



Ea Energy Analyses

Inspirations- katalog for fællesløsninger i Rudersdal og Hørsholm

Teknologikatalog

Marts 2023

Indledning

Formålet med dette dokument er at skabe en forståelse for de forskellige teknologier, som kan anvendes til at opvarme boliger.

Hver teknologi bliver beskrevet overordnet, for at der kan opnås en generel forståelse for, hvordan teknologien fungerer, og hvilke restriktioner, der kan være for hver teknologi.

Yderligere bliver fordelene og ulemperne for hver teknologi beskrevet. Dette gøres, så teknologiernes begrænsninger kan opvejes i forhold til hinanden, og så der skabes indsigt i muligheden for at etablere teknologierne i forskellige boligområder.

Supplerende løsninger er opvarmningsløsninger, hvor en given teknologi ikke kan forsyne boligen med varme hele året. De supplerende løsninger etableres i forbindelse med de individuelle eller kollektive løsninger med formålet om at levere billigere varme end hovedopvarmningsløsningen, når det er muligt.

Individuelle løsninger

- Luft-vand varmepumpe
- Jordvarme
- Elvarme
- Træpillefyr
- Hybridvarmepumpe

Fælles løsninger

- Termonet
- Fælles varmeproduktionsanlæg

Supplerende varmeløsninger

- Luft-luft varmepumpe
- Solvarme



Individuelle
løsninger



Luft-vand varmepumpe

En luft-vand varmepumpe optager varme fra luften uden for boligen og hæver temperaturen til den ønskede fremløbstemperatur vha. en kølekreds. Varmen leveres som opvarmet vand til brug i både varmesystemet og til varmt brugsvand. Teknologien er i princippet den samme som i et køleskab, blot omvendt. Et køleskab optager varme fra det indre og flytter det til det ydre, mens en varmepumpe optager varme fra det ydre og leverer det til det indre.

En varmepumpes COP (virkningsgrad) afhænger af kildetemperaturen og fremløbstemperaturen, hvor COP som udgangspunkt er højere ved lavere temperaturforskel mellem kilde og fremløb. Dette betyder, at en varmepumpe er mere effektiv om sommeren, hvor udendørstemperaturen er højere, og mindre effektiv i de kolde vintertimer. Da varmepumpen udnytter varme fra omgivelserne, vil varmepumpens COP være væsentligt højere end 1, hvilket er højere end ren elvarme, som har virkningsgrad på ca. 1. En luft-vand varmepumpe inkluderer typisk en elpatron, som kan hjælpe varmepumpen med at opnå de højeste temperaturer.

Jf. litteratur for erfaringer med luft-vand varmepumper, har de en gennemsnitlige virkningsgrad omkring 300%, men der forekommer variation.⁽¹⁾

Langt de fleste varmepumper indeholder mere end 1 kg kølemiddel, hvorfor de skal synes mindst én gang om året.⁽²⁾ Dog undersøges pt muligheden for at nedsætte den lovpligtige frekvens ved små (husstands-) anlæg til hvert andet år.

(1) Ea Energianalyse, "Forudsætningskataloget", oktober 2022.

(2) Se <https://www.gastech.dk/regler-for-eftersyn-af-varmepumper/> og Bekendtgørelse om anvendelse af trykbærende udstyr på <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2021/1977>

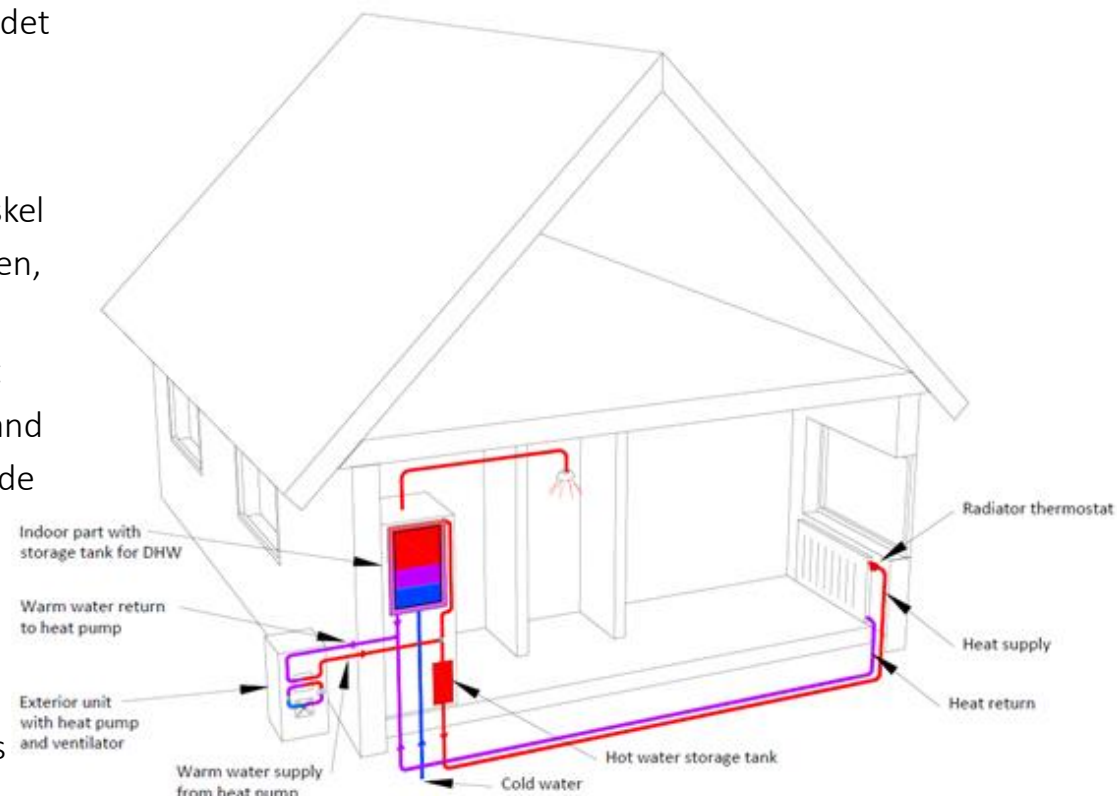


Illustration af varmesystem med luft-vand varmepumpe Kilde: Energistyrelsen, "Teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg"



Luft-vand varmepumpe

Fordele

Fordelen ved varmepumper ift. andre varmekilder er deres høje effektivitet, som ligger betydeligt over 100%, hvilket betyder, at der leveres mere varme, end der forbruges af el. Fx producerer en varmepumpe med en COP på 3 (effektivitet på 300%) 3 kWh varme per 1 kWh el forbrugt. Dette giver lave, løbende omkostninger sammenlignet med andre opvarmningsformer.

Den kan installeres i de fleste hus (se ulemper) og er mindre pladskrævende og har typisk lavere investeringsomkostning end fx et horisontalt jordvarmeanlæg.

Ulemper

Udedelen af en luft-vand varmepumpe genererer noget lyd. Dette kan give gener, hvis den ikke er placeret og installeret korrekt. Lydniveauet er højest under afrimning, som sker ved frysepunktet. Lydniveauet varierer betydeligt mellem forskellige varmepumpemodeller, hvor de bedste varmepumper i dag har et lydniveau på ca. 50 dB og de mest støjende på over 70 dB. 10 dB fornemmes som en fordobling af lydniveauet. En god installatør kan vejlede om, hvordan støjgener undgås. Der henvises til Miljøstyrelsens vejledning omkring støj.

Størstedelen af varmepumper forhandlet i dag bruger syntetiske kølemidler som har et højt GWP (*global warming potential*). Derfor skal udslip undgås. Dog er de første modeller med naturlige kølemidler, fx propan, kommet på markedet, hvor dette ikke er en problematik.

Det kan være nødvendigt at lave ændringer i varmefordelingssystemet, fx udskiftet nogle radiatorer, for at få en effektiv installation.



Eksempel på individuel varmepumpe til enfamiliehuse



Eksempel på varmepumpe til større bygninger (etageboliger). Flere enheder sættes i kaskade.

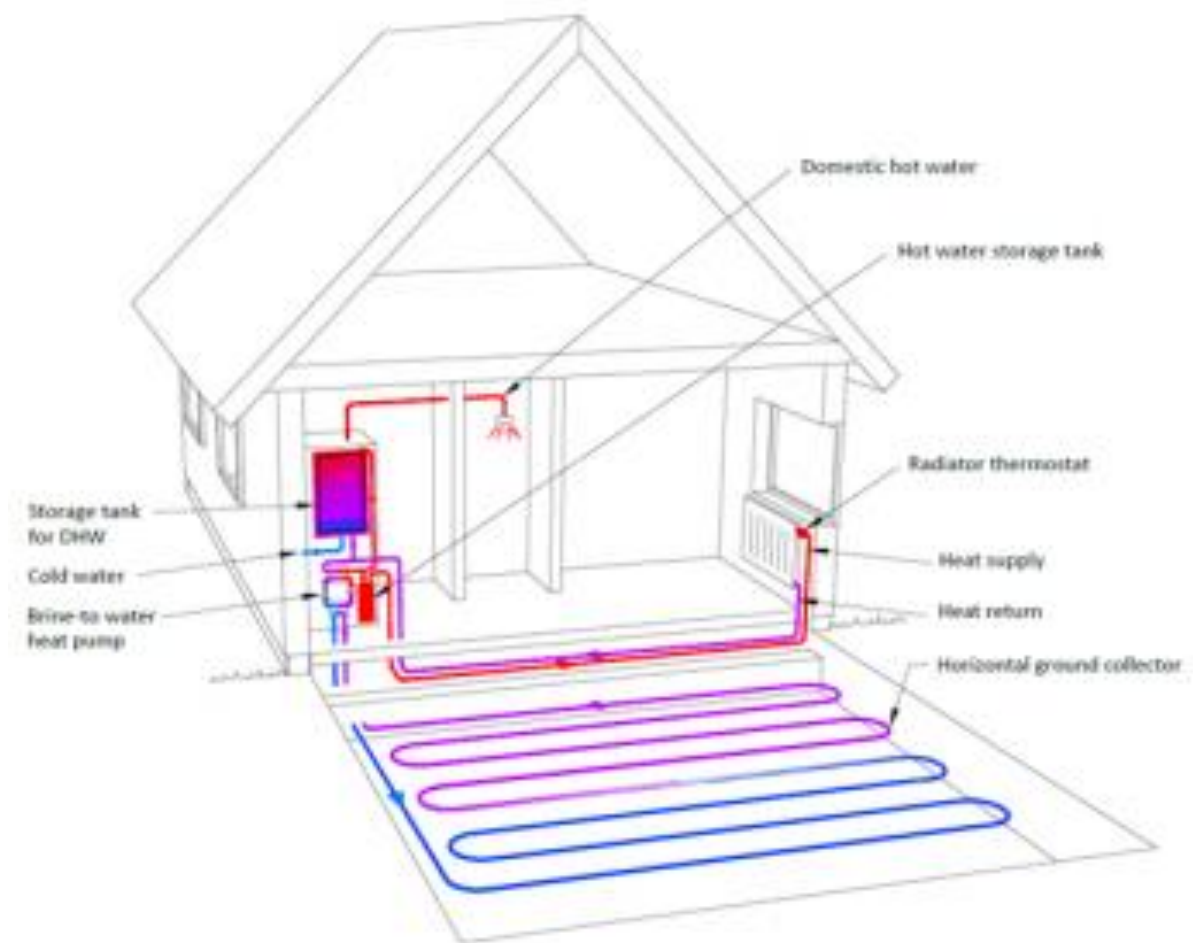


Jordvarme

Horisontal jordvarme og vertikal jordvarme udnytter varme, som er lagret i jorden. Dette gøres ved, at der lægges rør ned i jorden med frostvæske/brine, som absorberer varmen fra jorden. Temperaturen bliver hævet i en varmepumpe, og varmen bliver leveret som opvarmet vand både til bygningens varmesystem og til varmt brugsvand.

Forskellen mellem horisontal og vertikal jordvarme ligger i måden, hvorpå rørene ligger i jorden. Ved vertikal jordvarme ligger rørene i frost-sikker dybde, men tæt på jordoverfladen, over et større areal (se illustration). Ved den lodrette jordvarme ligger rørene i borer, og løsningen kræver derfor mindre overfladeareal.

Horisontal jordvarme er det mest udbredte, hvilket skyldes, at det ofte er billigere og nemmere at etablere sammenlignet med vertikale jordvarmeboringer. For opvarmning af én husstand skal der bores ned til omkring 100 – 200 m. Dybe borer kræver specialister og specialt udstyr, og desuden skal de geologiske forhold og drikkevandsinteresser undersøges, før der anlægges vertikal jordvarme. Vertikal jordvarme kan også udføres med spiralboringer, som ikke går så dybt og ikke har samme konflikter med drikkevand. Dog skal der etableres flere af disse sammenlignet med de dybere, vertikale jordvarmeboringer.



Horisontal jordvarme og varmekredsløbet i hus. Kilde: Energistyrelsen, "Teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg"

Jordvarme

Fordele

Den primære fordel ved jordvarme er, ligesom for luft-vand varmepumpen, teknologiens høje COP (virkningsgrad). Derudover er COP-værdien mere stabil ved jordvarme sammenlignet med luft-vand varmepumper, eftersom temperaturen i jorden ikke varierer i samme grad som lufttemperaturen. Dermed er den gennemsnitlige COP-værdi over et år typisk lidt højere for jordvarme.

I modsætning til luft-vand varmepumper vil der ikke være støj forbundet med udedelen, eftersom den er under jorden, hvor den hverken kan ses eller høres.

Ulemper

Den primære ulempe ved vandret jordvarme er arealet, som kræves. For hver m² bolig kræves der ca. 2 m² areal til jordvarme. Desuden etableres der generelt min. 400m² for en enkelt installation, jf. Energistyrelsens Teknologikatalog. For større bygninger eller som fælles løsning til flere boliger løber det hurtigt op til et stort areal.

For lodret jordvarme er den primære ulempe investeringsomkostningerne ved teknologien, og eventuelt behov for forundersøgelserne, som kan være tids- og ressourcekrævende.

Det kan være nødvendigt at lave ændringer i varmefordelingssystemet, fx udskifte nogle radiatorer, for at få en effektiv installation.

Individuel varmepumpe til jordvarme



OBS!

For alle typer jordvarmeanlæg, uanfægtet kapacitet, mængde kølemiddel eller om det er udlagt horisontalt-, spiralformet- eller vertikalt, anbefales det at inddrage kommunen i screeningsprocessen. Under alle omstændigheder kan etablering- og idriftsættelse ikke ske uden kommunens godkendelse.

Elvarme

Traditionel elvarme opvarmer bygningen ved brug af elradiatorer i alle rum, nogle gange suppleret med el-gulvvarme på badeværelset. Brugs vandet bliver varmet op i vandbeholder med indbygget elpatron. Ved brug af elvarme er der ikke behov for et vandbåren varmesystem, hvilket gør metoden billig at installere i nybyggeri. Samtidig betyder det imidlertid, at det er en større investering, hvis man bor i en bygning med elvarme, at skifte til en varmforsyning baseret på vand-varmesystem.

Elvarme har en virkningsgrad på 100%, hvilket betyder, at mængden af el som kommer ind i systemer er lig varmen, som produceres.⁽¹⁾

(1) Energistyrelsen, "Teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg", 2022



Elektrisk gulvvarme

Elvarme

Fordele

Fordelen ved elvarme er, at investeringsomkostningerne er lave, og systemet har en høj fleksibilitet. Temperaturen kan altså hurtigt op- og nedjusteres.

Ulemper

Effektiviteten for elvarme er lav sammenlignet med varmepumper, som også er en opvarmningsform baseret på el (for elvarme 100% og luft-vand varmepumper omkring 300%).

Omkostningerne ved energiforbruget kan derfor udligne den lave investeringspris og gøre elvarme til en dyr varmeløsning. Derfor er elvarme primært en god varmeløsning i lavenergihuse og fritidsboliger, hvor varmebehovet er lavt.

Der er et forbud mod at etablere elvarme som hovedopvarmningskilde i nye huse og eksisterende huse med vandbåret centralsystem (dvs. radiatorer og gulvvarme med vand). Dog er fritidsboliger og lavenergihuse undtaget. Derudover gælder forbuddet ikke vandbåren elvarme, hvor varmesystemet forsynes fra en vandvarmer.



Vandtank til opvarmning af brugsvand



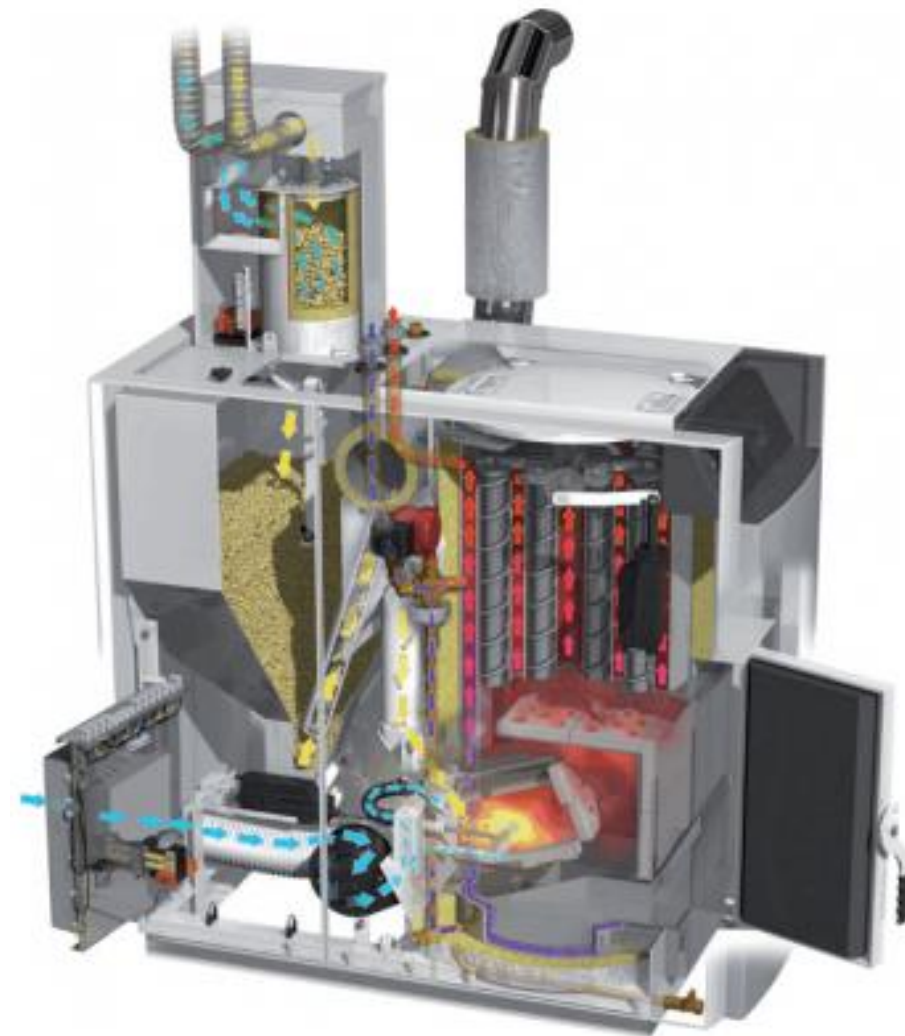
Elradiator

Træpillefyr

Et træpillefyr er et brændselsfyr, som anvender træpiller og producerer varme til brugsvand og varmesystemet. Varmen leveres som opvarmet vand til brug i både varmesystem og til varmt brugsvand. Træpillefyr kan både fyres automatisk og manuelt. Automatiske træpillefyr er mest udbredt, hvilket hænger sammen med det ekstra arbejde, som er forbundet med at have et manuelt fyret træpillefyr.

Træpillefyr kan bruges som individuel varmeløsning både i små og store bygninger. Et træpillefyr til et enfamiliehus forventes at have en gennemsnitlig effektivitet på ca. 80-90%.⁽¹⁾

(1) Energistyrelsen, "Teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg", 2022



Træpillefyr med automatisk tilførsel af træpiller. Kilde: Energistyrelsen, "Teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg"

Træpillefyr

Fordele

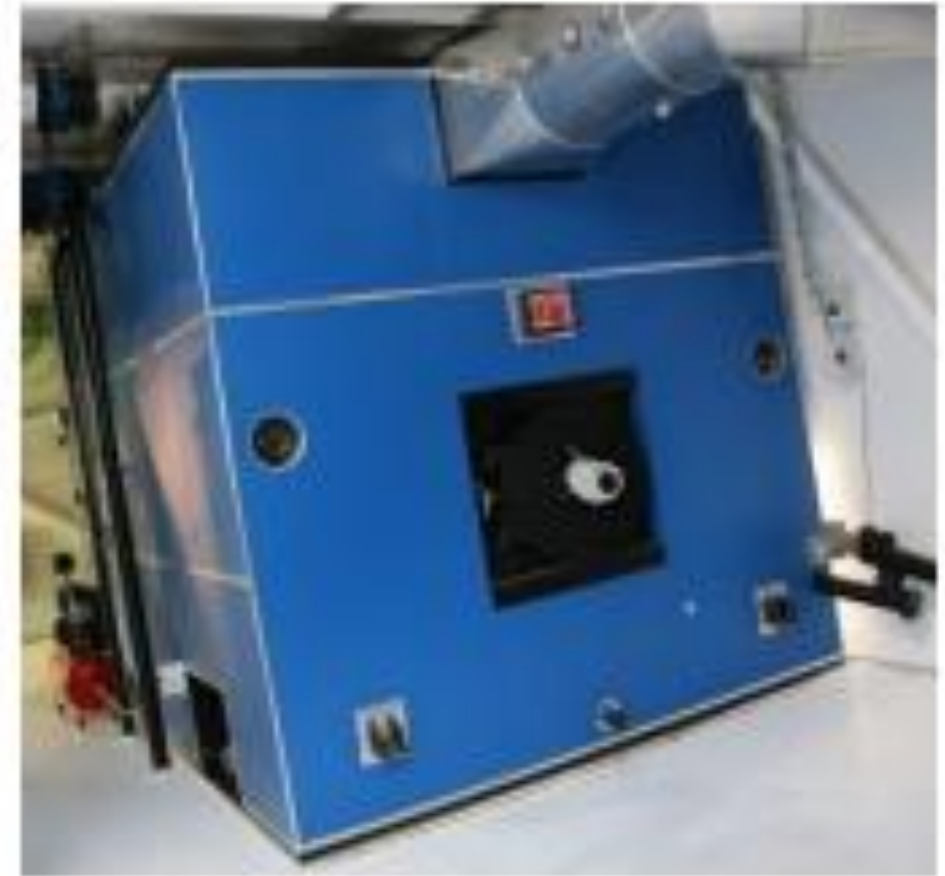
En effektiv drift af et træpillefyr er mindre følsomt overfor fremløbstemperaturen i bygningens varmesystem sammenlignet med varmepumpeteknologierne. Derudover kan fyret stå i det eksisterende fyrrum, antaget der er plads, og det er ikke nødvendigt at have en udedel som varmepumpeteknologierne.

Derudover har træpillefyr, ligesom oliefyr, den fordel, at det er uafhængigt af et kollektivt forsyningsnet, i modsætning til fjernvarme og naturgas.

Ulemper

En ulempe ved et træpillefyr er, at det kræver mere plads end et moderne gasfyr. Derudover skal der ved mindre anlæg afsættes tid til rengøring af fyret. Årligt kan det estimeres at kræve ca. 20 timers arbejde. Ved manuelt fyrede træpillefyr estimeres arbejdskraften til ca. 50 timer årligt.

Desuden diskuteres det aktuelt i Danmark og i EU, hvorvidt det kan betragtes som bæredygtigt at afbrænde biomasse (som fx træpiller), ligesom at flere energieksperter påpeger, at den begrænsede biomasseressource bør reserveres til andre dele af energisektoren. Klimarådet pegede fx i 2018 i rapporten "Biomassens betydning for grøn omstilling" på flere udfordringer ved anvendelse af biomasse og på, at biomasse i fremtiden i højere grad vil skulle bruges i transportsektoren som brændstof eller i industrien. Der er derfor en risiko for, at der kommer politiske tiltag for at reducere biomasseanvendelsen, hvilket kan få betydning for prisen.

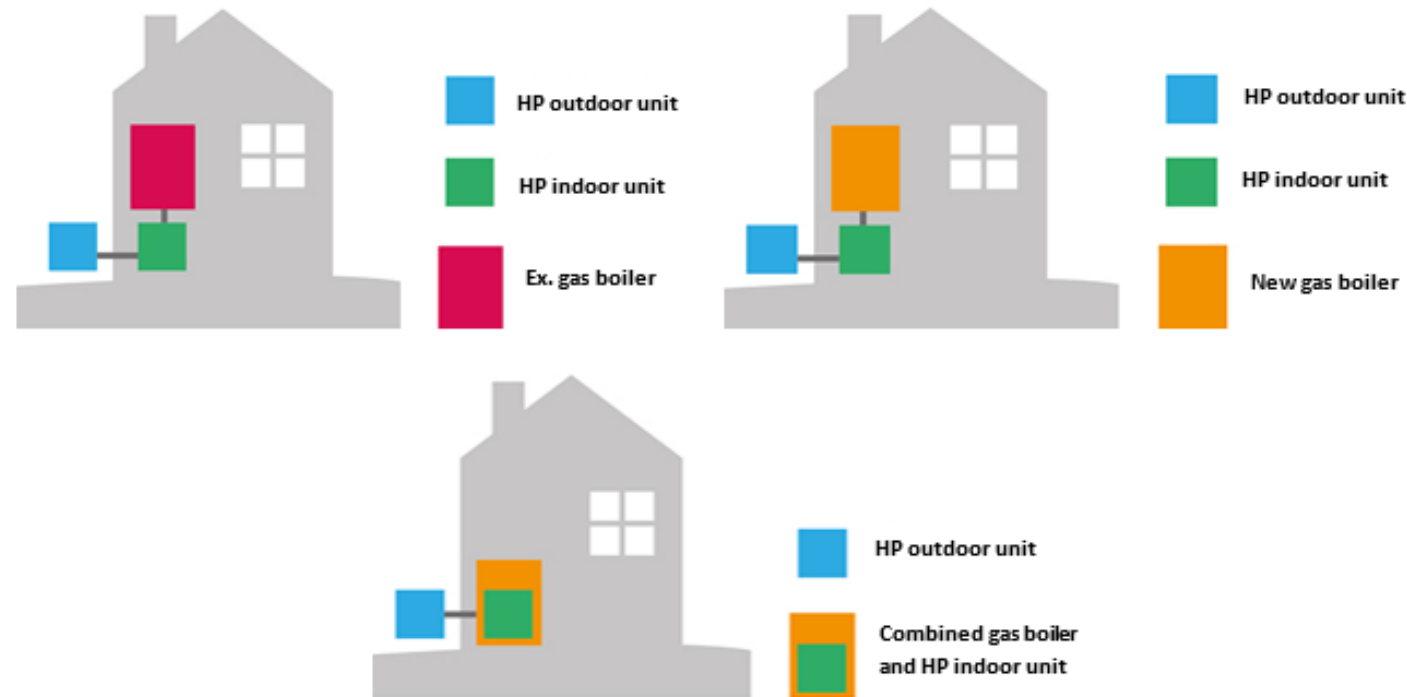


Træpillefyr til store bygninger (250 kW). Kilde: Energistyrelsen, "Teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg"

Hybridvarmepumpe

En gas-hybridvarmepumpe er en løsning, som består af en kombination af en varmepumpe (oftest luft-vand) og et gasfyr. Der kan også etableres hybride anlæg med andre typer varmepumper, men det vurderes, at kombinationen af et gasfyr og en luft-vand varmepumpe vil være den mest anvendte. Hybridvarmepumpe er endnu ikke særlig udbredt i Danmark.

Varmepumpen skal forsyne det primære varmebehov, mens fyret bruges til at støtte varmeproduktionen på tidspunkter, hvor varmepumpen har en lav COP. Kombinationen af de to teknologier giver mulighed for at reducere brugen af gas væsentligt.



En hybridvarmepumpe kan etableres ved at tilføje en varmepumpe til et eksisterende gasfyr, eller ved at købe et nyt gasfyr, samtidig med at der investeres i en varmepumpe. Der findes også integrerede løsninger, hvor varmepumpen og gasfyret er én fysisk enhed. De forskellige sammensætninger er illustreret til venstre.

Tre forskellige hybridvarmepumpe løsninger. Kilde: Energistyrelsen, "Teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg"

Hybridvarmepumpe

Fordele

Fordelen ved hybridvarmepumper er, at de kombinerer de gode egenskaber fra henholdsvis varmepumper og gaskedler. Varmeløsningen udnytter varmepumpens høje effektivitet i milde perioder og understøtter denne med fleksibel og stabil varmeproduktion fra gasfyret i kolde perioder og ved behov for høje fremløbstemperaturer.

Ulemper

De fleste bygninger kan forsynes med en luft-vand varmepumpe alene, og en hybridløsning fylder som udgangspunkt mere end hhv. en luft-vand varmepumpe og et gasfyr alene, medmindre der er tale om en integreret løsning. En hybridvarmepumpe er ikke nødvendigvis billigere end opvarmning med en luft-vand varmepumpe. Desuden bibeholdes et gasforbrug, som ønskes udfaset i opvarmningssektoren.



Indedelen for et integreret gasfyr og varmepumpe (5 kW varmepumpe og 32 kW gasfyr)



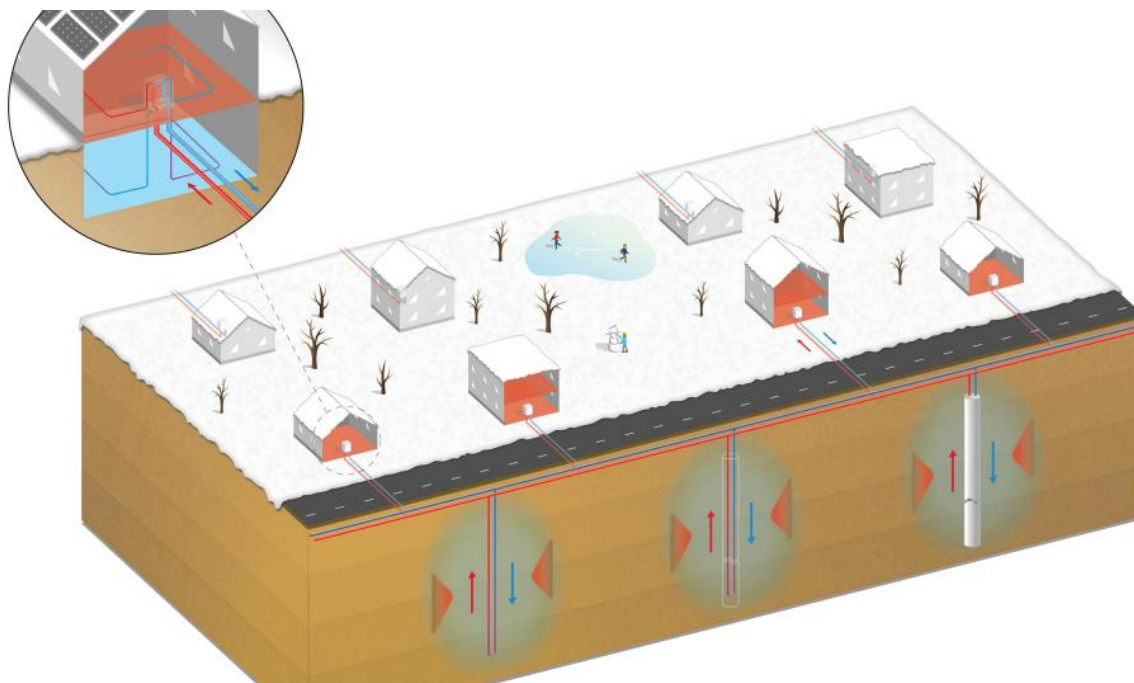
Fælles
løsninger

Termonet

Et termonet kan ses som et fælles jordvarmeanlæg, der transporterer termisk energi fra jorden på tværs af flere matrikler. I princippet minder termonet om en individuel jordvarmeløsning, men hvor optagerkomponenten deles på tværs af boliger. Rørnettet er tilsluttet indedelen af en individuel varmepumpe i de enkelte husstande, som anvender varmen fra optagernettet dvs. kilden til varme. På denne måde leveres varme til rumopvarmning- samt varmt brugsvand til boligen.

Oftest etableres termonet på baggrund af varme fra jorden, hvor den termiske energi absorberes i uisolerede rør med frostvæske/brine, der er gravet horisontalt eller vertikalt ned i jorden. Energikilden kan dog være andet end bare jorden – f.eks. spildvarme fra et nærliggende rensningsanlæg, et supermarked eller fra en transformerstation.

Termonet er egnet til mindre boligområder, hvor det ellers ikke har været muligt med traditionel fjernvarme, og hvor individuelle luft-til-vand varmepumper er en uattraktiv løsning grundet manglende plads og støjgener.



<https://termonet.dk/>

Termonet

Fordele

Termonet baseret på jordvarme har ingen støjgener. Ligesom for jordvarme er COP-værdien mere stabil sammenlignet med individuelle luft-vand varmepumper.

Hver husstand betaler for sit eget elforbrug til varmepumpen, hvorfor der ikke er behov for en løbende, fælles afregning heraf.

Et termonet kan kræve færre boringer eller kortere horisontalt ledningsnet pr. husstand, sammenlignet med individuelle jordvarmeanlæg.

Ulemper

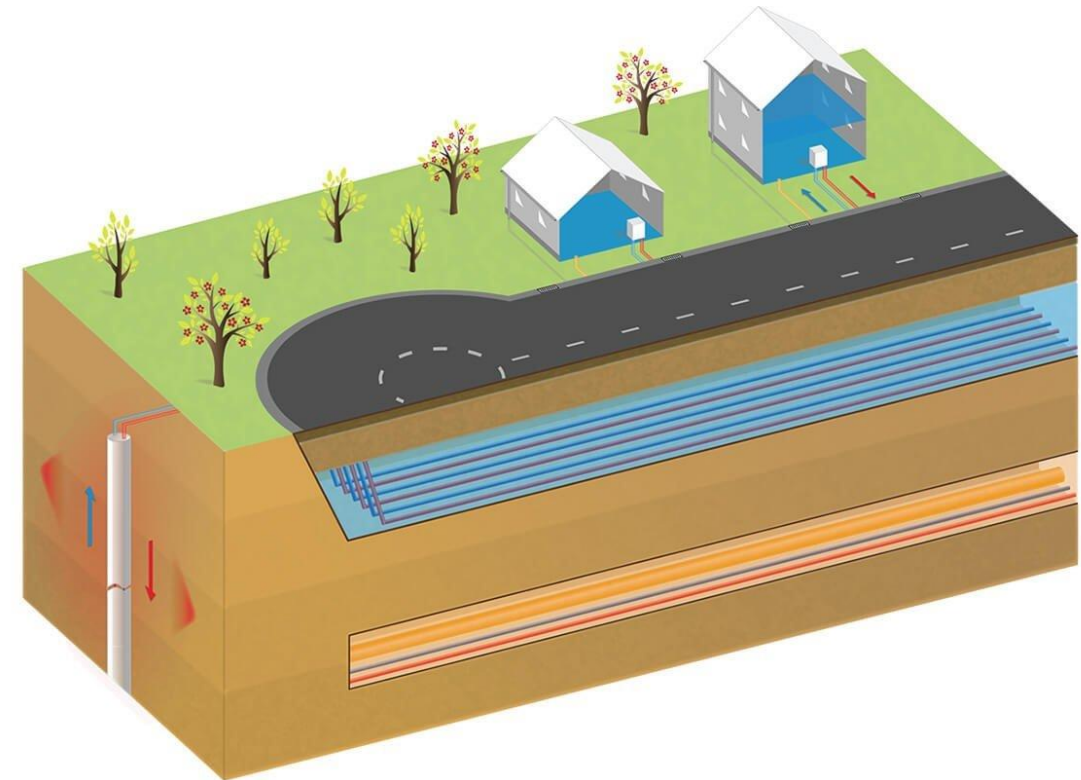
Kræver fælles enighed i boligejerforeningen angående investering, serviceaftaler, der skal på plads vedrørende løsning, mv. Omkostningerne per bolig stiger ofte, hvis færre tilsluttes, hvorfor det er vigtigt at sikre en høj tilslutningsprocent.

Der skal være en egnet placering til boringerne eller de horisontale ledninger.

Som udgangspunkt skal Projektbekendtgørelse overholdes ved anlæg over 250 kW. Energistyrelsen er i gang med at afklare, om termonet skal være omfattet, da det indeholder både individuelle og fælles elementer.

OBS!

For alle typer jordvarmeanlæg, uanfægtet kapacitet, mængde kølemiddel eller om det er udlagt horisontalt-, spiralformet- eller vertikalt, anbefales det at inddrage kommunen i screeningsprocessen. Under alle omstændigheder kan etablering- og idriftsættelse ikke ske uden kommunens godkendelse.



<https://termonet.dk/>

Fælles varmeproduktionsanlæg

Et fælles varmeproduktionsanlæg er en betegnelse for en fælles varmeløsning, hvor varmen produceres på et eller flere centrale anlæg i området. Varmen transporteres til boligerne vha. isolerede rør, og veksles med boligernes varmesystem. Løsningen minder om et mindre, lokalt fjernvarmeanlæg.

Det fælles varmeproduktionsanlæg kan være af flere forskellige typer. Varmekilden kan være fx naturgas, olie, træpillefyr og større varmepumper.

Varmepumpen kan være en luft-vand varmepumper, jordvarme, grundvandsvarmepumpe, m.m.



Eksempel på luft-vand varmepumpe.
Ventilatorerne står i baggrunden.

Fælles varmeproduktionsanlæg

Fordele

Selve varmeproduktionsanlægget kan være billigere pga. storskalafordele sammenlignet med lignende individuel opvarmning. Dog skal der også investeres i rørføring.

Løsningen er hands-off for individuelle forbrugere, som ikke skal vedligeholde en varmeinstallation.

Der kan opnås større fleksibilitet, hvis der anvendes en kombination af forskellige varmekilder.

Kan potentielt kobles på fjernvarme på et senere tidspunkt.

Ulemper

Løsningen kræver størst grad af organisering af alle løsninger, både mht. investeringen men også den løbende drift og afregning.

Der skal findes en placering til varmeproduktionsanlægget.

Anlæg på 250 kW eller mere skal godkendes efter projektbekendtgørelsen. Det anbefales at tage kontakt til kommunen tidligt i processen.



Eksempel på modul luft-vand varmepumpe.

A close-up, low-angle shot of a solar panel array. The panels are tilted and show a grid of thin silver lines on a blue surface. The perspective is from below, looking up at the panels. A solid red rectangular box is overlaid on the left side of the image, containing white text. The background shows some blurred greenery and a clear sky.

Supplerende
løsninger

Luft-luft varmepumpe

En luft-luft varmepumpe optager varme fra udeluften og hæver temperaturen til den ønskede fremløbstemperatur vha. en kølekreds, hvor varmen leveres som opvarmet luft, til rumopvarmning.

Teknologien fungerer på samme måde som luft-vand varmepumpen, men den opvarmer kun luft, ikke vand, og kan derfor ikke forsyne bygningen med varmt brugsvand eller varme til radiatorer. Derudover kan luft-luft varmepumper kun opvarme den del af huset, hvor indedelen er placeret.

Der er eksempler på luft-luft varmepumper, hvor der er installeret flere indedele per udedel for at dække hele rum-varmebehovet, men det er imidlertid en dyr løsning, som er mindre udbredt. Derfor er luft-luft varmepumper klassificeret som en supplerende opvarmningsform.



Illustration af princippet for en individuel luft-luft varmepumpe
Kilde: Energistyrelsen, "Teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg"

Luft-luft varmepumpe

Fordele

En luft-luft varmepumpe er som udgangspunkt mere effektiv end en luft-vand varmepumpe og jordvarme, fordi den ikke skal levere så høje temperaturer. Den forventes at have en virkningsgrad på ca. 500%.⁽¹⁾ Dette gør, at den producerer billig varme sammenlignet med andre varmekilder. Derudover har de lave investeringsomkostninger, hvorved det kan være en god supplerende varmekilde.

Varmekilden ses især som supplement til traditionel elvarme, fx i sommerhuse, værksteder og kældre.

Luft-luft varmepumper kan typisk også levere køling i de varme sommermåneder.

Ulemper

Luft-luft varmepumper kan ikke forsyne en boligs varmebehov alene. Derfor skal der indtænkes andre varmeløsninger.

(1) Energistyrelsen, "Teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg", 2022



Muligt design for hhv. indedel (øverst) og udedel (nederst) for en luft-luft varmepumpe til en husstand, 8½ kW

Solvarme

Et solvarmeanlæg opfanger varme fra solen, som kan anvendes i bygningens almindelige varmesystem.

Solvarme er afhængig af solen og kan derfor som udgangspunkt ikke levere det fulde varmebehov i en bygning, og derfor er det en supplerende opvarmningsform. Ofte leverer et solvarmeanlæg varmt brugsvand.

Solvarmeanlægget kan levere opvarmet vand på 20-80 °C afhængigt af forholdene og typen af solvarmeanlæg.



Solvarme

Fordele

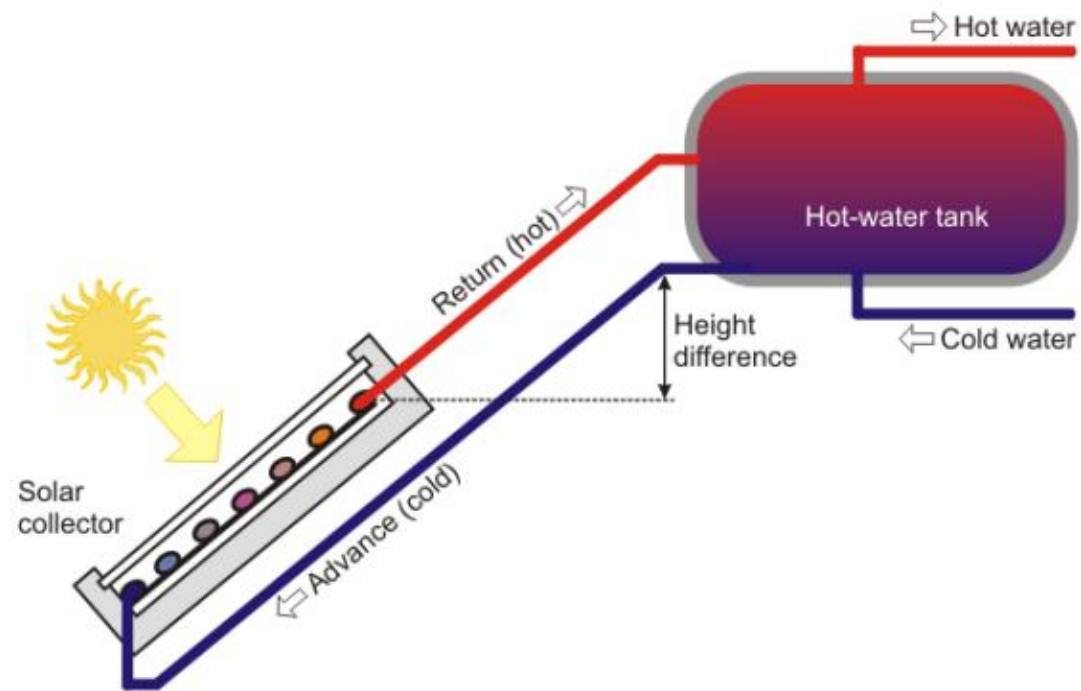
Et solvarmeanlæg producerer billig varme, da det kun kræver strøm til pumper.

Ulemper

Forholdsvis dyr installation, i lyset af at anlægget ikke kan levere det fulde varmebehov.

Solvarmeanlæg producerer mest varme om sommeren og midt på dagen, hvor behovet for varme er lavest. Derfor skal der indtænkes opbevaring af varmen.

Anlægget optager plads på taget, og det samme areal kan fx ikke bruges til solceller.



Princip i solvarmesystem. Kilde: Energistyrelsen, "Teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg"