

ektorkobling ccs Fjernvarme
Kraftvarmeanlæg
mproduktion CO2 Lag
Overskudsvarme
CCS Overskudsvarmepotentiale
Sektorkobling Biomasse
Energikilder
Effektivitet Varmeproduktion Elked
Samproduktion Affaldsenergi Varmepumpe Aff
CU Fjernvarmens Overskudsvarmepotent
Lagring
Vedvarende energi Elektrificering
ktion Overskudsvarme rolle
de energi i energisystemet CO2-neutral
Bæredygtig biomasse Varmekilde
ekilde Energi Klima
Kraftvarme CCU Elprodukti
dsenergi Grøn omstilling Balance
skudsvarmepotentiale Robusthed
Elkapacitet
Fjernvarmeproduktion Sektorko
Effektivitet

Værdi for dig, mig og resten af samfundet

Den danske fjernvarmesektor er kendetegnet ved, at den leverer grønne løsninger til gavn for Danmark.

Vi leverer grøn varme til flere end 1,8 mio. danske boliger og dermed 3,7 mio. danskere. Det er de samme danske boligejere, der enten direkte i en andelsforening eller indirekte gennem kommunen, ejer de danske fjernvarmeselskaber. Og det er de samme 3,7 mio. danskere, der hver dag stiller krav til deres fjernvarmeselskab om at levere grøn varme altid. De har høje forventninger til den komfort, vi skal levere.

Men de danske fjernvarmeselskaber gør heldigvis meget mere end det.

Vi bidrager til at sikre forsyningssikkerheden i vores elsystem, der bliver stadigt mere og mere grønt. Men som også bliver mere og mere fluktuerende. Her leverer vores kraftvarmeværker den nødvendige balance, så vi hver især har strøm i kontakten, når vi har brug for det.

Vi er gået forrest i at indfri vores klimamål. I dag kommer 76,9 procent af fjernvarmen fra grønne vedvarende energikilder. Og i 2030 forventer vi, at sektoren er nået helt i mål og dermed er 100 procent grøn.

Samtidig er en lang række selskaber, ikke mindst affaldsenergianlæg, involveret i projekter, hvor vi vil fange, lagre og udnytte CO₂. Det stod ikke skrevet i kortene for blot en håndfuld år siden, at affaldsenergisektoren skulle være en af de sektorer, der står for noget af den mest fremsynede teknologiudvikling, vi har oplevet herhjemme i de seneste mange år.

Vi skaber værdi ved at udnytte overskudsvarmen fra industrien, herunder også de kommende Power-to-X anlæg. Analyser viser, at salg af overskudsvarme til fjernvarmen kan forbedre konkurrenceevnen for PtX-anlæg placeret i Danmark i forhold til nabolande uden udbredt fjernvarme.

Jeg håber, du vil nyde denne udgivelse, hvor vi har samlet op på nogle af de bidrag, som den danske fjernvarmesektor giver til os, til boligejerne og til samfundet.

Rigtig god fornøjelse.

Jesper Frost Rasmussen

Formand, Dansk Fjernvarme

Indhold

Introduktion	5
Et energisystem i forandring.....	5
Fjernvarmen kan bidrage til integration af stigende mængder VE.....	5
Sammenfatning.....	6
Baggrund	8
Elektrificering.....	8
Integration af stigende mængder VE.....	9
Fremtidens fjernvarmeproduktion.....	9
Energieffektivitet	12
Fordele ved kollektive frem for individuelle varmepumper.....	14
Fjernvarmens samspil med elsektoren	15
Samproduktion af el og varme.....	15
Kraftvarmens værdi for elsektoren.....	15
Elektrificering af fjernvarmen.....	16
Udnyttelse af overskudsvarme	17
Overskudsvarme og PtX.....	18
Grøn omstilling	20
CO ₂ -neutral fjernvarme i 2030.....	21
CO ₂ -fangst, lagring og anvendelse.....	21
CCUS giver store mængder overskudsvarme, som kan udnyttes i fjernvarmen.....	22
Referencer	23

Introduktion

Fjernvarmen kom for alvor i fokus i 2022, da den russiske invasion af Ukraine sendte energipriserne på himmelflugt. Siden har landets fjernvarmeselskaber arbejdet på højtryk for at udrulle fjernvarme til så mange som muligt så hurtigt som muligt. Mere end 58.000 boliger fik fjernvarme i 2022. Det er den største tilgang af nye fjernvarmeforbrugere i 30 år. Mange forbrugere har stået (eller står stadig) over for valget om en varmepumpe her og nu eller at vente på, at fjernvarmen bliver udrullet til deres område. Mange vælger at vente på fjernvarmen. Det skyldes nok især fordele såsom stabile og lave priser sammenlignet med andre opvarmningsformer, ligesom det fra et forbrugersynspunkt kan have stor værdi at slippe for ulemper i form af fx støjgener, pladsbehov, ansvaret og omkostningerne ved drift og vedligehold af en individuel varmepumpe. Fjernvarmen kommer dog med en række andre fordele, som er mindre åbenlyse fra et forbrugerperspektiv, men vigtige fra et samfundsperspektiv. Fjernvarmen åbner dørene for at samtænke energisystemet (kaldet sektorkobling) til gavn for de involverede parter og samfundet.

Et energisystem i forandring

Der vil i nær fremtid komme store mængder grøn energi fra vindmøller, solceller, biogas og snart også fra Power-to-X-anlæg. Det kræver stærke tværgående løsninger. Til gengæld er gevinsterne meget store såvel økonomisk som for klimaet. Fjernvarmen vil i hjertet af de tværgående løsninger kunne skabe samfundsmæssige fordele for elsystemet; for den nødvendige indsats med at reducere udledningen af drivhusgasser og ved at gavne energiindustrien lige fra eksport¹ til udvikling af nye teknologier som geotermi, Power-to-X (PtX) og Carbon Capture Utilisation and Storage (CCUS).

Denne rapport har til formål at belyse, hvordan fjernvarmen skaber værdi for samfundet gennem integration med det samlede energisystem.

Energisystemet er under hastig forandring. En stigende andel fluktuerende vedvarende energi skal indpasses i systemet, hvilket kan udfordre elforsyningsikkerheden. I fremtidens elsystem er der i langt højere grad behov for fleksibelt forbrug for at sikre samtidighed mellem forbrug og produktion. Samtidig forventes det, at batterier og andre former for energilagring, sammen med bæredygtig biomasse og grønne gasser, får en større rolle i sikringen af effektilstrækkelighed og balancering af efterspørgsel og udbud af elektricitet (Energinet, 2022).

Fjernvarmen kan bidrage til integration af stigende mængder VE

Danmark har en række styrkepositioner sammenlignet med øvrige EU-lande i forhold til at integrere de stigende mængder vedvarende energi, herunder fjernvarmesektoren. Når der er meget sol og vind i systemet og elprisen derfor er lav, kan fjernvarmens eldrevne kedler og varmepumper producere varme, der enten kan bruges med det samme eller lagres i akkumuleringstanke eller andre former for varmelagre og bruges til senere opvarmning. Fjernvarmesystemet kan således ses som et enormt energilager, hvor "overproduktionen" af el kan gemmes. Når elprisen omvendt er høj, kan fjernvarmen slukke for de elforbrugende anlæg mod til gengæld at producere el på termiske kraftvarmeanlæg. På denne måde kan fjernvarmen bidrage til at løse udfordringerne på elmarkedet, men fjernvarmen skaber også værdi for andre sektorer, fx for industrien ved udnyttelse af overskudsvarme, der ellers ville gå til spilde.

I afsnit 2-6 redegøres for fjernvarmens rolle i energisystemet med fokus på en række udvalgte områder. Det har ikke været formålet med rapporten at redegøre for fjernvarmens samlede samfundsmæssige værdiskabelse, men nærmere at eksemplificere, hvordan fjernvarmen, udover sin kerneopgave, også skaber værdi i andre sektorer. Indledningsvist, i afsnit 2, karakteriseres fremtidens energisystem ved opsummering af scenarierapporter fra en række centrale aktører i energisektoren. Afsnit 3 redegør for fjernvarmens grundlæggende fordele i form af energieffektivitet og fleksibilitet, der giver sig udslag i lave og stabile priser sammenlignet med andre opvarmningsformer. Afsnit 4 beskriver fjernvarmens samspil med elsektoren, mens afsnit 5 har særligt fokus på sektorkobling og fordelene ved at udnytte overskudsvarme, herunder overskudsvarme fra PtX, og det fremadrettede potentiale ved at udnytte overskudsvarme. Endelig redegør afsnit 6 for den grønne omstilling af fjernvarmeproduktionen, sektorens ambitioner om CO₂-neutralitet og potentialet for indfrielse af CO₂-reduktioner i andre sektorer.

¹ I alt blev der i 2022 eksporteret fjernvarmeteknologi og -services for 6,3 mia. kr. (Dansk Industri, Green Power Denmark, Energistyrelsen og Dansk Fjernvarme, 2023).

Sammenfatning

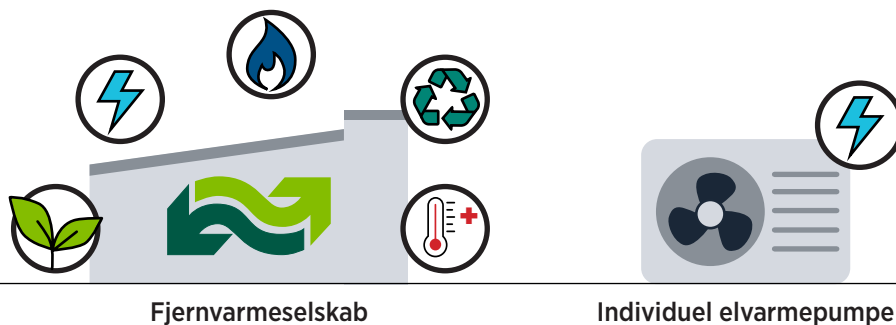
Energieffektivitet

Danmarks første fjernvarmeanlæg opstod for 120 år siden ud fra et ønske om at udnytte overskudsvarmen fra affaldsforbrænding. Sidenhen blev også overskudsvarmen fra elproduktion udnyttet, ligesom fjernvarmen i dag også udnytter overskudsvarme fra industrielle processer, hvor der genereres varme, såsom køling, tørring, inddampning og smeltning. En stor del af fjernvarmen baserer sig således på at udnytte energikilder, der ellers ville gå til spilde, hvilket øger den samlede effektivitet i energisystemet.

Dertil kommer, at en kollektiv varmforsyning giver mulighed for at udnytte forskelle i varmeaftagernes forbrugsmønstre, som betyder, at der er behov for en mindre samlet kapacitet i forhold til individuel varmforsyning. Det reducerede kapacitetsbehov (typisk ca. ned til 62 pct. af summen af de tilsvarende individuelle varmebehov) er en væsentlig faktor for at spare anlægsinvesteringer og spare på drift (minimere spidslastbehovet).

Robusthed

Fjernvarmeselskabernes mulighed for at vælge mellem flere forskellige brændselskilder sikrer høj varmforsyningsikkerhed og gør fjernvarmeprisen mindre sårbar overfor store udsving i priserne på de enkelte teknologier. Det er en af årsagerne til, at fjernvarmeselskaberne i stort omfang har kunnet holde priserne i ro under den seneste energikrise, hvor prisen på øvrige energiformer steg voldsomt. Fjernvarmens brændselsfleksibilitet og evne til at udnytte energikilder, der ellers ville gå til spilde, bidrager desuden til at reducere forbruget af fossile brændsler og den deraf følgende afhængighed af importerede brændsler.



Fjernvarmeselskaberne benytter flere brændsler og teknologier, som sikrer stabile varmepriser og høj forsyningsikkerhed. Individuel opvarmning, fx varmepumper, er mere sårbar overfor udsving i priserne på de enkelte teknologier

Sektorkobling mellem el og fjernvarme

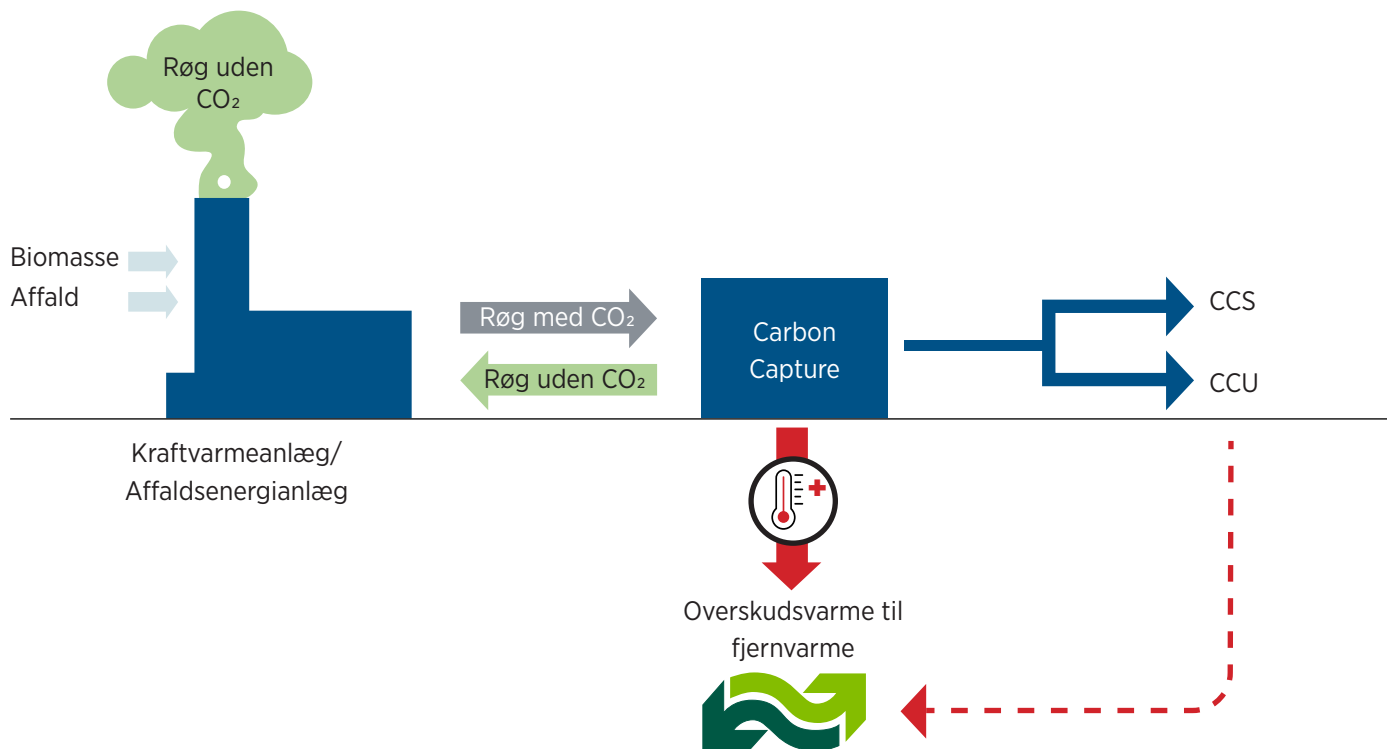
El- og varmesektorerne er naturligt sammenkoblet gennem samproduktionen af el og varme på kraftvarmeværker. Kraftvarmeværkerne sikrer, at vi i Danmark har en betydelig kapacitet til at producere el, når der ikke produceres sol- eller vindenergi. Værkerne kan således anvendes til at udligne ubalancer mellem forbrug og produktion i elsystemet og bidrager derved til elforsyningsikkerheden. Fremover forventes en stadig større del af fjernvarmen dog at blive produceret med eldrevne varmepumper og elkedler. Elkedlerne har især stort potentiale, når de kombineres med akkumuleringstankene eller andre former for varmelagre. Det gør det muligt at producere mere end nødvendigt på elkedlerne, når der er relativt lave elpriser eller efterspørgsel på reguleringsydelser til elsystemet.

Den producerede varme lagres så i akkumuleringstankene og anvendes på senere tidspunkter, når der ikke er vind og sol, og elpriserne igen stiger. På den måde kan fjernvarmesektoren fungere som et stort batteri for elsektoren, hvor "overskudsstrøm" fra vind og sol kan udnyttes på en god måde.

Sektorkobling mellem industri og fjernvarme

Fjernvarmesektorens udnyttelse af overskudsvarme fra industrien, herunder i fremtiden fra PtX-industrien og datacenterindustrien, skaber værdi for både fjernvarmesektoren og de nye industrier. Fjernvarmeselskaberne får adgang til en CO₂-neutral varmekilde, og samtidig kan industriens gevinst ved salg af overskudsvarme medvirke til at forbedre konkurrenceevnen for PtX-anlæg placeret i Danmark i forhold til nabolande uden udbredt fjernvarme. Fjernvarmesektoren kan derudover skabe værdi for PtX-anlæg ved at levere bæredygtigt kulstof fra CO₂-fangst til PtX-anlæggenes produktion af grønne brændsler og produkter, som kan erstatte fossile brændsler i andre sektorer.

Desuden kan fjernvarmesystemet fungere som bindeled mellem overskudsvarme fra PtX og virksomheder, der har brug for procesvarme i industrielle processer.



CO₂-fangst kan give CO₂-reduktioner og processen medfører store mængder overskudsvarme, som kan udnyttes i fjernvarmen.

Grøn omstilling

Fjernvarmeproduktionen har gennemgået en massiv grøn omstilling fra historisk at være domineret af olie, kul og naturgas til i dag at være domineret af bæredygtig biomasse og andre vedvarende energikilder. Fjernvarmesektorens ambition er at sikre 100 pct. CO₂-neutral opvarmning i 2030. Derudover kan fjernvarmen bidrage til CO₂-reduktioner ved at konvertere hovedparten af de omkring 500.000 boliger og de ca. 40 pct. af erhvervsbygningerne, som i øjeblikket opvarmes med fossile brændsler. Desuden findes et stort potentiale for CO₂-fangst i fjernvarmesektoren, som muliggør en reduktion af de fossile udledninger, vi ikke kan undgå, såsom forbrænding af ikke-genanvendeligt restaffald.

Fjernvarmesektoren kan også bidrage med negative emissioner ved at fange og lagre CO₂ fra biogene kilder, som eksempelvis biogent affald eller bæredygtig biomasse, og derved trække CO₂ ud af atmosfæren.

Baggrund

En række centrale aktører har givet deres bud på, hvad der kommer til at kendetegne fremtidens energisystem. Dette afsnit opsummerer kort en række budskaber, som er fremkommet i fremskrivninger og analyser udarbejdet af henholdsvis Energistyrelsen, Energinet, Aalborg Universitet og Energy Modelling Lab.

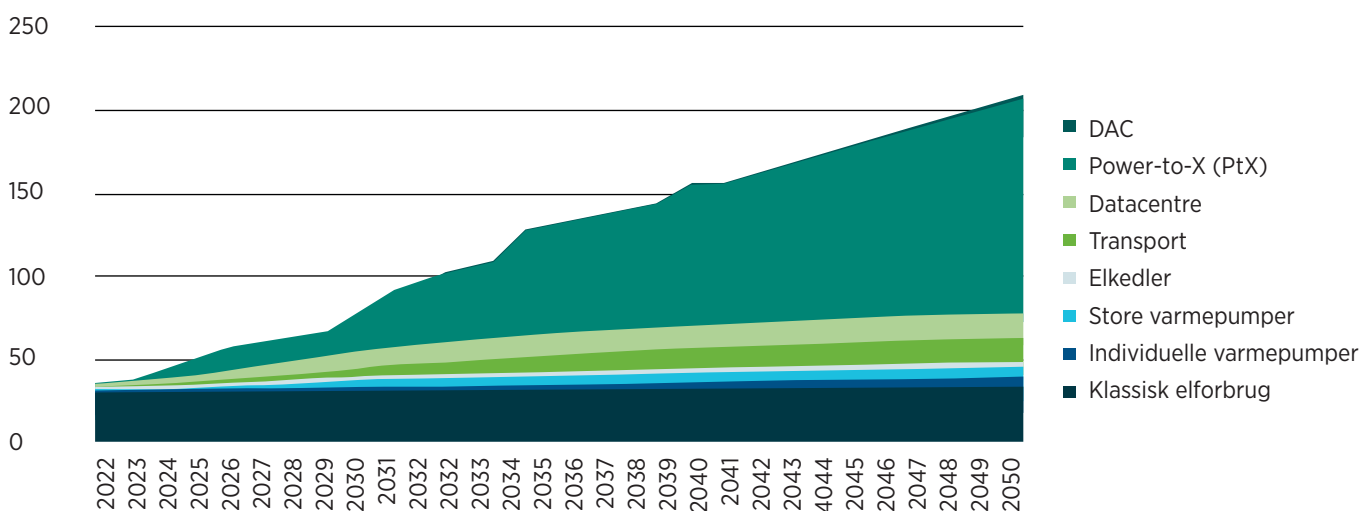
- Energistyrelsens Analyseforudsætninger til Energinet 2022 giver et bud på udviklingen i el- og gasforbrug samt i el- og fjernvarmeproduktionskapaciteter i perioden 2022-2050. Analyseforudsætningerne tager højde for politiske målsætninger og er således ikke baseret på "frozen policy".
- Energinets Systemperspektiv 2035 analyserer den forventede udvikling i energisystemet frem mod 2035 og fokuserer særligt på, hvordan de stigende mængder el fra vind og sol kan integreres i energisystemet.
- Kapacitetsanalysen udarbejdet af Energy Modelling Lab for Dansk Fjernvarme fokuserer på energisystemets udvikling i perioden 2020-2040 med formålet at fremskrive den termiske elproduktionskapacitet frem mod 2040.
- Varmeplan Danmark 2021 er udarbejdet af en række forskere ved Aalborg Universitet og analyserer varmesystemet som en integreret del af det samlede energisystem med henblik på at komme med et konkret bud på, hvordan fjernvarmesektoren bedst og mest omkostningseffektivt kan bidrage til Danmarks klimamål.

Elektrificering

De centrale aktører tegner et billede af fremtidens energisystem, som er præget af en generel elektrificering af samfundet med kraftigt stigende elforbrug (ca. en tredobling frem mod 2040) og massiv udbygning med vedvarende energi. Energistyrelsens fremskrivning af det samlede nettoforbrug af el viser en stor stigning i forbruget, som primært er drevet af et kraftigt stigende elforbrug til PtX (se Figur 1). Der forventes også et stigende elforbrug til varmepumper, både kollektive og individuelle, som følge af udfasningen af naturgas til opvarmning og en omstilling af fjernvarmeproduktionen væk fra fossile brændsler. Derudover forventes også et stigende elforbrug som følge af en elektrificering af transportsektoren og et stigende antal datacentre.

Dansk Fjernvarmes kapacitetsanalyse finder desuden, at fremtidens elforbrug i højere grad end i dag forventes at være fleksibelt og dermed at regulere sig i forhold til elproduktionen fra vind og sol. I 2030 vurderes 37 pct. af elforbruget at være fleksibelt, mens det i 2040 antages at være 47 pct.²

Figur 1: Samlet nettoforbrug af el (TWh)



Kilde: Analyseforudsætninger til Energinet 2022 (Energistyrelsen, 2022).

²) PtX, varmepumper og batteridrevet transport antages at være fleksibelt med mulighed for fleksibilitet i forskellige tidshorisonter afhængig af teknologi. Batteridrevet transport kan fx delvist agere på spotmarkedet på døgnniveau.

Integration af stigende mængder VE

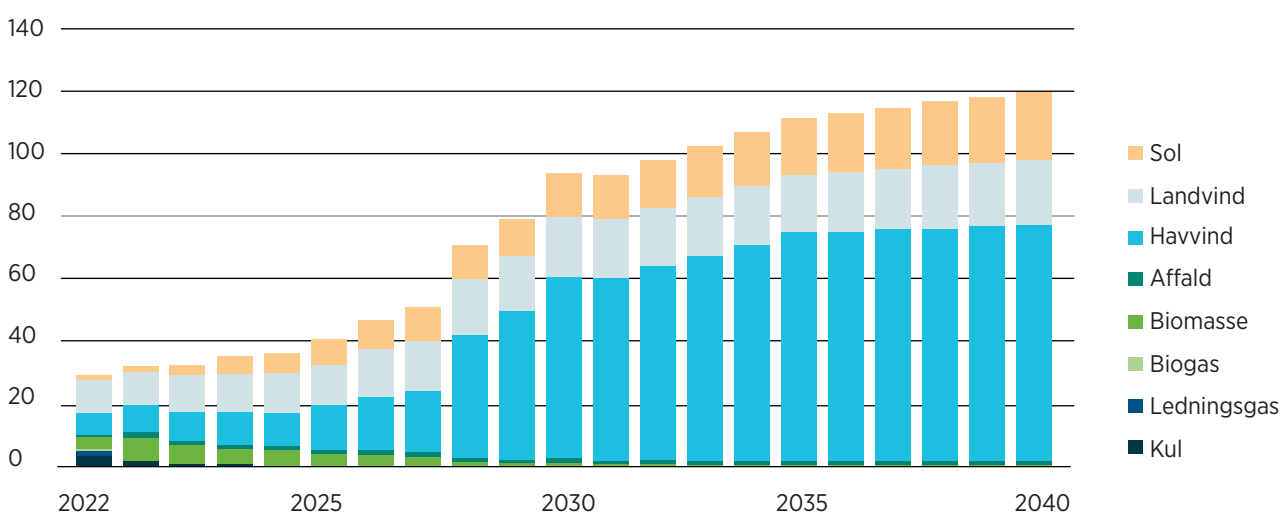
Det øgede elforbrug frem mod 2040 ventes i betydeligt omfang at blive dækket af vedvarende energi, især fra vind og sol, mens der forventes at ske en gradvis reduktion af biomasse og en hurtig udfasning af fossile energikilder til elproduktion i Danmark (se Figur 2).

Både Dansk Fjernvarmes kapacitetsanalyse og Energistyrelsens analyseforudsætninger peger på, at omstillingen væk fra fossile brændsler for el- og fjernvarmeproduktion betyder, at en stor del af den termiske elproduktionskapacitet udfases frem mod 2035. Energistyrelsens analyseforudsætninger forventer et fald i termisk elkapacitet fra ca. 5,8 GW i 2022 til 4,3 GW i 2030 og 2,8 GW i 2035, og kapacitetsanalysen peger på, at den termiske kapacitet vil udfases hurtigere, end Energistyrelsen antager.

Energinets Systemperspektiv 2035 konkluderer, at der er behov for en række nye tiltag for at integrere de kommende årtiers stigende mængder vind og sol uden at gå på kompromis med elforsynings sikkerheden. I denne sammenhæng betegnes fjernvarmesektoren som en af Danmarks komparative fordele sammenlignet med øvrige EU-lande, idet fjernvarmesektoren kan bidrage til at håndtere udfordringen med store mængder vind og sol i Nordsøregionen. Fx kan overskudsvarme fra PtX-projekter anvendes som varmekilde og derved bidrage positivt til profitabiliteten af PtX-projekter. Det kan medvirke til at gøre det fordelagtigt at placere sådanne projekter i Danmark. Varmepumpeteknologi og varmelagre kan også bidrage til en effektiv anvendelse af el og en god fleksibilitet til den fluktuerende elproduktion.

Energinet fremhæver, at en effektiv sektorkobling i det hele taget er afgørende for integrationen af de store mængder vedvarende energi i energisystemet og har potentiale for at kunne levere en stor omkostningseffektiv CO₂-reduktion frem mod 2035.

Figur 2: Elproduktion frem mod 2040 (TWh)



Note: Den primære årsag til reduktionen i elkapaciteten på termiske værker er, at elproduktionen fremadrettet vil udkonkurreres af store mængder billig el fra vind og sol. Kul og gas i elproduktionen udfases i første halvdel af 2020'erne.

Kilde: Udviklingen i kapacitet på termiske værker (Energy Modelling Lab, 2022).

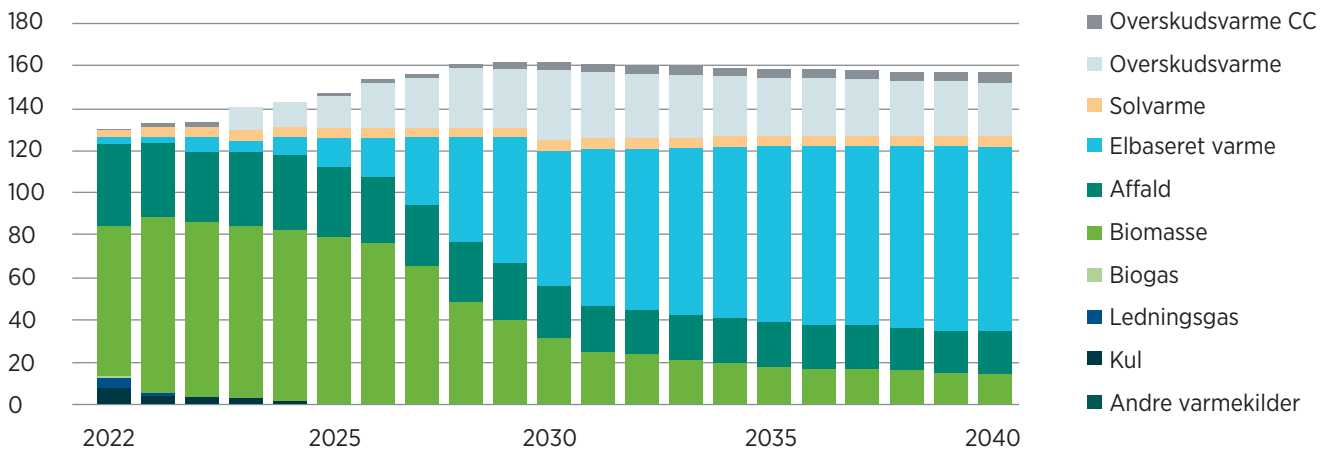
Fremtidens fjernvarmeproduktion

Fjernvarmen vil, under de rette, stabile rammevilkår, kunne undergå et voldsomt skifte af forsyningsstruktur. Fra overvejende forsyning fra termiske anlæg (biomasse, affald, gas, mv.) til en kraftig elektrificering (og dermed kraftig reduktion af produktion fra termiske anlæg) og langt større anvendelse af overskudsvarme fra eksisterende og nye industrier.

Dansk Fjernvarmes kapacitetsanalyse konkluderer, at fjernvarmeproduktionen frem mod 2040 vil blive domineret af varmepumper og overskudsvarme (se Figur 3). Det inkluderer luftbaserede varmepumper, havvandsvarmepumper, varmepumper ved forsyning af geotermisk varme og varmepumper, som udnytter overskudsvarme fra PtX-anlæg, datacentre og lignende.

Fjernvarmeproduktionen fra biomasse og affald vil reduceres væsentligt frem mod 2040. Der vil dog stadig produceres noget varme på affalds- og biomasseværker.

Figur 3: Fjernvarmeproduktion frem mod 2040 (PJ)

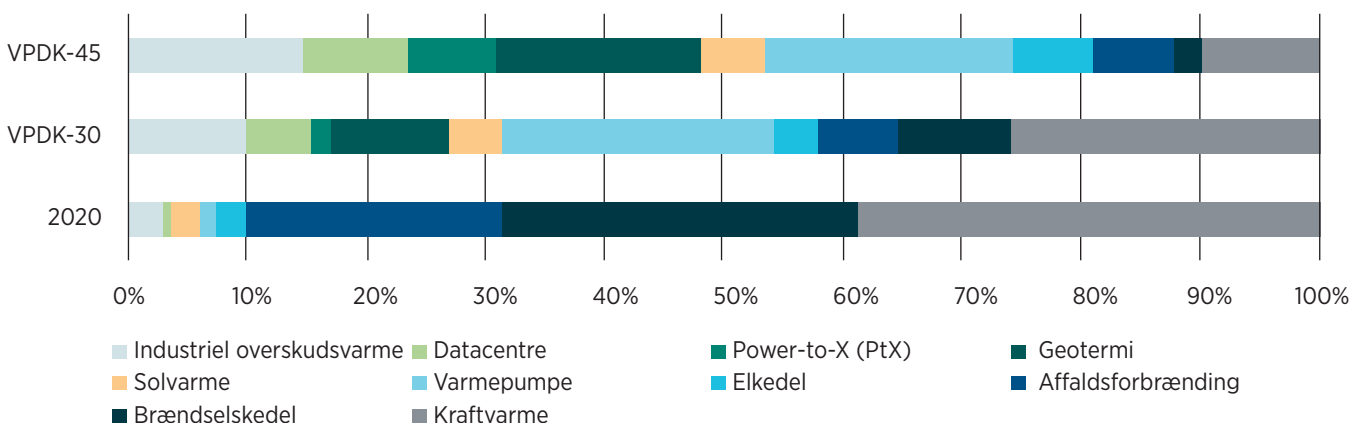


Note: Varmepumper overtager store dele af fjernvarmeproduktionen. Affaldsværker og biomasseværker vil stadig spille en rolle i fremtidens fjernvarmenet, mens fossile værker bliver udfaset allerede i første halvdel af 2020'erne.
Kilde: Udviklingen i kapacitet på termiske værker (Energy Modelling Lab, 2022).

Varmeplan Danmark vurderer også, at overskudsvarme kommer til at fylde meget i fremtidens fjernvarmeproduktion, men ser derudover også et stort potentiale for udnyttelse af geotermi.

Figur 4 viser Varmeplan Danmarks estimerede udvikling i fjernvarmens produktionsmiks frem imod 2045. Kraftvarme, kedler og affaldsforbrænding dominerer billedet i 2020, men allerede i 2030 kan overskudsvarme og geotermi udgøre ca. 27 pct. af fjernvarmeproduktionen. I 2045 anslås overskudsvarme og geotermi at kunne dække ca. 50 pct. af fjernvarmeproduktionen. Solvarme vurderes at kunne dække ca. 6 pct. af varme-forbruget i 2045, mens affaldsforbrænding estimeres at falde fra 21 pct. af fjernvarmeproduktionen i 2020 til 7 pct. fra 2030 og frem pga. øget genanvendelse. Den direkte elektrificering af fjernvarmesektoren anslås også at stige betragteligt. Fra et niveau på 2-4 pct. af fjernvarmeforsyningen i 2020 forudsætter Varmeplan Danmark, at varmepumper og elkedler på sigt kan dække ca. en tredjedel af den samlede varmeforsyning.

Figur 4: Fordeling af fjernvarmeproduktion i 2020, 2030 og 2045



Note: 2020-tal er et skøn baseret på Varmeplan Danmarks egne simuleringer.
Kilde: Varmeplan Danmark 2021 (Mathiesen, et al., 2021).

Energistyrelsens analyseforudsætninger giver også et bud på sammensætningen af fremtidens fjernvarme-produktion. Analyseforudsætningerne antager, at fjernvarmeproduktionen elektrificeres med udbygning af store varmepumper, især frem mod 2035, hvor udviklingen forventes at gå hurtigst. Det antages, at der sker omtrent en femdobling af elkapaciteten for store varmepumper frem mod 2050. For centrale områder drives udviklingen af de forventede lukninger af centrale kraftvarmeværker, hvor varmeproduktionen erstattes af varmepumper med forskellige varmekilder såsom luft og havvand, samt en forventning om større udnyttelse af overskudsvarme. Udviklingen skyldes desuden teknologisk udvikling, målsætninger om udfasning af naturgas, samt ændrede rammevilkår.

Energinets analyse viser, at det er omkostningseffektivt at investere i el til varme (varmepumper) til både fjernvarme, industri og individuel opvarmning i alle tre analyserede scenarier for udviklingen af det europæiske energisystem.³ I de to mest ambitiøse grønne scenarier er det frem mod 2035 også effektivt at investere i PtX-anlæg.

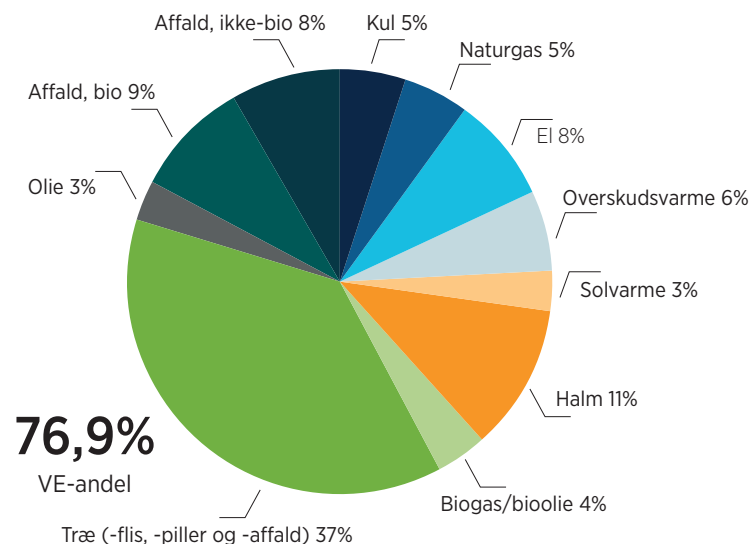
3) Udgangspunktet for Energinets analyse er tre europæiske energiscenarier for henholdsvis 2030 og 2040, kaldet TYNDP 2018 (Ten Year Network Development Plan), som er udviklet gennem et stort samarbejde under ENTSO-E og ENTSO-G.

Energieffektivitet

Fjernvarme er opstået ud fra et ønske om at udnytte overskudsvarmen ved affaldsforbrænding og senere også ved elproduktion og andre industrielle processer. Fjernvarmesektoren er grundlagt på baggrund af at kunne levere konkurrencedygtig og sikker varme til boliger ved at udnytte fordele ved stordrift, høj energieffektivitet og adgang til billige forsyningskilder såsom overskudsvarme, forbrænding/bortskaffelse af affald, solvarme, mv. Selvom der er et varmetab i transporten af varme til boligerne på 15-20 pct., mere end udlignes tabet af de førnævnte fordele. Fjernvarmens energieffektivitet er dog ikke alene forbundet med produktionen af varme men også med muligheden for en mere effektiv udnyttelse af kapaciteten i en kollektiv varmforsyning i forhold til individuel forsyning.

Den kollektive varmforsyning består fjernvarme og naturgasforsyning, som i dag dækker ca. 80 pct. af boligerne i Danmark, mens de resterende ca. 20 pct. opvarmes individuelt. Individuel varmforsyning omfatter oliefyfyr, individuelle varmepumper og biomassefyfyr. Den kollektive varmforsyning består hovedsageligt af fjernvarme, som dækker 66 pct. af alle husstande og ca. 3,7 mio. personer, mens naturgas i dag forsyner ca. 14 pct. af Danmarks boliger (Danmarks Statistik, 2023).

Figur 5: Energikilder i fjernvarmen 2022



Note: Bemærk at der er tale om en foreløbig opgørelse, da resultaterne fra Energiforbrændingstællingen 2022 er foreløbige tal. Endelige tal vil fremgå af Energistatistik 2022, der udkommer ultimo 2023. Der er regnet med en VE-andel på 72 pct. på den anvendte el, svarende til VE-andelen i den danske elforsyning (2021), samt 33,6 pct. for andelen af biogas i gasnettet (2022). Overskudsvarme betragtes som vedvarende energi.

Kilde: Energiforbrændingstælling 2022 (Energi styrelsen, 2023).

Danmarks ca. 370 fjernvarmeselskaber producerer selv eller køber varme fra andre produktionselskaber. Varmen produceres på mange forskellige måder og med mange forskellige typer brændsler. Størstedelen af produktionen finder sted på kraftvarmeværker, hvor man producerer både el og varme. Det sker ved at udnytte energien fra forskellige brændsler såsom ikke-genvendeligt restaffald, gas, kul og bæredygtig biomasse.

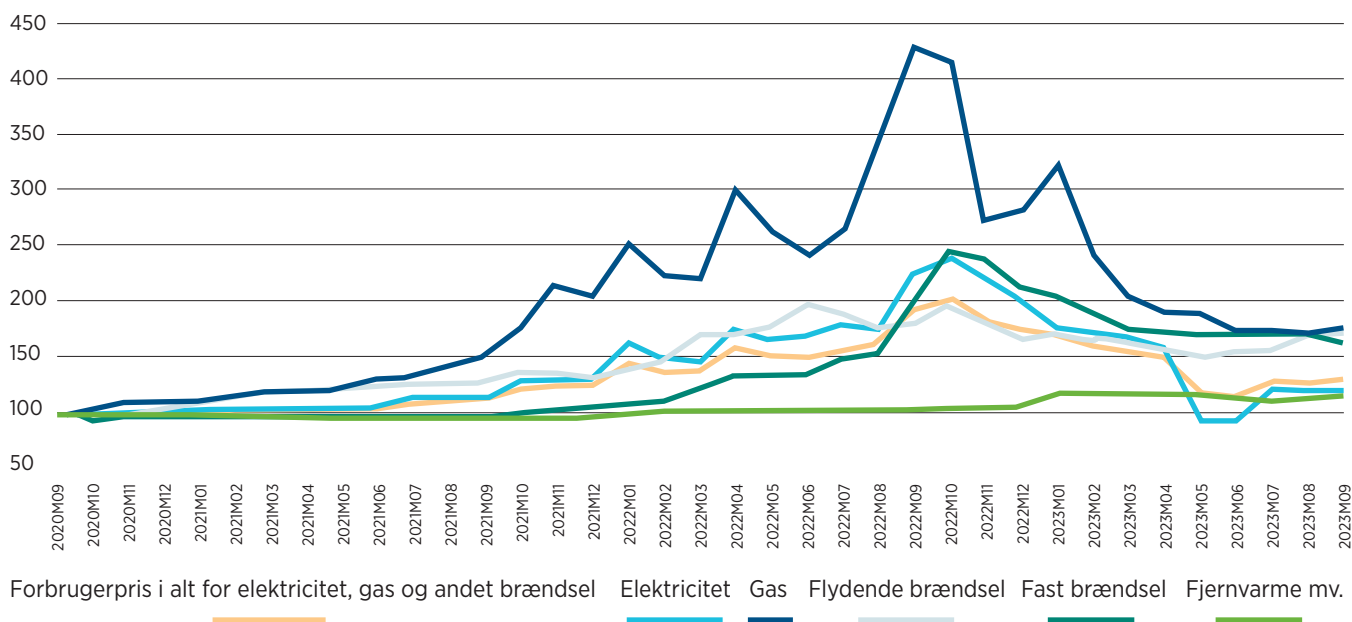
Nogle fjernvarmeselskaber fyrer kun med naturgas på deres produktionsanlæg, mens andre kombinerer flere forskellige teknologier fordelt på flere anlæg. Blandt teknologierne er der også CO₂-frie varmekilder som for eksempel solvarme og geotermi. Derudover udnytter man også flere steder industriens overskudsvarme til fjernvarmen, ligesom man ved hjælp af varmepumper og elkedler kan udnytte elproduktion fra vindmøller. Figur 5 viser sammensætningen af energikilder i den samlede fjernvarmeproduktion i 2022.

Selskabernes mulighed for at vælge mellem flere forskellige energikilder bidrager til høj varmforsynings-sikkerhed og gør fjernvarmeprisen mindre sårbar overfor store udsving i priserne på de enkelte teknologier.

Det er en af årsagerne til, at fjernvarmeselskaberne i stort omfang har kunnet holde priserne i ro under den seneste energikrise, hvor prisen på øvrige energiformer steg voldsomt. Ifølge Danmarks Statistik (2022) steg fjernvarmeprisen med 5,9 pct. fra august 2021 til august 2022, mens forbrugerprisen i alt for elektricitet, gas og andet brændsel steg 46,8 pct. i samme periode.

Figur 6 viser udviklingen i energipriser fra september 2020 til og med september 2023. Det ses, at prisen for fjernvarme har været stort set konstant og lavere over hele perioden sammenlignet med de øvrige energiformer.

Figur 6: Energipriser, september 2020 t.o.m. september 2023, indeks september 2020=100

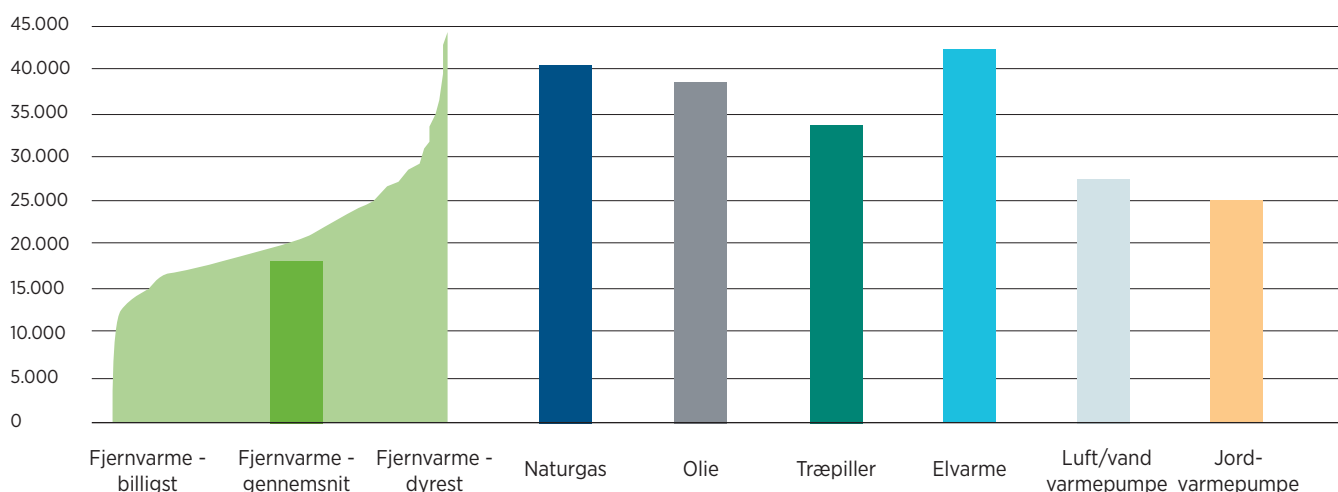


Kilde: www.statistikbanken.dk/PRIS111, (Danmarks Statistik, 2023).

Den gennemsnitlige pris på fjernvarme dækker dog over stor variation på tværs af selskaber, som illustreret i Figur 7. Figur 7 viser, at den gennemsnitlige fjernvarmepris i 2022 generelt var lavere end alternative opvarmningsformer, men der var stor variation mellem de forskellige fjernvarmeselskaber.

Fjernvarmeselskaber med flere muligheder og teknologier har laveste priser. Selskaber bundet til enten meget gas eller meget el har de højeste priser.

Figur 7: Estimerede årsomkostninger til opvarmning af et standardhus, jf. priser pr. 1. januar 2023 inkl. investering og vedligehold (kr.)



Kilde: Data om fjernvarmepriser er baseret på selskabernes indberetninger til Forsyningstilsynets Varmeprisstatistik. Data om el- og gaspriser stammer fra Forsyningstilsynets El- og Naturgasprisstatistik. Data om olie- og træpillepriser er baseret på Dansk Fjernvarmes egne markedsundersøgelser. Forudsætninger vedr. investeringsomkostninger er baseret på Energistyrelsens Pris- og Levetidskatalog for danske fjernvarmevirksomheder. For en luft/vand varmepumpe anvendes estimerede investeringsomkostninger udarbejdet af EA Energianalyse i 2022.

Fordele ved kollektive frem for individuelle varmepumper

Store varmepumper har nogle fordele i forhold til individuelle varmepumper i de tæt befolkede områder, hvor det giver god mening at etablere fjernvarmenet.⁴ Investeringsomkostninger til kollektive varmepumper er mindre end omkostningerne til individuelle varmepumper. Det skyldes, at der er behov for mindre samlet effekt i en kollektiv løsning, end når individuelle varmepumper skal kunne klare det fulde varmebehov i hvert enkelt hus.

Alle forbrugere har ikke maksimalt varmebehov samtidig. Når de enkelte forbrugeres tilslutningseffekt opsummeres, skal varmekonsumet derfor ganges med en samtidighedsfaktor mindre end eller lig med 1. For boligområder kan samtidighedsfaktoren som tommelfingerregel sættes til 0,62 (Andreasen, et al., 2021). Kapacitetsbehovet ved kollektive varmepumper estimeres således til 62 pct. af det fulde individuelle behov, hvilket kan reducere behovet for forstærkninger af elnettet. Det reducerede kapacitetsbehov er en væsentlig faktor sammenlignet med varmetabet i fjernvarmenettet. I fjernvarmesystemet er nettabet gennemsnitligt på 17-18 pct. af den producerede energi og forventes at falde fremadrettet i takt med udbredelsen af lavtemperaturfjernvarme, bedre rør og højere fortætning.

Kollektive varmepumper og elkedler kan desuden bidrage til at balancere den fluktuerende elproduktionen fra vindmøller. Elforbruget kan i højere grad planlægges og reguleres, når det gøres kollektivt igennem varmepumper og lagring i fjernvarmesystemet. De kollektive varmepumpers fleksible elforbrug bidrager til at understøtte elforsyningsikkerheden. Kollektive varmepumper har desuden ofte en højere virkningsgrad (COP-faktor) end individuelle varmepumper, som typisk har udeluft som varmekilde med lave virkningsgrader om vinteren til følge.

Forklaringen er, at varmepumper i fjernvarmen har mulighed for at anvende energikilder med højere temperaturer som fx overskudsvarme, geotermi eller havvand, hvilket giver bedre virkningsgrader. Fjernvarmeselskaberne har desuden ofte mulighed for at supplere med varmeproduktion fra andre teknologier, som kan reducere omkostningerne yderligere. Endelig vil de kollektive varmepumper typisk også være både bedre indreguleret end de individuelle, og de har lavere omkostninger til installation og service.

Fra et forbrugersynspunkt kan det desuden have stor værdi at slippe for ansvaret og omkostningerne ved drift og vedligehold af en individuel varmepumpe. Forbrugeren undgår derudover ulemper i form af støjgener, pladsbehov, vedligeholdelse, øget prisfølsomhed i forhold til elpriser, boligens udseende og behov for hyppigere reinvesteringer, mv.

Varmeplan Danmark anbefaler udvidelse af fjernvarmedækningen

Varmeplan Danmark 2021 er udarbejdet af en række forskere ved Aalborg Universitet og omfatter en række analyser af, hvor meget fjernvarme hhv. individuel varmeforsyning Danmark bør sigte imod. Målet er at finde frem til, hvordan varmeforsyningen bør sammensættes for, at Danmark kan gennemføre den grønne omstilling på en teknisk, økonomisk og miljømæssig hensigtsmæssig måde (Mathiesen, et al., 2021).

Udover at satse på energirenovering af bygningsmassen og overgangen til fjerdegenerationsfjernvarme, anbefaler Varmeplan Danmark, at der stiles mod at udbygge fjernvarmen. Konkret anbefales en udbygning fra de nuværende ca. 50 pct. af det samlede varmebehov (på bygningsbasis) til 63-70 pct. i 2045 afhængig af lokale forhold vedrørende geotermi og overskudsvarme. En udvidelse af fjernvarmedækningen på ca. 70 pct. tillader en større udnyttelse af overskudsvarme og fører dermed ikke til højere omkostninger end en udvidelse på ca. 63 pct. En udvidelse på 70 pct. har dog yderligere den fordel, at det reducerer presset på biomasse og vind, hvorfor Varmeplan Danmark konkret regner på en udvidelse til 70 pct.

Fjernvarmeudvidelserne vil primært ske på bekostning af naturgas, men også olie, biomasse og direkte elvarme. Uden for fjernvarmeområderne bør varmen komme fra individuelle varmepumper suppleret med solvarme.

4) Projektbekendtgørelsen skal sikre, at fjernvarme kun bliver etableret eller udvidet i områder, hvor det er samfundsøkonomisk mere fordelagtigt end individuel forsyning, jf. projektbekendtgørelsens §19, stk. 2 og §16, stk. 1, nr. 10 (BEK nr. 697 af 6. juni 2023).

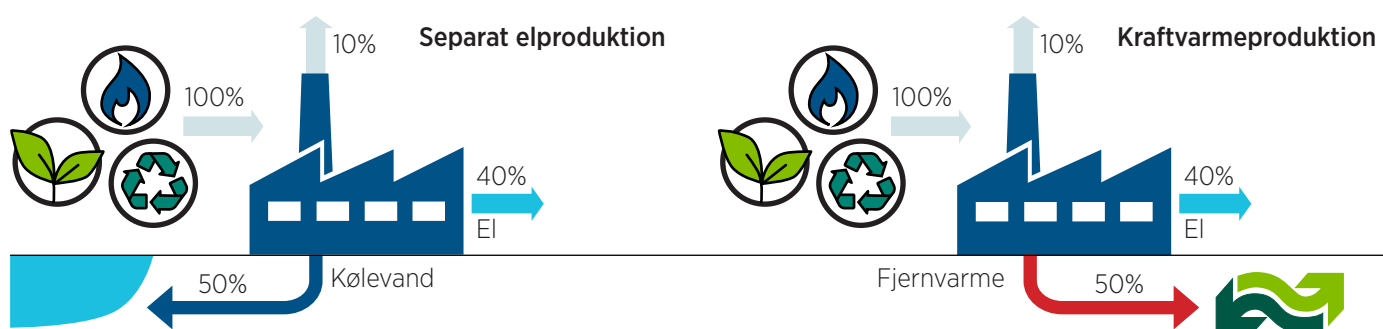
Fjernvarmens samspil med elsektoren

El- og varmesektorerne er historisk forbundne gennem samproduktion af el og varme på kraftvarmeværkerne. Fremover forventes en stadig større del af fjernvarmen at blive produceret med eldrevne varmepumper og elkedler. Fjernvarmesektoren vil fortsat have stor værdi for elsektoren ved at levere systemydelse, forsynings-sikkerhed og forbruge grøn strøm.

Samproduktion af el og varme

Ved at samproducere el og fjernvarme er det muligt at udnytte den store mængde varme, der fremkommer ved termisk elproduktion, som vist i Figur 8. Udnyttelsen af overskudsvarmen fra elproduktionen i fjernvarmen har i mange år været hovedargumentet for det politiske krav om samproduktion af el og varme. Oprindeligt var kraftvarmekravet baseret på, at samproduktion var økonomisk fordelagtigt. Samproduktionen af el og varme på kraftvarmeværker har således betydet, at både el- og varmekonsumenter historisk har været stillet bedre end ved en separat produktion af el og varme.

Figur 8: Separat elproduktion versus kraftvarmeproduktion



Note: På et traditionelt kraftværk omsættes ca. 40% af den tilførte energi til el. Resten af energien udnyttes ikke, og forsvinder med kølevandet ud i havet og op i den blå luft. Et kraftvarmeværk virker på samme måde, men her bliver dampen i stedet kølet med returvand fra fjernvarmenettet, og energien udnyttes i fjernvarmesystemet.

I 2021 blev 72,1 pct. af den termiske elproduktion produceret sammen med varme (Energistyrelsen, 2022). Tilsvarende blev 65,8 pct. af fjernvarmen produceret sammen med el. Samproduceret el og fjernvarme udgør altså fortsat en relativ høj andel af den samlede produktion af begge ydelser. Hovedparten af kraftvarmeværkerne ejes af fjernvarmeselskaberne, som derfor i dag er nettoproducenter af el. Kraftvarmekravet har medført, at vi i Danmark har en betydelig kapacitet til at producere el på kraftvarmeværkerne, når der ikke produceres sol- og vindenergi. Udviklingen i form af lavere elpriser og udfasning af elproduktionstilskud har dog ført til et fald i kraftvarmeværkernes indtægter fra elsiden, hvilket betyder, at der ikke længere er samproduktionsfordele som tidligere. Det blev derfor besluttet at ophæve kraftvarmekravet med energiaftalen af 29. juni 2018.

Kraftvarmens værdi for elsektoren

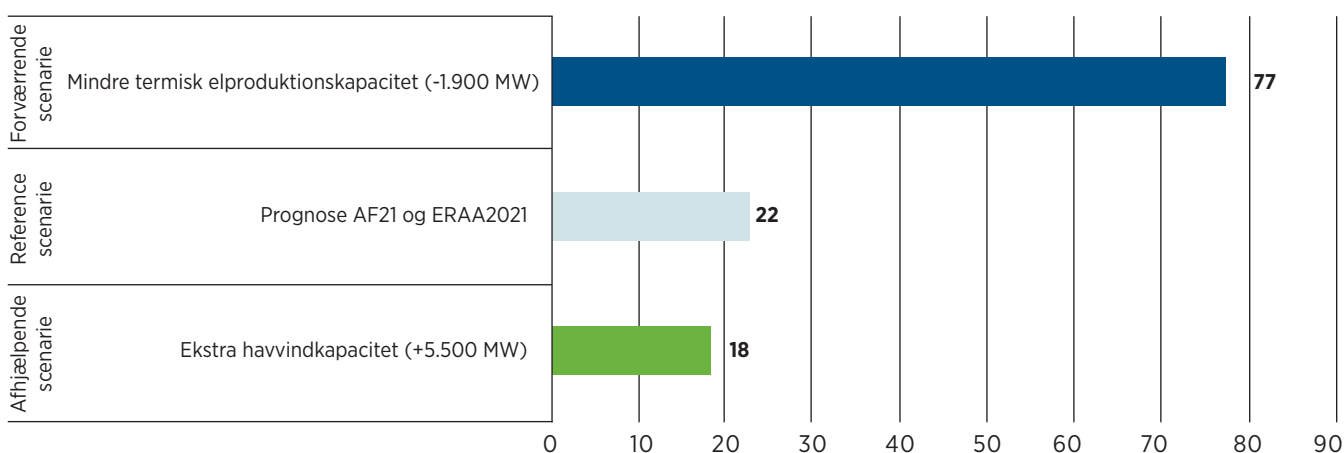
Kraftvarmeværker er dog fortsat til gavn for elsektoren, idet de er regulerbare, vejruafhængige og kan tilbyde driftsfleksibilitet, dvs. både op- og nedregulering af elproduktionen. Værkerne kan således anvendes til at udligne ubalancer i elsystemet, typisk fra vind- eller solenergi, når de ikke producerer som forventet. Derved bidrager kraftværkerne til elforsyningsikkerheden. De centrale termiske kraftværker leverer derudover systembærende egenskaber, som forstærker elsystemets evne til at modstå fejl, typisk kortslutninger. De centrale termiske værker reducerer dermed, alt andet lige, Energinets behov for anskaffelse af systembærende egenskaber fra andre kilder.

De kan altså afværge eller udskyde investeringer i netkomponenter. Den faldende elproduktion på kraftvarmeværkerne betyder, at en stor del af kapaciteten vil udfases over de kommende år. Værkerne lukker ned, når deres levetid ophører eller deres varmekontrakter udløber, idet der ikke er økonomi i at forlænge deres levetid eller investere i nye værker. Dansk Fjernvarmes kapacitetsanalyse viser tilmed, at den termiske kapacitet risi-

kerer at blive udfaset hurtigere end tidligere antaget af myndighederne, hvilket indebærer en øget risiko for manglende effekttilstrækkelighed og dermed forværret elforsyningsikkerhed. Energinets Redegørelse for Elforsyningsikkerhed 2022 viser, at effekttilstrækkelighedssituationen forværres væsentligt, hvis den indenlandske termiske elproduktionskapacitet nedjusteres i forhold til Energistyrelsens Analyseforudsætninger til Energinet 2021. En yderligere udfasning af 1.900 MW termisk kapacitet forventes således at føre til en stigning i afbrudsminutter i 2032 på 55 min./år i forhold til prognosen på 22 min./år.

Til sammenligning fører en opjustering af havvindkapacitet på 5.500 MW kun til en begrænset forbedring af de estimerede afbrudsminutter på 4 min./år. Selvom mængden af tilført kapacitet fra havvind er langt større end mængden af udfaset termisk kapacitet (5.500 MW versus 1.900 MW), kan den tilførte havvindkapacitet langt fra opveje udfasningen af termisk elproduktionskapacitet. Fleksibiliteten fra den regulerbare elproduktionskapacitet har dermed stor værdi for elsystemet, som vist i Figur 9.

Figur 9: Estimerede afbrudsminutter i 2032 for Danmark (min./år)



Kilde: Egen visualisering på baggrund af Energinets Redegørelse for Elforsyningsikkerhed 2022.

Elektrificering af fjernvarmen

En stadig større andel af fjernvarmen forventes fremover at blive produceret med eldrevne varmepumper og elkedler. Den forventede elektrificering af fjernvarmen vil føre til, at fjernvarmeselskaberne på sigt vil gå fra at være nettoproducenter af el til at blive nettoforbrugere af el.

Hovedparten af de investeringer, som fjernvarmeselskaberne skal foretage i grøn omstilling af mellem-, spids- og reservelast frem mod 2030, forventes at blive i elkedler kombineret med akkumuleringstanke eller andre former for varmelagre (Grøn Energi, 2022). Det vil give en række fordele for både fjernvarmen og det samlede energisystem. Det vil øge fjernvarmeselskabernes miks af teknologier og dermed give dem større fleksibilitet i forhold til at optimere produktionen til de forskellige inputpriser. Desuden er både varmepumper og elkedler afbrydelige, så fjernvarmeselskaberne kan anvende el i varmeproduktionen, når der er høj elproduktion fra sol- og vindkraft og undlade at anvende el, når der er lav elproduktion.

Elkedlerne har især stort potentiale, når de kombineres med akkumuleringstanke eller andre former for varmelagre. Det gør det muligt at producere mere end nødvendigt på elkedlerne, når der er relativt lave elpriser eller efterspørgsel på reguleringsydelse til elsystemet. Den producerede varme lagres så i akkumuleringstankene og anvendes på senere tidspunkter, når der er lav elproduktion fra sol- og vindkraft, og elpriserne igen stiger. På den måde kan fjernvarmesektoren fungere som et stort batteri for elsektoren.

Fjernvarmeselskabernes fleksible forbrug kan således bidrage til at integrere fremtidens stigende mængder fluktuerende vedvarende energi og forbedre elforsyningsikkerheden. Fjernvarmens mulighed for at aftage el på tidspunkter med høj VE-produktion og/eller lav efterspørgsel kan også komme VE-producenterne til gode, idet den producerede strøm da kan afsættes til en højere pris. Det reducerer sandsynligheden for negativ elpris eller, at produktionsanlæggene må lukkes ned i perioder med meget lave priser.

Udnyttelse af overskudsvarme

En af fjernvarmesektorens store styrker er at opsamle og udnytte spildenergi. Danmarks første fjernvarmeanlæg opstod for 120 år siden på Frederiksberg ud fra et ønske om at udnytte overskudsvarmen fra affaldsforbrænding. Sidenhen blev også overskudsvarmen fra produktion af el på kraftvarmeanlæg udnyttet.

Derudover udnyttes overskudsvarmen fra industrielle processer, hvor der genereres varme, såsom tørring, indampning, smeltning og køling. Fælles for disse processer er, at varmen er et overskudsprodukt, som virksomhederne typisk leder ud i luften eller i spildevandet. Det er dog langt bedre at udnytte varmen end at sende den ud som et tab, hvor den ikke skaber nytte. Varmen kan udnyttes ved hjælp af en varmeveksler eller en varmepumpe, som anvender den opsamlede varme til at opvarme vandet i fjernvarmenettet og sende den videre til fjernvarmekunderne. Overskudsvarme er således en energieffektiv og miljøvenlig varmekilde.

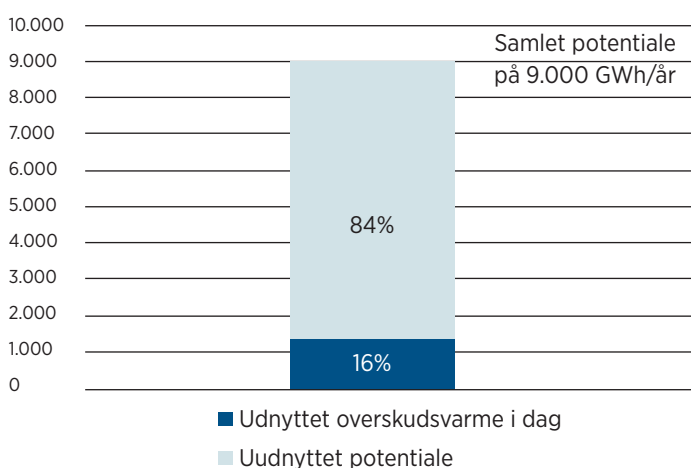
Der er flere fordele ved at udnytte overskudsvarme:

- Den samme energi kan populært sagt udnyttes to gange. Hvis overskudsvarmen ikke udnyttes, går restenergien fra den industrielle proces til spildevand, og fjernvarmen skal produceres med energi, der kunne være sparet.
- En varmepumpe, der udnytter overskudsvarme, fx fra et datacenter ved 30 grader, er mere energieffektiv, end en varmepumpe på udeluft, hvor det meste af årsproduktionen er ved ret lave udeluftstemperaturer. Man får således meget mere varme ud af den mængde el, der skal anvendes til at drive varmepumpen (højere virkningsgrad/COP-faktor), når overskudsvarmen anvendes.
- Overskudsvarme reducerer varmeprisen for fjernvarmekunderne. Da overskudsvarmen er et restprodukt, er fjernvarmeselskabets omkostning typisk lavere end omkostningerne til alternativ varmeproduktion. Virksomheder, der leverer overskudsvarme til fjernvarmeselskaber, kan opnå en grøn profil, og der kan være mulighed for en økonomisk indtægt ved at sælge overskudsvarmen, hvilket kan øge konkurrenceevnen. Noget overskudsvarme leveres uden betaling til virksomheden, så fjernvarmeselskabet kun skal investere i anlæg til at udnytte den.
- Overskudsvarme er CO₂-neutral varme. Den skal anvendes på de tidspunkter, hvor den er tilstede. Den vil ofte indgå som en del af fjernvarmeproduktionens grundlast, hvor den typisk erstatter fossile brændsler eller reducerer behovet for anvendelse af biomasse.

I dag produceres 3,6 pct. af fjernvarmen på overskudsvarme, hvilket svarer til ca. 1.400 GWh/år (Energistyrelsen, 2022). Der eksisterer dog et stort uudnyttet overskudsvarmepotentiale i Danmark på samlet 9.000 GWh/år. (Rambøll, 2022), svarende til omtrent 500.000 boliger (se Figur 10).

Dette potentiale er fordelt på den overskydende varme fra komfortkøling, erhvervs- og industrivirksomheder samt renselanlæg og vandværker. Af det samlede overskudsvarmepotentiale i Danmark udnyttes således kun ca. 16 pct. i dag. Overskudsvarme forventes dog at udgøre en større andel af fremtidens fjernvarmeproduktion. Varmeplan Danmarks bud for 2030 er 16 pct. overskudsvarme fra industri (ekskl. PtX) og datacentre.

Figur 10: Potentiale for overskudsvarme (GWh/år)



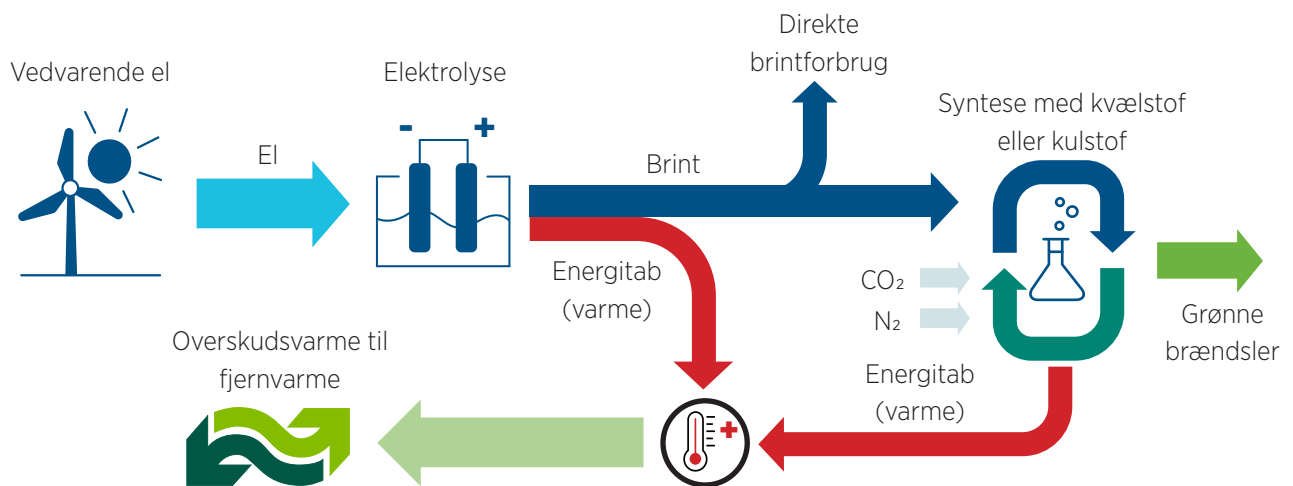
I 2045 anslås overskudsvarme fra industri (ekskl. PtX) og datacentre at kunne dække 23 pct. af fjernvarme-

produktionen. For så vidt angår overskudsvarme fra PtX-anlæg, anvender Varmeplan Danmark 2021 et konservativt estimat svarende til knap 10 pct. af fjernvarmeproduktionen i 2045. Potentialet er større men forbundet med væsentlige usikkerheder, herunder placeringen af PtX-anlæg i forhold til fjernvarmenettet samt efterspørgslen efter anlæggenes slutprodukt.

Overskudsvarme og PtX

Alle PtX-processer har et energitab i form af varme, og det kræver infrastruktur at opsamle og nyttiggøre varmen. Det er netop det, som fjernvarmesystemer kan (se Figur 11). Varmeinfrastruktur er fx fjernvarmerør, varmelagring og intelligent styring, som forbinder fjernvarmeforbrugere med CO₂-neutrale varmekilder. Fjernvarmens infrastruktur er fundamentet for, at PtX-varme kan genbruges til boligopvarmning og til grøn procesvarme i industrien.

Figur 11: Udnyttelse af overskudsvarme fra PtX-processer



Note: Power-to-X (PtX) omdanner el (power) til X'er, som fx brint, metanol eller flybrændstof. Den overskydende varme kan potentielt anvendes til fjernvarme.

Integration af PtX og fjernvarme kan skabe værdi på flere fronter:

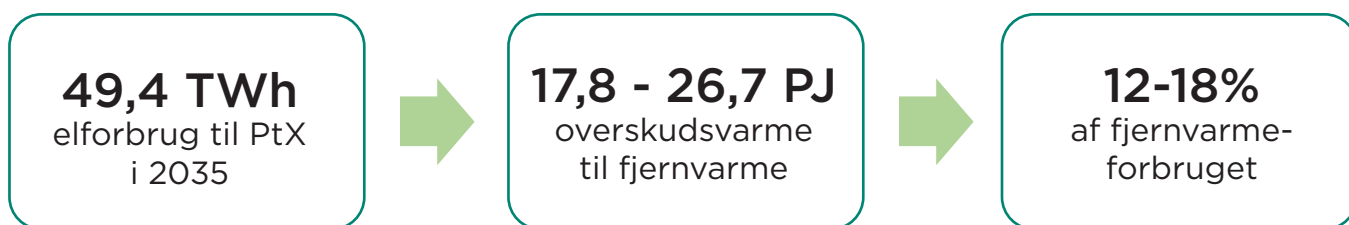
- **Fjernvarme kan forbedre økonomien i PtX-anlæg:** Salg af overskudsvarme til genbrug i fjernvarmen kan forbedre konkurrenceevnen for PtX-anlæg placeret i Danmark i forhold til nabolande uden udbredt fjernvarme. Faglige vurderinger indikerer, at brintprisen kan reduceres med 5-10 pct. ved integration med fjernvarmen, og at det vil være tilstrækkeligt til at give et konkurrencemæssigt forspring til etablering af flere brintanlæg i Danmark (Dansk Fjernvarme, Grøn Energi, COWI og TVIS, 2021). Den forbedrede økonomi for PtX-anlæg kan bidrage til hurtigere etablering og større anlæg i Danmark.
- **PtX kan give CO₂-neutral fjernvarme:** Overskudsvarmen fra PtX er velegnet til integration i fjernvarmen som en del af en CO₂-neutral fjernvarmeforsyning. Der er forventning om mange driftstimer på PtX-anlæg og dermed en stabil varmekilde af høj kvalitet (høj temperatur og høj energitæthed).
- **Fjernvarmeanlæg kan levere biogen CO₂ til PtX-anlæg:** Affalds- og biomasseanlæg er også egnede til indfangning af CO₂, såkaldt carbon capture (CC). Udover at lagre CO₂ og dermed helt fjerne den fra atmosfæren, kan den biogene CO₂ genbruges i PtX-produktionen af grønne brændstoffer. CO₂-kilder, som er tilgængelige i nærområdet, er en konkurrencefordel, fordi koncentrerede CO₂-kilder kan blive en begrænsende faktor for PtX. CO₂-fangstprocessen medfører tilmed store mængder overskudsvarme, som igen kan udnyttes i fjernvarmen.

- **Øget sektorkobling og energieffektivitet:** Udnyttelse af overskudsvarme fra PtX til fjernvarme forstærker integration på tværs af sektorer som el, varme, transport, affald, industri og landbrug. Derved skabes øget energieffektivitet, som bidrager til en bedre samfundsøkonomi.
- **Øget grøn eksport:** En dansk PtX-udbygning kan samtænkes med danske styrkepositioner som vindkraft og fjernvarme og derved øge dansk eksport.

En analyse fra Grøn Energi, TVIS og COWI har foretaget en indledende estimering af, hvilken effekt det vil have på driftsøkonomien for et elektrolyseanlæg, hvis der indtænkes salg af overskudsvarme til fjernvarmenettet. Analysen viser en forbedret konkurrenceevne for elektrolyseanlægget ved salg af varme til anvendelse i fjernvarmen. Elektrolyseanlægget kan opnå større indtægter både som følge af de direkte indtægter fra salg af varmen og som følge af flere driftstimer, idet varmesalget øger antallet af driftstimer, hvor elektrolyseanlæggets variable omkostninger kan dækkes.⁵ Der kan ikke drages sikre konklusioner om størrelsesordenen af den forbedring af økonomien, som integration med fjernvarme medfører. Dette kræver en specifik analyse af de enkelte projekter. Beregningerne indikerer dog, at integration med fjernvarme kan forbedre økonomien af PtX-anlæg.

Udbygning af PtX- og elektrolyseanlæg vil medføre store punktkilder af overskudsvarme. Det kan derfor give økonomisk mening at nyttiggøre den store mængde overskudsvarme i fjernvarmen. Energistyrelsen opgør i Analyseforudsætninger til Energinet 2022 den forventede udvikling PtX-elkapacitet og -elforbrug i 2035 til hhv. 9,9 GW og 49,4 TWh, ekskl. Energiø Nordsøen. På baggrund af denne udvikling estimerer Dansk Fjernvarme, at potentialet for at udnytte overskudsvarme i fjernvarmen er mellem 17,8 og 26,7 PJ i 2035. Det betyder at op mod 18 pct. af det danske fjernvarme-forbrug kan dækkes af overskudsvarme fra PtX-anlæg. Estimatet bygger på en antagelse om, at 10 til 15 pct. (lavt og højt skøn) af elforbruget til elektrolyse og PtX kan omsættes til anvendelig overskudsvarme (Dansk Fjernvarme, Grøn Energi, COWI og TVIS, 2021). Intervallet skal afspejle, at ikke al overskudsvarme kan udnyttes afhængigt af teknologivalg, driftsprofil, geografisk placering m.v.

Figur 12: PtX medfører store mængder overskudsvarme



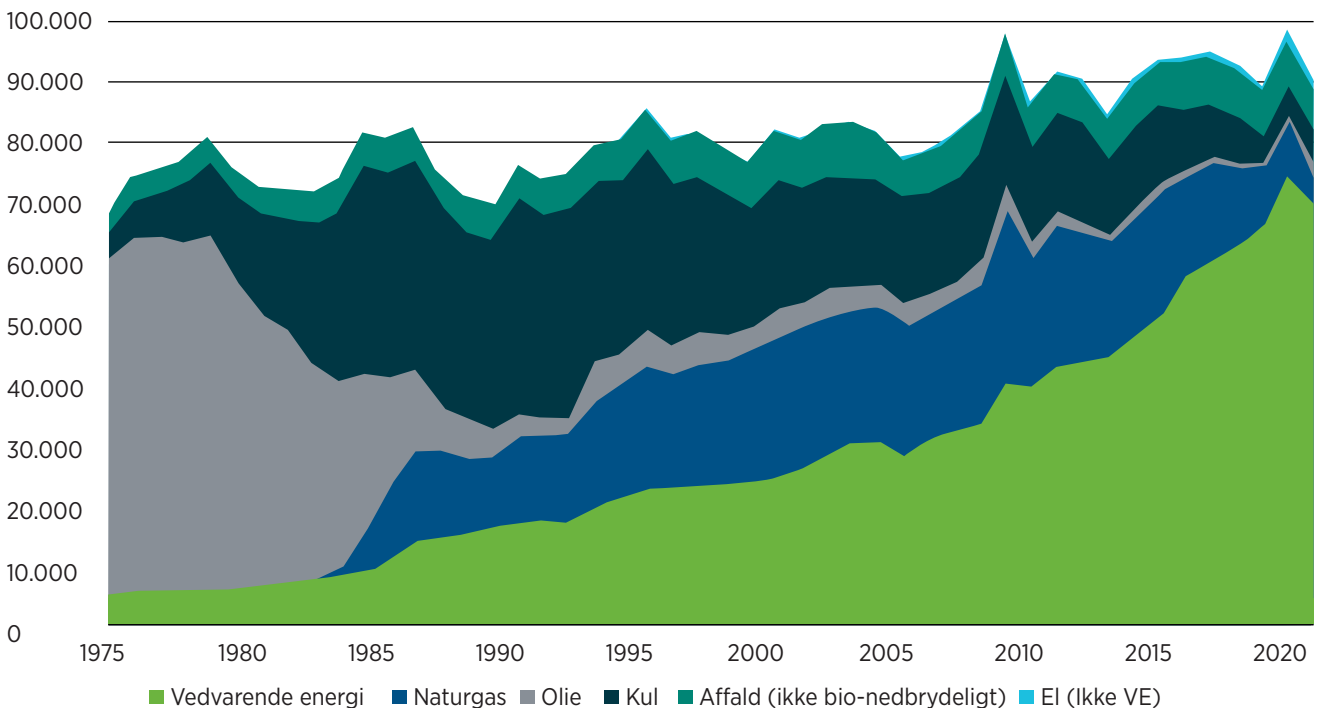
Integration af overskudsvarme fra PtX sammen med procesvarme til industrien medfører både øget varmeproduktion og varmeaftag, hvilket forbedrer den samlede effektivitet, og PtX-anlæggene kan afsætte mere overskudsvarme, sandsynligvis til en højere pris. En del af forklaringen på dette ligger i, at behovet for procesvarme er mere jævnt fordelt over året sammenlignet med rumopvarmning til bygninger. Behovet for procesvarme øger varmebehovet i sommermånederne, hvor der normalt afsættes mindre varme. Det øger værdien af varmen og dermed integrationen af PtX i fjernvarmesystemet.

5) For de to cases, der analyseres i rapporten, opnås en stigning i elektrolyseanlæggets indtægter på hhv. 27 pct. og 20 pct. Beregningerne skal dog ses med forbehold for, at der generelt er mange usikkerheder i beregningen af økonomien for et PtX-anlæg.

Grøn omstilling

Fjernvarmeproduktionen har gennemgået en massiv grøn omstilling fra historisk at være domineret af olie, kul og naturgas til i dag at være domineret af biomasse og andre vedvarende energikilder. Figur 13 viser udviklingen i brændsels sammensætningen i fjernvarmeproduktionen fra 1975 til i dag. Olie og kul dominerede produktionen frem til omkring 1990, hvorefter naturgas og vedvarende energikilder for alvor begyndte at overtage fjernvarmeproduktionen. I dag er fjernvarmeproduktionen i høj grad baseret på vedvarende energi (76,9 pct.) og i mindre grad på naturgas (5,2 pct.), fossilt affald (7,6 pct) og kul (5,4 pct.).

Figur 13: Udvikling i brændselsforbrug til fjernvarmeproduktion 1975-2022 (TJ)



Kilde: Energistatistik 2021 (Energistyrelsen, 2022) samt Energiproducenttællingen for 2022 (Energistyrelsen, 2023). Bemærk, at der for 2022 er tale om foreløbige tal, og at de endelige tal vil fremgå af Energistatistik 2022, der udkommer ultimo 2023.

Bæredygtig biomasse udgør i dag ca. 48 pct. af fjernvarmens samlede brændselsforbrug og er en af de væsentligste årsager til, at fjernvarmen samlet set består af ca. 77 pct. vedvarende energi.⁶ Den stigende anvendelse af biomasse skyldes især et politiske ønske om udfasning af kul og kraftvarmekravet, som dog blev besluttet ophævet med energiaftalen af 29. juni 2018. Den historiske omstilling af fjernvarmeproduktionen, fra olie til kul til naturgas og senest til biomasse, illustrerer en af fjernvarmens styrker; evnen til at omstille og indrette sig efter rammebetingelser. Fjernvarmesektoren har dermed været et vigtigt instrument til at indfri politiske mål om grøn omstilling og reducere afhængigheden af import af fossile brændsler fra andre lande.

I dag er kul næsten helt ude af fjernvarmeproduktionen i de små og mellemstore byer, og i de store byer, der har udfaset kullene, er det den bæredygtige biomasse, der er trådt i stedet. Forbruget af bæredygtig biomasse forventes at falde i de kommende år, som følge af investeringer i andre teknologier, men kan fortsat spille en vigtig rolle i vores el- og fjernvarmeproduktion. Bæredygtig biomasse kan producere el og varme, når solen ikke skinner, og vinden ikke blæser og derved bidrage til høj forsyningssikkerhed og konkurrencedygtige forbrugerpriser.

⁶) Ved vedvarende energikilder forstås vedvarende ikkefossile kilder i form af vindkraft, solenergi, geotermisk energi, omgivelsesenergi, tidevands- og bølgeenergi og andre former for havenergi, vandkraft, biomasse, lossepladsgas, gas fra spildevandsanlæg og biogas., jf. VE-lovens §2, stk. 2.

Biogas spiller også en vigtig rolle i forhold til at sikre både varme- og elforsynings sikkerheden og bidrager samtidig til udfasningen af naturgas i varmeproduktionen. Biogas kan anvendes direkte til varme og kraftvarme, eller som opgraderet biogas til biometan. I takt med, at fjernvarmen konverterer til varmepumper og andre teknologier baseret på fluktuerende elproduktion, vil behovet for at kunne balancere varmeproduktionen øges. Biogas og biometan er et grønt alternativ til naturgas, som kan bruges på gasturbiner og -motorer, der kan hjælpe med hurtig opregulering af både el- og varmeproduktion og fastholde en høj forsyningssikkerhed.

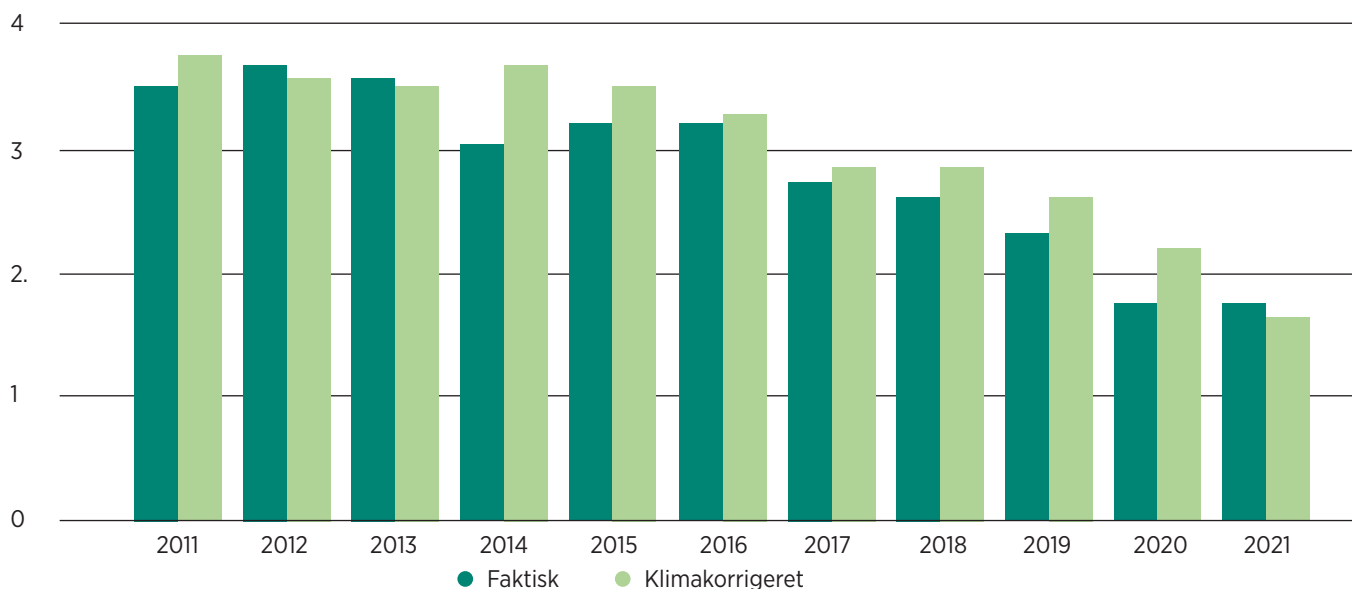
Selv om en stadig større andel af affaldet i Danmark genanvendes, vil der også fremover være restaffald, som ikke kan genanvendes. Her er energiudnyttelse af affaldet den bedste og mest effektive løsning. Affaldsenergianlæggene i Danmark fortrænger fossile brændsler ved at udnytte det restaffald, som ikke kan genbruges eller genanvendes, til at producere el og varme til konkurrencedygtige priser for forbrugerne. Det er en fornuftig udnyttelse af det restaffald, som alternativt ville blive deponeret til skade for klima og miljø.

CO₂-neutral fjernvarme i 2030

Figur 14 viser udviklingen i fjernvarmens CO₂-udledning siden 2011. Siden 2011 er fjernvarmens klimakorrigerede CO₂-udledning reduceret fra 3,8 mio. tons til 1,6 mio. tons CO₂, svarende til en reduktion på 56,2 pct. Reduktionen skal ses i lyset af, at fjernvarmeproduktionen i samme periode er steget med 7 pct. Fjernvarmesektorens ambition er at sikre 100 pct. CO₂-neutral opvarmning i 2030. Ved en grøn omstilling af fjernvarmen sikres det samtidig, at el i samproduktion med varme på kraftvarmeværkerne også bliver CO₂-neutralt.

Fjernvarmesektoren kan samtidig hjælpe med at omstille hovedparten af de omkring 500.000 boliger og de ca. 40 pct. af erhvervsbygningerne, der i øjeblikket bliver opvarmet med fossile brændsler. Dertil kommer en øget anvendelse af fjernvarme som procesvarme i industrien. Udover at sikre reduktioner i fjernvarmens egne CO₂-udledninger, kan fjernvarmesektoren således også bidrage betragteligt til CO₂-reduktioner i andre sektorer.

Figur 14: Fjernvarmens CO₂-udledning (mio. ton CO₂)



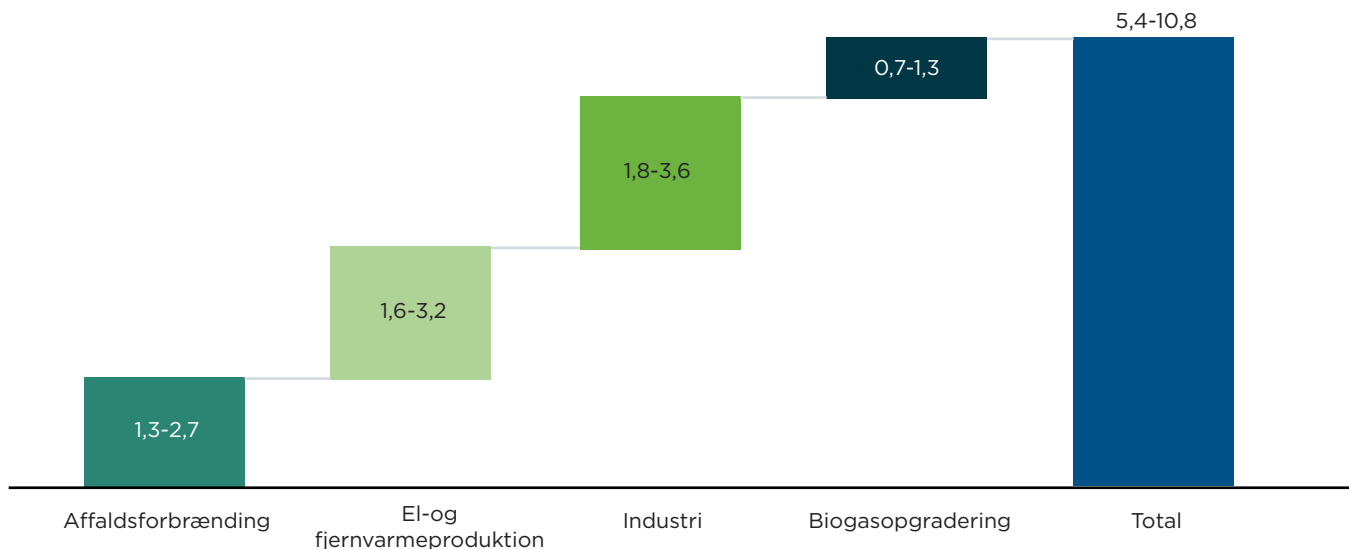
Note: Energistyrelsen definerer det klimakorrigerede energiforbrug til opvarmningsformål som det forbrug, man ville have haft såfremt året havde været et normalår i forhold til udelufttemperaturen.

Kilde: Energistatistik 2021 (Energistyrelsen, 2022).

CO₂-fangst, lagring og anvendelse

Dansk Fjernvarme repræsenterer både affaldsenergiselskaber og kraftvarmeselskaber og dermed en stor del af den sektor, hvor CO₂-fangst kan spille en afgørende rolle i at nå Danmarks klimamål. Energistyrelsen har skønnet det mulige fangstpotentiale i 2040 til 5,4-10,8 mio. ton CO₂ pr. år (se Figur 15), hvoraf affaldsenergiselskaber og kraftvarmeselskaber forventes at kunne bidrage med over halvdelen af potentialet (2,9-5,9 ton CO₂ pr. år).

Figur 15: Skønnede fangstpotentialer fordelt på sektorer (mio. ton CO₂ pr. år)



Kilde: Punktkilder til CO₂ – potentialer for CCS og CCU – 2022-opdatering (Energistyrelsen, 2023).

CO₂-fangst muliggør, at drivhusgasudledningen kan reduceres i sektorer, hvor det i dag er svært eller umuligt at reducere udledningerne. Og når vi fanger og lagrer CO₂ fra biogene kilder, som eksempelvis biogent affald eller bæredygtig biomasse, trækker vi CO₂ ud af atmosfæren. Det kaldes negative emissioner. Ifølge FN's Klimapanel (IPCC) er der allerede udledt så mange drivhusgasser til atmosfæren, at det bliver umuligt at begrænse de globale temperaturstigninger til Parisaftalens mål uden at trække CO₂ ud af atmosfæren gennem eksempelvis fangst og lagring af CO₂ fra biogene kilder. Konkret har IPCC opgjort, at der globalt skal lagres 740 milliarder tons CO₂ frem mod år 2100, hvis vi skal indfri Parisaftalens mål.

Der vil samtidig være et behov for anvendelse af biogen CO₂ til produktion af grønne brændsler. Gennem fangst af CO₂ på de danske kraftvarme- og affaldsenergianlæg kan fjernvarmesektoren i fremtiden således både reducere de fossile udledninger, som vi ikke kan undgå, og levere bæredygtigt kulstof til produktion af grønne brændsler og produkter, som kan erstatte fossile brændsler i andre sektorer. Kulstof fra bæredygtige kilder bliver eksempelvis nødvendigt, hvis vi skal flyve grønt eller producere grøn plastik.

CCUS giver store mængder overskudsvarme, som kan udnyttes i fjernvarmen

Udover at der kan opnås store CO₂-reduktioner gennem CO₂-fangst, så medfører processen også store mængder overskudsvarme, som kan udnyttes i fjernvarmen. Det gør det muligt at fortrænge flere fossile brændsler i fjernvarmeproduktionen. Et potentiale for CO₂-fangst på de danske kraftvarme- og affaldsenergianlæg i fjernvarmesektoren på 3,2 mio. ton CO₂ per år⁷ svarer til et overskudsvarmepotentiale på 8,3 PJ fjernvarme, hvilket svarer til 5,9 pct. af fjernvarmeproduktionen i Danmark eller ca. 100.000 husstande.

Figur 16: CO₂-fangst medfører store mængder overskudsvarme



7) Der er politisk forventning om CO₂-reduktioner på 3,2 mio. ton i 2030.

Referencer

- Andreasen, B., Drivsholm, C., de Wit, J., Nielsen, J. E., Nielsen, J., Frederiksen, J., . . . Lauritsen, A. B. (2021). *Varme Ståbi*. Praxis - Nyt Teknisk Forlag.
- Danmarks Statistik. (16. september 2022). *Stor forskel på prisstigninger for energi til opvarmning*. Hentet fra <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyheder-analyser-publ/bagtal/2022/2022-09-16-stigende-energipriser>
- Danmarks Statistik. (2023). *Statistikbanken*, BOL102. Hentet fra <https://www.statistikbanken.dk/BOL102>
- Danmarks Statistik. (2023). *Statistikbanken*, PRIS111. Hentet fra www.statistikbanken.dk/PRIS111
- Dansk Fjernvarme. (30. januar 2017). *Fakta og folder om bæredygtig biomasse*. Hentet fra <https://danskfjernvarme.dk/viden-vaerktoejer/udgivelser/fakta-og-folder-om-baeredygtig-biomasse>
- Dansk Fjernvarme, Grøn Energi, COWI og TVIS. (2021). *Power-to-X og fjernvarme*. Hentet fra <https://danskfjernvarme.dk/gronenergi/analyser/power-to-x-og-fjernvarme>
- Dansk Industri, Green Power Denmark, *Energistyrelsen og Dansk Fjernvarme*. (2023). Eksport af energiteknologi og -service 2022.
- Energinet. (2022). *Redegørelse for Elforsyningssikkerhed 2022*. Hentet fra <https://energinet.dk/Om-publikationer/Publikationer/Redegoerelse-for-elforsyningssikkerhed-2022/>
- Energistyrelsen. (2022). *Analyseforudsætninger til Energinet 2022*. Hentet fra https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Hoeringer/af22_-_sammenfatningsnotat_-_opdateret.pdf
- Energistyrelsen. (2022). *Energistatistik 2021*. Hentet fra <https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/energistatistik2021.pdf>
- Energistyrelsen. (2023). *Punktkilder til CO₂ - potentialer for CCS og CCU*. Hentet fra <https://ens.dk/presse/ny-analyse-potentialet-co2-fangst-vokser>
- Energistyrelsen. (2023). *Resultat af Energiforbruget for 2022*. Hentet fra https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Energikrav/resultat_af_energiforbruget_for_2022.pdf
- Energy Modelling Lab. (2022). *Udviklingen i kapacitet på termiske værker*. Dansk Fjernvarme. Hentet fra <https://danskfjernvarme.dk/media/5tcb05ab/analyse-udviklingen-i-kapacitet-paa-termiske-vaerker.pdf>
- Grøn Energi. (2022). *Fossilfri spidslast i fjernvarmesystemet*. *Energistyrelsen*. Hentet fra https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Varme/drejbog_2022_endelig_v1.1.pdf
- Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. BEK nr. 697 af 6. juni 2023. *Bekendtgørelse om godkendelse af projekter for kollektive varmforsyningsanlæg*.
- Mathiesen, B. V., Lund, H., Nielsen, S., Sorknæs, P., Thellufsen, J. Z., & Moreno, D. (2021). *Varmeplan Danmark 2021 - En Klimaneutral Varmeforsyning*. Aalborg Universitet. Hentet fra <https://vbn.aau.dk/da/projects/varmeplan-danmark-2021-en-klimaneutral-varmforsyning>
- Rambøll. (2022). *Overskudsvarmen er der - hvordan får vi den udnyttet*. DI Energi. Hentet fra <https://www.danskindustri.dk/brancher/di-energi/analysearkiv/ovrigt-analyser/2022/overskudsvarmen-er-der--hvordan-far-vi-den-udnyttet/>

