet i Danmark i form af en samlet omstilling af det dominerende, traditionelle energiregime, som har været afspejlet i den eksisterende, danske forsyningslovgivning på energiområdet. De aktuelle ændringer stiller derfor krav om en ændret opbygning og regulering, der støtter den øgede integration af det samlede energisystem ikke mindst med en række nye muligheder og opgaver for sammenkobling af energisystemet på lokalt niveau både gennem energifællesskaber og ved de nye roller, som enkelt forbrugere kan påtage sig, dækket af betegnelsen 'prosumere' (der står for: producerende forbrugere).

En central udfordring for det fremtidige samlede energisystem er at kunne etablere fleksibilitet i udnyttelsen af den producerede el, hvor de voksende mængder i de kommende årtier vil gøre afhængigheden af vind og sol markant større. Det vil ske samtidig med, at store kraft

varmeværker vil få en stadig dårligere effektivitet og økonomi. Her er omstillingen til mindre CO₂ udledende brændsler som træpiller kun en overgangsløsning, bl.a. fordi forbruget af disse brændsler er vokset meget kraftigt og ikke er bæredygtigt. Denne proces vil indebære, at der skal etableres en kombination af nye løsninger, som på varmeområdet indebærer bygningsrenoveringer, bedre udnyttelse af overskudsvarme, elektrificering af varmeproduktionen gennem bl.a. varmepumper og bidrag fra nye typer af varmeproducerende geotermiske anlæg.

Samlet set betyder det, at den hidtidige struktur af energisystemerne og den regulering, der har understøttet disse, skal omstilles hvad angår både deres tekniske, juridiske og økonomiske indretning. Energiomstillingen er altså ikke alene et spørgsmål om nye energiteknologier, men i høj grad en ændring af borgernes, virksomhedernes, kommunernes, forsyningselskabernes og statens roller og måde at arbejde sammen på.

"Integration af el- og fjernvarmesystemet er afgørende i fremtiden"

"Hvis omstillingen skal lykkes, må vi finde på nye måder at arbejde sammen på"

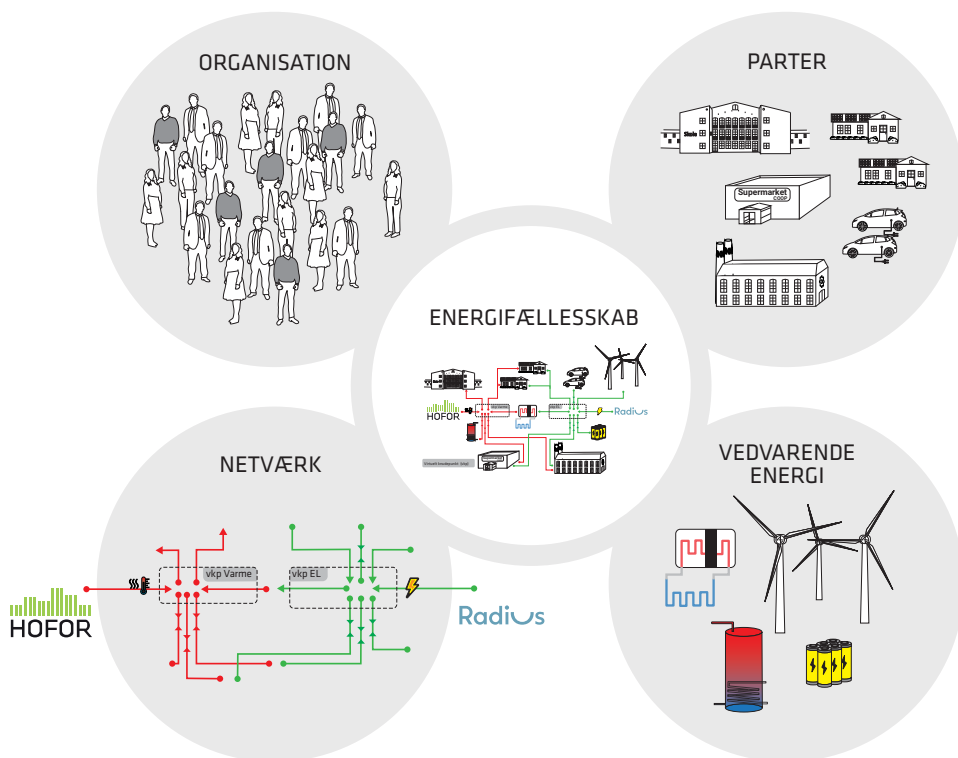


Energifællesskabet, som det er introduceret og beskrevet i afsnittet 'Hvad er et energifællesskab?' består ideelt set af fire komponenter, der tilsammen skaber værdi både i form af et nyt indhold til det sociale fællesskab i et lokalt område, til de involverede parter og brugerne af energien og til nedbringelse af klimabelastningen. De fire komponenter er: (1) den organisatoriske og aktivitetsmæssige ramme, som fællesskabet og samarbejdet leverer, (2) de deltagende parter og deres bidrag i form af areal og investeringer hhv. udbytte i form af energi og komfort, (3) de nye vedvarende energitekniske anlæg, som opføres

samt (4) samarbejdet med og ydelserne til de kollektive energinet og -forsyninger.

"Det kan være en fordel at have mange forskellige typer af partnere med i et energifællesskab"

I de følgende delafsnit vil parternes bidrag, de fælles vedvarende energitekniske anlæg og ydelserne til det samlede energisystem blive belyst.



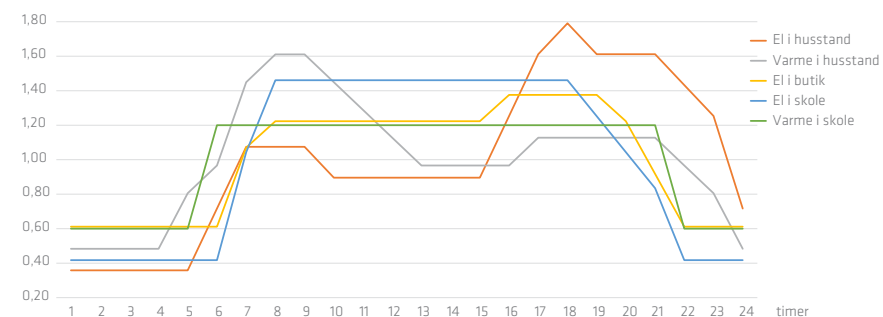
PARTERNES UDBYTTET AF OG BIDRAG TIL FÆLLESSKABET

Partnernes og de brugere, som de repræsenterer, har først og fremmest et udbytte af deltagelsen fællesskabets arbejde gennem den komfort der opnås i boliger og institutioner samt den reduktion i energiomkostninger, som fællesskabet samlet set kan bidrage med for brugerne. Reduktionen i energiomkostninger er et resultatet, der stammer fra flere kilder og hvor forskellige parter bidrager hver for sig og samlet:

- optimeringen af varmesystemer, el-anvendelse og boligernes klimaskærm,
- egenproduktionen fra solceller og anvendelsen af denne i bl.a. varmepumper,
- evt. deltagelse i vedvarende energianlæg i 'nærheden'.
- styringen af de fælles anlæg for at undgå forbrugsspidser,
- effektiv udnyttelse af forsyningsnettenes kapacitet,
- evt. udnyttelse af overskudsvarme og -køling fra butikker, institutioner og små virksomheder,
- evt. levering af el til el-biler og udnyttelse af deres batterilagring, samt

- lavere net-tariffer grundet stordrift og mindre transport ud og ind af fællesskabets net-område.

Et energifællesskab kan omfatte en række forskellige partnere, der ønsker at indgå i dette samarbejde. Reglerne for dette vil nærmere blive beskrevet i det efterfølgende afsnit 5. Det kan være boligselskaber, offentlige institutioner, butikker og mindre virksomheder. Ved at søge et bredere samarbejde kan der også opnås en bedre energieffektivitet ved at kombinere parternes forskellige forbrugsmønstre gennem døgnet, ugen og året. En sammensætning af et energifællesskab med partnere, der har en forskellig forbrugsprofil og kapacitet til at bidrage til lastforskydning er således et væsentligt element i at skabe lokale energisystemer, der dels kan bidrage til den samlede energiomstilling, men også til at begrænse behovet for udbygning af forsyningsnettenes kapacitet. Forskellene i forbrugsprofiler er illustreret med angivelse af bl.a. perioder med størst forbrug i den følgende figur 4 for nogle typer af energiforbrug.



Figur 4: Døgnbaserede kurver (normaliseret) for typisk husstandsforbrug af el og varme, samt offentlige institutioners og butikkers forbrug af el og varme, der bl.a. viser spidslastperioder.

Afgrænsningen af energifællesskabet ved typen af deltagende partnere indebærer – ud over de ideelle mål med udviklingen af et meningsfyldt

lokalt fællesskab og bidrag til at modvirke klimaændringer – de følgende fordele og ulemper for fællesskabet funktion:

PARTNERE	BIDRAG TIL FÆLLESSKAB	UDBYTTE AF FÆLLESSKAB
Boligafdelinger og andre boligenheder	Tagareal til solceller og evt. grundareal til installation af f.eks. lodrette kilder til varmepumper Energioptimering af bygninger og energianvendelse	Lavere priser på el og varme Mulig adgang til el-biler Basis for investering i vedvarende energianlæg
Skole, børnehave, bibliotek	Bidrag med anderledes forbrugsprofil Evt. bidrag med overskudsvarme	Lavere priser på el, varme og køling Mulighed for lokal el-bilpark til fælles formål
Butikcenter, små virksomheder	Bidrag med anderledes forbrugsprofil Udnyttelse af overskudsvarme og -køling	Lavere priser på el og køling Større lokal opmærksomhed
Opladning af elbiler og elcykler	Bidrag til forskudt forbrug gennem lagring	Billige el og god styring
Deltagelse i vindmøller	Større egenproduktion	Basis for investering i vedvarende energianlæg

Der er derfor gode grunde til at søge en bredere sammensætning af et energifællesskab, da det vil øge mulighederne for, at det funktionelt kan

bidrage effektivt til den samlede omstilling af det samlede energisystem.

ETABLERING AF VEDVARENDE ENERGIANLÆG

Ud over energibesparelser og mere effektiv udnyttelse af energi er det væsentligste bidrag, som et energifællesskab kan gennemføre er investeringer i mere vedvarende energi. Det kan for lokale fællesskaber i tættere be-

byggelser typisk være i form af solceller, som kan udnytte eksisterende tagflader, og i øvrigt at støtte eller købe andele i f.eks. vindmøller, der ligger inden for eller i nærheden af fællesskabets område, som energifællesska-

bet kan trække på uden at belaste elnettet over større afstande.

Solcellernes kapacitet til levering af energi er i høj grad bestemt af de tilgængelige tagflader blandt energifællesskabets parter, hvor boligblokke og kommunale institutioner ofte kan bidrage med ganske stor kapacitet. Det er endda muligt evt. at få adgang gennem særlige aftaler til at benytte tagflader på kommunale institutioner, der ikke selv er partnere i energifællesskabet (ifølge VE-direktivet). Solcelleteknologien er beskrevet i pkt. 2 i Teknologikataloget om 'Solceller tilkoblet lokale elforbrug'.

Dimensioneringen af solcelleanlægget må være bestemt af, hvilket omfang af investeringer, som energifællesskabet ønsker at foretage, samt hvor meget el fra solceller, det giver mening at levere til eget forbrug i et typisk gennemsnitsdøgn. Her er behovet bestemt af, hvor meget el energifællesskabets partnere løbende forbruger, hvor stor en mængde el, det er hensigtsmæssigt at konvertere til varme, og om der f.eks. forbruges el til opladning af biler og cykler. Den overskydende el, der produceres af solcellerne kan afsættes til den kollektive elforsyning.

Der er også mulighed for at lagre mindre mængder af el i batterier. Dette er mest relevant for at kunne udligne kortere spidser i forbrug og produktion, da batterier alene anvendt til lagring af el er en meget dyr måde at lagre energi på. Denne mulighed er nærmere beskrevet i Teknologikatalogets pkt. 3 om 'Lokal produktion af el og lagring for fleksibilitet'. Her vil lagring af el i f.eks. el-bilers batterier være et muligt alternativ, hvis ladning af el-biler indgår i energifællesskabets aktivitet. Det er nærmere beskrevet i det følgende afsnit.

Mens solceller har en væsentlig del af deres produktion uden for de 3-4 vintermåneder, er fordelene ved også at have adgang til elproduktion fra vindmøller, at disse har en mere jævn produktion hele året. Hvis der er adgang til, at et

energifællesskab deltager i vindmøleanlæg, må den samlede kapacitet afstemmes til dette. Det vil være en konkret og samlet analyse af hele energifællesskabets energibehov og investeringsmuligheder, der skal ligge til grund for de konkrete valg af kapacitet, og som derfor er specifik for hvert enkelt energifællesskab.

"Dataindsamling og intelligent styring er en centralt for et energifællesskab"

En meget central komponent i energifællesskabet er den dataindsamling omkring og styring af produktion af el, konvertering af el til varme, evt. udnyttelse af overskudsvarme, lagring og forbrug af el og varme fra egne anlæg og fra de kollektive forsyninger af el og varme, som energifællesskabet er i stand til at etablere. Herved bliver energifællesskabet i stand til at optimere driften af egne anlæg og forbruget af leverancer udefra, så de samlet set udnytter energien, når den er billigst og mest effektivt at producere. Ud over at energifællesskabet således bygger på vedvarende energikilder i videst muligt omfang, er dets udnyttelse af energien også optimeret hvad angår energieffektivitet.

I denne sammenhæng er det også vigtigt, at der er klare aftaler om energifællesskabets udnyttelse af de kollektive forsyningsnet, som omtalt i det tidligere underafsnit om 'Fokus på lokalt forankrede energifællesskaber' og uddybet i det senere underafsnit om 'Benyttelse af de kollektive forsyningsnet'. Det kræver også adgang til intelligente målere, der kan levere data for elforbrug og varmemåling for partneres forbrug, så dataindsamling og styring kan gennemføres. Sider af dette står også omtalt under pkt. 1 i Teknologikataloget i appendiks A om 'Brug af eksisterende net og målere i energifællesskabet'.

ELEKTRIFICERING AF VARME- FORSYNING OG TRANSPORT

Elektrificeringen af varmforsyningen består først og fremmest i at udnytte el fra de opsatte solceller til at drive varmepumper med. Hvor man normalt vil tænke, at varmepumper kræver adgang til at udnytte et større fladt areal som fødekilde til varmepumpen, er der i tættere bebyggelser muligheder for at benytte sig af lodrette borer, som fødekilde. Hvis energifællesskabet f.eks. ligger i nærheden af en havn eller en større sø er der også mulighed for, at benytte temperaturen i vandet som fødekilde. Varmepumper og deres fødekilder er beskrevet nærmere i Teknologikatalogets pkt. 4 om 'Varmepumper med lokale energioptagere' og de følgende fire underpunkter: (a) om jordvarme, (b) om sø/havvand, (c) om luft og (d) om tagflader, som fødekilder til varmepumper.

"Energifællesskaber kan bidrage til elektrificering af varme og transport"

Fordelen ved benyttelse af varmepumper er, at de udnytter den producerede el meget bedre end f.eks. direkte el-opvarmning fordi varmepumpen leverer mere varmeenergi end den el-energi, den forbruger. Samtidig er varmeenergi meget lettere og billigere at lagre end el. Dels har bygninger og selve varmesystemet i sig selv en varmekapacitet, som kan forskyde behovet for opvarmning mellem 2 og 5 timer, dels kan varme lagres i buffertanke, hvilket er nærmere beskrevet i Teknologikatalogets pkt. 5 om 'Buffertanke til varme til spidslastudjævning'.

Dimensioneringen af varmepumper hhv. buffertanke til lagring af varme må bygge på en nøjere analyse, som er bestemt af, hvilket omfang af investeringer i varmepumper, som energifællesskabet ønsker at foretage, samt hvor meget el fra solceller, det giver mening at omsætte til varme. Her er kapaciteten af varmepumperne bestemt af, hvor meget varme energifællesskabets partnere løbende forbruger, hhv. af hvor meget af denne produktion, der kan forskydes ved tidspunktet for varmepumpernes benyttelse og hvor stor en mængde varme, det er hensigtsmæssigt at lagre i buffertanke. Den overskydende varme, der produceres af varmepumperne kan evt. kan afsættes til den kollektive fjernvarmeforsyning.

Det kan være en fordel for et energifællesskab også at bidrage til elektrificeringen af person- og mindre varetransport ved at muliggøre at elbiler kan oplades inden for energifællesskabets område. Det kan både dreje sig om personbiler, små varebiler til butikker og småvirksomheder samt biler knyttet til kommunale institutioner. Dels er elektrificering af transporten vigtig i den samlede, danske energiomstilling, dels vil en styring af ladningsforløb og -tidspunkter samt evt. brug af bilernes batterier ved spidslast være et bidrag til den samlede energieffektivitet og begrænsning af behovet for udbygning af kapaciteten i el-forsyningsnettet. Ladning af el-biler og styringen heraf er nærmere beskrevet i pkt. 6 i Teknologikataloget om 'Kombination af el-baseret transport og deres batterier for fleksibilitet'.

UDNYTTELSE AF OVERSKUDSVARME

Selvom adgangen til at integrere overskudsvarme og -kulde ikke direkte omtales i sammenhæng med energifællesskaber, så omtales disse som operatører af fjernvarme og -køling er forpligtet til at tilslutte på linje med energi fra VE-kilder. (VE-direktivet, art.24) Det er derfor nærliggende også at se overskudsvarme og -kulde, som noget, der kan indgå i energifællesskabers samlede energisystem idet de også her kan erstatte anden produktion, hvis det kan fødes ind med den rette termiske kvalitet.

BIDRAG TIL DEN DANSKE ENERGIOMSTILLING

Først og fremmest bidrager energifællesskaber med at øge mængden af vedvarende energi i det samlede energisystem. Energifællesskabets fokus på energi som fælles ressource medvirker til at gøre effektiv energiudnyttelse og energibesparelser til en fortsat indsats.

Et lokalt energifællesskab, der gennem styring af tidspunkter for produktion, konvertering og til dels også forbrug af energi er i stand til at levere fleksibilitet til det samlede energisystem, vil udgøre et vigtigt supplement til de regionale og internationale forsyningsnetværk og samt de større energiproducerende enheder. Flexibiliteten drejer sig om at mindske efterspørgslen efter el og varme i perioder med spidsbelastning

Specielt hvis der er butikker og småvirksomheder knyttet til energifællesskabet som partnere er det relevant at sikre udnyttelsen af overskudsvarme bl.a. fra deres køleanlæg som et bidrag til fællesskabets varmesystem. Denne mulighed er nærmere beskrevet i Teknologikatalogets pkt. 7 om 'Kombineret butikskøling og varmegenvinding'. Varmebidraget fra denne type anlæg kan være ganske betydeligt og anvendelsen af det udgør ikke noget stor omkostning når først energifællesskabets anlæg og styring er etableret.

og som følge heraf også mindske behovet for udbygning af forsyningsnettenes kapacitet både lokalt og regionalt. Det funktionelle bidrag ved udjævning af spidslast er, at energifællesskabets køb af el og varme kan undgå perioder med høje energipriser. Det er også muligt, at energifællesskaber kan bidrage med levering af fleksibilitet på tidspunkter, hvor denne ydelse efterspørges uden for fællesskabets område. Her bliver lokale, sammenkoblede og fleksible energisystemer med en kombination af egenproduktion, konvertering og lastforskydning helt afgørende for det samlede energisystems effektivitet og bæredygtighed.

Et energifællesskab er en retlig enhed (en juridisk-økonomisk person), som udgør et samarbejde mellem forskellige partnere, som allerede beskrevet i det foregående afsnit. Der vil være tale om partnere, der har valgt at indgå i dette

PARTNERE OG FORMÅL

Partnere i et energifællesskab kan være personer, boligejere, andelsselskaber, offentlige institutioner, butikker og mindre virksomheder. De er alle karakteriserede ved, at de er energiforbrugere, der vælger at indgå i et fællesskab for at kunne opnå større fordele gennem dette. Hvem, der konkret skal kunne være partnere i et energifællesskab afgøres af den valgte selskabsform og de bestemmelser om deltagelse, som fastlægges i vedtægterne. Energifællesskabets partnere kan hver for sig bidrage med deres energianlæg og de kan i regi af det fælles selskab investere i og drive energianlæg.

I El-markedsdirektivet er det åbnet for, at et datterselskab af f.eks. net-selskaber godt kan være partner i et borgerenergifællesskab (El-markedsdirektivet, præambel pkt.44). For et energifællesskab kan der være en fordel ved, at et større energiselskab involverer sig gennem et datterselskab fordi de har teknisk ekspertise og indgående kendskab til energisektorens reguleringer. Hertil kommer energiselskabernes mulighed for at deltage finansielt i konkrete projekter, enten som deltager i energifællesskaber med overholdelse af bestemmelserne i direktiverne eller som samarbejdspart ved opførelsen af større tekniske installationer, hvor energiselskabet og energifællesskabet opfører hver deres andel af de tekniske installationer, der herefter kan drives i fællesskab.

samarbejde om fælles investeringer og drift af energianlæg, som dels kan producere energi til supplering af eget forbrug og evt. til salg til andre.

Deltagelse af et energiselskab er ikke nogen nødvendighed, og der kan være fordele ved, at energifællesskaber i stedet indgår med klare grænser og aftaler i forhold til energiproducerende selskaber eller el-handlere og i forhold til de selskaber, der driver de kollektive energiforsyningsnet.

"Der kan være miljømæssige, økonomiske og sociale fordele ved at være med i et energifællesskab"

Da energifællesskaber ifølge EU-direktiverne har til formål at skabe miljømæssige, økonomiske og/eller sociale fællesskabsfordele fremfor økonomisk gevinst har de som grundlag og udgangspunkt et andet sigte end kommercielle virksomheder, hvis formål er at skabe overskud for ejerne (VE-direktivet, art.2 og El-markedsdirektivet, art.2). Det særlige for energifællesskaber er således, at deres partnere alle selv aktivt er involveret i og har fordel af fællesskabets aktiviteter – de har en egeninteresse i disse aktiviteter ved at energifællesskabet først og fremmest fremstiller energiydelser til partnere selv og altså ikke som primært sigte har at

fremstille et produkt, der skal sælges som vare til andre. Interaktionen med omgivelserne – de kollektive forsyninger – handler primært om at udveksle ydelser med disse. Disse fordele for fællesskabet kan være miljømæssige, økonomiske eller sociale:

- De miljømæssige kan være afledte virkninger på klimaaftrykket ved energibesparelser gennem forbedringer af energianlæg, mindsket energispild eller konvertering fra fossile brændsler til vedvarende energi, hvorved CO₂-udslippet mindskes.

EN NY AKTØR I ENERGISYSTEMET

Energifællesskabet adskiller sig væsentligt fra de forbrugere, der i dag udgør energisystemets kundeside. I dag forsynes den enkelte ejendom hhv. institution eller virksomhed med varme, der selv har målere til fordeling mellem f.eks. lejligheder/husstande. Elforsyningen derimod forsyner den enkelte husstand, institution eller virksomhed og har målere hos den enkelte kunde.

Energifællesskaber kan være opbygget af og dermed repræsentere forskellige former for samarbejder. De kan f.eks. være fokuseret på alene at etablere en VE-baseret produktion af el eller varme og måske samle en række distribuerede aktiviteter, som f.eks. lade-standere til el-biler og lade dem indgå i levering af fleksibilitet. Herved vil en række af de kendte former for kooperativt organiserede lav eller andelsselska-

- De økonomiske kan f.eks. være direkte gennem energibesparelser ved udførelsen af fælles aktiviteter og ved lavere energipriser for borgere, butikker, offentlige institutioner og små virksomheder og indirekte ved at skabe arbejdspladser hos lokale håndværkere eller anvende overskud til etablering af lokale virksomheder som f.eks. socioøkonomiske virksomheder.
- De sociale fællesskabsfordele må forstås bredt og dækker f.eks. det at gavne fællesskabsfølelsen ved at forskellige borgere deltager og skaber sociale relationer ud fra det fælles

ber, som ejer små vindmøleparker, solcelleparker etc. også i fremtiden kunne organiseres med henvisning til bestemmelser om energifællesskaber.

Et energifællesskab er ifølge EU's direktiver ikke bundet til alene at være opbygget omkring en arealmæssigt sammenhængende, lokal organisering af energiaktiviteter, men kan godt være f.eks. en gruppe af distribuerede energiforbrugere, der sammen ejer og driver en produktion af el i en vindmølle- eller solcellepark beliggende i nærheden. Eksempler på sådanne energifællesskaber kunne være en kommunes ejendomme, der sammen var et energifællesskab, der drev solcelleanlæg og varmepumper til disse ejendomme. Det kunne også være en forening af delebilsbrugere, der sammen drev en park af el-biler og el-ladestandere.

PRINCIPPER FOR DELTAGELSE I ET ENERGIFÆLLESSKAB

Den liberale markedstænkning, der gennemsyner EU-direktiverne, har ført til, at det flere steder fremhæves at deltagelsen i et energifællesskab skal være åben og frivillig (VE-direktivet, art.2 og EI-markedsdirektivet, art.2). Dette understøtter også den demokratiske dimension i energifællesskaber. Det betyder, at der skal være fastsat regler for optagelse af nye partnere i fællesskabets vedtægter, ligesom der skal være mulighed for, at en partner kan træde ud af fællesskabet. I praksis indebærer dette også, at der i vedtægterne for et energifællesskab også skal være fastsat regler for, hvordan en ny partner kan bidrage til finansieringen og videreudvikling af de fælles energianlæg, ligesom der skal fastlægges regler for, hvilke økonomiske forpligtelser og rettigheder en partner har ved udtræden af fællesskabet. Disse sider af partnerskabet gør, at nye partnere må tilslutte sig energifællesskabets formål og aktiviteter. Det sætter grænser for hvem, der konkret kan være og søge om optagelse som partnere i et energifællesskab, da der ikke blot er tale om at indgå som kunde i en markedsbaseret relation.

Hvis et energifællesskab er afgrænset ved aktiviteter, der ligger inden for et lokalområde skal

nye partnere have en tilknytning til dette område og kunne bidrage til netop denne type aktiviteter. Selvom der med undtagelse af VE-direktivets angivelse af, at et energifællesskab kan eje og drive et anlæg baseret på vedvarende energi placeret i nærheden af fællesskabet, ikke indeholder krav om nærhed, så er denne håndbog specielt interesseret i de forhold, der gør sig gældende for sammenhængende og arealmæssigt afgrænsede energifællesskaber, da de tilbyder nogle særlige fordele både for fællesskabet og for det bidrag til det omgivende energisystem. Selvom nærhedsprincippet ikke er nærmere defineret, kendes allerede i dansk ret – og fra en række andre medlemslande – hvor alene personer og institutioner, der bor eller er beliggende indenfor en bestemt afstand fra det vedvarende energiprojekt kan deltage i projektet (Lov om fremme af vedvarende energi, §15).

Er der tale om et mere distribueret fællesskab med en afgrænset formål f.eks. ved at organisere elektrificeret transport må nye partnere kunne leve op til de kriterier for partnerskab/medlemskab og tilslutte sig formålet med de aktiviteter, som energifællesskabet er organiseret omkring og udfører.

"Lokalt samlede energifællesskaber kan godt eje et vedvarende energianlæg, der ligger i nærheden af fællesskabets område"

ENERGIFÆLLESSKABERS OPGAVER

Den besluttende kompetence i et energifællesskab skal ligge hos partnerne, som faktisk skal kontrollere alle beslutninger, der træffes i fællesskabet. Dette er fulgt op, således at f.eks. datterselskaber af kommercielle selskaber ikke må have afgørende indflydelse i et energifællesskab.

I VE-direktivet stilles der krav til energifællesskabers uafhængighed. Det må indebære, at energifællesskabet er sin egen juridiske enhed ikke er underlagt udefrakommende kontrol, samt at de formelt involverede beslutningstagerne ikke må være underlagt instruktionsbeføjelser fra andre, end dem der lovligt kan deltage i energifællesskabet. Der er ikke på tilsvarende måde klare regler i EI-markedsdirektivet om borgerenergifællesskabers når bortses fra begrænsningerne ovenfor om datterselskabers deltagelse og den generelle formulering, at: 'Beslutningsbeføjelserne i et borgerenergifællesskab bør dog begrænses til de medlemmer eller partshavere, som ikke deltager i omfattende kommercielle aktiviteter, og for hvem energisektoren ikke er et primært område for økonomisk aktivitet.' (EI-markedsdirektivet, præambel pkt.44). Et energifællesskab skal være i stand til at organisere, investere i, styre og udnytte et lokalt energisystem, der indgår i samarbejde med de omkringliggende regionale og nationale forsyningsnetværk. Det stiller dermed krav til en ny og retligt formaliseret organisatorisk form og et nyt indhold i den lokale organisering af parter i det kvarter, den bydel, den landsby eller de andre former for fællesskab, der er aktuelt.

Det er afgørende for gennemførelsen af de fælles energiprojekter, at der mellem partnerne i et energifællesskab indgås aftaler om, hvordan projekternes planlægning, prissætning, rolle

fordeling, evt. alternative løsninger/planer, systemdesign, systemets forventede produktion og håndtering af driftserfaringer med systemet, varetagelsen af servicefunktioner samt ikke mindst finansieringen. Selvom ikke alle disse forhold skal være indeholdt i det retlige grundlag for energifællesskabets organisation, men kan indgå i aftaler mellem partnerne, bør de organisatoriske rammer for energifællesskabet i høj grad afspejle de aktiviteter, der er tænkt af være indeholdt i samarbejdet.

"Et lokalt energifællesskab forudsætter, at der er et tillidsfuldt forhold mellem parterne"

Erfaringer tilsiger således, at der er stor forskel på at etablere og drive en vindmølle i forhold til f.eks. driften af et solcelleanlæg i kombination med varmepumper. Når dette så skal indgå og levere ydelser i et lokalområde, hvor de forskellige partnere har forskellige forbrugsprofiler skal det indtænkes i de organisatoriske rammer for og den i den måde energifællesskabet påtænker at gennemføre sit løbende virke.

Et energifællesskab kan godt vælge at opbygge en egen ekspertise til varetagelsen af den løbende drift, men ligesom det er nærliggende at købe rådgivning omkring projekter uden for fællesskabet, er det også nærliggende at overveje køb af service udefra til håndtering af data, styring af den løbende optimering af energisystemerne og varetagelsen af den løbende drift af de samlede energianlæg.

DEN FORSKELLIGE BAGGRUND FOR PARTNERNES DELTAGELSE

Energifællesskabers partnere vil have en forskellig baggrund for at deltage i etableringen og driften af fællesskabets aktiviteter. Selvom de alle kan slutte op om både de ideelle og de praktiske formål med energifællesskabet har de i deres primære virke helt forskellige opgaver og ledelsesformer. De er så at sige 'umage' partnere der arbejder sammen om løsning af en fælles opgave med et fælles formål. Det skal ikke ses som en ulempe, men snarere et formål, som understøtter de demokratiske processer og vedligeholder fællesskaber i lokalsamfundet.

Etableringen af et energifællesskab forudsætter, at der i lokalområdet skabes et tillidsfuldt forhold mellem de partnere, der kan være interesseret i at stifte fællesskabet. Manglende erfaring med at arbejde med lokale energiprojekter, og navnlig hvordan de igangsættes, kan være en barriere for virkeliggørelsen af et energifællesskab. Det kræver indsigt, som kan hentes denne håndbog og fra lignende projekter i andre byområder. Det kan også hentes hos personer eller organisationer med særlig viden om det konkrete projektindhold.

Butikker, små virksomheder, andelsboligforeninger og private boligejere har typisk en tæt sammenhæng mellem ledelsen og beslutninger om investeringer og driften i dagligdagen eller hvis det er en lokal afdeling kan hente den hos en overordnet ledelse. I bl.a. almene boligorganisationer og kommunale institutioner er beslutningsstruktur og engagement fordelt på flere parallelle led og delt i en repræsentativ, politisk og en administrativ ledelse.

I den almene boligsektor er det vigtigt, at der etableres en koordineret opbakning mellem boligorganisationens demokratiske organer og den administration, som er etableret for den daglige forvaltning og drift af disse boliger. Her skal begge sider af organisationen være involveret, og det kan måske somme tider være nødven-

digt, at overkomme tidligere uheldige erfaringer med andre lignende initiativer.

Desuden kan der være lovgivningsmæssige barrierer for lokale aktørers deltagelse i energifællesskaberne. I denne sammenhæng henvises bl.a. til lov om almene boliger, der efter lovens §6 afgrænser boligorganisationers formål og kerneområder. Umiddelbart hører deltagelse i energifællesskaber ikke til kerneområdet, hvorfor der efter stk. 2 i samme bestemmelse er en åbning for deltagelse i andre aktiviteter udtrykt på følgende måde:

Boligorganisationen kan herudover udføre aktiviteter, som har en naturlig tilknytning til boligerne og administrationen af disse, eller som er baseret på den viden, boligorganisationen har oparbejdet gennem sin virksomhed.

Der er med henvisning til denne bestemmelse udarbejdet en bekendtgørelse om sideaktiviteter i almene boligorganisationer. Heri er almene boligorganisationers deltagelse i forsyningselskaber og lignende bl.a. beskrevet. Hovedprincippet er, at en almen boligorganisation eller boligafdeling kan eje og drive varme-, vand-, kraftvarmeforsyning, elektroniske kommunikationstjenester og elproduktionsanlæg, der er baseret på vedvarende energikilder. Forudsætningen er, at kundekredsen uden for den almene boligorganisation til sådanne anlæg er begrænset, og for elproduktionsanlæggene gælder, at elproduktionen skal leveres til boligafdelingen eller til det kollektive elnet, og der er sat en maksimumgrænse for levering af el, svarende til en installeret effekt på 6 kW pr. bolig- og erhvervsenhed. Boligorganisationen eller en afdeling kan også foretage indskud i og deltage i ledelsen af ovennævnte anlæg, når de er eksterne.

I vejledningen til sideaktiviteter fra 1998 er det anført, at der ikke er stillet krav om indskuddets størrelse eller krav om, at anlægget skal være organiseret på en bestemt måde. Boligorganisationens ledelse skal her sikre, at det samlede engagement i forsyningsvirksomheden er forsvarligt. For elproduktionsanlægget gælder, at der kan leveres el til det kollektive elnet fra et anlæg, der er etableret i en almen boligafdeling. Der kan måske være behov for at præcisere boligorganisationernes sideaktiviteter på nogle områder tilpasses de energimæssige mål for energifællesskaber.

Kommuner vil typisk på tværs af de enkelte typer af administrative, sociale og uddannelsesmæssige institutioner have etableret en fælles administration og drift af bygninger og

ENERGIFÆLLESSKABERS SELSKABSRETTLIGE FORM

I Danmark ses mange forskellige typer af selskabsretlig opbygning af energiselskaber, som kan benyttes som inspiration ved valget af den selskabsretlige form, der er egnet til at varetage de opgaver og beslutninger, som skal kunne håndteres af et energifællesskab. Der sondres normalt mellem ideelle og økonomiske selskaber, hvor sidstnævnte har som formål at sikre deltagerne i selskabet i en økonomisk gevinst f.eks. gennem lavere energipriser eller indtjening ved salg af energiproduktion, mens det ideelle selskab typisk tilgodeser mere almene formål uden økonomiske fortjenester for deltagerne.

I denne sammenhæng er fokus på de økonomiske selskaber, hvor nogle selskaber benævnes kapital-selskaber, dvs. aktieselskaber og anparts-selskaber, mens andre betegnes som personselskaber, hvor mindst én selskabsdeltager hæfter ubegrænset for selskabets gæld.

energianlæg, som varetaget fælles opgaver og har etablerede rutiner og politikker for denne drift, som den lokale ledelse og de mulige lokalt involverede borgere ikke har nogen direkte indflydelse på. Her er det nødvendigt, at der skabes en overordnet forståelse i den kommunale politiske og administrative organisation for, hvad energifællesskaber kan bidrage med og dermed åbne retningslinjer for en eventuel fælles drift af bygninger og energianlæg, så de kan deltage i det lokale arbejde. Dette understøttes konkret i EU's direktiver, hvor kommuner både er anført som mulige partnere i et energifællesskab og hvor der også åbnes for, at kommuner og offentlige myndigheder f.eks. kan stille egnede tagflader til rådighed for solceller, hvis el-bidrag udnyttes i lokalområdet.

Interessentskabet er et eksempel på sidstnævnte. Derudover er der andre selskabstyper som andelsselskaber og partnerselskaber.

Der er således stor spændvidde mellem selskabsformerne, hvad angår deltagerens retlige position. I de typiske kapital-selskaber er deltagerens retsstilling reguleret i flere henseender. Dette gælder til en vis grad også for andelsselskaber, mens der i interessentskaber og foreninger typisk er aftalefrihed med hensyn til deltagerens roller. (Lov om erhvervsdrivende selskaber)

Ud over forskellighederne i den selskabsretlige regulering er der også for nogle selskaber en økonomisk regulering. Det gælder f.eks. el- og fjernvarmeselskaber, hvor der er fastsat specifikke rammer for selskabernes afkast. Fjernvarmeselskaberne har således en vidtgående regulering af afkastet fastlagt gennem det

såkaldte 'hvile-i-sig-selv' princip, hvor indtægter og udgifter skal balancere, hvilket medfører, at der normalt ikke er kapitalafkast i et fjernvarmeselskab (Lovbekendtgørelse nr. 64, 2019, §202).

Ud af Danmarks ca. 400 fjernvarmeselskaber, er ca. 340 organiseret som andelsselskaber, hvor aftagerne af typisk er medlemmer. Andelsselskabstanken i et fjernvarmeselskab kommer til udtryk på den måde, at medlemmerne aftager fjernvarme til den billigst mulige pris, og dermed tilgodeser fjernvarmeselskabet medlemmernes økonomiske interesser. I nogle selskaber, der er organiseret som andelsselskaber, returneres en del af afkastet til medlemmerne på samme måde som i fjernvarmeselskabet, mens en anden del af afkastet kan gå til mere ideelle formål som f.eks. støtte til fremme af lokale aktiviteter til gavn for lokalsamfundet.

ANDELSSELSKAB ELLER FORENING?

Vedtægterne for andelsselskabet eller foreningen skal regulere alle forhold vedr. beslutninger om investeringer, drift og afregning for den forbrugte energi (el hhv. varme) samt evt. afvikling/udtræden af en partner. Dette fordi deres formål er ikke-kommercielt og det må være afgørende for partnerne, at deres økonomiske ansvar er begrænset (i modsætning til f.eks. interessentskabet), ligesom deres værdi ikke, som f.eks. aktieselskaber kan omsættes i fri handel med aktier.

Eksempler på standardvedtægter for disse to organisations- og selskabsformer er indeholdt i appendiks B.

EU-direktiverne foreskriver ikke bestemte selskabsformer men overlader det til medlemslandene at afgøre, hvilke selskabsformer der

Valget af selskabsretlig form er i denne sammenhæng bestemt af, at de deltagende parter ansvar kan begrænses og at parternes deltagelse i energifællesskabet ikke udgør en frit omsættelig værdi, der kan handles og sættes

"Det er andelsselskabet og foreningen, der er de relevante organisationsformer"

i værdi på et marked. På den baggrund kan et energifællesskab juridisk set med fordel enten være etableret som en Forening eller et Andelsselskab (med veldefineret og begrænset ansvar), hvor partnerne enten er medlemmer eller andelshavere – eller på tværs af disse omtalt som partnere.

accepteres ved dannelsen af energifællesskaber. I VE-direktivet angives:

Medlemsstaterne bør derfor også have mulighed for at vælge en hvilken som helst form for enhed til VE-fællesskaber, for så vidt den pågældende enhed i eget navn kan udøve rettigheder og være pålagt pligter. (VE-direktivet, præambel pkt.71)

mens EI-direktivet foreskriver:

Det bør derfor være muligt for medlemsstaterne at fastsætte, at borgerenergifællesskaber antager en hvilken som helst form for enhed, f.eks. form af en sammenlutning, en andelsforening, et partner-

skab, en nonprofitorganisation eller en lille eller mellemstor virksomhed, forudsat at enheden i eget navn har ret til at udøve rettigheder og være omfattet af forpligtelser. (EI-markedsdirektivet, præambel pkt.44)

Medlemslandene bliver pålagt aktivt at medvirke til at markedsmodne VE-fællesskaber. Supplerende hertil er der i begge direktiver en forudsætning om, at energifællesskabet ikke hindres i at opnå registreringer og/eller licenser ved urimelige, uforholdsmæssige eller uigen-nemsigtige procedurer. (VE-direktivet, art.22, stk.4 og EI-markedsdirektivet, art.16, stk.1)

Den ene anbefalede juridiske form: Andelsselskabet kendes fra private andelsboligforeninger og almene andelsboligforeninger, ligesom en række forsyningselskaber er andelsselskaber, der over årene har vist sig meget funktionsduelige. Andelsselskabet kan i sin organisatoriske opbygning omfatte alle de krævede principper, der er opstillet i EU direktiverne. Med hensyn til andelshavernes hæftelse bør der i denne sammenhæng arbejdes med andelsselskaber med begrænset ansvar (MBA).

Andelsselskaberne er typisk kendetegnet ved andelshavernes (partnernes) ligeværdige position i selskabet, hvilket giver mulighed for optimale beslutningsprocesser, hvor de høres undervejs, og hvor beslutninger træffes på dette grundlag. Andelsselskabet kan opbygges på forskellige måder med en øverste myndighed dels som generalforsamling eller som repræsentantskab. I førstnævnte tilfælde har alle andelshavere mulighed for at deltage i generalforsamlingen, mens repræsentantskabsmodellen forudsætter, at der af forskellige fora er udpeget repræsentanter til repræsentantskabet, der herefter udgør den øverste myndighed. Begge modeller kendes fra energiforsyningsvirksomheder.

Den anden anbefalede juridiske form: Foreningen er ligeledes en kendt måde at orga-

nisere sig på i Danmark. Også ved denne form er det afgørende, at foreningen etableres med begrænset ansvar (MBA) Som ved andelsselskabet kan foreningens vedtægter indeholde de bestemmelser, som EU-direktiverne forudsætter for energifællesskaber. Foreninger har et mindre institutionelt præg end et andelsselskab og kan derfor anses for en mere 'folkelig' model for organisering. Foreningen kan organiseres efter nærmere aftale mellem medlemmerne (partnerne) og dermed mere åben og fleksibel for en konkret tilpasning til de opgaver som energifællesskabet skal udføre sammenlignet med andelsselskabet. Det stiller samtidig lige flere krav til præcision i den afklaring, der skal ligge forud for valget af den konkrete organisering af foreningen og dens vedtægter.

Der vil være nogle fælles karakteristika for andelsselskaber og foreninger, som hænger sammen med at et energifællesskab ifølge dansk erhvervsret vil blive betragtet som en erhvervsdrivende virksomhed. Begge selskabsformer opfylder som udgangspunkt kravene, idet dog vedtægterne skal afspejle partnernes formål og behov i relation til energifællesskabets virke. Desuden er det relevant at disse erhvervsdrivende selskaber også har et begrænset ansvar, idet der dermed menes, at ingen af deltagerne hæfter personligt, uden begrænsning og solidarisk. Dermed opfylder begge selskabsformer EU-direktivernes regulering af åbenhed og beslutningstagning i energifællesskaberne.

Den følgende tabel viser en sammenligning af de to selskabsformer, som foreslås benyttet ved etablering af energifællesskaber, nemlig enten

Andelsselskabet eller Foreningen, hvor der specielt peges på ligheder og forskelle:

Funktion/opgave	Andelsselskabet MBA	Foreningen MBA
Deltagende parter	Specificeres i vedtægter, men ifl. EU: borgere, boligorganisationer, institutioner, kommuner, små virksomheder	Specificeres i vedtægter, men ifl. EU: borgere, boligorganisationer, institutioner, kommuner, små virksomheder
Parternes ejerskab	Andele i selskabet	Medlemskab af foreningen
Parternes lighed	Vedtægterne skal sikre, at andelshaverne er på lige fod i relation til energifællesskabets formål	Vedtægterne må sikre, at medlemmerne er på lige fod i relation til energifællesskabets formål
Funktionsområde	Udfører erhvervsmæssig aktivitet for andelshaverne	Udfører erhvervsmæssige og almene opgaver for medlemmerne
Økonomisk grundlag	Andelsindskuddene udgør andelsselskabets kapital – det kan suppleres med et årligt andelsbidrag og med betaling for specificerede energiydelser	Medlemskab kan forudsætte et indskud, der udgør foreningens kapital – det kan suppleres med et årligt medlemsbidrag og med betaling for specificerede energiydelser
Beslutningskompetence	Generalforsamlingen, som kan delegere opgaver og kompetence til en bestyrelse	Generalforsamlingen, som kan delegere opgaver og kompetence til en bestyrelse
Selskabsret	Lov om erhvervsdrivende virksomhed specificerer krav til andelsselskaber	Lov om erhvervsdrivende virksomhed har meget få krav til foreningers opbygning
Selskabsret	Andelsselskabets vedtægter skal registreres og godkendes af selskabsstyrelsen bl.a. for at sikre begrænsning af ansvar	Foreningen vedtægter skal registreres og godkendes af selskabsstyrelsen bl.a. for at sikre begrænsning af ansvar
Vægt ved beslutninger	I udgangspunktet er det andelens størrelse, der afgør indflydelsen, men denne kan i vedtægterne afgrænses med anden vægtning i forhold til typen af beslutninger	I udgangspunktet har medlemmer lige indflydelse, men denne kan i vedtægterne afgrænses med anden vægtning i forhold til typen af beslutninger

Som udgangspunkt er foreningen den i erhvervsretlig forstand mest fleksible selskabsform, idet den åbner for flere muligheder i udformningen af vedtægter og derfor kan tage højde for særlige forhold og opgaver som f.eks. at energianlæg inden for energifællesskabet

delvist er ejet og administreret af parterne hver for sig og delvist i fællesskab, mens andelsselskabet er bedre kendt i forbindelse med energianlæg i dansk sammenhæng.



EU-direktiverne fremhæver – som også opregnet i tidligere afsnit – at et energifællesskab har en ret til at have aktiviteter, der består i produktion af el (og varme), herunder baseret på vedvarende energikilder, distribution, levering, forbrug, aggregering, energilagring, energiefektivitetsydelse eller ydelser til opladning af elektriske køretøjer eller yde andre energiydelser til sine partnere. Den kommende danske lovgivning må derfor i konsekvens heraf ikke lægge

VARIERENDE PRISER PÅ EL OG VARME

Der er gennemført en del studier af prissignaler inden for især el-området som styringsinstrument i forhold til forbrugeres og virksomheders adfærd. De har ledt frem til den konklusion, at forbrugere ikke reagerer specielt på prisvariationer, og hvis de gør det, sker det i trinvis omlægninger af praksis. Årsagen er for så vidt ganske enkel, idet den enkelte forbruger eller husholdning er meget bundet af daglige rutiner og praksis, hvor en variation i elpriser ikke på den korte sigt spiller den store rolle.

I fremtiden vil først el og derpå varme blive afregnet med tidsvarierende priser over døgnet og evt. også over året og afhængigt af produktionsprisen på el og varme i det nationale hhv. regionale netværk. Dette ikke mindst for, at mere professionelle systemer og organisationer vil være i stand til at styre forbrugstidspunkter og starte og slukke for anlæg, så det samlede, integrerede energisystem kan fungere mere optimalt, at forbruget kan tilpasses en mere varierende vejrligsafhængig produktion og er i stand til at undgå unødvendig udbygning af kapaciteten i spidslastperioder.

Mens det er åbenlyst, at et generelt salg af el (og varme) fremover ikke kan baseres på faste

hindringer i vejen for, at energifællesskabet i praksis er i stand til at håndhæve denne ret. Det kræver et samspil med de eksisterende kollektive energiforsyninger for el og varme og den kollektive infrastruktur, der er etableret til distributionen af energi, som samtidig lægger nogle rammer for og bindinger på, hvordan et energifællesskab kan operere og hvilke økonomiske fordele, det kan tilbyde sine partnere og energibrugere.

priser uafhængigt af tidspunktet for forbruget, er der to udfordringer forbundet med at vælge en generelt anvendelig prissætning af el og varme. For det første vil den liberaliserede handel med el indebære, at el-handelsselskaberne kan vælge at tilbyde forskellige 'produkter', hvor nogle er baseret på faste, kendte priser og andre

"Det er andelsselskabet og foreningen, der er de relevante organisationsformer"

vil indebære forskellige former for variation. For det andet vil det være svært også for et 'energifællesskab' alene at styre deres egen energiproduktion ud fra fluktuerende markedspriser, der ikke nødvendigvis følger en døgn- og ugevariation på samme måde som energifællesskabets egen produktion og forbrug, som lettere vil kunne spille sammen med fastlagte priser inden for bestemte tidsintervaller.

Det er dog ønskeligt at undgå net-belastninger og hurtigt skiftende efterspørgsel, som er et resultat af kunders reaktion på varierende

priser på el. Der må derfor skelnes mellem de forskellige 'produkter', som el-handelsselskaber kan tilbyde, og deres ansvar overfor det samlede el-system, hvor de på linje med store virk-

somhedskunder, energifællesskaber og andre professionelle kunder skal være ansvarlige for forbrugets udvikling og bidrage til fleksibilitet og udjævning af belastninger.

BENYTTELSE AF DE KOLLEKTIVE FORSYNINGSNET

For stort set alle energifællesskaber vil deres relationer til forsyningsinfrastrukturen hvad angår økonomi og teknologi være afgørende for både drift og investeringer. De er afgørende for, at et energifællesskab kan opnå en intern økonomisk og komfortmæssig fordel samtidig med, at det er i stand til at nedbringe sit forbrug af el og varme fra forsyningsnettene og levere fleksibilitet til det regionale energisystem. Her er tre forhold af særlig stor betydning: udnyttelsen af eller tilslutningen til det kollektive forsyningsnet, tariffer for transport af el og varme inden for fællesskabet hhv. for transport mellem dette og andre producenter og forbrugere, samt betaling for måler- og datatilslutninger.

Det vil være de færreste energifællesskaber, der vil have fordel af at etablere egne forsyningsnet og køre i overvejende selvstændig ø-drift, hvor det for samfundet og de fleste energifællesskaber vil være en fordel at betjene sig af de eksisterende og evt. nye kollektive net. Begge forhold er reguleret i EU-direktiverne, hvor distributionsoperatører skal samarbejde med energifællesskaber for at lette energioverførsel inden for fællesskabet (VE-direktivet, art.16), og hvor det samtidig er angivet, at de har ret til at eje, etablere, købe eller leje distributionsnet (EI-markedsdirektivet, art.15).

Den i figur 1 (i afsnittet om 'Hvad er et energifællesskab?') skitserede model med afregning for brugen af et virtuelt net enten med en

net-tarif baseret på f.eks. reserveret kapacitet eller med en leje/leasing ordning udgør en måde at afregne for brugen af det kollektive net. Det vil samtidig modvirke, at der etableres parallelle net. Herved sikres det gennem aftaler, at udbygning af net-kapaciteten kan begrænses.

Der eksisterer privatejede net i dag ved større virksomheder, der optræder som én kunde og f.eks. for nogle haveforeninger, der har fællesje til arealet. Energifællesskaber, der selv producerer energi, nedbringer spidsbelastninger og dermed samlet set bidrager med nedsat behov for udbygning af nettet bør ikke pålignes gennemsnitlige omkostninger, der ikke kommer på tale i deres tilfælde. De bør heller ikke stilles relativt ringere end store virksomheder, idet adgangen til intelligente målere i forvejen er belastet med et abonnement per kunde/måler.

"Det er andelsselskabet og foreningen, der er de relevante organisationsformer"

I det nuværende el-system har net-tariffer, som typisk er blevet afregnet efter forbrug (per kWh), betydet, at selve prisen på el kun har været en mindre del af den samlede betaling for el, så en variation i elprisen kun har haft lille

betydning for den samlede elregning i mindre virksomheder, institutioner og husholdninger. Samtidig illustrerer net-tarifferne, at omkostningerne ved distribution af el er en væsentlig del af omkostningerne ved denne energiform – især ved distribution af el over længere afstande, hvor net- tab når en betydelig størrelse. Oveni dette har staten opkrævet en afgift. Som eksempel var de samlede afgifter (inkl. PSO) i 2018 på 116 øre per kWh, mens net-tarifferne var på 8 øre til Energinet, mellem 11 og 22 øre til den lokale net-tarif og mellem 1/2 og 10 øre i abonnement per tilsluttet kunde. Hvilket skal sammenholdes med 24 øre per kWh i gennemsnitlig elpris.

I dag skelnes der på el-området mellem tre forskellige kundesegmenter til el baseret på størrelsen af forbruget hhv. det spændingsniveau, som tilslutningen til nettet foregår på. Hvor husholdninger i dag typisk er koblet op lokalt ved tilslutning til kabler i 0,4 kV nettet i nærheden af den enkelte ejendom og med leje af en lokal måler med betaling af en C-tarif, vil større virksomheder være koblet til en hoved-måler til 10kV nettet med en B-tarif, mens endnu større produktionsenheder vil være koblet til nettet på 50 kV niveau med en A-tarif.

Store kunder betaler altså væsentligt mindre i regional net-tarif end husholdninger. Denne fordeling vil næppe kunne opretholdes efter implementeringen af de nye direktiver. Her understreger EU-direktiverne, at der skal opereres med omkostningsægte net-tariffer. Det er afgørende, at dette princip i den fremtidige regulering bliver præciseret, da det i den hidtidige fastlæggelse af net-tariffer mere har været håndteret som et non-profit princip med henblik på at få fordelt de samlede omkostninger til drift, administration, vedligeholdelse, net-tab og kapacitetsopgradering samt udbyg-

ning af net på de betalende netbrugere med en fordeling på tilslutningsgebyrer, målerleje og forbrugsfordelte tariffer til forskellige kundegrupper. Det betyder f.eks. at investeringer i forstærkning og udskiftning af et udslidte net bliver fordelt ud på alle kunder via en samlet ud-ligning af omkostningerne, hvor der i fremtiden må tages hensyn til, at energifællesskaber kan nedbringe disse omkostninger.

"I fremtiden vil priser på el og varme variere over tid"

Implementering af direktiverne vil være nødsaget til at tage højde for de elementer af nærhed (proximitet), der ligger i direktiverne (VE-direktivet, art.2 og art.21 hhv. El-markedsdirektivet, art.16). Implementeringen vil her vinde ved at skelne mellem arealmæssigt sammenhængende (med nærhed, som kriterium) og distribuerede energifællesskaber (hvor der ikke tages højde for afstande). Dette er en skelnen, som er svær at undgå, idet netop de bestemmelser i direktiverne, der rammesætter net-gebyrer (tariffer) indfører en differentiering af de lokale tariffer, så den nuværende situation med to net-tariffer ikke kan videreføres, men kræver tilføjelsen af et tredje niveau, der afspejler de reelle grænsedragninger mellem aktiviteter inden for energifællesskabet og de omgivne net og energiaktiviteter.

Den følgende tabel viser hvorledes nærhed og direktivernes krav til omkostningsægte net-gebyrer (tariffer) spiller sammen med forskellige former for 'ejerskab' og adgang til nettet (kollektive net, private net og virtuelle net).

Type af energifællesskab	Ejerskab/adgang til net	Inden for energifællesskabet	Uden for energifællesskabet
Distribuerede fællesskaber	Kollektivt net	Almindelige net-tariffer	Almindelige net-tariffer
Lokalt energifællesskab	Kollektivt net	Almindelig lokal net-tarif	Almindelige net-tariffer for udvekslet el
	Virtuelt net	Leje / leasing – evt. af adgang til kapacitet	Almindelige net-tariffer for udvekslet el
	Privat net med én kunde	Ingen tarif grundet selveje	Almindelige net-tariffer for udvekslet el
	Privat net / fælleje med flere kunder	Ingen tarif, frit valg af el- handler m. lokal tarif	Almindelige net-tariffer for udvekslet el

Nogle af de samme forhold gør sig gældende inden for fjernvarme, men her har fordelingen mellem prisen på selve fremstillingen af varmen og dens distribution været skjult i en samlet prisafregning, der ikke har afspejlet og dermed

taget højde for tab hhv. variationer i omkostninger til produktion i løbet af døgn, uge og årstider. Betalingen for fjernvarme i fremtiden vil derfor skulle revideres – ikke mindst for at understøtte etableringen af energifællesskaber.

ANDRE 'NYE' AKTØRER - ISÆR PÅ EL-MARKEDET

For at forstå den særlige regulering af energisystemet, der er lagt op til med energifællesskaber, som en af de nye aktører på energiområdet, er det hensigtsmæssigt også at belyse de roller, som forbrugere ifølge EU's direktiver kan påtage sig ved at være 'prosumer' (producerende forbrugere) enten som aktive kunder (El-markedsdirektivet) eller som VE-egenforbrugere (VE-direktivet). Også den nye markedsaktør 'aggregatoren', der allerede i nogen tid har været inddraget i forbindelse med diskussion og forsøg med energiomstilling skal kort belyses.

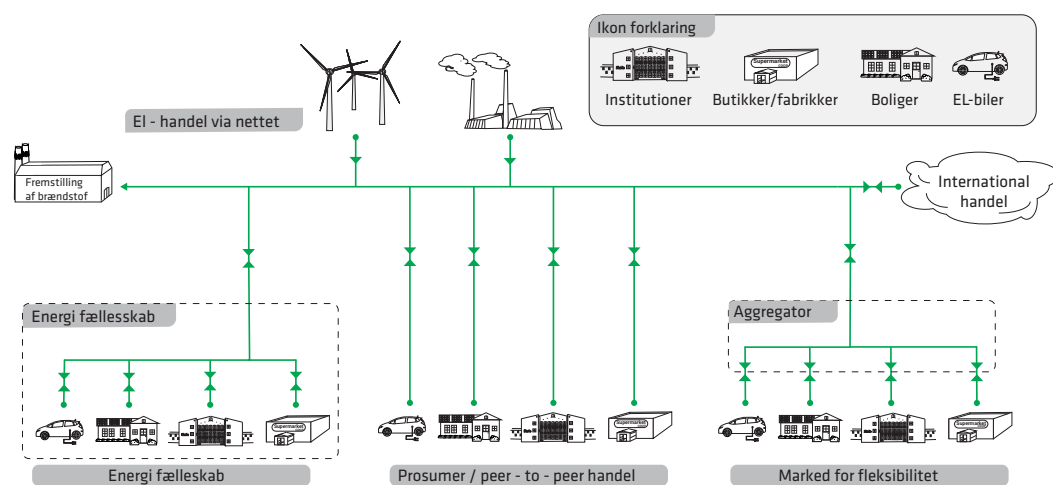
Rollen som 'prosumer' findes allerede i dag repræsenteret i det danske energisystem ved forbrugere, der har investeret i solceller og/eller varmepumper. Aktive kunder hhv. VE-egenforbrugere er tilskrevet nogle rettigheder, men deres muligheder for at agere er samtidig begrænset til at foregå inden for rammerne af 'bygninger', 'ejendomme' eller 'skel'. Disse typer af afgrænsninger har i det seneste gode årti gentagne gange vist sig at være nærmest arbitrær og har gjort udveksling af el mellem 'naboer' til en juridisk vanskelig og økonomisk dårlig forretning grundet urimelige tariffer.

Disse udfordringer løses ikke automatisk af direktiverne, selvom der lægge op til at unødige hindringer ikke bør forekomme.

Handel mellem 'prosumere' kaldes i VE-direktivet for 'peer-to-peer' handel – altså direkte handel mellem brugere og i modsætning til almindelig handel, som sker gennem anonymt og uden at den enkelte kunde ved, hvem der har produceret strømmen. Denne form for handel vil være underlagt almindelige net-tariffer og afgifter og giver derfor ikke noget særligt incitament for 'prosumere' til at handle f.eks. med el. Sammenfattende er der ikke i EU-direktiverne nogen direkte løsning for de danske energiaktører, som hidtil har været begrænset af den danske regulering på el-området. Hvis man ikke forbruger sin egenproducerede el f.eks. fra solceller som husstand, beboelsesejendom eller virksomhed inden for sin ejendom eller matrikel kan man ikke undgå net-tariffer og afgifter.

Aggregatoren som ny markedsaktør er etableret kan ved at påtage sig styring af tidspunkter for forbruget af el og varme kan bidrage med 'fleksibilitet' eller 'kapacitet' for at undgå spidsbelastninger i det samlede energisystem. Det er ydelser, som elmarkedet i hvert fald på nogle tidspunkter vil efterspørge, f.eks. hvis der ikke kan stilles produktion nok til rådighed eller elnettet ikke har den fornødne kapacitet til at transportere de mængder, der efterspørges.

Der optræder således basalt set fire former for nye aktører med sæt af tilhørende regler for organisation af produktion og handel. De nye 'energifællesskaber' har på linje med 'prosumeren' ret til at producere, forbruge, lagre og sælge el herunder baseret på vedvarende energi og har samtidig ret til at optræde på energimarkedet ved at påtage sig en rolle svarende til el-handleren. Den tredje er 'peer-to-peer' handel, som kan foregå uden om det åbne marked for el



Figur 5: En illustration af de fire nye former for aktører i elmarkedet: energifællesskab, prosumer, peer-to-peer handel og aggregator - koblet til det overordnede elforsyningsnet og -marked.

som handel direkte mellem 'prosumere'. Den fjerde, nye funktion består i aggregering, som kan udføres af et el-handelselskab eller andre markedsaktører, men som også funktionelt kan varetages af et energifællesskab.

Disse fire former er illustreret i forhold til det overordnede el-marked i figur 5, hvor vægten er lagt på at vise de nye roller, som er tildelt hhv. energifællesskaber, 'prosumere', 'peer-to-peer' handel og aggregatorer.

For de energiaktører, der har taget skridtet fra at være individuelle kunder og forbrugere til at være 'prosumere' er problemet, at de hidtidige kontroverser om f.eks. afregning for solceller og deling af energi med naboer i lokalområdet ikke finder en løsning gennem den regulering, som direktiverne lægger op til. En løsning kunne være, at den danske implementering etablerer en ordning, hvor handel mellem naboer og inden for afgrænsede og lokale dele af nettet bliver vedtaget en særlig 'nabotarif' og en modificeret al-afgift. En anden måde at håndtere dette problem på, er at formalisere det lokale samarbejde i et energifællesskab. Gøres der ikke noget yderligere enten ved at der ved implementeringen af direktiverne anvises rammer for tariffer eller ved at net-selskaberne inddrager dette i den kommende tarif-struktur, vil dette føre til, at aktive kunder køber batterier for at øge benyttelsen af egen elproduktion uden at dette har nogen positiv effekt på omstillingen af energisystemet.

Det særlige ved energifællesskaber er, at de kan bidrage med alle disse funktioner, idet de kan gøre alt det som en 'prosumer' har ret til, men i tillæg også kan sikre den lokale balancering af forbrug i forhold til f.eks. priser og tariffer også kan vælge at træde ind i handel med 'fleksibilitet' og 'kapacitet' på elnettet og dermed påtage sig rollen som aggregator.

Der er en særlig udfordring knyttet til den mulighed og ret, som et energifællesskab har for at operere som køber og sælger på det overordnede el-marked (i Danmark reguleret af Energinet). Dette medfører, at energifællesskabet også påtager sig at varetage de opgaver, der er knyttet til markedsaktørers generelle balanceansvar og deraf følgende pligt til at betale for ubalancer, der forårsages af energifællesskabets aktiviteter og deres afvigelse fra indgåede aftaler om køb og salg af el. Varetagelsen af balanceansvaret kan også delegeres til et el-handler, hvorved energifællesskabet kan slippe for at opbygge kompetence til at agere på el-markedet uden derved at miste fokus på at optimere driften af egne energianlæg og levering af de data, der er knyttet til dette. På tilsvarende måde kan et energifællesskab godt funktionelt varetage opgaver som aggregator uden at påtage sig markeds-rollen i forbindelse med handel med fleksibilitet og kapacitet.

"I fremtiden er vi afhængige af at bruge den rigtige energi på det rigtige tidspunkt"

AFGIFTER TIL STATEN OG DERES FORMÅL

Siden 1977 har der i Danmark været lagt afgifter på forbruget af el med særlig tyngde på husholdninger, idet staten har ønsket at mindske afgifterne for virksomheder. Rationalet for disse afgifter var bl.a. at fremme energibesparelser. Energibesparelser er stadig vigtige, men fokus i dag handler mere om udfasningen af fossile brændsler. EU-direktiverne tager ikke stilling til denne type af afgifter til staten. En revision af afgifterne støder i dag imod, at elafgiften er en skatteindtægt, hvilket gør, at denne ikke reguleres af energimyndighederne, men af Finansministeriet.

En CO₂ baseret afgift baseret på udledningen fra elproduktionen eller afgifter baseret på det konkrete forbrug af brændsler vil i dag derfor være væsentlig mere klimapolitisk relevant, mens en fortsættelse af den generelle elafgift i dens nuværende form nærmest har den modsatte effekt. Det er meget tænkeligt, at et fremtidigt afgiftssystem både skal have en funktion i forhold til en fortsat begrænsning af energiforbruget, men det skal samtidig bidrage til den bæredygtige og fossilfri omstilling, hvilket det ikke gør i dag.

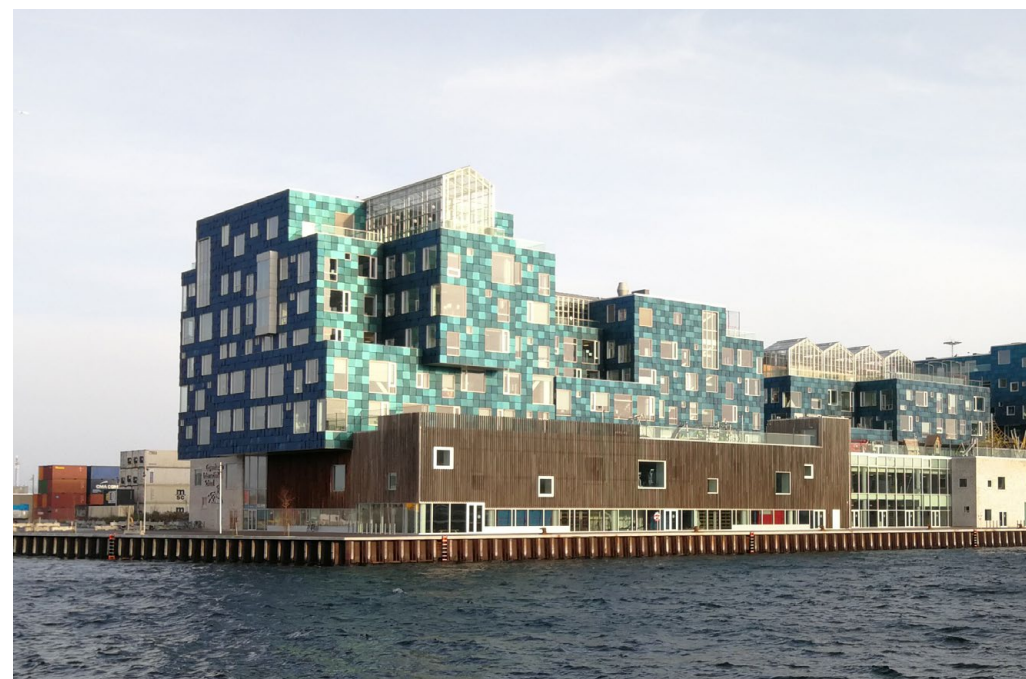
Det er derfor klimapolitisk helt centralt af få det kommende afgiftssystem tilrettelagt, så det fremmer og ikke hæmmer den bæredygtige omstilling af energisektoren. Derfor skal en væ-

sentlig del af det fremtidige afgiftsprodukt hentes ved enten en CO₂ baseret afgift eller ved, at de fossile brændsler inkl. brugen af biomasse brændsler bliver pålagt afgifter, der fremmer den fortsatte omstilling.

Et lyspunkt er i denne sammenhæng, at den nuværende 'Lov om afgift af elektricitet' fra 2017 ud over at fastslå, at elektricitet, der forbruges i landet både ved leverance og fremstillet til eget forbrug, skal betale en afgift. Loven undtager produktionsanlæg på mindre end 150 kW og anlæg, som anvender vedvarende energi i form af vindkraft, vandkraft, biogas, biomasse, solenergi, bølge- og tidevandsenergi og geotermisk varme, som direkte forbruges af el-producenten eller af en lejer af en udlejnings-ejendom, som anlægget er placeret i forbindelse med og som ejes af el-producenten. En mindre tilpasning af denne lov vil støtte udbredelsen af vedvarende energi også gennem energifællesskaber.

For at undgå, at afgifterne bliver dominerende og dermed er med til at svække effekten af prisvariationer som styringsinstrument, vil det være en stor fordel for omstillingen af energisystemet, hvis disse afgifter fastlægges, så de ikke alene er afhængige af forbrugt effekt (kWh), men f.eks. dynamisk følger priserne på energi.

"Afgifter skal støtte klimaomstillingen i stedet for at modarbejde den"



MULIGHEDER FOR AT GENNEMFØRE EKSPERIMENTER

Under den tidligere regering blev der med alle partier i Folketinget indgået en energiaftale, som bl.a. omtaler behovet for, at der etableres regulatoriske frizoner, som kan danne ramme om større eksperimenter med både energiomstilling, især på særlige områder med lokale initiativer på bl.a. at skabe fleksibilitet i kombination med energibesparelser.

Som udgangspunkt er energifællesskaber ikke generelt at betragte som et 'eksperiment', da rammerne for energifællesskaber og de dertil hørende generelle principper for fastsættelse af bl.a. net-tariffer er et krav i de nye EU-direktiver og skal implementeres i dansk lovgivning i løbet af det kommende år.

Men der er sider, som EU-direktiverne ikke tager højde for, som f.eks. behovet for at nytæn-

ke og ændre reguleringen af varmeforsyningen og elektrificering af dele af denne. Det vil således give mening at understøtte eksperimenter i større skala som grundlag for at gennemføre en mere konsekvent og stabil integration af energisystemerne på tværs af el, varme, kulde og gas, så de reelt kan bidrage til og spille sammen med den samlede energiomstilling. Her vil stabile rammer, som fremmer energiomstillingen og giver eksperimenterne frirum til at foretage de nødvendige, langsigtede investeringer. Eksperimenter vil også kunne bidrage med erfaringer, der kan understøtte den fremtidige regulering af fjernvarmeforsyningen og dermed også levere erfaringer, der kan være med til at skalere etableringen og udbredelsen af energifællesskaber.

44 Handlingsplan for etablering af et energifællesskab

Udgangspunktet for ethvert projekt, som sigter mod at etablere et energifællesskab, må være at få afklaret nogle generelle ideer og principper for, hvad dette fællesskab skal føre med sig – hvad dets idégrundlag og formål er. Det kan være begrundet i ønsket om at skabe større sammenhold mellem lokale borgere, institutioner og virksomheder. Det kan også være begrundet i at gøre noget for at mindske klimabelastningen fra området eller at skabe billigere og bedre el- og varmforsyning til et område baseret på vedvarende energi.

"Det første skridt er at tage fat i de andre relevante parter i lokalområdet"

Derefter følger nogle hver for sig vigtige punkter i den proces, der er frem mod at realisere ideen om et energifællesskab:

1. Initiativtagerne skal tage kontakt til de andre lokale aktører, som de ønsker at involvere, og gennem dialog søge at vinde opbakning til deres idé. Herigennem kan der samles opbakning til idégrundlaget og formålet med energifællesskabet, som måske undervejs må tage højde for de nye aktører, der gerne vil bidrage og have indflydelse på projektet.
2. Det er derpå vigtigt at afklare, hvor mange parter, der skal være med til at danne energifællesskabet og de må hver for sig gøre op, hvor mange ressourcer i form af tid og evt. adgang til finansiering, som de hver for sig og samlet kan mønstre som støtte for den videre proces.
3. Det er nødvendigt at skabe et solidt grundlag omkring den eksisterende energiforsyning, som kan indebære en analyse af varme- og elforbrug gennem et år, samt nogle udvalgte uger og dage. Hertil kommer en kortlægning af de eksisterende energisystemers opbygning m.h.t. forsyningernes tilslutningspunkter og kapacitet til energitransport. Gerne suppleret med en analyse af varmesystemer og bygninger (Varmeoptimerede bygninger, 2019).
4. Dernæst kan det være nyttigt at opstille nogle scenarier for omfanget af energifællesskabet med hensyn til hvilke parter og dermed hvilket forbrug og hvilke forbrugsprofiler, disse parter repræsenterer. F.eks. vil det ofte være relevant at se på to eller flere afgrænsninger af energifællesskaber, hvor ét f.eks. alene omfattende boliger mens et andet også inddrager kommunale institutioner, butikcenter og evt. mindre virksomheder.
5. Etablering af et analysegrundlag for den tekniske sammensætning af energifællesskabet baseret på vedvarende energiteknologier samt skitsering af konfigurationer (sammensætninger) af vedvarende energikomponenter svarende til de opstillede scenarier og afklaring af deres krav til bygninger og arealanvendelse.
6. Indhentning af informationer om mulige finansieringskilder til investeringerne, der er nødvendige for at etablere energifællesskabet.
7. Skitsering af den organisatoriske ramme for energifællesskabet i form af gennemgang af selskabsform og en nærmere diskussion af deres fordele og ulemper, som kan resultere i et sæt vedtægter og etablering af energifællesskabet som selskab.
8. Beregning af en 'optimal' sammensætning af vedvarende forsyningsenheder og behovet for lagringsteknologier i relation til de opstillede scenarier ud fra en teknisk-økonomisk beregning af investerings- og driftsomkostninger. Dette skal lede frem til en belysning af de komfortmæssige og økonomiske fordele ved energifællesskabet. I denne sammenhæng er der nødvendigt at indhente viden om tariffer

og afgifter, som evt. kan indebære, at der skal søges om godkendelse af et forsøgsprojekt for at kunne fastholde nogle rammebetingelser.

9. Etablering af en plan for realisering af de forskellige delelementer i energifællesskabets organisatoriske og tekniske opbygning med basis i en samlet tids- og finansieringsplan for dets realisering. Dette kan indebære valg mellem de opstillede scenarier og tilpasning mellem finansieringsmuligheder og tekniske ambitioner.
10. Iværksættelse af projektet evt. opdelt i del-faser med inddragelse af relevante entreprenører og rådgivere.

Det er vigtigt undervejs i hele processen at arbejde med basis i en initiativgruppe, der løbende har kontakt både med partnere og de involverede brugere af de ydelser, som energifællesskabet forventes at bidrage med. I forløbet vil denne gruppe skulle omdannes til en mere og mere formaliseret koordineringsgruppe og ender med at blive omdannet til den formelle selskabsorganisation uden at den må miste den løbende kontakt med partnerne og de involverede brugere af ydelser.

Referencer

- VE-direktiv (2018). EU-direktiv 2018/2001 om fremme af anvendelsen af energi fra vedvarende energikilder.
- El-markedsdirektiv (2019). EU-direktiv 2019/944 om fælles regler for det indre marked for elektricitet. El-forordningen (2019). EU-forordning 2019/943 om det indre marked for elektricitet.
- Cevea (2017). Kommunernes comeback som forsyningselskaber – Indsigter fra reformer af forsyningssektoren i Europa, udarbejdet for 3F.
- Miljøstrategisk Årsrapport (2017). IDA og DIST-centret ved Aalborg Universitet. Energifællesskaber i retlig belysning (2019). Notat ved Erik Christiansen, EBO Consult. Tarifmodel 2.0 (2018). Notat ved Dansk Energi.
- Lov om erhvervsdrivende virksomheder
- Lov om almennyttige boligselskaber
- Varmeoptimerede bygninger (2019). Energiforum Sydhavn.

Teknologikatalog

Teknologikataloget omfatter de mest relevante vedvarende energiteknologiske komponenter, som kan benyttes i et energifællesskab, og beskriver deres centrale kapaciteter og størrelsesforhold samt krav til arealadgang hhv. adgang til netværk. For hver komponent opstilles informationer i en skemaform med sammenlignelige informationer og med enkelte skitser og figurer, der illustrerer teknologien. Desuden eksempler på deres driftskarakteristika i tidsforløb og evt. variation i effektivitet. Til slut deraf afledede muligheder for sammenkobling i lokale energisystemer ved nogle modelovervejelser. De to sidste punkter er illustreret f.eks. med grafer over ydelser og diagrammer, der viser sammenkoblingen af af komponenter.

INDHOLD

1. Brug af eksisterende net og målere i energifællesskabet	47
2. Solceller tilkoblet det lokale elforbrug	51
3. Lokal produktion og lagring for fleksibilitet	59
4. Varmepumper med lokale energioptagere	65
A. Kilde: Jordvarme	71
B. Kilde: Sø/havvand	78
C. Kilde: Luften	84
D. Kilde: Tagflader.....	88
5. Buffertanke til varme til spidslastudjævning.....	92
6. Kombination af el-baseret transport og deres batterier for fleksibilitet	98
7. Kombineret butikskøling og varmegenvinding	105
8. Supplerende el-opvarmning af varmt brugsvand	110
9. Solvarme i samspil med varmesystemet	114

Der er ny lovgivning og dermed også nye afregningsregler for el og varme på vej bl.a. som følge af den danske implementering af EU's nye direktiver for VE og elmarkedernes indretning jf. afsnittet om 'Energifællesskabers samspil med energiforsyning og infrastruktur' i denne håndbog. Det vil også påvirke de afgrænsninger af lokale - evt. virtuelle - net, som et energifællesskab vil have adgang til og de priser, tariffer og afgifter, der skal betales til net-selskaber og forsyningselskaber. Effekten af disse forhold, som vil have stor betydning for den måde de forskellige teknologier kan konfigureres, bliver gennemgået i afsnittet om 'Energifællesskabets komponenter' i håndbogen.

1 BRUG AF EKSISTERENDE NET OG MÅLERE I ENERGIFÆLLESSKABET

Energifællesskaber vil få en større rolle i fremtidens lokale energisystem og kunne bidrage også til den bæredygtige omstilling. Nye net-tariffer er på vej som følge af implementeringen af EU's nye energidirektiver. De nye regler vil handle om udveksling af el lokalt og hvordan man gør det lettere for el-kunder at deltage i markedet gennem fleksibelt forbrug, eller ved at de selv producerer el samt med regler for lokale energifællesskaber.

Hvorledes energifællesskabers forsyningsnetværker organiseres vil spille en vigtig rolle i forhold til indførelsen af den lokale vedvarende produktion i den eksisterende kollektive forsy-

ning, og samtidig nedbringe energiforbruget. Det er vigtigt at energifællesskabet udbygges med en lokal produktion af varme og el baseret på vedvarende energi og ved en sammenhængende styring af forbrug og evt. oplagring af energi. På den måde kan prisen for el og varme blive lavere.

Der skal samtidig ske en afklaring af, hvordan de lokale forsyningsnet og målere indgår som en del af energifællesskaberne.

- Eksisterende net
- Eksisterende målere
- Energifællesskab

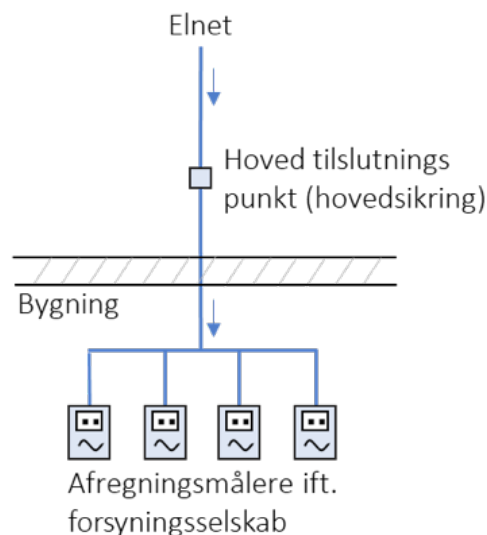
Teknisk beskrivelse

Med de gældende regler har netselskaberne monopol på at etablere forsyningsnet også lokalt frem til den enkelte energikundes hovedmåler. I praksis betyder det, at langt de fleste husholdninger er forsynet frem til ejendommen, mens typisk større virksomheder kan eje deres eget interne net. Med de nye regler, der følger med implementeringen af EU-direktiverne vil disse forhold blive ændret.

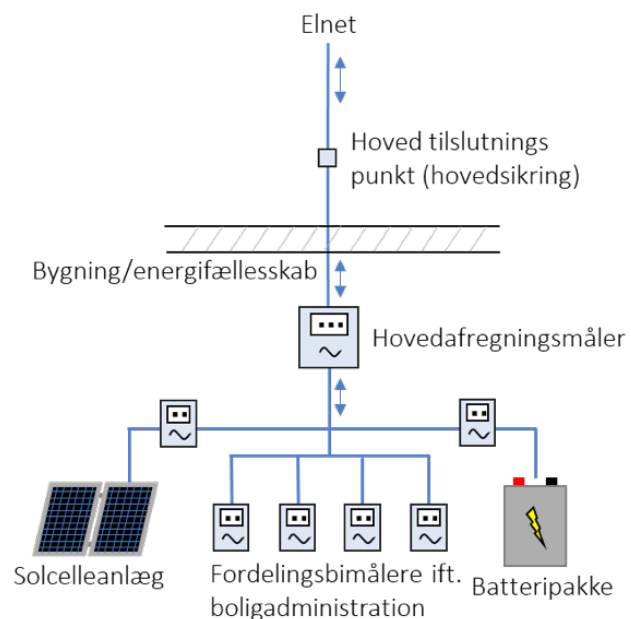
Hvis et energifællesskab etableres med egne målere, kan det overtage administrationen af den lokale betaling for forbruget. Men der kan også tænkes løsninger, hvor energifællesskabet lejer målerne af et netselskab, så der reelt er flere muligheder for samarbejde mellem dette og netselskaber i fremtiden.

- I et eksisterende elnet ejer forsyningselskab såvel afregningsmålere som stikledninger til forbrugere, som vist i figur 1. Forsyningselskabet leverer strøm til forbrugere, der betaler for strømmen og tilslutningen til elnettet. Afregningsmålere placeres typisk i hver lejlighed for at afregne energiforbruget af hver forbruger.
- Figur 2 viser principskitset for et energifællesskab med en aktiv rolle i elnettet, da det kan producere strøm med integrationen af vedvarende energikilder, f.eks. et solcelleanlæg. Strømmen kan benyttes i energifællesskabet eller leveres elnettet. Der kan også etableres batteripakke for at udjævne forbrug og lagre strøm overskud, f.eks. fra dag til nat eller over en weekend.

- Energifællesskabet kan etablere eget elnet og koble sig til de kollektive forsyningsnet via en hovedmåler. Det kan købe afregningsmålere i lejligheder fra forsyningselskabet eller opsætte nye fordelingsbilmålere såvel som nye kabler. En hovedafregningsmåler skal installeres for at afregne strømforbrug i energifællesskabet (figur 2).
- Den mest relevante model for et energifællesskab's samspil med det kollektive forsyningsnet er at leje/lease eller på anden måde betale for brugen af en del af kapaciteten på den lokale del af forsyningsnettet og dermed reelt operere med et 'virtuelt' net, så det undgås, at der etableres parallelle forsyningsnet.



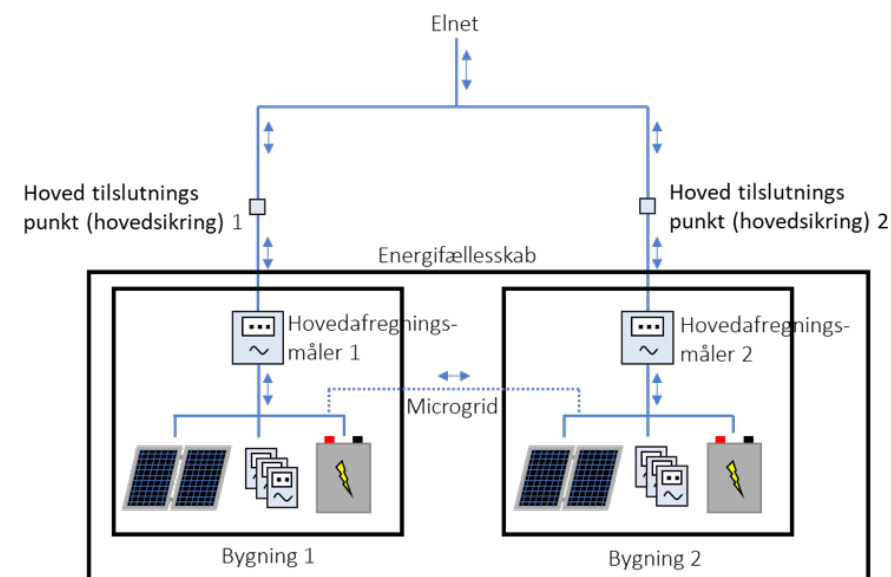
Figur 1 - Principskitse af et eksisterende elnet



Figur 2 - Principskitse af elnettet i et energifællesskab

Egenskaber

- Energifællesskabet er ansvarligt for at afregne energiforbruget af de forskellige forbrugere.
- I et almindeligt netværk jf. figur 1 ejes elmålere og ledninger af forsyningselskabet. Det koster typisk 600-800 DKK/år i abonnement. Når et energifællesskab etableres, kan det enten lave en samlet lejeordning for målerne eller købe eksisterende målere fra forsyningselskabet, så forbrugere får nedsat eller ikke skal betale abonnementet.
- Eksisterende afregningsmåler kan evt. benyttes af energifællesskabet for at afregne energiforbruget ved at få overført data fra netselskabet. I nye bygninger kan et energifællesskab vælge at installere egne nye målere.
- Som vist i figur 3 vil et energifællesskab normalt være etableret på tværs af flere (mange) bygninger og endda flere lokale aktører (boligselskaber, butikker, kommunale institutioner og småvirksomheder). Her kan energifællesskabet vælge at udveksle strøm gennem et eget micro-grid, men det vil indebære etableringen af parallelle elnet. Mere relevant vil det være, at lave aftale med det lokale net-selskab om at leje/lease eller på anden vis gøre brug af det kollektive net, ved at få rådighed over en virtuel del af nettet. Her vil eksisterende intelligente målere kunne fungere samlet, som datagrundlag for energifællesskabet. Der kan således arbejdes med en kombination af hovedmålere for nogle af partnerne og husstandsmålere for andre.



Figur 3 - Principskitse af elnettet med flere bygninger i energifællesskabet

FORDELE	ULEMPER
+ Vedvarende energi kan integreres og fordeles lokalt	- Udgift til leje eller køb af målere
+ Det giver mulighed at opnå højere energifleksibilitet i elnettet	- Omkostninger samt styring og administration af ordning, som evt. kan købes udefra
+ Spare net-tarifbetaling inden for energifællesskabet, mens der kun betales for den faktiske udveksling med det omliggende forsyningsnet	- Kræver en klar aftale med det lokale net-selskab om, hvorledes afregning for brug af nettet skal foregå, hvis udgifter til etablering af parallelt internt elnet skal undgås
+ Bedre udnyttelse af vedvarende strøm, da man sparer tab i elnettet	
+ Egne energidata kan benyttes til lastudjævning og til at identificere energibesparelse og visualisere forbrug	
+ Etableringen af energifællesskaber giver øget mulighed for at udnytte vedvarende kilder i elnettet og reducere miljøbelastning	

INSTALLATIONSBEHOV

- Evt. etablering af nogle hovedmålere for nogle partnere i energifællesskabet
- Etablering af en fælles datahåndtering baseret enten på egne målere eller med data fra intelligente målere, der lejes af forsyningselskabet
- Evt. installation af lokale parallelle net, hvis der ikke kan laves aftale om benyttelse og fair afregning for debrugere af det kollektive forsyningsnet
- Evt. fordelingsmålere for fællesforbrug (f.eks. elevator, vaskeri, udendørs belysning og ventilation)

ØKONOMI

Typisk ydelse	Omkostninger til udstyr (ekskl. MOMS)	Installationsomkostninger (ekskl. MOMS)	D&V omkostninger (ekskl. MOMS)
n.a.	Svær at skønne	n.a.	n.a.

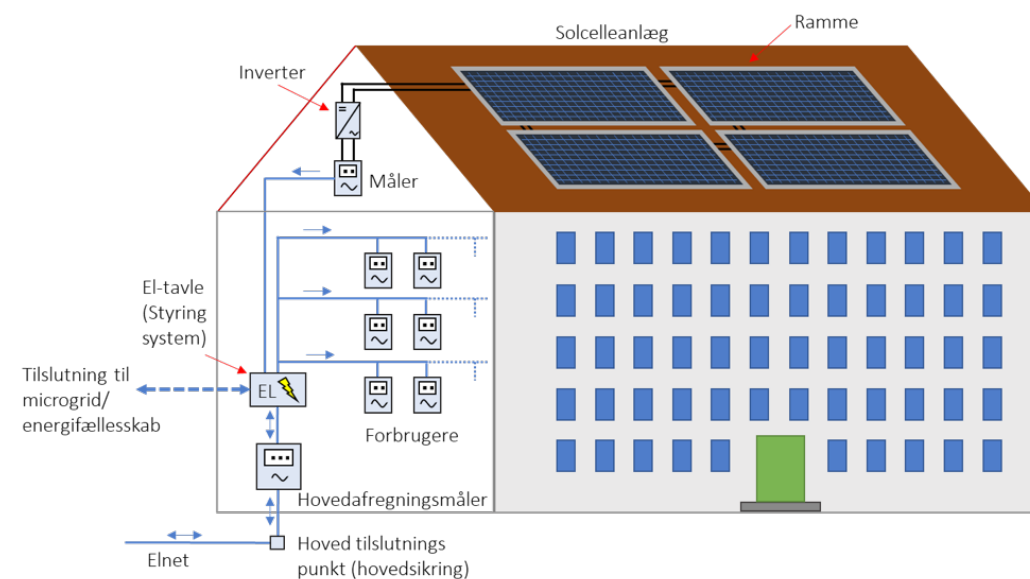
Eksempler

- Kamstrup (målere)

2 SOLCELLER TILKOBLET LOKALE ELFORBRUG

Et solcelleanlæg kan installeres på bebyggelses tag for at producere strøm fra solenergi. Strøm kan benyttes i bygningen/energifællesskabet eller leveres til elnettet. Solcelleanlægsareal udgør typisk 40-50% af tagareal.

- Solceller
- Lokalt elforbrug
- Solenergi



Figur 4 - Principskitser af et solcelleanlæg i et energifællesskab

Teknisk beskrivelse

- Det skal afklares, om der er særlige lokale forhold. Kommunen kan sætte grænser om hvor man kan installere et solceller anlæg [1].
- Opsamle tagdata for at vurdere om taget skal renoveres før at installere anlægget [2].
- Undersøge bygnings eller energifællesskabs energibehov for at vurdere anlægsstørrelse [2].
- Afklaring af de elektriske installationer på matriklen samt eventuelle specielle betingelser fra den lokale elnetvirksomhed [1]. Når man etablerer et solcelleanlæg, kan man vælge afregningsmetode i forhold til elproduktion. Energistyrelsens definerer retningslinjer ved afregningsmetode [6]. Et energifællesskab kan etablere sit eget virtuelle netværk og administrere den lokale betaling for forbruget.
- Solcellemodulerne bør fastgøres forsvarligt til den bærende konstruktion på en måde, der ikke indebærer utætheder i tag eller vægkonstruktion.
- Solpaneler har en typisk effekt mellem 200 og 350 Wp [3].
- En typisk størrelse af en kommercielle solcelleanlæg er mellem 50 og 500 kW, og der kan installeres på beboelsesbygninger, kontorer eller offentlige bygninger. Normalt har et anlæg en størrelsesfaktor på 1,1-1,2 i forhold til bygningens effektbehov, af hensyn til stikledningsdimension til bygning.
- En batteripakke kan også benyttes for at lagre strøm fra elnet i løbet af lav-spidslast. Denne løsning reducerer strøm behov fra elnettet i høj spidslast perioder.
- Transmissionstab i elnettet er lavere, da strømmet bruges lokalt.
- Levetid af et solcelleanlæg forventes mellem 25 og 30 år.
- Levetid af en batteripakke forventes mellem 10 og 25 år, der afhænger af batteriteknologi.
- For et komplet system skal der installeres et styringssystem såvel som en inverter.
- Inverters effekt er vigtigt for at definere den højeste grænse for strøm, der kan være leveret fra anlægget til forbrugere. En inverter kan kontrolleres af elnets operatør til balance og stabilisering.



Figur 5 - Eksempel af solcelleanlæg på fladtage (orientering mod øst/vest)

OPSÆTNING

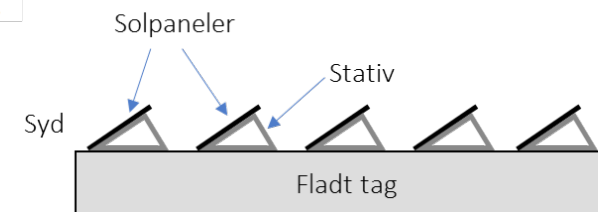
Solpaneler virker bedst mod syd. En typisk hældning er mellem 15 og 45 grader. Da både direkte og diffust lys bruges for at producere strøm er orientering af PV-modulerne ikke særligt vigtigt. Man kan også overveje at installere solpaneler mod nord, hvis projekts økonomi viser gode resultater. Det er forskellige måder for at sætte solcelleanlæg op, og der skal normalt beregnes hvilken løsninger kan sikre en bedre

økonomi til projektet. På flade tage skal en ramme installeres for at sætte paneler op med den nødvendige hældning. Figur 6 viser forhold mellem el-produktion fra pannelerne og deres orientering.

Anlægget vist i figur 7 kan optimere strømproduktion, men der er risiko med skyggen fra paneler i de første rækker.

Tilt angle	Orientation of solar panels												
	West		South-West			South			South-East			East	
	90°	75°	60°	45°	30°	15°	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	1,00	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,02	1,01
10°	0,99	1,01	1,03	1,05	1,05	1,07	1,07	1,07	1,06	1,05	1,03	1,01	0,99
15°	0,98	1,01	1,04	1,07	1,08	1,09	1,10	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01	0,98
20°	0,97	1,01	1,05	1,08	1,10	1,12	1,12	1,12	1,10	1,08	1,05	1,01	0,97
25°	0,96	1,01	1,06	1,09	1,12	1,13	1,14	1,13	1,12	1,09	1,05	1,01	0,96
30°	0,95	1,01	1,06	1,10	1,12	1,14	1,15	1,14	1,13	1,09	1,05	1,01	0,95
35°	0,94	1,00	1,05	1,10	1,12	1,15	1,15	1,15	1,13	1,09	1,05	1,00	0,94
40°	0,92	0,99	1,04	1,09	1,12	1,14	1,15	1,14	1,13	1,09	1,04	0,99	0,92
45°	0,91	0,98	1,03	1,08	1,12	1,14	1,14	1,14	1,12	1,08	1,03	0,97	0,90
50°	0,89	0,96	1,02	1,07	1,10	1,12	1,13	1,12	1,10	1,07	1,02	0,95	0,88
55°	0,87	0,94	1,00	1,05	1,09	1,10	1,11	1,10	1,08	1,05	1,00	0,93	0,86
60°	0,84	0,92	0,98	1,03	1,06	1,08	1,09	1,08	1,06	1,02	0,97	0,91	0,84
65°	0,82	0,89	0,95	1,00	1,03	1,05	1,06	1,05	1,03	1,00	0,95	0,88	0,81
70°	0,79	0,86	0,92	0,97	1,00	1,02	1,02	1,01	1,00	0,96	0,92	0,86	0,79
75°	0,76	0,83	0,89	0,93	0,96	0,97	0,98	0,97	0,96	0,93	0,88	0,83	0,76
80°	0,73	0,79	0,85	0,89	0,92	0,93	0,93	0,93	0,91	0,89	0,85	0,79	0,73
85°	0,70	0,76	0,81	0,85	0,87	0,88	0,88	0,88	0,87	0,84	0,81	0,75	0,69
90°	0,66	0,72	0,77	0,80	0,82	0,83	0,83	0,83	0,82	0,80	0,77	0,72	0,66

Figur 6 - Diagram over panelernes orientering for optimeret produktion i København [3]



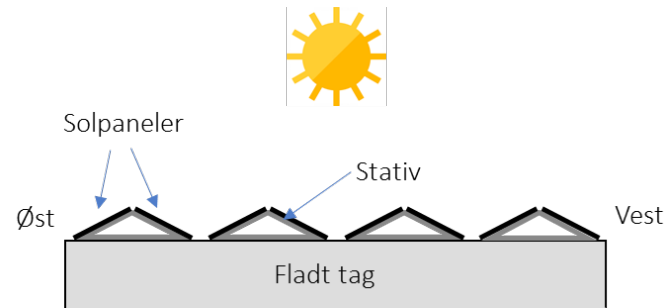
Figur 7 - Solcelleanlæg på et fladt tag mod syd

Figur 8 viser en anden mulighed, hvor solceller orienteres mod øst og vest. Orienteringen er ikke optimal, men flere paneler kan installeres og risikoen af skygning er lavere.

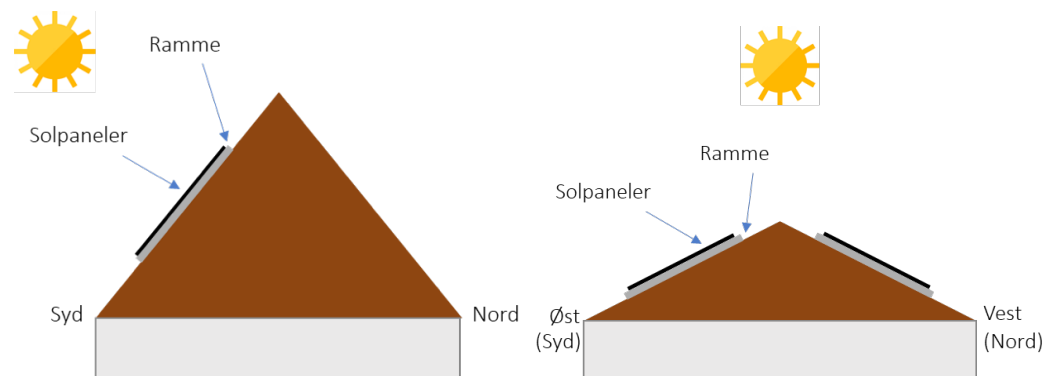
På et saddeltag kan man direkte installere paneler på overfladen, når orientering og hældning er gode. Især kan solpaneler blive en del af tagkonstruktionen, hvor de er brugt i stedet af

tagstenene. Da de er integreret i tagkonstruktionen, er der lavere risiko af æstetik klager.

Nogle slags solceller skal installeres på en ramme også på et saddeltag, da de har en diode boks på bagsiden. Boksen kræver ventilation for at køle ned komponenterne, når de er i drift.



Figur 8 - Solcelleanlæg på et fladt tag mod øst-vest, med dobbelt orientering



Figur 9 - Til venstre: Solcelleanlæg på skrå tag mod syd (til venstre)
Til højre: Solcelleanlæg på skrå tag mod øst og vest (også muligt mod syd-nord)

Egenskaber

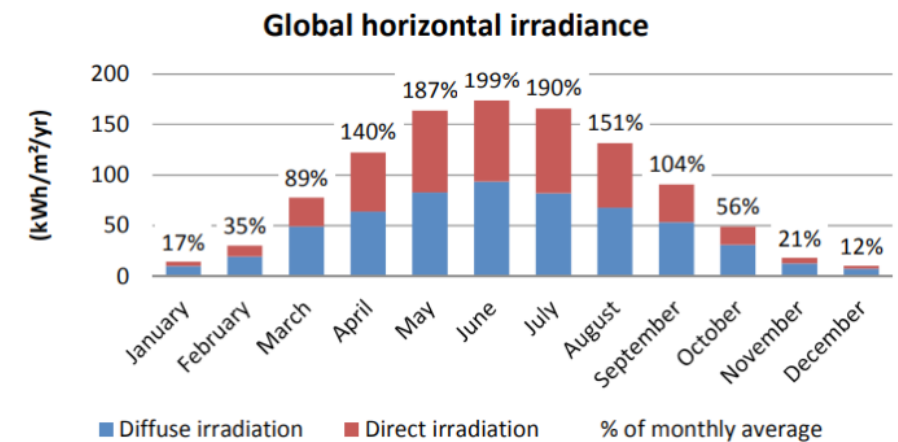
Et solcelleanlæg udstyret med batterier kan bruges for at opnå energifleksibilitet i elnettet. Batteripakken kan benyttes for at lagre strøm, når vedvarende energikilder producerer overskud af strøm. Batterierne kan gemme energi både fra solcelleanlægget og elnettet, for eksempel når der er overskud fra vindmøllerne.

Den gennemsnitlige årlige solenergi modtaget på en vandret overflade i Danmark er $1046 \pm 33 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$. Figur 10 viser den månedlig sum af global bestråling på en vandret flade i Danmark. Figuren viser både direkte og diffuse komponenter.

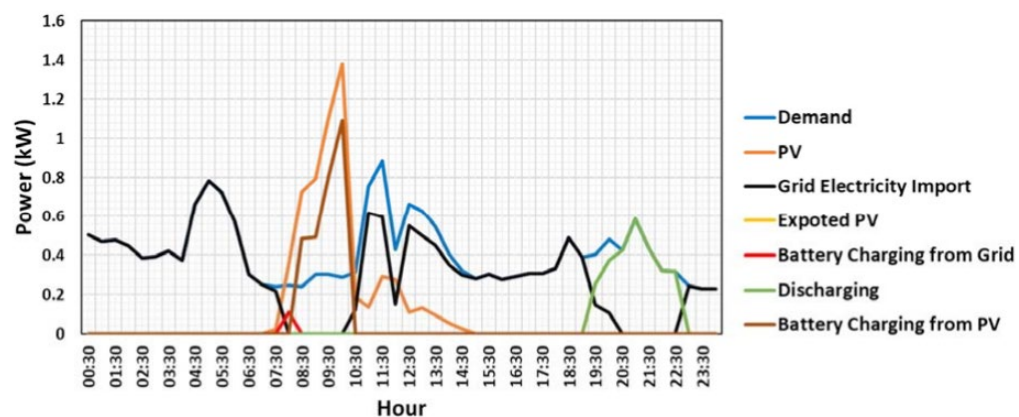
En batteripakke skal overvejes, når et solcelleanlæg er installeret. Batterier kan lagre strøm, når panelerne producerer overskud af strøm.

Takket være lagring af strøm kan et solcelleanlæg dække omkring 70% af strøm behov i en bygning. En batteripakke bruges for at implementere energiforskydning mellem få timer op til en dag. Når solcelleanlægget producerer, kan batterier lagre overskud produktion, og bagefter kan de levere el i spidslast perioder, hvor elpris er højere.

Figur 12 viser den batterikapacitet, der medfører en rimelig stigning i dækningsgraden af egetforbruget og hvor en yderligere kapacitetsforøgelse kun giver mindre forbedring. Gælder for anlæg hvor forbruget er det samme alle dage [7].

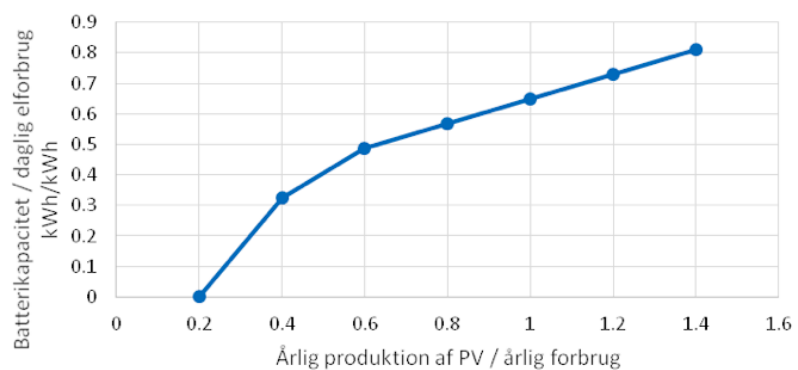


Figur 10 - Månedlig sum af global bestråling på en vandret flade i København [3]



Figur 11 - Grafen viser et eksempel på strømproduktion fra et solcelleanlæg integreret med en batteripakke og et energiforbrug i vinterhalvåret (simuleret) [5]

Teknisk fornuftig batterikapacitet som funktion af solcelleanlæggets størrelse



Figur 12 - Teknisk "fornuftig" batterikapacitet for hybridanlæg [7]

FORDELE	ULEMPER
+ Vedvarende energi	- Kræver tilladelse fra kommune, med hensyn til udseende (farve og reflektans) og tagkonstruktionens bæreevne.
+ Ingen støj og forurening i drift	- Høj installation omkostning
+ Elproduktion i løbet af dagen, når elforbrug er højere	- En bygningsfredning eller at en bygning erklærer bevaringsværdig kan blokere for opsætning af solceller
+ Solceller paneler kan genbruges	- Solcelleproduktion: nogle tyndfilmteknologier indeholder små mængder cadmium og arsen
+ Lav D&V omkostninger	- Risiko af æstetik klager, især i byer
+ Batterier kan installeres for at gemme energi	
+ Elnet balance og stabilisering	
+ Smart-grid muligheder	
+ Solcellerne er leveres som moduler og de er nemme at installere	

INSTALLATIONSBEHOV

- Solceller paneler - ramme/stativ
- Inverter
- Elmåler
- Tilslutningen til el-systemet
- Evt. batterier

ØKONOMI

Typisk ydelse	Omkostninger til udstyr (ekskl. MOMS)	Installationsomkostninger (ekskl. MOMS)	D&V omkostninger (ekskl. MOMS)
Solcelleanlæg 110 kWp	Ca. 3.800 DKK/kWp	Ca. 30-40% (i forhold til omkostninger)	Ca. 77 DKK/kWp/år
Batteripakke >50 kWh	Ca. 4.000-8.000 DKK/kWh	Ca. 20-30% (i forhold til samlede omkostninger)	Ca. 1-2% (i forhold til samlede omkostninger)

Pris i 2020

Eksempler

LEVERANDØRER

- Racell power systems
- Lithium Balance A/S

INSTALLATIONER

- Boligblokke i almen sektor

Referencer

[1] Dansk Standard. 2013. Vejledning om solcelleanlæg – sammensætning, montering, tilslutning og rådgivning. Tilgængelig online: <https://www.hfb.dk/fileadmin/templates/hfb/visitkort/pdf/artikler/Vejledning-om-solcelleanlaeg.pdf>

[2] Energistyrelsen. Ansøgningsproces. Tilgængelig online: <https://ens.dk/ansvarsomraader/stoette-til-vedvarende-energi/solceller/ansoegningsproces>

[3] Energistyrelsen. Teknologikatalog for produktion af el og fjernvarme. Tilgængelig online: <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/teknologikataloger/teknologikatalog-produktion-af-el-og>

[4] DTU Energy. Department of Energy Conversion and Storage (2019). Whitebook - Energy storage technologies in a Danish and international perspective. Tilgængelig online: <https://www.danskindustri.dk/globalassets/dokumenter-analyser-publikationer-mv/brancher-og-foreninger/di-branchefallesskaber/di-energi/ovrige-dokumenter/wec-whitebook-final-version.pdf>

[5] A. Sani Hassan, L. Cipcigan, and N. Jenkins. (2017). Optimal battery storage operation for PV systems with tariff incentives. Appl. Energy, vol. 203, pp. 422–441. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030626191730778X>

[6] Energistyrelsen. (2019). Gruppeskifte. Tilgængelig online: <https://ens.dk/ansvarsomraader/stoette-til-vedvarende-energi/solceller/gruppeskifte>

[7] Steen Hartvig, Peder Backer og Svend Erik Mikkelsen. (2018). Elforsk projekt: BIPVT-E: Udvikling af styringsstrategi til fleksibelt energiproduktionsanlæg med solceller, solvarme, varmepumpe, energiabsorber og batterilager. Tilgængelig online: <https://elforsk.dk/sites/elforsk.dk/files/media/dokumenter/2019-02/349-054%20Slutrapport.pdf>

3 LOKAL PRODUKTION OG LAGRING FOR FLEKSIBILITET

Strøm kan produceres og lagres lokalt for at opnå energifleksibilitet i elnettet. En batteripakke udføres ofte med en lagringsevne i kWh svarende til installeret solcelles effekt i kWp. Simulering af batteri og solcelleanlæg kan udføres med et simuleringssprogram, f.eks. PV-Bat. En batteripakke kan findes i forskellige størrelser som præfabrikerede enheder (20-300 kW). Størrelsen af batteripakken afhænger om systemets økonomi og bygningsbehov. Den kan bruges

til at dække bygningsbehov i løbet af spidslastperioder, når elprisen er højere.

- Lokal produktion
- Solcelleanlæg
- Energilagring
- Flexibilitet
- Batteripakke
- Elproduktion

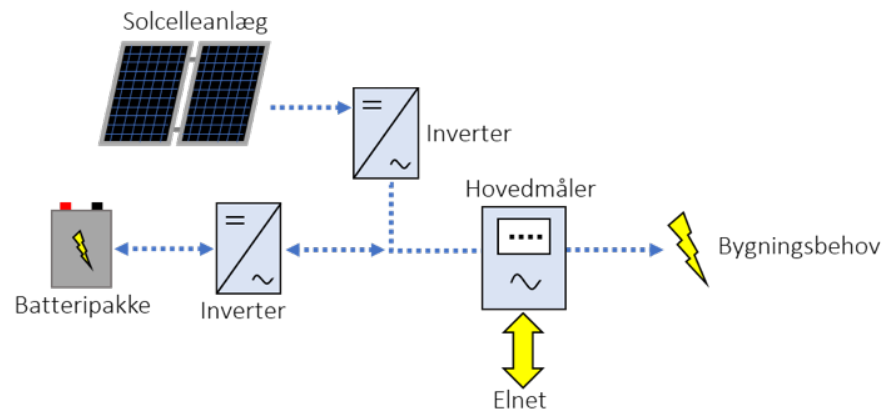
Teknisk beskrivelse

- Strømproduktion kan udføres lokalt ved at installere et solcelleanlæg på et tag på bebyggelser, offentlige bygninger eller kontorer.
- De mest anvendte batterier er blybatterier, nikkelmetalhydrid batterier og litium-ion batterier. Litium-ion batterier garanterer den højeste effektivitet i opladnings- og afladningsprocessen.
- Levetid af et solcelleanlæg forventes mellem 25 og 30 år, mens levetid af en batteripakke forventes mellem 10 og 20 år (den afhænger af batteriteknologi).
- Strømproduktion fra et solanlæg skal først bruges for at dække lokalt energibehovet, og hvis anlægget producerer overskud af strøm, kan en batteripakke benyttes for at lagre den. Så er strømmen benyttet for at reducere spidslast behov fra elnettet i løbet af høj spidslast perioder. Takket være lagring af strøm kan et solcelleanlæg dække omkring 70% af strøm behov i en bygning.
- En undersøgelse viste at en batteripakke kan installeres i en etageejendom, og ved at overveje en kapacitet på 0,8-1,3 kW pr. lejlighed er det muligt at reducere bygnings spidslast op til 40% [2].
- Undersøgelsen blev udført i etageejendomme med 18, 27 og 36 lejligheder. Med kollektive målere er tilbagebetalingstiden for batteripakke på 5-7 år [2].
- Det anbefales ikke at placere batterianlæg i opholdsrum (f.eks. stue, køkken, værelser.) En eventuel placering indendørs kunne være f.eks. bryggers, teknikrum eller lignende, der normalt er afskærmet fra øvrige rum. Placering i garage, udhus eller lignende er at foretrække med hensyn til sikkerhed [3].

- Temperatur og fugtighed skal overvejes i forbindelse med placering af batterianlæg, idet batteriers levetid forringes af meget høje og lave temperaturer. Batterier fungerer bedst omkring 20°C og allerede ved 30°C kan man se en reduceret levetid. Batterier fungerer også dårligt ved lave temperaturer (typisk <math>< 5^\circ\text{C}</math>). Anlæg bør ikke placeres på steder med høj relativ luftfugtighed på grund af risiko for kondens og korrosion [3].
- Batterianlæg er typisk meget tunge og deres montage skal derfor overvejes i denne sammenhæng. Herunder er det vigtigt at overveje, om gulvet kan holde til den vægtbelastning, det udsættes for. Husk også at respektere producentens anbefalinger til afstand (luft) omkring enheden og ventilationsåbninger, samt adgang ifm. servicering af anlægget [3].
- Det anbefales, at batterianlæg ikke placeres i mindre rum, hvor driften af dette kan give anledning til væsentlig temperaturforøgelse med reduceret effektivitet og levetid til følge [3].
- Det anbefales at etablere naturlig ventilation til batterianlægget. Dette kan være ved tilkobling direkte fra batterikassen til det fri eller alternativt fra rummet, hvor batteriet er

placeret og til det fri. Ventilation bør udføres for at bortventilere eventuelle gasser såfremt der skulle opstå en fejlsituation [3].

- Indendørs anbefales det foreløbigt ikke at placere anlæg større end 30 kWh. I garager, skure, carporte og lignende kan placeres anlæg på 100 kWh eller mere med tilladelse fra den lokale brandmyndighed. Fritstående udendørs kan der placeres væsentligt større batterianlæg [3].
- Batterianlæggets inverter, der er koblet til elnettet, skal opfylde kravene i Teknisk forskrift 3.3.1 for batterianlæg. Alle anlæg på positivlisten for batterianlæg (administreres af Dansk Energi) overholder TF 3.3.1 (for anlæg op til 50 kW) [3]. Man kan finde listen på: <https://www.danskeenergi.dk/vejledning/nettilslutning/positivlister>
- DC-kabler mellem batterier og inverter bør holdes så korte som muligt og bør føres helt tæt (gerne let snoet) for at minimere spændingstab og elektromagnetisk støj. Det anbefales derfor at batterier placeres i umiddelbar nærhed af invertere, og at kabler ikke trækkes på tværs af rum og i øvrigt placeres så muligheden for kortslutning reduceres [3].

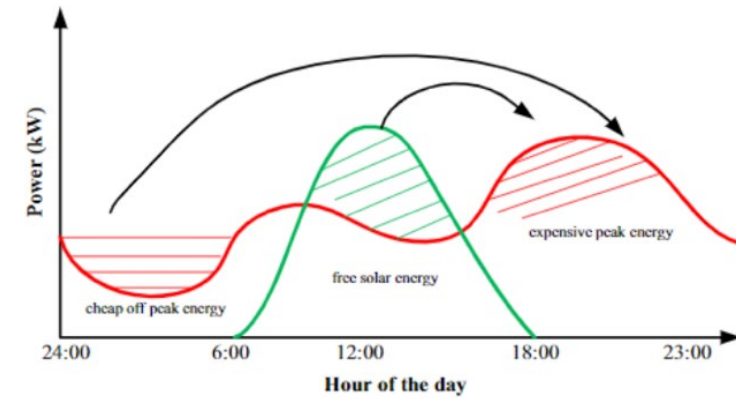


Figur 13 - Principskitse af et anlæg, der etablerer lokal produktion af strøm og energilagring.

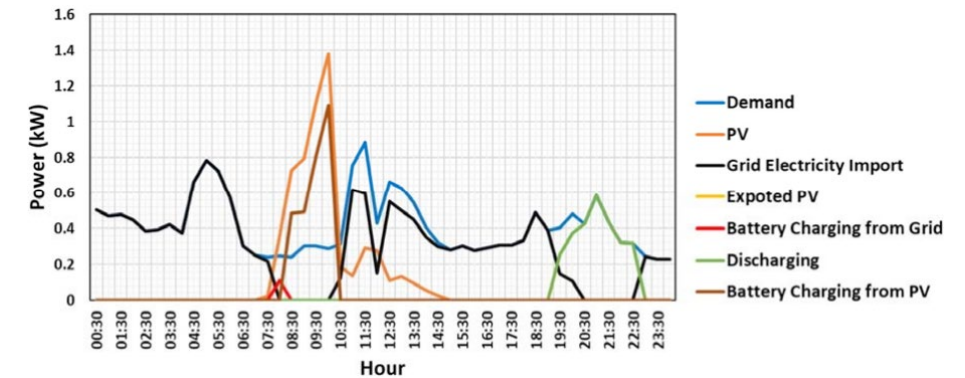
Egenskaber

Figur 14 viser en forenklet forbrugsprofil, hvor et solcelleanlæg i samspil med en batteripakke kan hjælpe med at reducere spidslast i en bygning. Som vist kan batteripakken benyttes for at lagre energi i løbet af natten, når energibehov er lav

såvel som elprisen. I løbet af dagen kan solcelleanlæg dække strømbehovet og overskuden kan lagres i batteripakken. Om natten kan batteripakken levere strøm i spidslast perioden. På den måde er det muligt at reducere kapacitet fra



Figur 14 - Graf der viser samspil af et solcelleanlæg og en batteripakke [4]

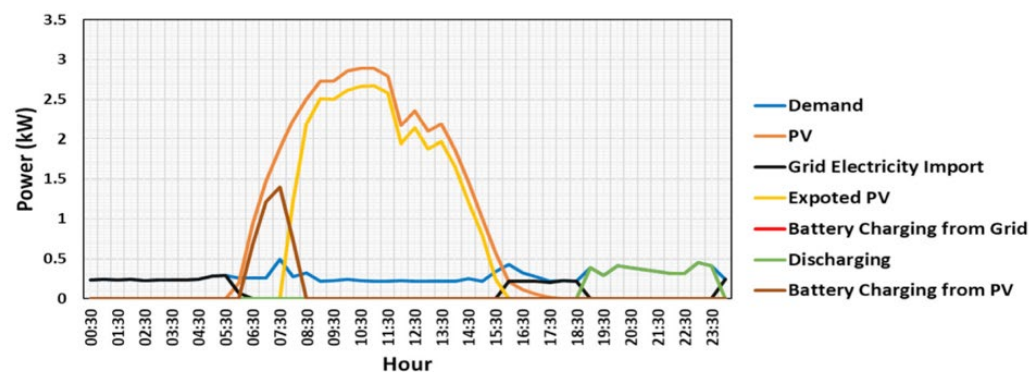


Figur 15 - Grafen viser forholdet mellem strømproduktion fra et solcelleanlæg integreret med en batteripakke og energiforbrug i vinter (simuleret) [4]

elnettet og opnå en højere energifleksibilitet fra integrationen af solcelleanlæg. Figur 15 og figur 16 viser et eksempel af forbrugsprofil simuleret for at vise forskydning af strømforbrug med et solcelleanlæg og en batteripakke. Batterier bruges primært ved lagring og forskydning inden for døgnet pga. den relativt høje pris og kortere levetid.

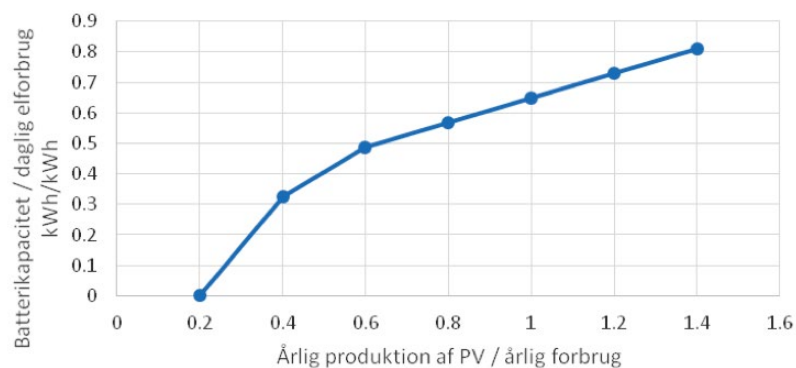
Desuden er batterier bedst benyttet i forbindelse med solcelleanlæg, der kun producerer el i dag og forskyder energi i nat.

Figur 17 viser den batterikapacitet, der medfører en rimelig stigning i dækningsgraden af egetforbruget og hvor en yderligere kapacitetsforøgelse kun giver mindre forbedring. Gælder for anlæg hvor forbruget er det samme alle dage [5].



Figur 16 - Grafen viser forholdet mellem strømproduktion fra et solcelleanlæg integreret med en batteripakke og energiforbrug i sommer (simuleret) [4]

Teknisk fornuftig batterikapacitet som funktion af solcelleanlæggets størrelse



Figur 17 - Teknisk "fornuftig" batterikapacitet for hybridanlæg [5]

FORDELE	ULEMPER
+ Integration af vedvarende energi	- Høj installation omkostning
+ Smart-grid muligheder	- Batteriproduktionen benytter elementer, der er skadelige til personer og påvirker miljøet. Desuden kommer elementerne fra lande, hvor der er et højt potentiale af geopolitiske risici.
+ Forskydning af strømforbrug	- Batteriproduktionen benytter elementer, der er ikke ubegrænsede tilgængelige
+ Solcelle paneler kan genbruges	- Genbrugsproces af elementer fra batterier påvirker miljøet
+ Lav D&V omkostninger	- Solcelleproduktion: nogle tyndfilmteknologier indeholder små mængder cadmium og arsen
+ Solcellerne er leveres som moduler og de er nemme at installere	
+ Batteripakken kan benyttes til elnets balance og stabilisering	

INSTALLATIONSBEHOV

- Solcelleanlæg
- Batteripakke
- Målere
- Inverter

ØKONOMI

Typisk ydelse	Omkostninger til udstyr (ekskl. MOMS)	Installationsomkostninger (ekskl. MOMS)	Levetid
Indendørs batteripakke 400 V 69-342 kWh 30-240 kW	366.000-1.294.000 DKK*	20-30% (i forhold til udstyr omkostning)	10-20 år
Udendørs batteripakke 400 V 69-342 kWh 30-240 kW	590.000-1.707.000 DKK*	20-30% (i forhold til udstyr omkostning)	10-20 år

Pris i 2020

*Prisen afhænger af størrelsen af batteripakken

Eksempler

- Lithium Balance A/S (leverendør)
- Smart Building Energy Hub

Referencer

[1] DTU Energy, Department of Energy Conversion and Storage (2019). Whitebook - Energy storage technologies in a Danish and international perspective. Tilgængelig online: <https://www.danskindustri.dk/globalassets/dokumenter-analyser-publikationer-mv/brancher-og-foreninger/di-branchefallesskaber/di-energi/ovrige-dokumenter/wec-whitebook-final-version.pdf>

[2] Power Circle, MälarEnergi, Kraftringen and InnoEnergy. The potential for local energy storage in distribution network. Tilgængelig online: http://www.innoenergy.com/wp-content/uploads/2017/03/1702-Potential_for_local_energy_storage_Final.pdf

[3] Teknologisk Institut, Kenergy, Lithium Balance og Tekniq. Anbefalinger ved installation af batterianlæg. Tilgængelig online: <https://www.teknologisk.dk/ydelser/anbefalinger-til-husstands-batterier/40140>

[4] A. Sani Hassan, L. Cipcigan, and N. Jenkins, "Optimal battery storage operation for PV systems with tariff incentives," Appl. Energy, vol. 203, pp. 422–441, 2017. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030626191730778X>

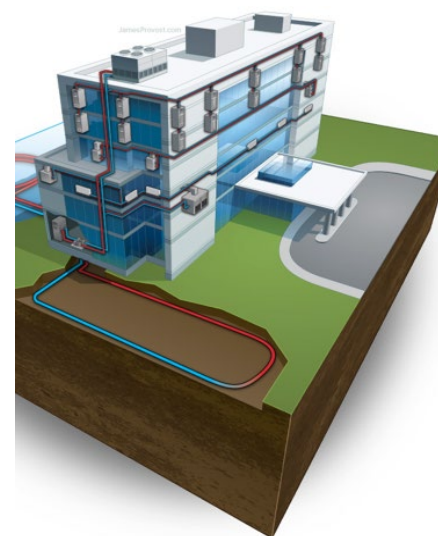
[5] Steen Hartvig, Peder Backer og Svend Erik Mikkelsen. (2018). Elforsk projekt: BIPVT-E: Udvikling af styringsstrategi til fleksibelt energiproduktionsanlæg med solceller, solvarme, varmepumpe, energiabsorber og batterilager. Tilgængelig online: <https://elforsk.dk/sites/elforsk.dk/files/media/dokumenter/2019-02/349-054%20Slutrapport.pdf>

4 VARMEPUMPER MED LOKALE ENERGIOPTAGERE - GENEREL INFO

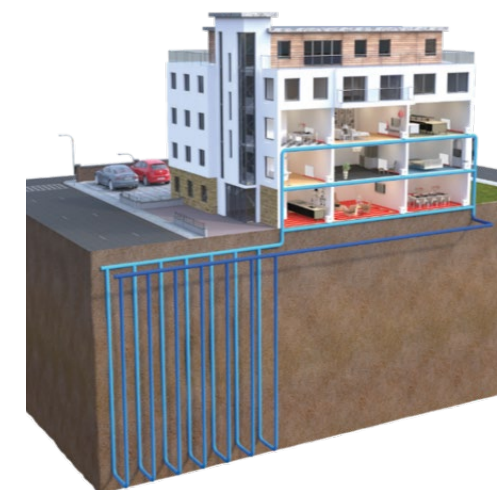
Et varmepumpeanlæg udnytter varme fra forskellige kilder for at levere varme til rumopvarmning og varmt brugsvand produktion. Det består af et varmeoptagersystem, en varmepumpe og et opvarmningssystem.

Varme kan optages fra jord, luft, tag eller vand. Det kræver installationen af et bestemt varmeoptagersystem for at udnytter varmen fra de forskellige kilder.

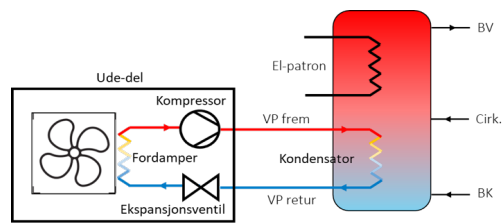
- Jordvarmeanlæg
- Luftanlæg
- Taganlæg
- Hav- søvand anlæg
- Varmepumpe
- Rumopvarmning
- Varmt brugsvand



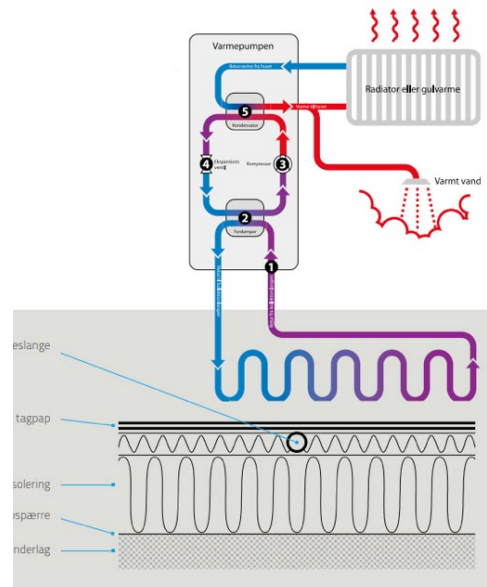
Jordanlæg - horisontalt anlæg. Kilde: <https://jamespro-vost.com/portfolio/geothermal-heat-pump>



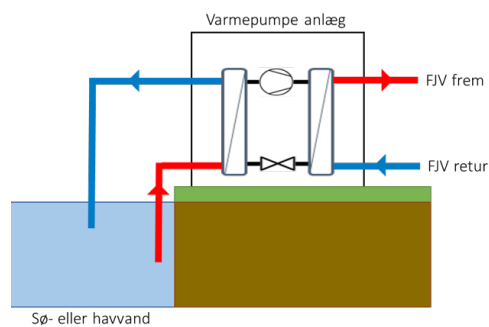
Jordanlæg - vertikalt anlæg. Kilde: <https://phpdonline.co.uk/features/ground-source-heat-pump-flats/>



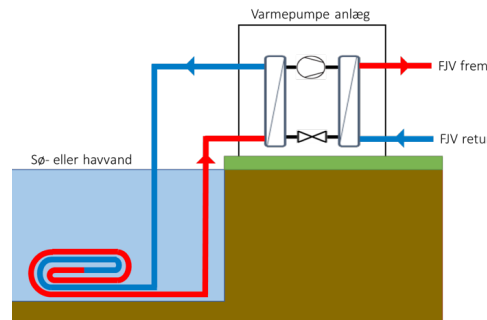
Luftanlæg



Taganlæg



Sø- eller havvandanlæg - med vandindtag



Sø- eller havvandanlæg - med varmeslanger

Teknisk beskrivelse

Figur 18 viser en principskitse af et varmepumpeanlæg. Kredsløb (1) er varmeoptagersystemet, som optager varme fra kilden. Kredsløbet består normalt af slanger, hvor der cirkulerer brine, dvs. vand som er tilsat frostsikringsmiddel. I et luftanlæg bruges det ikke slangerne, men luften direkte cirkulerer igennem fordamperen.

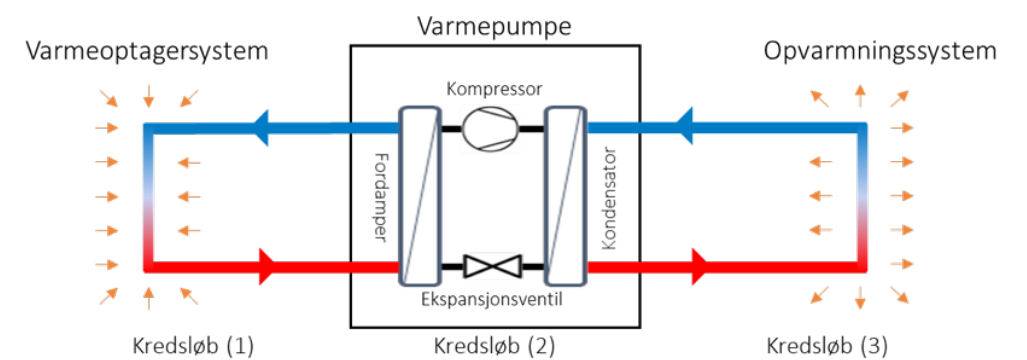
Kredsløb (2) er selve varmepumpen, hvor der cirkulerer et kølemiddel.

Kredsløb (3) er husets opvarmningssystem, hvor der cirkulerer vand. Varmepumpeanlægget leverer varme for at producere varmt brugsvand og rumopvarmning.

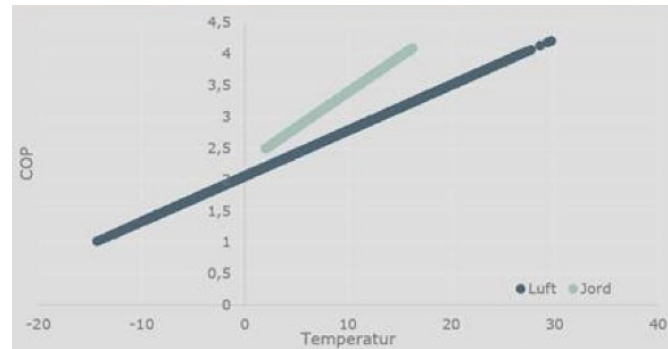
Varmepumpens effektivitet er defineret af COP-værdien, der angiver forholdet mellem den varme man producerer og den mængde strøm man bruger for at producere varmen.

Figur 19 viser COP-værdier til en luftvarmepumpe og en jordvarmepumpe i forhold til temperaturerne i et normalår ved en output temperatur på 55°C. COP af et jordvarmeanlæg er højere og mere stabil end et luftanlæg.

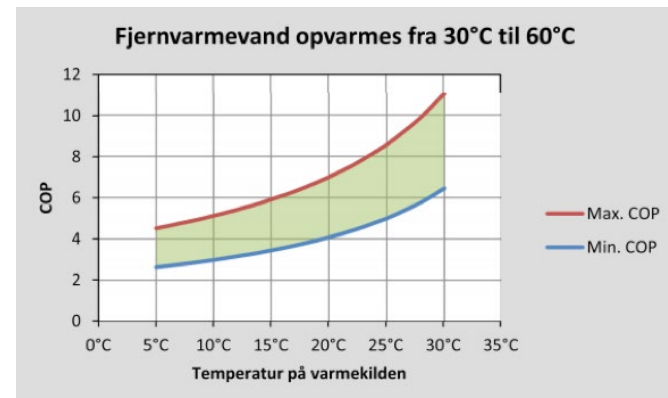
En varmepumpe kan benyttes i samspil med fjernvarme. De næste to figurer viser forventet varmepumpens COP i forhold til varmekildens temperatur og fjernvarmetemperatur. I en lavtemperatur netværk kan en varmepumpe nå en højere COP.



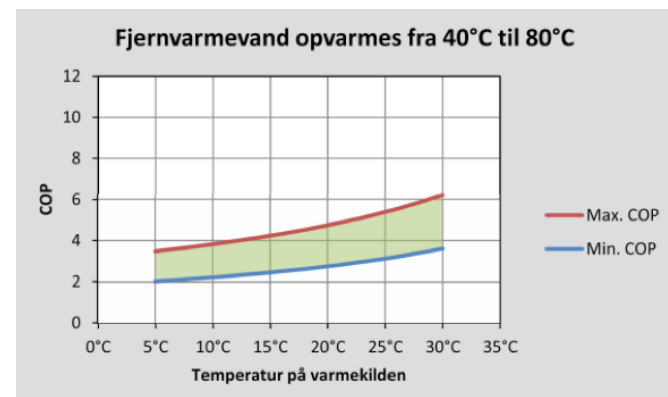
Figur 18 - Principskitse af et varmepumpeanlæg



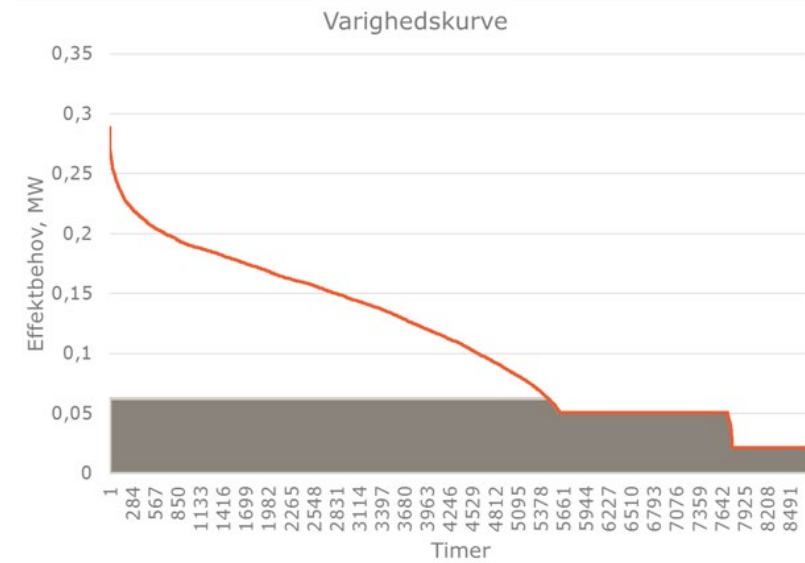
Figur 19 - Beregnet COP per time i forhold til temperaturerne i et normalår ved en output temperatur på 55°C [Kilde: Energistyrelsen]



Figur 20 - Forventet COP som funktion af varmekildens temperatur [1]



Figur 21 - Forventet COP som funktion af varmekildens temperatur [1]



Figur 22 - Varighedskurve til en bebyggelse med installation af en varmepumpe (grå område)

Figur 22 viser en typisk varighedskurve for en bebyggelse, hvor en varmepumpe benyttes til at levere varme i samspil med fjernvarme. Normalt er varmepumpens effekt ca. 25% af den maksimale effektbehov.

Installationen af en varmepumpe er gennemførlig hvis el-omkostninger er lav i forhold til fjernvarme pris. Ideelt kan man køre varmepumpen et helt år og dække mellem 50% og 70% af varmebehovet, som det er vist i figur 22.

Men elprisen er høj og man skal overveje at installere et solceller anlæg for at køre varme-

pumpen. Hvis anlægget udstyres med en batteripakke, kan man køre varmepumpen kontinuerlig for en periode omkring 5500 timer om året (da solceller anlægget producerer ikke strøm om vinteren). Resten af timerne er billigere at bruge fjernvarme for at levere varmebehøvet.

Hvis en batteripakke er ikke installeret, kan man forvente at varmepumpe kører på strøm fra solceller anlægget på ca. 2250 timer, da anlægget kan ikke producere strøm om natten.

Egenskaber

Radiatorer/gulvvarme

Et vandbåret rumopvarmning system skal tilsluttes til en varmepumpe, dvs. enten radiatorer eller gulvvarme. Pga. den lavere fremløbstemperatur på varmepumper bør radiatorerne ofte være større end oprindeligt, for at varmepumpen kan fungere optimalt, ellers kan lavtemperatur-radiatorer installeres, da de optimerer varmeoverførslen. Gulvvarme er også ideelt til varmepumper men dyrere [2].

Varmt brugsvand

En varmepumpe kan levere varme til varmt brugsvand. Man kan få installeret en buffertank til varmt brugsvand. På den måde kan man reducere behovet for supplerende el-opvarm-

ning i varmtvandsbeholderen og gøre driften af varmepumpen mere energieffektiv [2].

El-patron

Varmepumpesystemet har ofte en indbygget el-patron, som slår til, når varmepumpen ikke kan følge med. I de situationer vil varmepumpen have et højere elforbrug end normalt. Det vil typisk være på de koldeste dage eller når man bruger mere varmt brugsvand end normalt [2].

Installationsbehov, økonomi og fordele og ulemper ved de enkelte varmepumpeteknologier bliver uddybet i de næste kapitler, hvor hver teknologi bliver behandlet.

Referencer

[1] Energistyrelsen og Grøn Energi. 2017. Drejebog til store varmepumpeprojekter i fjernvarmesystemet. Tilgængelig online: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Varme/drejebog_for_store_varmepumper.pdf

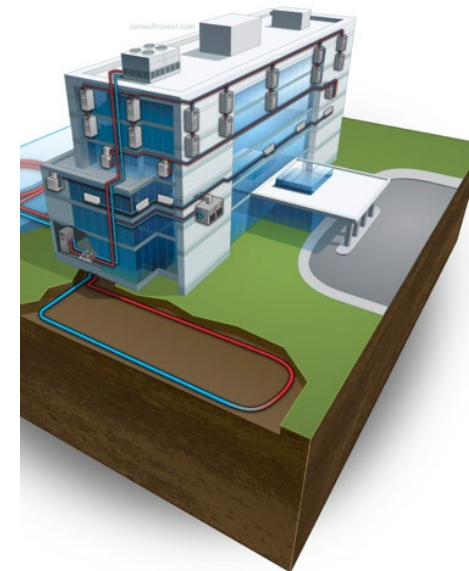
[2] Energistyrelsen. Fakta om varmepumper. Tilgængelig online: <https://sparenergi.dk/forbruger/varme/varmepumpe/fakta-om-varmepumper>

4A VARMEPUMPER MED LOKALE ENERGIPTAGERE - KILDE: JORDVARME

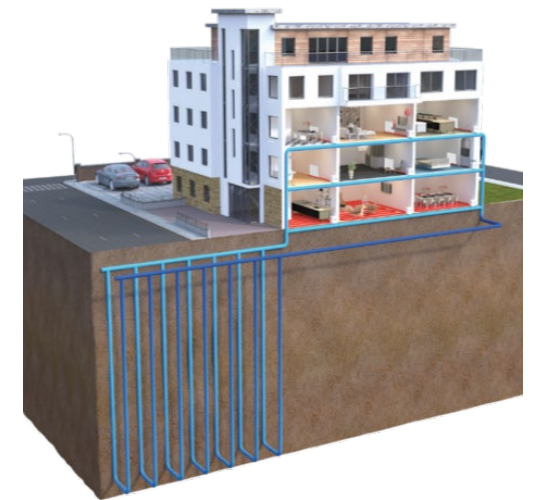
Et jordvarmeanlæg udnytter varme fra jorden for at levere varme til rumopvarmning og varmt brugsvand produktion. Det består af et varmeoptagersystem i jorden, en varmepumpe og et opvarmningssystem. Systemets varmeslanger kan placeres vandret eller lodret i jorden, hvor en frostvæske benyttes til at optage varme fra jorden [1]. I en bysammenhæng med begrænset adgang til åbne arealer har et anlæg med vertikal energioptager især interesse. En typisk anlægsstørrelse er 50-250 kW.

- Jordvarmeanlæg
- Varmepumpe
- Rumopvarmning
- Varmt brugsvand
- Borehuller

Som vist i figur 23 og figur 24, der er to slags af jordvarme systemer. Varmeoptagersystem omfatter vandrette eller lodrette rør. De vigtigste egenskaber er vist i de følgende afsnit.

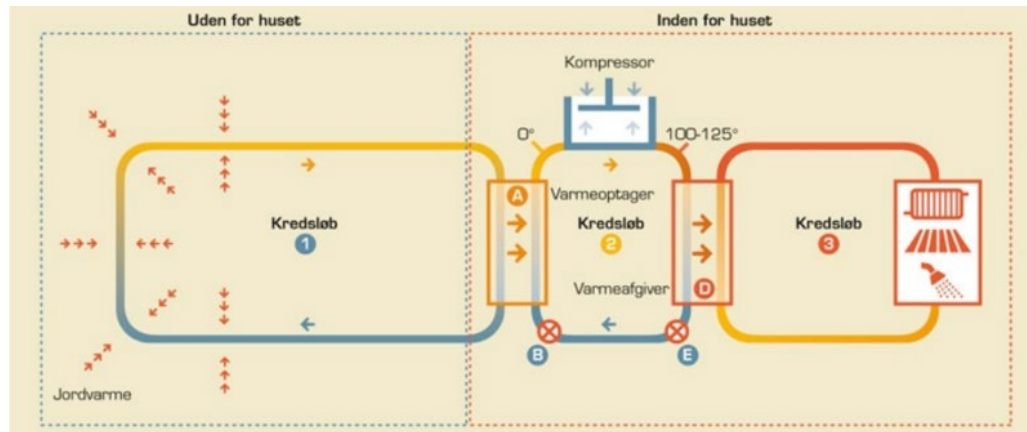


Figur 23 - Jordvarmeanlæg med vandret varmeslanger
Kilde: <https://jamesprovost.com/portfolio/geothermal-heat-pump>



Figur 24 - Jordvarmeanlæg med boring
Kilde: <https://phpdonline.co.uk/features/ground-source-heat-pump-flats/>

Teknisk beskrivelse

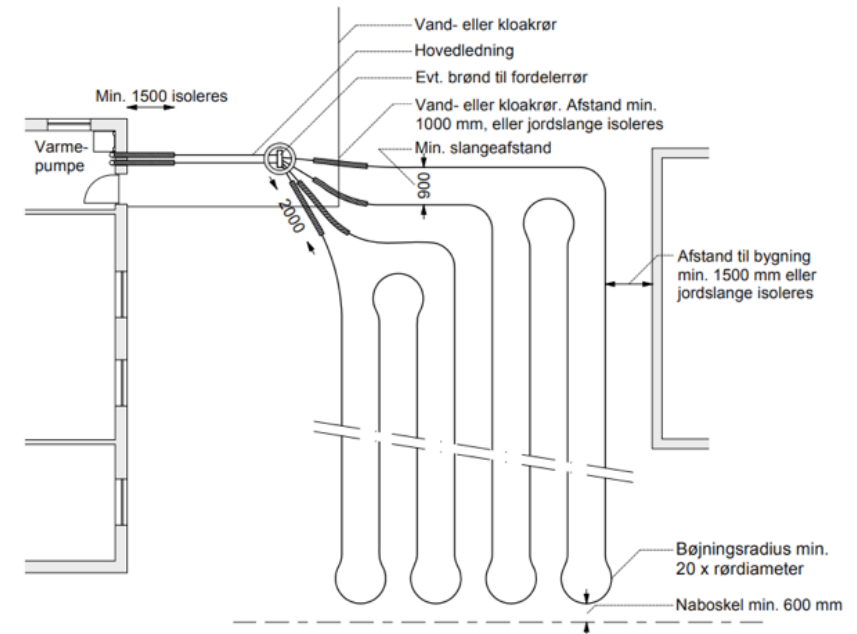


Figur 25 - Principskitse af et jordvarmeanlæg (figur fra IVT Naturvarme) [1]

- Kredsløb (1) er jordslangerne, som optager varme fra omgivelserne. I dette kredsløb er der brine, dvs. vand som er tilsat frostsikringsmiddel. Som vist i figur 23 og figur 24 kan jordslangerne placeres lodret eller vandret.
- Kredsløb (2) er selve varmepumpen, hvor der cirkulerer et kølemiddel.
- Kredsløb (3) er husets opvarmningssystem, hvor der cirkulerer vand [1].

HORISONTALE ANLÆG

- Rør kan typisk placeres mellem 0,9-1,2 m ned i jorden (dog med mindst 0,6 m jorddækning).
- Afstandskravene fra henholdsvis andres vandforsyninger og egen boring eller brønd skal være 50 m (og mindst 5 m fra et andet varmepumpeanlæg) [1] [3].
- Slangeafstand skal være min. 0,9 m.
- Afstand fra naboskel: min 0,60 m.
- Afstand fra andre vand- eller kloakrør skal være min. 1 m, ellers skal jordslangen isoleres.
- Afstand til bygning skal være min. 1,5 m ellers skal jordslangen isoleres.
- Bøjningsradius skal være min. 20 x udvendig-rørdiameter.
- Tryk i brine kredsløb er normalt på 150-350 kPa (absolut tryk).
- Frostsikringsmiddel: normalt anvendes propylenglykol og IPA-sprit (teknisk sprit).
- Normalt nedgraves kun et rør ad gangen med kædegravemaskine.
- Det kræver mellem 2-3,5 m² jordareal for hver m² bolig.
- Varmeoptagelse er typisk 20-25 W/m i gennemsnit (i våd jord f.eks. sand og lavere i ler).
- Varmeoptagelse (og ydelse) falder over sæsonerne og hvis det benyttes over 2500-3000 timer, bør man regenerere jorden ved at tilføje varm om sommeren.



Figur 26 - Plan for udlægning af jordslanger til horisontale anlæg [5]

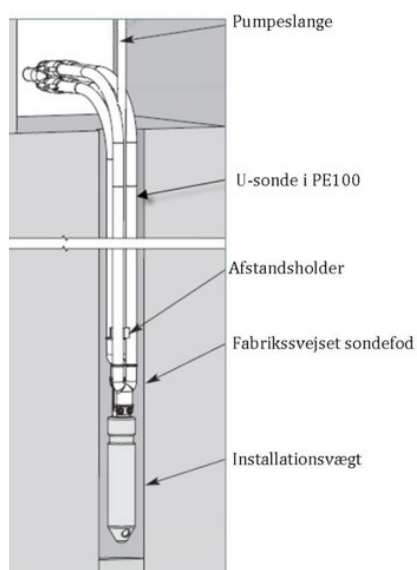
VERTIKALE ANLÆG (JORDVARMEBORINGER)

- Dybt anlæg: Jordvarmeanlæg med en eller flere borer, udført med boreudstyr, og gravede anlæg, hvor anlæggets dybeste del går dybere end 5 m under terræn [3]
- Afstandskravene fra henholdsvis andres vandforsyninger og egen boring eller brønd: 300 m (og mindst 50 m fra et andet varmepumpeanlæg) [1] [3].
- Energioptagere kan udføres som et enkelt U-rør, et dobbelt U-rør eller koncentriske rør (dobbelt U-rør har den højeste ydelse)
- Varmeoptagelse er typisk 30-45 W/m (det afhænger af jordtyper). Hvis man også benytter anlægget til at levere (direkte/indirekte) køling om sommeren, kan varmeoptagelse øges op til 60-70 W/m om vinteren.
- Afstand mellem borer: min. 5 m for korte borer eller typisk 6-7 m til lange borer
- Borer etableres normalt til mellem 40 m og 200 meters dybde. Borer, som er mere end 250 meter dybe, kan kræve tilladelse efter undergrundsloven, hvilket kan afklares i den enkelte sag ved kontakt til Energistyrelsen [1].

- I løse aflejringer er det nødvendigt at benytte borerør eller boremudder for at holde borehullet åbent under borearbejdet [1]. I første del af boringen etableres et foringsrør.
- Tætning af jordvarmeboringer sker mest hensigtsmæssigt ved støbning fra bunden med en passende bentonit/cement suspension. Varmeledningsevnen i bentonit generelt er lav, og tætningen omkring varmeslangerne kan derfor fungere som en isolering, der forringer varmeoptagelsen. Der kan evt. tilsættes kvartssand til forbedring af varmekonduktiviteten. Metoden stiller krav til jordvarmeslangernes trykstyrke, som ikke må kollapse på grund af trykket ved opfyldning [1].
- For at undgå kollaps af jordvarmeslangerne skal de fyldes med væske (vand) før de sænkes ned. Hvis der er vand i hullet, stiger trykket på 1 bar hver 10 m. Derfor kan trykket udvendigt være op til 20 bar i et 200 m hul.
- For at undgå problemer med jordforurening skal jordslangerne testes for at tjekke om de er tætte. De skal testes med vand først, og hvis de er tætte og trykprøvede, kan man begynde at fylde rør med frostsikringsmiddel.

ETAGEJENDOMME - ANLÆGSSTØRRELSE

- Varmepumpe effekt: normalt >15 kW
- Buffertanke/Varmtvand beholdere er ofte udført som moduler af 800-1000 l
- Krav til temperaturen i beholder til brugsvand 55°C.
- Varmtvandstemperatur skal kunne hæves til 60°C for at begrænse risiko for legionella kontamination i beholderen.



Figur 27 - Principsnit gennem jordvarmeboring (Fra Rotek A/S) [1]. Energioptagere er udført som dobbelt U-rør.

Alle varmepumpeanlæg med en kølemiddel-fyldning på over 1 kg skal efterses mindst én gang årligt. Eftersyn og vedligeholdelse m.v. af køleanlæg og varmepumper skal udføres af en person, som har fået den fornødne instruktion og øvelse i eftersyn og vedligeholdelse m.v. af den pågældende anlægstype. Ved anlæg med fyldning større end 2,5 kg kølemiddel, skal det årlige eftersyn udføres af en certificeret montør fra et anerkendt kølefirma [2].

Egenskaber

INSTALLATIONSBEHOV

- Tilladelse skal indhentes fra kommunen, der benytter et standardskema
- Tjek at afstand til andre rørinstallationer eller andre installationer i jorden

Jordvarmeanlægget skal være tæt og være forsynet med [3]:

- Et trykovervågningssystem,
- En alarm og en sikkerhedsanordning, der i tilfælde af lækage i varmesystemet stopper anlægget og der skal føres protokol over tilførsel af glykol.

Ude-del:

- Varmeslanger skal tilsluttes til inde-delen

Inde-del:

- Varmepumpen skal tilsluttes til el-systemet
- Varmepumpen skal tilsluttes til varmeslangerne
- Varmepumpen skal tilsluttes til opvarmning anlæg

Borehul:

- Borehuller skal regenereres. De kan bruges til direkte køling og til lagring af overskudsvarme.

FORDELE	ULEMPER
+ Vedvarende energi	- Kræver tilladelse fra kommune
+ Kan levere varme både til rumopvarmning og varmt brugsvand	- Jordforurening (i tilfælde af utæthed)
+ Højere effektivitet end luft til vand varmepumpe anlæg	
HORISONTALE ANLÆG	HORISONTALE ANLÆG
+ Billigere end et vertikal anlæg	- Horisontale anlæg kræver et stort jordareal som er vanskelig at tilvejebringe i tæt by
VERTIKALE ANLÆG	VERTIKALE ANLÆG
+ Kræver mindre jordareal	- Dybe anlæg er dyrere end horisontale anlæg
+ Høj temperatur [6]	- Risiko af grundvand forurening (må ikke kortslutte primært eller sekundært reservoir)
	- Risiko af med jordvarmeslangers kollaps på grund af trykket ved opfyldning eller kollaps som følge af sten i hullet

ØKONOMI

Typisk ydelse	Omkostninger til udstyr (ekskl. MOMS)	Installationsomkostninger (ekskl. MOMS)	D&V omkostninger (ekskl. MOMS)
Horisontale anlæg			
400 kW*	1.111.600 DKK*	741.000 DKK*	Fast: 12.300 DKK/år* Variabelt: 3,5 DKK/MWh*
160 kW**	331.100 DKK**	331.100 DKK**	Fast: 12.300 DKK/år** Variabelt: 3,5 DKK/MWh**
Vertikale anlæg			
400 kW*	Ca. 2.220.000 DKK*	Ca. 1.400.000 DKK*	Fast: 12.300 DKK/år* Variabelt: 3,5 DKK/MWh*
160 kW**	Ca. 660.000 DKK**	Ca. 660.000 DKK**	Fast: 12.300 DKK/år** Variabelt: 3,5 DKK/MWh**

Pris i 2020

I teknologikataloget for individuelle opvarmningsanlæg er angivet følgende retningsgivende data. Tallene gælder for en ejendom med ca. 110 mindre lejligheder. Prisniveauet per installeret kW kan også benyttes til et større anlæg, der betjener en bebyggelse 450 lejligheder.

*data for en eksisterende bygning: Areal: 8.000 m², Varmeforbrug: 960 MWh/år, Spidslast (varme): 400 kW

**data for en ny bygning: Areal: 8.000 m², Varmeforbrug: 320 MWh/år, Spidslast (varme): 160 kW

Eksempler

LEVERANDØRER

- DVI
- Thermia
- Thermonova
- Viessmann

Referencer

[1] B., Villumsen (COWI A/S). 2008. Jordvarmeanlæg. Teknologier og risiko for jord- og grundvandsforurening. Tilgængeligt online: <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2008/978-87-7052-780-4/pdf/978-87-7052-781-1.pdf>

[2] Beskæftigelsesministeriets. 2007. Bekendtgørelse om anvendelse af trykbærende udstyr. Tilgængelig online: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=31045>

[3] Miljøstyrelsen. Miljø- og Fødevareministeriet. 2017. Bekendtgørelse om jordvarmeanlæg. Tilgængelig online: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=186984>

[4] Dansk Varmepumpe Industri A/S. Vejledning til nedgravning af jordslanger. Tilgængeligt online: https://dewa-vvs.dk/CustomerData/Files/Folders/4-pdf/157_vejledning-nedgravning-af-jordslanger.pdf

[5] Energistyrelsen and Energinet. 2016. Teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg. Tilgængeligt online: <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/teknologikataloger/teknologikatalog-individuelle>

[6] Energistyrelsen og Grøn Energi. 2017. Drejebog til store varmepumpeprojekter i fjernvarmesystemet. Tilgængelig online: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Varme/drejebog_for_store_varmepumper.pdf

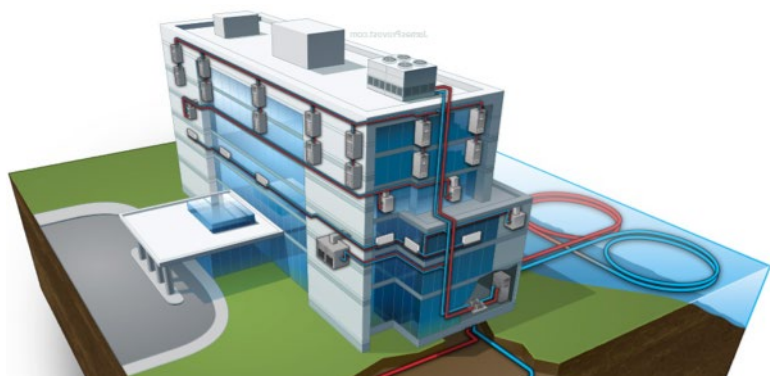
4B VARMEPUMPER MED LOKALE ENERGIPTAGERE

- KILDE: SØ/HAVVAND

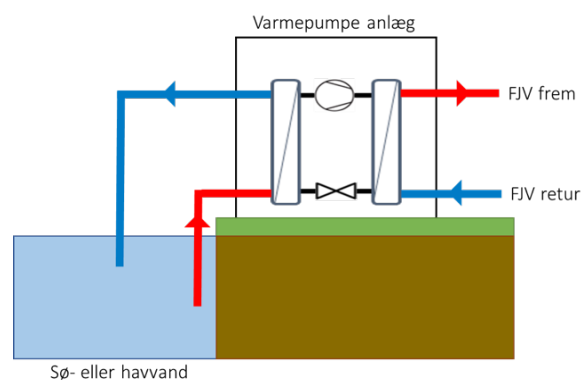
Et varmepumpe anlæg kan udnytte sø- eller havvand som kilde for at levere varme til rumopvarmning eller varmt brugsvand produktion. Systemet virker ligesom et jordvarmeanlæg, men slangerne ligger på sø- eller havbunden. Alternativt kan man pumpe havvandet gennem en veksler for at optage varme. En typisk

størrelse er fra 50 kW (slanger) til 2 MW (med havvandsindtag).

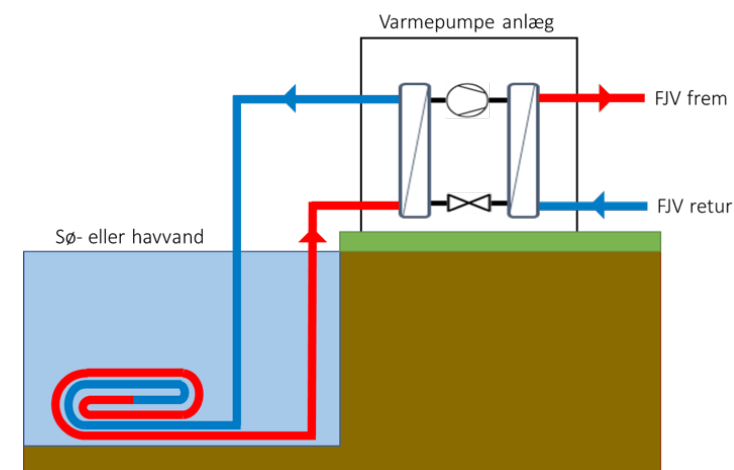
- Sø/havvand varmeanlæg
- Varmepumpe
- Rumopvarmning
- Varmt brugsvand



Figur 28 - Sø- eller havvand anlæg med varmeslanger på bunden
Kilde: <https://jamesprovost.com/portfolio/geothermal-heat-pump>



Figur 29 - Principskitse af et sø- eller havvandvarmeanlæg med havvandsindtag



Figur 30 - Principskitse af et sø- eller havvandvarmeanlæg med varmeslanger på sø-/havbunden

Teknisk beskrivelse

- Alle varmepumpeanlæg med en kølemiddelfyldning på over 1 kg skal efterses mindst én gang årligt. Eftersyn og vedligeholdelse m.v. af køleanlæg og varmepumper skal udføres af en person, som har fået den fornødne instruktion og øvelse i eftersyn og vedligeholdelse m.v. af den pågældende anlægstype. Ved anlæg med fyldning større end 2,5 kg kølemiddel, skal det årlige eftersyn udføres af en certificeret montør fra et anerkendt kølefirma [5].
- Varmeslangerne der ligger på havbunden skal være rustbestandige (plast eller rustfast stål) og de skal være robuste.
- Slangerne skal fastgøres (fast) til sø- eller havbunden.

HAVVAND ANLÆG

- Pga. lav havvand temperatur om vinteren (særligt i Østersøen) kan en traditionel pladevarmeveksler hurtigt fryse. Man kan installere flere anlæg med overrislede fordampere, som tillader en vis ispåfrysning [1].
- Hvis der er mulighed for at lave vandindtag fra flere dybder, kan dette udnyttes. Varmepumpen kan bruge varmt overfladevand om sommeren, og skifte til vand fra større dybde om vinteren, når der er risiko for isdannelse [1].
- Havvandet skal analyseres, så de rette korrosionsbestandige materialer kan vælges [1].
- Det er vigtigt at kortlægge strømningsforhold, temperaturer samt flora og fauna, så den mest hensigtsmæssige placering af vandindtaget kan findes [1].

SØVAND ANLÆG

- Normalt tillades det, at ferskvand afkøles til 2°C inden det ledes tilbage til vandsystemet [1].
- I en stillestående sø ændrer temperaturen sig hen over året. Fra det tidlige forår udvikles enlagdeling af vandet, hvor det øverste vand opvarmes af solen og luftens temperatur, mens søens nedre vand kun i meget begrænset omfang ændrer temperatur. Vandtemperaturen kan ændre fra 17-18°C i starten af efteråret til 4°C i det tidlige forår [1].
- Det er vigtigt at indhente konkrete målinger af temperaturvariationer i søen igennem vintermånederne for at vurdere søens temperatur i forhold til varmepumpens driftsperiode fra november til april [1].
- En anden vigtig ting er at belyse det udledte kolde vands påvirkning på søens flora og fauna ved beregninger af vandvolumener og temperaturforskelle [1].

ETAGEJENDOMME

- ANLÆGSSTØRRELSE:

- Varmepumpe effekt: normalt >15 kW.
- Buffertanke/Varmtvand beholdere er ofte udført som moduler af 800-1000 l.
- Krav til temperaturen i beholder til brugsvand 55°C.

- Begroning vil primært udgøres af muslinger, rur/havtulipaner og alger, og det bør sikres, at begroningen ikke kan få fodfæste, da det både vil betyde ringere effektivitet og øget korrosion i anlægget. Begroning kan forebygges eller fjernes med filtrering, regelmæssig rensning, anvendelse af kemi, høje flowhastigheder eller eventuel periodevis opvarmning af fladerne til høje temperaturer [1].
- Anlægget kan udstyres med to varmevekslere, der virker alternativt, så én kan rengøres. Pga. dyr, tang, skrald og andre ting i vandet fælder varmevekslers effektivitet hurtigt. Hvis anlægget har bare en varmeveksler, skal man stoppe det for rengøringsoperationerne.

- Det er vigtigt at indhente konkrete målinger af temperaturvariationer i søen igennem vintermånederne for at vurdere søens temperatur i forhold til varmepumpens driftsperiode fra november til april [1].
- En anden vigtig ting er at belyse det udledte kolde vands påvirkning på søens flora og fauna ved beregninger af vandvolumener og temperaturforskelle [1].
- Varmtvandstemperatur skal kunne hæves til 60°C for at begrænse risiko for Legionella kontamination i beholderen.

Egenskaber

- Anlæggene der bruger havvand som varmekilde er normalt installeret i store bygninger, hvor de benyttes til varmeproduktion i decentrale fjernvarmeværker.
- Anlægget kan vendes og også benyttes til køling om sommeren (også fri køling i forår og efterår)

INSTALLATIONSBEHOV

- Tilslutning til varmeslanger/pumpe
- Tilslutning til varmepumpe
- Tilslutning til fjernvarme netværk eller bygnings installationer (rumopvarmning og brugsvand systemet)
- Rørtilslutning til havvand med filteranlæg

FORDELE	ULEMPER
+ Vedvarende energi	- Kræver tilladelse fra kommune med hensyn til miljø forhold (temperatur, naturbeskyttelse og mulig forurening)
+ Til rådighed ved hovedparten af de større danske byer, da de ligger ved haven	- Tilladelse fra havnemyndighed eller vandmyndighed
+ Et havvand anlæg er billigt og enkelt at etablere	- Vandet skal kunne indtages fra en vis dybde, hvis der ikke skal opstå problemer med tilslutning i de koldeste perioder
+ Store anlæg (havvand)	- Begroning af varmevekslere og andre komponenter kræver jævnlig rensning
+ Myndighedsbehandlingen er væsentlig mere simpel end ved ferskvand	- Forurening ved lækage
+ Kraftværker har erfaring med havvandsveksling fra dampkondensatorer	- Flytning af forurening fra en lokalitet til en anden
	- Ved brug af søvand skal arealet være stort nok for at begrænse temperaturpåvirkning

MILJØFORHOLD

VVM-bekendtgørelsen

Projektet skal screenes for VVM-pligt, idet et varmepumpeanlæg vil være omfattet af bekendtgørelsens bilag 2, pkt. 3 Energiindustrien a) Industrianlæg til fremstilling af elektricitet, damp og varmt vand, samt eventuelt af bilag 2 pkt. 10 Infrastrukturprojekter a) Anlægsarbejder i erhvervsområder til industriformål, f) Anlæg af vandveje, som ikke er omfattet af bilag 1, kanalbygning og regulering af vandløb eller j) Anlæg af vandledninger over større afstande.

Miljøbeskyttelsesloven

Hvis projektet er omfattet af Godkendelsesbekendtgørelsens bilag 2 (Godkendelsesbekendtgørelsen, 2017), listepunkt G 201 Kraftproducerende anlæg, varmeproducerende anlæg, gasturbineanlæg og motoranlæg med en samlet nominel indfyret termisk effekt på mellem 5 og 50 MW, skal projektet muligvis have en miljøgodkendelse efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 5. Hvis anlægget miljøgodkendes, håndteres udledning af vand til recipient som en del af miljøgodkendelsen. Hvis anlægget ikke skal miljøgodkendes, skal der laves en udledningstilladelse efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 4 §28, idet returvand normalt vil blive betragtet som spildevand. Endvidere vil andre forhold som støjforhold, krav til udsugning fra ammoniak mv. være indeholdt i miljøgodkendelsen.

Vandområdeplanerne

Her skal det sikres, at en eventuel industriel varmeudnyttelse ikke er i konflikt med målsætningerne for grundvandet og de overfladenære vandsystemer.

Naturbeskyttelsesloven

Hvis en sø over 100 m² eller et vandløb anvendes som varmekilde, eller hvis områder, der er beskyttede af §3 berøres i øvrigt, skal projektet have en dispensation i henhold til Naturbeskyttelseslovens §3 (Naturbeskyttelsesloven, 2017). Derudover kan der være lovgivning og regler knyttet til områder, som der skal tages hensyn til ved konkrete planer om etablering af et anlæg.

Habitatbekendtgørelsen

Hvis projektet kan påvirke et Natura 2000-område, skal der laves en indledende væsentlighedsvurdering eller en konsekvensvurdering i henhold til reglerne i Habitatbekendtgørelsen (Habitatbekendtgørelsen, 2016).

ØKONOMI

Typisk ydelse	Omkostninger til udstyr (ekskl. MOMS)	Installationsomkostninger (ekskl. MOMS)	D&V omkostninger (ekskl. MOMS)
- kW*	- DKK*	- DKK*	Fast: - DKK/år* Variabelt: - DKK/MWh*

*Individuelt: anlægs pris afhænger af forskellige faktorer og installations krav.

Eksempler

- Johnson Controls (leverendør)
- Aarhus Ø (installationer)
- AVC sydhavn (installationer)
- Skuespillehuset (installationer)

Referencer

[1] Energistyrelsen og Grøn Energi. 2017. Drejebog til store varmepumpeprojekter i fjernvarmesystemet. Tilgængelig online: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Varme/drejebog_for_store_varmepumper.pdf

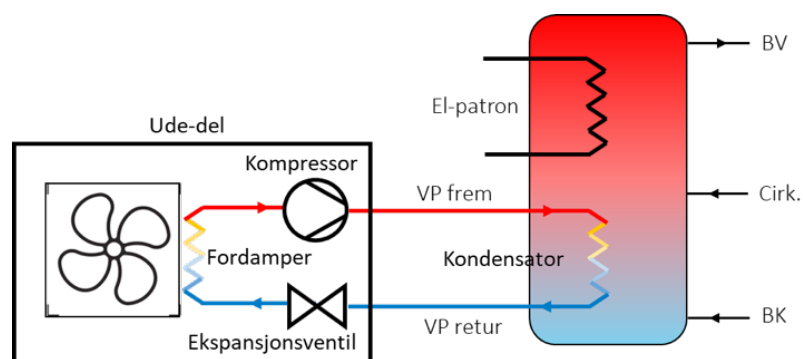
4C VARMEPUMPER MED LOKALE ENERGIPTAGERE - KILDE: LUFTEN

Et luft-vandvarmepumpeanlæg optager varme fra udendørs luft og leverer den til et vandbaseret opvarmning system. Det kan bruges både til rumopvarmning og produktion af varmt brugsvand. Ofte er det udstyret med en el-patron for at levere varme også i spidslast perioder. Udføres som varmepumpe moduler på 10-250 kW.

- Luft- vand varmepumpeanlæg
- Varmepumpe
- Rumopvarmning
- Varmt brugsvand



Figur 31 - Ude-delen af en luft-vand varmepumpe. Enheden kan etableres i kaskade for at opnå en større effekt. Kilde: <https://dansk-energi-center.dk/varmepumper/store-varmepumper>



Figur 32 - Principskitse af en luft til vand varmepumpe

Teknisk beskrivelse

LUFT-VAND VARMEPUMPE

- Alle varmepumpeanlæg med en kølemiddel-fyldning på over 1 kg skal efterses mindst én gang årligt. Eftersyn og vedligeholdelse m.v. af køleanlæg og varmepumper skal udføres af en person, som har fået den fornødne instruktion og øvelse i eftersyn og vedligeholdelse m.v. af den pågældende anlægstype. Ved anlæg med fyldning større end 2,5 kg kølemiddel, skal det årlige eftersyn udføres af en certificeret montør fra et anerkendt kølefirma [3].
- Undgå at varmepumpen bliver lukket inde: Varmepumpen producerer varme ved at "hente" varmegrader ud af udeluften. Derfor er det helt afgørende for varmepumpens ydeevne, at den ikke bliver lukket inde. For det første skal den uhindret kunne suge luft ind – det gør den på bagsiden. For det andet skal den kunne blæse luften ud – det gør den på forsiden. Hvis varmepumpeskjuleren er for lukket, så luftstrømmen hindres, yder pumpen mindre [1].
- Udedelen til luft/vand-installation bør kun opstilles et sted, hvor støj ikke giver problemer [4]. Forslag: 5-10 m min. afstand fra naboskel ellers kan det sættes støjafskærmning op.
- Udedelen kan installeres på taget, når der er fladt-tag konstruktion, for at undgå støjproblemer.

ETAGEJENDOMME

- ANLÆGSSTØRRELSE

- Varmepumpe effekt: normalt >15 kW.
- Buffertanke/Varmtvand beholdere er ofte udført som moduler af 800-1000 l.
- Krav til temperaturen i beholder til brugsvand 55°C.

AREAL TIL LUFTINDTAG

- En luft varmepumpe kræver et areal til luftindtag af ca. 0,2 m²/kW.
- Ude-delen kan placeres på taget, når der er plads til anlægget, og taget kan bære vægten.
- Ved installationer af store anlæg, er der også mulighed for at lave installationer i jordhøjde, hvor en platform er bygget til at sætte ude-delen op. Installationen bør overveje et system for at fjerne vand/is, der er på veksleren og falder på jorden.
- Varmtvandstemperatur skal kunne hæves til 60°C for at begrænse risiko for Legionella kontamination i beholderen.

Egenskaber

Energifleksibilitet

Varmepumpes COP falder i kolde perioder og energifleksibilitet bliver lavere. I de andre

perioder kan varmepumper benytte bygnings varmekapacitet for at lagre varme. På den måde kan varmepumpen afbrydes i få timer.

FORDELE	ULEMPER
+ Vedvarende energi	- Effektiviteten varierer i forhold til udendørstemperaturen
+ Kræver ikke tilladelse fra kommune men skal overholde bygningsreglementets krav	- Lavere effektivitet end en jordvarmpumpe
+ Kan levere varme både til rumopvarmning og varmt brugsvand	- Risiko af klager pga. støjniveauet
+ Billigere end en jordvarmpumpe	- Kan kræve en opgradering af el-systemet

INSTALLATIONSBEHOV

- Evt. installation krav fra kommunen (afstand fra naboskel pga. støj)

ØKONOMI

Typisk ydelse	Omkostninger til udstyr (ekskl. MOMS)	Installationsomkostninger (ekskl. MOMS)	D&V omkostninger (ekskl. MOMS)
400 kW*	734.300 DKK*	314.700 DKK*	Fast: 12.300 DKK/år* Variabelt: 3,5 DKK/MWh*
160 kW**	317.000 DKK**	211.300 DKK**	Fast: 12.300 DKK/år** Variabelt: 3,5 DKK/MWh**

Pris i 2020

I teknologikataloget for individuelle opvarmningsanlæg er angivet følgende retningsgivende data. Tallene gælder for en ejendom med ca. 110 mindre lejligheder. Prisniveauet per installeret kW kan også benyttes til et større anlæg, der betjener en bebyggelse 450 lejligheder.

*data for en eksisterende bygning: Areal: 8.000 m², Varmeforbrug: 960 MWh/år, Spidslast (varme): 400 kW

**data for en ny bygning: Areal: 8.000 m², Varmeforbrug: 320 MWh/år, Spidslast (varme): 160 kW

Eksempler

LEVERANDØRER

- DVI
- Thermia
- Thermonova
- Viessmann
- Vølund
- Nibe

INSTALLATIONER

Ses ofte på mindre bygninger i det åbne land

Referencer

[1] Energistyrelsen og Grøn Energi. 2017. Drejebog til store varmepumpeprojekter i fjernvarmesystemet. Tilgængelig online: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Varme/drejebog_for_store_varmepumper.pdf

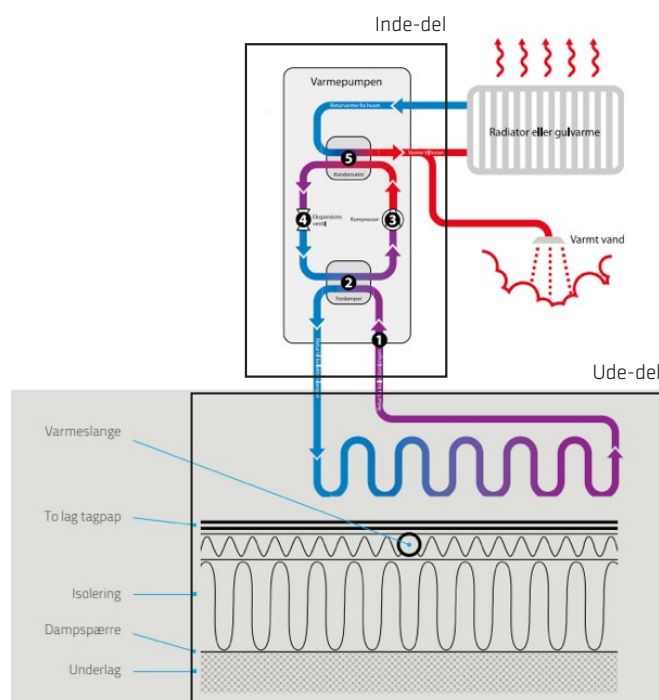
4D VARMEPUMPER MED LOKALE ENERGIPTAGERE - KILDE: TAGFLADER

Et tagkonstruktionsanlæg udnytter varme fra tags overfladen. Varmeslangerne placeres på tags overfladen, og optager energi fra miljøet. Slangerne er tilsluttet til en varmepumpe, der leverer varme til rumopvarmning og varmt brugsvand. Typisk størrelse er 15-40 kW (agflade 400-1000 m²).

- Tagkonstruktion
- Varmepumpe
- Rumopvarmning
- Varmt brugsvand
- Tagsolfanger



Figur 33 - Slangerne til varmepumpe i tagkonstruktion [1]



Figur 34 - Tagkonstruktion anlæg. Snit af taget og principskitse af varmepumpeanlægget [2].

Teknisk beskrivelse

TAGANLÆG

- Alle varmepumpeanlæg med en kølemiddefyldning på over 1 kg skal efterses mindst én gang årligt. Eftersyn og vedligeholdelse m.v. af køleanlæg og varmepumper skal udføres af en person, som har fået den fornødne instruktion og øvelse i eftersyn og vedligeholdelse m.v. af den pågældende anlægstype. Ved anlæg med fyldning større end 2,5 kg kølemiddel, skal det årlige eftersyn udføres af en certificeret montør fra et anerkendt kølefirma [5].
- Anlægget er mest velegnede til flade tage, da det er nemmere at installere.
- I tilfælde af saddeltage kræver ikke at tagfladen vender mod syd. Slangerne optager mest varme, når det regner og blæser, fordi luft/regnvand bliver løbende udskiftet, og der hele tiden kommer ny varmeenergi til taget [1]. Anlægget optager også energi fra solen, og en smule varme, der er tabt fra bygningens tag.
- Anlægget stiller store krav til isoleringen ned mod huset og til dampspærret, så monteringen kræver fagfolk [1]. Da varmeoptagere ligger på isolering lag er varmekapacitet lav. Målet af anlægget er at optage varme fra miljøet.
- I etageejendomme kan tags areal ikke være nok for at levere hele bygnings energiforbrug. Så skal opvarmning anlæg integreres med en anden kilde.

- Gennemsnitlig vil der være 170 timer årligt, hvor det er for koldt til, at anlægget kan varme bygningen op. Her er det nødvendigt at have en anden opvarmningmulighed. F.eks. et mindre jordvarmeanlæg eller en el-varmepatron [1].
- Taget skal renoveres, når man installerer anlægget, og det skal styrkes for at bære anlægsvægt.
- Varmeoptagelse er typisk 25-33 W/m² [2].
- Årsvirkningsgrad (COP) på ca. 3,9 [2].
- Usikkerhed med ydelse pga. udendørstemperatur, solstråling og vind.

ETAGEJENDOMME - ANLÆGSSTØRRELSE

- Varmepumpe effekt: normalt >15 kW.
- Buffertanke/Varmtvand beholdere er ofte udført som moduler af 800-1000 l.
- Krav til temperaturen i brugsvandsbeholder 55°C (op til 60-65°C for legionella desinfektion).

Egenskaber

El-patron

Varmepumpesystemet har ofte en indbygget el-patron, som slår til, når varmepumpen ikke kan følge med. I de situationer vil varmepumpen have et højere elforbrug end normalt. Det vil typisk være på de koldeste dage eller når man bruger mere varmt brugsvand end normalt [6].

Alternativ løsning

Som alternativ løsning kan man etablere et anlæg, der bruger energifangere på taget. Den løsning integrerer ikke slangerne i tagkonstruktion [4].

FORDELE	ULEMPER
+ Vedvarende energi	- Kan kræve en opgradering af el-systemet
+ Kan levere varme både til rumopvarmning og varmt brugsvand	- Taget skal renoveres
+ Højere effektivitet end luft varmepumpe	- Installationer på taget kan reducere varmeoptagelse potentiel
+ Kræver ikke tilladelse fra kommune	- Solceller eller solfangere kan ikke installeres

INSTALLATIONSBEHOV

Ude-del

- Varmeslanger skal tilsluttes til inde-delen

Inde-del

- Varmepumpe skal tilsluttes til el-systemet og varmeslanger
- Varmepumpe skal tilsluttes til opvarmningsanlæg

ØKONOMI

Typisk ydelse	Omkostninger til udstyr (ekskl. MOMS)	Installationsomkostninger (ekskl. MOMS)	D&V omkostninger (ekskl. MOMS)
160 kW*	Varmepumpe: ca. 750,000 DKK* Energioptager (tag) (Ca. 4000 m ²): Ca. 1,000,000 DKK*	Ca. 350.000 DKK*	Ca. 1%*

Pris i 2020

I teknologikataloget for individuelle opvarmningsanlæg er angivet følgende retningsgivende data. Tallene gælder for en ejendom med ca. 110 mindre lejligheder. Priseniveauet per installeret kW kan også benyttes til et større anlæg, der betjener en bebyggelse 450 lejligheder.

*data for en ny bygning: Areal: 8.000 m², Varmeforbrug: 320 MWh/år, Spidslast (varme): 160 kW

Eksempler

LEVERANDØRER

- Icopal Danmark A/S

INSTALLATIONER

- Assens Kommune energitag

Referencer

[1] Tagkonstruktion varmepumpe beskrivelse. Tilgængelig online: <https://www.idenyt.dk/huset/tag/taget-kan-varme-hele-huset-op-via-varmepumpen/>

[2] ICOPAL Energitag, 2012. Energiøkonomisk opvarmning fra taget. Tilgængelig online: <http://www.icopal.dk/~media/UploadFolder/Products/DK/IcopalDK/ProductLibrary/Bitumen%20Membranes/Energitag/4065Energitag0312.pdf>

[3] Energistyrelsen og Grøn Energi. 2017. Drejebog til store varmepumpeprojekter i fjernvarmesystemet. Tilgængelig online: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Varme/drejebog_for_store_varmepumper.pdf

[4] SolarVenti. Energifangere til jordavarme. Tilgængelig online: <https://www.solarventi.dk/hvor-for-luftsolfangere/energifangere-til-jordvarme/>

5 BUFFERTANKE TIL VARME TIL SPIDSLASTUDJÆVNING

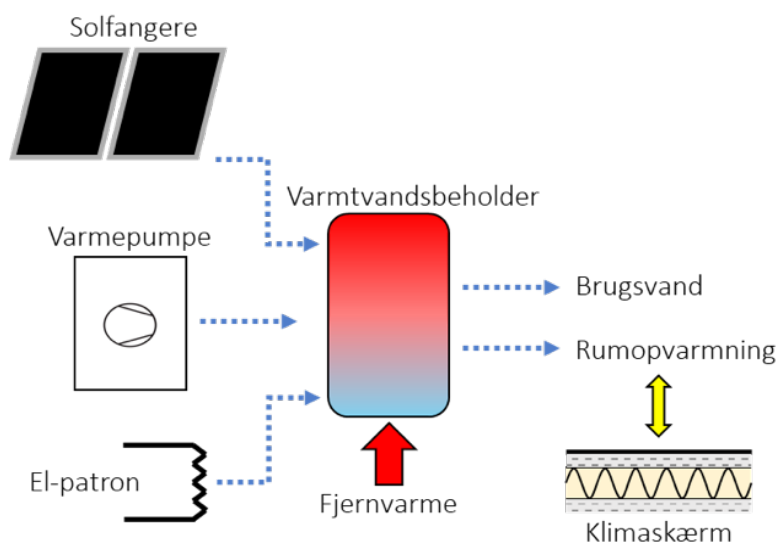
Varmen kan lagres i perioder hvor energibehov er lavt, og bagefter kan energi bruges i løbet af spidslast perioder. Bygningernes vægge og varmesystemet kan i sig selv lagre varme i op til flere timer - en egenskab, som kan inddrages i varmestyringen.

Varme kan desuden lagres i en beholder i form af varmt brugsvand eller i bygningsmassen takket være rumopvarmnings anlæg, hvor lagring af varme forventes at være mellem få timer til en døgn. Varmtvandsbeholder er typisk 800-2500 liter og kan sættes sammen med flere beholdere. Buffertanke udføres typisk af flere beholder moduler på 100 til 1000 liter pr. modul.

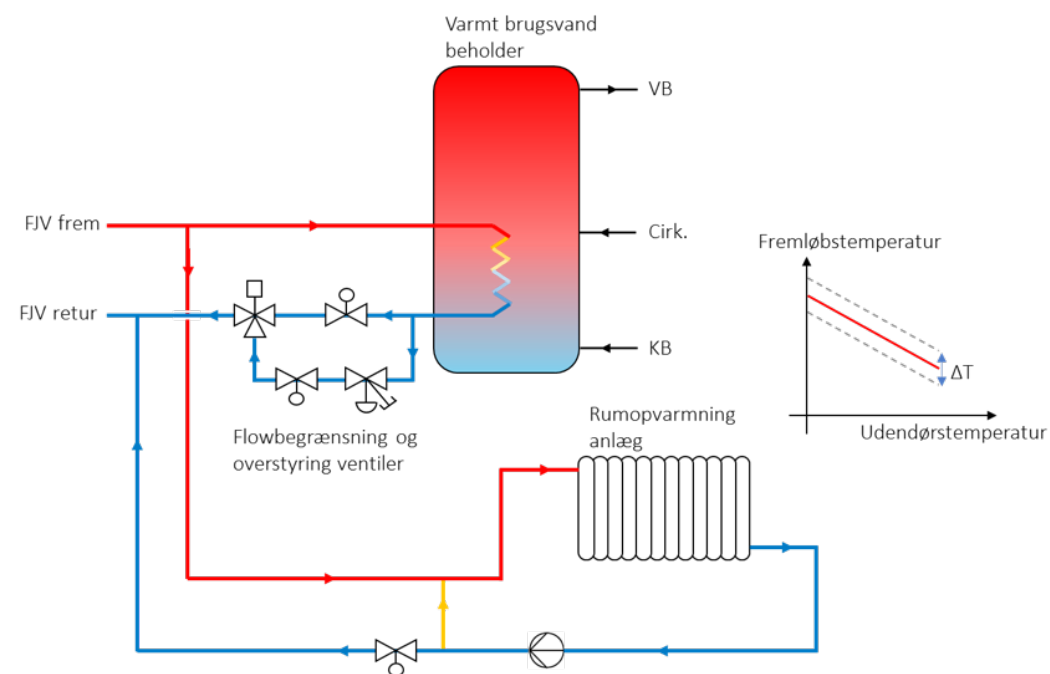
For at opnå længere lagring perioder kan et damvarmelager bygges eller alternativt kan en

stor akkumuleringstank etableres. En almindelig størrelse af et damvarmelager er mellem 50 m³ og 100.000 m³. Større damvarmelagre blev udført (ca. 200.000 m³) i Danmark og undersøgelser for at bygge større damvarmelagre blev udført i Danmark (op til 600.000 m³). En stor akkumuleringstank kan være 500-5.000 m³ (op til 10.000 m³).

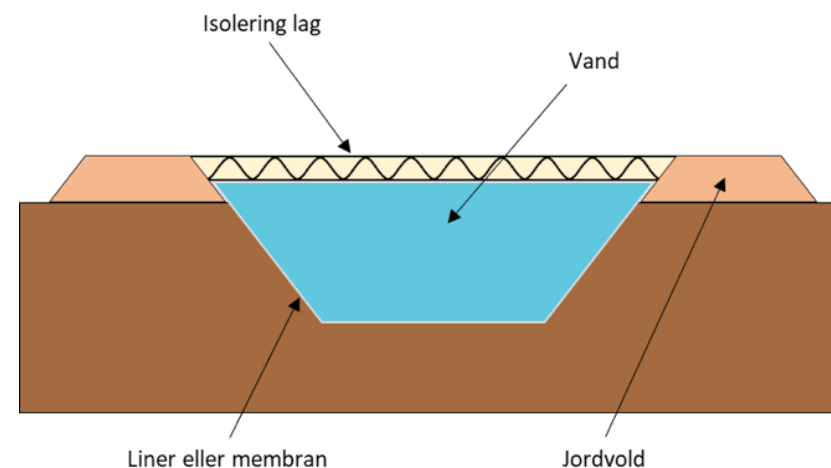
- Buffertanke
- Spidslastudjævning
- Varmeforskydning
- Damvarmelager
- Akkumuleringstank



Figur 35 - Principskitse af et lagringsystem til strøm og varmemeforbrug



Figur 36 - Principskitse af rumopvarmning og varmt brugsvand system med lagring muligheder



Figur 37 - Principskitse af et damvarmelager

Teknisk beskrivelse

VARMT BRUGSVANDBEHOLDER

- Figur 35 viser hvordan man kan udføre varme-lagring i et varmt brugsvandssystem. Beholderen benyttes for at lagre varmt brugsvand, når bygnings behov er lav, og bagefter er varmt brugsvand leveret i spidslast perioder. På den måde skal fjernvarmenetværket levere en lavere effekt i løbet af spidslast perioder og ledninger kan udføres med en mindre diameter. En bypass kan bruges for at installere en flowbegrænsning ventil i systemet, der kontrollerer flowet fra fjernvarmenetværket og optimerer varmforsyningen til beholderen. Når energibehov i bygning er særligt højt, kan bypass lukkes og så flowet fra fjernvarme er ikke begrænset.
- Vandtemperatur i beholderen skal være høj nok for at levere varmt brugsvand på 55°C.
- Varmtvandstemperatur skal kunne hæves til 60°C for at begrænse risiko for Legionella kontamination i beholderen.
- Vandtemperatur i cirkulationsrør skal være mindst på 50°C.
- Beholderen kan også tilsluttes til andre varmekilder, f.eks. en varmepumpe, en el-patron eller solfangerne. Takket være energilagringen potentiale kan man producere varmt brugsvand med de alternative kilder, når det er billigere end at bruge fjernvarme.

RUMOPVARMNING

- Figur 36 viser også rumopvarmning systemet. Det kan udnytte bygnings masse for at lagre energi.
- Rumtemperatur kan hæves og sænkes inden for en vis grænse (f.eks. $\pm 1^\circ\text{C}$) over 4-6 timer.
- Systemet kan prioritere varmt brugsvand produktion i løbet af spidslast perioder. Desuden kan fremløbstemperaturen kontrolleres centralt for at hæve eller sænke temperaturen i rumopvarmning system.
- Et gulvvarmeanlæg kan bidrage med et højere lagringspotentiale end en radiatoranlæg, da gulvvarmen har en større termisk masse.

VARMT BRUGSVANDBEHOLDER

- Figur 37 viser principskitse af et damvarmelager, hvor varmt vand kan lagres i flere dag.
- Bunden og siderne af dammen er dækket med en membran, mens på toppen benyttes en isolering lag for at reducere varmetab. Et dampspær benyttes for at beskytte isolering mod dampen.
- Varmt vand lagres på ca. 90°C [4].
- Det slags lagringssystem er udført for at øge energi fleksibilitet i et fjernvarme netværk.
- Økonomi af et damvarmelager er interessant, når systemet bliver brugt som dags- og ugelager og kun i meget begrænset omfang til lagring over flere måneder [5].
- Varmetab kan være lavere end 10% efter et år i drift.

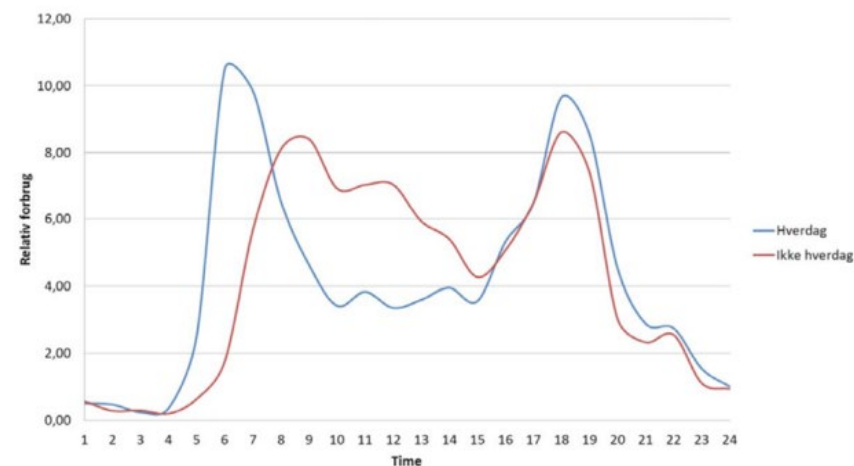
STOR AKKUMULERINGSTANK

- Store akkumuleringstanke er normalt udført i rustfrit stål.
- Varmt vand lagres på ca. 90°C. Ved at tilslutte akkumuleringstanke med varmepumper eller solvarmeanlæg er varmt vand temperatur reduceret på 70-80°C [4].
- En normal lagringsperiode er mellem få timer op til få uger, men i mindre fjernvarme netværk kan en stor akkumuleringstank bruges som sæsonlagring [4].

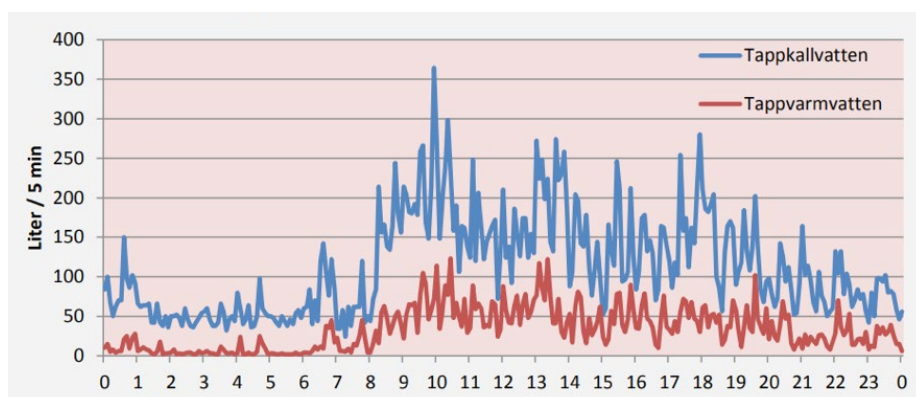
Egenskaber

Figur 38 viser en forbrugsprofil af varmt brugsvand fra måledata fra 7 forskellige huse og er sammenlignet med danske og europæiske standarder. Man kan se at der er to spidslast perioder

i hverdage, den første om morgenen mellem kl. 6 og 8, og den anden om aftenen mellem kl. 17 og 19, hvor der er forventet at beboerne tager et bad.



Figur 38 - Forbrugsprofil på hverdage (blå) og ikke-hverdage(rød) for varmt brugsvand [1]



Figur 39 - Typisk forbrugsprofil for koldt og varmt vand i et flerfamiliehus på et døgn [2]

På den samme måde viser figur 39 forbrugsprofilen for et flerfamiliehus (100 lejligheder). Profilen er mere flad, med der er mange spidsbelastninger i løbet af dagen, hvor beboerne er i bad.

Integrationen af en varmtvandsbeholder kan benyttes for at udjævne spidsbelastning. Når varmebehovet er lavt, kan man gemme energi, der bruges bagefter i løbet af spidsbelastningsperioder.

Hvis en varmtvandsbeholder er installeret i varmt brugsvand systemet, kan fjernvarmenetværket levere en mere konstant last på et

døgn, uden høje spidsbelastninger. Spidsbelastningsudjævning kan hjælpe med at sænke temperatur og delta temperatur i fjernvarme forsyning, med færre problemer med kapacitet i ledningerne.

Store akkumuleringsstanke og damvarmelagre kan benyttes i perioder ved højt forbrug i løbet af vinter, når udendørs temperatur er laveste. En akkumuleringsstank kan oplades, når udendørs temperatur er højere og varmemeforbrug er lavere. Bagefter kan man bruge varmt vand i et andet tidspunkt for at opnå vejrligsomstilling.

FORDELE	ULEMPER
+ Smart-Grid mulighed	- Kræver indregulering
+ Mindre effekt fra fjernvarmenetværk	- Et damvarmelager kræver et stort areal
+ En større andel af varme kan dækkes med mest grund og midte last	- Et damvarmelager kræver en stor investering
+ Højere energifleksibilitet både på korte og lange perioder	- Risiko med at etablere systemet på grund af lækager i membranen
+ Et damvarmelager er en omkostningseffektiv løsning for at lagre varme	- Højt varmetab fra en akkumuleringsstank (varmetab er højere i en akkumuleringsstank end i et damvarmelager i forhold til volumen)
+ En stor akkumuleringsstank kræver en lavere investering end en damvarmelager	

ØKONOMI

Typisk ydelse	Omkostninger til udstyr (ekskl. MOMS)	Installationsomkostninger (ekskl. MOMS)	D&V omkostninger (ekskl. MOMS)
Buffertanke 0.5-2 m ³	Ca. 12.000-15.000 DKK/m ³	Ca. 20-30% DKK (i forhold til samlede omkostninger)	Ca. 1-2 DKK/år (i forhold til samlede omkostninger)
Store akkumuleringsstanke [4] (50-10.000 m ³)	Ca. 2.800-550 DKK/m ³ *	Ca. 1.200-200 DKK/m ³ *	Ca. 3,5 DKK/m ³ /år
Damvarmelagre [4] (50.000-500.000 m ³)	Ca. 270-150 DKK/m ³ *	Ca. 90-50 DKK/m ³ *	Ca. 1,5 DKK/m ³ /år

Pris i 2020

* Systemets størrelse påvirker omkostninger

INSTALLATIONSBEHOV

- Varmtvandsbeholder
- Flowbegrænsning ventil
- Styring og ventiler

Eksempler

LEVERANDØRER

- Frese ventiler

INSTALLATIONER:

- Trigeparken i Aarhus [3]

Referencer

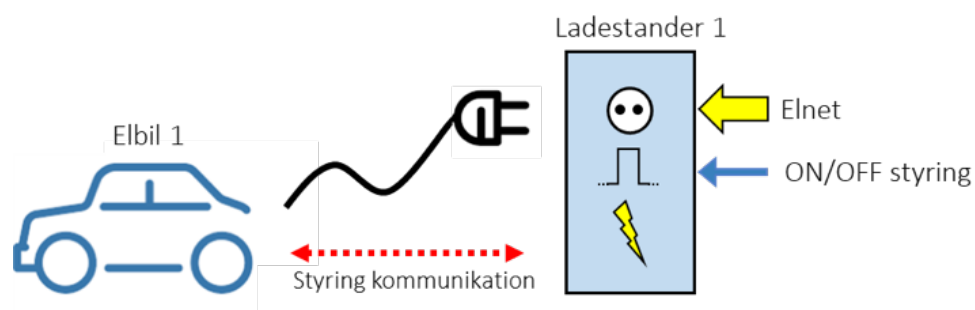
- [1] Jensen, R. L., Nørgaard, J., Daniels, O., & Justesen, R. O. (2011). Person- og forbrugsprofiler: bygningsintegreret energiforsyning. Aalborg: Aalborg Universitet. Institut for Byggeri og Anlæg. (DCE Technical Reports; Nr. 69).
- [2] Nykvist, A. (2012). Varmeåtervinning ur spillvatten i befintlige flerbostadshus.
- [3] Ready projekt hjemmeside. Tilgængelig online: <http://www.smartcity-ready.eu/>
- [4] Energistyrelsen and Energinet. 2018. Teknologikatalog for energilagring. Tilgængeligt online: <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/teknologikataloger/teknologikatalog-energilagring>
- [5] Vestegnens Kraftvarmeselskab I/S (VEKS) og Høje Taastrup Fjernvarme a.m.b.a. 2017. Varmedelager i Høje Taastrup. Tilgængeligt online: <https://www.htk.dk/~media/ESDH/committees/22/2488/30909.ashx>

6 KOMBINATION AF EL-BASEREDE TRANSPORT OG DERES BATTERIER FOR FLEKSIBILITET

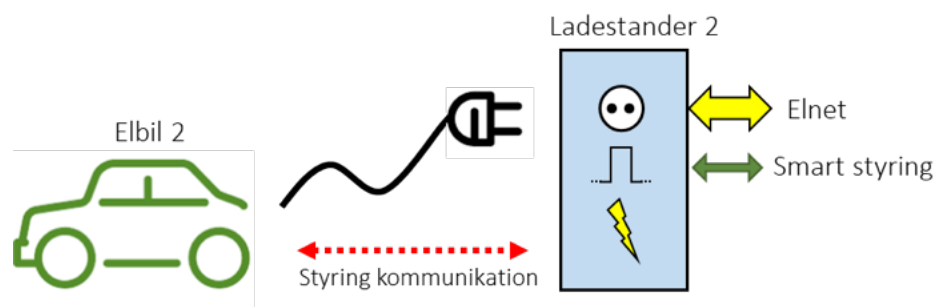
Det er forventet, at pga. den grønne omstilling, vil flere elbiler tilslutte sig til elnettet i fremtiden. Den større mængde af elbiler vil forøge strømforbruget og derfor skal smart opladning udføres for at reducere risikoen for problemer med elforsyningen i forhold til et højere spidslastbehov. Desuden kan batterier benyttes for at balancere elnettet og levere strøm i spidslastperioder. En elbils batteri er typisk på 20 til 60 kWh (hvoraf 50% kan stilles til rådighed for energifællesskabet).

Den bredere diskussion i medierne er meget fokuseret på net-forstærkning. I hvert fald kan elbiler udnytte lokalt integrerede løsninger til elproduktion og -forbrug, og på dette område kunne begrænse kapacitetsproblemet.

- El-baserede transportmidler
- El-biler
- Batterier
- Lokal styring
- V2G



Figur 40 - Principskitse af en ladestander til elbiler med ON/OFF-styring



Figur 41 - Principskitse af en ladestander til elbiler med smart styring (V2G - vehicle-to-grid teknologi), dvs. bilen både kan lade fra nettet og sende el tilbage på nettet.

Teknisk beskrivelse

Lokal styring af elbilers opladning er normalt udført i private områder, mens der i offentlige ladestander som regel ikke findes et samlet styringssystem på tværs af lokaliteter.

- Figur 40 viser en mulighed for at styre elbilers batterier lokalt med en ladestander. Ladestanden udstyres med et ON/OFF-styringssystem, der kontrollerer, hvornår elbilen kan oplades. Kommunikation mellem ladestanden og elbilen udføres begge veje. Tværtimod kan ladestanden kun oplade elbilen, mens elbilen ikke kan levere strøm tilbage til elnettet. Forbrugeren kan vælge et opladningsmønster, der kan optimere strømforbrug, f.eks. om natten når elprisen er lavere. Hvis man vælger at oplade elbilen i løbet af en spidslastperiode, vil man betale højere afgifter.

TIL PRIVATE INSTALLATIONER

- Normal ladestander: En ladestander, der kan overføre en effekt på højst 22 kW, bortset fra anordninger med en effekt på højst 3,7 kW, som installeres i private hjem, eller hvis primære formål ikke er at oplade el-biler, og som ikke er tilgængelige for offentligheden. En normal ladestander skal mindst være udstyret med stikkontakter eller Type-2-stikforbindelser til køretøjer som beskrevet i standarden EN 62196-2:2017 [2] [3].
- Højeffektladestander: En ladestander, der gør det muligt at overføre effekt på mere end 22 kW, bortset fra anordninger, som installeres i

TIL OFFENTLIGE INSTALLATIONER

- Normale ladestander til motorkøretøjer: Normale vekselstrømsladestander til elektriske køretøjer skal af hensyn til interoperabiliteten

- Som vist i figur 41 kan ladestander udføres med et smart styringssystem. Ladestanden og bilen kommunikerer begge veje for at styre opladningsprocessen, men i dette tilfælde kan elbilen levere strøm til elnettet. Teknologien hedder V2G (vehicle-to-grid). Elbilers batterier kan benyttes til at levere strøm f.eks. i spidslastperioder, og de kan oplades, når strømbehovet og elprisen er lave. Styringssystemet kræver særlige installationer både i ladestander og elbil (I dag er kun Nissan Leaf klar til V2G styring [1]).

Installationen af et opladningssystem skal opfylde kravene, som er defineret af [3] [4].

private hjem, eller hvis primære formål ikke er at genoplade el-biler, og som ikke er tilgængelige for offentligheden. Højeffekts-veksel-ladestander skal mindst være udstyret med stikkontakter eller Type 2-stikforbindelser til køretøjer som beskrevet i standarden EN 62196-2:2017. Hvis der anvendes jævnstrøm, skal højeffekts-jævnstrømsladestander mindst være udstyret med stikforbindelser til det kombinerede opladningssystem "Combo 2", som er beskrevet i standarden EN 62196-3 [2] [3].

mindst være udstyret med stikkontakter eller Type 2-stikforbindelser til køretøjer som beskrevet i standarden EN 62196-2:2017. Disse

stikkontakter kan udstyres med funktioner såsom mekanisk lukningsmekanisme, samtidig med at Type 2-kompatibiliteten opretholdes [2] [3].

- Højeffekt-ladestanderer til motorkøretøjer: Højeffekt-sjævnstrømladestanderer til elektriske køretøjer skal af hensyn til interoperabiliteten mindst være udstyret med Type 2-stikforbindelser som beskrevet i standarden EN 62196-2:2017. Højeffekt-sjævnstrømladestanderer til elektriske køretøjer skal af hensyn til interoperabiliteten mindst være udstyret med stikforbindelser til det kombinerede opladningssystem "Combo 2" som beskrevet i standarden EN 62196-3 [2] [3].
- Ladestanderes almindelige effekt er på 3,7 kW – 11 kW – 22 kW, selvom 22 kW ikke normalt installeres i husstande endnu.

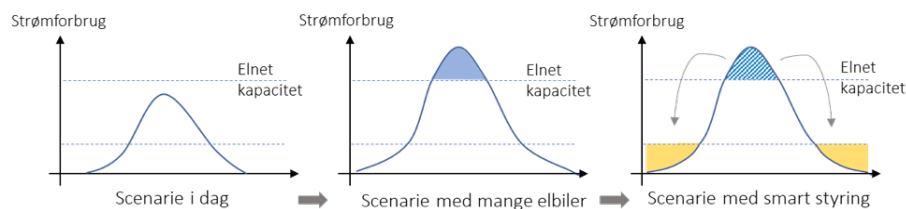
- Elbilers batterier kan benyttes til at optimere strømproduktionen fra et solcelleanlæg og lagre overskudsproduktionen.
- Der findes forskellige stikforbindelser mellem elbiler og ladestanderer, som vist i figur 42. Ud over de forskellige stiktyper, er der også forskellige såkaldte "modes" at forholde sig til [7].



Figur 42 - Forskellige tekniske udformninger af kontakter til opladning af el-biler. Kilde: <https://fdel.dk/guides/ladning/guide-til-ladning/>

Egenskaber

Figur 43 viser en simpel repræsentation af udviklingen af strømforbrug, når mange elbiler er tilsluttet til elnettet. Hvis mange elbiler skal oplades samtidigt, kan strømbehovet stige og det kan medføre problemer med elforsyningen. Med smart styring af elbilers batterier kan man kontrollere, hvornår de kan oplades, og man kan også benytte batterierne for at levere strøm til elnettet og reducere spidslast.



Figur 43 - Forventet strømforbrug med mange elbiler tilsluttet til elnettet

Det kan være af interesse for elnetselskabet at have mulighed for at trække på batteriets kapacitet for at lastudjævne og denne egenskab har en værdi, som kan omsættes til kroner og øre.

Figur 44 viser et eksempel af ladeprofil ved ufleksibel opladning, hvor elbilernes ladeprofil er uafhængig af tidsdifferen-tierede hverken prissignaler fra såvel elmarkedet som elnettet

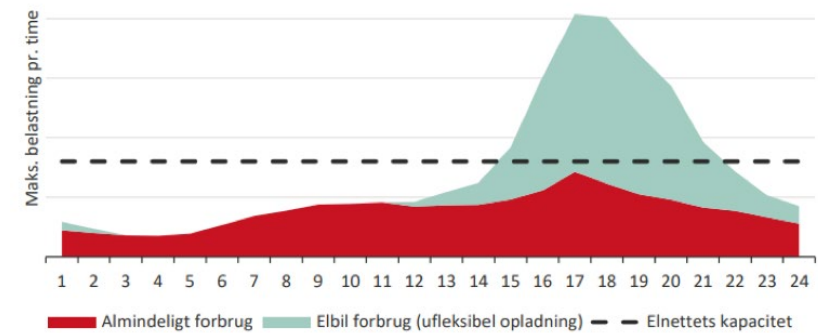
eller på anden måde påvirkes af kapacitets-begrænsninger i elnettet, f.eks. ved begrænsning af ladeeffekt i spidslastsituationer [9].

Ved ufleksibel opladning er der mulighed for, at alle elbilerne kan oplade på samme tidspunkt og på tidspunkter på dagen, hvor behovet for effekt er størst. For at undgå afbrud er det derfor nødvendigt at dimensionere elnettet med en vis sikkerhedsmargin, hvor der skal tages hensyn til en række ydertilfælde [9].

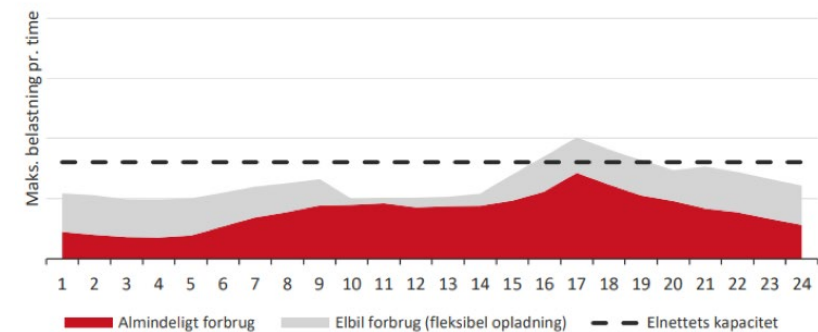
Figur 45 viser et eksempel af ladeprofil ved fleksibel opladning, hvor elbilernes opladning tager hensyn til både elnettet og elprisen. Opladningen af elbiler er fleksibel og kan flyttes

til andre tidspunkter på dagen. For den fleksible opladning er der anvendt følgende forudsætninger:

- Bilejerne er villige til at flytte opladningen af elbilen til tidspunkter, hvor det almindelige elforbrug er lavt eller til at begrænse ladeeffekten i tidsperioder, hvor nettets kapacitet er udfordret.
- Opladningen styres, så stigningen i spidseffekten fra hver husstand begrænses.
- Spidseffekten for hver husstand stiger dobbelt så hurtigt som energibehovet (svarende til at ca. 15% af elbilerne oplader i kogespidsen) [9].

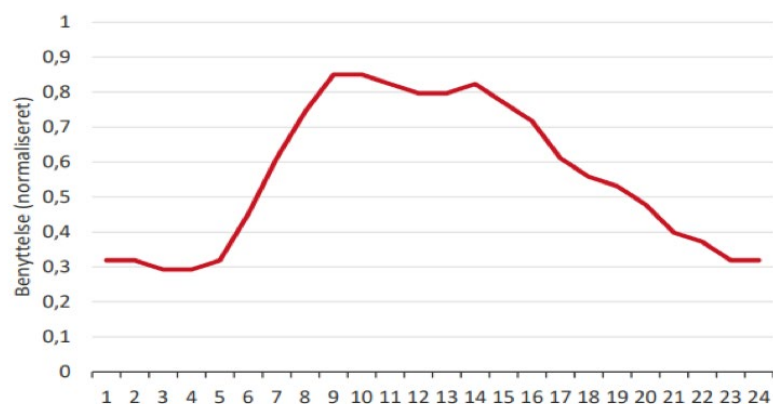


Figur 44 - Ladeprofil ved ufleksibel opladning (i et villaområde) [9]



Figur 45 - Ladeprofil ved fleksibel opladning (for en villavej med 48 parcelhuse uden elvarme og 48 elbiler med 3,7 kW ladeeffekt) [9]

I det fleksible scenarie forudsættes opladning i byområder primært at ske på hurtig- og lynladere. Det antages, at ladningen er ufleksibel, da ladebehovet ved hurtig- og lynladning er akut. Ladeprofilen på lynlader-stationer antages at følge de brugsmønstre, der ses for almindelige tankstationer i byerne. Det almindelige forbrugsmønster for tankstationer viser, at de primært bruges i dag- og aften-timerne, ofte med spidsbrug i perioder, hvor mange er på vej til arbejde eller på vej hjem. På Figur 46 er vist



Figur 46 - Forbrugsmønster i byområder [9]

det gennemsnitlige forbrugsmønster for 10 tilfældigt udvalgte tankstationer i byområder [9].

Forbrugsprofil i et energifællesskab kan ved en samlet intelligent styring flyttes, så det foregår på tidspunkter, hvor der ikke er stor belastning af elnettet. Desuden kan et energifællesskab vælge både at kontrollere opladning af elbiler i forhold til den lokale energiproduktion og evt. trække strøm fra bilernes batterier i perioder for at kompensere for høje elpriser.

FORDELE	ULEMPER
+ Balance af elnettet	- Uden styring kan elbiler forøge elforbruget
+ Reducere spidslastbehov	- Evt. behov for net-forstærkning
+ Forskydning af strømforbrug og opnå energifleksibilitet i elnettet	
+ Bedre udnyttelse af solcelleanlæggets produktion	
+ Fra fossilt brændsel til CO ₂ -neutral kørsel	
+ Reducere miljøbelastning fra transporten	
+ Optimere/balancere elproduktion fra vedvarende kilder	

ØKONOMI

Typisk ydelse	Omkostninger til udstyr (ekskl. MOMS)	Installationsomkostninger (ekskl. MOMS)	D&V omkostninger (ekskl. MOMS)
3,7 - 22 kW	Fra ca. 3.500 DKK (ladestander) + ca. 1.500 DKK (type 2-kablet)	Installationsudgifter afhænger af de eksisterende installationer	Ca. 600 DKK/måneder med abonnementet

Pris i 2020

INSTALLATIONSBEHOV

- En ladestander skal installeres
- Sikringssystemet
- Evt. opgradering af el-systemet.
- Kabelføring af nye elkabler frem til ladestander

Eksempler

LEVERANDØRER:

- Nuvve
- E-on
- Clever
- Tesla
- Ionity

INSTALLATIONER:

- Parker project [5]
- Frederiksberg Forsyning [6]

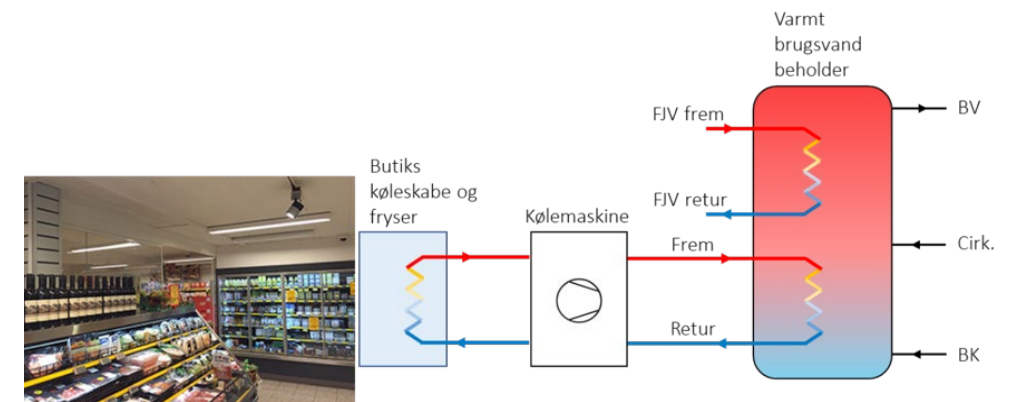
Referencer

- [1] CleanTechnica. 2018. Where are the Vehicle-To-Grid cars? Tilgængelig online: <https://cleantechnica.com/2018/03/23/vehicle-grid-cars/>
- [2] Sikkerhedsstyrelsen. Opladning af el-biler. Tilgængelig online: <https://www.sik.dk/erhverv/elinstallationer-og-elanlaeg/vejledninger/elinstallationer/offentlige-omrader/opladning-el-biler>
- [3] Sikkerhedsstyrelsen. 2017. Bekendtgørelse om krav til tekniske specifikationer m.v. for offentligt tilgængelig infrastruktur for alternative drivmidler og motorkøretøjsmanualer. Tilgængelig online: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=198289>
- [4] Sikkerhedsstyrelsen. 2015. Bekendtgørelse om sikkerhed for udførelse og drift af elektriske installationer. Tilgængelig online: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=183511>
- [5] Parker project hjemmeside. Tilgængelig online: <http://parker-project.com/#about>
- [6] Frederiksberg forsyning hjemmeside. Tilgængelig online: <https://www.frb-forsyning.dk/om-os/miljoe-i-tal/elbiler-leverer-stroem>
- [7] FDEL – Elbilforeningen. 2015. Hvad sker der i en biloplader? Tilgængelig online: <https://fdel.dk/guides/ladning/guide-til-ladning/>
- [8] FDEL – Elbilforeningen. 2018. Hvordan oplader man en elbil – og hvad koster det? Tilgængelig online: <https://fdel.dk/hvordan-oplader-man-en-elbil-og-hvad-koster-det/>
- [9] Dansk Energi. 2019. Er elnettet klar til elbilerne? Analyse af effekt- og investeringsbehov i eldistributionsnettet. Tilgængelig online: https://www.danskeenergi.dk/sites/danskeenergi.dk/files/media/dokumenter/2019-05/Er_elnettet_klar_til_elbilerne_Analyse_af_effekt-og_investeringsbehov_i_eldistributionsnettet.pdf

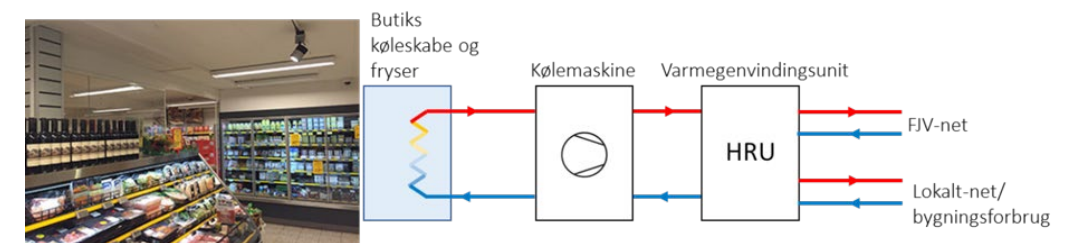
7 KOMBINERET BUTIKSKØLING OG VARMEGENVINDING

En kølemaskine i kombination med en varmegenvindingsunit kan omfattes til butikskøling. Varmeoverskuddet i processen kan benyttes til varmt brugsvand produktion, såvel som til rumopvarmning i en bygning, eller den kan leveres til et fjernvarmenetværk. Typisk størrelse er 15-70 kW men anlægget kan være større ved større butikker.

- Varmegenvinding
- Butikskøling
- Varmepumpe
- Fjernvarmenetværk
- Overskudsvarme



Figur 47 - Principskitse af et varmegenvindingsanlæg med en kølemaskine og en varmtvandsbeholder



Figur 48 - Principskitse af et varmegenvindingsanlæg med en kølemaskine og en varmegenvindingsunit



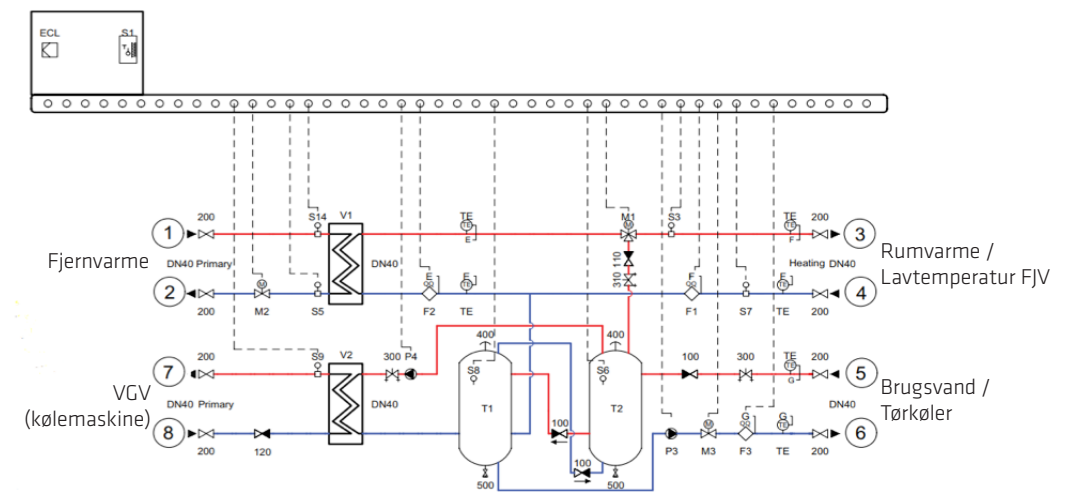
Figur 49 - Eksempel af et CO2 køleanlæg. Indendørs (til venstre) og udeenhed (luftkølet kondensator) (til højre)
Kilde: JF køleteknik A/S



Figur 50 - Danfoss varmegenvindingsunit (HRU) til varmegenvinding fra et køleanlæg (Kilde: https://www.energy-supply.dk/announcement/view/103768/overskudsvarme_fra_koleanlaeg_bruges_som_fjernvarme)

Teknisk beskrivelse

- Et køleanlæg virker med samme princip som en varmepumpe, da det kan pumpe varme fra et koldt reservoir til et varmereservoir.
- Butikskølingsanlæg kan bruges som decentraler varmekilder i et fjernvarmenetværk.
- Varmen fra et butikskølingsanlæg er tilgængelig hele året, men den er ikke kontrolleret af varmebehovet i bygningerne eller fjernvarmenetværket. Derfor kræver systemet integrationen af en varmelagringsenhed. Den kan udføres som en varmtvandsbeholder (figur 47) eller en varmegenvindingsunit (figur 48) [1].
- Varmegenvindingsuniten, der er vist i Figur 50, skal bruges kombineret med en kølemaskine. Den nye forordning fra EU om F-gasser i køleanlæg sætter nogle grænser om hvilke kølemidler skal bruges i forhold til deres "Global Warming Potential (GWP)" effekt. CO₂ er derfor blevet et almindeligt kølemiddel i køleanlæg, da GWP er lavere end andre kølemidler.
- Alle varmepumpeanlæg med en kølemiddelfyldning på over 1 kg skal efterses mindst én gang årligt. Eftersyn og vedligeholdelse m.v. af køleanlæg og varmepumper skal udføres af en person, som har fået den fornødne instruktion og øvelse i eftersyn og vedligeholdelse m.v. af den pågældende anlægstype. Ved anlæg med fyldning større end 2,5 kg kølemiddel, skal det årlige eftersyn udføres af en certificeret montør fra et anerkendt kølefirma [3].



Figur 51 - Principskitse af et Danfoss varmegenvindingsunit (HRU) med indirekte tilslutning til fjernvarmen [2]

Egenskaber

- Varmelagringsenheden gør at varme kan udnyttes tidsforskudt i forhold til start/stop af køleanlæg.
- Ved shuntning med fjernvarmen opnås uafhængighed af kondensator temperaturen på køleanlæg.

FORDELE	ULEMPER
+ Udnytter overskudsvarme/vedvarende energi	- Støjproblemer med udedelen (som reduceres ved brug af varmegenvindingsunit)
+ Varmegenvinding fra kølingsanlæg	
+ Varmeoverskuddet kan benyttes til at supplere varmebehovet i en bygning	
+ Anlægget kan virke som decentrale varmekilde for et fjernvarmenetværk	
+ Varmegenvinding fra butikskøling anlæg kan reducere varmebehov og derfor reducere miljøbelastning	

INSTALLATIONSBEHOV

Kølemaskine (inde-del)

- Tilslutning til elnet
- Tilslutning til varmegenvindingsunit
- Tilslutning til butiksfryser eller køleskabe
- Tilslutning til udedelen

Kølemaskine (ude-del)

- Tilslutning til inde-delen

Varmegenvindingsunit

- Tilslutning til varmepumpe
- Evt. tilslutning til fjernvarmenetværk

ØKONOMI

Typisk ydelse	Omkostninger til udstyr (ekskl. MOMS)	Installationsomkostninger (ekskl. MOMS)	D&V omkostninger (ekskl. MOMS)
Varmegenvinding enhed 22-540 kW	49.000-108.000 DKK*	Ca. 50-100%* (i forhold til enhedspris)	Ca. 1-2%* (i forhold til enhedspris)

Pris i 2020

Eksempler

LEVERANDØRER

- Danfoss
- Alfa Laval/Cetetherm

INSTALLATIONER

- ABC Lavpris' butik i Randers

Referencer

[1] Lund,H et al. 4th Generation District Heating (4GDH). Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems. Energy. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.089>. Tilgængelig online: https://www.sdu.dk/-/media/files/om_sdu/institutter/iti/forskning/nato+arw/literature/4th+generation+district+heating+4gdh.pdf

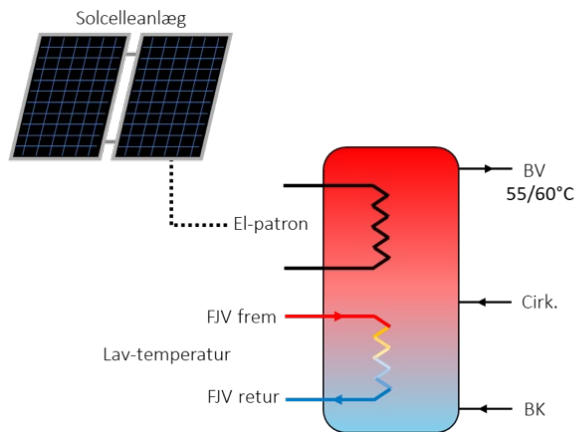
[2] Danfoss datablad. HRU – Varmegenvindingsunit. http://hiti.danfoss.com/PCMPDF/VDMGD101_HRU-heat-recovery-unit_1711.pdf

[3] Beskæftigelsesministeriets. 2007. Bekendtgørelse om anvendelse af trykbærende udstyr. Tilgængelig online: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=31045>

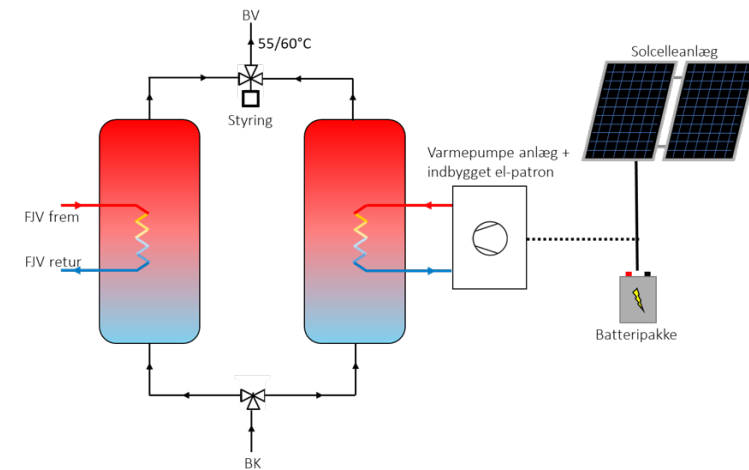
8 SUPPLERENDE EL-OPVARMNING AF VARMT BRUGSVAND

Supplerende el-opvarmning af varmt brugsvand kan udføres som kombination af fjernvarme og en anden varmekilde, der bruger strøm for at producere varme. Systemet kan udstyres med en el-patron eller en varmepumpe, og eventuelt kan et solcelleanlæg installeres for at reducere driftsomkostningerne. Typisk størrelse elvarme/varmepumpe 10-50 kW pr. boligblok, og evt. solcelleanlæg er typisk 100-300 m² pr. boligblok.

- El-opvarmning
- Varmt brugsvand
- El-patron
- Varmepumpe
- Solcelleanlæg



Figur 52 - Principskitse af et el-opvarmning anlæg (el-patron) til varmt brugsvand i samspil med fjernvarme. Billedet til højre viser en 54 kW el-opvarmningssystem, der benytter 9x6 kW el-patroner i 2500 liter varmtvandsbeholder.



Figur 53 - Principskitse af et el-opvarmning anlæg (varmepumpe + el-patron) til varmt brugsvand i samspil med fjernvarme og evt. solcelleanlæg.

Teknisk beskrivelse

- Som vist i figur 52 kan supplerende el-opvarmning af varmt brugsvand udføres i en beholder, hvor en el-patron er installeret for at stige vands temperatur i samspil med den primære varmekilde (f.eks. fjernvarme). Varmtvandsbeholderen bruges til spidslastudjævning. Varmt brugsvand kan lagres, når forbruget er lavt, og det kan leveres i løbet af høje spidslast perioder.
- Varmtvandsbeholderen reducerer størrelse af fjernvarme stikledninger, men det højere varmetab skal overvejes i bygningerne.
- I et lav-temperatur netværk kan fjernvarmen benyttes at forvarme varmt brugsvand, mens el-patronen virker som eftervarme for at fylde temperaturkravet.
- I et almindeligt netværk kan el-patronen bruges for at levere (supplerende) varme, når elprisen er lav, f.eks. fordi der er solcellestrøm i overskud.
- Normalt har elledler en høj effekt, derfor kan elforsyningselskab kræve en opgradering (hovedsikring).
- Som vist i figur 53 kan el-varmere kombineres med et solcelleanlæg. Anlægget kan reducere driftsomkostninger, da det producerer billigere strøm til el-opvarmning. Det forventes at en batteripakke er også installeret for at gemme strømmen overskud. På den måde kan el-opvarmning systemet bruge strøm fra solcelleanlægget, i perioder når anlægget ikke producerer (f.eks. om natten).
- Et varmepumpeanlæg kan også udstyres med et solcelleanlæg for at producere billigt strøm.
- Varmtvandsbeholdere er normalt opbygget i emaljeret stål og beskyttet af en anode, da det er billigere end at bruge rustfrit stål. Varmtvandsbeholdere er ofte udført som moduler af 800-1000 l til etageejendomme.

Egenskaber

- Supplerende el-opvarmning af varmt brugsvand er en interessant løsning i et energisystem, der producerer strøm fra vedvarende energikilder (f.eks. vindmøller). Når elprisen er lav, kan man producere varmt brugsvand og gemme energi i varmtvandsbeholdere og implementere forskydning af forbrug.
- En varmepumpe kan også bruges som alternativ varmekilde. Som vist i figur 53 er varmt brugsvand produceret i to forskellige

beholdere. Den første er tilsluttet til fjernvarmenetværk, mens den anden er tilsluttet til varmepumpen. Når det er billigere at køre på strøm, kan varmepumpen bruges for at producere varmt brugsvand og gemme energi i beholderen. På den anden side kan man køre på fjernvarme, når det er billigere end at køre på strøm. Varmepumpen er også udstyret med en el-patron, der bruges i perioder når varmepumpen ikke kan levere varmebehovet.

FORDELE	ULEMPER
+ Et anlæg kun med el-patron har lave investering og installation omkostninger	- Høj energipris uden solcelleanlæg
+ Et anlæg med el-patron kan garantere en højere fleksibilitet end et varmepumpe anlæg, da det ikke afhænger om en varmekilde	- Risiko af blackout eller andre problemer i forhold til elforsyning pga. spidslast behov
+ Det kan bruges for at stige energifleksibilitet i energisystemet	- El-systemet kan kræve opgradering
+ Et varmepumpeanlæg kan reducere drifts-omkostning, når det har en høj COP	
+ Næsten alle materialer kan genbruges	

INSTALLATIONSBEHOV

Et el-opvarmning system består normalt af en varmtvandsbeholder, der ligger i et teknisk rum. Beholderen er tilsluttet til varmekilder og brugsvandanlæg.

- Plads for at installere varmtvandsbeholdere
- Der kan kræves installationen af flere beholdere til en etageejendom.

- Tilslutningen til el-systemet, når en el-patron er installeret
 - Høj effekt på el-systemet
 - Beskyttelse system
- Tilslutningen til solcelleanlæg
- Tilslutningen til fjernvarmenetværk eller varmepumpeanlæg
 - tryk kontrolsystem
- Tilslutningen til koldt brugsvand forsyning

ØKONOMI

Typisk ydelse	Omkostninger til udstyr (ekskl. MOMS)	Installationsomkostninger (ekskl. MOMS)	D&V omkostninger (ekskl. MOMS)
160 kW* (Forventet supplerende el-opvarmning på ca. 30%)	Ca. 45.000 DKK*	Ca. 11.000 DKK*	Fast: 80 DKK/kW/år* Variabelt: 7 DKK/MWh*

Pris i 2020

I teknologikataloget for individuelle opvarmningsanlæg er angivet følgende retningsgivende data. Tallene gælder for en ejendom med ca. 110 mindre lejligheder. Prisniveauet per installeret kW kan også benyttes til et større anlæg, der betjener en bebyggelse 450 lejligheder.

*data for en ny bygning [2]: Areal: 8.000 m², Varmeforbrug: 320 MWh/år, Spidslast (varme): 160 kW, 100% af varmt brugsvandbehov, 100% af rumopvarmning behov

Eksempler

LEVERANDØRER

- Racell – Sapphire Group
- Värmebaronen AB
- Metro Therm

INSTALLATIONER

- Trigeiparken i Aarhus [3]

Referencer

[1] Energistyrelsen. 2018. Technology Data for Energy storage. Tilgængelig online: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_catalogue_for_energy_storage.pdf

[2] Energistyrelsen and Energinet. 2017. Teknologikatalog for produktion af el og fjernvarme. Tilgængeligt online: <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/teknologikataloger/teknologikatalog-individuelle>

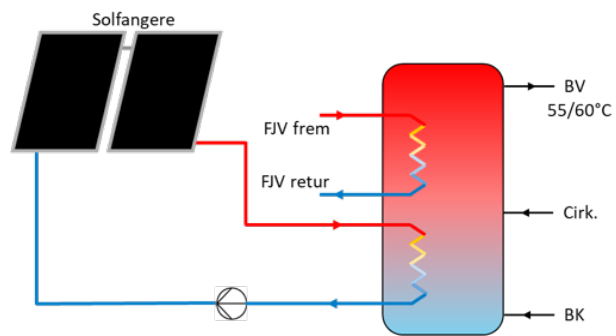
[3] Ready projekt hjemmeside. Tilgængelig online: <http://www.smartcity-ready.eu/>

9 SOLVARME I SAMSPIL MED VARMESYSTEMET

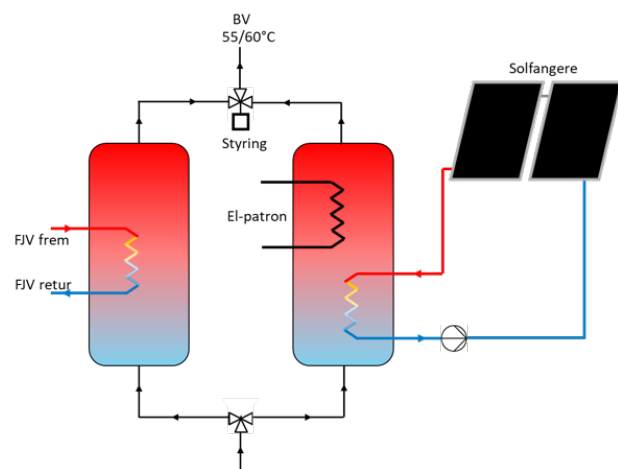
Et energifællesskab kan selv producere en del af sit varmebehov f.eks. ved hjælp af et solvarme anlæg, som udnytter solenergi for at producere varme til rumopvarmning og varmt brugsvand. Anlægget kan integreres på bygnings- eller distriktsniveau sammen med en supplerende varmekilde (f.eks. fjernvarme), for at sikre at varmebehovet er altid dækket. Typisk anlægs-

størrelse er 40-200 m² solfanger som placeres på tag af boligblokke fortrinsvis på sydvendte tagflader.

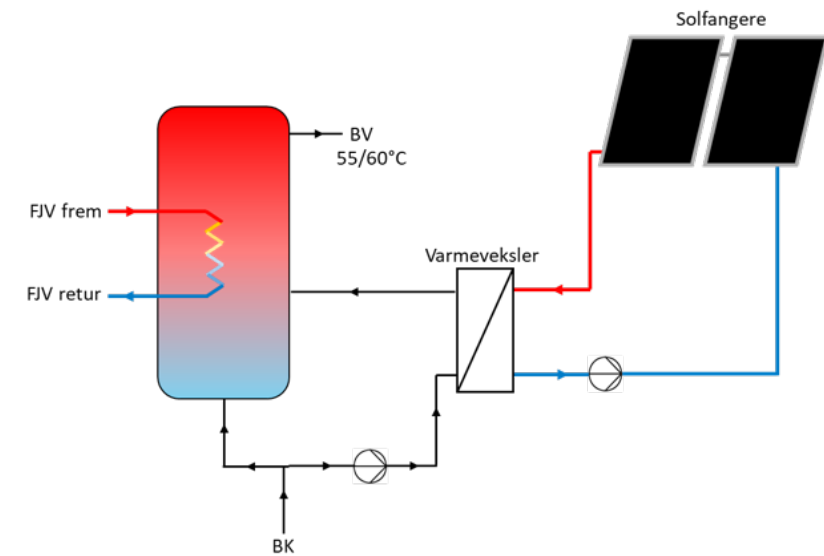
- Solvarme
- Fjernvarme
- Rumopvarmning
- Varmt brugsvand



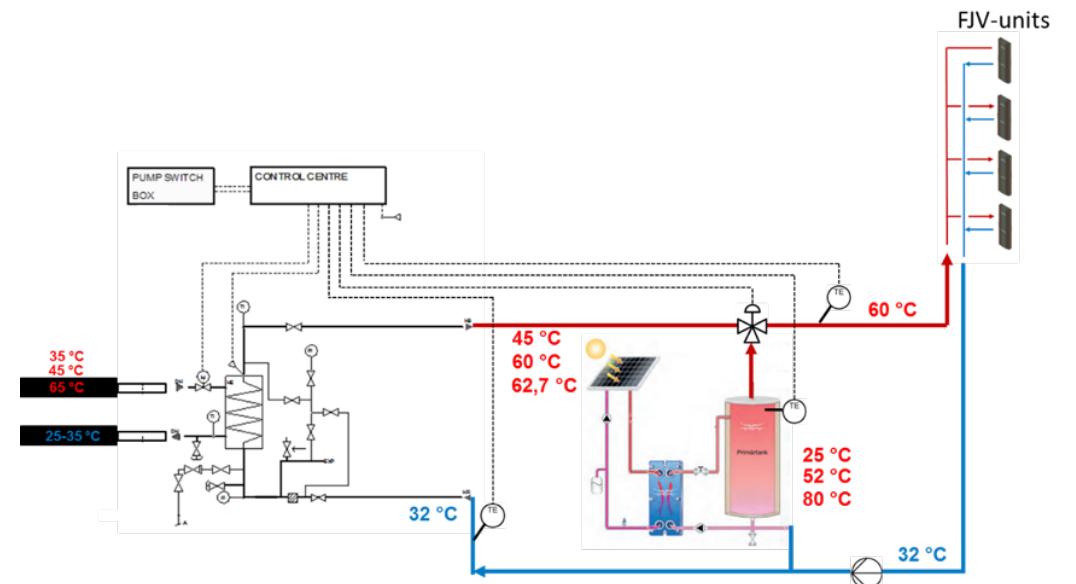
Figur 54 - Principskitse af et solvarmeanlæg i samspil med fjernvarme til brugsvand produktion. Varmtvand i beholder opvarmes direkte af de to kilder.



Figur 55 - Principskitse af et solvarmeanlæg i samspil med fjernvarme. Solfangerne opvarmer vand i en beholder udstyret med en el-patron.



Figur 56 - Principskitse af et solvarmeanlæg i samspil med fjernvarme. Varmt brugsvand er forvarmet af solfangerne anlægget gennem en varmeveksler.



Figur 57 - Principskitse af et solvarmeanlæg i samspil med fjernvarme og installation af FJV-units (Kilde: Alfa Laval)

Teknisk beskrivelse

SOLVARME ANLÆG

- Et solvarmeanlæg installeres normalt for at bidrage til varmt brugsvand produktion. Men nogle installationer kan også overveje rumopvarmning.
- Solfangerne virker bedst mod syd, sydvest eller sydøst med en hældning på ca. 45 grader. På flade tage skal et stativ installeres for at sætte solfangerne op med den nødvendige hældning. Det er vigtigt at solfangerne placeres uden for skygger.
- Taget skal renoveres, hvis det ikke kan bære solfangerne. Desuden skal man overveje at der pga. solfangerne kan ske sneophobning på taget om vinteren.
- Tagarealet skal være stort nok. Et lille anlæg kan måske ikke betale sig.
- Kommunen kan sætte regler omkring solfangeranlæg, f.eks. i forhold til reflektans. Før at installere solfangerne skal man kontakte kommunen og undersøge om der er særlige krav med lokalplaner, fredninger og servitutter (solfangerne fås med anti-refleksbehandlet glas).
- Bygningsreglementet sætter nogle krav omkring afstanden fra naboskel (især i enfamiliehuse).
- Et højt driftstryk mindsker risikoen for kogning.
- Anlægget vist i figur 57 kræver installationen af fjernvarme units i hver lejlighed og en hovedvarmeveksler. Solvarmeanlæg kan bidrage både til rumopvarmning og varmt brugsvand produktion.
- Solfangere kan også levere varme direkte til et fjernvarmenetværk, men det kan bedst betale sig, hvis fjernvarmeselskabet ejer solfangeranlæg.
- I forhold til solfangeranlægsstørrelse. kræver en etageejendom ca. 0,5-1 m² (solfangere) pr. beboer. Solfangeranlægs pris pr. m² er lavere i større anlæg (>40 m²).
Etageejendomme - anlægsstørrelse:
- Buffertanke/Varmtvandsbeholdere er ofte udført som moduler af 800-1000 l. Det garanterer energifleksibilitet og spidslastudjævning.

Egenskaber

- Forventet tilbagebetalte tid i Danmark er 10-13 år (i Danmark).
- Ydelse af solfangerne afhænger af vejret, tid på året og orientering af solfangersflade

INSTALLATIONSBEHOV

Solfangere

- Tilslutning til beholder
- Cirkulationspumpe til solfangerskreds (frostsikret væske)
- Solfangere bør fastgøres forsvarligt til den bærende konstruktion på en måde, der ikke medfører utætheder i tag eller vægkonstruktion

Beholder

- Tilslutning til fjernvarme
- Tilslutning til brugsvand
- Tilslutning til solfangerskreds

FORDELE	ULEMPER
+ Vedvarende energi	- Høj energipris uden solcelleanlæg
+ Solfangere kan integreres i bymiljøet, og de kan benyttes som en del af bygnings klimaskærm	- Risiko af blackout eller andre problemer i forhold til elforsyning pga. spidslast behov
+ Om sommeren kan solvarme levere hele energibehovet	- El-systemet kan kræve opgradering
+ Et stort anlæg har lavere omkostninger end et lille anlæg (pr. kvadratmeter)	
+ Reducere drift omkostninger	

ØKONOMI

Typisk ydelse	Omkostninger til udstyr (ekskl. MOMS)	Installationsomkostninger (ekskl. MOMS)	D&V omkostninger (ekskl. MOMS)
140 kW*	392.000 DKK*	211.000 DKK*	Fast: 2.900 DKK/år* Variabelt: - DKK/MWh*
140 kW**	358.000 DKK**	193.000 DKK**	Fast: 2.900 DKK/år** Variabelt: - DKK/MWh**

Pris i 2020

I teknologikataloget for individuelle opvarmningsanlæg er angivet følgende retningsgivende data. Tallene gælder for en ejendom med ca. 110 mindre lejligheder. Prisniveauet per installeret kW kan også benyttes til et større anlæg, der betjener en bebyggelse 450 lejligheder.

*data for en eksisterende bygning [2]: Areal: 8.000 m² (ca. 110 mindre lejligheder), Varmeforbrug: 960 MWh/år, Spidslast (Varme): 400 kW, Solfangere areal: 200 m², Solfangernes typisk ydelse: 425 kWh/m², 65% af varmt brugsvandbehov

**data for en ny bygning [2]: Areal: 8.000 m² (ca. 110 mindre lejligheder), Varmeforbrug: 320 MWh/år, Spidslast (Varme): 160 kW, Solfangere areal: 200 m², Solfangernes typisk ydelse: 450 kWh/m², 65% af varmt brugsvandbehov

MILJØFORHOLD

- Næsten alle materialer kan genbruges
- Væsken benyttes i anlægget skal normalt behandles som lav-giftig kemisk affald
- Krav til temperaturen i beholder til brugsvand 55°C (lejlighedsvis op til 60-65°C af hensyn til Legionella)

Eksempler

LEVERANDØRER

- Batec-solvarme
- Arcon-Sunmark A/S

INSTALLATIONER

- Boligblokke i almen sektor

Referencer

[1] Energistyrelsen. Solvarme. Tilgængeligt online: <https://spareenergi.dk/forbruger/varme/solvarme#Husets%20egnethed>

[2] Energistyrelsen and Energinet. 2016. Teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg. Tilgængeligt online: <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/teknologikataloger/teknologikatalog-individuelle>

Appendiks B

Forslag til standardvedtægter

En standardvedtægt for et energifællesskab skal omfatte bestemmelser om de deltagende parter og deres deltagelse i fællesskabets fælles ansvar og pligter. Her er med basis i argumenterne i underafsnittet om 'Energifællesskabers selskabsretlige form' i håndbogen udvalgt to selskabsformer, som er særligt relevante for energifællesskaber:

- Andelsselskabet
- Foreningen

I den første - Andelsselskabet - er der en række bestemmelser, som gør, at de indgående parter har samme indflydelse, så der vil være behov for at regulere f.eks. omkostningsfordeling m.v. og tage særligt hensyn til om anlæg er fælleseje eller om der også indgår dele af energisystemet, som ejes af de enkelte andelshavere. Den anden - Foreningen - giver større fleksibilitet for at

håndtere indflydelse, beslutninger m.v.

En standardvedtægt indeholde bestemmelser om beslutningskompetence, bestyrelsesansvar og regler for indtræden og udtræden af fællesskabet, samt ejerskabet over fælles anlæg.

Desuden skal der være bestemmelser, som sikrer energifællesskabets anerkendelse i relation til forhandlinger med myndigheder og forsyninger om godkendelser af anlæg og om aftaler om udnyttelse af fælles transmissionsnet samt om tariffer for udnyttelsen af disse.

De to eksempler på vedtægter opstillet på de følgende sider er ikke udtømmende i deres detaljering, men angiver den struktur, som vedtægterne bør have med de væsentlige dele og paragraffer. Deres indhold må så blive detaljeret i overensstemmelse med det konkrete energifællesskab, som de skal gælde for.

INDHOLD

Vedtægter for en forening.....	120
Vedtægter for et andelsselskab	128

STANDARDVEDTÆGTER FOR ET ENERGIFÆLLESSKAB ORGANISERET SOM ØKONOMISK FORENING (F.M.B.A.) MED GENERALFORSAMLING

§ 1. FORENINGENS NAVN OG HJEMSTED

1.1 Foreningens navn er xx [1] forening med begrænset ansvar, der forkortes således: xx (f.m.b.a.)

1.2 Foreningens hjemsted er xx (by)

[1] (Navn besluttet navn på stiftende generalforsamling)

§ 2. FORMÅL

2.1 Foreningens overordnede formål er at skaffe medlemmerne den bedst mulige [2]

2.2 Som et led i disse formål kan foreningen yde bidrag til markedsføring, produktudvikling og markedsudvikling af xx [3].

2.3 Foreningen fungerer uafhængigt af organisationer, virksomheder og offentlige institutioner og må ikke være under generel instruktion fra disse, såfremt de er medlemmer af foreningen. Instruktion kan alene gives til det medlem af foreningen, der repræsenterer organisationen, virksomheden og/eller den offentlige institution.

[2] f.eks. produktion, herunder baseret på vedvarende energikilder, distribution, levering, forbrug, aggregering, energilagring, energieffektivitetsydelse eller ydelse til opladning af elektriske køretøjer eller yde andre energiydelse - eksempler: 1) afregning på produceret el fra solcelleanlægget beliggende Solcellevej 1, Solcelleby, 2) indkøb af vedvarende energi i lokalområdet Vindby, 3) fremme udviklingen og omfanget af lokal VE-produktion og lagring af VE - der skal være tale om en lokalt afgrænset aktivitet

[3] f.eks. vedvarende energi

§ 3. MEDLEMSFORHOLD

OPTAGELSE

3.1 Som medlemmer kan optages personer, foreninger, organisationer, offentlige institutioner og virksomheder, som har lyst og vilje til at arbejde for foreningens formål. Der kan ikke optages ansøgere, der repræsenterer professionelle aktører med omfattende kommercielle aktiviteter indenfor energisektoren, herunder investeringer i energisektoren.

3.2 Indmeldelse sker på foreningens indmeldelsesblanket. Medlemskabet er først gyldigt, når ansøgerens optagelse er godkendt af bestyrelsen, [4]

3.3 Foreningens bestyrelse afgør inappellabelt, hvorvidt en person, der søger optagelse, opfylder betingelserne for optagelse.

[4] og når medlemmet har betalt kontingent (hvis der er kontingentopkrævning).

3.4 Såfremt et medlem sælger, overdrager eller bortforpagter sit aktiv, der indgår i foreningens virke, [5] til en anden, kan den nye ejer eller bruger med foreningsbestyrelsens samtykke indtræde i rettigheder og forpligtelser over for foreningen. Når overdragelse er behørigt dokumenteret, og samtykke foreligger fra foreningsbestyrelsens side, fritages sælger/overdrager eller bortforpagter for sine forpligtelser.

3.5 Såfremt et aktiv drives i fællesskab af 2 eller flere juridiske personer - enten det er direkte eller i selskabsform - kan medlemskab kun opnås in solidum (som ét medlemskab). Ejerne eller brugerne skal så udpege en befuldmægtiget til at udøve tale- og stemmeretten i foreningen.

[5] (f.eks. et solcelleanlæg eller et batteri)

UDMEDELSE OG EKSKLUSION

3.6 Medlemskab kan ophøre ved udgangen af et regnskabsår på den måde, at et medlem skriftligt og med mindst 6 måneders varsel meddeler at ville udtræde af foreningen.

3.7 Bestyrelsen kan under appel til generalforsamlingen med 2/3 majoritet af de fremmødte bestyrelsesmedlemmer beslutte at ekskludere et medlem, der ikke opfylder de af medlemskabet medfølgende forpligtelser, eller som handler til skade for foreningen.

3.8 Medlemmer, der ikke længere opfylder betingelserne for medlemskab, slettes ved bestyrelsens foranstaltning.

3.9 Såfremt et ekskluderet medlem ønsker at indbringe eksklusionen for den førstkommende generalforsamling, skal dette ske ved skriftlig meddelelse herom til bestyrelsen i foreningen, fremsendt inden 1 måned efter, at eksklusionen skriftligt er meddelt den pågældende. I tiden fra medlemmets eksklusion og indtil generalforsamlingen kan et medlem ikke anvende sit medlemskab.

3.10 Ved udmeldelse eller udelukkelse har medlemmet ingen krav i foreningens formue.

3.11 Medlemmet er forpligtet til at overholde foreningens love og leve op til dens formålsbestemmelse.

§ 4. INDTÆGTER

(OG OMSÆTNING - se § 4, stk. 3)

4.1 Foreningens indtægter består af [6]

4.2 Bestyrelsen kan indstille til såvel en ordinær som en ekstraordinær generalforsamling, at der i forbindelse med ekstraordinære aktiviteter opkræves midlertidig forhøjet (kontingent/sats).

[6] Eksempler: 1) medlemmerne betaler et af generalforsamlingen fastsat kontingent. Kontingentet opkræves forud for hvert regnskabsår, 2) medlemmerne betaler en sats pr. kWh, der produceres/indkøbes/lagres. Størrelsen af satsen fastsættes for et år ad gangen på foreningens ordinære generalforsamling. 4) afkast af likvider og værdipapirer, 5) der kan også aftales et foreningsindskud, som skal fastsættes i en vedtægtsbestemmelse.

4.3 – indsættes, hvis der ønskes bestemmelse om udlodning. [7]

§ 5. BESTYRELSEN

OPGAVE OG VALG

5.1 Foreningens daglige ledelse varetages af en bestyrelse på x personer. Bestyrelsen har ansvaret for dens virksomhed i forhold til gældende lovgivning, nærværende vedtægter og generalforsamlingsbeslutninger.

5.2 Bestyrelsesmedlemmer vælges for 2 år ad gangen, x i lige år og x i ulige år. Det skal så vidt muligt sikres, at forskellige medlemskategorier er repræsenteret i bestyrelsen.

5.3 Der vælges x suppleanter, der indtræder ved vedvarende forfald indtil næste generalforsamling.

5.4 Kun medlemmer kan indvælges i bestyrelsen.

5.5 På det første møde efter generalforsamlingen konstituerer bestyrelsen sig med formand, næstformand, kasserer og sekretær. Næstformanden indtræder som formand ved formands forfald.

§ 6. BESTYRELSESARBEJDE

6.1 Bestyrelsen fastsætter selv sin forretningsorden.

6.2 Bestyrelsesmøde afholdes, når formanden finder det nødvendigt, eller når x bestyrelsesmedlemmer kræver det.

6.3 Indkaldelse sker skriftligt med angivelse af dagsorden.

6.4 Over bestyrelsesmøderne føres et beslutningsreferat, som underskrives af bestyrelsesmedlemmerne.

6.5 Bestyrelsen træffer beslutning ved simpel stemmeflerhed, men er kun beslutningsdygtig, når over halvdelen af bestyrelsesmedlemmerne er tilstede. Ved stemmelighed er formandens eller den fungerende formands stemme udslagsgivende. Der kan (ikke) stemmes ved fuldmagt.

6.6 Bestyrelsen kan af sin midte nedsætte et forretningsudvalg til at handle på bestyrelsens vegne i mindre sager, der ikke tåler udsættelse. Den kan tillige nedsætte underudvalg og arbejdsgrupper til varetagelse af afgrænsede opgaver.

6.7 Forretningsudvalgets dispositioner skal forelægges førstkommande bestyrelsesmøde til godkendelse.

6.8 Bestyrelsen kan i nødvendigt omfang antage lønnet arbejdskraft.

[7] Såfremt der skal foretages udlodning af noget overskud i foreningen, mens denne er i drift, skal dette ske 1) med lige store andele til hver af deltagerne, 2) i forhold til de enkelte medlemmers omsætning med foreningen. (Sidstnævnte kan f.eks. ske ved produktion af el.)

6.9 Bestyrelsen udpeger/foreslår kandidater til repræsentation af foreningens interesser i selskaber og foreninger.

§ 7. GENERALFORSAMLING

7.1 Foreningens øverste myndighed er generalforsamlingen.

TIDSPUNKT OG INDKALDELSE

7.2 Ordinære generalforsamlinger afholdes én gang årligt i xx måned. [8]

7.3 Ekstraordinære generalforsamlinger kan indkaldes af bestyrelsen af egen drift eller efter anmodning af mindst 1/5 af foreningens medlemmer som skriftligt fremsætter krav herom med angivelse af et begrundet dagsordenspunkt, der ønskes behandlet.

7.4 I sidstnævnte tilfælde skal bestyrelsen indkalde til generalforsamling med højst 1 måneds og mindst 14 dages varsel inden 14 dage fra modtagelsen af den skriftlige anmodning fra medlemmernes side om afholdelse af ekstraordinær generalforsamling.

7.5 Indkaldelse til såvel ordinær som ekstraordinær generalforsamling med mindst 14 dages varsel og højst 1 måneds varsel.

7.6 Indkaldelsen skal indeholde dagsorden, hvor flg. punkter er obligatoriske ved ordinære generalforsamlinger:

1. Valg af dirigent og referent.

2. Bestyrelsens beretning om det forløbne år, som skal godkendes af generalforsamlingen.

3. Fremlæggelse af regnskab med beslutning om disponering af overskud/underskud, herunder beslutning om eventuel udlodning til medlemmerne. [9]

4. Fastsættelse af xx [10] med virkning fra det kommende kalenderårs begyndelse.

5. Fremlæggelse af budget, som skal godkendes af generalforsamlingen.

6. Indkomne forslag.

7. Valg til bestyrelse og valg af suppleanter.

8. Valg af revisor.

9. Eventuelt.

7.7 Forslag, der ønskes behandlet på generalforsamlingen skal fremsendes til bestyrelsesformanden inden 30 dage før generalforsamlingens afholdelse. Bestyrelsen videresender disse til medlemmerne inden 14 dage før generalforsamlingen.

7.8 Mødeberettigede på generalforsamlingen er alle med-

[8] (typisk senest 5 mdr. efter regnskabsåret)

[9] Skal der ske differentieret udlodning, f.eks. udlodning beregnet efter omsætning med foreningen, bør der indsættes en nærmere bestemmelse herom – se forslag i § 4, stk. 3)

[10] eksempler: kontingent/kWh-satsen)

lemmer, der med gyldigt medlemsbevis dokumenterer deres adgangsberettigelse.

STEMMEBERETTIGEDE

7.9 Stemmeberettigede er alene medlemmer i selskabet, og hvert medlem har 1 stemme.

GENNEMFØRELSE

7.10 Beslutninger på generalforsamlingen træffes med almindelig stemmeflerhed blandt de fremmødte stemmeberettigede medlemmer, medmindre andet følger af nærværende vedtægter. Et medlem kan medbringe og bruge 1 skriftlig fuldmagt i forbindelse med afstemningen.

7.11 Afstemning skal finde sted skriftligt, såfremt blot ét af de tilstedeværende medlemmer ønsker det.

KOMMUNIKATION

7.12 Bestyrelsen og eventuelt ansatte i foreningen er berettiget til at give alle meddelelser, indkaldelser, opkrævninger mv. i henhold til disse vedtægter ved digital post, ligesom dokumenter kan fremsendes digitalt, fremlægges via foreningens hjemmeside eller ved anden fildeling på internettet.

7.13 Medlemmet skal, hvis muligt, oplyse e-mailadresse eller tilsvarende digital kontaktadresse til bestyrelsen og eventuelt ansatte. Medlemmet har selv ansvaret for at underrette bestyrelsen og eventuelt ansatte om ændringer i disse oplysninger.

7.14 Meddelelser og dokumenter afsendt til den e-mailadresse eller tilsvarende digital kontaktadresse, som medlemmet har oplyst, anser bestyrelsen eller eventuelt ansatte som fremkommet til medlemmet. Dokumenter fremlagt via foreningens hjemmeside eller via anden fildeling på internettet skal anses for korrekt fremlagt. I sidstnævnte tilfælde skal der dog sendes digital meddelelse til medlemmet med henvisning til fremlagte dokumenter på hjemmesiden/internettet.

7.15 Medlemmer uden e-mailadresser eller uden adgang til internet vil modtage indkaldelser og materiale pr. almindelig post eller anbefalet post.

7.16 Bestyrelsen og eventuelt ansatte er, uanset bestemmelserne i 7.12-15, berettiget til at give meddelelser mv. med almindelig eller anbefalet post.

§ 8. REGNSKAB OG FORMUE

8.1 Foreningens formue udgøres af foreningens aktiver fratrukket alle gældsforpligtelser.

8.2 Formue samt fremtidige overskud, hidrørende fra foreningens fremtidige drift, kan over xx år gives/doneres til foreninger, interesseorganisationer, selskaber og virksomheder m.v. for udførelse af en opgave/virksomhed, der er i overensstemmelse med nærværende forenings formålspapragraf, til generelle miljømæssige, sociale og/eller økonomiske aktiviteter i foreningens område, eller forblive indestående i foreningen, så længe denne eksisterer. Ubrugte midler kan overføres til det følgende regnskabsår.

8.3 Foreningens regnskabsår er kalenderåret.

8.4 Regnskabet skal revideres af en af generalforsamlingen valgt registreret eller statsautoriseret revisor, såfremt generalforsamlingen træffer beslutning om at anvende en revisor.

§ 9. TEGNING OG HÆFTELSE

9.1 Foreningen tegnes [11]

9.2 Bestyrelsen kan meddele prokura.

9.3 Foreningen hæfter med hele sin formue for sine forpligtelser over for tredjemand og over for medlemmerne.

9.4 Der påhviler ikke foreningens medlemmer nogen personlig hæftelse for foreningens forpligtelser.

§ 10. VEDTÆGTSÆNDRINGER OG VÆSENTLIGE DISPOSITIONER

10.1 Til ændring af nærværende vedtægter, herunder fusion med andre foreninger, kræves vedtagelse på en generalforsamling med 2/3 af de afgivne stemmer.

10.2 Optagelse af lån, køb, salg og pantsætning af aktiver samt enhver anden væsentlig forretning og disposition vedrørende foreningen skal godkendes af generalforsamlingen med mindst 2/3 af de afgivne stemmer på en generalforsamling.

§ 11. OPLØSNING

11.1 Til foreningens opløsning kræves vedtagelse på en generalforsamling med 2/3 majoritet blandt samtlige

[11] eksempler: 1) af den samlede bestyrelse, 2) formanden eller næstformanden i forening med et andet medlem af bestyrelsen).

medlemmer. Opnås denne majoritet ikke, er bestyrelsen berettiget til at indkalde en ny generalforsamling, på hvilken opløsning kan vedtages med 2/3 majoritet blandt de fremmødte medlemmer.

11.2 Ved foreningens opløsning fordeles foreningens formue efter beslutning på den generalforsamling, der endeligt vedtager opløsningen af foreningen som følger:

- a) Nettoformuen – efter at al gæld er betalt og andre foreningen påhvilende forpligtelser opfyldt – tildeles foreninger, interesseorganisationer, selskaber eller anden juridisk enhed til anvendelse i overensstemmelse med nærværende forenings formålsparagraf.
- b) Nettoformuen doneres til et velgørende formål (miljø-mæssigt, socialt og/eller økonomisk).
- c) Nettoformuen fordeles ligeligt mellem de registrerede medlemmer på tidspunktet for den generalforsamling, der endeligt beslutter opløsning af foreningen.

11.3 Generalforsamlingen kan frit beslutte sig for en hel eller delvis kombination af anvendelsesmulighederne, anført ovenfor under litra a, b og c.

11.4 Den opløsende generalforsamling vælger 2 likvidatorer, der forestår afviklingen af foreningen.

§ 12. VOLDGIFT

12.1 Ethvert spørgsmål om forståelsen af nærværende vedtægter – herunder spørgsmålet om, hvorvidt der fra en af siderne foreligger misligholdelse – afgøres endeligt ved voldgift i overensstemmelse med den til enhver tid gældende lov om voldgift.

12.2 Voldgiftsretten fungerer efter flg. retningslinjer:

- a) Den part, som ønsker voldgift, skal skriftligt ved anbefalet brev meddele den anden part, at der ønskes en voldgift, hvilket spørgsmål, der ønskes forelagt voldgiftsretten, de påberåbte søgsmålsgrunde samt angive den person, som parten har valgt som sin voldgiftsmand. Inden 14 dage efter meddelelsens modtagelse skal den anden part meddele, hvem parten har udpeget som sin voldgiftsmand, samt angive sin påstand og indsigelser. Overskrides fristen udpeges denne voldgiftsmand af den til enhver tid værende [12]
- b) Voldgiftsmændene vælger en opmand, der skal være jurist, der er formand for voldgiftsretten og fastsætter reglerne for sagens behandling. Dog skal hver af parterne have mulighed for at fremkomme med 2 skriftlige indlæg for voldgiftsretten.

[12] præsident for Vestre/Østre Landsret eller byretten i xx

c) Såfremt voldgiftsmændene ikke inden 14 dage kan enes om valget af en opmand, udpeges denne af den til enhver tid værende [13]

d) Voldgiftsrettens kendelse er endelig og bindende for parterne, og voldgiftsretten fastsætter sagens omkostninger samt disses fordeling mellem parterne under hensyntagen til sagens udfald.

e) Sagens behandling for voldgiftsretten og voldgiftskendelsen skal ikke være offentlig tilgængelig, og det i loven omtalte værneting skal være selskabets hjemsted.

[Dato for vedtægternes behandling på stiftende generalforsamling og underskrevet af dirigenten]

[13] præsident for Vestre/Østre Landsret eller byretten i xx

STANDARDVEDTÆGTER FOR ET ENERGIFÆLLESSKAB ORGANISERET SOM ANDELSSELSKAB (A.M.B.A.) MED REPRÆSENTANTSKAB

§ 1. NAVN & SELSKABSFORM

- 1.1 Selskabets navn er xx A.M.B.A ("Selskabet").
1.2 Selskabet er et andelsselskab med begrænset ansvar.
1.3 Selskabet har hjemsted i xx kommune.

§ 2. FORMÅL

- 2.1 [1]
2.2 Selskabet kan ligeledes udøve sit ovenstående formål, direkte eller indirekte, over for og med fysiske eller juridiske personer, der ikke er andelshavere.

§ 3. ANDELSHAVERE

- 3.1 Andelshaver i Selskabet er enhver fysisk såvel som juridisk person [2]. Den nærmere afgrænsning af, hvem der er andelshaver i Selskabet, sker i øvrigt efter principper fastsat af bestyrelsen.
3.2 Som juridiske personer anses kapitalselskaber, I/S'er, foreninger og andre lignende selskabsformer og sammenslutninger samt boligorganisationer og disse organisationers selvstændige afdelinger hver især og myndigheder og disses selvstændige forvaltningsenheder hver især.
3.3 Såfremt en andelshaver ikke længere opfylder betingelserne for at være andelshaver i Selskabet, anses denne for at være udtrådt med virkning fra den dato, betingelserne ikke længere er opfyldt.
3.4 En andelshaver har ikke krav på nogen del af Selskabets formue, herunder heller ikke ved sin udtrædelse, uanset årsag. [3]

§ 4. ANDELSHAVERNES HÆFTELSE

- 4.1 For Selskabets forpligtelser hæfter alene Selskabets formue. Ingen andelshaver hæfter for Selskabets forpligtelser.

[1] (f.eks. produktion, herunder baseret på vedvarende energikilder, distribution, levering, forbrug, aggregering, energilagring, energieffektivitetsydelse eller ydelse til opladning af elektriske køretøjer eller yde andre energiydelse - eksempler: 1) afregning på produceret el fra solcelleanlægget beliggende Solcellevej 1, Solcelleby, 2) indkøb af vedvarende energi i lokalområdet Vindby, 3) fremme udviklingen og omfanget af lokal VE-produktion og lagring af VE - der skal være tale om en lokalt afgrænset aktivitet)

[2] eksempler: 1) der har installeret et solcelleanlæg, 2) der har rådighed over en elinstallation (måler), 3) der er tilsluttet Selskabets el-distributionsnet, 4) der har installeret batteri til lagring af energi, 5) der har indgået aftale om levering/modtagelse af elektricitet

[3] (se dog forslag i § 9.3)

§ 5. KAPITALFORHOLD

- 5.1 Bestyrelsen påser, at Selskabets kapitalberedskab til enhver tid er forsvarligt.
5.2 Den kapital, der er behov for til finansiering af Selskabets virksomhed, og som Selskabet ikke selv råder over, skaffes til veje ved optagelse af lån.
5.3 Som sikkerhed for finansiering af Selskabets virksomhed og sikkerhedsstillelse efter § 5.2 kan Selskabet give sikkerhed i Selskabets aktiver.

§ 6. REPRÆSENTANTSKAB

- 6.1 Repræsentantskabet er Selskabets øverste myndighed og består af op til xx repræsentanter samt op til xx suppleanter pr. valgområde. Selskabets forsyningsområde er inddelt i xx valgområder, idet det skal tilstræbes, at der i hvert valgområde vælges mindst xx og højst xx repræsentantskab-medlemmer. Den nærmere beskrivelse af valgområderne sker efter bestemmelsen i § 6.10.
Repræsentanter og suppleanter vælges af og blandt Selskabets andelshavere.
6.2 Valgret tilkommer enhver andelshaver. Andelshaveren kan afgive én stemme [4].
6.3 Valgbar til repræsentantskabet er enhver andelshaver. Andelshaverens valgbarhed kan overdrages til et medlem af dennes husstand eller medejer. Såfremt andelshaveren er en juridisk person anses enhver, der er medlem af dennes øverste ledelse, som valgbar. En person kan kun have ét kandidatur.
En person skal være myndig for at være valgbar.
6.4 Ansatte hos Selskabet eller hos Selskabets eksterne leverandører kan ikke vælges til repræsentantskabet.
6.5 Selskabet fungerer uafhængigt af organisationer, virksomheder og offentlige institutioner og må ikke være under generel instruktion fra disse, såfremt de er andelshavere i Selskabet. Instruktion kan alene gives til den andelshaver i Selskabet, der repræsenterer organisationen, virksomheden og/eller den offentlige institution.
6.6 Repræsentanterne vælges for x år ad gangen og tiltræder ved det ordinære repræsentantskabsmøde, der afholdes efter valg til repræsentantskabet.
6.7 Valget afholdes samtidig i alle valgområder og skal være gennemført senest den xx i valgåret.

[4] eksempler på udvidet stemmeandel: 1) hvis andelshaveren har flere målere, 2) hvis andelshaveren har flere solcelleanlæg, 3) hvis andelshaveren har flere lageranlæg - idet der dog bør være et maksimalt antal stemmer for sådanne andelshavere - med følgende tilføjelse: dog maksimalt xx stemmer

6.8 Opfylder en repræsentant ikke (længere) betingelserne for at være repræsentant, jf. vedtægternes §§ 6.3 - 6.5, udtræder denne med virkning fra den dato, hvor betingelserne ikke (længere) er opfyldt og afløses af en suppleant. Tilsvarende gælder, såfremt repræsentanten udtræder af andre årsager.

6.9 Ved en repræsentants væsentlige misligholdelse af sine repræsentantskabsforpligtelser kan bestyrelsen beslutte at ekskludere den pågældende fra repræsentantskabet. En af bestyrelsen truffet beslutning om eksklusion kan af den ekskluderede repræsentant forlanges forelagt repræsentantskabet på det næstkommende repræsentantskabsmøde til afgørelse ved simpel stemmeflerhed, jf. § 7.10.

6.10 De nærmere valgprocedurer, og den endelige opdeling af valgområderne, fastlægges i overensstemmelse med "Selskabets Valgbestemmelser - Repræsentantskabet", der vedlægges som Bilag 1 til disse vedtægter. Ændringer i "Selskabets Valgbestemmelser - Repræsentantskabet" kan alene ske under iagttagelse af de i § 7.11 og 7.12 anførte regler.

§ 7. REPRÆSENTANTSKABSMØDER

7.1 Ordinært repræsentantskabsmøde afholdes hvert år senest ved udgangen af maj måned i det pågældende år.

7.2 Ekstraordinære repræsentantskabsmøder afholdes, når mindst xx bestyrelsesmedlemmer finder anledning dertil eller når mindst xx repræsentantskabsmedlemmer skriftligt anmoder bestyrelsen derom.

Ekstraordinært repræsentantskabsmøde til behandling af et bestemt angivet emne skal indkaldes af bestyrelsen senest xx uger efter begæringens modtagelse.

7.3 Alle repræsentantskabsmøder indkaldes ved brev, e-mail eller andet elektronisk medie efter bestyrelsens beslutning. Indkaldelsen sendes til hver enkelt repræsentant med mindst xx uger og højst xx ugers varsel vedhæftet den fulde dagsorden og bilag, der skal behandles og eventuelt godkendes på mødet samt de fuldstændige forslag (når relevant). Årsregnskab og budget kan dog eftersendes senest xx dage før repræsentantskabsmødet.

Ekstraordinære repræsentantskabsmøder kan indkaldes med et kortere varsel, som dog mindst skal være xx.

7.4 Dagsordenen for ordinært repræsentantskabsmøde skal omfatte:

1. Valg af dirigent
2. Bestyrelsens beretning om Selskabets virksomhed i det forløbne år
3. Fremlæggelse af den reviderede årsrapport med årsberetning til godkendelse
4. Beslutning om resultatdisponering (overskud/tab)
5. Fremlæggelse af det kommende års budget til godkendelse
6. Behandling af indkomne forslag fra repræsentanterne
7. Valg af bestyrelsesmedlemmer og suppleanter
8. Valg af revisor/statsautoriseret revisor
9. Eventuelt

Forslag, der ønskes behandlet på repræsentantskabsmødet skal indsendes skriftligt til bestyrelsen i så god tid, at emnet kan optages på dagsordenen for repræsentantskabsmødet. I så henseende anses forslag modtaget af bestyrelsen inden udgangen af (x måned) altid for rettidigt.

7.5 På et repræsentantskabsmøde kan beslutninger kun træffes om de forslag, der har været optaget på dagsordenen og ændringsforslag hertil, medmindre samtlige repræsentanter er personligt (uden ved fuldmagt) tilstede og samtykker.

7.6 Der føres en protokol over det passede på et repræsentantskabsmøde. Protokollen underskrives af dirigenten. En repræsentant, der ikke er enig i repræsentantskabets beslutning eller har supplerende bemærkninger, har ret til at få ført sin mening til protokol. Protokollen udsendes i kopi til samtlige repræsentanter snarest muligt efter mødets afholdelse. Repræsentantskabet beslutter, om der skal ske hel eller delvis offentliggørelse af protokollatet.

7.7 Forhandlingerne på repræsentantskabsmøderne ledes af en dirigent, der vælges af repræsentantskabet. Dirigenten afgør alle spørgsmål vedrørende de foreliggende sagers behandling, afstemning og disses resultater.

7.8 Hver repræsentant har én stemme.

7.9 En repræsentant kan give møde og stemme ved en fuldmægtig, der selv er repræsentant. En repræsentant kan kun modtage fuldmagt fra én anden repræsentant. Fuldmagten, der alene kan gives til ét specifikt repræsentantskabsmøde, skal være skriftlig, dateret, underskrevet af fuldmagtsgiver og tydelig.

7.10 De på repræsentantskabsmødet behandlede anliggender afgøres ved simpel stemmeflerhed blandt de på mødet repræsenterede (ved fremmøde eller fuldmagt), medmindre der efter disse vedtægter kræves særlig stemmefler-

hed. I tilfælde af stemmelighed bortfalder forslaget, dog foretages lodtrækning ved valg af revisor.

7.11 Til vedtagelse af beslutning om ændring af disse vedtægter, valgbestemmelser eller om Selskabets opløsning kræves, at mindst to tredjedele af repræsentanterne er repræsenterede (ved fremmøde eller fuldmagt) på repræsentantskabsmødet, og at to tredjedele af de på mødet repræsenterede repræsentanter stemmer for.

7.12 Er der, i forbindelse med et forslag omfattet af § 7.11, ikke på repræsentantskabsmødet repræsenteret mindst to tredjedele af repræsentanterne, men har to tredjedele af de faktisk repræsenterede repræsentanter stemt for forslaget, indkaldes tidligst xx dage og senest xx uger derefter til et nyt repræsentantskabsmøde, hvor forslaget kan vedtages med to tredjedele af de afgivne stemmer uden hensyn til antallet af repræsenterede repræsentanter.

§ 8. BESTYRELSEN

8.1 Selskabet ledes af en bestyrelse, der under ansvar over for repræsentantskabet forestår den overordnede og strategiske ledelse af Selskabet samt sikrer en forsvarlig organisation af Selskabets virksomhed.

8.2 Bestyrelsen består af xx medlemmer og op til xx suppleanter, der vælges af og blandt repræsentantskabets medlemmer på det ordinære repræsentantskabsmøde nævnt i § 7.4 for en periode på xx år ad gangen. Bestyrelsesmedlemmer vælges for x år ad gangen, x i lige år og x i ulige år.

8.3 Bestyrelsen konstituerer sig selv på det første bestyrelsesmøde efter et valg med en formand og en næstformand.

8.4 Bestyrelsen fastsætter selv sin forretningsorden, hvoraf skal fremgå de nærmere regler for bestyrelsesmødernes indkaldelse, dagsorden og afvikling samt for bestyrelsens virksomhed i øvrigt. Bestyrelsen afholder møde så ofte, det er nødvendigt, og i øvrigt når formanden eller næstformanden finder det nødvendigt, eller når xx bestyrelsesmedlemmer kræver det.

8.5 Bestyrelsen er beslutningsdygtig, når over halvdelen af bestyrelsesmedlemmerne er til stede. Dens beslutninger træffes ved simpelt stemmeflertal. Ved stemmelighed er formandens stemme udslagsgivende.

8.6 Der føres en protokol over det passerede på bestyrelsesmødet. Protokollen underskrives af samtlige tilstede-

værende medlemmer. Medlemmer, der ikke er tilstedeværende, underskriver efterfølgende protokollen som set. Et bestyrelsesmedlem, der ikke er enig i bestyrelsens beslutning, har ret til at få sin mening indført i protokollen.

8.7 Revisionsprotokollen er tilgængelig på ethvert bestyrelsesmøde, og enhver protokoltilførsel underskrives af samtlige medlemmer.

8.8 Bestyrelsen kan ansætte nødvendig medhjælp.

§ 9. SÆRLIGE BESLUTNINGER

9.1 Beslutninger om at lade Selskabet fusionere, spalte eller afvikle kræver vedtagelse af repræsentantskabet med den for vedtægtsændringer foreskrevne kvalificerede majoritet, jf. § 7.11 og 7.12.

9.2 Andre væsentlige ekstraordinære dispositioner, herunder investeringer, frasalg eller afvikling af aktiviteter eller aktiver, kræver vedtagelse af repræsentantskabet med simpelt stemmeflerhed blandt de på mødet repræsenterede, jf. § 7.10.

9.3 [5] (kan indsættes ved en hensættelse med evt. udlodninger)

§ 10. TEGNINGSREGLER

10.1 Selskabet tegnes af formanden og et andet bestyrelsesmedlem i forening eller af den samlede bestyrelse.

10.2 Bestyrelsen kan meddele prokura.

§ 11. REGNSKAB & REVISION

11.1 Selskabets regnskabsår er kalenderåret.

11.2 Årsrapporten revideres af en af repræsentantskabet for et år ad gangen valgt revisor/statsautoriseret revisor.

§ 12. RESULTATDISPONERING

12.1 Et eventuelt overskud i Selskabet kan ikke udloddes til andelshaverne, men skal anvendes til Selskabets formål.

Alternativ 1 til 12.1: Repræsentantskabet træffer, efter indstilling fra bestyrelsen, beslutning om, hvorledes der skal disponeres med hensyn til overskud eller underskud.

[5] Efter bestyrelsens skøn tilbageholdes ved afregning overfor andelshaverne indtil 5 % af afregningsbeløbet til en driftsfond.

De tilbageholdte beløb kan forrentes med en af bestyrelsen fastsat rentefod. Bestyrelsen træffer hvert år i forbindelse med dens godkendelse af årsrapporten bestemmelse om, hvorvidt der skal ske udbetalinger fra driftsfonden og med hvilke beløb, idet en andelshavers driftsfond i tilfælde af udmeldelse dog skal udbetales over en periode på højst x år (størrelsen af de konkrete årlige udbetalinger fastlægges også i den situation af bestyrelsen hvert år som beskrevet ovenfor). Bestyrelsens beslutning herom godkendes af repræsentantskabsmødet i forbindelse med dens godkendelse af årsrapporten, jf. § 7.4. For en andelshavers forpligtelser overfor Selskabet kan der foretages modregning i vedkommendes indestående på driftsfondskonti.

Formue samt fremtidige overskud, hidrørende fra Selskabets fremtidige drift, kan over xx år gives/doneres til foreninger, interesseorganisationer, selskaber og virksomheder m.v. for udførelse af en opgave/virksomhed, der er i overensstemmelse med Selskabets formålsparagraf, til generelle miljømæssige, sociale og/eller økonomiske aktiviteter i Selskabets område, eller forblive indestående i Selskabet, så længe dette eksisterer. Ubrugte midler kan overføres til det følgende regnskabsår.

Repræsentantskabet beslutter, efter bestyrelsens indstilling, udlodning til medlemmerne. Udlodningen fordeles til medlemmerne i forhold til det enkelte medlems stedfundne omsætning med Selskabet.

Alternativ 2 til 12.1: Repræsentantskabet træffer, efter indstilling fra bestyrelsen, beslutning om, hvorledes der skal disponeres med hensyn til overskud eller underskud. Repræsentantskabet beslutter, efter bestyrelsens indstilling, udlodning til medlemmerne eller hensættelse til konsolidering, jfr. § 9.3. Udlodningen fordeles til medlemmerne i forhold til det enkelte medlems stedfundne omsætning med Selskabet

§ 13. LIKVIDATION AF SELSKABET

13.1 Såfremt omstændighederne måtte tilsige, at Selskabet træder i likvidation, skal bestyrelsen fremkomme med forslag herom på et repræsentantskabsmøde.

13.2 Beslutning om Selskabets opløsning ved likvidation behandles af repræsentantskabet efter samme regler som vedtægtsændringer, jf. § 7.11 og 7.12.

13.3 Repræsentantskabet vælger en eller flere likvidatorer til at forestå afviklingen af Selskabet, indfrielse af Selskabets forpligtelser og realisation af dets aktiver.

13.4 Er der, efter at Selskabets forpligtelser er indfriet, formue tilbage, træffer repræsentantskabet beslutning om anvendelse af formuen inden for rammerne af Selskabets formål dog således, at repræsentantskabet ikke kan træffe beslutning om udlodning af formuen til andelshaverne Alternativ til 13.4 : Fremkommer der efter afvikling af Selskabets forpligtelser et overskud, udbetales først andelshavernes og eventuelt tidligere andelshaveres andele i driftsfonden, jf. §§ 9.3 og 12.1 (alternativer). Overskud herudover fordeles mellem medlemmerne i forhold til deres omsætning med Selskabet, som fordelingsmæssigt modsvarer andelene i driftsfonden, jf. §§ 9.3 og 12.1.

Disse vedtægter er vedtaget på Selskabets stiftende repræsentantskabsmøde den xx.



Climate-KIC

Climate-KIC is supported by the EIT, a body of the European Union

