



## Klimastatus og –fremskrivning 2022 (KF22): El og fjernvarme (ekskl. affaldsforbrænding)

Sektornotat nr. 8A

Opdateret juni 2022

**Kontor/afdeling**  
Systemanalyse

**Dato**  
01-07-2022

**J nr.** 2022-4923

kst, imrn, inov / mis

### Indholdsfortegnelse

1. KF22 forløbet: Status og fremskrivning til 2035.....	2
2. Analyse af KF22 forløbet .....	3
2.1 Overordnet udvikling i sektoren frem til 2035.....	3
2.2 Tilbageværende udledninger i sektoren i 2030 og 2035.....	8
2.3 Udvalgte elementer i sektoren .....	9
3. Kvalificering af KF22 forløbet.....	11
3.1 Sammenligning med sektorens udledninger i KF21 .....	11
3.2 Usikkerhed og følsomhedsberegninger .....	12
3.3 Planlagt udvikling fremadrettet .....	15
4. Kilder .....	15
5. Bilag .....	16
Bilag 5.1 Biogene energirelaterede CO <sub>2</sub> -udledninger fra sektoren .....	16
Bilag 5.2 Indikatorer fra sektoren .....	17
Bilag 5.3 Sektorens udledning fordelt på brændsler .....	18

*Dette sektornotat er en del af Klimastatus og –fremskrivning 2022 (KF22). KF22 er en såkaldt frozen policy fremskrivning, hvilket indebærer, at udviklingen i fremskrivningen er betinget af et "politisk fastfrossent" fravær af nye tiltag på klima- og energiområdet ud over dem, som Folketinget eller EU har besluttet før 1. januar 2022 eller som følger af bindende aftaler. KF22 resultaterne og de bagvedliggende analyser i sektornotaterne skal derfor ses i denne frozen policy kontekst. For yderligere information om frozen policy tilgangen, se KF22 forudsætningsnotat 2C om Principper for frozen policy.*

*Det skal endvidere bemærkes, at forudsætningerne for KF22, herunder også forudsætninger ift. brændselspriser og CO<sub>2</sub>-kvotepris, er fastlagt ultimo 2021. Udviklingen i Ukraine og de deraf afledte effekter på energimarkeder og kvotemarked mv. i første kvartal 2022 er derfor ikke afspejlet i KF22 fremskrivningen.*

**Energistyrelsen**

Carsten Niebuhrs Gade 43  
1577 København V

T: +45 3392 6700  
E: ens@ens.dk

www.ens.dk

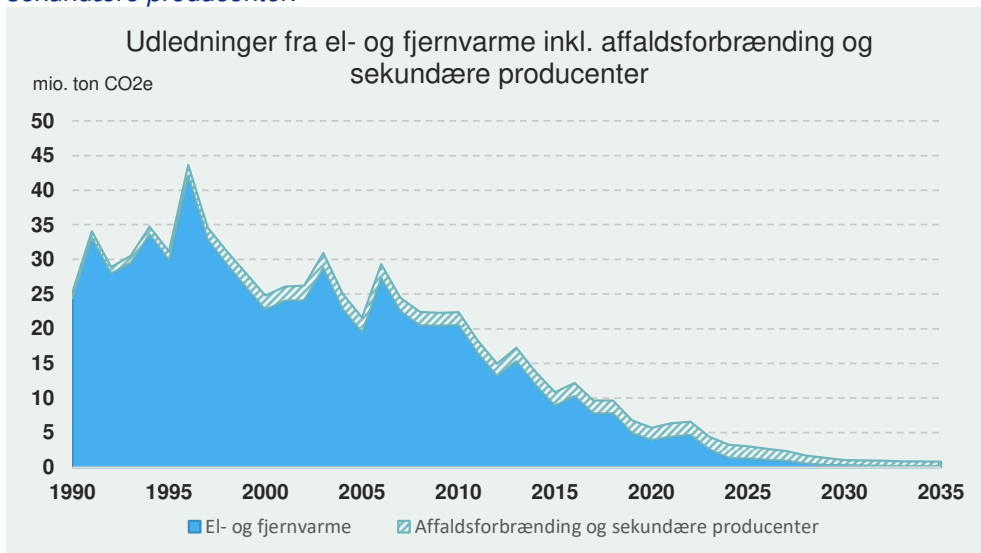
## 1. KF22 forløbet: Status og fremskrivning til 2035

Dette notat omhandler udviklingen i el- og fjernvarmesektoren. Sektoren omfatter hovedparten af de anlæg, der forsyner det danske samfund med el og fjernvarme, fx større og mindre kraftvarmeanlæg, der leverer både el og fjernvarme, vindkraftanlæg og solcelleanlæg, der alene leverer el, og kedler, solvarmeanlæg, overskudsvarmeanlæg og varmepumper, der alene leverer varme til fjernvarmesystemer.

Selv om affaldsforbrændingsanlæg også leverer el og fjernvarme, indgår de ikke i KF22 som en del af el- og fjernvarmesektoren, men behandles som en del af affaldssektoren (jf. KF22 sektornotat 9A - Affaldsforbrænding). For fuldstændighedens skyld vises udviklingen for drivhusgasudledningen fra el- og fjernvarmesektoren inkl. affaldsforbrænding og sekundære producenter<sup>1</sup> alligevel i dette notat. Forbruget af affald til el- og fjernvarmeproduktion indgår også i opgørelsen af el- og fjernvarmesektorens energiforbrug.

Udviklingen i drivhusgasudledningen fra el- og fjernvarmesektoren inkl. affald og sekundære producenter vises i Figur 1.

*Figur 1: Udledninger fra el- og fjernvarmesektoren inkl. affaldsforbrænding og sekundære producenter.*



*Note: En figur der viser sektorens udledning opdelt på brændselstyper findes i bilag sidst i notatet.*

Produktionen af el og fjernvarme har fra 1990 frem til i dag bevæget sig fra at være en sektor med store CO<sub>2</sub>-udledninger til i dag at have et væsentligt mindre klimaaftryk. I fremskrivningsperioden frem mod 2035 forventes denne udvikling at

<sup>1</sup> Sekundære producenter har ikke produktion af el og/eller fjernvarme som primært formål. Udledningerne fra deres el og fjernvarmeproduktion er placeret under de sektorer, hvor producenterne hører til (fx fremstilling, handel- og service, landbrug mv).



fortsætte, og udledningen fra el- og fjernvarmeproduktionen (ekskl. affaldsforbrænding og sekundære producenter) forventes under fravær af nye tiltag at være 0,3 mio. ton i 2030, hvilket svarer til en reduktion på 99 pct. i forhold til 1990-niveauet. I 2035 forventes udledningen at være faldet yderligere til 0,2 mio. ton.

Hvor el- og fjernvarmesektoren i 1990 således var en væsentlig del af klimaudfordringen, betragtes den i fremtiden i højere grad som en del af løsningen, idet el og fjernvarme produceret på basis af vedvarende energi forventes at spille en vigtig rolle i nedbringelse af klimabelastningen fra andre sektorer, fx gennem elektrificering af transport, opvarmning og industrielle processer og gennem udvidet brug af fjernvarme i tidligere naturgasopvarmede bygninger.

I et langsigtet klimaperspektiv er udfordringerne for sektoren derfor i højere grad, hvordan og i hvilket omfang den vil kunne levere el og fjernvarme på de tidspunkter og i de mængder, der er behov for, og hvilke ressourcer, økonomiske såvel som naturgivne fx i form af arealer og råstoffer, det vil kræve.

Den stærkere kobling mellem el- og fjernvarmesektoren og øvrige sektorer sammenholdt med den bærende rolle som fluktuerende vedvarende energi fra sol og vind vil spille i el- og fjernvarmeproduktion peger dog på, at denne udfordring skal tackles i et samspil mellem alle de involverede sektorer, fx gennem øget fleksibilitet på forbrugssiden. Det samlede elforbrug og sammensætningen af dette er nærmere beskrevet i KF22 sektornotat 8B.

## 2. Analyse af KF22 forløbet

### 2.1 Overordnet udvikling i sektoren frem til 2035

#### *Aktiviteten i el- og fjernvarmesektoren*

Den danske produktion af el og fjernvarme har oprindeligt været tæt knyttet til forbruget. For fjernvarme er dette, trods en lille import af fjernvarme over den dansk-tyske grænse, også tilfældet i dag og det forventes at forblive sådan i fremtiden.

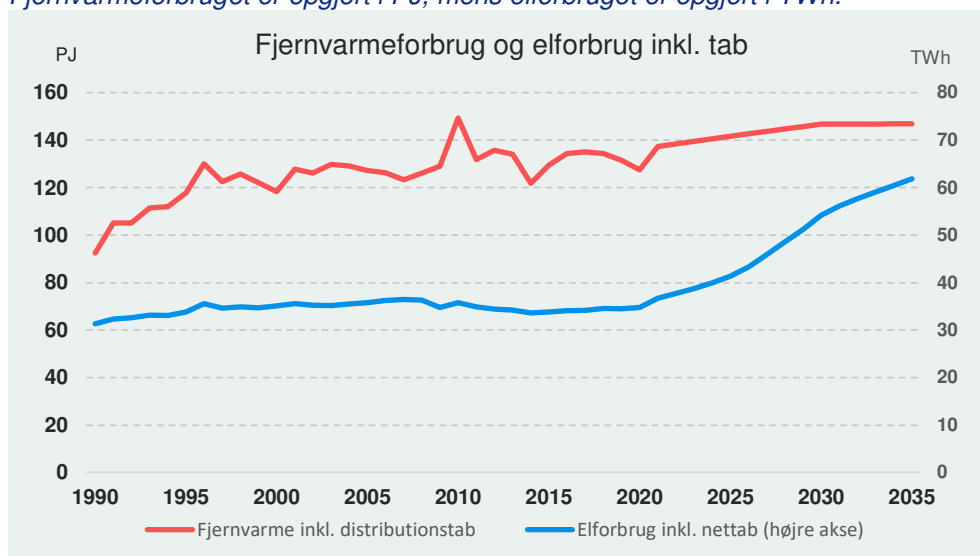
For el er situationen helt anderledes. Danmark har i en lang årrække haft stærke elforbindelser til vore nabolande, og den danske elsektor er stærkt integreret i det nordeuropæiske elmarked. Hvor udviklingen i aktiviteten i fjernvarmesektoren kan afspejles 1:1 i udviklingen i fjernvarmeforbruget, er billedet et andet på elområdet. Markedsmæssige forhold såvel som udsving i vejret fx nedbørs-, temperatur- og vindforhold, medfører forskydninger i, hvilke anlæg der producerer og hvilke der står stille, og hvorvidt disse befinder sig i Danmark eller i vore nabolande, og det fører til perioder med nettoimport og perioder med nettoeksport af el. Det indenlandske elforbrug har dog, både historisk og – forventeligt også i fremtiden –



væsentlig indflydelse på aktiviteten i elsektoren og sektorens udledninger af drivhusgasser.

Figur 2 viser udviklingen i hhv. fjernvarmeforbrug ekskl. distributionstab og elforbrug ekskl. nettab frem til i dag og i fremskrivningsperioden frem mod 2035, under fravær af nye tiltag.

*Figur 2: Fjernvarmeforbrug inkl. distributionstab og elforbrug inkl. nettab. Fjernvarmeforbruget er opgjort i PJ, mens elforbruget er opgjort i TWh.*



En forholdsvis kraftig udbygning med fjernvarme i 1990'erne er i de seneste tyve år blevet afløst af en svag vækst, som forventes at fortsætte frem mod 2030, hvorefter udviklingen stagnerer frem mod 2035. Den fremtidige udvikling dækker bl.a. over to modgående tendenser. På den ene side forventes der at ske en udbygning af fjernvarmen til at dække nye områder, primært gennem konvertering af tidligere naturgasforsynede områder, men samtidig forventes der faldende varmeforbrug i eksisterende fjernvarmeområder på grund af stigende energieffektivitet i bygningsmassen. Fjernvarmeforbruget forventes således at stige fra 128 PJ i 2020 til 147 PJ i 2030, hvilket svarer til en stigning på 15 pct, for herefter som nævnt at stagnere<sup>2</sup>.

Elforbruget steg ligeledes svagt i 1990'erne, men har siden da holdt sig på et forholdsvis konstant niveau frem til i dag, om end det udviste en moderat stigning efterfulgt af fald i årene før og efter finanskrisen 2008. I modsætning til fjernvarmeforbruget, forventes elforbruget at stige markant i fremskrivningsperioden

<sup>2</sup> Her er det vigtigt at understrege, at den seneste udvikling i Ukraine, en truende forsyningskrise for naturgas og deraf følgende initiativer for en hurtigere udbygning med fjernvarme, ikke indgår i fremskrivningen.



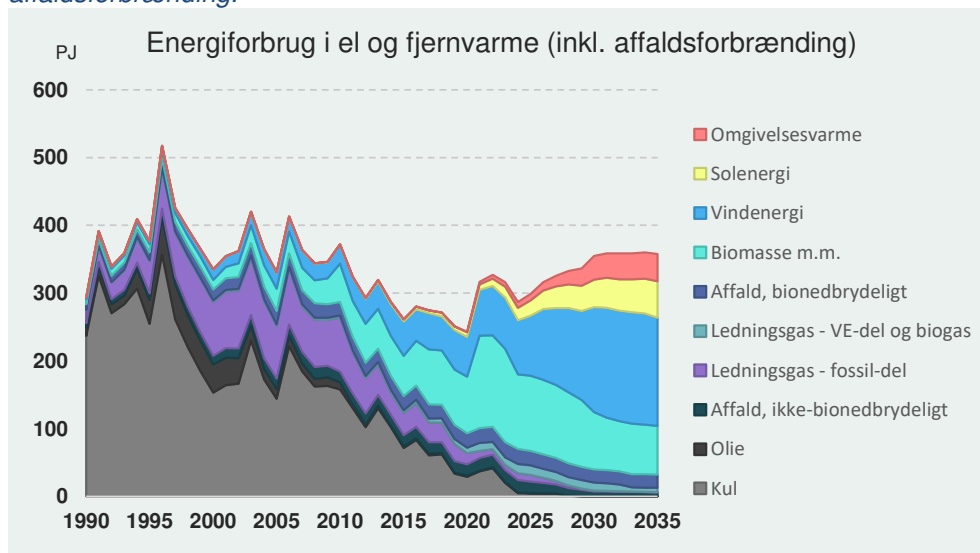
frem mod 2035. Elforbruget forventes således at stige fra 34,7 TWh i 2020 til 54,1 TWh i 2030, hvilket svarer til en stigning på 56 pct, og frem mod 2035 at stige yderligere til 62,0 TWh, svarende til en samlet stigning på 78 pct. For en nærmere beskrivelse af den forventede udvikling i elforbruget, se KF22 Sektornotat 8B Forbrug af el.

For den historiske periode viser figur 2 ligeledes, hvordan vejrudsving har haft betydning for fjernvarmeforbruget, mens det historisk ikke har påvirket elforbruget nævneværdigt. I takt med at en stadig større del af varmeforbruget vil blive fremstillet vha. varmepumper, må det forventes, at også elforbruget i højere grad vil blive påvirket af vejrudsving. Dette forhold er dog ikke analyseret nærmere i forbindelse med KF22. Fremskrivningen er baseret på et normalt klimaår og tager derfor ikke højde for vejrudsving.

#### *Teknologisk udvikling i el- og fjernvarmesektoren*

Årsagen til det kraftige fald i udledningerne fra el- og fjernvarmesektoren fra midt 1990'erne frem til 2035 skal således ikke findes i en faldende aktivitet i sektoren, men derimod i en fundamental omlægning af den måde el og fjernvarme fremstilles på. Dette illustreres i figur 3, der viser udviklingen i sektorens energiforbrug fordelt på energiformer.

*Figur 3: El- og fjernvarmesektorens energiforbrug fordelt på energiformer (inkl. affaldsforbrænding).*



El- og fjernvarmesektoren er karakteriseret ved en næsten fuldstændig omstilling til vedvarende energi, hvilket især er et resultat af udfasningen af kulfyret kraftvarme på centrale værker, konvertering til biomasse, kraftig reduktion af den naturgasfyrede kraftvarmeproduktion samt fortsat udbygning med landvind, havvind

og solceller. Forbruget af fossile brændsler (inkl. affald) til el- og fjernvarmeproduktion forventes at være reduceret med 87 pct. i 2030 ift. 2020, og en yderligere reduktion forventes frem mod 2035. Vurderes forbruget af fossile brændsler ekskl. affald, forventes en reduktion på 96 pct. 2030 ift. 2020. Kulbaseret el- og fjernvarmeproduktion forventes at ophøre med lukningen af Nordjyllandsværket ultimo 2028 (jf. KF22 Forudsætningsnotat 8D – Termisk kapacitet), hvorved målet om kuludfasning inden 2030 indfries (KEFM, 2018).

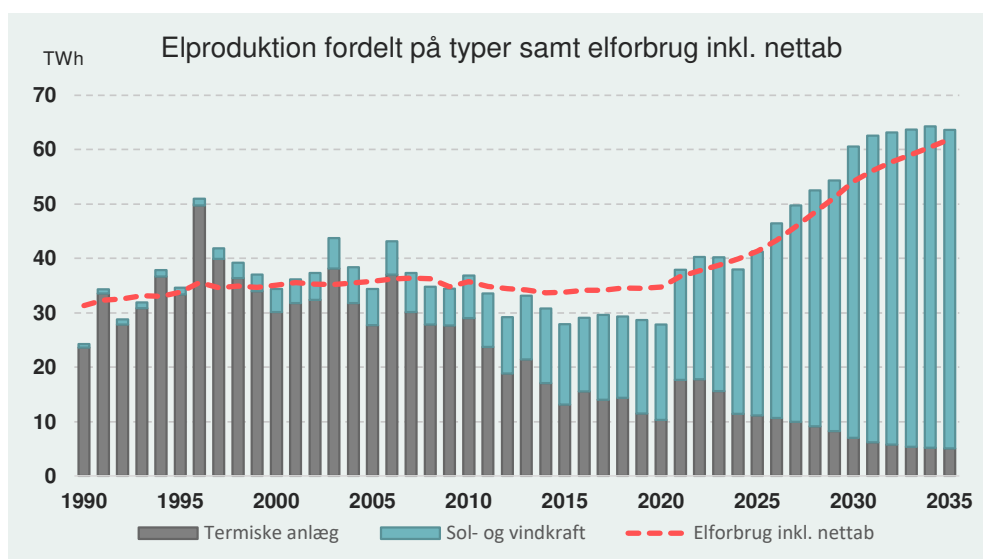
Et voksende bidrag til fjernvarmeproduktionen fra varmepumper og overskudsvarme fra erhvervene forventes herudover at begrænse forbruget af bioenergi, hovedsageligt træbiomasse, i perioden frem mod 2035.

Hvor el- og fjernvarmeproduktion således historisk har været tæt sammenknyttet gennem en stor kraftvarmeproduktion, vil koblingen i fremtiden i højere grad skyldes den udstrakte brug af eldrevne varmepumper i fjernvarmeforsyningen.

#### Fokus på elforsyningen

Den grundlæggende omstilling af den danske el- og fjernvarmesektor indebærer en markant forandring i produktionsmikset. Figur 4 illustrerer den teknologiske udvikling i elforsyningen frem til i dag, og hvordan den forventes at fortsætte i fremskrivningsperioden. I 1990 foregik 97 pct. af den indenlandske elproduktion på termiske anlæg, hvoraf hovedparten var kulfyrede, og kun 3 pct. på sol- og vindkraftanlæg. I 2020 var den termiske andel faldet til 37 pct. og i 2030 forventes den termiske andel i elproduktionen kun at udgøre 12 pct. og hovedsagelig at være baseret på biomasse med et begrænset bidrag fra fossile brændsler.

Figur 4: Indenlandsk elproduktion fordelt på produktionstyper samt elforbrug inkl. nettab.





VE-udbygningstakten i de første år af fremskrivningsperioden forventes at overstige væksten i det indenlandske elforbrug. Herudover forventes højere priser på såvel naturgas som CO<sub>2</sub>-kvoter at betyde, at danske kraftværker opnår en forbedret konkurrencesituation på det nordeuropæiske elmarked og at også den termiske produktion forøges først i fremskrivningsperioden. Samlet forventes Danmark således, under fravær af nye tiltag, at blive nettoeksportør af el fra 2021 frem til 2035 med undtagelse af 2024 og 2025.

I 2024 og 2025 forventes nettoimporten af elektricitet dog kun at udgøre hhv. 5 pct. og 0,2 pct inkl. nettab. Dette er en konsekvens af en fortsat stigning i elforbruget samtidig med, at der ikke indgår nye større VE-projekter i disse år i fremskrivningsperioden.

Fra 2026 og frem mod 2035 vil der være kraftig udbygning med VE, og elproduktionen vil igen overstige det forventede elforbrug. Den kraftige udbygning med VE i 2030 sker bl.a. på baggrund af aftale fra Finansloven 2022 om 2 GW ekstra havvind (Forudsætningsnotat 8A). Da elforbruget ikke øges tilsvarende, resulterer det i en væsentlig eksport af el i perioden fra 2030 og frem.

Resultatet er dog forbundet med store usikkerheder og er især betinget af idriftsættelsestidspunkter for kommende havvindmølleparker og store solcelleanlæg. Herudover inkluderer KF22 grundforløbet hverken en realisering af energiøerne eller en storstilet udbygning med PtX, som vil medføre en stor stigning i hhv. produktion og forbrug.

Som et supplement til KF22 grundforløbet er der i afsnit 3.2 udarbejdet et alternativt forløb, hvor energiøerne er inkluderet. Dette viser, at energiøerne vil øge eksporten af VE-baseret elektricitet fra Danmark betragteligt og dermed enten vil have en positiv klimaeffekt i det europæiske elsystem takket være fortrængningen af fossilbaseret elproduktion i udlandet, eller åbne muligheder for øget elforbrug i Danmark, fx til PtX-anlæg.

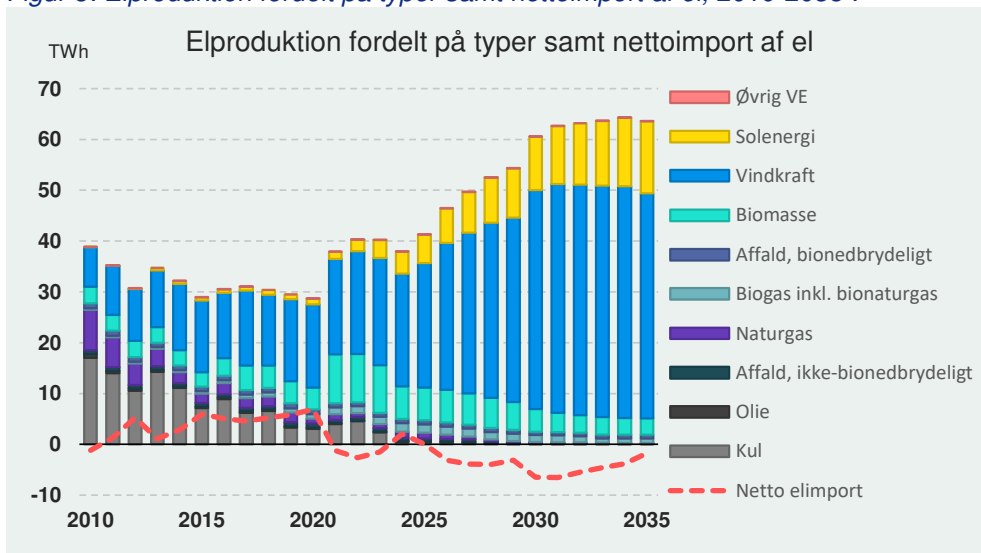
### *Elsktorens rolle i den grønne omstilling*

Fremskrivningen viser, at el- og fjernvarmesektoren kun bidrager marginalt til Danmarks drivhusgasudledning i 2030 og 2035. Elproduktionen i Danmark vil i 2030 og 2035 primært være baseret på sol- og vindenergi, mens den resterende termiske andel af elproduktion hovedsageligt vil være baseret på biomasse, som det fremgår af Figur 5.

I et klimaperspektiv forventes den danske elforsyning derfor at blive en del af løsningen i stedet for at være en del af problemet, idet VE-baseret strøm kan forsyne andre sektorer og dermed bidrage til nedbringelsen af deres respektive udledninger, via enten en direkte elektrificering af samfundet eller en indirekte

elektrificering gennem fremstillingen af syntetiske grønne brændstoffer (Power-to-X). Forudsætningen herfor er dog, at det stigende elforbrug ledsages af en fortsat VE-udbygning.

Figur 5: Elproduktion fordelt på typer samt nettoimport af el, 2010-2035 .



### Fokus på fjernvarmeforsyningen

Produktionen af fjernvarme har også undergået store forandringer, primært væk fra fossile brændsler som kul og naturgas mod en større anvendelse af biomasse. Omlægningen af rammevilkårene for investeringer i fjernvarmeproduktionskapacitet (KF22 Forudsætningsnotat 8D – Termisk kapacitet) kombineret med nedsættelsen af elvarmeafgiften (KF21 Forudsætningsnotat 2A – Ny politik der indgår i KF21) samt forventningen til det fremtidige elprisniveau resulterer i fremskrivningen i en stor udbygning med varmepumper. Den installerede varmekapacitet på varmepumper forventes at stige fra 105 MW i 2019 til knap 2.620 MW i 2030 og knap 2.920 MW i 2035, og varmepumper forventes at dække godt en tredjedel af fjernvarmeforbruget i 2030 under fravær af nye tiltag. 2.620 MW varmekapacitet fra varmepumperne kræver en elkapacitet på ca. 700 MW, da varmepumper har en såkaldt "COP-faktor" (virkningsgrad) som kan variere mellem 300 pct. og 500 pct. afhængigt af varmekilden og anlægsstørrelsen (Energistyrelsen og Energinet, 2020).

### 2.2 Tilbageværende udledninger i sektoren i 2030 og 2035

Klimafremskrivningen er en del af klimalovens årshjul og fungerer som input for regeringens årlige klimaprogram, der kommer til efteråret. Et af elementerne i klimaprogrammet er en opgørelse af tekniske reduktionspotentialer for forskellige sektorer. Som input til denne opgørelse sættes der derfor i dette afsnit fokus på de tilbageværende udledninger i sektoren i hhv. 2030 og 2035.





El- og fjernvarmesektorens udledninger af drivhusgasser afhænger af, hvor stor en del af produktionen, der er baseret på fossile brændsler. Som nævnt i afsnit 1 udgør sektorens udledninger<sup>3</sup> bare 0,3 mio. ton i 2030 og 0,2 mio. ton i 2035. Hvilke fossile brændsler udledningerne stammer fra fremgår af Figur 3 ovenfor.

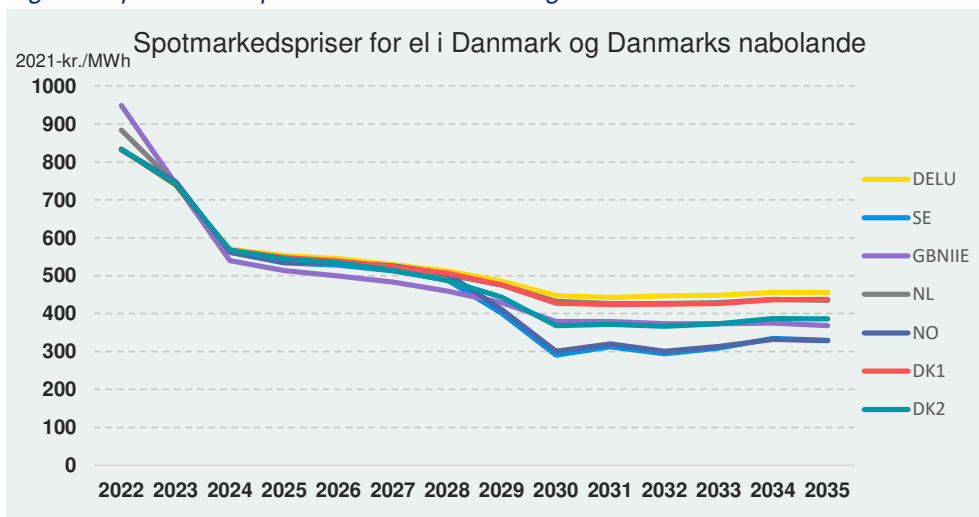
### 2.3 Udvalgte elementer i sektoren

Dette afsnit præsenterer uddybende oplysninger og forklaringer om udviklingen i el- og fjernvarmesektoren, herunder den forventede sammensætning af hhv. el- og fjernvarmeproduktion frem mod 2030 og 2035.

#### Udviklingen i elprisen

Danmark er en del af et fælles europæiske elsystem og udveksler elektricitet med de lande, Danmark er forbundet med via udlandsforbindelser. Sammensætningen af elproduktionskapacitet i Danmarks nabolande forventes ligeledes at udvikle sig mod en større udbygning med VE-produktionskapacitet og udfasningen af konventionelle produktionsenheder. Samtidig er forventningen også, at det europæiske net forstærkes med flere og stærkere elforbindelser mellem landene (jf. KF22 Forudsætningsnotat 3C – Elproduktionskapaciteter i udlandet og interkonnektorer). Brændselspriserne forventes at stige i 2021-2022, hvilket vil medføre øgede elpriser for alle markedsområder på kort sigt. Udbygningen med VE forventes efterfølgende at bidrage til faldende elpriser frem mod 2030 og 2035.

Figur 6: Spotmarkedspriser for el i Danmark og Danmarks nabolande.



Note: Priser i alle år er modelresultater og er beregnet som aritmetisk gennemsnit af priserne på timeniveau. I forbindelse med Energistyrelsens anvendelse af elprisresultater anvendes forward priser for 2022-2023. Forward priserne for 2022 og 2023 angivet i 2021-kkr./MWh er

<sup>3</sup> Ekskl. affaldsforbrænding og sekundære producenter

henholdsvis 1.531 og 992 for DK1 og 1.523 og 1.021 for DK2. Priserne er opdateret i marts 2022. DELU: Tyskland-Luxembourg, FI: Finland, GBNIE: Storbritannien, NL: Holland, NO: Norge, SE: Sverige.

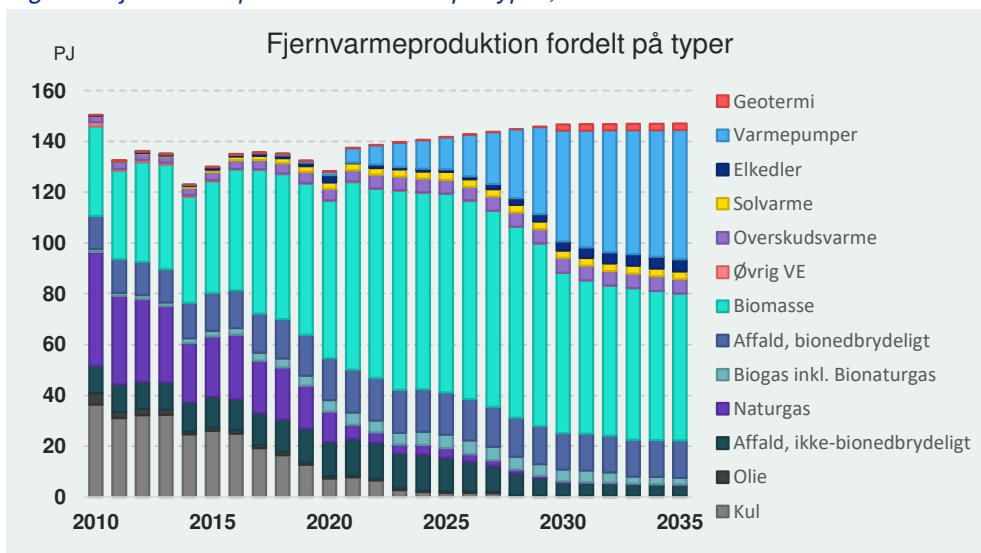
Det skal bemærkes, at elprisudviklingen i Figur 6 er forbundet med stor usikkerhed og især er betinget af det anvendte scenarie for kapacitetsudvikling i udlandet. Elprisen er i øvrigt følsom ift. ændringer i prisen på energiinput, herunder CO<sub>2</sub>-kvoteprisen. Disse usikkerheder og følsomheder undersøges nærmere i afsnit 3.2.

### Sammensætningen af fjernvarmeproduktionen

Faldende elpriser fra 2023 vil bl.a. få betydning for den fremtidige udvikling i den danske fjernvarmesektor. Fordelingen af fjernvarmeproduktion i perioden 2010 – 2035 kan ses i Figur 7. Lavere elpriser bidrager til at gøre investeringer i store varmepumper mere rentable, og varmepumper forventes at udgøre knap 30 pct. af fjernvarmeproduktionen i 2030 og knap 35 pct. i 2035 under fravær af nye tiltag. Samtidig betyder lavere elpriser en forringelse af driftsøkonomien for kraftvarmeverker, hvilket i fremskrivningen resulterer i en gradvis udfasning af især den naturgasbaserede kraftvarmekapacitet.

Udviklingen i sammensætning af fjernvarmeproduktion er bl.a. betinget af omlægningen af rammevilkårene for investeringer i fjernvarmeproduktionskapacitet, hvilket giver fjernvarmeproducenter et mere frit valg, når der tages beslutninger om nye investeringer (KF22 Forudsætningsnotat 8D – Termisk kapacitet).

Figur 7: Fjernvarmeproduktion fordelt på typer, 2010-2035.



Biomasse har de sidste ti år spillet en stigende rolle i fjernvarmeproduktionen. I centrale kraftvarmeområder har ny kraftvarmekapacitet på biomasse erstattet kulbaseret fjernvarmeproduktion, og i de mindre fjernvarmeområder har nye



biomassebaserede varmegærker delvist fortrængt naturgas som brændsel til fjernvarmeproduktion.

Fjernvarmeproduktion fra biomasse udgjorde 48 pct. af den samlede produktion i 2020 og den forventes at toppe i 2023 på 56 pct. Biomasseandelen i fjernvarmen forventes derefter at falde til 43 pct. i 2030 og 39 pct. i 2035, hvilket især skyldes større produktion fra varmepumper. Betydningen af biomasseforbruget til el- og fjernvarmeproduktion for sektorens udledninger præsenteres i bilaget til dette notat.

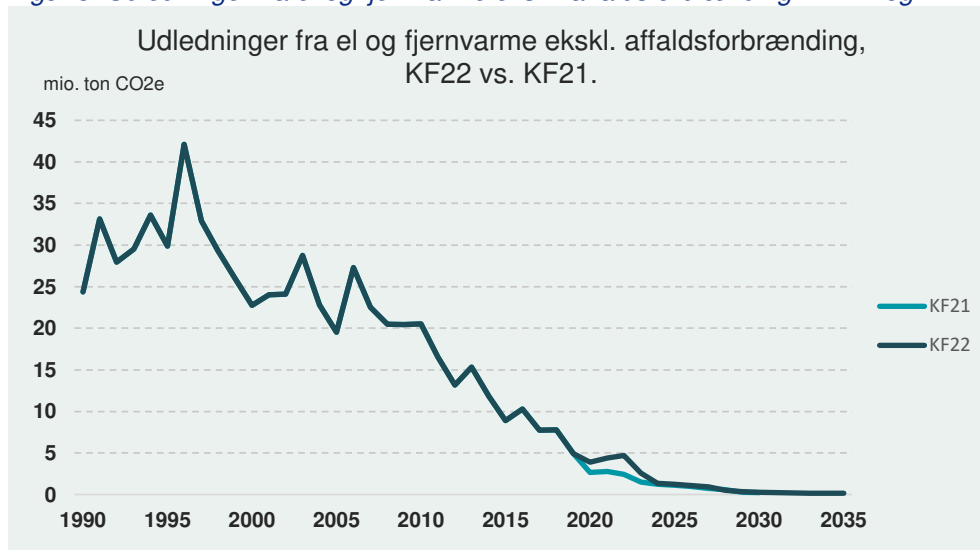
### 3. Kvalificering af KF22 forløbet

#### 3.1 Sammenligning med sektorens udledninger i KF21

I dette afsnit sammenlignes sektorens samlede udledninger i KF22 med de tilsvarende udledninger for sektoren i KF21. Det skal i denne forbindelse bemærkes, at det generelt ikke vil være muligt entydigt at forklare alle ændringerne fra KF21 til KF22, da disse ændringer vil være det samlede resultat af både politiktiltag og ændrede generelle forudsætninger ift. fx priser og teknologi samt afledte effekter mellem sektorerne. I nogle tilfælde kan resultaterne endvidere også være påvirket af metode- og modeludvikling (som bl.a. beskrevet i KF22 forudsætningsnotaterne).

I Figur 8 herunder sammenlignes sektorens udledninger med sidste års fremskrivning. Udledningen fra el- og fjernvarmesektoren er i KF22 højere fra 2020 og frem til 2023 end i KF21. For 2020 skyldes det opdateret statistik, mens det for 2021-2023 skyldes et stigende forbrug af fossile brændsler i disse år i KF22 ift. i KF21.

Figur 8: Udledninger fra el og fjernvarme ekskl. affaldsforbrænding i KF22 og KF21





### *Effekt af stigende brændselspriser på kort sigt i el- og fjernvarmesektoren*

En markant stigning i de fossile brændselspriser i 2021 og 2022 (Forudsætningsnotat 3A) vil resultere i en højere andel af kul og biomasse til el- og fjernvarmeproduktionen i 2021 og 2022 end set i KF21. Dette skyldes, at de øgede brændselspriser vil hæve elprisen, som gør det fordelagtigt at øge elproduktionen på kul og biomasse. Effekten af det større forbrug af kul i 2021 og 2022 vil ses i resultaterne for udledninger i de respektive år fra el- og fjernvarmesektoren i KF22.

### **3.2 Usikkerhed og følsomhedsberegninger**

Fremskrivningen af el- og fjernvarmesektoren er forbundet med store usikkerheder. De væsentlige kilder til denne usikkerhed er:

- Udvikling i brændselspriser og CO<sub>2</sub>-kvotepris
- Elforbrugsudvikling, herunder især elforbrug til datacentre
- Indenlandsk udbygning med åben-dør havvind, landvind og solceller
- Udvikling i sammensætningen af elproduktionskapaciteter i udlandet

Dertil kommer usikkerheder om fremtidige investeringer i fjernvarmeproduktionskapaciteter, herunder store varmepumpers prisudvikling og indflydelse fra lokale forhold på investeringsbeslutninger.

Der henvises til de respektive KF22 forudsætningsnotater (3A. Brændselspriser, 3B. CO<sub>2</sub>-kvotepris, 3C. Elproduktionskapaciteter i udlandet og interkonnektorer, 8D. Termisk produktionskapacitet i el- og fjernvarmesektoren ekskl. affaldsforbrænding, 8A. Havvind, 8B. Landvind, 8C. Solceller) for en mere detaljeret beskrivelse af de specifikke usikkerheder.

Som supplement til KF22 grundforløbet er der udarbejdet et alternativt forløb hvor energiøerne er inkluderet. Øvrige forudsætninger er som i grundforløbet.

For at afdække usikkerhederne forbundet med den teknologiske udvikling i el- og fjernvarmesektoren, adfærdsændringer og eksterne faktorer, præsenteres tre partielle følsomhedsanalyser, der forsøger at afdække usikkerhederne. Med "partiel" menes, at der foretages en ændring i forhold til KF22 grundforløb "alt andet lige" uden at medregne afledte effekter i det samlede system, og at resultaterne fra følsomhederne ikke umiddelbart kan aggregeres. Endvidere præsenteres tre tværgående følsomheder, hvor der tages højde for afledte effekter i det samlede system.

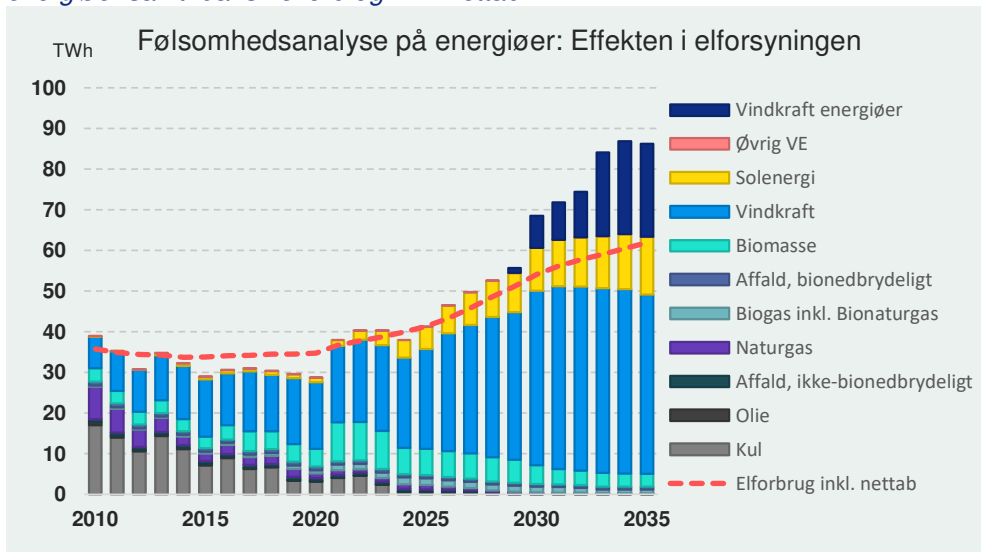
### *Partielt alternativt forløb på forsynings siden med energiøer*

Som beskrevet i forudsætningsnotatet om havvind (KF22 Forudsætningsnotat 8A), indgår energiøerne ikke i KF22 grundforløbet. De system- og klimamæssige konsekvenser af idriftsættelsen af energiøerne for den danske el- og fjernvarmesektor søges derfor her belyst med en partiel alternativberegning, hvor

energiøen ved Bornholm antages realiseret og nettilsluttet i 2029-2030 og hvor energiøen i Nordsøen antages realiseret og nettilsluttet i 2032-2033.

Energiøen i Nordsøen forventes at have en elkapacitet på 3 GW, mens energiøen ved Bornholm forventes at have en elkapacitet på 2 GW<sup>4</sup>. Det lægges til grund for beregningerne, at energiøen i Nordsøen forbindes med Vestdanmark og Belgien, og at energiøen ved Bornholm forbindes med Østdanmark og Tyskland. Der er dog ikke indgået bindende aftaler med hverken Tyskland eller Belgien om tilkobling til energiøerne på nuværende tidspunkt, og konfigurationerne for udlandsforbindelserne kan således ændre sig. Alternativberegningen vedrørende energiøer tilstræber blot at beskrive de system- og klimamæssige konsekvenser af energiøerne i en dansk kontekst, hvilket ikke vurderes at variere nævneværdigt ved en ændring i de lande, øerne forbindes til, så længe produktionskapaciteten og kapaciteten på eltransmissionsforbindelserne holdes konstant. Under antagelsen af, at det danske eksogent givne elforbrug holdes konstant som i KF22 grundforløbet, forventes energiøerne at øge nettoelekspoten med 7,9 TWh i 2030 og 22,6 TWh i 2035 ift. KF22.

*Figur 9: Følsomhedsanalyse på energiøer: Elproduktion fordelt på typer inkl. energiøer samt dansk elforbrug inkl. nettab.*



Alternativberegningen med energiøerne indebærer en betydelig stigning i VE-andelen i elforbruget (RES-E<sup>5</sup>) til 123 pct. i 2030, hvilket er en forøgelse på 14 procentpoint sammenlignet med KF22. I 2035 stiger RES-E til 138 pct. mod 109 pct. i grundforløbet. En VE-andel i elforbruget som er højere end 100 pct. betyder,

<sup>4</sup> I Finansloven fra 2022 indgår et mål om en samlet kapacitet på 10 GW hurtigst muligt og med 2040 som sigtepunkt under iagttagelse af sikring af de nødvendige udlandsforbindelser.

<sup>5</sup> RES-E for KF22 grundforløbet præsenteres i sektornotat 8B.



at Danmark med energioverforventes at have et stort overskud af grøn elektricitet, som kan udnyttes til at nedbringe drivhusgasudledningen fra andre sektorer gennem direkte eller indirekte elektrificering. Beregningen af energioverforventer ikke disse mulige afledte CO<sub>2</sub>-fortrængningseffekter.

Alternativberegningen viser også, at energioverforventer isoleret set ikke har stor betydning for den danske drivhusgasudledning. Den direkte effekt ligger på hhv. +0,01 og -0,02 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2030 og 2035 ift. grundforløbet. Årsagen til den lille effekt på udledningen er den i forvejen høje andel af VE-baseret elektricitet i Danmark, som har fortrængt størstedelen af den fossile elproduktion. Den lille stigning i drivhusgasudledningen i 2030 skyldes, at elproduktionen fra termiske anlæg fordelagtigt kan øges i timer med lav VE-produktion. Højere elektricitet er mulig grundet nye eltransmissionsforbindelser fra Danmark til udlandet via energioverforventer. Energioverforventer vil dog have en større direkte klimaeffekt i det europæiske elsystem, eftersom den forventede store danske elektricitet fortrænger fossilbaseret elproduktion i udlandet.

### *Partielle følsomheder*

#### *Vejrudsving*

Historisk har den danske elproduktion svinget kraftigt afhængigt af forholdene på det nordiske elmarked. Populært sagt udgjorde de danske fossilfyrede kondensværker en "energireserve" for Norden, som blev aktiveret i år med svigtende nedbør og dermed mindre vandkraftproduktion. Med udfasningen af de kulfyrede værker er dette fortid, men til gengæld betyder varierende vindforhold, at vandkraftproduktionen kan variere betydeligt fra år til år, typisk +/- 15 pct.

Klimafremskrivningen er baseret på normale år, dvs. at fremskrivningen ikke tager højde for svingende vindforhold og nedbør i fremtiden. For at illustrere betydning af varierende vejrforhold for el- og fjernvarmesektorens udledning er der lavet to følsomhedsberegninger. I den ene antages det, at vejrforhold er gunstige for elproduktion fra både vind (+15 pct. ift. KF22) og vandkraftværker (+15 pct. ift. KF22), mens der i den anden følsomhedsberegning antages en samtidig reduktion af elproduktion på vind (-15 pct. ift. KF22) og på vandkraftværker (-15 pct. ift. KF22)<sup>6</sup>. Størrelsesordenen på ændringen er bestemt ud fra statistiske data for Danmark og de øvrige nordiske lande.

Følsomhedsberegningen viser, at udsving i nedbør og vind kan betyde et maksimalt udsving i sektorens udledning i størrelsesordenen - 0,1 mio. ton CO<sub>2</sub>e til + 0,2 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2030. Sektorens udledning forventes derfor at blive mindre påvirkelige af vejr-mæssige udsving i takt med omstillingen til VE. Til sammenligning har vejrudsving i de historiske år betydet et udsving på +/- 5 mio. ton CO<sub>2</sub>e.

<sup>6</sup> Sandsynligheden for sammenfaldet af et vådår med gode vindforhold og af tørår med dårlige vindforhold er ikke undersøgt. Sammenfaldet er antaget for at undersøge de mest ekstreme variationer i el- og fjernvarmesystemet.



Vejrudsving vil dog stadig have en stor betydning for andre aspekter af energisystemet, herunder import/eksport af el, elpriser på spotmarkedet og anvendelse af biomasse.

#### Betydning af udbygning med Åben-dør havvind

Udbygning efter åben dør-ordningen er forbundet med stor usikkerhed, både ift. hvor mange og hvilke projekter, der realiseres samt ikke mindst hvornår de realiseres. For at illustrere effekten på danske CO<sub>2</sub>-udledninger er der udarbejdet følsomhedsberegninger med hhv. 0 MW og 1.200 MW, hvor de 1.200 MW svarer til etablering af alle kendte aktive projekter, der har modtaget tilladelse til at lave forundersøgelser. Følsomhedsberegningerne viser, at lavere eller højere udbygning med åben-dør havvind kan betyde et maksmalt udsving i sektorens udledning i størrelsesordenen +/- 0,01 mio. ton CO<sub>2e</sub> i 2030.

#### Betydning af udlandscenarie

KF22 er (jf. forudsætningsnotat 3C) baseret på MAF20 for årene frem til 2030 og på TYNDP20 scenariet "National Trends" for perioden efter 2030. For at illustrere udlandets betydning for danske CO<sub>2</sub>-udledninger er der udarbejdet følsomhedsberegninger med TYNDP20 scenariet "Distributed energy". Der er ikke udarbejdet følsomhedsberegninger med andre udlandsscenarioer for perioden frem til 2030, da ERAA21 (erstatning for MAF20) endnu ikke er implementeret i Energistyrelsens modelsetup. Følsomhedsberegningerne viser, at valg af udlandsscenario kan betyde et udsving i sektorens udledning i størrelsesordenen 0,2 mio. ton CO<sub>2e</sub> i 2035.

#### Tværgående følsomhed

Til KF22 er der også foretaget tværgående følsomhedsberegninger på fossile brændselspriser og CO<sub>2</sub>-kvotepris. Resultaterne af disse tværgående følsomhedsberegninger beskrives i selvstændigt notat, der udgives i forlængelse af KF22 sektornotaterne.

### 3.3 Planlagt udvikling fremadrettet

Der henvises til forudsætningsmaterialet for den metodemæssige udvikling, der planlægges for de fremtidige Klimastatus og –fremskrivninger.

## 4. Kilder

Energistyrelsen. (2021). *Data, tabeller, statistikker og kort. Energistatistik 2020.*

Hentet fra <https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/energistatistik2020.pdf>

Energistyrelsen og Energinet. (2020). *Technology Data. Generation of Electricity and District heating.* Hentet fra

[https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology\\_data\\_catalogue\\_for\\_el\\_and\\_dh.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_catalogue_for_el_and_dh.pdf)



KEFM. (2018). *Energiaftale 2018*. Hentet fra

<https://kefm.dk/media/6646/energiaftale2018.pdf>

Regering (Socialdemokratiet) og Venstre, Dansk Folkeparti, Socialistisk Folkeparti, Radikale Venstre, Enhedslisten, Det Konservative Folkeparti, Liberal Alliance og Alternativet. (2021). *Tillæg til klimaaf tale om energi og industri af 22. juni vedr. Ejerskab og konstruktion af energier mv*. Hentet fra <https://kefm.dk/Media/5/E/Aftaletekst%20-%20Energi%C3%B8er%20-%20Ejerskab%20og%20konstruktion%20af%20energi%C3%B8er%20mv.pdf>

## 5. Bilag

### Bilag 5.1 Biogene energirelaterede CO<sub>2</sub>-udledninger fra sektoren

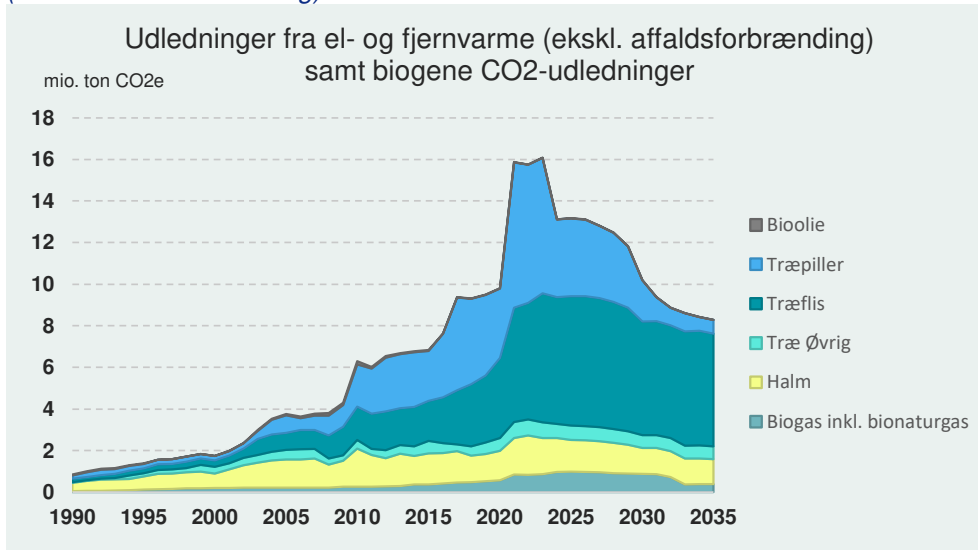
*Klimafremskrivningens opgørelse af sektorernes udledninger følger FN's opgørelsesregler, da udledningsopgørelsen ift. 70 pct. målsætningen ifølge klimaloven skal følge disse. CO<sub>2</sub>-udledning fra forbruget af biomasse medregnes i LULUCF-sektoren i det land, hvor biomassen høstes. Ved afbrænding af dansk og importeret biomasse og biobrændsler til energiformål medregnes den heraf følgende biogene CO<sub>2</sub>-udledning derfor ikke for at undgå dobbelttælling (jf. KF22 forudsætningsnotat 2B). Ifølge FN-reglerne skal CO<sub>2</sub>-udledningerne fra forbruget af biomasse til energi dog opgøres og indberettes under et såkaldt "memo item". Dette bilag viser de samlede biogene energirelaterede CO<sub>2</sub>-udledninger forbundet med forbrænding af biomasse og biobrændsler.*

Figur 1 først i notatet illustrerer udvikling i el- og fjernvarmesektorens udledninger opgjort efter FN's rapporteringsmetode. For at vise omfanget af biogene udledninger fra el- og fjernvarmesektoren er denne nedenfor gengivet sammen med en ny kurve, der viser sektorens udledninger inkl. de biogene CO<sub>2</sub>-udledninger.

Hvis den biogene del af sektorens udledningerne medtages, forventes el- og fjernvarmesektoren således at udlede 10,5 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2030, hvilket svarer til en reduktion på 58 pct. i forhold til 1990-niveau. I 2030 forventes den biogene udledning at udgøre 97 pct. af el- og fjernvarmesektorens samlede udledning, og den forventes primært at komme fra biomasseafbrænding til fjernvarmeproduktion (herunder særligt træbiomasse).



Figur 10: Biogene energirelaterede CO<sub>2</sub>-udledninger fra el- og fjernvarmesektoren (ekskl. affaldsforbrænding) .



### Bilag 5.2 Indikatorer fra sektoren

I Klimahandlingsplan 2020 blev der opstillet en række indikatorer, der fremadrettet kan bidrage til at vurdere fremdriften i omstillingen af de enkelte sektorer. I dette bilag præsenteres data for de indikatorer, der er relevante for el- og fjernvarmesektoren.

I et lidt bredere perspektiv er det interessant at følge om det er biomassefyrede termiske anlæg, vindkraft eller solceller, eller overskudsvarme, solvarme eller varmepumper, der overtager produktionen af el og fjernvarme. De nye forsyningskilder og teknologier, som erstatter den fossilbaserede produktion, har nemlig meget forskellige karakterer, fx hvor store arealer de kræver eller hvor fleksible de er og dette giver dem forskellige styrker og svagheder i den samlede grønne omstilling af el- og fjernvarmesektoren.

I nedenstående Tabel 1 og Tabel 2 angives fordelingen i fem udvalgte nedslagsår, hvor 1994 er det første år, hvor data på denne form findes, hvor 2020 er det seneste statistiske år (Energistyrelsen, 2021), og 2035 er det sidste fremskrivningsår.

Tabel 1: Elproduktion i 1994, 2010, 2020, 2030 og 2035 fordelt på brændsler/typer.

Elproduktion fordelt på brændsler/typer	1994		2010		2020		2030		2035	
	TWh	Pct.	TWh	Pct.	TWh	Pct.	TWh	Pct.	TWh	Pct.
Fossile brændsler	38,2	95,3	25,7	66,1	4,3	15,0	0,2	0,3	0,1	0,2
Affald	0,5	1,2	1,7	4,3	1,7	6,0	0,9	1,5	0,9	1,4
Biomasse <sup>7</sup>	0,3	0,7	3,7	9,5	5,2	18,0	5,8	9,6	4,1	6,4
Vindkraft	1,1	2,7	7,8	20,1	16,3	56,9	43,1	71,1	44,4	69,7
Solenergi <sup>8</sup>	0,0	0,0	0,0	0,1	1,2	4,1	10,5	17,4	14,2	22,3
<b>I alt</b>	<b>40,1</b>	<b>100</b>	<b>38,9</b>	<b>100</b>	<b>28,7</b>	<b>100</b>	<b>60,7</b>	<b>100</b>	<b>63,7</b>	<b>100</b>

Som det fremgår af Tabel 1, er der sket en kraftig reduktion i andelen af elproduktion fra fossile brændsler siden 2010. Produktion, som primært er blevet erstattet af produktion fra vindkraft samt biomasse og sol.

Tabel 2: Fjernvarmeproduktion i 1994, 2010, 2020, 2030 og 2035 fordelt på brændsler/typer.

Fjernvarmeproduktion fordelt på brændsler/typer	1994		2010		2020		2030		2035	
	PJ	Pct.	PJ	Pct.	PJ	Pct.	PJ	Pct.	PJ	Pct.
Fossile brændsler	87,5	77,4	85,5	57,1	20,1	15,7	1,0	0,7	0,6	0,4
Affald	13,5	11,9	23,6	15,7	30,0	23,4	19,5	13,3	18,8	12,8
Biomasse <sup>9</sup>	9,2	8,1	38,1	25,3	66,6	52,0	67,8	46,2	60,6	41,2
Overskudsvarme	2,8	2,5	2,5	1,7	4,6	3,6	5,7	3,9	5,7	3,9
Solvarme	0	0	0,1	0,1	2,6	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0
Elkedler og varmepumper <sup>10</sup>	0,1	0,1	1,2	0,1	4,2	3,3	49,7	33,9	58,2	39,6
<b>I alt</b>	<b>113,1</b>	<b>100</b>	<b>151,0</b>	<b>100</b>	<b>128,1</b>	<b>100</b>	<b>146,7</b>	<b>100</b>	<b>146,9</b>	<b>100</b>

En næsten tilsvarende reduktion i andelen der dækkes af fossilbaseret produktion kan, som det fremgår af Tabel 2, ses i fjernvarmeproduktionen, men her har biomasse spillet den vigtigste rolle efterfulgt af affald, overskudsvarme og sol. Frem mod 2035 forventes varmepumper at få en meget fremtrædende rolle i fjernvarmeproduktionen.

### Bilag 5.3 Sektorens udledning fordelt på brændsler

Sektorens drivhusgasudledning har historisk været drevet af kulforbruget til el- og fjernvarmeproduktion, som det fremgår af Figur 10. Udviklingen frem mod 2030 og 2035 er især betinget af udfasningen af kulfyret kraftvarme på centrale værker samt en gradvis men vedvarende fortrængning af naturgasforbruget siden 2010.

<sup>7</sup> Biomasse er inkl. biogas

<sup>8</sup> Solenergi er inkl. hydro

<sup>9</sup> Biomasse er inkl. biogas

<sup>10</sup> Elkedler og varmepumper er inkl. geotermi

Figur 11: Udledninger fra el- og fjernvarmesektoren (ekskl. affaldsforbrænding) fordelt på brændsler.

