

Oktober  
2022

# Forudsætningskatalog til udarbejdelse af kommunale varmeplaner i Energi på Tværs



Ea Energy Analyses



Udarbejdet af:

Ea Energianalyse  
Gammeltorv 8, 6 tv.  
1457 København K  
[www.eaea.dk](http://www.eaea.dk)



# Indhold

<b>Indledning og formål</b>	<b>4</b>
Hvad er indeholdt i en samfundsøkonomisk analyse?	5
Internationale og nationale rammer	5
<b>Generelle forudsætninger</b>	<b>8</b>
Offentligt tilgængelige kilder	8
Varmeforbrug og energitæthed	9
Energi-, el- og CO <sub>2</sub> -priser	9
Renteniveauet	9
<b>Forudsætninger vedrørende fjernvarme</b>	<b>10</b>
Fjernvarme i Energi på Tværs geografien	11
Analyse af fremtidig fjernvarmeproduktion og -pris	11
Ny fjernvarmeproduktion	12
Fjernvarmenettet	18
Tilslutningsprocent	19
<b>Lokale, fælles varmeløsninger</b>	<b>21</b>
Tekniske løsninger	21
Lovgivning	22
Mere information	22
<b>Individuelle varmepumper</b>	<b>23</b>
Investeringsomkostninger	23
Virkningsgrad	24
Drift og vedligehold	26
Levetid	26
<b>Væsentlige følsomhedsanalyser</b>	<b>27</b>
<b>Referencer</b>	<b>29</b>



# Indledning og formål

I udspillet "Danmark kan mere II" lagde regeringen op til, at alle husejere i gasforsynede områder med enten gas eller oliefyr i 2022 skal modtage et brev med klar besked om, hvorvidt de kan få fjernvarme, eller om de i stedet skal overveje at udskifte fyret med anden alternativ opvarmning. Dette blev vedtaget med aftalen "Klimaaftale om grøn strøm og varme 2022" fra den 25. juni og aftalen den 29. juni med KL om fremskyndet planlægning for udfasning af gas til opvarmning og klar besked til borgerne. Aftalerne sætter store krav til både kommuner og forsyningsselskaber, som inden årets udgang skal være klar med planer for grøn varme. Det efterlader kommuner og forsyningsselskaber med en meget kort tidshorisont til at gennemføre realistiske varmeplaner, som ligeledes understøttes samfundsøkonomisk.

Projektet **Energi på Tværs** ønsker at understøtte kommunerne bedst muligt i udarbejdelsen af varmeplaner allerede i 2022 og det efterfølgende arbejde med godkendelse og implementering af planerne. Energi på Tværs er et regionalt energiomstillingsprojekt, som består af de 29 kommuner i Region Hovedstaden, fire kommuner i Region Sjælland, 11 forsyningsselskaber og Region Hovedstaden. Gate 21 er sekretariat på projektet.

Projektet Energi på Tværs har med bistand fra Ea Energianalyse udarbejdet nærværende forudsætningskatalog, som skal gøre det enklere for kommunerne at udarbejde de mest retvisende samfundsøkonomiske vurderinger tidligt i varmeplanlægningen. Kataloget giver et overblik over de nødvendige forudsætninger for at lave en retvisende samfundsøkonomisk beregning for kommunerne i deres varmeplaner. Det understøtter og kvalificerer de eksisterende samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger samt Teknologikatalogets data. Særligt er der i forudsætningskataloget fokus på tydeligt at begrunde forskellen på de forudsætninger, der adskiller sig fra de forudsætninger, som hidtil typisk har været anvendt.

En samfundsøkonomisk vurdering i varmeplanerne skal imødekomme en nemmere og hurtigere godkendelse af de enkelte fjernvarmeprojektforslag, og der er derfor behov for hurtigt at få fastlagt de mest retvisende forudsætninger, som kan danne grundlag for den samfundsøkonomiske vurdering i kommunerne. Energistyrelsen har i september udsendt "Cirkulæreskrivelse om kommunal varmeplanlægning og projektkodkendelse" i høring. Cirkulæreskrivelsen præciserer udmøntningen af de politiske aftaler fra juni 2022 mht. udarbejdelse af

varmeplaner og mulige undtagelser fra dele af projektbekendtgørelsen. Ifølge høringsudgaven vil der i det store hele være samme krav til indholdet af samfundsøkonomiske beregninger i varmeplanerne, som der i dag er til beregninger til projektforslag.

I varmeplanernes samfundsøkonomiske analyser sammenlignes forskellige opvarmningsalternativer økonomisk. En retvisende analyse kræver, at der opstilles en række tekniske og økonomiske forudsætninger om teknologier, energipriser mv. Til opstilling af disse forudsætninger bør der så vidt muligt anvendes lokale forudsætninger, der afspejler forholdene i det konkrete område. Men forudsætningerne kan også baseres på mere generelle kilder som fx Energistyrelsens Teknologikatalog. Da der skal anvendes en lang række forskellige forudsætninger, og da disse kan komme fra forskellige kilder og endvidere være påvirket af prisudvikling og teknologiudvikling, kan det være en udfordring for kommuner at vurdere og fastlægge forudsætningerne.

Kataloget har fokus på forudsætninger til udarbejdelse af varmeplaner i kommunerne i Energi på Tværs. Forudsætninger kan også bruges i projektforslag, men det er vigtigt, at lokale data så vidt muligt anvendes. Brugere af kataloget skal være opmærksomme på, at hvis det anvendes i andre sammenhæng eller andre kommuner, kan andre forhold være gældende.

Kataloget har fokus på at opstille data for 2025, fordi det forventes, at fjernvarmeprojekterne i varmeplanerne vil skulle gennemføres i den kommende ca. 5 års periode. Derfor skal man være varsom på at bruge kataloget til at beregne fx i 2040.

Alle data er generelle data. Lokale forhold kan have betydning for data, og der opfordres altid til et samarbejde med lokale forsyningsselskaber og aktører om forudsætningerne.

## Hvad er indeholdt i en samfundsøkonomisk analyse?

Ved analyse af samfundsøkonomien i udbygning eller nyetablering af fjernvarmeområder anvendes en række forudsætninger for produktionsteknologier, boligernes energiforbrug og energiprisernes udvikling. De vigtigste analyseforudsætninger er:

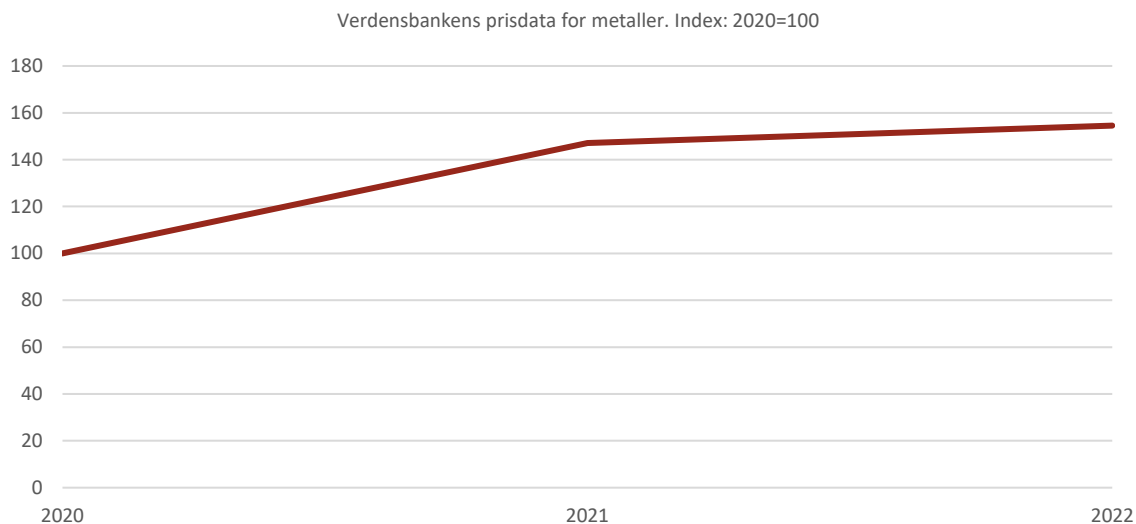
- Data for boligernes energiforbrug og energitæthed af områder i kommunen.
- Energipriser for el, brændsler og CO<sub>2</sub>. Herunder transportomkostninger for el og gas.
- Samfundsøkonomisk rente.
- Tekniske og økonomiske data for fjernvarmeproduktionsteknologier. En række kommuner er endvidere del af sammenhængende fjernvarmenet, fx hovedstadens fjernvarmenet, og systemberegninger kan derfor være nødvendige for at vurdere den samfundsøkonomiske fjernvarmepris i disse områder.
- Data for investering i fjernvarmenet og fjernvarmetilslutning. Herunder vurdering af udvikling af tilslutningsgraden ved fjernvarmeudbygning.
- Tekniske og økonomiske data for individuelle teknologier. Individuelle varmepumper er oftest det oplagte alternativ til fjernvarme, og dette er et vigtigt element i kataloget.

## Internationale og nationale rammer

Der er sket en historisk høj stigning af energipriserne over de seneste to år. En lignende stigning har ikke fundet sted siden oliekrisen i 1973. Naturgaspriserne i Europa er på det højeste niveau nogensinde, ligesom priserne for olie og kul er steget væsentligt. Dette skyldes en lang række faktorer, som har påvirket energiproduktionen og -markedet. Blandt de væsentligste er krigen i Ukraine, en øget efterspørgsel på råvarer og tørke i store dele af Europa.

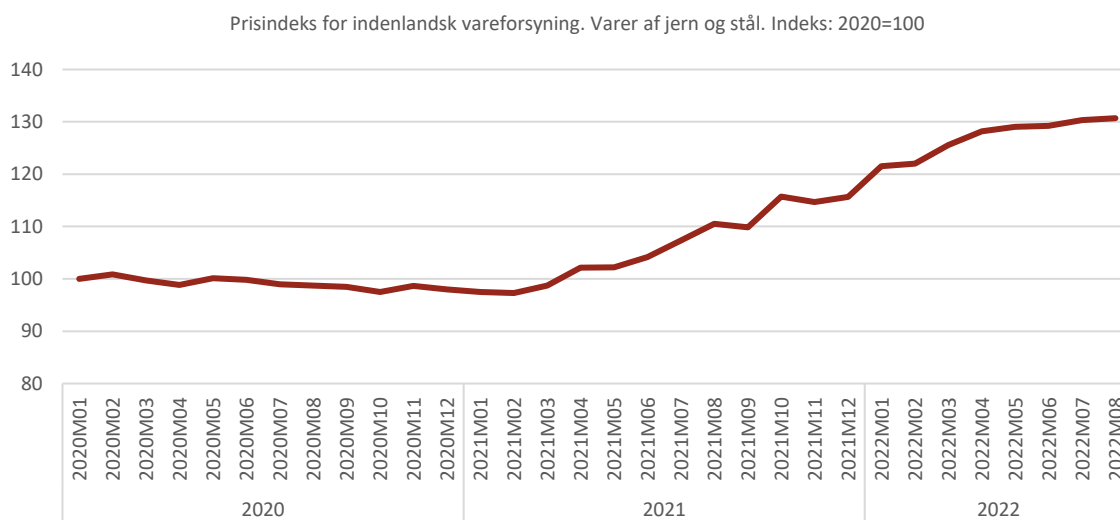
Energistyrelsens Teknologikatalog giver en oversigt over en række tekniske og økonomiske forudsætninger opgivet i forskellige nedslagsår, baseret på den forventede udvikling. For teknologierne er omkostningerne imidlertid opstillet inden den væsentlige stigning i omkostninger. Fx indikerer en stikprøveanalyse foretaget tidligere i år for udviklingen af individuelle varmepumper (1), at investeringsomkostningerne er steget med omkring 25% mellem primo 2021 og 2022. Samme stigende tendens ses for investeringer i fjernvarmeproduktion og -infrastruktur. Stigningerne skyldes øget efterspørgsel og et lavere udbud af metaller pga. krigen i Ukraine og en

langsommere genopstart af produktion efter covid19 pandemien. Det kan konkret ses, at metalpriser<sup>1</sup> gennemsnitligt er steget med 5%, hvis priserne fra januar til august 2022 sammenlignes med priserne i 2021. Ift. 2020 er prisen på metaller steget med 55% [2], hvilket påvirker omkostningerne for både individuelle opvarmningsløsninger og fjernvarmeløsninger.



Figur 1: Global udvikling i priser på metaller (aluminium, kobber, jern, nikkel, tin, zink og bly. Kilde: Verdensbanken.

Især prisen på jern har indflydelse på prisen på teknologier til varmeproduktion og -transport. I dansk kontekst [3] opgør Danmarks Statistik prisudviklingen på varer af jern og stål. Her ses det, at priserne er steget med 31% mellem 2020 og 2022. Prisstigningen er altså lavere end den prisstigning, som ses på de rå metaller på verdensplan. Udover prisen på jern alene skal den øgede efterspørgsel på teknologierne imidlertid også tages i betragtning. Eftersom en forskubbet balance mellem udbud og efterspørgsel ligeledes medfører øgede priser.



Figur 2: Udvikling af priser varer af jern og stål i Danmark. Kilde: Danmarks Statistik.

<sup>1</sup> Aluminium, kobber, jern, nikkel, tin, zink og bly (<https://thedocs.worldbank.org/en/doc/5d903e848db1d1b83e0ec8f744e55570-0350012021/related/CMO-Pink-Sheet-September-2022.pdf>)



Ifølge Finansministeriets *Økonomisk Redegørelse* fra august 2022, vil den fortsat stigende beskæftigelse og et stort pres på arbejdsmarkedet medføre en forventet tiltagende lønstigning. I 2021 voksede lønningerne med 2,9%, mens de forventes at vokse med 3,6% i 2022 og 2023. På trods af at den forventede stigning er på sit højeste siden 2008 vurderes de stadig at være forholdsvis afdæmpede set i lyset af konjunktursituationen, herunder den aktuelt, ekstraordinært høje inflation. Det bør dog bemærkes, at visse brancher kan have højere lønstigninger.

Efter de markante prisstigninger vurderes anlægspriserne for både individuelle og kollektive varmeløsninger, som er angivet i Teknologikataloget, ikke at afspejle de nuværende investeringsomkostninger, der vurderes at ligge ca. 25% over niveauet i 2020. Det er usikkert, om denne forhøjelse af prisniveauet er vedvarende, eller om det gradvist vil falde igen. Ifølge Verdensbankens *Commodity Markets Outlook* fra april 2022 forudses priserne på metaller at toppe i 2022 og falde igen i 2023, men det er usikkert, hvor stort faldet vil være. Derfor vurderes priserne ikke foreløbigt at nå ned på prisniveauet før krigen, og dermed vil det stadig ligge på et niveau, som er højere end det forudsatte i de kommende år.

For at reducere afhængigheden af naturgas og for at omlægge varmesektoren til at være fossilfri, kræves det, at varmesektoren omstilles hurtigt, og de fleste investeringer skal derfor foretages over de kommende ca. 5 år. Med baggrund i ovenstående vurderes det derfor, at investeringsomkostningerne i Energistyrelsens Teknologikatalog er for lave til at afspejle markedsprisen på varmeteknologier i den relevante periode, den kommende 5-årsperiode.

Det anbefales derfor ikke direkte at benytte priserne fra Teknologikataloget eller andre prisreferencer fra før krisen, da priserne vurderes at ligge under det nuværende prisniveau, samt det prisniveau som forventes i de nærmeste år. Dette gælder både for individuelle og kollektive varmeløsninger. Såfremt det ikke er muligt at finde mere nøjagtige priser, eksempelvis fra leverandører, anbefales det ud fra den forventede udvikling, at der skal tillægges en prisstigning på 15-25%<sup>2</sup> ift. priserne før krisen, fx for de fleste priser for opvarmningsteknologier opgivet i Teknologikataloget. Dette er imidlertid en antagelse, som bør tydeliggøres, eftersom den er behæftet med væsentlig usikkerhed. Desuden er det en antagelse, som skal ses ift. tidens udvikling, eftersom den nuværende situation i høj grad er et resultat af krigen i Ukraine. I dette forudsætningskatalog fokuseres på nogle teknologier, men prisstigningen må som udgangspunkt forventes at gælde for alle relevante teknologier, der indgår i de samfundsøkonomiske analyser, medmindre der kan argumenteres for andet.

Pga. de usikkerheder, som kan ses i forbindelse med fremskrivninger af omkostninger, vil afsnittet om følsomhedsanalyser se nærmere på, hvilke analyser som bør supplere de samfundsøkonomiske analyser for at tage højde for usikkerheden i den fremtidige markedsudvikling.

<sup>2</sup> Prisstigning i løbende priser, dvs. inkl. inflation.

# Generelle forudsætninger

## Offentligt tilgængelige kilder

Dette katalog skal være en hjælp til kommunerne i forbindelse med udarbejdelse af varmeplaner og tilhørende samfundsøkonomiske beregninger. Kataloget fokuserer på de forudsætninger, hvor der kan være størst usikkerhed og betydning. Derudover henvises til en række andre offentlig tilgængelige kilder, som anvendes i forbindelse med samfundsøkonomiske analyser:

**Teknologikataloget ([link](#)):** Udarbejdet af Energistyrelsen. Der er i alt 7 teknologikataloger, som hver især fokuserer på en teknologikategori og opgør standardiserede, tekniske forudsætninger for en lang række teknologier. Til varmeplanlægning er 3 af disse især relevante: "*Teknologikatalog for produktion af el og fjernvarme*", "*Teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg*" og "*Teknologikatalog for transport af energi*". Teknologikataloget bliver løbende opdateret.

**Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet ([link](#)):** Udarbejdet af Energistyrelsen og senest opdateret i juli 2021. Vejledningen beskriver den beregningsmetode, der skal anvendes ved samfundsøkonomiske analyser af projekter på energiområdet. Denne vejledning skal følges ved beregning af samfundsøkonomi i projektforslag.

**Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger 2022 ([link](#)):** Udarbejdet af Energistyrelsen og sidst opdateret i februar 2022. Beregningsforudsætningerne indeholder estimater for fremtidige priser for brændsler og el, beregningspriser for udledninger af CO<sub>2</sub> mv., samt emissionsfaktorer, brændværdier osv. som anvendes til samfundsøkonomiske analyser på energiområdet.

**Den samfundsøkonomiske diskonteringsrente, januar 2021 ([link](#)):** Udarbejdet af Finansministeriet og beskriver den diskonteringsrente, som bruges i samfundsøkonomiske beregninger.



## Varmeforbrug og energitæthed

Varmeforbrug og energitæthed for et område i en varmeplan er bestemt af de lokale forhold. Der henvises til flere kilder, hvor det er muligt at finde oplysninger til bestemmelse af disse faktorer:

**Bygnings- og Boligregistret (BBR) ([link](#)):** Indeholder oplysninger om Danmarks grunde, bygninger, tekniske anlæg og private boliger. Bygningsejerne har selv ansvar for at rette BBR-oplysningerne for deres ejendom. Af denne årsag er BBR ikke altid helt retvisende mht. varmekilde, men det kan give et godt overblik.

**Måledata for gasforbrug fra Evida ([link](#)):** Evida er det nationale gasdistributionsselskab. Det er muligt at få historisk gasdata for gasforbrugere, som kan bruges til at bestemme nøjagtigt varmeforbrug for gasforbrugere i en kommune. Kommunerne har mulighed for at udleveret data for egen kommune vha. linket. Andre kan henvende sig til [energiplaner@evida.dk](mailto:energiplaner@evida.dk).

**Varmeplan Danmark 2021 ([link](#)):** Varmeplan Danmark 2021 er en analyse udført af Aalborg Universitet, som ser nærmere på varmesektoren i fremtiden, herunder hvor det kunne være fordelagtigt at udvide fjernvarme. Projektet har også udviklet et interaktivt kort, hvor det er muligt at se estimerede varmebehov og energidensiteter for områder i Danmark. Disse er baseret på BBR, hvorfor der kan forekomme forskelle ift. virkeligheden.

## Energi-, el- og CO<sub>2</sub>-priser

El-, brændsels- og CO<sub>2</sub>-priser er omfattet af Energistyrelsens *Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger*, og behandles derfor ikke i dette katalog. Dog er det vigtigt at pointere, at især elpriserne varierer time-for-time og afregnes også herefter, hvorfor et årsgennemsnit for elprisen ikke nødvendigvis er retvisende i forbindelse med varmeproduktion. Der er to primære årsager til dette: 1) varmeproduktion har mere drift om vinteren, hvor elpriserne også er højere. Derfor vil varmeanlæg, som ikke agerer efter elprisen, generelt få en højere elpris end årsgennemsnittet. 2) Nogle anlæg, især større, kan tilpasse deres produktion til elpriserne og derved reducere deres el-omkostninger. I Energistyrelsens beregningsforudsætninger beskrives denne effekt som funktion af driftstid.

Beregningsforudsætningerne angiver også omkostningerne til transport af gas og el til forskellige typer af slutkunder. Energistyrelsens beregningsforudsætninger giver dog mulighed for, at der i konkrete tilfælde lokalt og under inddragelse af det lokale netselskab eller Energinet kan fastlægges andre tariffer baseret på de faktiske omkostninger forbundet med levering. Hvis der afviges fra de generelle forudsætninger, bør dette begrundes nærmere.

## Renteniveauet

I forbindelse med den igangværende krise, er renterne steget. Jf. vejledningen for samfundsøkonomiske analyser henvises dog til at bruge kalkulationsrenten fastsat af Finansministeriet. Renten afhænger af projektperioden. Tabellen herunder viser den rente, som skal bruges i samfundsøkonomiske analyser<sup>3</sup>:

	0-35 år	36 – 70 år	>70 år
Real diskonteringsrente	3,5%	2,5%	1,5%

<sup>3</sup> Finansministeriet, Den samfundsøkonomiske diskonteringsrente, januar 2021.



# Forudsætninger vedrørende fjernvarme

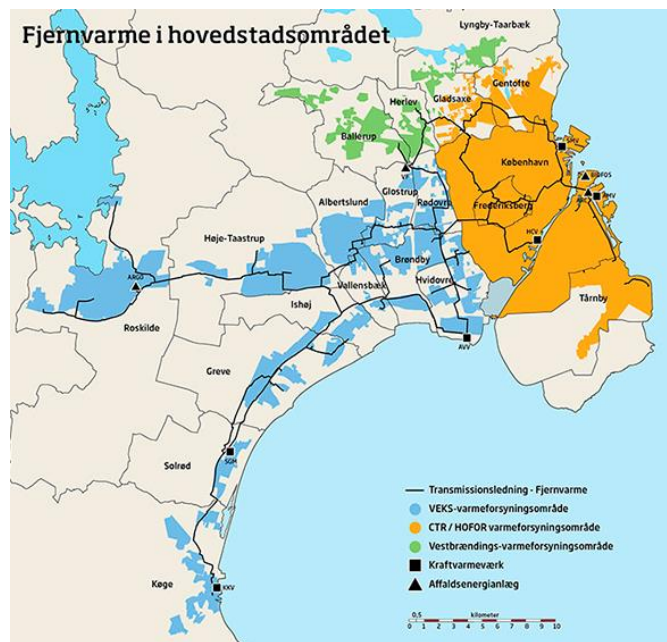
I dette afsnit gennemgås forudsætninger relateret til fjernvarmeproduktion og -distribution. Flere kommuner i Energi på Tværs' område er en del af sammenhængende fjernvarmesystemer, hvor flere produktionsanlæg og et sammenhængende net forsyner fjernvarmeforbrugerne. Det gælder fjernvarmesystemet i hovedstadsområdet, som dækker en række af kommunerne i Energi på Tværs, samt systemet i Nordøstsjælland (Forsyning Helsingør, Hillerød Forsyning og Norfors) og i det sammenhængende system fra Hillerød til Farum og videre til Værløse. I den nordlige og til dels vestlige del af området er det mere udbredt med mindre fjernvarmesystemer.

## Fjernvarme i Energi på Tværs geografien

Mange af kommunerne i Energi på Tværs er tilsluttet det sammenhængende fjernvarmenet i hovedstadsområdet.

Figuren til højre viser, hvordan fjernvarmesystemet i hovedstadsområdet ser ud i dag og hvilke områder, der forsynes. Varmen leveres fra fire forskellige varmeselskaber, CTR, HOFOR og VEKS og Vestforbrænding, som hver især har deres forsyningsområde.

Varmen i hovedstadsområdet produceres hovedsageligt på centrale kraftvarmeværker, herunder biomasse- og affaldsforbrændingsanlæg. Derudover har systemet en række spids- og reservelastkedler, primært baseret på olie og naturgas. Igennem de seneste år er der etableret elkedler og flere, mindre, decentrale varmepumper, og antallet af disse forventes at vokse fremover. Derudover råder systemet over to varmeakkumuleringsstanke, som øger systemets fleksibilitet, og et damvarmelager som forventes idriftsat i Høje Taastrup i løbet af 2022.



Nord for hovedstadsområdet forsynes en stor del af fjernvarmen også fra sammenhængende systemer. Det gælder dels i nordøst, hvor systemet strækker sig fra DTU og Holte i syd, der gennem Rude Skov er forbundet til Norfors-systemet i Birkerød og videre mod Hørsholm og helt til Forsyning Helsingørs område i nord. Varmen forsynes her i dag overvejende fra naturgasanlæg på DTU og hos Holte Fjernvarme, affaldsanlægget Usseødværket i Hørsholm og det træflisfyrede kraftvarmeanlæg i Helsingør samt spidslastkedler på olie og naturgas. Med Vestforbrændings udbygning af fjernvarme i Lyngby er DTU nu også koblet sammen med Vestforbrændings forsyningsområde i Lyngby og videre mod vest.

Mod nord er Vestforbrændings system koblet sammen med Værløse og videre mod Farum og Hillerød. Her kommer forsyningen overvejende fra Vestforbrændings affaldsanlæg i Glostrup, fra det nye, store luftvarmepumpeanlæg i Farum og fra træflis- og træpillefyrede anlæg i Hillerød. Grundlastanlæggene suppleres også her af spidslastkedler på olie- og naturgas. I begge de sammenhængende systemer er der endvidere etableret flere varmeakkumuleringsstanke til mere fleksibel udnyttelse af fjernvarmeproduktion.

Endelig er der i Energi på Tværs området flere mindre fjernvarmesystemer, særligt helt mod nord og i vest. Disse systemer forsynes typisk af 1-2 grundlastanlæg, fx biomassekedler, naturgaskraftvarme eller varmepumper, og af spidslastanlæg på olie eller naturgas. Desuden er der de fleste steder etableret en varmeakkumuleringsstanke.

## Analyse af fremtidig fjernvarmeproduktion og -pris

Nyt fjernvarmeforbrug i de sammenhængende net kan på kort sigt potentielt forsynes af de eksisterende anlæg i nettet, især om sommeren hvor varmeforbruget er lavt, og anlæggene i dag ikke driftes ved fuld last. Men som varmeforbruget stiger, eller eksisterende anlæg lukkes, vil det være nødvendigt at etablere nye anlæg. Derfor vil den ekstra varme, som skal produceres til nye områder ofte være en blanding af varme fra det eksisterende system og nye anlæg over den samfundsøkonomiske beregningsperiode (typisk 20 år). En opgørelse af, hvordan det nye varmeforbrug forventes forsynet, er en del af den samfundsøkonomiske analyse. Analysen bør således indeholde en opgørelse af, hvilken andel af varmen der forventes produceret af forskellige typer af varmeproduktionsanlæg for hvert af de forskellige år i analysen.

For mindre, enkeltstående fjernvarmesystemer vil de samme forhold være gældende. De samfundsøkonomiske analyser skal forholde sig til, hvor meget af det nye varmeforbrug, der kan forsynes af eksisterende anlæg, og behovet for nye anlæg.

For såvel de større sammenhængende systemer som de mindre systemer anbefales det at indgå i en dialog med det lokale forsyningsselskab om, hvorfra varmen mest hensigtsmæssigt forsynes.

Hvis et område i en kommune ikke allerede har fjernvarme, og dette ønskes, anbefales det, at enten undersøge muligheden for at etablere ny, lokal forsyning eller tilslutte sig et nærliggende fjernvarmenet.

Ved en udvidelse af fjernvarmesystemet vil ledig kapacitet på eksisterende anlæg på kort sig forventes at skulle forsyne de nye forbrugere afhængig af størrelsen på udvidelsen. Dermed vil fjernvarmeprisen være fastlagt af de variable omkostninger på eksisterende anlæg. Med tiden skal nogle af de ældre anlæg nedlægges og erstattes af ny kapacitet. På længere sigt vil fjernvarmeprisen således i højere grad være fastlagt af de langsigtede omkostninger for nye teknologier, fx varmepumper.

Da flere af systemerne i Energi på Tværs er store og indeholder lokale flaskehalse kræver det en ret detaljeret systemanalyse at vurdere præcist, hvad den samfundsøkonomiske omkostning for den marginale varme leveret fra systemet til en lokal udvidelse vil være. Derudover vil varmesammensætningen ændre sig med tiden. Hvis muligt kan der i konkrete projekter anvendes systemberegninger til at fastlægge, hvilke anlæg der leverer det nye varmeforbrug, og hvad fjernvarmeprisen er.

For hovedstadsområdet har VEKS som en hjælp til samfundsøkonomiske analyser udarbejdet et beregningsgrundlag, som kan anvendes. Beregningerne er baseret på systemberegninger af det sammenhængende fjernvarmesystem og på de nyeste energipriser fra Energistyrelsen<sup>4</sup>. Grundlaget er tilgængeligt i Excel og viser samfundsøkonomiske fjernvarmepriser ved en generel stigning af varmeforbruget i hovedstadsområdet. Med de nyeste prisforudsætninger ligger den samfundsøkonomiske fjernvarmeproduktionspris på 70 – 80 kr./GJ. Dertil kommer nettab, da der produceres mere varme, end der leveres hos forbrugeren, hvorved omkostningen an forbruger er højere. Se afsnit om nettab.

## Ny fjernvarmeproduktion

Fjernvarme kan produceres på mange forskellige anlæg. Om der er tale om et nyt anlæg i et eksisterende sammenhængende net eller i et mindre lokalt net, forventes det, at anlægget er fossilfrit. I "Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet" står der:

*Kommunalbestyrelsen kan ved en konkret projektansøgning beslutte, at scenarier, hvor der anvendes fossile brændsler som hovedbrændsel<sup>5</sup>, herunder mineralisk olie og naturgas, ikke anses som relevante scenarier til brug for de samfundsøkonomiske analyser. Hvis kommunalbestyrelsen beslutter at se bort fra fossile scenarier i de samfundsøkonomiske analyser, skal denne beslutning gælde for samtlige scenarier i de samfundsøkonomiske analyser (dvs. både projekt, reference og alternativer)*

Det antages også, at dette er gældende i forbindelse med de samfundsøkonomiske beregninger for en varmeplan. Det forventes ikke, at der planlægges fjernvarmesystemer, hvor hovedbrændslet er fossilt, hvorfor der her fokuseres på fossilfri teknologier. Dette er ikke en udtømmende liste af relevante teknologier. Især mht. varmepumper er der flere forskellige typer, men de beskrevne teknologier vurderes at være de mest relevante i en generel kontekst. For varmepumperne ses kun på eldrevne varmepumper og ikke absorptionsvarmepumper. Ny kraftvarme på biomasse eller affald forventes ikke at blive etableret over de kommende år og er derfor ikke medtaget her.

**Luftvarmepumpe:** Dette er en større udgave af den teknologi, som også anvendes til individuelle luft-vand varmepumper i boliger. Et anlæg består af en række ventilatorer, som overfører varme fra luften til en væske, hvorefter temperaturen hæves til det ønskede niveau vha. en eldrevne kølekreds.

**Overskudsvarme varmepumpe:** Denne teknologi optager varme fra en overskudsvarmekilde i stedet for luften. Overskudsvarmen kan stamme fra fx datacentre, industri og køling af bygninger. Da kilden er varmere, er denne

<sup>4</sup> Den seneste udgave er baseret på Energistyrelsens nyeste prisforudsætninger fra februar 2022. Priserne opdateres løbende, når Energistyrelsen opdaterer deres forudsætninger.

<sup>5</sup> Mere end 50% af samlede varmeforsyning. Affald, eldrevne varmepumper anses som fossilfri alternativer. Ledningsgas anses først som fossilfrit når produktionen af opgraderet biogas er lige så stor som det danske gasforbrug fra nettet.

type varmepumpe generelt væsentligt mere effektiv end luftvarmepumper. Det kræver dog naturligvis, at der er en varmekilde til rådighed tæt nok på fjernvarmenettet.

**Geotermi:** Dette er en anden type varmepumpe, hvor varmen, i form af varmt saltholdigt vand (typisk 30-70 grader), hentes fra dybe borer på ca. 1-3 km. Temperaturen øges til det rette niveau vha. en varmepumpe. Fordi kilden er varm, er varmepumper i geotermianlæg meget effektive. Dog er der et større elforbrug til at pumpe vandet op fra undergrunden, og borerne er omkostningstunge. Hvorvidt der er et potentiale samt hvor dybe borerne skal være, afhænger af området. Der er få geotermianlæg i drift i Danmark i dag, hvoraf ingen er 100% elbaserede, hvorfor erfaringerne i Danmark endnu er begrænsede.

**Grundvandsvarmepumpe/ATES anlæg:** Grundvandet i Danmark har typisk temperaturer på ca. 8-11°C. Grundvandsvarmepumper udnytter varmen i grundvandet. Teknologien kan anvendes alene til varmeproduktion eller som sæsonlager, hvor der også leveres køling (kaldes ATES). Hvorvidt der kan etableres en grundvandvarmepumpe på en lokalitet, afhænger af de geologiske forhold, samt hvorvidt der er drikkevandsinteresser i nærheden.

**Solvarme:** Solpaneler er en velkendt teknologi, som optager varme fra solen og overfører denne til en væske. Panelerne kan installeres på fx et markareal. Panelerne kan tilsluttes et døgn- eller sæsonlager, så varmen kan anvendes, når solen ikke skinner eller i måneder, hvor solindstrålingen er lavere. Solvarme bruges oftest som et supplement til andre varmekilder.

**Elkedel:** En elkedel omsætter el til varme i forholdet 1:1. Anlæggene er hurtigtregulerende, men da de ikke har samme høje virkningsgrad som varmepumpeteknologier, indgår de typisk i systemet som spidslast, eller anvendes, når elprisen er tilstrækkelig lav. Elkedler kan desuden levere systemtjenester til elnettet.

**Gaskedel med biogas:** Gaskedler anvendes til spidslast, hvor en stor andel af spidslast i dag består i dag af gaskedler som anvender ledningsgas. Ledningsgas består primært af naturgas, men andelen af biogas er stigende. Målsætningen er, at det danske gasforbrug skal være grønt inden 2030, vha. grønne gasser.<sup>6</sup> Gaskedler forventes derfor at blive fossilfrie, men ikke i perioden frem til 2028 hvor en stor andel af fjernvarmen forventes udbygget. Dog medtages de, fordi de kan bidrage med nødvendig fleksibilitet og reservekapacitet.

Herunder gennemgås tilgængelige data og analyser for fjernvarmeproduktionsanlæg. Der fokuseres på et udvalg af de beskrevne teknologier: luftvarmepumper, overskudsvarmepumper, geotermi, elkedler og gaskedler.

### Investeringsomkostninger

Forsyningskrisen har haft stor betydning for de aktuelle investeringsomkostninger for alle teknologier, herunder også fjernvarmeproduktionsteknologier. De aktuelle investeringsomkostningerne er højere, og det forventes, at de højere priser fortsætter i en periode endnu (se afsnit om internationale og nationale rammer). Derfor kan det være rimeligt at opjustere disse værdier under forudsætning af, at der laves en lignende vurdering af omkostninger for andre teknologier også, for at undgå forvriddning af analysen.

Udgangspunktet for investeringsomkostninger til samfundsøkonomiske analyser kan typisk være Energistyrelsens Teknologikatalog.

Projektet *Fremtidens fjernvarmeforsyning i Hovedstadsområdet 2050* (FFH50) omfattede en analyse af investeringsomkostninger for varmepumper, hvor vurderingen var, at investeringsomkostningerne lå 30-58% højere for en 10 MW luftvarmepumpe og 22-58% højere for en 10 MW overskudsvarmepumpe sammenlignet med Teknologikataloget. For geotermi forudsattes en lidt lavere investeringsomkostning end i Teknologikataloget, bl.a. fordi der blev indregnet en skalafordel for større anlæg, og fordi man antog, at erfaringen med sådanne anlæg vil stige. De højere omkostninger for luft- og overskudsvarme-varmepumper skyldes bl.a., at der tages højde for, at en højere fremløbstemperatur medfører en større investering. Teknologikataloget tager udgangspunkt i 70/35°C for luft- og overskudsvarme-varmepumper, hvilket er lavere end temperaturerne i flere eksisterende fjernvarmesystemer, herunder i hovedstadsområdet, hvor der i referencescenariet for FFH50 fx anvendes vintertemperaturer på 90/45°C. Jf. Teknologikataloget vil en sænkning af temperaturerne i nettet fra 80/40°C til

<sup>6</sup> "Klimaaf tale om grøn strøm og varme 2022. Et grønnere og sikrere Danmark", juni 2022. <https://www.regeringen.dk/media/11470/klimaaf tale-om-groen-stroem-og-varme.pdf>

70/35°C sænke investeringen med 13%.<sup>7</sup> Dertil kommer, at der i FFH50 også blev indregnet højere omkostninger til tilslutning til fjernvarmenettet. Derudover blev investeringsomkostningerne for elkedler også justeret i FFH50 projektet. Overordnet har FFH50 projektet regnet med højere investeringsomkostninger end Teknologikataloget, med undtagelse af geotermi, hvilket peger på, at det er vigtigt at tage hensyn til de lokale forhold.

I 2021 fik 20 anlæg godkendt deres ansøgning af Etableringsstøtten. Etableringsstøtten administreres af Energi styrelsen og er en ordning, som giver fjernvarmeselskaber mulighed for, at få tilskud til at etablere en varmepumpe eller et solvarmeanlæg (4). De 20 varmepumpeanlæg var en kombination af luftvarmepumper og forskellige typer væske-vand varmepumper. Luftvarmepumpeprojekterne fremlagde en vægtet gennemsnitlig investeringsomkostning på 7,55 mio. kr. per MW i deres projektbeskrivelser. Det er vigtigt at påpege, at disse data afspejler forventningerne til investeringsomkostninger i efteråret 2021, og at projekterne på daværende tidspunkt ikke var færdigprojekterede. Derfor afspejler tallene ikke færdigbyggede anlæg eller de udviklinger i det internationale miljø, som er indtruffet efterfølgende.

Jf. PlanEnergi, baseret på indkomne tilbud, lå investeringsomkostninger for store luftvarmepumper etableret i perioden 2016-2021 mellem 5,6 og 8,4 mio. kr./MW. Investeringsomkostningen er højst for små anlæg under 2 MW, og lavest for anlæg over 15 MW.

Kilde	2020-kr. ekskl. moms	Kapacitet	Investeringsomkostning
Luft	Teknologikataloget (2020 værdier)	1 MW 3 MW 10 MW	11,5 mio. kr./MW 7,6 mio. kr./MW 6,9 mio. kr./MW
	FFH50*	10 MW	8,3-10,1 mio. kr./MW
	Etableringsstøtten	-	7,55 mio. kr./MW
	Indkomne tilbud 2016-2021	<2 MW til >15 MW	5,6-8,4 mio. kr./MW
Overskudsvarme	Teknologikataloget (2020 værdier)	1 MW 3 MW 10 MW	9,9 mio. kr./MW 6,9 mio. kr./MW 5,4 mio. kr./MW
	FFH50*	10 MW	6,1-7,9 mio. kr./MW
Geotermi	Teknologikataloget (2020 værdier)	44/17°C (1200m) 68/33°C (2000m)	21,2 mio. kr./MW + 1,5-3 mio. kr.** 22,4 mio. kr./MW + 1,5-3 mio. kr.**
	FFH50	56/17°C	16,1 mio. kr./MW
Elkedel	Teknologikataloget (2020 værdier)	1-25 MW	0,56-1,2 mio. kr./MW
	FFH50***	>10 MW	0,7-1,3 mio. kr./MW
Gaskedel	Teknologikataloget (2020 værdier)	0,5-10 MW	0,48 mio. kr./MW
	FFH50	-	0,48 mio. kr./MW

Tabel 1: Investeringsomkostninger fra forskellige kilder. Tal fra Teknologikataloget og FFH50 er opgjort i prisår 2020.

\*) Investeringsomkostninger for varmepumper i FFH50 afhænger af, om varmepumpen tilsluttes transmissions- eller distributionsnettet.

<sup>7</sup> Teknologikataloget nævner, at en øget nettemperatur (fra 70/35°C til 80/40°C) hæver investeringsomkostningerne med 15%. Her er formuleringen vendt, så besparelsen ved den samme sænkning bliver 13%.

\*\*\*) Der tillægges en fast omkostning på 1,5-3 mio. kr. til indledende screening, seismiske undersøgelser og geologisk model.  
 \*\*\*) Investeringsomkostninger for elkedler i FFH50 afhænger af, hvorvidt den er afbrydelig eller uafbrydelig.

Tabel 1 viser investeringsomkostningerne for luft- og overskudsvarme-varmepumper som opgjort i forskellige kilder. Det er vigtigt at pointere, at ingen af disse kilder tager hensyn til den aktuelle forsyningskrise, og data for prisstigningerne jf. den nuværende situation er begrænset. Dette skyldes, at antallet af nyetablerede anlæg er begrænset, og desuden kan der være stor variation i omkostninger afhængig af det specifikke anlæg, hvorfor det er svært at konkludere noget på baggrund heraf. Dog kan man på baggrund af stigningen i jernvarer og arbejds-løn, foretage et skøn over, hvad den forventede prisstigning er. Som nævnt tidligere voksede lønningerne med 2,9% i 2021 og forventes at vokse med 3,6% i 2022. Derudover er metalvarer steget med 31%.

For de forskellige typer anlæg udgør installationen mellem 15-30% af investeringsomkostningen. Hvis ovenstående procenter tillægges hhv. installationen og udstyret/komponenterne fås en samlet prisstigning i størrelsesorden 25%.

*Ud fra ovenstående vurderes de aktuelle 2022 priser at ligge ca. 25% over 2020-priserne i Teknologikataloget før moms og inklusive inflation mellem 2020 og 2022. Over de næste år er det som tidligere nævnt, forventningen, at priserne kan falde igen, og en rimelig prisstigning fra 2020- til 2022-priser for projekter, der gennemføres over de kommende ca. 5 år vurderes at ligge lidt lavere på 15-25%. Dog er det vigtigt, at lignende betragtninger laves for luft-vand varmepumper og fjernvarmenet. Dog som nævnt, er der stor variation mellem anlæg af samme type grundet specifikke forhold, og derfor anbefales først og fremmest at tage en dialog med det lokale forsyningselskab omkring de forventede investeringsomkostninger for et produktionsanlæg.*

Det anbefales at lave følsomhedsanalyser for investeringsomkostningerne. Se kapitlet om væsentlige følsomhedsanalyser.

### Drift og vedligehold

Der henvises til værdierne i Teknologikataloget for drift og vedligehold. Et udsnit heraf er vist i Tabel 2.

2020-kr ekskl. moms	Fast D&V 1.000 kr./MW/år	Variabel D&V kr./MWh/år
10 MW luft	16,0	13,5
10 MW overskudsvarme	16,0	13,5
Eldreven geotermi - 1200m brønd	175	45,7
Elkedel	8,6	4,0
Gaskedel	15,6	8,0

Tabel 2: Omkostninger til drift og vedligehold. Her udvælges specifikke teknologier. Der henvises til Teknologikataloget for alle værdier.

### Virkningsgrader

Virkningsgraderne for de forskellige typer anlæg har stor betydning for den endelige varmeproduktionsomkostning. Elkedler og gaskedler har forholdsvis stabile virkningsgrader, som forventes at ligge omkring 100%. En kondenserende gaskedel kan have en virkningsgrad, som ligger lidt højere end 100%<sup>a</sup>.

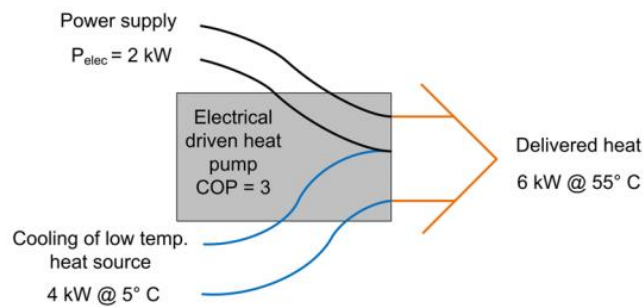
#### Tema: Varmepumpers virkningsgrad

Virkningsgraden for en varmepumpe benævnes COP (*Coefficient of performance*) og angiver virkningsgraden ved en bestemt driftstilstand. En varmepumpe anvender i princippet samme teknologi som et køleskab, blot med det omvendte formål, at levere varme i stedet for kulde. En varmepumpe optager varmeenergi fra en kilde (fx udeluften) og øger temperaturen vha. elektricitet. Elektriciteten bruges til at drive en kølekreds. Afhængig af kildens temperatur og den ønskede fremløbstemperatur, skal der bruges mere eller mindre elektricitet for at opnå den ønskede temperatur. Derfor varierer COP'en over året og mellem anlæg, afhængig af de specifikke forhold.

<sup>a</sup> Jf. Teknologikataloget.

Figur 3 viser en principtegning for konceptet. I eksemplet optages 4 kW fra en 5°C kilde, fx luft, og samtidig anvendes 2 kW elektricitet til at hæve temperaturen yderligere til 55°C og derved produceres 6 kW varme. COP'en beregnes som den leverede mængde varme divideret med den tilførte elektricitet, og derfor har denne varmepumpe en COP på 3 eller 300%.

Husstandsvarmepumper forsynes typisk med en elpatron, som kan booste temperaturen yderligere i de koldeste timer. Elpatronen alene har en virkningsgrad på ca. 100%, hvorfor meget elpatrondrift reducerer den gennemsnitlige COP.

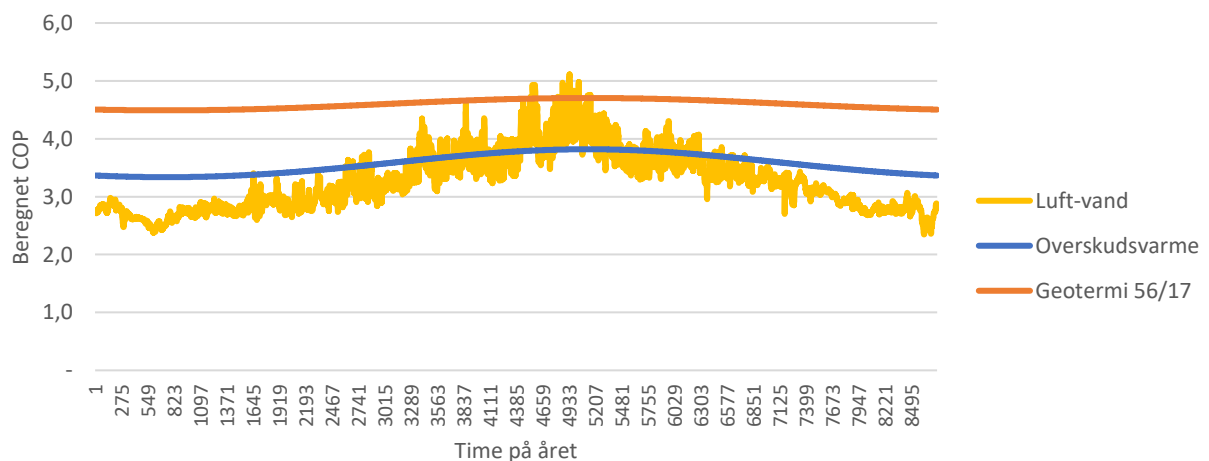


Figur 3: Kilde: ENS "Technology catalogue for heating installations", august 2022.

Da en varmepumpes COP varierer med dens kilde- og fremløbstemperatur, samt eventuel elpatrondrift, er det vigtigt at tage hensyn til de specifikke forhold, som varmepumpen opererer under, når den forventede gennemsnitlige COP over året beregnes.

#### Varmepumper til fjernvarmeproduktion

Figur 4 viser et beregnet eksempel på, hvordan COP'en varierer over året for tre fjernvarmepumpetyper tilsluttet et net med fremløbstemperaturer mellem 80°C og 90°C og returtemperaturer mellem 45°C og 50°C, afhængig af sæsonen. Den gennemsnitlige COP, afhænger derfor også af perioden, hvori den driftes. Hvis varmepumpen kun driftes i de kolde måneder, vil den opnåede COP være lavere end en tilsvarende varmepumpe, som i højere grad er i drift hele året. Især for luft-vand varmepumpen kan dette have stor betydning. Hvis en varmepumpe tilsluttes på transmissionsnettet og skal levere højere temperaturer, vil COP'en blive reduceret.



Figur 4: Beregnet, teoretisk COP baseret på data fra projektet FFH50. Det antages, at nettet har frem- og returtemperatur på hhv. 80-90°C og 45-50°C afhængig af sæson. Overskudsvarmepumpens kildetemperatur er 25°C mens geotermi har kilde- og injektionstemperatur på hhv. 56°C og 17°C (som der henvises til i navnet).

Luftvarmepumpen vil have størst variationer i COP'en over året, fordi udeluftens temperatur har store udsving, mens geotermi og overskudsvarmepumper har langt mere stabile varmekilder.



### Data for store varmepumpers COP

Tabel 3 viser en oversigt over de COP'er fra forskellige kilder.

Den første kilde er Teknologikataloget, som opstiller data for luft- og overskudsvarme-varmepumper på hhv. 1, 5 og 10 MW. For geotermi opstiller Teknologikataloget data for 2 temperatursæt og 2 brønddybder. Geotermi kan have meget høje COP'er ved tilstrækkeligt høje brøndtemperaturer, da det bliver muligt at optage varme vha. direkte varmeveksling, og da COP'en for varmepumper øges. En luftvarmepumpe vil som udgangspunkt have lavere gennemsnitlig COP sammenlignet med overskudsvarme og geotermi, pga. den lavere kildetemperatur. Tallene tager udgangspunkt i frem- og returtemperatur i fjernvarmenettet på hhv. 70°C og 35°C. For geotermi omfatter tallene dog også fjernvarmenet frem- og returtemperatur på hhv. 80°C og 40°C.

Den næste kilde er FFH50, hvor COP'en opgøres som funktion af temperaturen i nettet samt antallet af driftstimer i løbet af året (mellem 4.000 og 8.000 timer). Det ses, hvordan de forventede COP'er reduceres, som temperaturen i fjernvarmenettet stiger. Disse værdier er teoretisk beregnet.

Kilde 3 viser den gennemsnitlige COP for de projekter, som blev godkendt til Etableringsstøtten i 2021. Luft-varmepumperne havde til sammen en forventet gennemsnitlig COP på 348%. Det er vigtigt at pointere, at disse anlæg ikke er idriftsat endnu, hvorfor tallene ikke afspejler driftserfaringer, men forventninger.

Dansk Fjernvarme har data på en række eksisterende anlæg, og de gennemsnitlige COP'er er derfor et godt billede af de reelle effektiviteter. Data omfatter 91 luftvarmepumperne med en gennemsnitlig kapacitet på ca. 1,7 MW og 25 overskudsvarme-varmepumper med en gennemsnitlig kapacitet på 2,4 MW. Det er vigtigt at pointere, at den viste COP er et gennemsnit over mange forskellige anlæg. Det ses, at den gennemsnitlige COP for overskudsvarme i disse anlæg ligger højere end de andre kilder. Dette kan skyldes forholdene, hvor anlæggene er installeret.

Der er ikke nogen geotermianlæg med eldrevne varmepumper i drift i Danmark i dag, hvorfor det ikke har været muligt at anskaffe relevante erfaringsdata for geotermianlæg.

Som data også viser, er det ikke muligt at give et enkelt tal for den gennemsnitlig COP, da det afhænger af vilkårene, den individuelle varmepumpe har, samt type. Men Tabel 3 giver et overblik for det forventede spænd.

**Det anbefales at diskutere placering ift. eksisterende net, varmekilde og temperaturforholdene med det lokale forsyningselskab for at komme nærmere den mest retvisende gennemsnitlige COP i det konkrete projekt.**

Det anbefales at udføre følsomhedsanalyser for virkningsgraderne. Se kapitlet om væsentlige følsomhedsanalyser.

Kildenr.	Eks. moms	Luft	Overskudsvarme	Geotermi
1	Teknologikataloget, 2021	2,55 - 3,50 (70/35°C)	4,00 - 5,10 (70/35°C)	5,48 - 11,90 ** (70/35°C og 80/40°C)
	FFH50: 70°C/40°C *	3,50 - 3,90	4,80 - 5,00	5,40
2	FFH50: 90°C/50°C *	2,90 - 3,30	3,50 - 3,70	4,90 - 5,00
	FFH50: 115°C/55°C *	2,40 - 2,70	2,80 - 2,90	3,90 - 4,00
3	Etableringsstøtten kollektive varmepumper	3,48	-	-
4	Eksisterende anlæg	3,1	5,4	-

Tabel 3: Tabel som viser forventet COP for eldrevne varmepumpeteknologierne til fjernvarmeproduktion i forskellige kilder.

\*) Spændet viser COP'en ved fuldlasttimer mellem 4.000 og 8000 timer, hvor der tages gennemsnittet af de koldeste timer af året (luft-temp.). Geotermi antager brøndtemperatur på 56°C

\*\*) Spændet viser geotermi ved brøndtemperaturer på hhv. 44 og 68°C. Desuden afspejler de høje COP-værdier cases, hvor injektionstemperaturen er relativt høj, hvilket ikke er sædvanligt ved design af geotermianlæg i Danmark.

## Levetid

Den forventede levetid for de beskrevne teknologier er angivet i Teknologikataloget. Det anbefales at anvende disse værdier, hvis der ikke foreligger dokumentation for andre værdier. Levetiden for overskudsvarme-varmepumper, luftvarmepumper og gaskedler er opgivet som 25 år. Elkedlers levetid er opgivet som 20 år.

## Fjernvarmenettet

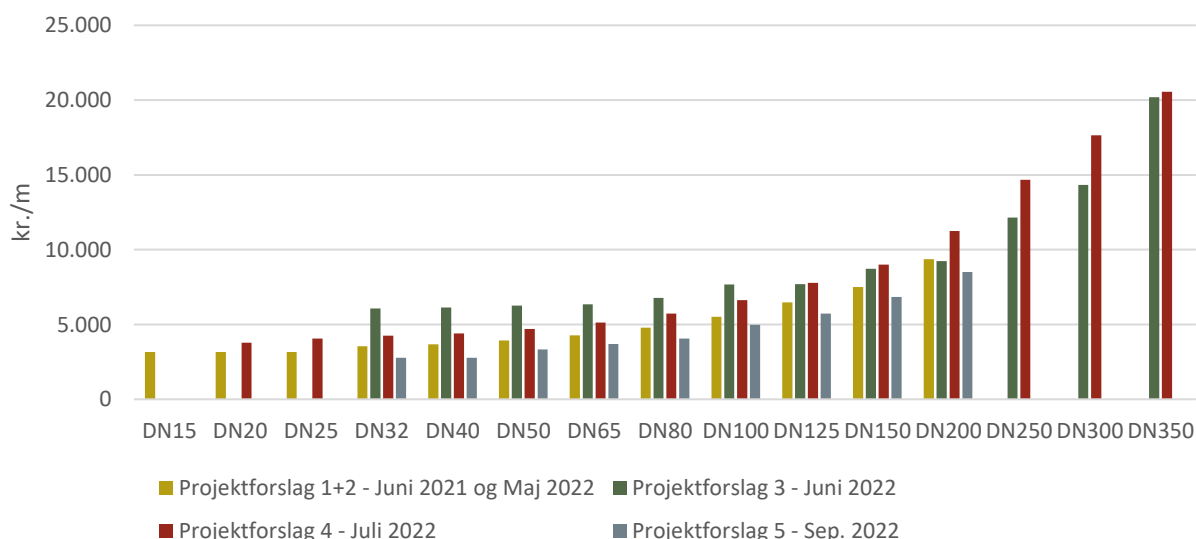
Selve infrastrukturen omkring fjernvarme, fjernvarmenettet, er en væsentlig omkostning forbundet med at etablere fjernvarme. Når der udlægges fjernvarme til nye områder, er det som tidligere nævnt nødvendigt at vurdere varmedensiteten i området, og hvor området ligger i forhold til eksisterende net og varmeproduktion. Dette er nødvendigt, eftersom etablering af nyt fjernvarmenet er omkostningstungt. Det kræver derfor en relativ høj varmedensitet, før det er rentabelt at udlægge.

## Investeringsomkostninger

Investeringsomkostningerne/anlægspriser for fjernvarmeledninger varierer væsentligt på tværs af projektforslag. Ifølge Energistyrelsens *Pris og levetidskatalog for danske fjernvarmevirksomheder* fra 2018 er det formentligt det område, hvor priserne varierer mest i fjernvarmeprojekter. Dette skyldes både variationer i de rå priser på rør og entreprenøromkostninger, og derudover er det forskelligt, hvorvidt anlægspriser opgøres inkl. omkostninger til landinspektør, byggeledelse, tilsyn etc. eller kun til rørindkøb, smedearbejde og gravearbejder. Dertil har lokale forhold betydning for omkostningerne. Det vil eksempelvis være dyrere at grave i områder med høj befæstningsgrad end langs en mark. Figur 5 viser eksempler på anlægspriser for forskellige rørstørrelser opgivet i projektforslag for fjernvarme i kommuner i Region Hovedstaden og Region Sjælland. Alle projektforslag er fra kommuner, der er en del af Energi på Tværs. Af figuren kan det ses, at priserne varierer, eksempelvis er priserne opgjort i projektforslag 5 væsentlig lavere end de resterende projektforslag, dette på trods af at projektforslag 5 er fra sep. 2022, og derfor burde inkludere det seneste års prisstigninger.

Eftersom priserne varierer i så høj grad, er det udfordrende at komme med et realistisk spænd, som kan anvendes bredt og generelt på tværs af kommunerne i Energi på Tværs.

I stedet anbefales det at tage udgangspunkt i priser opgivet af det lokale forsyningselskab. Det må forventes, at priserne på rør, ligesom på resten af komponenterne i fjernvarmen er steget over de seneste to år, givet den nuværende situation. Prisen på fjernvarmenettet kan derfor forventes at være højere end i sammenlignelige, tidligere projektforslag.



Figur 5: Priser på rør anvendt i projektforslag for fjernvarme udrulning på tværs af 10 forskellige kommuner, som er en del af Energi på Tværs. Bemærk at den ene serie (projektforslag 1+2) dækker over to projektforslag som benytter samme priser for rør. Priserne på anlægning af rørene udgøres på tværs af projektforslagene af de rene anlægspriser tillagt mellem 10 og 35 % som udgør forventede ekstra omkostninger for uforudsete udgifter, projektering, etc. Priserne i figuren er inkl. dette.

## Nettab

I fjernvarmenettet vil der ske et varmetab til omgivelserne. Nettabet afhænger af fjernvarmenettets udformning herunder isoleringsgraden, rørtypen og -størrelsen, distancen varmen skal transporteres og fremløbs- og returtemperaturen. Tabet afhænger derudover også af temperaturen på omgivelserne, eftersom større temperaturforskelle mellem fjernvarmetemperaturen og temperaturen i omgivelserne, vil øge tabet. Når tabet i fjernvarmenet beregnes, skal man være opmærksom på, at der sker tab i det samlede net, dvs. i transmissionsnettet, distributionsnettet og stikledningerne. Det er vigtigt, at det hele opgøres for at kende det reelle varmetab. Når tabet for et nyt område beregnes, tages der kun udgangspunkt i det såkaldte marginale tab, altså det ekstra tab, der forekommer ved udbygningen. Man medregner ikke tabet i det eksisterende net, da dette tab forekommer, uanset om man tilslutter nye områder eller ej.

Ifølge kapitel 113 i Energistyrelsens teknologikatalog for transport af energi ligger tabet gennemsnitligt indenfor intervallet 15-20%, men samtidig påpeges, at der kan være stor variation afhængig af forholdene. Tabet vil imidlertid være lavere såfremt varmen transporteres over kortere afstande og i mere effektive rør. Det estimerede tab i fjernvarmenet i nyere projektforslag (2021-) i Region Hovedstaden og Region Sjælland ligger generelt lavere på mellem 10% og 15%. Intervallet afspejler forskelle i områdernes energitæthed (tæt bebyggelse henholdsvis parcelhuskvarter).

***Når et nyt fjernvarmeområde planlægges, defineres temperaturerne i nettet, rørtype, rørdimensioner og rørlængder. Ud fra denne information er det muligt at vurdere det forventede tab for det specifikke projekt, hvilket giver den mest nøjagtige opgørelse og derfor anbefales. Hvis der anvendes standardværdier, anbefales det at bruge værdierne i Teknologikataloget.***

## Levetid for rør

Den forventede tekniske levetid for fjernvarmerør anslås af Teknologikataloget at være 40 år. Dette er igen i den lave ende ift. forventningerne i førnævnte projektforslag, hvor fjernvarmerørene vurderes at have en levetid på mellem 50 og 60 år. Dansk Fjernvarme henviser til, at rørene ifølge Dansk Standard (DS/EN 253) har en forventet levetid på 50 år ved temperaturer under 115 °C.

***Det anbefales, at der for fjernvarmerør følger det angivne af Dansk Standard, og anvender en forventet teknisk levetid på maksimalt 50 år, medmindre der er et velunderbygget grundlag for at anvende længere levetid.***

## Tilslutningsprocent

Før udrulning af fjernvarme kan realiseres, skal der, efter gældende regler pr. september 2022 dokumenteres en positiv samfunds-, selskabs- og brugerøkonomi i varmeplaner. En vigtig faktor, for at dette kan opnås, er, at der opnås en tilstrækkelig stor tilslutningsgrad for fjernvarmen. Opnås der ikke en tilstrækkelig høj tilslutning til, at økonomien kan hænge sammen for det enkelte projekt, vil det i henhold til varmeforsyningsloven ikke være muligt at udrulle fjernvarme i det givne område. Hastigheden af tilslutningen er også vigtig for økonomien, idet en langsom tilslutning vil belaste projektets økonomi i de første år, hvor tilslutningsgraden så vil være lav og de relative varmetab og netomkostninger dermed høje.

Indtil 2019 var der mulighed for at anvende tilslutningspligt i områder, som blev udlagt til fjernvarme, hvorfor boligejere kunne blive pålagt at tilslutte sig fjernvarmenettet. Muligheden for at anvende tilslutningspligt er imidlertid fjernet, hvilket betyder, at boligejere nu aktivt skal tage stilling til, hvorvidt de ønsker fjernvarme, og de kan ligeledes frit vælge alternative varmekilder. Som alternativ til tilslutningspligten har der i foråret 2022 været diskuteret en automatisk "Ja-tak ordning", for at skabe en sikkerhed for fjernvarme investeringer. En ordning, hvor boligejere med et gasfyr automatisk har sagt ja tak til fjernvarme, hvis kommunen og det lokale fjernvarmeselskab har besluttet det konkrete område udlagt til fjernvarme. I klimaaftalen om grøn strøm og varme fra juni 2022 er der blevet tilsidesat økonomi til at nedsætte en task-force, som undersøger mulighederne og konsekvenserne ved en automatisk ja-tak-ordning.

Den eksisterende varmekilde, drifts-/varmeomkostninger og varmeteknologiens alder i en husstand har stor betydning for, hvorvidt en husstand vil tilsluttes fjernvarme. En metode til at kortlægge potentialet er derfor at benytte BBR-registeret, som opgør varmekilde pr. husstand. Derudover anbefales det at anvendes gasdata fra EVIDA, eftersom der ofte er usikkerheder forbundet med BBR-registeret, da boligejere selv skal angive, når der skiftes opvarmningsform. Gasdata kan tilgås på [gasdata.dk](http://gasdata.dk). Lokale forhold er af stor betydning, når det vurderes, hvor høj en tilslutning, der kan forventes ved udrulning af fjernvarme.

Når den sandsynlige tilslutning i et område skal vurderes, er den bedste tilgang for en kommune derfor at forholde sig til de lokale forhold. Som tommelfingerregel kan der regnes med, at størstedelen af alle husstande med olie-, træpiller og gasfyr vil have interesse i at skifte til fjernvarme, mens få af husstandene med elvarme og varmepumper vil skifte opvarmningsform.

Når udlægning af fjernvarme planlægges til at blive udrullet på længere sigt, er der risiko for, at især flere gas- og olie-fyr skiftes til varmepumper før tidspunktet for fjernvarmens udrulning. Det vil reducere tilslutningsprocenten. Det er vigtigt at forholde sig kritisk overfor forventet tilslutningsprocent, især hvis fjernvarmen først forventes udrullet om nogle år. Dette gør sig især gældende med de nuværende priser på naturgas, som skaber stort incitament for gasfyrede husstande til at skifte opvarmningstype.

Eftersom tilslutningsprocenten er så væsentlig for samfundsøkonomien i et fjernvarmeprojekt, er det et sted, hvor kommunale planlæggere bør være opmærksomme på og kritisk over for de bagvedliggende forudsætninger.

*Overordnet anbefales kommuner at anvende information om den eksisterende varmeforsyning ved bedømmelse af den forventede tilslutningsprocent. Det anbefales at tage højde for, at en andel af husstandene skifter til varmepumper, hvis udrulningen af fjernvarme først finder sted om nogle år.*



# Lokale, fælles varmeløsninger

I en række af Energi på Tværs kommunerne er der byområder, som ligger for langt fra eksisterende fjernvarmenet til, at det er rentabelt at udbrede fjernvarmen. I nogle af disse områder vil det kunne betale sig at undersøge mulighederne for en lokal, fælles varmeløsning. Fordelene ved en lokal, fælles varmeløsning, sammenlignet med en individuel varmeløsning er blandt andet, at den begrænser det udeareal, der skal anvendes ved den enkelte bolig (til fx udedel af luft-vand varmepumpe), og at fælles varmeløsninger ofte kan driftes med højere virkningsgrad end individuelle varmepumper.

## Tekniske løsninger

Der eksisterer en række forskellige mulighederne for at etablere lokale fælles varmeløsninger. Dette afsnit leverer ikke en udtømmende liste over de aktuelle muligheder for en lokal fælles varmeløsning, men nogle alternativer til individuelle varmeløsninger.

Lokale fælles varmeløsninger er ofte baseret på en jordvarmebaseret løsning. De lokale, fælles varmeløsninger er et alternativ til den individuelle varmeløsning i de områder, hvor den traditionelle fjernvarme ikke er rentabelt at udbrede. En lokal, fælles varmeløsning kan for eksempel baseres på et fælles net af uisolerede rør, som er tilsluttet en varmekilde. Varmekilden kan f.eks. være jordvarme, lodrette borer og lokal overskuds-/spildvarme mm. Varmekilderne, der anvendes, vil i de fleste tilfælde være af lavere temperaturer, som vil skulle hæves gennem en varmepumpe. Varmepumperne kan både placeres i hvert hus (kun en indedel) eller på et fælles område ved f.eks. tætliggende rækkehuse. I sidste tilfælde vil der skulle trækkes isolerede rør, der via et vandbaseret system, leder varmen fra varmepumpen ud til de enkelte huse. Kombinationen af et fælles varmeoptagersystem med uisolerede rør og indedelen af varmepumpen placeret i de enkelte huse, kaldes ofte et termonet.

Kombination af jordvarmepumpernes højere virkningsgrad, sammenlignet med en individuelle luft-vand varmepumpe, samt bedre mulighederne for at optimere og styre driften af varmesystemet, giver lokale, fælles

varmeløsninger nogle driftsfordele som differentierer sig fra de individuelle luft-vand varmepumper. De uisole-rede rør kan give mulighed for at lave en fællesløsning i områder, hvor varmetæthed ikke gør det muligt at etablere rentabel traditionel fjernvarme. En lokal, fælles varmeløsning kan derfor være en løsning i fx landsbyer, som ligger langt fra eksisterende fjernvarmenet, rækkehuse hvor luft-vand varmepumpe kan skabe støjgener eller nybyggeri, hvor termonettet etableres i forbindelse med byggeriet.

## Lovgivning

Det er usikkert, hvorvidt lokale, fælles varmeløsninger på over 0,25 MW med fælles varmeoptagernet og individuelle varmepumper i hvert hus (termonet), defineres som en kollektiv varmeforsyning i henhold til varmeforsyningsloven. Energistyrelsen er på nuværende tidspunkt i dialog med aktører på området. Såfremt de lokale, fælles varmeløsninger ikke falder under varmeforsyningsloven, vil det ikke være muligt at tilbyde kommunal garantistillelse. Kommunen har dog stadig mulighed for at finansiere projektering og rådgivning til borgergrupper, som ønsker at etablere og drive lokale, fælles varmeløsninger. I varmeaftalen mellem Regeringen og KL fra den 29. juni 2022 er der afsat midler til, at kommunerne kan understøtte mindre, fælles varmeforsyning uden for de områder, hvor fjernvarmen udbygges. Derudover har flere kommuner stillet puljer til rådighed, som kan bruges til lignende understøttelse.

## Mere information

**KL vejledningsmateriale:** I aftalen fra 29. juni 2022 lægges der op til, at kommunerne skal bidrage til understøttelse af kollektiv varmeforsyning uden for områder udlagt til fjernvarme. Derfor vil KL inden udgangen af 2022 have vejledningsmateriale klar til kommunerne, som kan understøtte deres bistand til borgerne i forbindelse med lokale, fælles varmeløsninger.

**Termonet håndbog ([link](#)):** Gate 21 har som en del af Interreg-projektet FUTURE, udarbejdet en håndbog om termonet, som præsenterer cases fra allerede eksisterende termonet. Derudover bliver der i håndbogen redegjort for forskellige ejerskabs- og driftsformer af et termonet.

**Termonet Danmark:** Foreningen er en uafhængig almennyttig forening, hvis formål er at udbrede viden om termonet og medvirke til at accelerere udbredelsen af grøn, kollektiv varmeforsyning. Kommuner kan gratis blive medlem af foreningen og derved indgå i månedlige netværksmøder, samt hente inspiration fra samfundsøkonomiske beregninger af termonet i eksisterende byggeri og i nybyggeri.



# Individuelle varmepumper

I samfundsøkonomiske analyser, hvor en udbygning af fjernvarme skal sammenlignes med det relevante alternativ, forventes det relevante alternativ i nærmest alle situationer at være en individuel luft-vand varmepumpe. Dette skyldes, at luft-vand varmepumper anses som det billigste, grønne alternativ til fjernvarme.

Der er andre grønne alternativer til fjernvarme, men disse forventes som standard ikke at have lavere omkostninger end luft-vand varmepumper, hvorfor der her kun fokuseres på denne teknologi.

## Investeringsomkostninger

Den nuværende forsyningskrise har haft stor betydning for aktuelle investeringsomkostninger for alle teknologier, herunder også luft-vand varmepumper. Derudover er efterspørgslen for disse steget voldsomt. Udgangspunktet for investeringsomkostninger til samfundsøkonomiske analyser har tidligere været Teknologikataloget, men de aktuelle investeringsomkostningerne er højere, og det forventes, at de højere priser fortsætter i en periode endnu (se afsnit om internationale og nationale rammer). Derfor kan det i varmeplaner være rimeligt at opjustere disse værdier, antaget at der laves en lignende vurdering af omkostninger for fjernvarme også, for at undgå forvriddning af analysen.

Teknologikataloget opgjorde at en varmepumpe i 2020 kostede ca. 81.600 kr. ekskl. moms.<sup>9</sup>

En stikprøveanalyse udført af Ea Energianalyse for Dansk Fjernvarme i maj 2022 viste en prisstigning på ca. 25% sammenlignet med Teknologikataloget. Inflationen siden 2020 er omfattet af denne prisstigning. [1]

Jf. Bosch, september 2022, vurderes de aktuelle priserne at ligge ca. 10-35% højere end investeringsomkostningen i Teknologikataloget for en varmepumpe, afhængig af producent, kvalitet, m.m. [5] Da Teknologikataloget

<sup>9</sup> Varmepumpen har en kapacitet på 7 kW ekskl. elpatron opgjort ved -7/55°C. Dette vurderes tilstrækkeligt til en standard, eksisterende bolig, med et varmebehov på ca. 18 MWh.

beskriver en gennemsnitlig varmepumpe, altså hverken den dyreste eller billigste model, forventes prisstigningen at ligge på ca. 25% ekskl. moms og inkl. inflation.

*Ud fra ovenstående vurderes de aktuelle 2022 priser at ligge ca. 25% over 2020-priserne i Teknologikataloget før moms og inklusive inflation mellem 2020 og 2022. Over de næste år er det som tidligere nævnt forventningen, at priserne kan falde igen, og en rimelig prisstigning fra 2020- til 2022-priser for projekter, der gennemføres over de kommende ca. 5 år vurderes at ligge på 15-25%. Dog er det vigtigt, at lignende betragtninger laves for fjernvarme og fjernvarmenet.*

Grundet usikkerhederne for investeringsomkostningerne, især i kommende år, anbefales det at lave følsomhedsanalyser for investeringsomkostninger. Se kapitlet om væsentlige følsomhedsanalyser.

#### *Note omkring varmepumpers kapacitet*

Hvis der laves beregninger for andre størrelser varmepumper, er det vigtigt at være opmærksom på, hvordan kapacitet opgøres. Når der sammenlignes kapacitet for forskellige varmepumper, er det vigtigt at sikre, at kapaciteten er opgjort ved samme temperatursæt, fx -7/55°C (udetemperatur: -7°C, fremløb: 55°C), da kapaciteten er afhængig af driftsforholdene. Der henvises til værdierne refereret i varmepumpelisten fra Energistyrelsen, da disse værdier stammer fra test udført af uafhængigt testlaboratorium. Listen opgør også forventet COP ved forskellige driftsformer.

Varmepumpers kapacitet tilpasses i højere grad bygningsbehovet, og leverandører har derfor et større udvalg af kapaciteter sammenlignet med fx et gasfyr. En varmepumpe med dobbelt så meget kapacitet har ikke en dobbelt så høj investeringsomkostning. En ikke uvæsentlig del af investeringen er nemlig installationsomkostningerne, og endvidere er det ikke alle komponenter, som ændres i størrelse. Derfor er det ikke muligt at lave en direkte korrelation mellem kapacitet og investeringsomkostning, ved op- og nedskalering af kapaciteten.

## Virkningsgrad

Varmepumpers gennemsnitlige virkningsgrad (COP) er et emne, som har været til stor diskussion. Der henvises til kapitlet om virkningsgrader for store varmepumper til fjernvarmeproduktion for en generel beskrivelse af COP.

Som også nævnt under afsnittet om varmepumper i fjernvarme ovenfor, afhænger den gennemsnitlige COP af driftsforholdene, især fremløbstemperaturen og lufttemperaturen. Det betyder, at varmepumpens virkningsgrad varierer over året og er afhængig af, om der produceres varme til rumvarme eller varmt brugsvand. Bygninger med gulvvarme har lavere fremløbstemperaturer og vil derfor typisk opnå højere virkningsgrader. Derudover er varmepumperne typisk forsynet med en elpatron til at supplere varmepumpen i de koldeste timer. Ved større brug af elpatronen vil systemets virkningsgrad falde.

Når en husstand installerer en individuel varmepumpe, installeres der typisk ikke udstyr, som overvåger dens drift, medmindre der er tale om en varmepumpe på abonnement. Derfor er målte data for den gennemsnitlige COP-værdi begrænsede. Herunder gennemgås en række undersøgelser, som er gennemført for området, hvorefter der laves en anbefaling for den gennemsnitlige virkningsgrad for luft-vand varmepumper.

“Styr din Varmepumpe vers. 2” udarbejdet af ForskEL i 2015 opgjorde resultaterne fra måling for varmepumper installeret i 2010 eller tidligere. Testanlæggene omfattede en blanding af jordvarme og luft-vand varmepumper. Analysen konkluderede, at den gennemsnitlige COP var 290%. Der påpeges, at de nyeste installationer opnår gennemsnitlige COP på eller over denne værdi. Da varmepumperne i analysen er 12+ år i dag, må det forventes, at der er sket en udvikling siden, både i forhold til teknologien men også installationen, hvor dårlige udført installationer kan have store konsekvenser for COP'en. (6)

I 2019 lavede COWI analysen “Evaluering af abonnementsordningen for varmepumper til boligejere”. Denne analyse analyserede driften af varmepumper på abonnement. Knap 400 luft-vand varmepumper viste en gennemsnitlig COP på 300%. I analysen er store og gamle huse overrepræsenteret ift. det gennemsnitlige parcelhus i Danmark. Dette kan have en negativ indvirkning på den gennemsnitlige COP fordi disse huse har større tendens til højere fremløbstemperaturer. På den anden side har virksomhederne bag abonnementerne et incitament til at overvåge og sikre en god drift, da deres økonomi afhænger af det (8).

I 2020 udgave Fraunhofer rapporten “Wärmepumpen in Bestandsgebäuden – Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt “WPsmart um Bestand”, hvor varmepumper installeret i eksisterende, tyske bygninger. Analysen viste



COP'er for 29 luft-vand varmepumper mellem 250%-380% med et gennemsnit på 310% (outliers på 410% og 460% er fjernet). Varmepumperne var installeret i eksisterende bygninger med varierende isoleringsgrad og alder. Analysen konkluderede bl.a., at det ikke er nødvendigt at lave en gennemrenovering af ældre bygninger for at få en acceptabel varmepumpe drift. [9]

Den nyeste udgave af Teknologikataloget blev udgivet i primo 2021. Teknologikataloget tager udgangspunkt i data fra Energistyrelsens, Varmepumpeliste, hvor data stammer fra uafhængige test af varmepumperne, men tager også bestik af analyser, der er foretaget på området. Det er vigtigt at pointere, at tallene repræsenterer den gode varmepumpeinstallation, uden fejl. Varmepumpernes data er korrigeret for brugsvandopvarmning, hvor COP'en antages at være 220% pga. den højere temperatur. Fremskrivningen af COP'en er baseret på den procentvise udvikling set mellem 2015 og 2020 i Varmepumpelisten.

I juni 2021 udgav Teknologisk Institut en rapport, som undersøger 28 varmepumpeinstallationer (4 jordvarme, resten luft-vand) udført mellem 2015 og 2021, dog flest i 2020. Formålet var bl.a. at undersøge kvaliteten af installationerne og deres gennemsnitlige COP, samt kvantificere effekten af at lave forbedringer. Den forventede gennemsnitlige årsvirkningsgrad for alle undersøgte installationer er 2,9-3,2.<sup>10</sup> I installationer kun med gulvvarme er gennemsnittet 3,1-3,4. I installationer med radiatorer alene eller i kombination med gulvvarme er gennemsnittet 2,7-3,0. Efter energiforbedringerne tilnærmede værdierne sig Teknologikataloget. Analysen viser desuden, at generelt er kvaliteten af varmepumpeinstallationer væsentligt forbedret sammenlignet med den tidligere undersøgelse fra 2017, udført af Teknologisk Institut og Insero, og antallet af store fejl er betydeligt reduceret. [10]

Tabel 4 viser en oversigt over de tre forskellige kilder. Det er vigtigt at pointere, at alle kilder tager højde for, at der både produceres rumvarme og varmt brugsvand, samt eventuelt elpatron drift.

Kilde	Gennemsnitlig COP
Styr din Varmepumpe, 2015	2,90
Evaluering af abonnementsordningen for Varmepumper til boligejere, 2019	3,00
Fraunhofer, 2020	3,10
Teknologikatalog, 2021	3,15 (2020-værdi) 3,30 (2025-værdi)
Den gode installation af varmepumper, 2021*	Radiatorer/kombi: 2,7-3,0 Gulvarme: 3,1-3,4

*Tabel 4: Oversigt over studier for den gennemsnitlige COP af varmepumper i eksisterende bygninger. Eksisterende bygninger har hovedsageligt radiatorer, især i gasområder. I områder med meget gulvvarme vil den gennemsnitlige COP være højere end tallene vist her.*

*\*) Her vises tallene før forbedringerne af installationer udført ifm. projektet. Disse forbedringer øgede den gns. COP med +0,2 for gulvvarme og +0,4 for radiatorer/kombi.*

Den store efterspørgsel på luft-vand varmepumper i Europa pga. krisesituationen skubber både en teknologisk udvikling men også installatørernes kompetencer, begge aspekter som har betydning for den gennemsnitlige COP. Omvendt kan den store efterspørgsel også risikere at aktivere mindre erfarne installatører samt lav-kvalitetsprodukter. Dog er der allerede set en betydelig forbedring af kvaliteten af installationer den seneste årrække [10].

**Ud fra kilderne beskrevet ovenfor Tabel 4: Oversigt over studier for den gennemsnitlige COP af varmepumper i eksisterende bygninger. Eksisterende bygninger har hovedsageligt radiatorer, især i gasområder. I områder med meget gulvvarme vil den gennemsnitlige COP være højere end tallene vist her.**

**\*) Her vises tallene før forbedringerne af installationer udført ifm. projektet. Disse forbedringer øgede den gns. COP med +0,2 for gulvvarme og +0,4 for radiatorer/kombi.**

**anbefales det at anvende en gennemsnitlig COP på ca. 3,0 for varmepumper i eksisterende områder, hvor der forventes at være en stor andel af bygningerne opvarmet med radiatorer. Overordnet anbefales det at sikre, at**

<sup>10</sup> Årsvirkningsgraderne er beregnet ud fra en kortere måleperiode.

*den anvendte COP er baseret på nyere kilder, da der forventes at være sket en forbedring af kvaliteten af installationer den seneste årrække* (10).

Derudover anbefales at lave følsomhedsanalyser for virkningsgraderne. Se kapitlet om væsentlige følsomhedsanalyser.

## Drift og vedligehold

Omkostninger til drift og vedligehold opgøres i Teknologikataloget til 2.300 kr. ekskl. moms for 2020 og knap 1.700 kr. ekskl. moms for 2025. Der henvises til at bruge disse værdier.

Reduktionen i omkostninger skyldes udgivelsen "Opfølgende aftale ifm. Klimaftale for energi og industri mv." fra oktober 2020. Heri lægges op til at frekvensen for det lovpligtige eftersyn af små varmepumper reduceret til hvert andet år. Derfor forventes en andel af varmepumpeejere at reducere antallet af eftersyn hvorfor den gennemsnitlige udgift til drift og vedligehold reduceres. Aftalen er pt. i høring. Det er vigtigt at pointere at drift og vedligehold også indeholder omkostninger til reservedele, m.m.

## Levetid

Levetiden for en luft-vandvarmepumpe opgøres i Teknologikataloget til 16 år. Der henvises til at bruge denne værdi.



# Væsentlige følsomhedsanalyser

Samfundsøkonomiske analyser gennemføres almindeligvis for en lang periode på 20 år eller mere. I denne periode er der betydelig usikkerhed om teknologier og priser. Følsomhedsanalyser er derfor en central del af en samfundsøkonomisk analyse. Følsomhedsanalyser tester beregningernes robusthed overfor ændringer i centrale forudsætninger.

Generelt bør følsomhedsanalyser laves intelligent, så de afspejler realistiske spænd. Grundet større usikkerheder i det internationale miljø, kan det overvejes at lave lidt bredere følsomhedsanalyser end ellers.

Det bør altid overvejes, hvilke forudsætninger der er særligt usikre eller kritiske for beregningens udfald. Relevansen af forskellige følsomhedsanalyser afhænger af de specifikke forudsætninger opstillet i varmeplanen. De følgende følsomhedsanalyser er imidlertid vigtige på tværs af de fleste varmeplaner og bør derfor medtages:

- **Brændsels- og elpriser.** Som tidligere nævnt skal de samfundsøkonomiske beregninger tage udgangspunkt i el-, brændsels- og CO<sub>2</sub>-priser opgivet i Energistyrelsens samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger. Beregningsforudsætningerne kan ses som et "bedste bud", men er estimeret på baggrund af en række forudsætninger, som kan ændre sig. Eksempelvis har el- og brændselspriserne været historisk høje i 2022, i forhold til tidligere fremskrivninger, og det er særdeles usikkert, hvor hurtigt priserne vil falde tilbage til et lavere og blivende niveau.
- **Investeringsomkostninger** både for fjernvarmeproduktionsanlæg, fjernvarmenet og individuelle opvarmningsformer. I 2022 er investeringsomkostninger øget væsentligt, pga. den nuværende situation, som blandt andet har medført øgede priser på metaller. Der er en væsentlig usikkerhed i

investeringsomkostningerne, og derfor er det nødvendigt at teste, hvordan andre prisudviklinger vil påvirke varmeplaners samfundsøkonomiske rentabilitet. Når der foretages følsomhedsanalyser på investeringsomkostningerne for at afspejle den generelle prisudvikling, er det vigtigt at variere investeringsomkostningerne på alle de forskellige teknologier, eftersom de må forventes at påvirkes på samme måde, hvis eksempelvis prisen på materialer stiger yderligere. Hvis man justerer prisen på en individuel varmepumpe, skal prisen på de store varmepumper altså ligeledes justeres, og vice versa. Altså det ville ikke være retvisende at variere investeringsomkostningen for en enkelt teknologi.

- **Tilslutningsgrad.** Fjernvarmeprojekter er følsomme over for tilslutningsgraden, og der bør derfor ses på samfundsøkonomiens følsomhed over for ændring af denne forudsætning.
- **COP-værdi** både for fjernvarmeproduktionsanlæg og individuelle varmepumper.

# Referencer

- [1] Ea Energianalyse, »Prisudvikling for luft-vand varmepumper til enfamiliehuse,« 2022.
- [2] Verdensbanken, »World Bank Commodities Price Data (The Pink Sheet),« 2 Sep 2022. (Online). Available: <http://www.worldbank.org/commodities>.
- [3] Danmarks Statistisk, »Statistikbanken,« 2022. (Online). Available: <https://www.statistikbanken.dk/PRIS1115>.
- [4] Energistyrelsen, (Online). Available: <https://ens.dk/ansvarsomraader/varme/grundbeloebets-ophoer-og-grundbeloebetsindsatsen>. (Senest hentet eller vist den september 2022).
- [5] Bosch, Interviewee, (Interview). September 2022.
- [6] Intelligent Energistyring AmbA, Teknologisk Institut, Exergi Partners, Neogrid Technologies, Eurisco, ArosTeknik, Liab, Insero Energy, »Styr Din VarmePumpe vers. 2,« 2015.
- [7] Energistyrelsen, »Evaluering af abonnementsordningen for varmepumper til boligejere,« 2019.
- [8] Fraunhofer, »Wärmepumpen in Bestandsgebäuden – Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt "WPsmart um Bestand",« 2020.
- [9] Teknologisk Institut, »Den gode installation af varmepumper,« Juni 2021.
- [10] CTR, HOFOR, VEKS og Vestforbrændingen, *Fremtidens fjernvarmeforsyning i hovedstadsområdet 2050*, 2022.
- [11] Danmarks Statistik, »Nyt fra Danmarks Statistik,« Danmarks Statistik, 23 August 2022. (Online). Available: <https://www.dst.dk/Site/Dst/Udgivelser/nyt/GetPdf.aspx?cid=39932>.

