Vejledning om fælles varmeforsyning

Forord

Dette er en vejledning hvordan borgere kan etablere en fælles varmeforsyning med de komponenter, der kan indgå i en fælles varmeforsyning, der er baseret på vedvarende energikilder. Der er forskellige måder en fælles varmeforsyning kan opbygges på og også forskellige modeller for, hvordan den kan finansieres. Det gennemgående er dog, at en bebyggelse med flere bygninger – hvad enten de alene er boliger eller består af boliger, erhverv og institutioner – kan have fordel af at etablere en fælles varmeforsyning, hvis bygningerne ligger tæt. En fælles varmeløsning kan finansieres ved fælles lån, hvorimod individuelle varmeløsninger skal finansieres af den enkelte bygningsejer og ofte med pant i bygningen.

Den er udarbejdet i projektet om konfigurationer af varmesystemer og genvinding af varme finansieret af Energistyrelsens pulje for støtte til udvikling af energifællesskaber.

Ulrik Jørgensen og Sebastian Hougård

Indhold

Forskellige former for fælles varmeforsyninger 6

Tre konfigurationer af fælles varmeforsyninger til ældre bebyggelser 8

Fælles varmesystemer ved nybyggeri 12

Typer af energioptag til fælles varmesystemer 14

Udnyttelse af overskudsvarme 18

Varmelagring til optimering af elforbrug i en fælles varmeforsyning 20

Lovgivning og etablering af fælles varmeforsyning 22

Fælles varmeforsyning som del af et energifællesskab 24

Tilslutning til elnettet og afregning i en fælles varmeforsyning 26

Kriterier for valg af konfiguration af fælles varmeforsyning 27

Opmærksomhedspunkter ved valg af rådgiver, finansiering, entreprenør og driftsorganisation 30

Bilag 30

6 Forskellige former for fælles varmeforsyninger

Fælles varmeforsyninger i en landsby, en bydel eller et boligfællesskab kan etableres som en lokal varmeforsyning eller være et led i en samlet satsning på at etablere et lokalt energifællesskab, der både bidrager med fælles varme og samtidig med egenproduktion til det almindelige elforbrug og til ladning af elbiler samt til andre formål. Der kan indgå både institutioner og erhverv, som medlemmer både i forhold til fælles varmeforsyning og i et energifællesskab, der også sørger for lokal, egenproduktion af el, der kan dække en væsentlig del af det samlede elbehov.

Varmeforsyninger bør i fremtiden bygge på energi fra vedvarende energikilder og med el-drevne varmepumper som det væsentligste element. Både fossile energikilder som gas og olie samt biomaterialer som træpiller eller halm vil i løbet af relativt få år skulle udfases af klimahensyn. Også biogas bør i fremtiden forventes at være en marginal, supplerende energikilde, der alene kan benyttes som back-up eller supplering i særligt kolde perioder.

Denne vejledning gennemgår de forskellige konfigurationer af fælles varmeforsyning til boliger, institutioner og erhverv, der er relevant for eksisterende, ældre byggerier og for nybyggeri. Der er typisk en forskel mellem ældre byggerier og nybyggeri både hvad angår isolering, tæthed og dermed energieffektivitet og i balancen mellem varmeforbruget til opvarmning hhv. til varmt brugsvand. Udviklingen i dette forbrug er både påvirket af de voksende krav i bygningsreglementer, men også af den rolle som ventilation, andre varmekilder og indstråling spiller for varmebalance og -forbrug. Det kan påvirke valget af varmeløsninger, da det ældre byggeri samlet set vil have et noget højere energiforbrug om vinteren til opvarmning, hvor energiforbruget til varmt brugsvand ikke er så forskelligt. Til sammenligning er der i bilag 2 opstillet typiske individuelle varmeløsninger.

Lovgivningen på området vil ligesom spørgsmålet om finansiering blive behandlet efter en gennemgang af de tekniske løsninger. Helt centralt for etablering af fælles varmesyste-

En fælles varmeforsyning kan etableres af en borgergruppe bestående af boligejere, virksomheder og institutioner, der etablerer et varmeselskab som forsyner medlemmerne med opvarmning og varmt brugsvand. Det kan fx være organiseret som et andelsselskab, som med basis i indskud tilvejebringer finansiering til etablering af den fælles varmeforsyning. Varmeforsyningen kan etableres med kommunal godkendelse og evt. lånegaranti fra en kommune inden for rammerne af varmeforsyningsloven.

mer baseret på brug af varmepumper er, at elafgiften, der opkræves fra husholdningers og kommuners elforbrug (mens den refunderes til momsregistrerede virksomheder), er nedsat til et meget lavt niveau baseret på det målte elforbrug til opvarmning.

Vejledningen dækker ikke erhvervsmæssige anvendelse af varmepumper til procesformål, da de er meget afhængige af de aktuelle processer. De mange muligheder for udnyttelse af spildvarme, vil kun blive behandlet på linje med andre muligheder for energioptag, da de tekniske løsninger også her er tæt knyttet til de processer, der har spildvarme som et biprodukt, der kan udnyttes i et energioptag til varmepumper.

Et lokalt energifællesskab kan etableres som en juridisk enhed som fx et andelsselskab med borgere, virksomheder og institutioner som medlemmer. Det har ret til at etablere en egen produktion af el, samt dele, lagre, konvertere og handle med el. Det kan etableres med hjemmel i elforsyningsloven og lov om støtte til vedvarende energi og er reguleret ved en bekendtgørelse om energifællesskaber. Medlemmer vil være elkunder tilsluttet det kollektive elnet og skal betale elafgift på egenproduceret el samt har adgang til en særlig tarif kaldet 'lokal kollektiv tarifering', som netselskaberne forventes at etablere.

8 Tre konfigurationer af fælles varmeforsyninger til ældre bebyggelser

I allerede etablerede bydele eller landsbyer uden fælles varmeforsyning, er der som udgangspunkt tre forskellige tekniske måder at konfigurere en fælles varmeforsyning, der kan erstatte de eksisterende individuelle opvarmningsformer.

Den traditionelle måde at etablere fælles varmeforsyning på, er at opbygge et fjernvarmenet med en centralt placeret varmecentral med en måske to varmepumper. Denne løsning kan være god, hvis bebyggelsen er ret tæt med lille afstand mellem ejendommene og et højt varmeforbrug (kaldet varmetæthed), men bliver hurtigt dyr, hvis bebyggelsen er mere spredt, fordi den traditionelle fjernvarme har et stort varmetab og prisen på anlæg af isolerede rør høj. Her er det relevant at se på alternativet med distribuerede varmepumper i hver ejendom, som er forbundet gennem et termonet til et fælles energioptag, der leverer energi ved lav temperatur.

I valget af konfiguration af en fælles varmeforsyning kan det også spille ind, hvor stor en tilslutning, der er lokalt til etablering af de fælles anlæg. Her kan privatøkonomiske forhold og allerede etablerede individuelle varmepumper gøre, at tilslutningen er mere spredt. Det vil også betyde, at en løsning med distribuerede varmepumper kan være mere økonomisk fordelagtig end en fjernvarmeløsning.

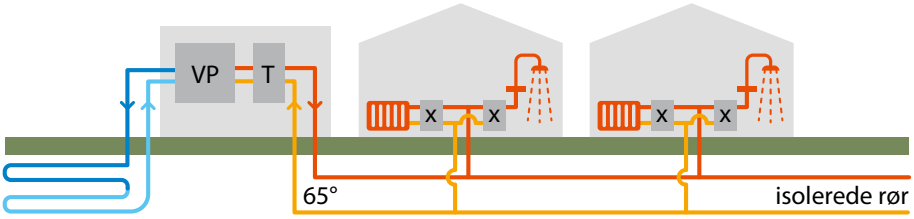
Energioptaget til varmepumperne (også kaldet brinen) kan både ved en central varmepumper og ved distribuerede varmepumper komme fra forskellige reservoirer, hvorfra der kan trækkes energi. Energien kan komme fra anlæg, der benytter jord, vand, luft eller solindstråling til optag af energi. De luftbaserede anlæg vælges ofte af kommercielle selskaber fordi de er enklere og billigere at etablere, mens udgifterne til el vil blive større for brugerne.

Et jordbaseret anlæg vil være lidt dyrere i etablering, men vil typisk give en mere stabil ressource på alle årstider. Jordbaserede anlæg kan tillige sammen med anvendelsen til varmeproduktion også bidrage til køling og dermed lagring af varme i jorden. De kan også på kortere eller længere sigt benytte jorden til lagring af varme samt udnytte overskudsvarme fra fx procesanlæg. Anvendelsen af søer, vandløb eller rør, der transporterer vand kan også benyttes som energioptag. Varmeindstrålingen fra solen kan benyttes i solpaneler hhv. PV/T-paneler (kombinerer termisk og elektrisk energi), der så fungere som energioptag.

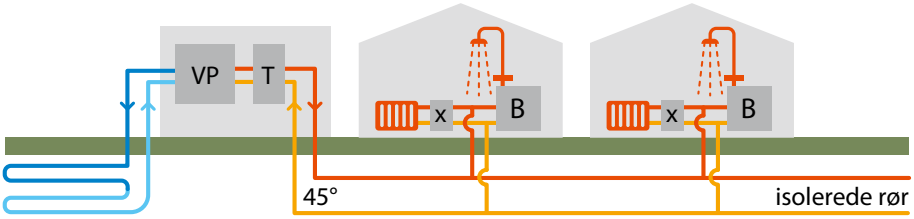
Den forskellige placering af varmepumper, de forskellige metoder til distribution af energi og de forskellige energioptag danner grundlaget for de relevante konfigurationer af et

varmsystem. Der er tre grundlæggende konfigurationer baseret på fjernvarme med isolerede varmerør eller termonet, som det er relevant at belyse i forbindelse med en eksisterende bebyggelse. De er illustreret i de tre følgende figurer, der viser konfigurationerne A til C.

A. Fjernvarme, hvor en fælles varmepumpe (VP) trækker energi fra en brine, der her er vist som en horisontalt jordkredsløb. Varmen distribueres gennem et fjernvarmenet med isolerede rør, hvor denne type betegnes lavtemperatur fjernvarme, der typisk kræver en temperatur på omkring 65 grader, som vist i figuren:



B. Fjernvarme med central varmepumpe (VP) samt booster varmepumper i de enkelte bygninger, så de isolerede fjernvarmerør udnyttes i et (ultra) lavtemperatursystem, der typisk distribuerer ved en temperatur på omkring 45 grader, som bidrager med opvarmning og leverer input til boosteren (B), som producerer brugsvand, som vist i figuren:



X Varmeveksler

VP Varmepumpe

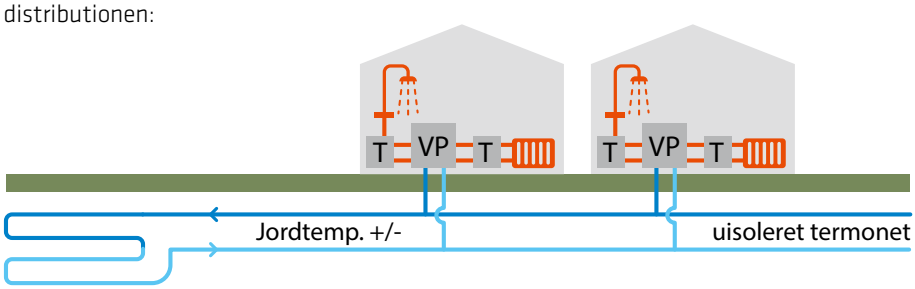
T Varmebuffertank

Konvektor gulvvarme

Varmt brugsvand

T Varmebuffertank

C. Termonet, hvor energioptaget fra jorden (brinen) fordeles gennem et termonet bestående af ikke-isolerede rør til decentrale varmepumper (VP) i hver enkelt bygning, så de 'varme' rør alene ligger inde i bygningerne, som vist i figuren, hvorved der er et energioptage i stedet for varmetab i distributionen:



X Varmeveksler
VP Varmepumpe
T Varmebuffertank
Konvektor gulvvarme
Varmt brugsvand
T Varmebuffertank

De tre konfigurationer bygger på de to oven for nævnte principielt forskellige måder at fordele energien til ejendommene i et fælles varmesystem gennem et fjernvarmenet hhv. et termonet. Løsningen med et fjernvarmenet kan opbygges som et lavtemperaturnet, der jf. konfiguration A transporterer varmt vand ved omkring 65 grader, eller som et (ultra) lavtemperaturnet jf. konfiguration B som transporterer ved 45 grader. Betegnelserne lavtemperatur og ultra-lavtemperatur skal forstås i relation til en klassiske fjernvarmenet, der ofte har en fremløbstemperatur på 80-90 grader. I begge tilfælde med højisolerede stålrør, mens termonettet jf. konfiguration C transporterer energi i vand, hvis temperatur ligger omkring jordtemperatur i ikke isolerede plastrør.

Boster varmepumpe, METRO Delta

Stor varmepumpe, Permatopia

I fjernvarmeløsningen er det behov for en varmecentral, der kan rumme de centralt placerede varmepumper, mens de distribuerede varmepumper har en størrelse, der typisk i en bolig vil svarer til størrelsen af et køkkenskab. Et eksempel på en stor varmepumpe i en varmecentral er vist på billedet til højre.

I lavtemperatur løsningen i konfiguration B med mindre booster varmepumper kan disse også være erstattet af elkedler eller gennemstrømningsvandvarmere til forsyningen med varmt brugsvand, som er billigere i anskaffelse, men ikke nær så energieffektive som de små varmepumper. Denne løsning kan også være aktuel i ældre bebyggelser, hvor den varme, der cirkuleres i fjernvarmerørene ikke udnyttes så godt og hvor tabene i distributionsrørene bliver for stort ved højere temperaturer. Eksempel på en boosterpumpe er vist på billedet til venstre.

I alle tre måder at opbygge varmesystemet på, kan der – hvis der er mulighed for det – med fordel fødes overskudsvarme ind fra lokale virksomheder som erstatning for eller sammen med energioptaget (brinen). Overskudsvarmen kan komme fra restvarme fra procesanlæg eller som varme, der stammer fra køleanlæg. Ved at tilføre overskudsvarme til energioptaget bliver brinen varmere, hvilket bidrager til at varmepumpernes drift mere effektiv (højere COP) og endda kan gøre behovet for kapacitet i brine-kredsen mindre. I konfigurationen med et termonet er der også mulighed for at køle tilsluttede bygninger, hvor andre varmekilder eller indstråling fx skaber et behov for køling og ventilation, hvilket behandles nærmere i et følgende afsnit.

12 Fælles varmesystemer ved nybyggeri

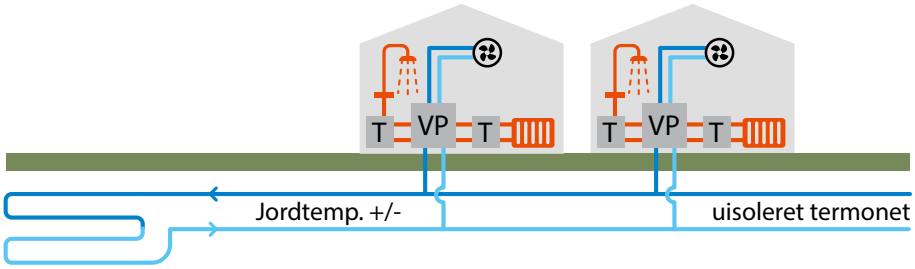
Ved nybyggeri er de anførte tre konfigurationer også relevante muligheder, men den større isolering og tæthed i nybyggerier skaber typisk et større behov for og krav om ventilation, idet det ikke blot er opvarmning, der er udfordringen, men også at komme af med fugt på grund af byggeriets tæthed og ekstra varme fra solindstråling, apparater og de mennesker, der benytter bygningerne. Det fører alt i alt til et væsentlig mindre behov for varme til opvarmning.

Ved nybyggeri er der krav om ventilation og det er her muligt at udnytte varmen fra aftræksluften i ventilationsanlægget i varmeforsyningen og/eller produktion af varmt brugsvand. Det indebærer et behov for at de tre anførte konfigurationer suppleres med en yderligere konfiguration, som kombinerer varmeforsyningen med ventilation og benytter ventilationsluften som varmekilde. Denne løsning kan også etableres i en version, hvor forsyningen med frisk luft sker gennem ventilationsvinduer.

Ved nybyggeri vil behovet for varme til opvarmning af brugsvand ofte være lig med eller endog overstige behovet for varme til opvarmning af bygningen i det samlede årsforløb. Det indebærer at varme til brugsvand ikke blot dominerer i sommerperioden, hvor der ofte er behov for køling, men kommer på niveau med behovet for opvarmning i store dele af vinterperioden.

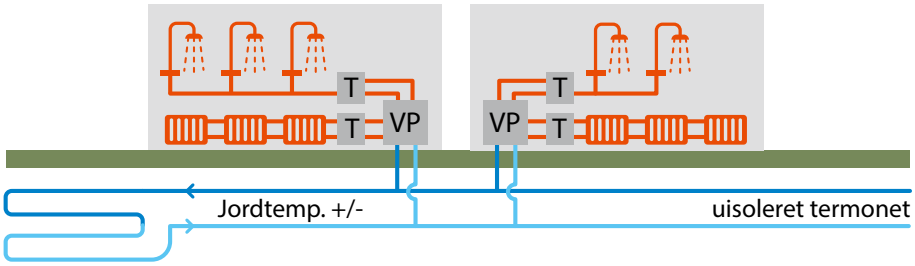
Som udgangspunkt forsynes nybyggeri med tvungen, meknisk ventilation, der både trækker luft ud og leverer frisk luft. For at undgå det ofte ret store varmetab, der er knyttet til tvungen ventilation er der krav til at 80 % af varmen genindvindes med en varmeveksler eller en varmepumpe, der undgår varmetabet og bidrager med varmeforsyning. I forbindelse med udviklingen af det særlige ventilationsvindue, der står for en del af ventilationsluften udefra kan der også indsættes en varmepumpe, som udnytter varmen fra ventilationsluften til at forsyne med varmt brugsvand og supplerer med fx adgang til energioptag i jorden i vinterperioden for at sikre opvarmningen. Denne løsning kan i stedet for at levere frisk luft fra et centralt ventilationssystem også benytte ventilationsvinduer direkte til forsyningen med frisk luft.

D. Denne konfiguration med kombineret ventilation og varmepumpe er illustreret i den følgende figur:



En sidste konfiguration, der bygger på termonet, og er en variant af decentrale varmepumper i den enkelte bolig, er at udnytte fordelen ved at forsyne sammenhængende bygninger eller rækkehuse med varme fra en varmepumpe.

E. Denne konfiguration med flere boliger tilsluttet samme varmepumpe er illustreret i den følgende figur:



X Varmeveksler
VP Varmepumpe
T Varmebuffertank
Konvektor gulvvarme
Varmt brugsvand
T Varmebuffertank
Ventilation med genvinding

Efter denne gennemgang af de forskellige konfigurationer af energidistribution og varmepumper, der er relevante at inddrage i planlægningen af en fælles varmeforsyning, vil de følgende afsnit belyse de forskellige former for energioptag, som bør overvejes.

14 Typer af energioptag til fælles varmesystemer

Energioptaget (brinen) i fælles varmeforsyninger som illustreret i de foregående afsnit kan komme fra jorden, vand eller solinstråling. Den kan også komme fra luften, hvilket ofte ses ved individuelle varmepumper og i nogle tilfælde ved kommercielle anlæg, men som ikke nærmere vil blive dækket i denne vejledning.

Mange energioptag til fælles varmeforsyninger vil enten være koblet til bygningerne med et fjernvarmenet og varmevekslere i bygningerne eller være koblet til et termonet, der står for distributionen af den energi, hvor decentrale varmepumper benytter som udgangspunkt for at hæve temperaturen på den varme, der er behov for.

Fjernvarmerør

Termonet, Hyllegård Høje

Billedet viser fjernvarmerør til venstre og til højre viser rørene i et termonet før det er dækket med jord.

De forskellige former for energioptag bliver gennemgået og illustreret i det følgende.

Energioptag fra jorden kan enten stamme fra horisontale jordslanger eller vertikale jordboringer. Billedet til højre viser tromler med jord-slanger.

Jordslanger kan pløjes ned i frostfri dybde på tilgængelige åbne arealer, som illustreret på billedet til venstre af en dybdeplov.

Plov til brineslanger, Termonetforeningen

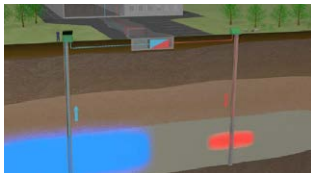
Brineslanger, Termonetforeningen

Det gør denne form for jordoptag til den billigste form for energioptag. I forbindelse med eksisterende landsbyer eller etablering af nye bydele vil der ofte være adgang til åbne arealer, hvor det er muligt at nedpløje vandrette jordslanger. Denne form for energioptag kan ofte realiseres på fx landbrugsarealer eller sportspladser, idet jorden efterfølgende kan dyrkes eller der kan tilplantes over jordslangerne, som har en levetid på mere end 50 år.

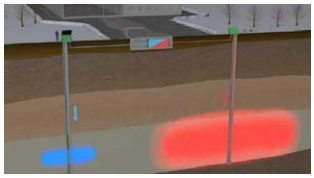
I tættere bebyggelse vil tilgangen til større arealer være begrænset, hvorfor vertikale jordboringer evt. udbygget med varmelagring og varmegenvinding er en mere nærliggende løsning, om end den er dyrere.

Jordboringer kan udformes i et ATES-system, som består af parvis boringer, som udnytter kalklag i undergrunden til transport af vand fra den ene boring til den anden i et åbent kredsløb mellem de to boringer. Det muliggør lagring af varme i en længere periode, hvor også muligheden for at vende strømretningen kan indgå i en optimal udnyttelse af den energi, som kan hentes op ved givne temperaturer. Disse boringer kan typisk ikke foretages i områder med optag af drikkevand. De parvise boringer og varmeledningen er illustreret i figurerne til højre.

Lodret boring, Termonetforeningen

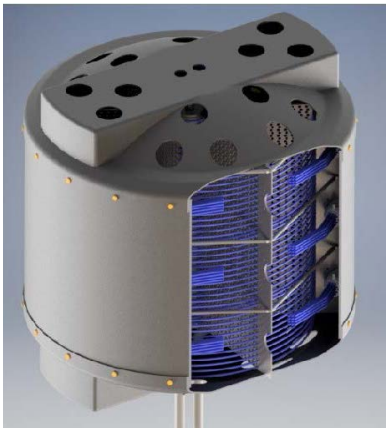


ATES Sommer



ATES Vinter

Lodrette boringer kan også udføres som en eller flere lukkede boringer i et BTES-system, hvor vandet cirkulerer i et lukket kredsløb i boresøjlen og ikke kommer i kontakt med grundvandet. Denne løsning muliggør også lagring af varme på grund af lav varmeledningsevne i jorden omkring boringerne.



Energioptag fra vand, producent Frank

Energioptag fra afløbsrør, producent Frank

Hvis der er adgang til en sø, et vandløb eller rør med strømmende vand kan energioptaget ske gennem et lukket kredsløb i tæt kontakt med vandet. I den præmontere boks til venstre ligger der et spiralrør, som udgør brinen, hvor cirkulationen i det om-givende vand dels forårsages af vandets strøm, dels af den lodrette transport grundet temperatur-forandringen i brinen.

Rørene vist til højre kan benyttes til at hente energien til termonettet og varmepumperne fra spildevands- eller vandforsyningsrør.

En tedje variant af energioptag fra vand er vist i billedet til højre, hvor en varmeveksler sørger for at trække energi ud af vand, der pumpes væk fra et område, hvor afværgeboringer skal forhindre forurening af grundvandet eller hvor der af andre grunde pumpes vand. Som i alle tilfælde, hvor ikke rent vand sendes igennem en varmeveksler, vil denne ofte skulle renses.

Varmeveksler til vandrør

De to sidstnævnte former for energioptag kan i omkostninger ved etablering godt være lige så lave, som ved vandrette jordslanger.

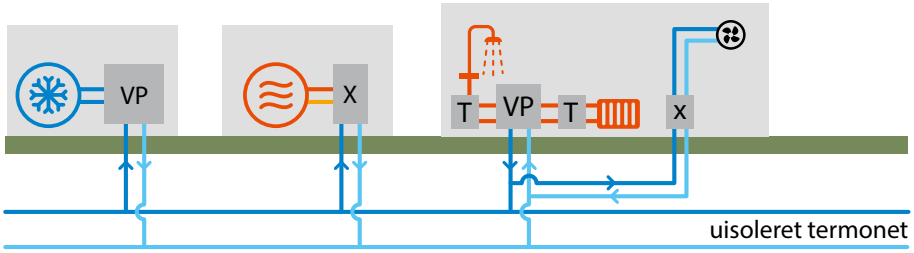
Der findes også anlæg, som benytter adgang til havvand, hvor vand pumpes ind gennem en varmeveksler og tilbage igen. Denne type anlæg vil ikke blive behandler nærmere i denne vejledning, da de typisk er store og omkostningstunge.

Den sidste mulighed for energioptag er baseret på varmeindstrålingen fra solen, om end den også får et energibidrag fra kontakt med omgivelserne i form af luft, regn og sne, består i at benytte det termiske kredsløb i de kombinerede PV/T-paneler som brine til forsyning af termonet og/eller varmpumper. Disse kan være fordelagtige fordi de samtidig udnytter arealet til solceller og derved kan levere grøn strøm fx til driften af varmepumper samtidig med at kølingen i det termiske kredsløb holder temperaturen på solcellerne nede, hvilket øger deres effektivitet. Ulempen er, at panelerne kan bliver dækket med sne og dermed ikke er specielt effektive som brine i de allerkoldeste uger. Denne løsning bliver illustreret i det følgende afsnit.

18 Udnyttelse af overskudsvarme og køling i termonet og energioptag

Med et energioptag og et termonet er der gode muligheder for at udnytte overskudsvarme ved varierende temperaturer fra køleanlæg (fx i supermarkeder eller datacentre) og fra industrielle processer med restvarme (fx tørringsanlæg, skylleprocesser, restvarme ved gæring og mange andre). Udnyttelsen af varmen fra køleanlæg er vist i figuren helt til venstre nedenfor, men overskudsvarme er illustreret i den midterste figur.

Det er også muligt at udnytte et termonet som energikilde til køling, hvis der er behov for dette i bygninger i fx sommerperioder eller mere generelt i ventilationsanlæg. Gennem varmevekslere fødes den overskydende varme fra processer eller fra kølingen tilbage i termonettet. Dette er illustreret i figuren nedenfor til højre.

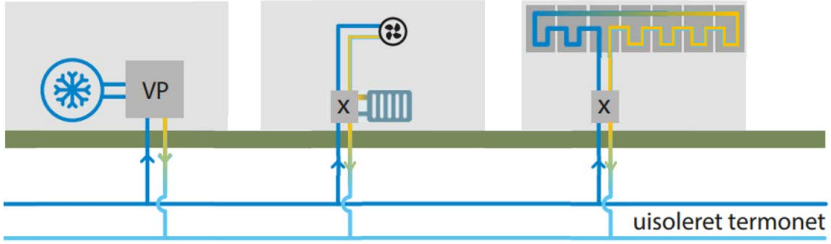


X Varmeveksler	Konvektor gulvvarme	Ventilation med genvinding
VP Varmepumpe	Varmt brugsvand	Køleanlæg
T Varmebuffertank	T Varmebuffertank	industrielle processer med overskudsvarme

Herved øges temperaturen i termonettet, som så enten kan gøre monterede varmepumper mere effektive ved at brinens temperatur er højere (ved at øge varmepumpens COP) eller føres tilbage i energioptaget, som så lagrer varmen og øger temperaturen i det benyttede energioptag.

Der er også mulighed for at tilføre energi til et termonet ved at udnytte en konvektor eller et gulvvarmeanlæg til køling, som vist til venstre i nedenstående figur. På lignende vis kan der i stedet for blot at opsætte solcellepaneler (PV-paneler) på tagflader opsættes paneler, der kombinerer udnyttelse af varmeindstrålingen fra solen på en tagflade med

produktion el fra solceller. Disse sammensatte paneler kaldes PV/T-paneler. Ud over både at udnytte indstrålingen til både varme og el, så fungerer koblingen af T-delen til et termonet, som en køling af solcellerne, der derved får en øget effektivitet. Dette er illustreret i figuren til højre nedenfor.



20 Varmelagring til optimering af elforbrug i en fælles varmeforsyning

Det er hensigtsmæssigt at etablere lagre af vand til opvarmning hhv. til varmt brugsvand i buffertanke for at udligne forbrugsspidser i løbet af døgnet og udjævne belastningen af varmepumper. Det giver også mulighed for at kunne udnytte tidspunkter med lavere elpriser hhv. at undgå brug af el i spidslastperioder, hvor både elpriser og net-tariffer er høje. Ved kombination af varmeforsyning med egenproduktion af i el i et energifællesskab er det også vigtigt at kunne styre driften af varmepumper, så de udnytter perioder med adgang til egenproduktion el i driften af varmepumper. Etablering og dimensionering af varmelagre er i udgangspunktet et bidrag til at opnå en effektiv drift både af en fælles varmeforsyning, men også af dennes bidrag til et energimæssigt og økonomisk optimalt enegifællesskab.

Et grundlæggende spørgsmål er knyttet til valget af volumen og type af varmebuffer. Spørgsmålet om volumen er afhængigt både af de svingninger, der kan være i ude-temperaturen i løbet af døgnet og evt. dækkende flere dages behov, og i ønsker om at nedbringe omkostningerne til el ved at undgå perioder med høje priser. Lagring af varmt vand er relativt billigt sammenlignet med fx batterier til lagring af el, hvorfor en kapacitet på nogle dages forbrug bør overvejes ved større varmeanlæg.

Det er muligt at lagre varme i sten, der opvarmes af el, men denne løsning er ikke generelt økonomisk konkurrencedygtig med varmepumper til almindelig opvarmning, selvom den muliggør god udnyttelse af perioder med helt lave elpriser. Stenlagre kan opvarmes til gengæld opvarmes til meget høje temperaturer og er derfor særligt egnede til varmekrævende industrielle processer.

Hvis der er store mængder varme som fødes ned i termonettet, kan det være en fordel at have lukkede dybdeboringer (BTES) eller åbne dybdeboring i par (ATES) som varmelagring, da disse er økonomisk fordelagtige til at lagre større mængder overskudsvarme i længere tid. De giver også potentielt mulighed for en sæsonlagring af varme, som vil øge temperaturen i jorden højere og dermed gøre opvarmning om vinteren ved at gøre varmepumperne mere effektive.

Selve termonettet og horisontale energioptag fx med nedpløjede brineslanger som energioptag fra jorden er terrænnære og har derfor en større varme-udveksling med de øvre jordlag, hvis temperatur i højere grad følger udetemperaturen (vind, regn, solopvarmning og dermed årstiderne), hvorfor en tilbageførsel af større mængder varme egner sig bedre til lodrette boringer da der her er et væsentligt mindre varmetab grundet mere stabil

jordtemperatur og dermed større mulighed for sæsonlagring. Men som anført er både termonet og horisontale jordoptag velegnede til køling og en højere temperatur i disse rør og slanger vil forbedre COP for varmepumper, der samtidig trækker på termonettet til opvarmning.

Energioptag fra søer og vandledninger er ligesom optag fra luft og solindstråling ikke egnede til energilagring.

22 Lovgivning og etablering af fælles varmeforsyning

Etablering af fjernvarmeanlæg har en lang tradition i Danmark tilbage fra starten af sidste århundrede, idet de termiske værker til elproduktion fører til en stor produktion af varme, som derfor kunne udnyttes etablering af fjernvarme ved at bygge de termiske værker som kraftvarme værker.

I 1980'erne skete der en stor planlagt udbygning af de kollektive varmeforsyninger, som udbredte fjernvarme til en lang række også mindre byer. I 1990'erne blev de suppleret med mindre værker, der bl.a. var fyret med halm. Samtidig blev gasnettet etableret og en række gasfyr erstattede de individuelle oliefyr i villakvarterer, landsbyer og landdistrikter.

Rammen for planlægningen af fælles varmeforsyninger er fastlagt i Varmeforsyningsloven, som giver kommuner mulighed for at stille lånegarantier for fælles varmeforsyningsanlæg og i øvrigt gør, at varmeanlæg med en kapacitet over 250 kW skal godkendes på basis af både samfundsøkonomiske og driftsøkonomiske analyser, der skal dokumentere at de ikke bliver dyrere end andre tilgængelige varmeløsninger.

Varmeforsyningsloven gælder alle typer af forsyning baseret på distribution af energi med henblik på opvarmning, uanset temperaturen i det net, der distribuerer energien. I loven nævnes distribution af varmt vand som et eksempel, men der refereres også til geotermi. Loven blev skrevet før de nye løsninger baseret på energioptag fra jorden og distribution med et termonet blev udviklet og udbredt, men den udelukker ikke denne type af energidistribution. I det samlede energiregnskab vil et termonet, der opererer ved jordtemperatur typisk få mellem 70 og 80 % af energibidraget fra energioptaget i jorden, mens resten kommer fra varmepumpen når den hæver temperaturen til det niveau, der er brug for til opvarmningsformål.

Tidligere kendte varmetekniske løsninger alle byggede på afbrænding af fossile brændsler som kul, olie og gas og af biomaterialer som halm og græs, hvorfor varmebidraget alene kom fra afbrændingen af disse brændsler. Brugen af varmepumper har i modsætning til kraftvarme værker ikke den store fordel ved at blive gjort større og større. Derfor bliver økonomien i en fjernvarmeløsning med en central varmepumpe ikke automatisk bedre end distribuerede mindre varmepumper forbundet med et termonet grundet omkostningerne ved og tabene i isolerede fjernvarmerør.

Energistyrelsen valgte i 2013 at tolke brugen af termonet som en varmeforsyning, der var dækket af Varmeforsyningsloven ved at betegne den som 'kold fjernvarme', hvilket også er

i overensstemmelse med, at loven taler om distribution af energi og ikke om varme ved en bestemt temperatur. Dette modsvares også af, at temperaturerne i fjernvarmenet i dag søges sænket for at mindske tab og få større effektivitet. I forbindelse med ultralav-temperatur fjernvarme tales der derfor om 4. generations fjernvarme, mens termonet-baserede løsninger omtales som 5. generations fjernvarme.

Grundet ønske om at liberalisere og markedsgøre varmeforsyningsområdet har der siden 2022 af Energistyrelsen været skabt stor forvirring om den status, som termonet har i Varmeforsyningsloven. Det er sket med argumentet, at termonettet ikke distribuerer varmt vand, selvom loven taler om energi og kun nævner varmt vand som et eksempel. Samtidig er den tidligere tilslutningspligt blevet ophævet, hvilket har bidraget til, at individuelle varmløsninger i dag er med til at gøre etablering af fælles varmeforsyninger vanskeligere. Dette til trods for, at fælles varmeløsninger som oftest er billigere end de individuelle.

Der er så sommeren 2024 fremsat et ændringsforslag til Varmeforsyningsloven, som udelukker termonet fra at opnå kommunegaranti. Den NEKST, som regeringen har nedsat til at fremme klima- og energiomstillingen, bestående af eksperter omfattende bl.a. virksomhedsledere, har valgt ikke at tage stilling selvom den opgave er at fremme omstillingen. Den har samtidig lagt op til at perioden med udfasning af gas kan forlænges. Der er alt i alt tale om en politisk støtte til de private virksomheder, der sælger individuelle luft-til-vand varmepumper og en forsinkelse af omlægningen af varmeforsyningen væk fra fossile og biobaserede brændsler.

24 Fælles varmeforsyning som del af et energifællesskab

Forsyningsområderne for el hhv. varme er reguleret af to forskellige type lovgivning med hhv. Elforsyningsloven og Varmeforsyningsloven som de centrale love. Varmeforsyningsloven kræver at anlæg over 250 kW skal anmeldes og godkendes af den lokale kommune for jf. projektbekendtgørelsen at sikre, at de valgte løsninger både driftsøkonomisk for borgerne og samfundsøkonomisk er optimale. Dette krav gælder for alle fælles varmeforsyninger, der søger om kommunegaranti i forbindelse med deres finansiering, men hvis den nye varmeforsyningslov vedtages, vil det ikke gælde for løsninger baseret på decentrale varmepumper og termonet.

Der vil altid være grund til at etablere et varmeselskab eller have dedikerede bestemmelser om varmeforsyning i et energifællesskab for at sikre borgernes indflydelse og en god organisation til at etablere og drive den fælles varmeforsyning. Hvis der skal søges om godkendelse af en varmeforsyning i en kommune eller sikres adgang til kommunegaranti vil det være nødvendigt, at have et særskilt registreret selskab, der tager sig af varmeforsyningen. Dansk Fjernvarme har udarbejdet et sæt standardvedtægter for denne type varmeselskaber (se https://danskfjernvarme.dk/medlemsfordele/lav-dit-eget-fjernnvarmeselskab/4-start-selskab)

Den aktuelle politiske usikkerhed omkring Varmeforsyningsloven sår dog tvivl om adgangen til at få kommunegaranti til lån til fælles varmeforsyning. Det fjerner ikke muligheden for at få finansiering hos banker m.v., da investeringer i en fælles infrastruktur øger værdien af området og i sig selv kan fungere som sikkerhed for lån til finansiering, dog typisk med et krav til indskud og egenkapital. Adgangen til finansiering kan også være årsag til, at der skal etableres et selvstændigt varmeselskab.

Kombinationen af en fælles varmeforsyning og et energifællesskab kan give store fordele ved både at kunne optimere udnyttelsen af egen produktion af el og sikre en samlet styring af forbrug og produktion, så der opnås en optimal balance mellem disse og en så lav belastning og betaling til det kollektive elnet, som muligt. Her er elforbruget til varmepumper og ladning af elbiler gode at styre uden at det griber ind i medlemmernes sikring af varmeforsyning og behov for fleksibelt at kunne benytte deres elbil.

Denne balance mellem forbrug og produktion er gældende både for fælles varmeforsyninger i sig selv, hvor styring af varmepumper efter adgangen til billig el i sig selv er en fordel. I et energifællesskab er en samlet styring og optimering af energifordeling mulig i endnu højere grad mulig. Det er faktisk en ret grundlæggende pointe ved at etablere et lokalt

energifællesskab og kan organiseres ved indkøb af software eller professionel assistance til denne styring.

Både for et varmeforsyningsselskab og for et energifællesskab bør det overvejes at søge professionel hjælp til drift, vedligehold og administration – gerne i et selskab, der også kan bidrage til, at de lokale aktiviteter hele tiden følger med eksterne krav og kan videreudvikle deres aktivitet. Det er også vigtigt, at fællesskaberne er i stand til at håndtere evt. kriser på grund af ændrede økonomiske rammevilkår. Hvllket bør indarbejdes i vedtægterne.

Et energifællesskab kan i tilknytning hertil købe sig til en ekstern service til ladning af egen elbil, hvor forbruget af el til ladning registreres af leverandøren, eller selv etablere sig som ladeoperatør.

Et energifællesskab kan etableres som et andelsselskab (amba), en forening (fmba) eller et kapitalselskab (anparts- eller aktieselskab). Der er fordele ved andelsorganiseringen for håndtering af medlemskab og andele. For alle selskabsformer vil det være nødvendigt i vedtægter eller supplerende regelsæt at regulere investeringer, håndtering af risici, indskud og ikke mindst sikre et grundlag for styring af forbrug og produktion, samt priser for el hhv. varmeforbrug.

26 Tilslutning til elnettet og afregning i en fælles varmeforsyning

I fjernvarmeanlæg med en varmecentral og store varmepumper skal der typisk etableres en ny tilslutning til elnettet fra varmecentralen. Omkostningen ed en ny tilslutning med den nødvendige kapacitet kan være en betydelig udgift. Heroverfor kan decentrale varmepumper i en termonet løsning ofte tilsluttes inden for den kapacitet, der typisk allerede er købt og betalt af de deltagende boliger, institutioner og virksomheder.

I løsningen med decentrale varmepumper er det nødvendigt for at fastholde, at der er tale om en fælles varmeløsning, så der opsættes en bimåler knyttet til varmeselskabet som operatør og elforbruget afregnes af den fælles varmeforsyning. Dette kan lade sig gøre i dag ved at registrere målere for fx el til varme, men vil blive enklere med den aktuelle revision af i Elforsyningsloven, hvor det som følger af den seneste EU-regulering bliver muligt at etablere serielle målepunkter i en allerede etableret installation med eget aftagernummer. De kan fx benyttes til at knytte operatører til levering af varme hhv. ladning af elbiler med hertil svarende tarif til netselskabet og nedsat elafgift.

I tilfælde, hvor der er tale om centrale varmepumper eller varmepumper etableret for klynger af boliger i fx rækkehuse eller andre bygninger med flere boliger er forsyningen med el til denne varmeforsyning en del af den pågældende boligorganisations el-tilslutning. På grund af uklarhederne i Elforsyningslovens definition af bygninger, har der været rejst tvivl om netselskabernes ret til at føre el frem til bygninger med flere elforbrugere (typisk husholdninger/boliger), men denne ret gælder ikke fælles anlæg til belysning, ventilation og varme, men alene forbruget i den enkelte bolig/husholdning, som ifl. elforsyningsloven betragtes som selvstændige elforbrugere. Denne ret tildelt netselskaberne skaber samtidig udfordringer både med dimensionering af kabler. Den vanskeliggør og fordyrer også ofte etablering og deling af el fra fælles solcelleanlæg fordelt på flere bygningen. Her er det vigtigt at dimensioneringen foretages ud fra faktiske behov og ikke ud fra netselskabernes krav til standardtilslutninger for at undgå unødvendigt høje tilslutningsrebyrer.

Alle udgifter til etablering og drift af en fælles varmeforsyning kan afholdes af det fælles selskab også inkl. omkostninger til etablering og drift af decentrale varmepumper samt deres elforbrug. Det indebærer, at der kan afregnes efter fælles principper baseret på forbruget af varme og varmt brugsvand. I alle fald er det helt afgørende, at varmeforsyningen både elforsynes og afregnes som en del af enten det fælles varmeselskab eller energifællesskab.

Kriterier for valg af konfiguration af fælles varmeforsyning

Som det fremgår af de foregående afsnit om konfiguration af varmesystemer og deres energioptag, samt den regulering, der er gældende for etablering af fælles varmeforsyninger hhv. energifællesskaber, er det især to grundlæggende valg, der er afgørende:

1. valg af varmekonfiguration omfattende distributionsnet i form af isolerede rør eller termonet og modsvarende hertil centrale eller decentrale varmepumper, samt
2. valg af typen af energioptag som fødekilde til varmepumperne.

Der indgår en række hensyn i dette valg, som fører frem til hvilken samlet omkostninger, der er knyttet til hver af konfigurationerne. Her spiller en række lokale forhold som afstand mellem forbrugssteder, der størrelse, adgang til arealer m.v. for de samlede omkostninger ved en konfiguration. De kan først endeligt kan afklares i et mere detaljeret forprojekt og projektering med konkrete beregninger bl.a. med aktuelle prisskøn, som er gældende på tidspunktet for projektets gennemførelse og dækker det konkrete område, hvor der ønskes etableret et fælles varmesystem.

Det er derfor kun muligt at angive sammenlignelige priser for de forskellige anlægsdele, som kan danne udgangspunkt for valget af løsning, som er samlet i bilag 1 for hhv. de forskellige konfigurationer af delene i fælles varmeløsninger og for de forskellige typer af energioptag.

Det er dog muligt at opstille de relative fordele og ulemper, der er for de to anførte grundlæggende valg, hvor der i den følgende tabel er fokus på sammenligning af varmekonfigurationerne.

Varmekonfiguration	Fordele	Ulemper
Lav-temperatur fjernvarme	Egnet til forsyninger med stor tæthed mellem forbrugsenheder Enkelt drift af de tilsluttede forbrugsenheder	Varmetab i de isolerede fjernvarmerør Store anlægsomkostninger til distributionsnettet
Ultralav-temperatur fjernvarme	Effektiv udnyttelse af varmepumper både centralt og decentralt Lavere varmetab end ved lavtemperatur fjernvarme Kræver mindre tæthed i bebyggelsen	Større, samlede omkostninger til varmepumper Mere krævende drift, da der både skal styres en lokal varmepumper og booster pumperne
Termonet til decentrale VP	Lavere omkostninger til etablering af termonet Større fleksibilitet ved at kræve mindre tæthed Muligheder for decentral køling og udnyttelse af overskudsvarme	Større, samlede omkostninger til varmepumper Mere krævende drift, da der skal styres en større gruppe af decentrale varmepumper
Termonet til klynge-VP	Varmeeffektiv udnyttelse af tilslutninger af klynger af boliger	
Udnyttelse af sommerkøling	En mere effektiv udnyttelse af termonettet og drift af varmepumper	Kræver en styring, der kan omkoble installation fra varme til kølng
Udnyttelse af overskudsvarme	Udnyttelse i stedet for spild af overskudsvarme Forbedring af effektiviteten af varmepumper	Omkostninger ved etablering af anlæg, der udnytter overskudsvarme

De anførte varmekonfigurationer kan benytte flere forskellige typer af energioptag, om end det kan påvirke deres effektivitet fx ved at gøre varmepumperne mere effektive ved højere brinetemperatur. Energioptagene er sammenlignet i den følgende tabel.

Energioptag	Fordele	Ulemper
Jordslanger	Billige i etablering Kan overplantes	Kræver tilgang til et større areal, hvor der kan lægges slanger
BTES enkeltstående boringer	Kræver kun lidt plads Kan lagre overskudsvarme	Dyrere end jordslanger
ATES parvis boringer	Kræver kun lidt plads Kan lagre overskudsvarme over længere perioder Omkostningseffektiv ved større anlæg	Forudsætter et porøst kalklag i undergrunden til transport af vand Kan ikke anvendes tæt på områder med vandindvinding
Sø-optag ved rørspiral	Giver et stabilt energioptag	Følger vandtemperatur, som bliver både lavere og højere end jord
Optag fra vandrør	Relativt billig i etablering	
Ventilationsoptag	Genvinder varme fra udluftning	
Varmepaneler (fx PV/T-paneler)	Lokalt bidrag til energioptag til bygning og/eller termonet	Dyrere paneler og skal sikres mod fugt i kolde perioder
Luftoptag m. blæser	Billig i etablering	Dårlig effektivitet i kolde perioder

30 Opmærksomhedspunkter ved valg af rådgiver, finansiering, entreprenør og driftsorganisation

Etablering af en fælles, lokal varmeforsyning er en meget stor investering, som skal afskrives over en lang årrække og som typisk vil kræve optagelse af lån til finansiering af de både anlæg og infrastruktur. Kvaliteten af den rådgivning, der indkøbes af et fælles varmeselskab eller et energifællesskab, er derfor helt afgørende for det endelige resultat. Da en række af de i denne vejledning anførte teknologier er relativt nye er viden og erfaringer endnu ikke alment tilgængelig hos selskaber, der tilbyder udvikling af boligfællesskab, hos energirådgivere og hos entreprenører og selskaber, der tilbyder udførelse af byggeopgaver hhv. varme- og elforsyninger/-tilslutninger.

Generelle konklusionerne og erfaringer om etablering
af fælles varmeforsyninger:

- Den borgergruppe eller udvikler, der ønsker at etablere en fælles varmeforsyning bør udvikle nogle klare, fælles retningslinjer for og krav til de fælles energianlæg i et projekt, der ofte vil indeholde flere faser og flere aktører og udførende selskaber, så det er muligt at etablere klare grænseflader mellem disse og undervejs udvikle og tilpasse disse.
- Det kan evt. ske i samarbejde med eller med støtte en erfaren bygherrerådgiver og/eller de organisationer, der er formidler viden om de her omtalte typer af anlæg: Termonetforeningen, Energifællesskaber Danmark og LØS.
- Opmærksomhedspunkter i forhold til valg af udviklere, rådgivere og entreprenører:
- Der skal være opmærksomhed fra borgergrupper og bygherrerådgiver rettet mod den 'klassiske' udfordring, der er knyttet til at udviklere, rådgivere og entreprenører til at spare på anlægsinvesteringerne og i stedet flytte øge omkostningerne til den efterfølgende drift.
- Det er nødvendigt at have opmærksomhed på, hvordan bygninger og fælles anlæg tilsluttes til elnettet, for undgå de begrænsninger, der kan opstå for optimal investering og udnyttelse af vedvarende energianlæg.
- Det ses ofte, at kommercielle udviklere vælger luft-til-vand varmepumper i fælles anlæg med varmecentral, hvilket er mindre energieffektivt og dermed vælter udgifter over på varmeforbrugerne.

Opmærksomhedspunkter i forhold til tilslutning til eksisterende forsyninger:

- Der er en tendens til at klimamålsætninger udsættes eller tilsidesættes med henvisning til generelle retningslinjer hos fx forsyningsselskaber, som ofte ikke tager højde for de nye teknologiske muligheder.
- Der er ret store udfordringer med at, netselskabernes rettigheder i forhold til at kræve at føre deres tilslutning frem til den enkelte bygning, hvis der er flere elforbrugere (husholdning/boliger) disse. Rækkehuse og etageejendomme vil udgøre en bygning, men grænsedragningen er uklar.
- De eksisterende skatteregler – specielt hvad angår elafgiften - er ikke udformet, så de fremmer den grønne omstilling, men pålægger snarere begrænsninger. Det er således alene husholdninger og offentlige institutioner, der i praksis skal betale elafgift.

Om administration, drift, vedligehold og videreudvikling
af fælles energiløsninger:

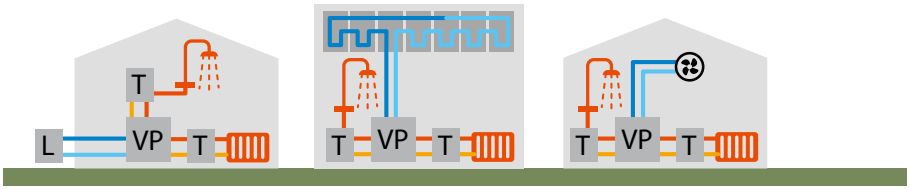
- Både for en fælles varmeforsyning og for et evt. energifællesskab er det en fordel at udnytte muligheden for at få udført administration, drift, vedligeholdelse og løbende forbedringer af et professionelt driftsselskab, så disse opgaver forsat bliver fornyet.
- Der er behov for at udvikle og ikke mindst sikre sammenhæng mellem styringen af de forskellige elementer i en fælles varmeforsyning hhv. et energifællesskab, så der både opnås optimal økonomisk og forsyningsmæssig udnyttelse af den tilgængelige el.

32 Bilag 1: Sammenlignelige priser for varmeløsninger og energioptag

Data tilføjes september 2024

Bilag 2: Individuelle varmeløsninger – alternativ til fælles varmeforsyning?

Denne vejlednings hovedsigte er at give baggrund for at konfigurere fælles varmeforsyninger. De følgende figurer viser nogle af de alternativer i form af typiske individuelle varmeløsning, som kan være relevante for isoleret beliggende bygninger, hvor fælles løsninger ikke er mulige eller for dyre. De er mindre relevante, hvor fæles løsninger er mulige og vil oftest være dyrere i de samlede energiomkostninger (investeringer plus løbende drift)



X Varmeveksler
VP Varmepumpe
T Varmebuffertank
Konvektor gulvvarme
Varmt brugsvand
T Varmebuffertank
Ventilation med genvinding
PV/T-anlæg på taget

Figuren til venstre illustrerer en typisk luft-til-vand varmepumpe, hvor udedelen i form af en ventilator, der trækker udendørs luft igennem en varmeveksler som trækker energi ud af luften ved at sænkes dens temperatur.

Den midterste løsning, der benytter kombinerede el og varmepaneler – PV/T-paneler – er endnu ikke så udbredt i Danmark. Her sikrer den termiske del af panelerne energien til varmepumpen.

I den tredje løsning vist til højre henter varmepumpen sin energi fra det luftskifte, som en tvungen ventilation sørger for. Den kan eventuelt kombineres med ventilationsvinduer.

Individuelle varmepumpe løsninger har været støttet med en statslig pulje med tilskud til private husholdninger og bidrag til udfasning af bl.a. gas og olie. Ordninger, som både har gjort etablering af fjernvarme hhv. termonet-baserede løsninger i mindre tæt bebyggede områder vanskeligere fordi fælles løsninger er afhængige af god tilslutning og dermed af skabelsen af fællesskaber, der kan etablere og støtte fælles varmeforsyning.

De individuelle løsninger favoriseres desuden af en skatteregel, hvor registrering af en ejendom som el-opvarmet giver mulighed for at undgå elafgift for forbrug på over 4000 kWh. En ordning, der skaber store fordele for private boligejere, der har et stort elforbrug eller en ineffektiv el-baseret opvarmning.

Forhold, der alt i alt tenderer til af favorisere parcelhusejere og individuelle løsninger skaftemæssigt.