



# Biomasseanalyse

Maj 2020

<b>Indledning</b> .....	<b>3</b>
1.1 Hovedkonklusioner .....	3
<b>1. Danmarks forbrug af fast biomasse til el- og varmeproduktion</b> .....	<b>8</b>
1.2 Fast biomasse i den danske energiforsyning .....	8
1.3 Anvendelsen af fast biomasse i forskellige sektorer .....	11
1.4 Oprindelseslande for importeret træbiomasse .....	13
1.5 Basisfremskrivning: Forventet biomasseforbrug frem til 2030 .....	14
1.6 Forventet el- og varmeproduktion på biomasse frem til 2030 .....	16
1.7 Biomassefyrede værker: udløb af tilskud og forventet afskrivningstidspunkt .....	19
<b>2. Rapportering af emissioner fra brug af træ til energi ifølge internationale regler</b> .....	<b>22</b>
2.1 IPCC-opgørelsesregler .....	24
2.2 EU's LULUCF regnskabsregler .....	25
2.3 Danmarks klimamål og LULUCF-opgørelse.....	26
2.4 Status for klimamål og LULUCF-opgørelser for importeret biomasse .....	28
<b>3. Klimaeffekt og bæredygtighed af træbiomasse til energi</b> .....	<b>29</b>
3.1 Klimaregnskabet for Danmarks brug af biomasse .....	32
3.2 Restprodukter .....	32
3.3 Andre bæredygtighedsaspekter .....	33
3.4 Konklusion om biomassens klimaeffekt .....	34
<b>4. Globale og nationale biomasseressourcer</b> .....	<b>36</b>
4.1 Det globale forbrug af biomasse til energi .....	36
4.2 Det globale skovkulstoflager .....	36
4.3 Den globale, bæredygtige biomasseressource .....	37
4.4 Den danske biomasseressource .....	39
<b>5. Bæredygtighedskriterier</b> .....	<b>43</b>
5.1 Brancheaftalen .....	43
5.2 Bæredygtighedskrav i det nye VE-direktiv .....	44
5.3 Bæredygtighedskrav og bæredygtighed .....	45
<b>6. Nuværende og planlagte støtteordninger til biomasse</b> .....	<b>47</b>
6.1 Støtte til eksisterende kraftvarmeværker, som anvender biomasse .....	47
6.2 Planlagt støtteordning til ny elkapacitet.....	48
6.3 Grundbeløbsordning (etableringsstøtte til varmepumper, biokedler og solvarme) .....	48
6.4 §20b Indregning af overskud i varmeprisen .....	49
6.5 Afgiftsfordel og deling af afgiftsfordel .....	49
<b>7. Effekter af nuværende regulering</b> .....	<b>52</b>
7.1 Fjernvarmeområder .....	52
7.2 Muligheder for etablering af ny kapacitet i fjernvarmeområder .....	54
7.3 Naturgasområder.....	59
7.4 Individuel opvarmning.....	60
<b>8. Alternativer til biomassebaseret varmeproduktion</b> .....	<b>61</b>
8.1 Mindre fjernvarmeområder .....	61
8.2 Store decentrale områder .....	62
8.3 Centrale områder.....	62
8.4 Individuel opvarmning.....	64
<b>9. Referenceliste</b> .....	<b>69</b>

# Indledning

IPCC offentliggjorde i august 2019 en særrapport om klimaforandring og land<sup>1</sup>, der blandt andet omhandlede brug af biomasse til energi. Analysen gav anledning til debat om, hvorvidt det danske forbrug af biomasse til energiformål kan siges at være bæredygtigt og CO<sub>2</sub>-neutralt.

Der blev på den baggrund igangsat en biomasseanalyse i Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet.

Analysen beskriver det danske forbrug af fast biomasse til energi, eksisterende rammebetingelser samt relaterede problemstillinger vedrørende ressourcegrundlag og bæredygtighed. Klimaeffekten, dvs. biomasseforbrugets påvirkning af indholdet af CO<sub>2</sub> i atmosfæren, er et væsentligt aspekt af bæredygtigheden og det, der fokuseres mest på i denne rapport. Bæredygtighed omfatter dog også andre forhold f.eks. biodiversitet og sociale forhold, som kort omtales. Analysen fokuserer især på træbiomasse, som afbrændes til ren varmeproduktion og til kraftvarmeproduktion.

Bioenergi er et bredt emne og mange aspekter er udeladt i denne rapport. Det gælder f.eks. anvendelse af biomasse til biogas, biobrændstoffer og forgasning, brug af træbiomasse til andre formål end energi f.eks. byggematerialer, møbler og andre trævarer, eller som indgår i en bredere bioøkonomisk ressourceanvendelse samt alternative elproduktionsteknologier. Mulighederne for en fremtidig anvendelse af træbiomasse til andre formål end afbrænding spiller dog en rolle i forhold til rammerne for brug af biomasse til el og varme, da træbiomasse er en begrænset ressource.

## 1.1 Hovedkonklusioner

Fast biomasse i form af træ, halm og bionedbrydeligt affald stod for 64 pct. af den vedvarende energi (VE), som blev brugt i Danmark i 2018. Halm, træpiller og træflis har i stort omfang erstattet kul i el- og varmesektoren. Herudover bruges træbiomasse til individuel opvarmning og til procesformål i produktionsvirksomheder. I 2018 udgjorde træ 75 pct. af den faste biomasse, mens bionedbrydeligt affald og halm udgjorde hhv. 13 og 12 pct. Over halvdelen af den træbiomasse, der anvendes i Danmark, importeres.

### Internationale regler for bogføring af klimaeffekten

Den øgede anvendelse af biomasse til el- og fjernvarmeproduktion står for en væsentlig del af reduktionen af drivhusgasudledningen fra 1990 til 2017 i Danmarks drivhusgasopgørelse, idet udledningerne fra afbrænding af træbiomasse sættes til nul i henhold til internationale regler.

I følge disse regler opgøres et lands samlede drivhusgasudledning som summen af udledninger fra forskellige sektorer. Udledninger fra afbrænding af biomasse opgøres ikke i energisektoren, men skal i stedet indgå i opgørelsen for arealsektoren (kaldet LULUCF for *land use, land use change, and forestry*), i det land, hvor biomassen høstes. Arealsektoren kan bidrage med nettoudledninger, hvis kulstoflageret i jord og skove falder, f.eks. pga. afskovning eller hvis skovhugsten overstiger skovtilvæksten, eller med nettooptag, hvis kulstoflageret i jord og skove stiger f.eks. pga. skovrejsning eller hvis

---

<sup>1</sup>Climate Change and Land, An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. IPCC, August 2019.

skovtilvæksten overstiger skovhugsten. Udledninger fra biomasse henregnes altså regnskabsmæssigt til det land, som høster biomassen – og ikke det land, som anvender biomassen.

Danmark opgør udledninger og optag fra LULUCF og medregner disse i forhold til i klimalovens 70 pct. målsætning. Hvis der i et år høstes mere biomasse til energi end træer og planter producerer i deres vækst, registreres en udledning, hvilket kan gøre det sværere at opnå 70 pct. målsætningen. Høstes der mindre biomasse end biomassetilvæksten, registreres et optag, der kan gøre det lettere at nå målet.

For udenlandsk biomasse, der importeres og afbrændes i Danmark, henregnes eventuelle udledninger altså til LULUCF-sektoren i biomassens oprindelsesland. De indgår således ikke i opgørelserne over Danmarks drivhusgasudledning og påvirker derved ikke opfyldelsen af den danske målsætning. Hvis den høstede biomasse har mindsket skovens kulstoflager eller CO<sub>2</sub>-optag i oprindelseslandet, vil det have medført udledninger globalt. Hvis oprindelseslandet opgør disse udledninger retvisende og medregner dem i forhold til et forpligtende og tilstrækkeligt klimamål, vil disse udledninger kunne blive kompenseret af reduktioner i andre sektorer.

Flere lande har ikke p.t. forpligtende klimamål eller medregner ikke LULUCF-sektorens udledninger i deres eventuelle mål. Det gælder f.eks. Rusland og USA, som i 2018 leverede omkring en fjerdedel af den biomasse, som Danmark importerede til energiformål. Forskellige LULUCF-regelsæt, valg af forskellige opgørelsesmetoder og forskellige fortolkninger af det komplicerede faglige grundlag gør det desuden vanskeligt at gennemskue og kontrollere om udledninger fra LULUCF-sektoren opgøres retvisende.

Det kan konkluderes, at selvom forbruget af biomasse i energisektoren i henhold til internationale regler regnes som nuludledning i Danmark, kan der være risiko for at biomasseforbruget fører til udledninger globalt.

Nationale tiltag kan også inden for andre områder, f.eks. kvotesektoren og landbruget, medføre, at de globale reduktioner er mindre end de reduktioner, der opgøres nationalt (såkaldt drivhusgaslækage). Dette har ikke været nærmere undersøgt i denne rapport.

### **Biomassens klimaeffekt**

Den samlede klimaeffekt, på tværs af sektorer, ved at afbrænde biomasse er ikke simpel at opgøre og ville kræve et datagrundlag, som ikke er offentligt tilgængeligt i øjeblikket. Denne analyse har ikke opgørt den globale klimaeffekt af den danske energisektors forbrug af biomasse.

Internationale studier viser, at klimaeffekten af brug af skovbiomasse til energi varierer. Effekten afhænger af en række faktorer herunder omfanget af forbruget. Jo større forbrug af biomasse til energi, jo større er risikoen for at anvendelsen fører til høje udledninger. Andre vigtige faktorer er: typen af biomasse, skovforvaltningen, markedseffekterne og tidshorizonten. Desuden afhænger effekten af den alternative anvendelse af jord og biomasse samt af hvilken energikilde, biomassen erstatter.

Generelt er udledningerne små for skovrestprodukter, tyndingstræ, industrielt resttræ og affaldstræ, da disse biomasser ofte alligevel ville være rådnet i løbet af en kort periode og derved have udledt CO<sub>2</sub>. Udledningerne kan være højere – og i en periode højere end det fossile alternativ – for stammetræ af

større dimensioner, træstubbe og rødder. Perioden, hvor udledningen fra hugst og forbrænding af biomasse kan være højere end det fossile alternativ, kan variere fra mindre end et år til flere hundrede år. Derefter vil merudledningen kunne blive mere end opvejet af méroptag i genplantede nye, yngre og mere vækstkraftige skovtræer, og klimaeffekten positiv, alt efter hvad hugsten bruges til ud over energi.

Denne analyse viser, at brug af biomasse til energi samlet set i mange tilfælde er en fordel for klimaet, f.eks. når restprodukter erstatter fossile brændsler. I andre tilfælde, f.eks. hvis større træer fældes til energiproduktion og ikke genplantes, kan det bidrage mere til klimaforandringer, end hvis man havde brugt kul.

En præcis opgørelse af biomassens klimaregnskab kræver, at man definerer præcist, hvilket system man ser på, og hvilken biomasse, der anvendes, i hvilken periode set i forhold til hvilket alternativ. Der findes ikke i dag et tilgængeligt datagrundlag for at beregne den samlede reelle klimaeffekt af anvendelsen af biomasse til el og varme i Danmark.

### **Biomasseressourcen**

Globalt blev der i 2017 brugt 37,3 EJ fast biomasse til energi. Størrelsen af det bæredygtige bioenergi-potentiale er blevet vurderet til mellem 100 og 300 EJ<sup>2</sup>. FN's klimapanel har vurderet, at det globale bæredygtige bioenergi-potentiale i 2050 vil være begrænset til omkring 100 EJ pr. år, hvoraf kun en del er træbiomasse. En sådan opgørelse er imidlertid forbundet med betydelig usikkerhed. Et forbrug på eller over dette niveau vil ifølge IPCC "lægge et betydeligt pres på tilgængeligt land, fødevarerproduktion og priser"<sup>3</sup>. Et maksimalt potentiale på 100 – 300 EJ biomasse svarer til 10 – 30 GJ pr. person pr. år i 2050. Danskerne brugte i 2018 ca. 27 GJ biomasse pr. person til energi, heraf ca. 20 GJ træ.

Det maksimale energipotential fra danskproduceret biomasse og biogas vurderes på kortere sigt at ligge på 160 - 180 PJ inkl. biologisk nedbrydeligt affald, men uden energiafgrøder og uden såkaldt "blå biomasse" fra havet. Et potentiale på 180 PJ svarer til ca. 31 GJ pr. dansker, hvoraf højst ca. 10 GJ estimeres at kunne være træ. Inddrages arealer til dyrkning af afgrøder eller træ til energi, er potentialet større, men det kræver, at arealer omlægges fra produktion af fødevarer eller foder, hvilket kan have indirekte arealeffekter.

### **Krav til bæredygtigheden af biomassebrændsler fra skovbrug**

Der er i dag ikke lovkrav til bæredygtighed af biomasse til energi. I stedet blev der i 2014 indgået en frivillig brancheaftale om bæredygtighed af træpiller og flis til el og fjernvarme i Danmark. Et nyt EU-direktiv for vedvarende energi (VE-II direktivet) indeholder mindstekrav til bæredygtigheden af biomassebrændsler fra skovbrug. VE-direktivet skal implementeres i dansk lov senest 30. juni 2021.

Bæredygtighedskrav, f.eks. krav til genplantning, krav om at oprindelseslandet er part i Parisaftalen og medregner LULUCF-sektoren i opfyldelsen af deres klimamål m.m. vil på en række punkter kunne adressere bæredygtighedsmæssige udfordringer ved brug af biomasse til energi.

---

<sup>2</sup> Analyse af bioenergy I Danmark, Energistyrelsen 2014.

<sup>3</sup> IPCC: 2018 Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report.

## **Rammebetingelser og alternative teknologier**

De hidtidige rammevilkår har ført til et betydeligt forbrug af biomasse til kraftvarme- og fjernvarmeproduktion. Omlægningen af de centrale kraftvarmeanlæg fra fossile brændsler til biomasse er blevet fremmet af støtte til elproduktion på biomasse (15-øren), afgiftsfritagelsen på biomasse sammenlignet med el og fossile brændsler, samt muligheden for at prioritere afgiftsfordelen til nedsættelse af elproduktionsomkostningerne (nettofordelsmodellen). Sidstnævnte blev indført med energiaftalen fra 2012.

På flere af de centrale værker er der således sket en omstilling fra kul til biomasse, hvor seks blokke blev ombygget eller etableret efter 2012. Omstillingen fra kul til biomasse svarer til en varmeproduktion på ca. 8500 TJ i 2018. Derudover har Amagerværket og Asnæsværket skiftet fra kul til flis i 2019 og 2020. Som resultat af den betydelige konvertering af de centrale kraftværker fra kul til biomasse over de seneste år, er der i dag kun tre fuldt ud kulfyrede kraftvarmeblokke tilbage i Danmark.

Med energiaftalen fra 2018 har de mindste decentrale kraftvarmeværker fået mulighed for at etablere eldrevne varmepumper eller biomassekedler, hvis det er nødvendigt for at sikre mod forhøjede varmepriser, hvilket reguleres gennem et krav til godkendelse af biomasseprojekter baseret på projekternes brugerøkonomiske konsekvenser. I de mindre fjernvarmeområder er eldrevne varmepumper – evt. i kombination med solvarme – typisk et konkurrencedygtigt alternativ til de eksisterende anlæg på biomasse eller naturgas, der typisk dækker størstedelen af den årlige varmeproduktion. Til at dække den øgede varmeefterspørgsel om vinteren kan værkerne anvende anlæg baseret på biogas, bioolie, el-patroner eller biomasse.

I de fleste af de større decentrale og de centrale fjernvarmeområder må der ikke under de gældende regler bygges ren varmeproduktion som f.eks. biomassekedler. I forbindelse med udfasingen af de kulfyrede værker i Esbjerg, Odense og Aalborg, hvor der er åbnet for muligheden for at søge om dispensation fra kraftvarmekravet, er der behov for at etablere alternativ VE-varmeproduktion i stor skala. I disse områder skønnes VE-produktionen at blive baseret på biomasse, da der kan være betydelige udfordringer ved at dække størstedelen af den årlige varmeproduktion med varmepumper. Det skyldes bl.a. begrænsede arealer til udvinding af luft og sol som varmekilde, da dette er pladskrævende, begrænsede alternative varmekilder, og begrænsede erfaringer med varmepumper i meget stor skala. Relevante varmekilder til storskala varmepumper kan være havvand, spildevand, overskudsvarme og geotermi.

Det individuelle forbrug af biomasse til opvarmning i form af træpiller og brænde er af samme størrelsesorden som forbruget på de centrale kraftvarmeværker. En stor del af brændeforbruget er supplerende varmekilde til naturgas, olie og fjernvarme, mens træpillefyr udgør et alternativ til olie- og naturgasfyr især i yderområderne.

## **Læsevejledning**

Kapitel 1 beskriver brugen af biomasse i Danmark til el- og varmeproduktion indtil nu samt den forventede udvikling frem til 2030.

Kapitel 2 gennemgår de gældende internationale regler om rapportering af emissioner fra brug af træ til energi.

Kapitel 3 beskriver klimaeffekten ved anvendelse af træbiomasse til energi og kommer kort ind på andre bæredygtighedsaspekter såsom biodiversitet. Kapitel 3 afsluttes med en konklusion om biomassens klimaeffekt.

Kapitel 4 belyser størrelsen af den globale og den nationale biomasseressource.

Kapitel 5 beskriver bæredygtighedskrav til biomasse, herunder kravene i det nye EU-direktiv for vedvarende energi, som skal træde i kraft i 2021.

De nuværende og planlagte økonomiske virkemidler i forbindelse med anvendelse af biomasse til el- og varmeproduktion gennemgås i kapitel 6.

Kapitel 7 kortlægger den nuværende regulering på varmeområdet betydning for biomasseudbygningen.

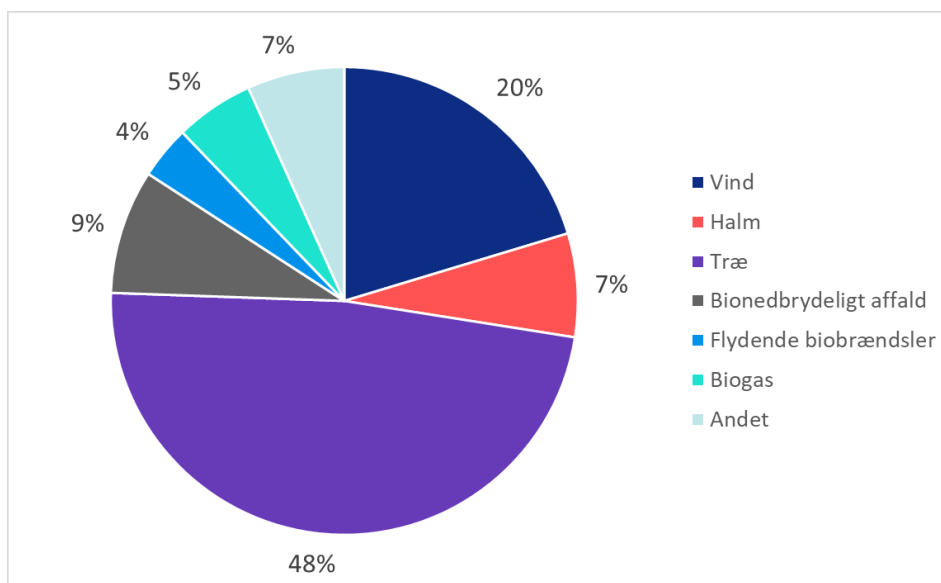
Afslutningsvis beskriver kapitel 8 alternative teknologier til varmeproduktion for forskellige typer fjernvarmeområder og områder med individuel opvarmning.

# 1. Danmarks forbrug af fast biomasse til el- og varmeproduktion

Dette kapitel beskriver brugen af biomasse i Danmark indtil nu samt den forventede udvikling frem til 2030. Der er fokus på træbiomasse i form af træpiller, flis, brænde og træaffald, men andre former for bioenergi omtales: anden fast biomasse i form af halm og bionedbrydeligt affald, samt biogas og flydende biobrændstoffer.

## 1.2 Fast biomasse i den danske energiforsyning

Fast biomasse står for hovedparten af den vedvarende energi, der bruges i Danmark. I 2018 udgjorde fast biomasse 64 pct. af den samlede mængde VE, der blev anvendt<sup>4</sup>. Figur 1 viser forbruget af VE i 2018 fordelt på energiformer.



Figur 1. Forbrug af vedvarende energi i Danmark i 2018 fordelt på typer. Kilde: Energistatistik 2018

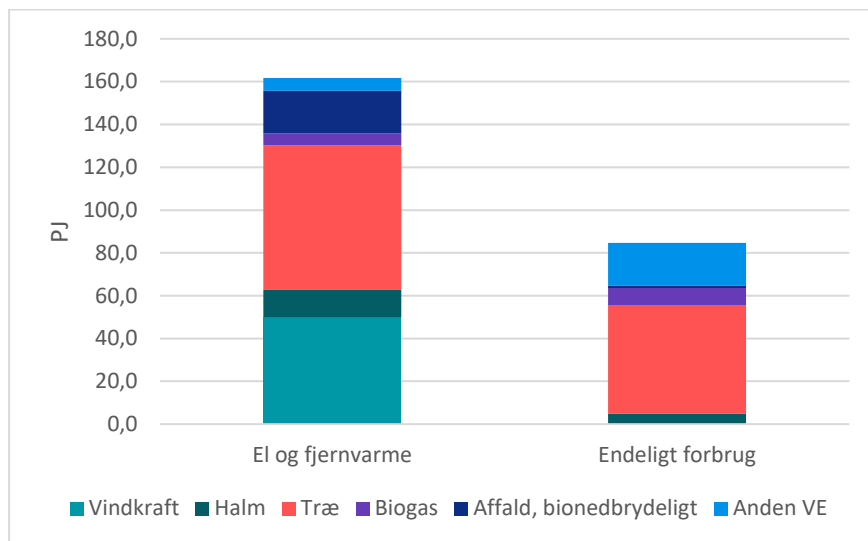
Det samlede forbrug af vedvarende energi<sup>5</sup> i 2018 var 246 PJ, hvoraf fast biomasse leverede 157 PJ.

I el- og fjernvarmeproduktionen blev der brugt 162 PJ, hvoraf træbiomasse leverede 67 PJ, efterfulgt af vindkraft med 50 PJ og bionedbrydeligt affald med 20 PJ. Halm, biogas og anden VE leverede henholdsvis 13, 6 og 6 PJ. Se Figur 2.

<sup>4</sup> Fast biomasse = træpiller, skovflis, brænde, træaffald, halm og bionedbrydeligt affald.

<sup>5</sup> produktion plus nettoimport

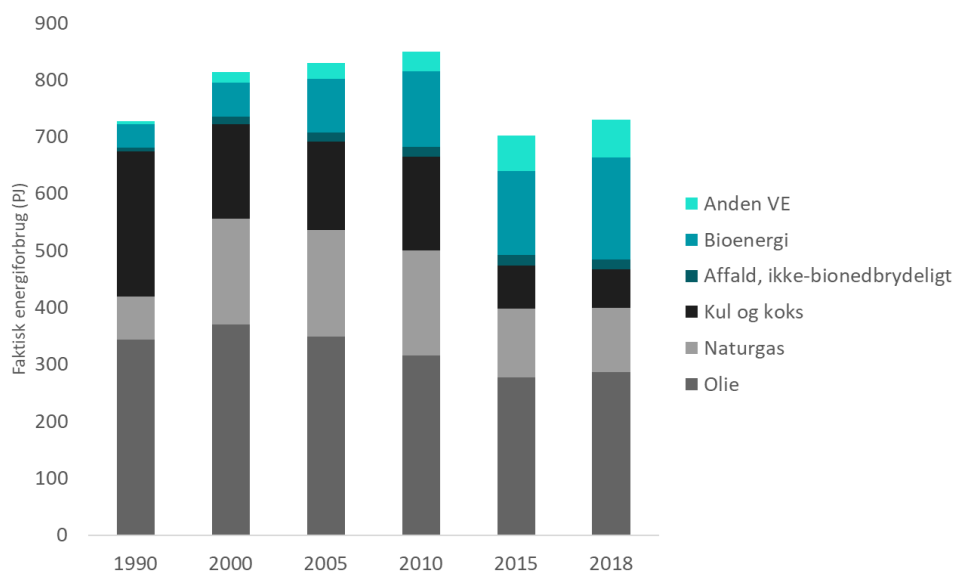




Figur 2 Anvendelsen af vedvarende energi i 2018. Kilde: Energistatistik 2018.

Det endelige energiforbrug bestod i 2018 af 85 PJ vedvarende energi<sup>6</sup>. Det endelige energiforbrug er den energi, der leveres direkte til slutbrugerne, dvs. private og offentlige erhverv samt husholdninger, og som bruges til procesforbrug og opvarmning og transport. I det endelige forbrug af vedvarende energi udgør træbiomasse, i form af brænde, størstedelen.

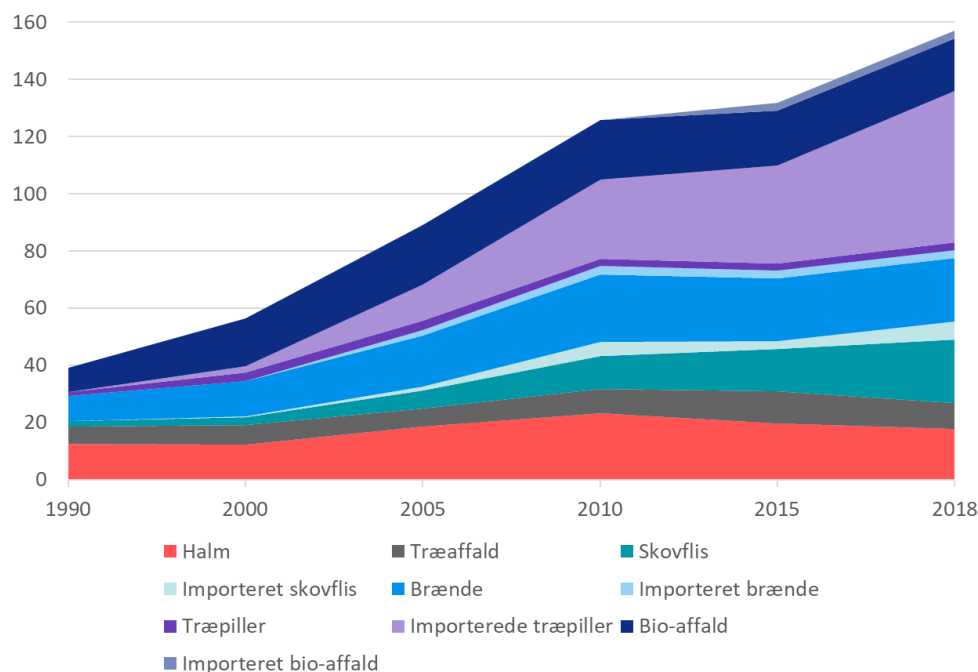
Fast biomasse har i stigende grad erstattet brugen af fossile brændsler til el og varme. Omstillingen er sket over en længere årrække. Figur 3 illustrerer udviklingen i anvendelse af fossile brændsler og vedvarende energi i det danske energiforbrug i perioden fra 1990 til 2018.



Figur 3 Energiforbrug fordelt på anvendelse af fossile og VE brændsler angivet i faktisk energiforbrug for 1990-2018. Kilde: Energistatistik 2018

<sup>6</sup> Energiforbruget til udvinding, raffinering og konvertering er ikke inkluderet i det endelige energiforbrug.

Frem til 2000 blev der især anvendt affald, halm og brænde. I perioden herefter steg især anvendelsen af træpiller og skovflis. Efter 2010 har specielt træpiller domineret forbruget af faste biomasser til energiformål. Træpiller anvendes i de eksisterende kulkraftværker som tilsatsfyring eller efter en konvertering, som gør værket i stand til at bruge træpiller som hovedbrændsel i stedet for kul. Figur 4 viser udviklingen i forbruget af de forskellige former for fast biomasse.



Figur 4. Udvikling i biomasseforbruget i Danmark 1990 - 2018 (PJ). Bemærk: uens afstand mellem årene på x-aksen. Kilde: Energistatistik 2018.

Danmarks forbrug af fast biomasse til energiformål er steget fra knap 40 PJ i 1990 til 157 PJ i 2018. Hovedparten (75 pct.) af den faste biomasse er træbiomasse, og hovedparten heraf er træpiller. Der blev i 2018 brugt 3,2 millioner ton træpiller til energi i Danmark.

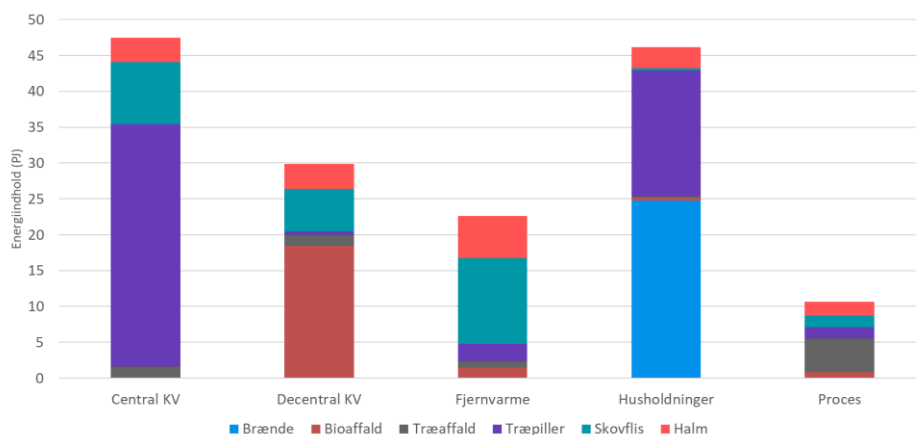
Fast biomasse er en international handelsvare og hovedparten af de træpiller, der anvendes i Danmark, er importeret fra andre lande og anvendes af både store og mindre værker. Mindre mængder af skovflis, brænde og bio-affald importeres også. Figur 4 viser udviklingen i anvendelsen af hhv. importeret og ikke importeret fast biomasse til energiformål. I alt importeredes 53 pct. af træbiomassen (skovflis, træpiller, brænde og træaffald) og 95 pct. af træpillerne i 2018<sup>7</sup>.

Forbruget af dansk-producerede træpiller har været på et forholdsvis lavt niveau i de seneste 20 år, mens forbruget af importerede træpiller er steget markant. Forbruget af importeret skovflis er steget langsommere. Forbruget af indenlandsk produceret træ til energi (flis, træpiller og brænde) er steget fra 18 PJ i 2000 til 47 PJ i 2018. Den importerede skovflis anvendes overvejende af store værker, mens dansk produceret energitræ i dag primært går til mindre decentrale værker og til brænde.

<sup>7</sup> Energistyrelsens Energistatistik 2018

### 1.3 Anvendelsen af fast biomasse i forskellige sektorer

Kraftvarmeverker er de største aftagere af fast biomasse til energiformål. Af det anvendte træ til energiformål bruges 57 pct. i den kollektive el- og varmeproduktion (elektricitet og fjernvarme), 36 pct. anvendes til individuel opvarmning (brændeovne og træpillefyr), og de resterende 7 pct. anvendes til procesformål i produktionsvirksomheder. Anvendelsen af fast biomasse til de forskellige formål er illustreret i Figur 5 og fremgår af Tabel 1.

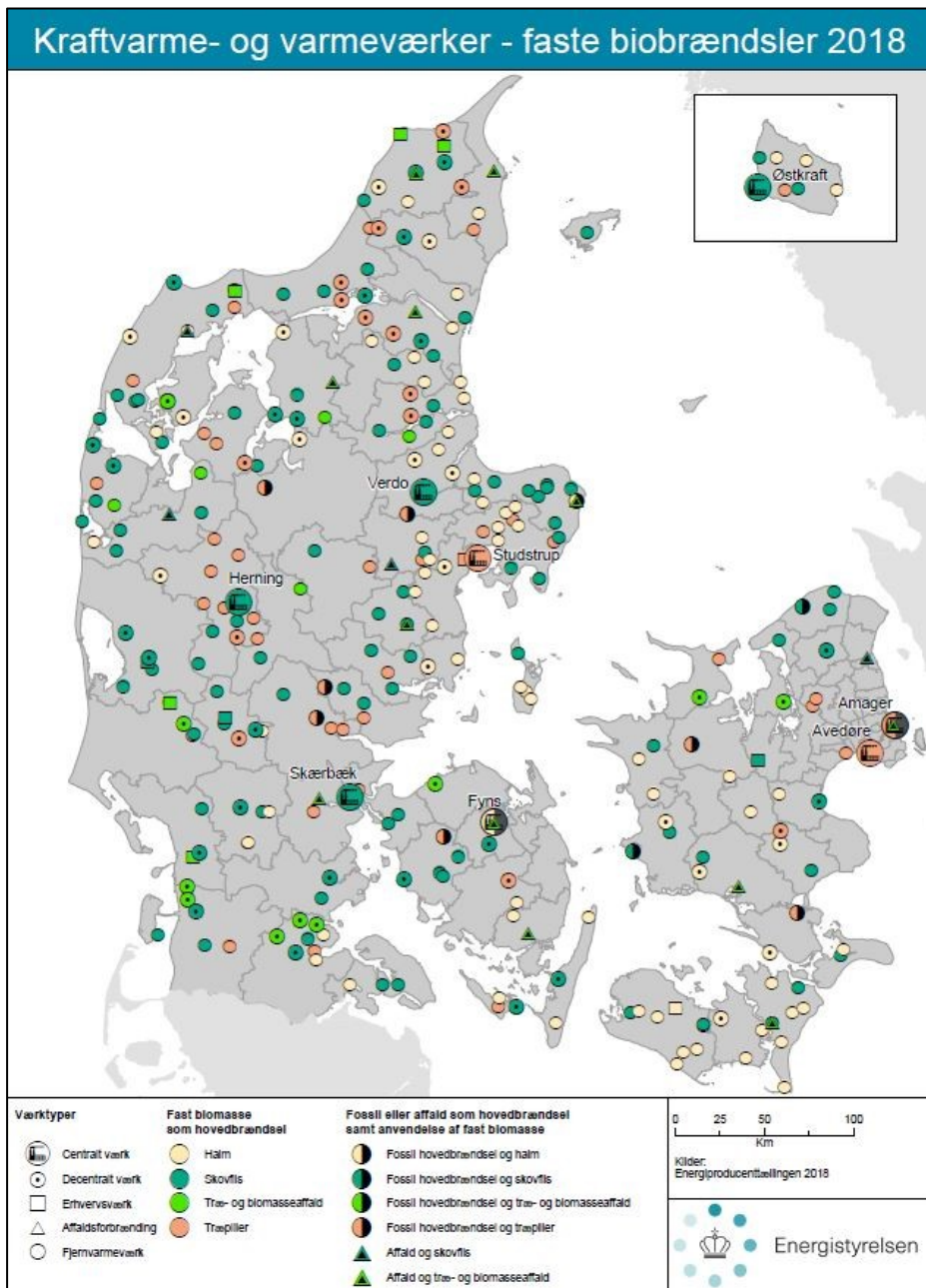


Figur 5 Anvendelse af faste biomasser i den kollektive el- og varmeproduktion, individuel opvarmning samt til procesenergi. Kilde: Energistatistik 2018.

Noter: Decentrale kraftvarmeanlæg + affaldsanlæg inkluderer sekundære producenter og produktionserhverv, der leverer til den kollektive forsyning. Procesenergiformål dækker produktionserhverv så som land- og skovbrug og fremstillingsvirksomheder. Centrale kraftvarmeanlæg er anlæg i de store byer, som, udover at producere el, forsyner de store byer med fjernvarme. Affaldsforbrændingsanlæg er kategoriseret som decentrale kraftvarmeanlæg. Fjernvarmeanlæg er anlæg, der alene producerer varme.

	Central KV	Decentral KV	Fjernvarme	Husholdninger	Proces	sum
Skovflis	8,7	5,9	12,0	0,2	1,6	28,5
Træpiller	33,8	0,5	2,3	17,5	1,5	55,7
Brænde	0,0	0,0	0,0	24,8	0,0	24,8
Træaffald	1,6	1,6	0,9	0,2	4,7	9,1
Bio-affald	0,0	18,4	1,5	0,4	0,8	21,1
Halm	3,4	3,5	5,8	2,9	2,0	17,6
Total	47,5	29,9	22,6	46,2	10,7	156,8
Pct.	30%	19%	14%	29%	7%	

Tabel 1 Energiforbrug fra biomasse fordelt på sektorer i 2018 (PJ). Kilde: Energistatistik 2018.



**Figur 6 Kort over kraftvarmeværker og varmeværker, der helt eller delvist bruger biomasse som brændsel.**

Som det ses af kortet i Figur 6, har mange decentrale kraftvarmeværker og fjernvarmeværker fast biomasse som hovedbrændsel i 2018. Andre værker anvender biomasse som supplement til den fossile affaldsforbrænding.

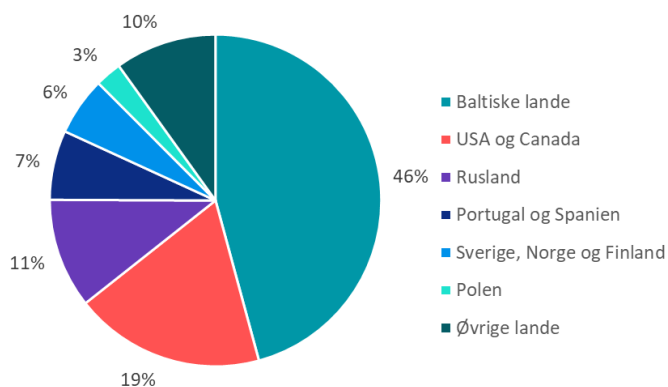
Der er fem centrale værker, som i dag anvender skovflis og nogle halm (Lisbjerg i Århus, Hering, Skærbæk, Verdo i Randers og Østkraft på Bornholm) og to, der anvender træpiller og et af dem også halm (Avedøre og Studstrup). Amagerværket bruger træpiller og flis. Fynsværket bruger halm og kul. På de centrale værker er der sket et skift væk fra kul siden 2012, hvor 8 kulblokke, er erstattet med 7 blokke på biomasse, heraf er 6 ombygget eller etableret efter 2012. Omstillingen fra kul til biomasse

svarer til en varmereproduktion på ca. 8500 TJ i 2018. Derudover har Amagerværket og Asnæsværket skiftet fra kul til flis i 2019 og 2020.

#### 1.4 Oprindelseslande for importeret træbiomasse

Størstedelen, godt 60 pct, af den importerede træbiomasse kommer fra andre EU-lande, men en væsentlig mængde, knap 40 pct, kommer fra lande uden for EU<sup>8</sup>.

Træpiller importeres primært fra Baltikum, især Estland og Letland, samt fra USA og Rusland. Mindre mængder importeres fra Sverige, Portugal, Polen og Tyskland. Importen fra USA er steget markant fra 2016 – 2018 og var i 2018 på 600.000 tons. De vigtigste oprindelseslande for træpiller i 2018 fremgår af figurerne nedenfor. "Øvrige lande" omfatter bl.a. Hviderusland og Ukraine.



Figur 7 Oprindelsesland for træpiller, der importeres til Danmark i 2018. Kilde: Danmarks Statistik.

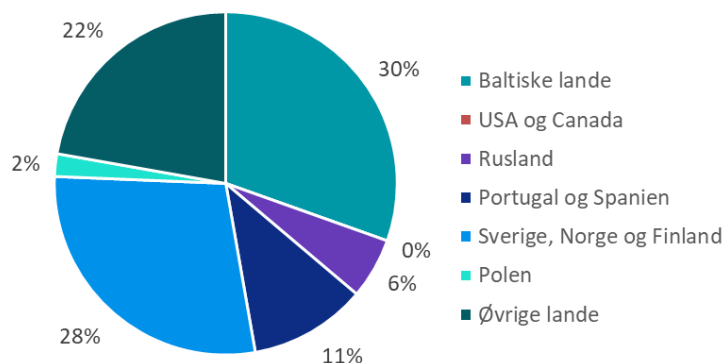
Der er nogle få danske producenter af træpiller<sup>9</sup>. Produktionen er steget 160.000-200.000 tons fra 2016 til 2018. Der er omkring 30 importører af træpiller, hvoraf de 12 største importører står for 91 pct. af den samlede import. Der foregår herudover en grå parallelimport og en uregistreret grænsehandel ved den dansk-tyske grænse bl.a. på grund af forskellen mellem dansk og tysk moms.

Træflis importeres fra Baltikum, Skandinavien, andre EU-lande og Rusland. Der importeres også flis fra Brasilien. I nogle tilfælde importeres flisen i form af hele stammer, der flises i Danmark.

Ser man samlet på træpiller og skovflis i 2018 kom 43 pct. fra Baltikum, USA og Canada stod for 16 pct. og Rusland 10 pct., mens 18 pct. kom fra andre EU-lande og 12 pct. fra øvrige lande uden for EU.

<sup>8</sup> Danmarks Statistik, Statistikbanken 2019. Kategorierne: brænde nål, brænde løv, nåletræ - flis, træ - flis, træpiller, briketter

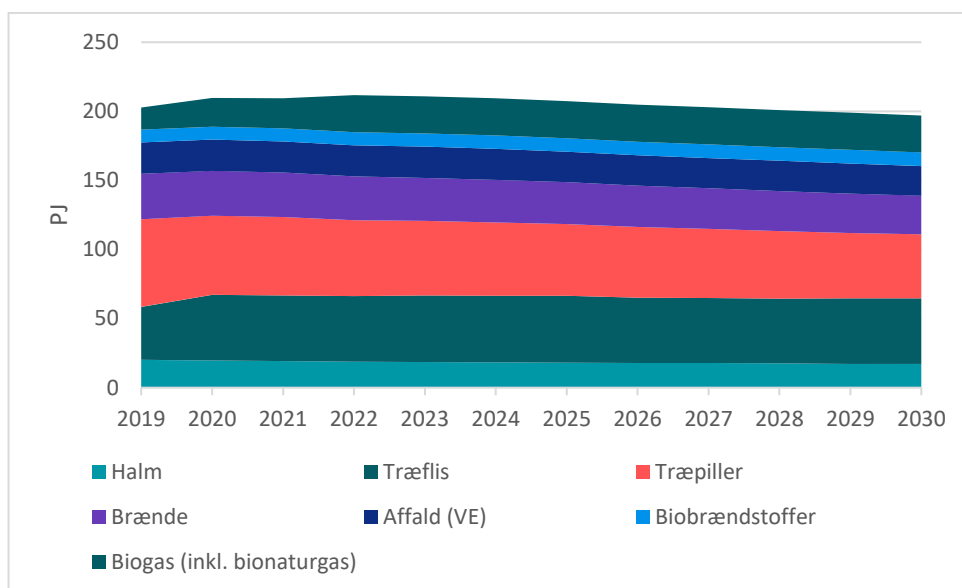
<sup>9</sup> "Det danske træpillemarked 2018" Ea Energianalyse for Energistyrelsen, oktober 2019



Figur 7 Oprindelsesland for træflis, der importeres til Danmark i 2018. Kilde: Danmarks Statistik.

## 1.5 Basisfremskrivning: Forventet biomasseforbrug frem til 2030

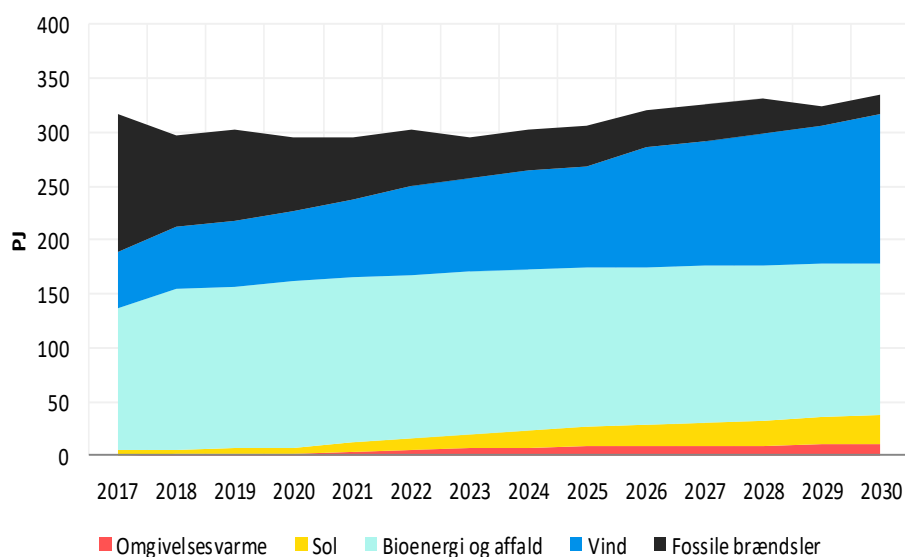
Energistyrelsens forventning til forbruget af biomasse til energi fremgår af Energistyrelsens Basisfremskrivning, som angiver det forventede forbrug i fravær af nye politisk tiltag. Det forventede forbrug af biomasse til energi frem til 2030 er vist i Figur 8.



Figur 8 Fremskrivning af bioenergiforbruget frem til 2030. Kilde: Basisfremskrivning 2019.

Forbruget af træpiller steg frem til 2018, mens forbruget af flis forventes at stige frem til 2023. Forbruget af træpiller forventes at falde fra 2020, mens forbruget af flis stagnerer. Forbruget af træaffald, halm og bionedbrydeligt affald forbliver nogenlunde konstant med en svag faldende tendens. Produktionen af biogas forventes at stige markant frem mod 2022 pga. den aktuelle store udbygning af kapaciteten. Herefter forventes produktionen at stabiliseres på 28 PJ.

Der blev i 2017 brugt 60,7 PJ kul på danske kraftværker. Godt en tredjedel heraf forventes erstattet med vedvarende energi frem til 2023. Danmarks største producent af el og varme, Ørsted, er fortsat i gang med at omstille sine kraftværker fra kul til biomasse. Det er Ørsteds mål helt at udfase kul senest i 2023. Også HOFOR, der leverer el og varme til København, udfaser kul. Det vil medføre et fortsat fald i forbruget af fossile brændsler. Hidtil har udfasningen af kul medført en stigning i forbruget af biomasse i Danmark, som vist i Figur 9. Fremover forventes forbruget af vindkraft, sol og varmepumper at stige, mens forbruget af biomasse begynder at aftage.

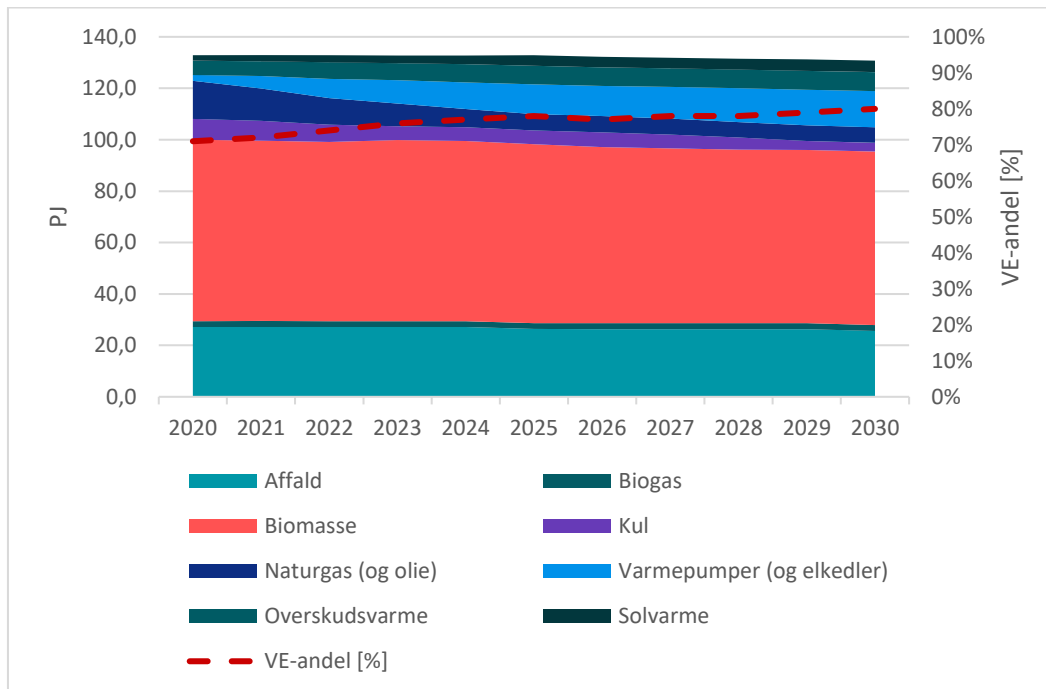


Figur 9 El- og varmesektorens energiforbrug fordelt på hovedtyper 2017 - 2030 (PJ) Kilde: Basisfremskrivning 2019.

Figur 10 viser udviklingen i fjernvarmesektoren. Brugen af varmepumper forventes gradvist at stige og naturgasforbruget til fjernvarme forventes at falde. Produktionen fra varmepumper og elkedler stiger 15 pct. årligt, hvilket bl.a. er betinget af elvarmeafgiftens lempelse og PSO-tariffens udfasning. Varmepumper og elkedler forventes at stå for omkring 10 pct. af den samlede fjernvarmeproduktion i 2030. Varmepumper dækker over produktion på både omgivelsesvarme og overskudsvarme. Overskudsvarme er uden brug af varmepumper.

Forbruget af solvarme stiger omkring 10 pct. årligt. Ikke-biologisk nedbrydeligt affald indgår som fossilt brændsel og udgør omkring 10 pct. af fjernvarmeproduktionen i 2030.

På denne baggrund forventes VE-andelen i fjernvarmen at stige fra 55 pct. i 2017 til 76 pct. i 2023 for herefter at stige svagt til knap 80 pct. i 2030. At VE-andelen ikke når højere op, skyldes især forbruget af affald i fjernvarmeproduktionen og den fossile (ikke-biologisk nedbrydelige) andel heraf.



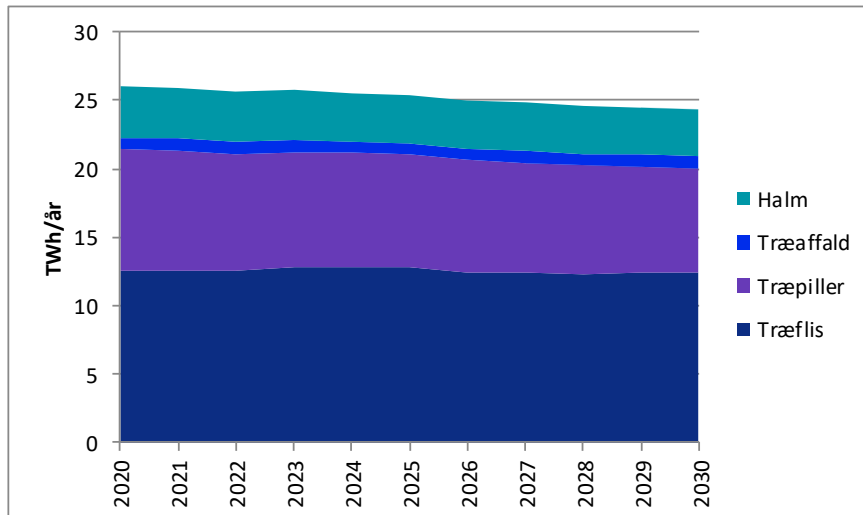
Figur 10 Fjernvarmeproduktion fordelt på energiformer 2017-2030 [PJ]. Kilde: Basisfremskrivning 2019.

### 1.6 Forventet el- og varmeproduktion på biomasse frem til 2030

På basis af data fra Basisfremskrivningen for de enkelte værker er det forventede biomasseforbrug til fjernvarme- og kraftvarmeproduktion i Danmark frem til 2030 beregnet. Alle centrale og decentrale kraftvarmeverker, affaldsforbrændingsanlæg med biomasseforbrug samt fjernvarmekedler er taget med i betragtning, dvs. al biomasseforbrug i Danmark til el og varme undtagen det individuelle forbrug. Anlæggene omfatter derfor også ren varmeproduktion.

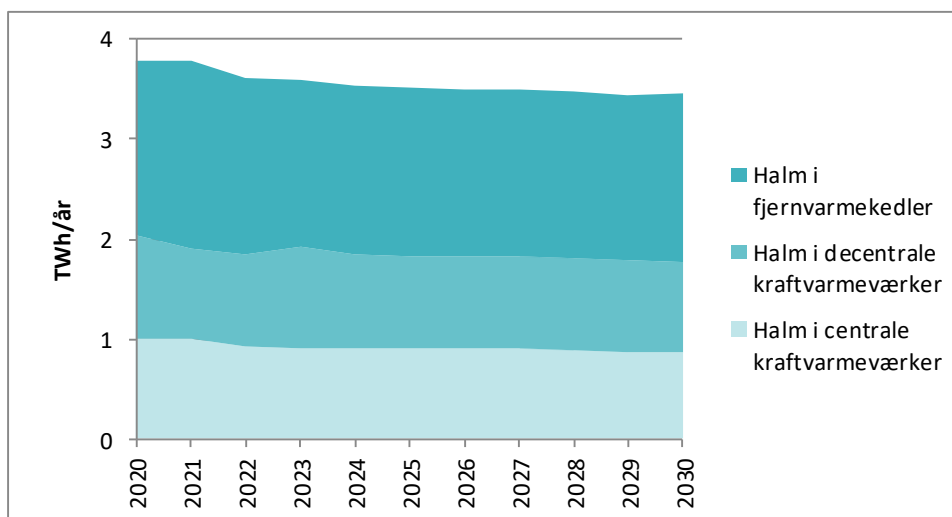


Figur 11 viser det forventede biomasseforbrug målt i TWh/år fordelt på biomassetyper (hhv. træflis, træpiller, træaffald og halm).

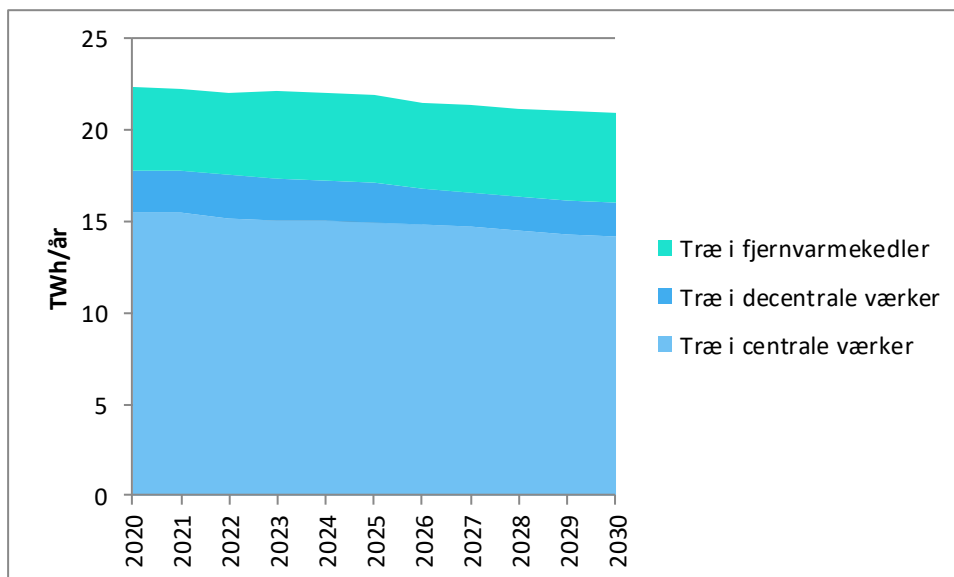


Figur 11 Forventet biomasseforbrug i Danmark frem til 2030, fordelt på biomassetyper.

Figur 12 og Figur 13 viser, hvor stor en andel hhv. halm og træ udgør i centrale og decentrale kraftvarmeværker samt i fjernvarmekedler. Det fremgår, at halmen primært anvendes på decentrale kraftvarmeværker eller i fjernvarmekedler (ca. 3/4 af halmforbruget), mens træet primært anvendes på de centrale værker (ca. 2/3 af træforbruget).



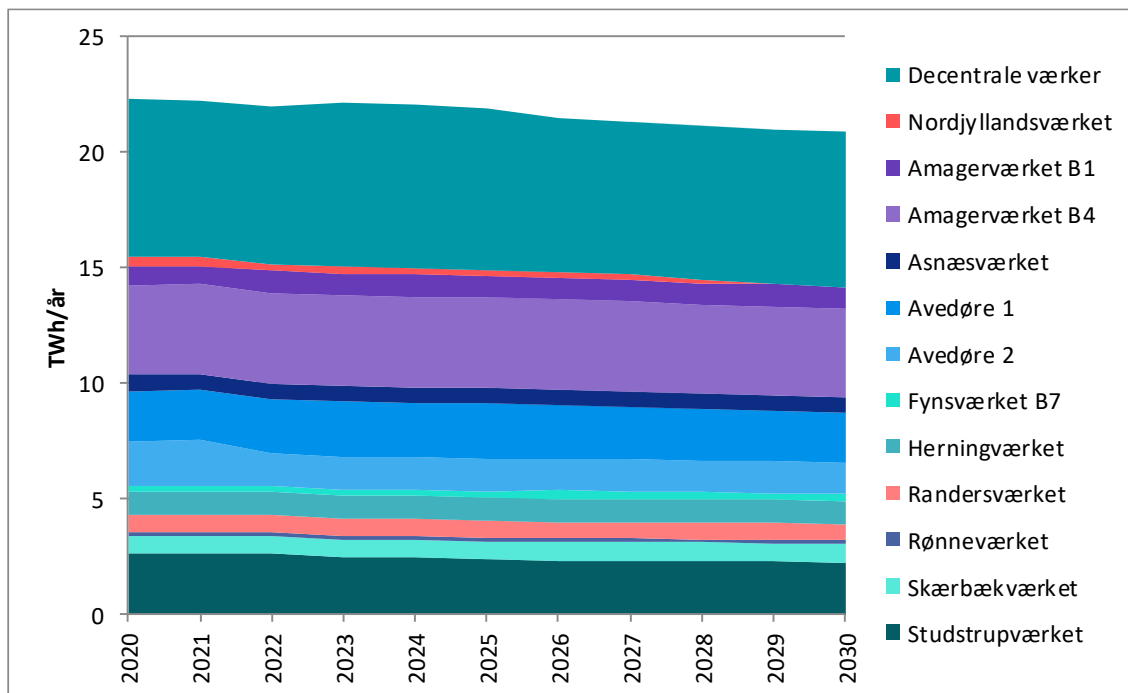
Figur 12 Forventet halmforbrug frem til 2030, fordelt på centrale og decentrale værker.



Figur 13 Forventet træforbrug frem til 2030, fordelt på centrale og decentrale værker.

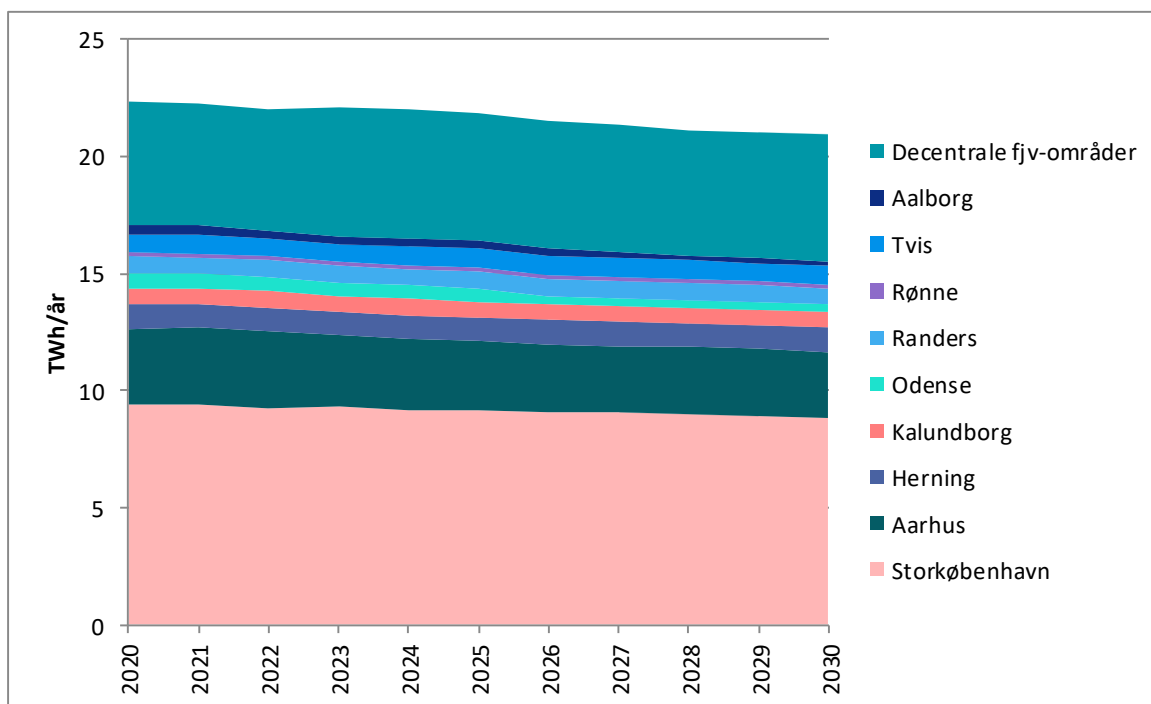
## 1.7 Biomassefyrede værker: udløb af tilskud og forventet afskrivningstidspunkt

Figur 14 viser det forventede træforbrug fordelt på de centrale kraftvarmeværker. Enkelte store kraftværker (f.eks. Amagerværket, Avedøreværket, og Studstrupværket) udgør en markant del af det samlede træ/skovbiomasseforbrug. Decentrale værker omfatter her både decentrale kraftvarmeværker, affaldsanlæg samt fjernvarmekedler.



Figur 14 Forventet træforbrug frem til 2030, fordelt på centrale kraftvarmeværker. Decentrale værker er her både decentrale kraftvarmeværker, affaldsanlæg, samt aggregerede kedler.

Figur 15 viser, hvordan biomasseforbruget fra træ til el- og fjernvarmeproduktion er fordelt ift. fjernvarmeregioner. Her ses det, at det er de store byområder som Aarhus og Storkøbenhavn, der står for størstedelen af forbruget.



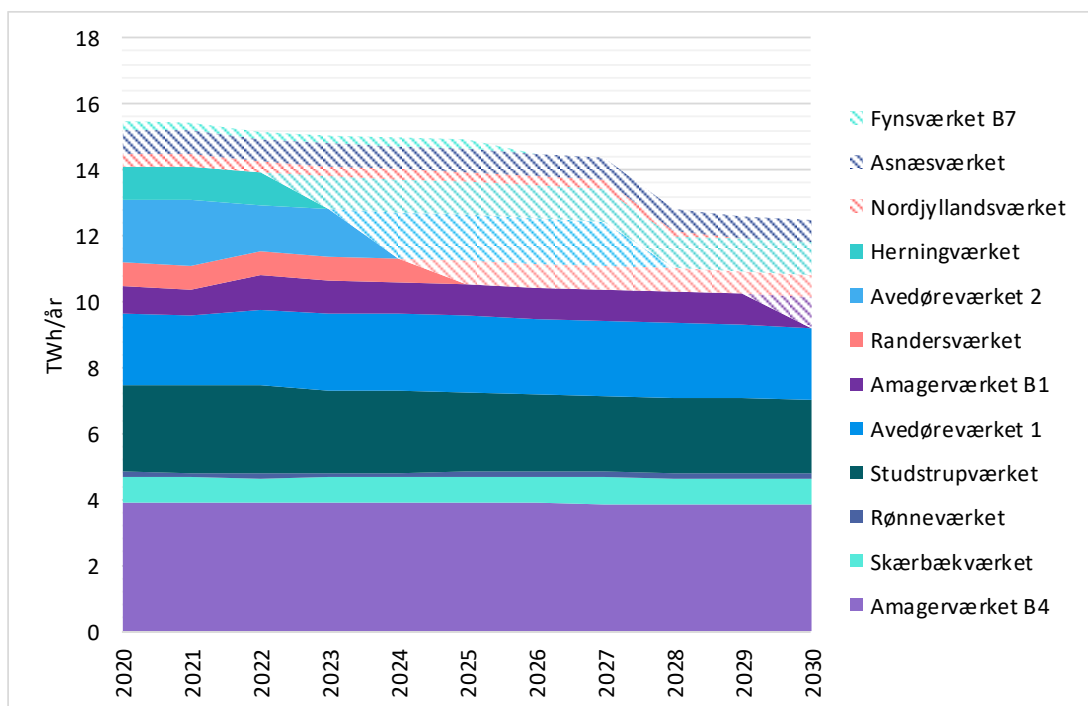
Figur 15 Forventet træforbrug frem til 2030 på centrale og decentrale kraftvarmeværker, fordelt på fjernvarmeregioner. Decentrale værker er her decentrale kraftvarmeværker, affaldsanlæg, samt fjernvarmekedler.

Figur 16 viser den beregnede energiproduktion fra træbiomasse på de centrale kraftvarmeværker fra 2020 til 2030 under to forudsætninger:

- Værkerne indstiller produktionen, når 15-øren, *jf. kap. 6 om støtteordninger*, udløber (den udfyldte del)
- Værkerne indstiller produktionen på det tidspunkt, hvor der er behov for investeringer i levetidsforlængelser, hvilket typisk falder sammen med de tidspunkter, hvor varmekontrakter med fjernvarmeselskaberne udløber (den skraverede del).

I figuren indgår produktionen for tre værker - Asnæsværket, Nordjyllandsværket og Fynsværket B7 - der ikke modtager 15-øren. Hverken Nordjyllandsværket eller Fynsværket B7 anvender p.t. træbiomasse, men i Basisfremskrivningen fra 2019 antages det, at de gør det fra 2020.

Hvis det antages, at værkerne ikke ville fortsætte produktionen efter 15-ørens udløb, ville forbruget af træbiomasse falde fra omkring 14 TWh til 11 TWh i 2025, og falde yderligere til omkring 5 TWh i 2032. Det skal understreges, at med denne forudsætning ville der mangle el og fjernvarme, der dermed skulle produceres på anden vis. I Basisfremskrivningen fra 2019 er det antaget, at værkerne opretholder produktionen også efter 15-ørens udløb, og at der herudover foretages reinvesteringer, der betyder, at den i Figur 12 – Figur 14 viste produktion kan leveres.



Figur 16 Træforbrug (i TWh) frem til 2030 fra centrale kraftvarmeværker under antagelse af, at produktionen indstilles når 15-øren udløber (udfyldt del) eller når der er behov for levetidsforlængelser (skraveret del).

## 2. Rapportering af emissioner fra brug af træ til energi ifølge internationale regler.

Kapitlet beskriver de gældende internationale regler om opgørelse og rapportering af drivhusgasudledninger, herunder udledninger fra afbrænding af træbiomasse. Reglerne fremgår af FN's Klimakonvention<sup>10</sup> fra 1992, Kyotoprotokollen fra 1997<sup>11</sup> og Parisaftalen fra 2015<sup>12</sup>. Derudover er der i EU fælles regnskabsregler for arealsektoren (LULUCF) for brug af træ til bioenergi.

FN's Klimakonvention indeholder ikke bindende krav om at sænke udledningen af drivhusgasser, men konventionens metoder til at opgøre drivhusgasudledningen ligger til grund for efterfølgende aftaler. Kyotoprotokollen var den første internationalt bindende aftale om at reducere udledningen af drivhusgasser, idet en række I-lande fik reduktionsforpligtelser. Parterne under Klimakonventionen vedtog i 2015 Parisaftalen, en ny juridisk bindende klimaaftale med det langsigtede mål at holde den globale temperaturstigning et godt stykke under 2 grader og tilstræbe en maksimal temperaturstigning på 1,5 grader.

Parisaftalen forpligter parterne til at fremlægge nationale klimabidrag (Nationally Determined Contribution, NDC), som skal bidrage til den samlede reduktion i udledningen af drivhusgasser. Det er frivilligt, hvordan disse klimamål formuleres, herunder hvilke sektorer der omfattes. EU har på vegne af Danmark og de øvrige medlemsstater fremlagt ét samlet klimabidrag: en reduktion i udledningen af drivhusgasser på mindst 40 procent i 2030 i forhold til i 1990.

Landenes samlede klimabidrag er på nuværende tidspunkt ikke nok til at holde den globale temperaturstigning under 2 grader endsige 1,5 grader<sup>13</sup>, men i henhold til Parisaftalen skal parterne løbende opdatere deres klimabidrag med mere ambitiøse bidrag. Landenes klimabidrag skal bekræftes, opdateres eller fornys hvert femte år, første gang i 2020.

De danske drivhusgasudledninger opgøres årligt i henhold til FN's retningslinjer. FN's klimakonvention har det rapporteringsprincip, at udledning af drivhusgasser opgøres sektorvis for sektorerne for energi, industri mv, landbrug, jord og skov, affald samt andet. Sektoren for jord og skov kaldes LULUCF for *land use, land use-change, and forestry*. Et lands samlede drivhusgasudledning er summen af sektorenes udledninger.

---

<sup>10</sup> United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)

<sup>11</sup> What is the Kyoto Protocol? [https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol)

<sup>12</sup> Paris agreement, FN 2015

<sup>13</sup> Synthesis Report on the Aggregate Effect of intended Nationally Determined Contributions (INDCs) <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions/synthesis-report-on-the-aggregate-effect-of-intended-nationally-determined-contributions>

Parisaftalens opgørelser ift. klimamål tager udgangspunkt i FNs klimakonventions eksisterende regelsæt<sup>14</sup>. Medlemslandene skal redegøre for deres NDC på en måde, der er gennemsigtig, akkurat, fuldkommen, konsistent og sikrer, at der ikke dobbelttælles, men derudover findes der ikke fælles vedtagne regler og metoder for opgørelse og beregning af NDC. De forskellige lande har dermed mulighed for i høj grad selv at vælge metodik, definitioner og beregningsmodeller etc., hvilket betyder, at der kan være forskel på, hvordan emissioner og optag i LULUCF-sektoren opgøres og inkluderes i NDC lande imellem<sup>15</sup>.

Nationale drivhusgasudledninger angives både med og uden LULUCF-sektoren. Som regel er det tallene uden LULUCF, der refereres til.

CO<sub>2</sub>-emissioner fra forbrænding af biomasse indgår ikke i energisektorens udledning og inkluderes ikke i den samlede nationale udledning, men registreres som et såkaldt "memo item" til krydskontrolformål. Formålet med at udelade udledningen fra biomasse er at undgå dobbeltoptælling. Biomassen kommer fra LULUCF-sektoren, og det ville derfor være dobbeltoptælling, hvis udledningen blev talt med både i LULUCF og i energisektoren.

Danmark opgør udledninger og optag fra arealsektoren som led i løbende opgørelser. I målet om 70 pct. drivhusgasreduktion inden 2030 ift. 1990-niveauet, der følger af aftale om klimalov, medregnes LULUCF-sektoren. Hvis der i et år høstes mere biomasse til energi end træer og planter producerer i deres vækst, registreres en udledning, hvilket kan gøre det sværere at opnå 70 pct. målsætningen. Høstes der mindre biomasse end biomassetilvæksten, registres et optag, der kan gøre det lettere at nå målet.

FN's rapporteringsprincip betyder, at CO<sub>2</sub>-udledninger fra afbrænding af importeret biomasse ikke rapporteres i Danmarks drivhusgasregnskab. Udledninger i arealsektoren fra udenlandsk biomasse, der importeres og afbrændes i Danmark, påvirker således ikke Danmarks muligheder for at nå 70 pct. målsætningen. Udledningerne skal i stedet indgå i drivhusgasopgørelsen for LULUCF i det land, hvor biomassen høstes.

Træpiller af træer fældet i Sverige indgår således som et mindre nettooptag i det svenske LULUCF-regnskab, men tæller som nul-emission, når de afbrændes i energianlæg i Danmark. Ligeledes indgår emissioner fra brug af dansk træ til energi i den danske LULUCF-opgørelse for skov, uanset hvilket land, det afbrændes i. LULUCF-sektoren kan bidrage med nettoudledninger, hvis kulstoflageret i jord og skove falder, f.eks. pga. afskovning, eller bidrage med nettooptag, hvis kulstoflageret i jord og skove stiger f.eks. pga. skovrejsning eller større tilvækst end hugst i skovene.

Afbrænding af importeret biomasse kan føre til udledninger globalt, hvis den høstede biomasse mindsker skovenes samlede kulstoflager eller CO<sub>2</sub>-optag eller giver anledning til udledninger i andre sektorer i oprindelseslandet. Hvis oprindelseslandet opgør udledningerne fra alle sektorer, incl. arealsekto-

---

<sup>14</sup> herunder Kyoto-protokollen og REDD+ (Reducing emissions from deforestation and forest degradation in developing countries)

<sup>15</sup> Accounting for mitigation targets in Nationally Determined Contributions under the Paris Agreement, October 2017 Climate Change Expert Group, Paper No.2017(5)

ren, retvisende og medregner disse i forhold til et forpligtende og tilstrækkeligt klimamål, vil disse udledninger kunne kompenseres af reduktioner i andre sektorer. Udledninger fra international skibsfart opgøres og medregnes dog ikke i nationale drivhusgasregnskaber.

I det følgende beskrives de relevante, og tæt forbundne, regelsæt om opgørelse og regnskab for emissioner fra afbrænding af træ til energiformål:

- FNs klimapanel (IPCCs) vejledning for opgørelse og rapportering af drivhusgasudledninger under FN's Klimakonvention (UNFCCC).
- EU's LULUCF-forordning bygger et regnskabssystem ovenpå UNFCCC- opgørelserne, med det formål at kunne indregne forbedring eller forværring af kulstofbalancen i jord og skov i opfyldelsen af EU's klimamål.
- EU's byrdefordelingsaftale fastsætter nærmere regler for modregning af forbedringer (LULUCF-kreditter) eller medregning af forværringer (LULUCF debets) i kulstofbalancen i skove og jorde i medlemslandenes reduktionsforpligtelser i de ikke-kvotefattede sektorer

## 2.1 IPCC-opgørelsesregler

FNs videnskabelige klimapanel, IPCC, har i 1996 og i 2006 udarbejdet guidelines for statistiske opgørelser af udledninger og optag af drivhusgasser, som landene under Klimakonventionen skal anvende i forbindelse med de årlige opgørelser og rapporteringer til FN og EU. Rapporteringen omfatter alle sektorer herunder LULUCF<sup>16</sup>. Det fremgår af disse retningslinjer, at emissioner fra forbrændingen af biomasse kan opgøres som nul i energisektoren på den betingelse, at sådanne emissioner medregnes i LULUCF-sektoren.

LULUCF-sektoren omfatter forskellige arealtyper herunder skov, landbrugsland, græsarealer, vådområder og byområder. Hovedprincippet for drivhusgasopgørelser for skov er, at det *netto*-optag eller emission af CO<sub>2</sub>, der rapporteres for et kalenderår, svarer til den ændring i skovens kulstoflager, der er sket fra årets start til årets slutning.

I praksis måler de fleste EU-lande ændringerne i skovenes kulstofpuljer via løbende skovtællinger, hvor det samlede kulstoflager opgøres. Et fald i lageret mellem to opgørelser rapporteres som en CO<sub>2</sub>-emission, en lagerstigning som et optag. Lagerforskydningerne svarer således til forskellen mellem skovtilvæksten og tab af biomasse – herunder især ved skovhugst. Kulstoflageret i tømmer, træplader og papir skal opgøres som et midlertidigt lager, der først omdannes til CO<sub>2</sub> over tid<sup>17</sup>. I rapporteringen kaldes dette "høstede træprodukter" (Harvested Wood Products, HWP).

Hugst til energiformål måles og registreres ikke særskilt i LULUCF-opgørelserne. Det samme gælder optaget af kulstof ved almindelig trævækst. Men begge dele indgår i den samlede lageropgørelse.

Da Klimakonventionen ikke rummer bindende reduktionskrav er der ingen sanktioner, hvis LULUCF-opgørelserne viser emissioner eller mindre optag end forventet. Kyotoprotokollen indgået i 1997 introducerede juridisk bindende reduktionskrav for I-lande, dog ikke for LULUCF-området. Beslutningen

---

<sup>16</sup> I de seneste IPCC guidelines er LULUCF slået sammen med landbrug til den såkaldte AFOLU sector (Agriculture, Forestry and Other Land-Use)

<sup>17</sup> Kulstof i tømmer antages omdannet til CO<sub>2</sub> med en standard halveringstid på 35 år, træplader 25 år og papir 2 år ifølge Regulation (EU) 2018/841 af 30 May 2018.



om at placere emissioner fra afbrænding af bioenergi i LULUCF-regnskaberne indebar dermed, at bioenergi-emissioner og andre LULUCF-emissioner ikke umiddelbart talte med i forhold til landenes reduktionsforpligtelser.

## 2.2 EU's LULUCF regnskabsregler

EU har ikke inkluderet LULUCF i reguleringsrammen på klimaområdet for perioden 2013-20, men med vedtagelse af LULUCF-forordningen<sup>18</sup> blev det besluttet, at LULUCF skulle indgå i unionens mål for reduktion af drivhusgasudledninger i henhold til Parisaftalen. Samtidig blev der fastlagt regnskabsregler for, hvordan medlemslandene skulle opgøre udledninger og optag for LULUCF-sektoren.

Der er således inden for EU etableret et LULUCF-regnskabssystem, der bygger oven på drivhusgasopgørelser for LULUCF foretaget under Klimakonventionen. Formålet med regnskabssystemet er at kunne indregne forbedring eller forværring af kulstofbalancen i jord og skov i opfyldelsen af klimamål. Konkret giver dette regnskabssystem såkaldte "LULUCF-kreditter" for forbedringer af kulstofbalancen i jord og skov og "LULUCF debets" for forringelser - herunder i tilfælde, hvor stor brug af bioenergi fører til udtømning af skovens kulstofpuljer. Kreditter kan modregnes op til et loft i drivhusgasemissioner i andre sektorer, debets skal lægges oveni emissioner fra andre sektorer.

LULUCF-kreditter kan fra 2021 modregnes i medlemslandenes udledninger i ikke-kvotesektoren, som er reguleret under EU's byrdefordelingsaftale, der bl.a. dækker udledningerne i transport, bygninger og landbrug. Der er et samlet EU-loft på 280 mio. ton CO<sub>2</sub> for modregning af LULUCF-kreditter i ikke-kvotesektoren i perioden 2021-2030. Dette loft er igen fordelt mellem medlemslandene efter en fordelingsnøgle baseret på landbrugsemissioners andel af samlede ikke-kvotatudledninger 2008-2012. Danmark har adgang til at modregne 14,6 mio. LULUCF-kreditter i forpligtelsesperioden fra 2021 til 2030. Forværringer af landenes kulstofbalance giver "debets", som fuldt ud skal lægges til medlemslandenes udledninger i ikke-kvotesektoren. Endelig rummer LULUCF-forordningen et krav om, at medlemslandene ikke har netto-debets fra LULUCF-området i perioderne 2021-2025 og 2026-2030. Forordningen rummer en kompensationsmekanisme, som tillader en række skovlande at øge hugsten svarende til i alt 360 mio. ton CO<sub>2</sub> i perioden 2021-2030. Kompensationen er en teknisk overførsel af et forventet netto-optag fra især øvrige LULUCF-sektorer som landbrugsjorde og skovrejsning, som pga. loftet på 280 mio. ton forventes at være i overskud.

Der er særskilte LULUCF regnskabsregler for landbrugsjorde, skovrejsning, afskovning og skov ældre end 20 eller 30 år<sup>19</sup>. Regnskabsreglen for ældre skov er følgende: Forbedringer/forværringer af kulstofbalancen opgøres i forhold til et alders-dynamisk skovreferenceniveau<sup>20</sup>. Skovreference-niveauet skal udtrykke forventet netto-emission eller -optag for skoven ved fortsættelse af landets skovforvaltningspraksis i perioden 2000-2009. Forvaltningspraksis for referenceperioden antages anvendt med den aldersstruktur, som skoven, ud fra modelfremskrivninger fra status i 2010, antages at ville få i 2021-2025 hhv. 2026-2030. Hvis for eksempel 5 pct. af træerne mellem 80 og 90 år blev fældet pr. år i

---

<sup>18</sup> FORORDNING (EU) 2018/841 af 30. maj 2018 om medtagelse af drivhusgasemissioner og -optag fra arealanvendelse, mv. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0841&from=EN>

<sup>19</sup> EU reglernes udgangspunkt er en skovrejsningsperiode på 20 år. Medlemslandene kan vælge en 30 årig periode, såfremt det er behørigt begrundet på baggrund af IPCC-retningslinierne. Det har bl.a. Danmark valgt. Jf. Danish National Forest Accounting Plan 2021-2030.

<sup>20</sup> Skovreferenceniveauet (Forest Reference Level, FRL) skal sikre, at den blotte tilstedeværelse af kulstoflagre ikke medtages i regnskabet, jf. LULUCF-forordningen. Referenceniveauet inkluderer kulstofpuljen fra høstede træprodukter.

perioden 2000-09, skal den samme hugstintensitet antages for træer af samme aldersklasse i perioden 2021-2030. Er der kommet dobbelt så mange 80-90 år gamle træer i perioden 2021-30 antages hugsten stadig at være 5 pct., hvilket vil give en dobbelt så stor samlet mængde som i perioden 2000-2009.

Der genereres LULUCF-kreditter, hvis der er større netto-optag/færre emissioner end skovreferenceniveauet. Omvendt kan stigninger i hugstintensiteten i skoven set i forhold til hugstintensiteten 2000-2009 føre til debets. Referenceperioden 2000-2009 ligger hovedsagelig før vedtagelsen af EU's VE-direktiv i 2008, som medførte stigning i forbruget af biomasse til energi.

Mange EU-lande har mangelfulde data om deres skove og forvaltningspraksis i referenceperioden, og opgørelserne er generelt behæftet med meget store usikkerheder. Desuden anvendes der forskellige metoder til dataindsamling og –behandling. LULUCF-forordningen indeholder kun relativt generelle kriterier for udarbejdelse af skovreferenceniveauerne. Skovreferenceniveauer kan være afgørende for, om et medlemsland får LULUCF-debets eller -kreditter. Medlemslandene udarbejder selv forslag til skovreferenceniveauer, som herefter skal godkendes i en review proces med deltagelse af eksperter fra medlemslandene og Europa-Kommissionen.

### **2.3 Danmarks klimamål og LULUCF-opgørelse**

Siden 1990, som er FN's basisår for opgørelse af klimaindsatsen, er Danmarks rapporterede drivhusgasudledninger reduceret med 29 pct. frem til 2017. Den samlede emissionsudvikling over perioden, excl. LULUCF-sektoren, er vist på Figur 17. I figuren er CO<sub>2</sub>-udledningen fra afbrænding af biomasse sat til nul i overensstemmelse med de internationale regler.

Det ses, at den mest markante reduktion hidtil er sket i el- og fjernvarmesektoren, hvor de faktiske udledninger fra 1990 til 2017 er faldet med knap 21 mio. ton svarende til en reduktion på 63 pct. Dette skyldes den stigende anvendelse af biomasse, vind og anden vedvarende energi i denne sektor, som blev beskrevet i kapitel 1.

I 2018 stod træbiomasse for 42 pct., anden bioenergi for 24 pct. og vind, sol mv. for 34 pct. af sektorens energiforbrug. Den øgede anvendelse af træbiomasse til el- og fjernvarmeproduktion står således for en væsentlig del af den bogførte emissionsreduktion i Danmark frem til i dag.

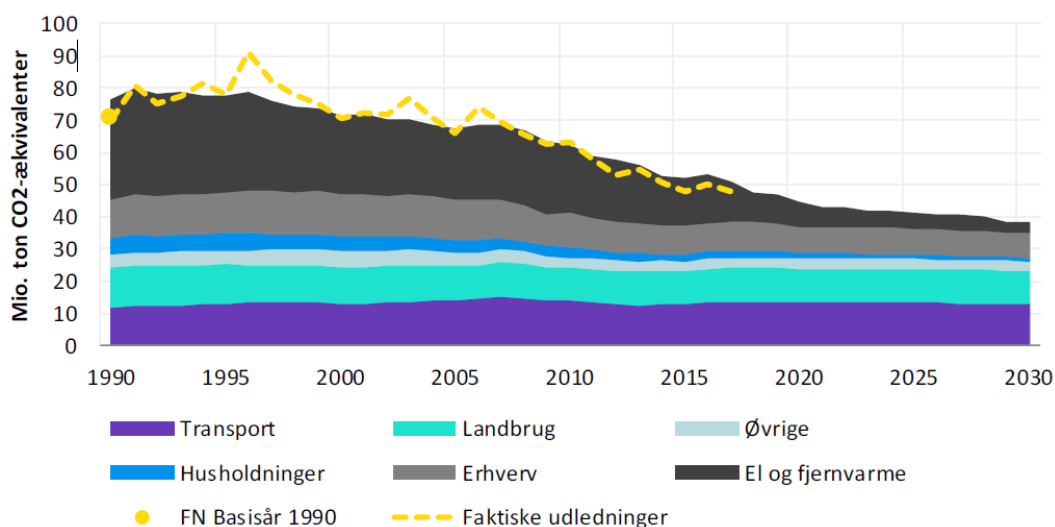
Der forventes fortsat faldende udledninger fra el- og varmesektoren frem mod 2030, hvor udledninger forventes at være faldet med 92 pct. i forhold til 1990.

#### **2.3.1 Afbrænding af biomasse**

Som nævnt skal lande under Klimakonventionen opgøre og rapportere emissioner fra afbrænding af al biomasse som et "memo item". Dette memo item omfatter såvel nationalt produceret som importeret biomasse. For Danmark viser dette memo item en stigning i udledninger fra afbrænding af fast biomasse inkl. biogent affald og flydende biobrændstoffer fra 4,4 mio. ton CO<sub>2e</sub> i 1990 til 18,8 mio. ton i 2017. Uden flydende biobrændstoffer og biogent affald var udledningen 15,6 mio. tons CO<sub>2e</sub> i 2017<sup>21</sup>. Emissioner fra international luft- og skibsfart anføres som andre memo items og tæller heller ikke med i de nationale udledninger.

---

<sup>21</sup> Danmarks National Inventory Report 2019. Emission Inventories 1990-2017 – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol



Figur 17. Udledning af drivhusgasser fordelt på sektorer 1990-2030 uden nye politiske tiltag samt i FN's basisår 1990 [mio. ton CO<sub>2</sub>-ækv.] Den statistiske opgørelse for 1990-2017 er korrigeret for elhandel med udlandet. Reduktionsmål er baseret på faktiske udledninger ift. FN's basisår og ekskl. LULUCF. LULUCF-udledninger opgøres separat. Kilde: Energistyrelsen, Basisfremskrivning 2019.

### 2.3.2 Den danske LULUCF-sektor

Den danske LULUCF-sektor står generelt for 0-8 pct. af den samlede danske udledning<sup>22</sup>. Udledning og optag fra sektoren udviser stor variation fra år til år, som det fremgår af Tabel 2.

Enhed:	1990	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Mio. ton CO <sub>2</sub> -ækvivalent (CO <sub>2</sub> e)	1990	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Faktiske emissioner	76,9	76,2	72,3	63,7	53,4	52,5	54,5
Heraf LULUCF	6,5	5,2	6,0	0,6	5,2	4,4	6,5

Tabel 2 Samlede emissioner af drivhusgasser, inkl. LULUCF. Kilde: Energistyrelsens foreløbige energistatistik for 2019.

Generelt har skove været et netto-dræn, mens jorde har været netto-kilder bl.a. på grund af udledninger fra drænet organisk jord. Danske skove var store dræn indtil 2014, men havde netto-udledning i 2015 og 2016 og igen et netto-optag i 2017. Netto-optaget i skov var 0,5 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 1990 og 0,1 mio. ton i 2017, og som gennemsnit for hele perioden 1990-2017 1,2 mio. tons Co<sub>2</sub>e/år.

I LULUCF-opgørelsen for danske skove medregnes kulstoflagret i levende og død vedmasse, kulstofindholdet i jorden samt udledninger af metan og lattergas. Der er en betydelig usikkerhed på tallene, bl.a. fordi de repræsenterer små variationer i meget store lagre, hvis størrelse er blevet opgjort med forskellige metoder i perioden.

<sup>22</sup> Den samlede udledning inkl. LULUCF, gennemsnit for 2013-2017

## 2.4 Status for klimamål og LULUCF-opgørelser for importeret biomasse

Verdens lande har forskellige klimamål og er underlagt forskellige regelsæt afhængig af, om de er medlem af EU, eller part i FNs Klimakonvention, Kyotoprotokollen og/eller Parisaftalen, og om de er I-lande eller U-lande.

Nogle lande har klimamål under Parisaftalen, andre har ikke. I alt har 186 lande indsendt et klimamål (NDC) til FN. Visse lande har ikke pt. mål, herunder f.eks. Rusland. USA har bekendtgjort sin udtræden af Parisaftalen i november 2020. Nogle lande har indmeldt klimamål, der kan nås uden ekstra indsats. De indsendte klimamål er i øjeblikket ikke tilstrækkelige til at begrænse temperaturstigningen til 2 grader.<sup>23</sup> Selv om et land har en NDC, er det ikke givet, at landet vil opfylde målet.

EU-lande skal ifølge LULUCF-forordningen medregne LULUCF i deres klimamål fra 2021. For lande uden for EU varierer det, om LULUCF indgår i målet eller ej. Ifølge Klimarådet har LULUCF hidtil reelt ikke indgået i ret mange landes klimamål<sup>24</sup>.

Ikke alle lande rapporterer deres LULUCF-udledninger og –optag. I-landene har længe været forpligtet af Klimakonventionen og Kyotoprotokollen til årligt at rapportere LULUCF-emissioner og optag til FN. Parisaftalen opfordrer til, men kræver ikke, at landenes drivhusgasopgørelser indeholder LULUCF. U-landene er først for nylig begyndt at rapportere hvert andet år. Langt fra alle har endnu indrapporteret, og ikke alle indsendte rapporter indeholder udledninger og optag for LULUCF-sektoren. I marts 2020 havde 54 ud af 142 lande indsendt en såkaldt "Biannual Update Report" med emissionsopgørelser<sup>25</sup>.

De lande, der opgør og rapporterer LULUCF-udledninger og -optag, bruger forskellige opgørelsesmetoder. Valgmulighederne gør det svært at sammenligne landes resultater og ambitionsniveau, medmindre LULUCF-sektoren udelades<sup>26</sup>. Inddragelsen af arealsektoren i klimamålet betyder ifølge Klimarådet, at drivhusgasopgørelser og klimamål bliver uigennemsigtige, hvilket kan gøre det sværere at kontrollere, om landene overholder deres klimaløfter.<sup>27 28</sup>

Det er ikke muligt ud fra LULUCF-rapporteringer at afgøre om importeret biomasse fra andre lande, der afbrændes i Danmark, har bidraget til at reducere skovkulstoflager eller CO<sub>2</sub>-optag. Hvis importeret biomasse fra lande uden forpligtende og tilstrækkelige klimamål eller uden retvisende LULUCF-opgørelser har reduceret skovens kulstoflager eller CO<sub>2</sub>-optag, vil der ikke i praksis være belæg for at sætte udledningen fra afbrænding af biomassen til nul.

USA og Rusland er eksempler på lande, som Danmark importerer biomasse fra, og som enten ikke har klimamål, som omfatter areal-sektoren, eller hvor der kan rejses tvivl om, hvorvidt udledninger og optag fra LULUCF-sektoren opgøres og medregnes retvisende i forhold til et forpligtende mål. Rusland og USA leverede i 2018 omkring en fjerdedel af den biomasse Danmark importerede til energiformål.

---

<sup>23</sup> Synthesis Report on the Aggregate effect on intended Nationally Determined Contributions (iNDCs), UNFCCC 2016

<sup>25</sup> <https://unfccc.int/BURs>

<sup>26</sup> <https://climateactiontracker.org/methodology/indc-ratings-and-lulucf/>

<sup>27</sup> Accounting for Mitigation Targets in Nationally Determined Contributions under the Paris Agreement, OECD, okt 2017

<sup>28</sup> Biomassens betydning for grøn omstilling, Klimarådet 2018.

### 3. Klimaeffekt og bæredygtighed af træbiomasse til energi

Kapitel 2 beskrev, hvordan et lands samlede drivhusgasudledning ifølge internationale regler opgøres som summen af udledningerne fra forskellige sektorer: energi, transport, industri, jord og skov mv.

Denne sektorvise opgørelse giver ikke et billede af den samlede klimaeffekt ved brug af biomasse til energi, da der kan være tale om øget eller mindsket udledning i flere forskellige sektorer: I energisektoren, hvor biomasse kan erstatte fossil energi. I transportsektoren, hvor lastbiler, skibe og tog, der transporterer biomasse, bruger fossil energi<sup>29</sup>. I industrisektoren, hvor træpillefabrikker kan bruge fossil energi til tørring og presning. I sektoren for jord og skov (LULUCF), hvor udtag af biomasse til energi påvirker udledning og –optag. Sektorvise opgørelser kan altså indeholde klimaeffekter ved brug af biomasse, men disse indgår som en uidentificerbar delmængde i opgørelserne.

Klimaregnskabet ved brug af biomasse til energi belyses derfor også med andre opgørelsesmetoder: livscyklusanalyser (LCA). Livscyklusanalyser vurderer klimaeffekter (og evt. miljøpåvirkninger og resourceforbrug) knyttet til et bestemt produkt eller en service - i dette tilfælde brug af biomasse til energi<sup>30</sup>. LCA inddrager hele biomassens livscyklus i vurderingen på tværs af sektorer. Livscyklusanalyser bruges ofte til at sammenligne to forskellige handlemuligheder. Hvad er f.eks. klimaeffekten af at erstatte kul med træpiller på et bestemt kraftværk i de næste 10 år? Eller hvad er den globale klimaeffekt af en ny fælles EU politik, der fremmer anvendelsen af biomasse frem til 2050? Sådanne livscyklusanalyser sammenligner et eller flere scenarier med et eller flere alternativer, herunder typisk "business as usual".

Der er lavet mange forskellige livscyklusanalyser af brug af biomasse til energi. De har svaret på forskellige spørgsmål, kigget på forskellige biomasser, defineret forskellige systemgrænser, baseret sig på forskellige antagelser, belyst forskellige alternativer og tidsperioder og kommet til forskellige resultater.

IPCC har sammenfattet livscyklusanalyser for forskellige energiteknologier<sup>31</sup> og konkluderet, at CO<sub>2</sub>-udledningerne fra biomasse fra skov ligger indenfor et meget bredt spektrum, men generelt er mange gange større end tilsvarende livscyklus-udledninger fra vind og sol. Dette hænger bl.a. sammen med, at for biomasse er der løbende udledninger forbundet med produktionen af brændslet, men vind og sol er brændselsfri energikilder.

En livscyklusanalyse af biomasseforbrugets klimaeffekter lavet af Robert Matthews<sup>32</sup> m.fl. indeholder en række scenarier for EU's fremtidige brug af biomasse til energi. Analysen viser, at det scenarie, der

<sup>29</sup> Udledninger fra international skibstransport indgår ikke i nationale opgørelser ifg. Internationale regler.

<sup>30</sup> Ifølge Commission Staff working document, Impact Assessment, Sustainability of Bioenergy. 30.11.2016 SWD(2016) 418 final konkluderer vurderes klimaeffekter af brug af biomasse til energi bedst ved hjælp af en Konsekvens LCA, der inddrager alle kulstoflagre i vurderingen, incl. biogene udledninger.

<sup>31</sup> [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_chapter7.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter7.pdf)  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_annex-iii.pdf#page=7](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf#page=7)

<sup>32</sup> "Carbon impacts of biomass consumed in the EU", Robert Matthews m. fl. 2018

begrænser biomasseforbruget mest, giver den største CO<sub>2</sub>-reduktion, men nødvendiggør et større forbrug fra andre vedvarende energikilder. Analysen viser også, at en prioritering af biomasse fra EU er den næstbedste vej til at reducere CO<sub>2</sub>, mens de scenarier, som tillod de største mængder biomasse i energisystemet, herunder importeret træbiomasse fra lande udenfor EU, gav de laveste CO<sub>2</sub>-reduktioner.

På baggrund af Robert Matthews studie og en række andre større studier<sup>33,34</sup> har EU Kommissionen vurderet klimabæredygtigheden af bioenergi<sup>35</sup>. EU Kommissionen konkluderer, at klimaeffekten af brug af biomasse til energi varierer, og at især brug af skovbiomasse i en periode kan føre til minimale reduktioner eller øgede udledninger af CO<sub>2</sub> sammenlignet med fossil energi.

Kommissionen vurderer, at et stigende forbrug af biomasse risikerer at føre til ekstra fældning af træer til energi, hvilket påvirker klimaeffekten negativt<sup>36</sup>. Risikoen stiger, når biomassen importeres fra lande uden for EU. Kommissionen har også vurderet andre bæredygtighedsaspekter og konkluderet, at produktion, og brug af biomasse til energi kan have negative effekter på biodiversitet samt jord- og luftkvalitet. Nedenfor beskrives følgende af EU-kommissionens konklusioner nærmere:

- Biomasse fra skov kan ikke generelt antages at være CO<sub>2</sub>-neutral
- Klimaeffekten af afbrænding af skovbiomasse varierer
- Skovforvaltning påvirker kulstoflager og -optag

#### *Biomasse fra skov kan ikke generelt antages at være CO<sub>2</sub>-neutral*

Afbrænding af træbiomasse udleder CO<sub>2</sub> ligesom afbrænding af kul eller andre fossile brændsler. Den CO<sub>2</sub>, der udledes, har træet opsuget under væksten, og når træerne er fældet, vil tilvækst af nye træer kunne genoptage CO<sub>2</sub>-fra atmosfæren. Dette har ført til en antagelse om, at biomasse "i sig selv" er "CO<sub>2</sub>-neutral", fordi udledningen modsvares af et tilsvarende optag. En del analyser har ud fra denne antagelse sat CO<sub>2</sub>-udledning fra selve afbrændingen af biomasse til nul.

EU Kommissionen konkluderer imidlertid, at denne antagelse ikke er generelt gældende, når det drejer sig om skovbiomasse. Dette skyldes to forhold. 1) Afbrænding af biomasse modsvares ikke i alle situationer af et optag, og selvom der sker et optag, vil en tidsforskydning mellem afbrænding og optag have klimamæssige konsekvenser. 2) Afbrænding af biomasse udleder i de fleste tilfælde mere CO<sub>2</sub> fra skorstenen end den fossile energi, som den erstatter. Dette skyldes et lavere energiindhold pr. kg kulstof i biomasse sammenlignet med f.eks. kul, og i de fleste tilfælde også en lavere effektivitet i konverteringen til f.eks. el. Kommissionen konkluderer derfor, at retvisende livscyklusanalyser må inddrage globale udledninger fra alle relevante kulstoflagre.

Tidsforskydning mellem, hvornår CO<sub>2</sub> frigives, og hvornår det er optaget igen, kan bidrage til "kulstofgæld". Når træ brændes frigives CO<sub>2</sub> øjeblikkeligt, mens CO<sub>2</sub> optages igen over en årrække. Tidsfaktoren har betydning, fordi koncentrationen af CO<sub>2</sub> i atmosfæren afgør, hvor hurtigt klimaændringerne indtræffer. Brug af biomasse kan derfor have en effekt på klimaet, selv om der sker genplantning og/eller efterfølgende trævækst.

<sup>33</sup> JRC, 2014: 'Carbon Accounting of forest bioenergy' og Forest Research, 2014: 'Review of literature on biogenic carbon and life cycle assessment of forest bioenergy',

<sup>34</sup> Carbon Impacts of biomass consumed in the EU. Robert Matthews m. fl. 2018.

<sup>35</sup> Commission Staff working document, Impact Assessment, Sustainability of Bioenergy. 30.11.2016 SWD (2016) 418 final

<sup>36</sup> Dvs. fører til øgede emissioner.

Et enkelt træ kan være mange år om at opsuge den CO<sub>2</sub>, som blev frigivet ved afbrænding af et tilsvarende træ. En hel skov kan optage og lagre meget kulstof hvert år, og hvis der ikke tages mere træ ud af en skov, end der hvert år gendannes, og kulstoflageret i skovbund og jord ikke ændres, kan skoven være i kulstofmæssig balance. For eksempel blev der i perioden 2014 – 18 kun udtaget 74 pct. af tilvæksten i de danske skove<sup>37</sup>. Hvis udtaget af træbiomasse overstiger tilvæksten eller øges, kan der igen opstå kulstofgæld.

Der er ikke enighed om, hvorvidt biomassen kan kaldes CO<sub>2</sub>-neutral, hvis der er balance mellem udtag og kulstofbinding i en skov.<sup>38</sup> Dette hænger sammen med, at omkring en femtedel af den CO<sub>2</sub>, vi mennesker udleder til atmosfæren, bliver optaget af træer og andre planter. Desuden har det stigende CO<sub>2</sub>-indhold i atmosfæren en gødningsvirkning, der medfører en øget tilvækst i verdens skove. Hvis hele den årlige tilvækst i skovene afbrændes, sendes det kulstof, som træerne har optaget, ud i atmosfæren igen. Dermed påvirkes en vigtig feedback-mekanisme, som har betydning for den globale opvarmning.

#### *Klimaeffekten af afbrænding af skovbiomasse varierer*

Kommissionen konkluderer<sup>43</sup>, at den samlede klimaeffekt af at anvende biomasse til energi varierer og at især brug af skovbiomasse kan føre til minimale reduktioner eller øgede udledninger af CO<sub>2</sub> sammenlignet med fossil energi. Effekten afhænger af en række faktorer herunder omfanget af forbruget. Jo større forbrug af biomasse til energi, jo større er risikoen for at anvendelsen fører til høje udledninger. Andre vigtige faktorer er: typen af biomasse, skovforvaltningen, markedseffekter, tidshorisonten, den alternative anvendelse af jord og biomasse samt den alternative energikilde.

Generelt er udledningerne små for skovrestprodukter, tyndingstræ, industrielt resttræ og affaldstræ. Der vil derfor hurtigt ske en reduktion i CO<sub>2</sub>-udledningen, når disse restprodukter erstatter kul.

Udledningerne er højere – og kan i en periode være højere end det fossile alternativ – for stammetræ<sup>39</sup> af større dimensioner, træstubbe og rødder. Længden af perioden, hvor udledningen er højere end det fossile alternativ, kan variere fra mindre end et år til flere hundrede år eller i værste fald uendelig<sup>40</sup>.

#### *Skovforvaltning påvirker kulstoflager og -optag*

Øget udtag af biomasse fra en skov vil typisk mindske skovkulstoflageret, men det kan øges i bestemte situationer: ved skovrejsning, der ikke indebærer ændret arealanvendelse (iLUC), og gennem specifikke forvaltningsmetoder, der involverer tættere plantning eller længere omdriftstider. Selv ved bæredygtig skovdrift, hvor udtaget fra skoven er mindre end tilvæksten, vil kulstoflageret dog typisk være lavere end i ikke-forvaltet skov<sup>41</sup>.

Effektive plantager med hurtigt voksende træarter kan i visse tilfælde både have et højt optag af CO<sub>2</sub> og et højt kulstoflager i form af stående vedmasse i skoven. Ældre skov vokser og optager CO<sub>2</sub> langsommere end mellem-aldrende og yngre skove, men hurtigere end helt nyplantet skov. Foryngelse af

---

<sup>37</sup> Skovstatistik 2018, Thomas Nord-Larsen m.fl. Københavns Universitet 2019.

<sup>38</sup> Klimapåvirkning fra biomasse og andre energikilder, Concito, 2013.

<sup>39</sup> Sawntwood & "coarse dead wood"

<sup>40</sup> Commission staff working document, Impact Assessment, Sustainability of Bioenergy. 30.11.2016. SWD (2016) 418 final.

<sup>41</sup> Carbon accounting of forest bioenergy, JRC European Commission, 2014.

ældre bevoksninger vil derfor kunne give en øget udledning/mindre optag på kort sigt, men et øget optag på langt sigt<sup>42</sup>. I gammel naturskov er netto-tilvæksten aftaget, og skoven nærmer sig kulstofmæssig balance mellem tilvækst og frigivelse af CO<sub>2</sub> fra dødt ved<sup>43</sup>.

### 3.1 Klimaregnskabet for Danmarks brug af biomasse

Beregning af den reelle klimaeffekt ved afbrænding af biomasse kræver en præcis definition af biomasseproduktionsystem, energisystem og tidsperiode, set i forhold til relevante alternativer. Der findes ikke i dag et tilgængeligt datagrundlag for at beregne den samlede reelle klimaeffekt af anvendelsen af biomasse til el og varme i Danmark.

Takket være Dansk Energi og Dansk Fjernvarmes brancheaftale om sikring af bæredygtig biomasse, foreligger der imidlertid oplysninger om udledningerne i produktionskæden, f.eks. som følge af transport, tørring og forarbejdning af biomassen. Udledningerne opgøres som en drivhusgasbesparelse sammenlignet med en fossil reference. Brancheaftalens rapporter fra omfattede værker i 2017 viste, at værkernes rapporterede CO<sub>2</sub>-reduktion lå på mellem 75 og 95 pct. af udledningen fra den fossile reference. Udledningerne fra produktionskæden udgør således 5 – 25 pct. af udledningen fra fossil energi for disse værker. For biomasseforbrug, der ikke er omfattet af brancheaftalen, foreligger der ikke oplysninger om udledninger i produktionskæden.

Det nye EU-direktiv for vedvarende energi (VE-direktivet) fastlægger en metode til beregning af udledningerne fra brug af biomassebrændsler i produktionskæden. Den samlede udledning fra brug af biomasse skal opgøres som summen af netto-udledningerne af drivhusgasser fra dyrkning, ændringer i kulstoflager som følge af ændret arealanvendelse, forarbejdning, transport og afbrænding af biomassen. Udledningen af CO<sub>2</sub> fra afbrændingen sættes fortsat til nul i direktivet, jf. de internationale regnearter. Formålet med at opgøre udledningerne i produktionskæden er at afgøre, om biomassen opfylder bæredygtighedskrav, se kapitel 5, og de tælles ikke med i nationale drivhusgasopgørelser.

VE-direktivet indeholder en række typiske standardværdier for udledninger fra dyrkning, forarbejdning og transport for forskellige typer af biomasse. For træbiomasse er udledninger fra dyrkningen ofte ubetydelige, mens udledningerne fra transport af især træflis og forarbejdning af især træpiller i visse tilfælde kan være betydelige.

### 3.2 Restprodukter

Når der anvendes restprodukter fra gavntræsproduktion i stedet for fossil energi, vil der hurtigt opnås CO<sub>2</sub>-reduktioner og klimaeffekten derfor hurtigt blive positiv. Det hænger sammen med at "rester", f.eks. savsmuld eller dødt ved, ellers hurtigt ville rådne op og derved udlede CO<sub>2</sub>. Hvis der er tale om tykke grene eller stammer, der tages ud til energiformål i stedet for at blive efterladt i skoven, vil det tage længere tid før klimaeffekten bliver positiv. Tidsperioden bestemmes bl.a. af den såkaldte "rådnefaktor", altså den tid materialet ville være om at rådne og frigive den bundne CO<sub>2</sub>.

Betegnelsen "rest" indikerer, at materialet er opstået som led i en produktion, der har et andet formål, f.eks. tømmer eller møbler. Hvis dette er tilfældet, ville træet blive fældet under alle omstændigheder. Rester antages derfor ikke at have indirekte arealeffekter.

<sup>42</sup> Klimaskoven - et effektivt redskab til håndtering af CO<sub>2</sub>-problemet, Esben Møller Madsen, Anders Tærø Nielsen, Palle Madsen og Per Hilbert. Træ.dk

<sup>43</sup> Klimaeffekter af urørt skov og anden biodiversitetsskov, Vivian Kvist Johansen m.fl. Københavns Universitet 2019



For at blive defineret som et restprodukt, må der ikke være en "højere anvendelse" jf. EU's affaldshierarki. For træbiomasse er møbler, tømmer, papir, træfiner og spånplader "højere anvendelser" - og derfor også ofte mere værdifulde anvendelser - end konvertering til el og varme i et kraftvarmeanlæg.

Prisforskellen mellem træ til tømmer og træ til energi er for det meste så stor, at man almindeligvis antager, at træ, der kan afsættes til tømmer, også bliver det. Træ til papir og spånplader er mindre værdifulde, og her kan konkrete lokale markedsforhold og transportafstande afgøre, hvad biomassen afsættes til<sup>44</sup>.

Hvis der er høj efterspørgsel efter trærester, vil der kunne ske det, at produktionen ændres, så der produceres flere "rester". For eksempel ved, at der plantes flere træer pr. ha. med henblik på planlagte tyndinger i en gavntræsproduktion. Eller ved øget fældning af træer i områder, som ikke er dyrket med træproduktion for øje, og hvor hovedparten af træerne derfor ikke er egnede til gavntræ.

Samlet set er grænsen mellem "rester" og "produkt" uklar, den ændrer sig over tid og bestemmes af teknologiske og markeds-mæssige forhold.

### 3.3 Andre bæredygtighedsaspekter

Der er andre aspekter af bæredygtighed end klima forbundet med brug af biomasse til energi, f.eks. social bæredygtighed, biodiversitet, og ressourcemæssige forhold. Social bæredygtighed handler bl.a. om produktionens konsekvenser for lokalsamfund og oprindelige folk samt om arbejdsvilkår. Disse forhold vil ikke blive behandlet nærmere i denne rapport. I det følgende vil arealforbrug og biodiversitet dog kort blive omtalt, mens spørgsmålet om størrelsen af de tilgængelige ressourcer beskrives i kapitel 4.

#### 3.3.1 Biomasse og areal

Bioenergi kan være en arealkrævende energiform<sup>45</sup>. Vind og sol hører til blandt de mindst arealkrævende vedvarende energiteknologier, mens bioenergi hører til blandt de mere arealkrævende.

Energiudbyttet fra solceller vurderes f.eks., at være 15 – 100 gange større pr. arealenhed end bioenergi<sup>46,47,48</sup> afhængig af beregningsmetode og antagelser. Med til billedet hører dog, at der er tale om forskellige typer energi, hvor bioenergi kan lagres og har andre anvendelsesmuligheder end el fra sol og vind.

Anvendelse af mere areal til produktion af energi indebærer en risiko for direkte og indirekte arealeffekter (LUC og iLUC). Skovrejsning på landbrugsjord kan f.eks. indebære en risiko for, at produktionen af fødevarer flytter til et andet areal, måske et, der tidligere var skov, evt. tropisk skov med højt kulstoflager og biodiversitet. Afhængig af, hvilken type areal der er tale om, vil det kunne have klimamæssige

---

<sup>44</sup> Notat om træbiomasse. Udarbejdet for Energistyrelsen i forbindelse med implementering af VE-direktivet, NEPCon 2020.

<sup>45</sup> Danmarks Naturfredningsforening [https://issuu.com/danmarksnaturfredningsforening/docs/energiforsyningspolitik\\_2018\\_lav\\_op](https://issuu.com/danmarksnaturfredningsforening/docs/energiforsyningspolitik_2018_lav_op)

<sup>46</sup> Energy, Water, and Land Use. In book: Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment, Chapter: Energy, Water, and Land Use, Publisher: US Global Change Research Program, Editors: JM Melillo, TC Richmond, GW Yohe.

<sup>47</sup> "Energy and land use" I Global Land Outlook working paper September 2017 af Uwe Fritsche, Göran Berndes m.fl.

<sup>48</sup> Avoiding bioenergy competition for food crops and land, T. Searchinger m.fl. World Resource Institute.

effekter. Hvis der er tale om rydning af regnskov, er de negative klimaeffekter betydelige. Omvendt vil en øget dansk produktion af træ kunne mindske hugsten af træ i skove i udlandet – med modsatrettet og positiv klimaeffekt.

### 3.3.2 Biodiversitet

Et øget forbrug af biomasse til energi kan øge presset på biodiversiteten. Dels fordi produktion af biomasse til energi optager areal, hvilket kan føre til direkte og indirekte arealeffekter som påvirker biodiversiteten. Dels fordi afsætningsmuligheden til biomasse risikerer at mindske mængden af dødt ved i skovene, når rester udtages. Og endelig fordi intensivt drevne skove med hurtigt voksende ikke-hjemmehørende arter har lavere biodiversitet end f.eks. naturskov.

For Danmark viser den seneste rapport om den danske natur, som laves til EU-kommissionen i medfør af habitatdirektivet, at bevaringsstatus for samtlige 10 skovtyper på direktivets liste er vurderet som "stærkt ugunstig". Negative påvirkningsfaktorer er "intensiv forstlig drift med hugst, fældning af store træer, udtynding af bevoksninger, fjernelse af dødt ved og døende stammer, konvertering af skov, flisning af ved samt afvanding".<sup>49</sup>

Kortlægning af værdifulde arealer kan være en forudsætning for, at de kan beskyttes. Der er i Danmark gennemført en kortlægning af særlig værdifulde arealer i de offentlige skove<sup>50</sup>. En tilsvarende kortlægning i de private skove indgik i Naturpakken fra 2016, men blev ikke gennemført. De private skove udgør ca. 70 pct. af al skov i Danmark og indeholder af historiske grunde de fleste levesteder for truede arter.

Certificeringsordningen, SBP<sup>51</sup> har gennemført en risikovurdering for Danmark<sup>52</sup>. Vurderingen konkluderede, at skovbiodiversiteten ikke er kortlagt og beskyttet i tilstrækkeligt omfang til, at Danmark kan betegnes som et "lav-risiko område" med hensyn til biodiversitet. Vurderingen konkluderer, at der for fire indikatorer relateret til skovbiodiversitet er "specificeret risiko".

## 3.4 Konklusion om biomassens klimaeffekt

Det kan på basis af kapitel 2 og 3 samlet konkluderes, selvom forbruget af biomasse i energisektoren i henhold til internationale regler henregnes som nuludledning i Danmark, kan der være risiko for biomasseforbruget fører til udledninger globalt.

For skovbiomasse kan der opstå væsentlige udledninger som følge af reduceret skovkulstoflager eller CO<sub>2</sub>-optag i skovene. Hertil kommer udledninger fra produktionskæden for biomasse, som kan være i størrelsesordenen 5 – 25 pct. af udledningen fra fossil energi, hvilket er væsentlig mere end tilsvarende udledninger fra vind og sol.

<sup>49</sup> Bevaringsstatus for naturtyper og arter Oversigt over Danmarks Artikel 17-rapportering til habitatdirektivet 2019 Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi Dato: 6. september 2019

<sup>50</sup> Status for kortlægning af økosystemer, økosystemtjenester og deres værdier i Danmark. DCE 147 2015. Miljøstyrelsen har i 2016-2017 kortlagt og registreret naturmæssigt særlig værdifuld skov på arealer ejet af staten, regionerne og kommunerne. Naturmæssigt særlig værdifuld skov, også kaldet § 25-skov, indeholder naturværdier, der rækker ud over det gennemsnitlige og almindelige. Det er skov, som har særlig stor betydning for at bevare biologisk mangfoldighed i Danmark. Kortlægningen af naturmæssigt særlig værdifuld skov har ophæng i Skovlovens § 25.

<sup>51</sup> Sustainable Biomass Partnership

<sup>52</sup> SBP-endorsed Regional Risk Assessment for Denmark, 2017

Brug af biomasse til energi er i mange tilfælde en fordel for klimaet, f.eks. når restbiomasser erstatter fossile brændsler. I andre tilfælde, f.eks. hvis træer fældes til energiproduktion og ikke genplantes, bidrager det mere til klimaforandringer, end hvis man havde brugt kul.

En præcis opgørelse af biomassens klimaregnskab kræver, at man definerer præcist hvilket system, man ser på, og hvilken biomasse, der anvendes, i hvilken periode set i forhold til hvilket alternativ. Der findes ikke i dag et tilgængeligt datagrundlag for at beregne den samlede reelle klimaeffekt af anvendelsen af biomasse til el og varme i Danmark.

Ifølge internationale regler skal udledninger forbundet med afbrænding af biomasse bogføres i arealsektoren, og i andre sektorer i de respektive lande, og ikke i energisektoren i landet, hvor biomassen afbrændes. For at være retvisende forudsætter dette bogføringsprincip, at alle lande, der leverer biomasse til Danmark, har bindende og tilstrækkelige klimamål og medregner alle sektorer korrekt, herunder LULUCF-sektoren. Hvis disse forudsætninger er opfyldt, vil eventuelle udledninger i arealsektoren kompenseres af en øget reduktionsindsats i andre sektorer. Dette er imidlertid ikke tilfældet på nuværende tidspunkt.

## 4. Globale og nationale biomasseressourcer

Dette kapitel beskriver størrelsen af de globale biomasseressourcer, herunder det globale forbrug af biomasse, udviklingen i skovkulstoflageret og vurderinger af det globale bæredygtige potentiale for biomasse til energi. Derefter beskrives de nationale biomasse ressourcer til energiformål.

### 4.1 Det globale forbrug af biomasse til energi

Ifølge IEA var det endelige globale forbrug af biomasse til energi 37,3 EJ i 2017. Fast biomasse omfatter her trækul, brænde, træpiller, skovflis, bagasse, tørret husdyrgødning til brændsel, halm, restprodukter fra landbrug og industriaffald. Forbruget fordeler sig på anvendelser som vist i Tabel 3.

2017	ExaJoule (EJ)
Husholdninger	27,8
Industri	8,0
Handel & service	1,0
Land- og Skovbrug	0,4
Andet	0,1
Sum	37,3

Tabel 3 Det globale forbrug af biomasse i 2017. Kilde IEA

En stor del af biomasseforbruget i husholdninger er "traditionel" biomasse dvs. forbrug af brændsel i form af brænde og tørret husdyrgødning til madlavning mv. i ulande.

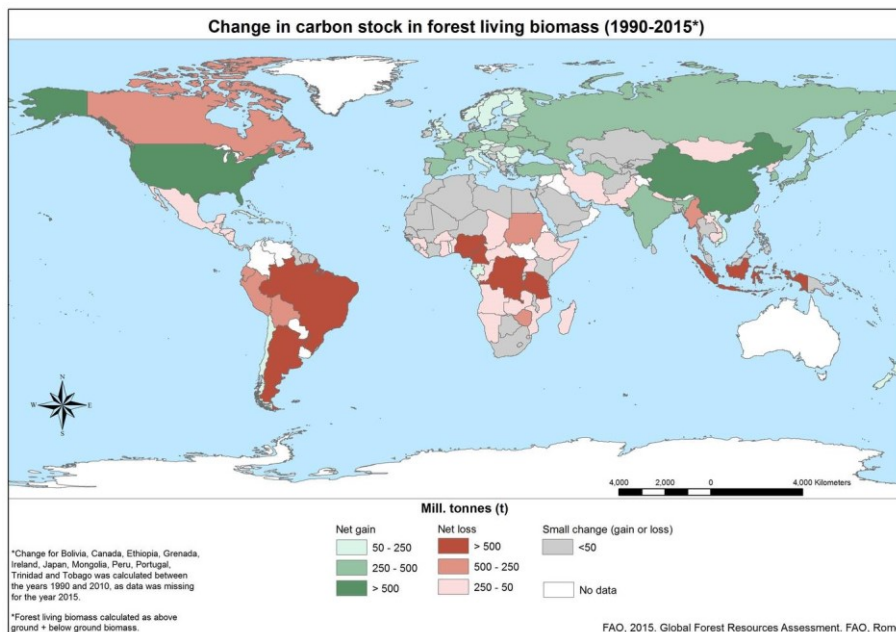
Såkaldt "moderne" bioenergi, dvs. biomasse anvendt på el- og varmegærker, i industri mv., stod for ca. halvdelen af det globale forbrug af vedvarende energi i 2017. Vedvarende energi udgjorde 10,4 pct. af det totale energiforbrug i 2017. IEA forventer, at bioenergi vil være den vedvarende energiform, der stiger mest i perioden 2018-23<sup>53</sup>.

### 4.2 Det globale skovkulstoflager

Globalt er skovarealet fortsat i tilbagegang<sup>54</sup>, men denne overordnede tendens dækker over forskellige udviklingstendenser: tilbagegang i naturskove, vækst i plantager, tilbagegang i Latinamerika, Afrika og Indonesien, fremgang i Kina, Europa og USA. Generelt øges skovenes kulstoflager på den nordlige halvkugle. En oversigt over den globale udvikling i skovkulstoflageret fra 1990 til 2015 fremgår af Figur 18.

<sup>53</sup> IEA Market Report Series. Renewables 2018.

<sup>54</sup> The state of the world's Forests, FAO, 2018



Figur 18 Ændringer i kulstoflager i skove på globalt plan 1990 – 2015. Kilde: FAO

#### 4.3 Den globale, bæredygtige biomasseressource

Ifølge IPCC dyrker eller påvirker mennesker over 70 pct. af det isfri landareal, og lægger årligt beslag på 25 – 33 pct. af landjordens netto primær produktion (NPP), dvs. den energi, der årligt lagres af planter gennem fotosyntesen<sup>55</sup>. Behovet for areal og biomasse til mad, foder og materialer må forventes at stige i takt med at verdens befolkning estimeres at stige fra 7,6 mia. i dag til 9,7 mia. i 2050.

Der er lavet adskillige og meget forskellige vurderinger af det globale bioenergi-potentiale. Vurderingerne spænder fra under 100 til mere end 300 EJ:

- **Op til 100 EJ:** Vurderinger, der når frem til et samlet potentiale på op til 100 EJ fra affald/rester, energiafgrøder og skov, antager, at der er et begrænset areal til rådighed til energiafgrøder, at der fortsat er et animalsk landbrug, at landbrugsarealet ikke udvides markant, og at der ikke sker en markant forøgelse af produktiviteten i landbruget.
- **100 – 300 EJ:** Vurderinger, der når frem til et samlet potentiale på 100 – 300 EJ antager, at potentialet fra affalds- og restprodukter er i den høje ende, at produktiviteten i landbruget øges i samme takt som befolkningstilvæksten, at skovarealet reduceres med 25 pct. eller erstattes af hurtigvoksende energiskove, samt at et betydeligt areal (på 2 – 10 gange Frankrigs areal), som tidligere var naturlige græsarealer eller skov, afsættes til produktion af energiafgrøder.
- **Over 300 EJ:** Vurderinger over 300 EJ antager, at produktiviteten i landbruget stiger væsentlig hurtigere end befolkningstilvæksten og at et område på størrelse med Kina kan bruges til energiafgrøder.

<sup>55</sup> IPCC: Climate Change and Land 2019.

IPCC har vurderet, at det bæredygtige bioenergi-potentiale i 2050 vil være begrænset til omkring 100 EJ pr. år, hvoraf træ kun udgør en delmængde. Et forbrug på eller over dette niveau vil ifølge IPCC "lægge et betydeligt pres på tilgængeligt land, fødevareproduktion og priser"<sup>56</sup>.

Et maksimalt potentiale på 100 – 300 EJ biomasse svarer til 10 – 30 GJ pr. person pr. år i 2050. Danskerne bruger i dag 27 GJ biomasse pr. person til energi, heraf ca. 20 GJ træ<sup>57</sup>.

#### 4.3.1 Restprodukter fra skov

Bentsen og Stupak (2014)<sup>58</sup> har estimeret det globale potentiale for restprodukter fra skovning for perioden 2010-2020, baseret på vurderinger af hugstrestre fra kommerciel skovdrift. Estimatet fremgår af Tabel 4.

Region	Træressourcepotentiale 2010-2020
Nordeuropa	242 – 891
Baltikum	58 - 159
Vesteuropa	250 - 1403
Østeuropa ekskl. Rusland	142 - 790
Sydeuropa	267 - 618
Rusland (nordvestlige del)	223 – 749
Nordamerika	1845 - 2300
Sydamerika (i 2050)	1400

Tabel 4 Træbiomassepotentialer fra forskellige regioner i PJ. Kilde: Bentsen, 2015.

For Europa, ekskl. Rusland, er potentialet vurderet til 0,96 – 3,86 EJ. Bentsen og Stupak anfører, at det bæredygtige potentiale ligger i den nedre ende af spændet, mens den øvre ende kan betegnes som et teknisk potentiale. Hvis Rusland og Nordamerika inddrages, vurderes det samlede potentiale til 3,03 – 6,91 EJ.

I 2016 var det samlede forbrug af biomasse i EU 5,86 EJ, hvoraf 4 pct. blev importeret fra tredjelande<sup>59</sup>. Forbruget af træbiomasse fra EU udgjorde 3,43 EJ i 2016. Forbruget af fast biomasse i EU er omtrent fordoblet fra 2000 til 2017 og vokser fortsat, men langsommere end vindkraft og varmepumper. Bioenergi udgør ca. 60 pct. af VE-forbruget i EU.

EU's langsigtede klimastrategi<sup>60</sup> forventer en stigning i biomasseforbruget til energi til ca. 8 EJ i 2030. Strategien antager, at det meste af den biomasse, der bruges i EU i 2050, produceres inden for EU, mens kun 4 til 6 pct. importeres.

<sup>56</sup> IPCC: 2018 Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report.

<sup>57</sup> 157 PJ fast biomasse/5,8 mio. = 27 GJ. 75 pct. = 20 GJ.

<sup>58</sup> "Biomassepotentialer i Danmark, EU og Globalt, KU og Cowi for Energistyrelsen 2015

<sup>59</sup> Brief on biomass for energy in the European Union, The European Commission's Knowledge Centre for Bioeconomy, JRC, 2019.

<sup>60</sup> A Clean Planet for all. A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy Brussels, 28 November 2018 In depth analysis

### 4.3.2 Muligheder for at øge den globale ressource

Mængden af bæredygtig biomasse kan øges, hvis produktiviteten i land- og skovbruget øges, og hvis der findes arealer til skovrejsning, uden det modsvares af skovrydning andre steder i verden. En ny rapport<sup>61</sup> forudsiger, at mere ressourceeffektive og billigere processer til fabriksfremstilling af mælk, kød, læder mv. relativt hurtigt kan fortrænge traditionel animalsk produktion. Det vil kunne frigøre meget betydelige landbrugsarealer til dyrkning af energiafgrøder med en gunstig klimaprofil.

Geologisk lagring af CO<sub>2</sub> fra afbrænding af biomasse (BECCS) kan muligvis blive nødvendigt for at overholde klimamålene. Dette kan indebære et øget forbrug af biomasse til energi. Traditionel BECCS vurderes dog at være energikrævende og kostbar. Flere nylige studier<sup>62</sup> peger dog på et betydeligt behov for brint til at nå et mål om netto-nul emissioner i 2050. Det åbner potentielt for væsentlig billigere CO<sub>2</sub>-lagring<sup>63</sup>.

## 4.4 Den danske biomasseressource

Energipotentialt fra danskproduceret biomasse og biogas vurderes på kortere sigt at ligge på 160 - 180 PJ inkl. biologisk nedbrydeligt affald, men uden energiafgrøder og uden såkaldt "blå biomasse" fra havet. Energiafgrøder dyrkes på landbrugsland til energiformål og bruges i Danmark stort set udelukkende til produktion af biogas. Energipotentialt er større end 180 PJ, hvis arealer omlægges fra produktion af fødevarer eller foder til energiafgrøder eller skov.

### 4.4.1 Klimakommissionen

Klimakommissionen opgjorde i 2010 det samlede energipotentialt fra danske landbaserede biomasseressourcer til 174 PJ, forudsat der ikke inddrages yderligere areal til produktion af energiafgrøder, se Tabel 5.

Danske biomassebrændsler (PJ)	Udnyttelse 2008	Yderligere ikke-barmarkskrævende potentiale 2008 – 50	Ressource i alt
Halm	15	25	40
Træ	41	19	60
Affald (ikke fossilt)	24	8	31
Biogas	4	28	32
Øvrig bioenergi	5	6	11
I alt	89	86	174

Tabel 5 Energipotentialt i dansk landbaseret biomasse. Kilde: Klimakommissionen

<sup>61</sup> Rethinx, Rethinking Food and Agriculture 2020-2030, sept. 2019

<sup>62</sup> A clean Planet for all, EU Kommissionen 2018, Net zero; the UKs contribution to stopping global warming, Committee on Climate Change 2019

<sup>63</sup> Hvis brint fremstilles ved elektrolyse af vand frigives samtidig ilt. Ilt kan anvendes til ren ilt-forbrænding af biomasse, hvor den fremkomne CO<sub>2</sub> med lavt energiforbrug kan udskilles, komprimeres og lagres geologisk. Derved undgås den energikrævende capture-del af traditionel Carbon Capture and Storage (CCS), som kan udgøre op mod 80 pct. af de samlede omkostninger ved CCS.

#### 4.4.2 "+ 10 millioner tons planen"

Projektet "+ 10 millioner tons planen" fra 2012<sup>64</sup> gav et bud på, hvordan mængden af danskproduceret biomasse kunne forøges uden at reducere fødevarerproduktionen. Projektet fremlagde to scenarier: et "biomassescenarie", som fokuserede på at maksimere biomasseproduktionen, og et "miljøscenarie", der tog flere miljøsyn. Virkemidlerne var bl.a. effektivitetsforbedringer, omlægning til kornsorter med mere halm, forædling, brug af hurtigt voksende træarter i skove, udnyttelse af biomasse fra vejrbatter, åer og efterafgrøder samt omlægning af 149.000 ha. fra korn til energiafgrøder.

I "biomasse-scenariet" var energipotentialet 179 PJ ekskl. energiafgrøder, men inkl. affald, mens det i "miljøscenariet" var 161 PJ i 2020, jf. Tabel 6.

Danske biomassebrændsler (PJ)	2009	Biomasse-scenariet 2020	Miljø-scenariet 2020
Halm	29	62	59
Træ fra småskove, hegn og haver	13	13	13
Træ fra skov	17	26	16
Husdyrgødning	3	46	44
Energiafgrøder <sup>65</sup>	3	88	67
Anden bioenergi	0	9	7
I alt	65	245	205
Sum uden energiafgrøder, incl. 22 PJ affald	84	179	161

Tabel 6 Potentialeopførelse i "+10 mio. tons planen". Gylling, Morten et al. Københavns Universitet 2012. Omregnet fra tons tørstof med en antaget brændværdi 18 GJ/tons.

Biomassescenariet antog en fortsat årlig skovrejsning på 1.900 ha/år, mens miljøscenariet antog en skovrejsning på 4.500 ha/år, som dog ikke frem til 2020 bidrog med øgede mængder af træbiomasse. Potentialitet for at øge mængden af træbiomasse er således relativt begrænset på kort sigt. Med et længere tidsperspektiv vil der kunne produceres mere.

I '+10 mio. tons planen' var potentialitet for skovbiomasse 2,1 mio. tons tørstof i 2100 i biomassescenariet (ca. 38 PJ), mens det i miljøscenariet var 1,7 mio. tons tørstof (ca. 31 PJ). Lægges træbiomasse fra småskove hegn og haver til, bliver det maksimale potentiale for træbiomasse i 2100 således 51 PJ<sup>66</sup> i biomassescenariet, hvilket er en stigning på 21 PJ i forhold til 2009, jf. Figur 19.

Københavns Universitet lavede i 2013 en analyse af mulighederne for at øge produktionen af dansk produceret træbiomasse frem til 2100<sup>67</sup>. Analysen viste, at ved en skovrejsning på 4560 ha/år, mere intensiv produktion med "ammetræer" og større satsning på træ til energi, ville den årlige høst af træ til energi kunne øges til 46 PJ i 2050 og 73 PJ i 2100.

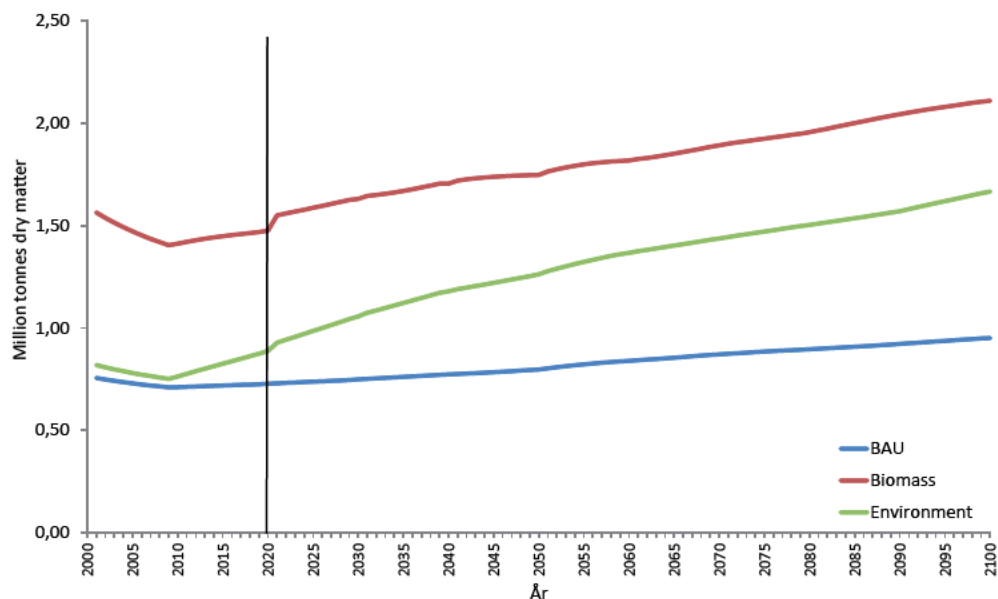
<sup>64</sup> +10 mio. tons planen, Morten Gylling m.fl. Fødevarerøkonomisk Institut, Københavns Universitet, 2012, revideret udgave i 2016 med samme datagrundlag for biomassepotentialerne. Talmaterialet er hentet fra "Biomasseudnyttelse i Danmark - Potentielle ressourcer og bæredygtighed", Uffe Jørgensen m.fl. DCA Rapport NR. 033, 2013 og omregnet fra millioner tons tørstof.

<sup>65</sup> Ved energiafgrøder forstås her biomasseafgrøder (på ekstra 149.000 ha), raps, pil og poppel samt græs fra lavbundsarealer.

<sup>66</sup> Excl. evt. pil og poppel dyrket på landbrugsjord og under antagelse af en brændværdi på 18 GJ/tons tørstof.

<sup>67</sup> Muligheder for bæredygtig udvidelse af dansk produceret vedmasse 2010 – 2100. IGN Københavns Universitet, januar 2014.





Figur 19 Udvikling i tilgængelig skovbiomasse til energi og materialer i Danmark i de tre scenarier. Kilde +10 mio. tons-planen.

Det maksimale energipotential fra danskproduceret biomasse og biogas vurderes således på kortere sigt at ligge på 160 - 180 PJ inkl. biologisk nedbrydeligt affald, men uden energiafgrøder og uden såkaldt "blå biomasse" fra havet. Et forbrug på 180 PJ svarer til ca. 31 GJ pr. dansker, heraf højst ca. 10 GJ træ. Inddrages arealer til dyrkning af afgrøder eller træ til energi, er potentialet større, men det kræver, at arealer omlægges fra produktion af fødevarer eller foder til energiafgrøder eller skov.

Danmark ville således over tid kunne dække sit nuværende biomasseforbrug med hjemlige ressourcer, men det ville kræve, at en del af forbruget af importeret træbiomasse blev omlagt til restprodukter fra landbrug. Det ville desuden kræve, at en række forudsætninger opfyldes, herunder at effektiviseringsgevinster opnås, at der overgås til kornarter med længere strå, øget indsamling af halm, øget brug af hurtigvoksende trætyper, mm. Dette ville f.eks. kunne ske i takt med, at der opbygges en bioraffineringssektor, der kan raffinere biomasse til biologiske byggeklodser, der kan anvendes til biobaserede produkter inden for brændstoffer, materialer, foder og fødevarer.

**Case: Grønt græsraffinaderi til protein, grøntpiller og biogas**

Et eksempel på en landbrugsafgrøde, der under danske forhold kan øge tørstofudbyttet pr. hektar er græs. Græs dyrkes med flere positive samfundsøkonomiske effekter for vandmiljø, klima og drikkevand. Forudsætningen for at udbrede græsdyrkning og høste de samfundsøkonomiske effekter er opbygning af en forarbejdningssektor, der kan raffinere det friske græs til hhv. protein-koncentrat til sojaerstatning, grøntpiller til kvægfoder og brunsaft til biogasproduktion. Der er etableret et demonstrationsanlæg på Aarhus Universitet i 2019 og 2 prototypeanlæg er under etablering. Finansieret af midler fra PSO-puljen. Det Nationale Bioøkonomipanel opstillede i 2018 et mål om, at man inden for en kortere årrække skal substituere op mod 1/3 af importen af foderprotein med dansk producerede proteiner. Dette skal ifølge Det Nationale Bioøkonomipanel bl.a. ske gennem øget brug af flerårige græsser og bioraffinering af denne biomasse. Anbefalingerne fra panelet blev fulgt op af en Handlingsplan for nye bæredygtige proteiner fra Miljø- og Fødevareministeriet i oktober 2018.

## 5. Bæredygtighedskriterier

Der er ikke i dag lovregler om bæredygtighed af fast biomasse, der afbrændes til brug for varme og el, hverken i Danmark eller på fælles EU-plan.

Der findes lovfastsatte bæredygtighedskrav til biobrændstoffer til transport. Disse blev indført i EU, som følge af det nugældende direktiv for vedvarende energi<sup>68</sup>. Bæredygtighedskravene til biobrændstoffer er totalharmoniseret, hvorfor samme krav stilles i alle EU-lande.

I 2014 indgik Dansk Energi og Dansk Fjernvarme en frivillig brancheaftale<sup>69</sup> for at sikre, at biomasse, der anvendes af el- og varmegærkerne i Danmark, lever op til en række internationalt anerkendte bæredygtighedskrav.

Det nye direktiv for vedvarende energi, VE-II<sup>70</sup>, som skal implementeres i dansk lov senest den 30. juni 2021, indfører fælles europæiske bæredygtighedskrav til fast biomasse og til biogas, der anvendes til andre energiformål end transport. Direktivet indeholder minimumskrav, men landene har mulighed for at stille skærpede krav i forhold til direktivet.

Bæredygtighedskravene til træbiomasse i brancheaftalen og i VE-II beskrives nedenfor.

### 5.1 Brancheaftalen

Aftalen omfatter alle el- og varmegærker, som anvender biomasse i form af træpiller og træflis, dog er det kun værker med en effekt på mere end 20 MW, der er omfattet af dokumentations- og rapporteringskrav. Disse værker skal udarbejde årlige rapporter, der godkendes af en 3. part.

Ifølge aftalen skal 90 pct. af de anvendte træpiller og træflis opfylde de opstillede krav. De sidste 10 pct. skal efterleve aftalens krav, men kun dokumentere legalitet. Kravene omfatter følgende punkter:

1. Legalitet
2. Beskyttelse af skovens økosystemer
3. Skovens produktivitet skal opretholdes
4. Skovene skal være sunde og velfungerende
5. Beskyttelse af biodiversitet samt sensitive og bevaringsværdige områder
6. Sociale samt arbejdsrelaterede rettigheder skal respekteres
7. Grænseværdier for CO<sub>2</sub> udledning fra biomasseværdikæden
8. Yderligere (frivillige) krav målrettet kulstofkredsløb, fastholdelse af skovens kulstoflager, indirect landuse change (ILUC) og indirect wooduse change (IWUC)

---

<sup>68</sup> Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2009/28/EF af 23. april 2009.

<sup>69</sup> Brancheaftalen om sikring af bæredygtigt biomasse kan findes på: [www.danskenergi.dk/udgivelser/brancheaftale-om-sikring-baeredygtigt-biomasse](http://www.danskenergi.dk/udgivelser/brancheaftale-om-sikring-baeredygtigt-biomasse)

<sup>70</sup> Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2018/2001 af 11. december 2018

CO<sub>2</sub>-udledning og -besparelse beregnes efter samme principper som i VE-direktivet, se nedenfor. I beregningen indgår energiforbruget i værdikæden, dvs. til hugst, transport og forarbejdning af biomassen set i forhold til en fossil reference. CO<sub>2</sub>-udledningen fra kraftværkets skorsten indregnes ikke, jf. FN's regneregler. Opgjort på denne måde er brancheaftalens krav til CO<sub>2</sub>-besparelsen 70 pct. i 2015, 72 pct. i 2020 og 75 pct. i 2025. De store værkers rapporterede CO<sub>2</sub>-besparelser lå i 2017 mellem 75 pct. og 95 pct. set i forhold til den fossile reference.

Dokumentation af bæredygtighed kan ske på to måder. Enten skal biomassen være certificeret af certificeringsordningerne PEFC, FSC eller SBP<sup>71</sup>. Eller også skal der foreligge alternativ dokumentation, som grundlæggende stiller de samme krav, men gør det mindre byrdefuldt for små producenter at opfylde kravene.

Indtil 2016 var FSC og PEFC fremherskende, men SBP har vundet frem. SBP stod for 72 pct. af den certificerede biomasse og 57 pct. af den samlede skovbiomasse, som de store værker modtog i 2018. Henholdsvis 28 pct. og 22 pct. af den samlede skovbiomasse var FSC eller PEFC certificeret. 4 pct. var dokumenteret med "anden dokumentation".

## 5.2 Bæredygtighedskrav i det nye VE-direktiv

Bæredygtighedskravene i det nye VE-direktiv består af bæredygtighedskrav til råmaterialer, og af krav til drivhusgasemissions-besparelser (CO<sub>2</sub>-krav). Kriterierne gælder uanset, hvor biomassen kommer fra geografisk.

Ifølge VE-direktivets artikel 29 kan faste og gasformige biomassebrændsler kun tælle med i forhold til VE-mål og -opgørelser og kun modtage finansiel støtte, hvis de opfylder artiklens bæredygtighedskrav til råmaterialer og CO<sub>2</sub>-krav.

Kravene til bæredygtighed af råmaterialerne stilles kun til biomasse, der anvendes i anlæg med en samlet indfyret effekt på mindst 20 MW for faste biobrændsler og 2 MW for gasformige. CO<sub>2</sub>-kravene stilles kun til nye anlæg over de nævnte anlægsgrænser, der opføres efter implementering af direktivet. Medlemsstaterne kan beslutte at flere eller mindre anlæg skal omfattes.

VE-II stiller forskellige krav til biomasse fra landbrug, restprodukter fra landbrug, biomasse fra skove, restprodukter fra skove og restprodukter fra industri, jf. nedenfor. Træbiomasse som hverken kommer fra skove eller fra landbrug, er ikke omfattet af bæredygtighedskrav i direktivet.

### Krav til lovlighed, genplantning og biodiversitet

For skovbiomasse består direktivets bæredygtighedskrav til råmaterialerne af krav om at

- fældningen er lovlig
- skove genplantes på fældede arealer

---

<sup>71</sup> PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) og FSC (Forest Stewardship Council) er skovcertificeringssystemer, hvor skoven skal opfylde kriterier for bæredygtig skovdrift. Sustainable Biomass Partnership (SBP) blev dannet i 2013 af europæiske forsyningsvirksomheder. SBP certificerer ikke skoven, men biomasseproducenten. SBP har en risikobaseret tilgang og angiver metoder til at indsamle data om råmaterialet og data, der skal anvendes i beregninger af drivhusgas-besparelser.

- områder, der ved lov eller af kompetent myndighed er udlagt som naturbeskyttelsesområder, beskyttes
- fældning udføres under hensyn til jordkvalitet og biodiversitet
- fældningen opretholder eller forbedrer skovens produktionskapacitet på lang sigt.

Kravene kan opfyldes ved, at oprindelseslandet har relevant lovgivning og kontrol, eller ved, at der er indført systemer på skovbrugets kildeområdeniveau, der sikrer, at kravene er opfyldt.

### **Krav vedrørende LULUCF og skovkulstoflagre**

Som en del af bæredygtighedskriterierne til råmaterialerne skal biomasse opfylde krav vedrørende arealanvendelse og skovbrug (LULUCF). Disse kan opfyldes på én af to måder, dvs. a) eller b) nedenfor:

a) oprindelseslandet er part i Parisaftalen og

- i) har indberettet et klimamål FN – en såkaldte NDC - som omfatter LULUCF, hvormed det sikres, at ændringer i kulstoflagre medregnes i landets forpligtelse til at mindske eller begrænse drivhusgas-emissioner  
eller
- ii) har indført love om at bevare og øge kulstoflagre og det dokumenteres, at rapporterede emissioner fra LULUCF ikke overstiger optag.

b. Hvis ovenstående ikke findes, kan kravene i stedet opfyldes ved, at der er indført systemer til styring på skovbrugets kildeområdeniveau for at sikre, at niveauet af kulstoflagre og –dræn i skovene opretholdes eller forbedres på lang sigt.

### **Krav til CO<sub>2</sub>-besparelser.**

Krav til CO<sub>2</sub>-besparelser stilles i VE-direktivet kun til nye anlæg over hhv. 20 og 2 MW. Besparelsen beregnes ved at summere udledningerne fra hugst, transport og forarbejdning af biomassen mv. og sammenligne med udledningen fra en fossil reference. Ved beregning af udledningen, sættes CO<sub>2</sub>-udledningen fra afbrændingen af biomasse til nul. CO<sub>2</sub>-besparelsen skal være 70 pct. for værker, der sættes i drift fra den 1. januar 2021, og 80 pct. fra værker, der sættes i drift fra 1. januar 2026 eller senere.

### **Dokumentation og kontrol**

Direktivet kræver bl.a., at medlemsstaterne sikrer, at de økonomiske aktører forelægger pålidelige oplysninger om overholdelsen af krav og stiller data rådighed for staten. Medlemsstaterne skal sikre en tilstrækkelig standard for en uafhængig kontrol af oplysningerne - en kontrol, som bl.a. sikrer, at materialer ikke bevidst ændres eller kasseres, så partiet eller en del deraf kan blive til affald. Endelig skal medlemsstaterne sikre, at oplysninger om geografisk oprindelse og typen af råprodukt for hver brændstofleverandør stilles til rådighed for forbrugerne på relevante websteder og ajourføres en gang om året.

## **5.3 Bæredygtighedskrav og bæredygtighed**

VE-direktivet skal implementeres i dansk lov senest 30. juni 2021. Bæredygtighedskrav kan på en række punkter adressere bæredygtighedsmæssige udfordringer ved brug af biomasse til energi og nedbringe risikoen for, at biomassen er produceret ikke-bæredygtigt. For eksempel vil krav til genplantning kunne bidrage til at undgå, at skove fældes til energiformål uden at blive reetableret. Krav

om, at oprindelseslandet er part i Parisaftalen og medregner LULUCF-sektoren i opfyldelsen af deres klimamål, vil kunne bidrage til, at der fortrinsvis anvendes biomasse fra lande, hvor udledningen i arealsektoren opgøres og medregnes i opfyldelsen af landets klimamål. Og krav til CO<sub>2</sub>-besparelser kan bidrage til at forhindre, at der anvendes biomasse, som har givet anledning til en høj udledning i produktionskæden.

Samlet set vil bæredygtighedskrav kunne understøtte og fremme en bæredygtig anvendelse af biomasse fra træ til energi.

Det skal dog bemærkes, at fremtidige lovkrav om bæredygtighed ikke vil kunne garantere bæredygtigheden af hele det danske forbrug af biomasse. Det skyldes, at visse aspekter bæredygtighed er vanskelige at adressere robust gennem bæredygtighedskrav til biomasse, f.eks. indirekte markedseffekter, indirekte arealeffekter, opretholdelse af kulstoflagre i skove og sikring af biodiversiteten.

## 6. Nuværende og planlagte støtteordninger til biomasse

Dette kapitel beskriver nuværende og planlagte økonomiske virkemidler i forbindelse med anvendelse af biomasse til el- og varmeproduktion.

### 6.1 Støtte til eksisterende kraftvarmeværker, som anvender biomasse

Eksisterende anlæg, der anvender biomasse til elproduktion kan få støtte efter VE-lovens § 45a eller § 45b. Disse støtteordninger blev aftalt som en del af Energiaftale 2018.

Der ydes støtte til ikke-afskrevne anlæg efter § 45a fra d. 1. april 2019, mens øvrige anlæg, der anvender biomasse, støttes efter § 45b. § 45a trådte i kraft d. 1. april 2019, mens ikrafttræden af § 45b afventer EU-kommissionens godkendelse. Støtteordningerne erstatter den hidtidige støtte efter § 45, hvor alle biomasseanlæg, som producerede el, havde ret til 15 øre/kWh. § 45 blev ophævet d. 1. april 2019, som følge af udløb af statsstøttegodkendelse.

Formålet med § 45a og § 45b var at sikre anlæggenes fortsatte brug af biomasse, og at give de ikke-afskrevne værker, som havde investeret i tiltro til den tidligere ordning, mulighed for at afskrive deres investeringer helt eller delvist. Hvis støtteordningerne ikke var blevet etableret, havde der været risiko for, at anlæggene ikke ville kunne fortsætte deres elproduktion, eller ville overgå til fossile brændsler.

#### 6.1.1 § 45a. Støtte til ikke-afskrevne eksisterende biomasseanlæg

Ministeren kan i henhold til VE-lovens § 45a yde pristillæg til el, der er produceret ved afbrænding af biomasse. Tillægget er på 15 øre/kWh, og kan ydes fra og med 1. april 2019. Pristillægget ydes højst i 15 år fra ombygning, hvis anlægget er ombygget til afbrænding af biomasse, og højst i 20 år fra etablering, hvis anlægget er etableret som biomasseanlæg eller multibrændselsanlæg.

Ved reinvesteringer kunne ministeren frem til 1. april 2019 give tilsagn om at forlænge de ovennævnte støtteperioder med op til fire år. Værdien af hver reinvestering beregnes ved lineær afskrivning over 10 år. Investeringer der kan indgå i fastlæggelsen af støtteperioden inkluderer investeringer, der: 1) forlænger anlæggets levetid, 2) øger anlæggets kapacitet, og/eller 3) betyder at anlægget kan producere el ved afbrænding af yderligere typer af biomassebrændsler.

Anlæggene skal være begyndt at levere el fra biomasse til nettet inden 1. april 2019. I særlige tilfælde kan ministeren give dispensation fra dette krav – denne dispensation kunne gives frem til 1. januar 2020. I praksis er det kun det nye Amager 4, som har fået dispensation.

Der ydes kun pristillæg for den el, der produceres fra biomasse, og ikke fra andre brændsler, der kan indgå i anlæggets produktion. Der ydes ikke støtte til den biomasse, der findes i husholdnings- og erhvervsaffald.

### 6.1.2 § 45b Støtte til afskrevne anlæg

For el produceret af anlæg, der ikke er omfattet af § 45a (dvs. de anlæg, som allerede er afskrevne, anlæg som ikke havde foretaget tilstrækkelige investeringer til at blive omfattet af 15-øren m.m.), kan ministeren give et pristillæg pr. kWh, som svarer til meromkostningen ved at anvende biomasse til el, sammenlignet med fossil reference. Tillægget kan ikke overstige et loft på 11 øre pr. kWh. Anlæg, der er begyndt at producere el fra biomasse senest 1. april 2019, er berettiget til dette pristillæg.

Ministeren udsteder regler for, hvordan tillægget fastlægges, og ministeren kan udstede regler, der ændrer loftet for pristillæg.

Fastsættelse af pristillæg er reguleret i en bekendtgørelse. Der fastlægges én støttesats for træpiller og én støttesats for andre biobrændsler. Satserne fastlægges årligt. For 2020 er satsen for træpiller beregnet til 8 øre/kWh og satsen for andre biobrændsler er beregnet til 0 øre/kWh, svarende til, at der i 2020 ikke er meromkostninger ved at anvende disse biobrændsler frem for kul til kraftvarmeproduktion.

Ordningen træder først i kraft, når den er godkendt af EU-Kommissionen, og ophører efter 10 år.

## 6.2 Planlagt støtteordning til ny elkapacitet

Energiaftalen fra juni 2018 giver mulighed for, at der kan gives støtte til ny elproduktion på biomasse og biogas, forudsat at de kan konkurrere med de øvrige VE-teknologier. Der er endnu ikke udarbejdet et konkret forslag til støttemodel.

Da kraftvarmeproduktion på biomasse vurderes at være en relativt dyr teknologi, er det ikke særlig sandsynligt, at nye anlæg vil kunne konkurrere med de øvrige VE-teknologier, selv om det ikke helt kan udelukkes.

## 6.3 Grundbeløbsordning (etableringsstøtte til varmepumper, biokedler og solvarme)

I forbindelse med energiaftalen 2018 blev der samlet afsat 540 mio. kr. til håndtering af grundbeløbets ophør. Af de 540 mio. kr. blev der senere afsat 111,4 mio. kr. i årene 2020-2021 til etableringsstøtte til kollektive eldrevne varmepumper, solvarmeanlæg og biomassekedler.

Puljen udmøntes som direkte støtte til fjernvarmewærker, der har modtaget grundbeløb. Konkret støttes fjernvarmewærkers indkøb af det valgte produktionsanlæg. Alle fjernvarmewærker i decentrale områder, der har modtaget grundbeløb, kan søge puljen. Dette under forudsætning af at den kollektive eldrevne varmepumpe, solvarmeanlægget eller biomassekedlen, der ydes støtte til, producerer fjernvarme og primært (over 50 pct.) fortrænger eksisterende fjernvarmeproduktion baseret på fossile brændsler.

Med 114,4 mio. kr. i puljen og en forventet støtte på maksimalt 2 mio. kr./installeret MW forventes puljen at kunne yde tilskud til installation af 57 MW. Hvordan de installerede MW vil fordele sig mellem varmepumper, solvarmeanlæg og biomassekedler vides ikke og kan ikke forudses. Det afhænger i høj grad af, hvilke værker der vil søge tilskud, hvilke produktionsanlæg de allerede har og de fysiske muligheder værket har i nærområdet. Antages det dog f.eks., at ca. halvdelen af puljens midler går til biomassekedler (her flis), vil det medføre et øget forbrug af flis i omegnen af 50.000 ton om året.



## 6.4 §20b Indregning af overskud i varmeprisen

For at fremme fjernvarme baseret på biomasse og andre VE-teknologier, kan ejere af biomasse-, biogas-, geotermi- og solvarmeanlæg samt eldrevne varmepumper, der leverer varme til et kollektivt varmforsyningsanlæg indregne et overskud i prisen for varmen fra disse anlæg. Overskuddet skal give et selskabsøkonomisk incitament til at investere i vedvarende energi til fjernvarmeproduktion.

## 6.5 Afgiftsfordel og deling af afgiftsfordel

Biomasse, der anvendes til varmeproduktion, er ikke pålagt afgifter i modsætning til fossile brændsler, der er pålagt energi- og CO<sub>2</sub>-afgifter og el, som er pålagt elafgift. Fossile brændsler, der anvendes på større anlæg<sup>72</sup>, er endvidere underlagt CO<sub>2</sub>-kvoteordningen, så der skal betales for det antal CO<sub>2</sub>-kvoter, der svarer til anlæggets CO<sub>2</sub>-udledning fra fossile brændsler til både el- og varmeproduktion.

Denne afgiftsfritagelse for biomasse giver en økonomisk fordel ved anvendelse af biomasse til varmeproduktion. Fritagelsen for CO<sub>2</sub>-kvoteforpligtelsen giver endvidere en fordel ved anvendelse af biomasse til elproduktion. Biogas, sol, vind, omgivelsesvarme m.m. er heller ikke pålagt afgifter, så i forhold til disse energikilder har biomassen ikke nogen afgiftsmæssig fordel. Biogas, der opgraderes og tilføres naturgasnettet, er dog pålagt samme afgifter som naturgas.

Tabel 7 viser de afgifter m.v., der pålægges de forskellige brændsler, afhængigt af anvendelsen.

Brændsel / energikilde	2020-afgifter og kvoteudgifter i øre/kWh brændsel eller anden anvendt energikilde			
	Energiafgift	CO <sub>2</sub> -afgift	CO <sub>2</sub> -kvoter <sup>1</sup>	Sum
<u>Varmeproduktion:</u>				
Kul	20,4	6,0	4,3	30,7
Naturgas	20,4	3,6	2,6	26,6
El til varmeformål	21,0	0,0	0,0	21,0
El til varmeformål, afgift fra 2021 jf. energiaftale	15,5 <sup>2</sup>	0,0	0,0	15,5
Biomasse og biogas	0	0	0	0
Solvarme etc.	0	0	0	0
<u>Elproduktion:</u>				
Kul	0	0	4,3	4,3
Naturgas	0	0	2,6	2,6
Biomasse og biogas	0	0	0	0
Sol, vind etc.	0	0	0	0

Tabel 7 Afgifter og udgifter til køb af CO<sub>2</sub>-kvoter for brændsler og andre energikilder til varme- og elproduktion, opgjort i øre/kWh anvendt brændsel eller energikilde. Satser gældende for 2020 og 2019-markedspris for CO<sub>2</sub>-kvoter.

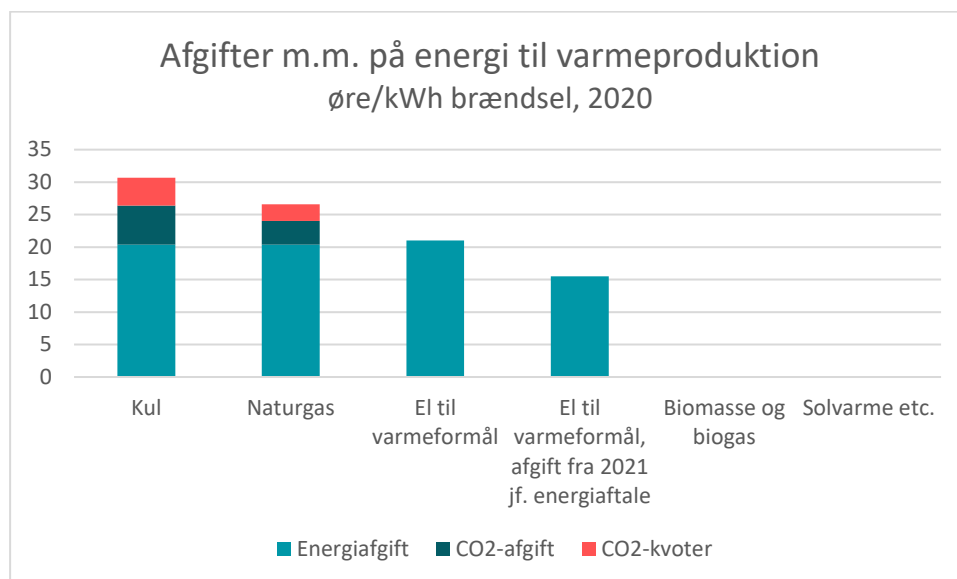
<sup>1</sup> 2019-pris. Udgiften varierer med markedsprisen på CO<sub>2</sub>-kvoter.

<sup>2</sup> Ifølge energiaftalen skal satsen sænkes til 15,5 øre/kWh fra og med 2021.

Det ses af tabellen, at der er en betydelig afgiftsfordel ved at anvende biomasse til varmeproduktion, sammenlignet med fossilt brændsel og el, også efter den afgiftsnedsættelse for el til varmeformål, som indgik i energiaftalen.

<sup>72</sup> Anlæg med en indfyret effekt på mindst 20 MW. Mindre anlæg er ikke omfattet af CO<sub>2</sub>-kvoteordningen, men betaler til gengæld CO<sub>2</sub>-afgift også for det brændsel, der medgår til elproduktion.

Figur 20 viser afgifter og CO<sub>2</sub>-kvotebetaling for energikilder til varmeproduktion.



Figur 20 Afgifter og CO<sub>2</sub>-kvotebetaling for energikilder til varmeproduktion.

Da der ikke er afgifter på brændsler til elproduktion, men kun CO<sub>2</sub>-kvoteligt, er kvote/afgiftsfordelen ved at anvende biomasse beskeden. I praksis foregår elproduktionen på kraftvarmeverker, hvor der både produceres el og varme, og kvote/afgiftsfordelen bliver her en kombination af fordelene ved henholdsvis el- og varmeproduktion.

For et typisk centralt kraftvarmeverk, der anvender biomasse i stedet for kul, kan kvote/afgiftsfordelen opgøres til ca. 50 øre/kWh el, eller ca. 30 øre/kWh varme. Fordelen er dermed betydeligt større end den direkte støtte til anvendelse af biomasse, der kan opnås.

Frem til 2012 skulle den del af kraftvarmeverkernes afgiftsfordel, der kunne henføres til varmesiden (dvs. størstedelen af afgiftsfordelen), tilfalde fjernvarmekunderne, og der var derfor ikke noget incitament for kraftvarmeverkerne i at omlægge fra kul til biomasse. Med energiaftalen fra 2012 fik de centrale kraftværker mulighed for at dele denne afgiftsfordel, så en del af den kunne tilfalde elsiden. Denne regelændring fik stor betydning for de centrale kraftværkers omlægning til biomasse, idet regelændringen medførte, at det blev fordelagtigt for værkerne at anvende biomasse frem for kul. Efterfølgende er forbruget af fast biomasse til el- og varmeproduktion er steget fra ca. 58 PJ i 2012 til forventet ca. 105 PJ i 2020<sup>73</sup>.

Tilskuds- og afgiftsniveauerne på energiområdet er også afgørende for hvilke kollektive produktionsanlæg, der bliver godkendt til etablering, jf. afsnit 6.3 om den nuværende regulering. Det skyldes, at driftsomkostningerne har stor indflydelse på, hvilken type anlæg der er selskabsøkonomisk mest fordelagtig og derfor meningsfulde for varmeforsyningsvirksomhederne at investere i.

<sup>73</sup> Kilde: Basisfremskrivning 2019.

Afgiftsfordelen for biomasse har bidraget til, at kollektiv varmeproduktion baseret på biomasse har været og er markant billigere end varme produceret på fossile brændsler. Biomassen har hidtil også givet en billigere varme sammenlignet med de eldrevne varmepumper.

Indtil 2017<sup>74</sup> har elforbrug til varmeproduktion været belagt med en relativt høj energiafgift, den såkaldte rumvarmeafgift på ca. 40,5 øre/kWh, hvilket er omtrent det dobbelte af energiafgiften på fossile brændsler (23,8 øre/kWh). Hertil kom betalingen af PSO-tariffen, som dengang lå omkring 20-25 øre/kWh. Denne høje belastning med afgifter og tariffer på el til varmeproduktion har betydet, at eldrevne varmepumper indtil for få år siden kun i særlige tilfælde var et attraktivt alternativ til fossile brændsler til kollektiv varmeproduktion, og aldrig attraktiv i forhold til biomassebaseret kollektiv varmeproduktion. Ophævelsen af PSO-tariffen<sup>75</sup> og den efterfølgende lempelse af elvarmeafgiften til 15,5 øre/kWh som følge af energiaftalen fra 2018 har betydet, at eldrevne varmepumper nu er den billigste form for kollektiv varmeproduktion i de fleste tilfælde.

For individuel varmforsyning betyder nedsættelsen af elvarmeafgiften, at eldrevne varmepumper i mange tilfælde bliver den billigste løsning. Billedet er dog komplekst. For små husstande kan naturgasfyr i nogle tilfælde stadig være den billigste løsning, og brændeovne kan være billigst for forbrugere, der har adgang til billigt brænde.

---

<sup>74</sup> Jf. Aftale om erhvervs- og iværksætterinitiativer 2017

<sup>75</sup> Jf. Aftale om afskaffelse af PSO-afgiften 2016

## 7. Effekter af nuværende regulering

Dette kapitel beskriver, hvad den nuværende regulering på varmeområdet betyder for varmeproduktionsanlæg, der er etableret i de danske fjernvarmenet, og hvilke anlæg der kan etableres fremadrettet. Der er særligt fokus på, hvad der historisk set har ledt til den store udbredelse af biomasse i dag, og på hvad reguleringen forventes at betyde for den fremtidige udnyttelse af biomasse til varmeproduktion. Herefter beskrives områdeafgrænsningen mellem fjernvarme- og naturgasforsynede områder samt forholdene for udvidelse af fjernvarmeområder ind i naturgasområder. Endelig beskrives reguleringen af individuel opvarmning, med fokus på mulighederne for at anvende biomasse.

### 7.1 Fjernvarmeområder

Fjernvarmesektoren er reguleret i varmforsyningsloven og tilhørende bekendtgørelser heriblandt projektbekendtgørelsen. Varmeforsyningsloven varetager i store træk to overordnede hensyn: Det første er hensynet til samfundsøkonomi, herunder miljøvenlig og energieffektiv anvendelse af el og brændsler, og det andet er hensynet til forbrugerbeskyttelse.

Projektbekendtgørelsen regulerer det kommunale godkendelsessystem, der gælder for etablering og ombygning af anlæg til produktion og transport af fjernvarme mv. Projektbekendtgørelsens regler referer til varmforsyningslovens hensyn om samfundsøkonomi og miljø samt selskabs- og brugerøkonomi, og regulerer hvilke projekter for nye kollektive varmforsyningsanlæg, kommunerne kan godkende. Dermed bestemmer bekendtgørelsens regler, hvilke anlæg der kan etableres, og hvilke brændsler disse anlæg må være indrettet til at anvende.

#### **Boks 1: Varmeplanlægning historisk set**

Den første lov om varmforsyning blev vedtaget i 1979 med det formål at frigøre Danmark fra den store afhængighed af olieimport og øge forsyningssikkerheden ved blandt andet at udnytte indenlandske brændsler. Hovedopgaverne var etablering af det store landsdækkende naturgasnet, etablering af fjernvarmeanlæg og fjernvarmenet i en lang række af landets kommuner og øget udnyttelse af spildvarme fra de centrale elværker.

Denne planlægningsopgave blev løst med deltagelse af både stat, amter og kommuner og blev gennemført i 1980'erne med de kommunale varmeplaner. Dette førte til en opdeling i områder med fjernvarmforsyning, områder med naturgasforsyning og områder uden kollektiv forsyning. Endvidere opstod en opdeling af fjernvarmeområder i områder med naturgas og områder med biomasse – samt de centrale områder, hvor der blev fyret med kul. Størstedelen af fjernvarmeområderne blev baseret på naturgas.

I 1986 blev Kraftvarmeaftalen indgået mellem regeringen og elværkerne, som blev forpligtede til at etablere elkapacitet på i alt 450 MW på decentrale kraftvarmeværker baseret på indenlandske brændsler.

I 1990 indgik den daværende regering og Socialdemokratiet en aftale om yderligere at omlægge det danske energisystem i en miljøvenlig retning. Dette skulle nås ved at øge tilslutningen til den kollektive forsyning, omstille til renere brændsler og omstille fjernvarmeproduktionen til samproduktion af el og varme, hvor det var samfundsøkonomisk gunstigt. I forlængelse heraf blev den anden varmforsyningslov vedtaget i 1990, som også gennemførte en decentralisering af beslutningskompetencen bl.a. ved projektbekendtgørelsen fra 1991.

Således opstod en opdeling af decentrale fjernvarmeområder i områder med naturgas og områder med biomasse. Fordelingen af det biomasseforbrug, vi ser i de decentrale områder i dag, er derfor i hovedtræk kommet som følge af central planlægning. I 2019 blev alle områder under 500 TJ omfattet af en ny type regulering jf. nedenfor. Dermed er der kun 23 store områder tilbage, hvoraf kun tre er biomassebaserede.

De naturgasbaserede fjernvarmeområder med dertil hørende naturgasforbrug har indtil nu været bevaret gennem projektbekendtgørelsens brændselsbinding fra 2004, som i praksis har fungeret som et biomasseforbud (se boks 4). Brændselsbindingen har betydet, at der kun i ringe grad har kunnet etableres biomassebaserede anlæg i naturgasområder. Eldrevne varmepumper, solvarme og overskudsvarme har ikke været omfattet af denne beskyttelse, men da varmepumper tidligere ikke har været rentable pga. høje afgifter, er der først inden for de seneste par år kommet gang i udbygningen af varmepumper.

På de centrale kraftvarmeværker er der sket en markant omstilling fra fossile brændsler til biomasse over de seneste ca. 10 år. Dette er i høj grad et resultat af incitamenter, der blev indført med energiaftalen fra 2012.

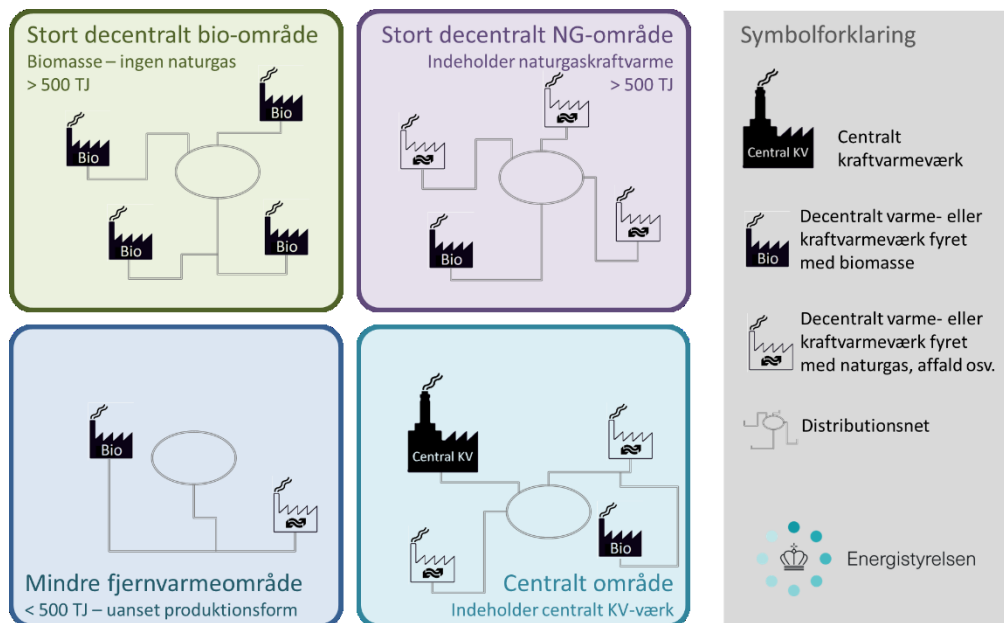
Varmeforsyningsloven indeholder også prisbestemmelser, der medfører, at varmepriser ikke må være urimelige, og kun må dække virksomhedernes nødvendige omkostninger til produktion og transport af varme samt en forrentning af indskudskapital<sup>76</sup>. Som nævnt i forrige kapitel kan ejere af biomasseproduktionsanlæg yderligere indregne et overskud i deres varmepris. Overskuddet er alene overordnet reguleret af varmforsyningslovens bestemmelser om, at varmeprisen ikke må fastsættes urimeligt. I praksis håndhæves dette i Forsyningstilsynet ved klagesager og lign. via det såkaldte substitutionsprisprincip<sup>77</sup>. Derudover kan ejere af centrale kraftvarmeanlæg, der er konverteret fra kul til biomasse, indregne, i tillæg til anlæggets nødvendige omkostninger, en andel af biomassens afgiftsfordel, som varmekøber og producent har forhandlet sig til. Afgiftsfordelen er ikke underlagt rimelighedsbestemmelsen i varmforsyningsloven, og er dermed heller ikke underlagt Forsyningstilsynets praksis om substitutionsprisen. Afgiftsfordelen er beskrevet mere detaljeret i forrige kapitel.

### 7.1.1 Områdetyper

I projektbekendtgørelsen sondres mellem forskellige typer af fjernvarmeområder, og der gælder forskellige regler alt efter, hvilken type område et anlæg skal etableres i. Der skelnes mellem fire typer fjernvarmeområder, jf. Figur 21.

<sup>76</sup> Forsyningstilsynet skal godkende forrentningen af indskudskapital.

<sup>77</sup> Substitutionsprisen er den reelle faktiske alternative pris, som aftager kan få hos en anden leverandør eller selv producere varmen til.



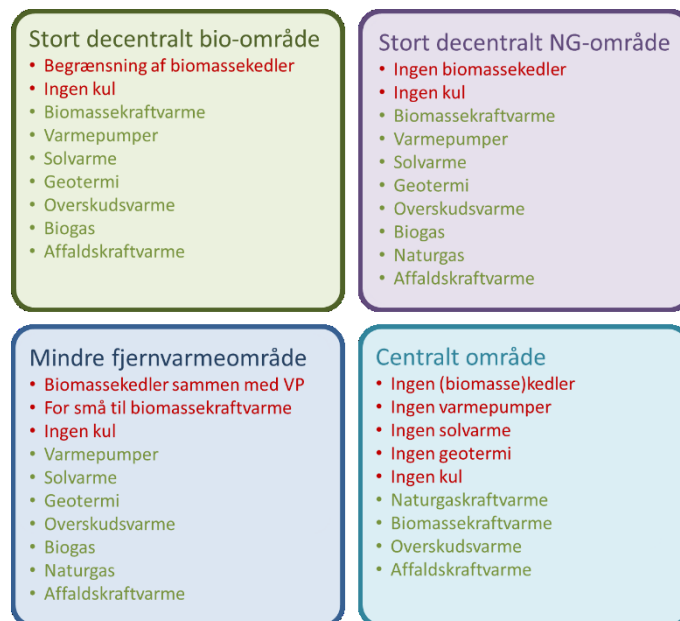
Figur 21 Områdetyper i fjernvarmereguleringen i 2019. "Mindre fjernvarmeområder" var indtil 1. januar 2019 opdelt som de store decentrale områder på hhv. biomasse- og naturgasbaserede områder.

Tabel 8 Oversigt overområdetyper, varmegrundlag og forbrugere

Områdetype	Antal områder	Varmegrundlag, PJ/år	Antal forbrugere, std.-husstande
<i>Fjernvarmeområder</i>			
Mindre områder, < 500 TJ	385	[30,1]	360.000
Store naturgasbaserede områder, > 500 TJ	[20]	[18,1]	[222.000]
Store biomassebaserede områder, > 500 TJ	[3]	[2,2]	[28.000]
Centrale områder	13	83,8	1.029.000
<b>I alt</b>	<b>421</b>	<b>Ca. 134</b>	<b>Ca. 1,6 mio.</b>

## 7.2 Muligheder for etablering af ny kapacitet i fjernvarmeområder

Mulighederne for etablering af nye produktionsanlæg varierer fra område til område af reguleringsmæssige og praktiske årsager. Dette er opsummeret i Figur 22, og gennemgås område for område nedenfor.



Figur 22. Valgmuligheder ved etablering af nye produktionsanlæg fordelt på områdetyper i fjernvarmereguleringen i 2019

Etablering, ændring eller nedlæggelse af produktionsanlæg er i alle typer af fjernvarmeområder underlagt samfundsøkonomikravet, jf. varmforsyningslovens projektbekendtgørelse. Etablering, ændring eller nedlæggelse af anlæg med el-effekt over 25 MW er ikke omfattet af varmforsyningsloven og godkendes i henhold til kraftværksbekendtgørelsen.

### **Boks 2: Samfundsøkonomikravet**

Et af de centrale hensyn i varmforsyningsloven er hensynet til samfundsøkonomien. Det kommunale godkendelsessystem er derfor baseret på kravet om positiv samfundsøkonomi. Kravet medfører, at alle projektforslag om nye anlæg skal gennemgå en samfundsøkonomisk vurdering baseret på en cost-benefit analyse udført efter Finansministeriets og Energi-styrelsens vejledninger og baseret på beregningsforudsætninger, der udstedes årligt af Energistyrelsen. Baseret på beregningerne, må kun det projekt, der er samfundsøkonomisk mest fordelagtigt blandt en række relevante alternativer godkendes. Samfundsøkonomikravet gælder også, når der skal udlægges nye områder til kollektiv forsyning (fjernvarme eller naturgas) og hvis et fjernvarmenet planlægges udvidet ind i et naturgasforsynet område.

Samfundsøkonomikravet betyder generelt set (og med de nuværende beregningsforudsætninger), at eldrevne varmepumper typisk falder bedre ud end biomassekedler, og at begge dele falder bedre ud end fossile brændsler. Kravet forhindrer derfor etablering af biomassekedler i nogle tilfælde, dog vurderes reinvesteringer<sup>78</sup> i eksisterende biomassebaserede anlæg også muligt under samfundsøkonomikravet.

#### **7.2.1 Mindre fjernvarmeområder < 500 TJ**

De mindre fjernvarmeområder består af en blanding af biomassebaserede områder og naturgasbaserede områder, hvoraf de sidstnævnte var omfattet af et biomasseforbud frem til 2019 i form af brændselsbindingen til naturgas. Som følge af energiaftalen fra 2018 blev biomasseforbuddet i de mindre områder ophævet for at stille værkerne mere frit. Samtidig blev der etableret et biomassegodkendelsessystem, der stiller krav til størrelsen af de forventede besparelser for varmekunderne ved etablering af biomassekedler, det såkaldte brugerøkonomikrav.

### **Boks 3: Brugerøkonomikravet vedr. biomassekedler i mindre fjernvarmeområder**

I de mindre fjernvarmeområder er der som følge af energiaftalen fra 2018 etableret et særligt krav til godkendelse af biomasseprojekter baseret på projekternes brugerøkonomiske konsekvenser.

Efter de nye regler må der kun etableres biomassekedler, såfremt de giver en årlig besparelse for kunderne på 1.500 kr. pr. standardhusstand i forhold til det samfundsøkonomisk bedste alternativ. Kravet betyder i praksis, at hvis det er praktisk muligt at etablere en varmepumpe, må der ikke etableres en biomassekedel. Evt. bortset fra i helt særlige tilfælde med meget billige lokale biomasseressourcer.

Der er en undtagelse fra kravet, som tillader etablering af biomassekedler i kombination med nye eller eksisterende varmepumpeanlæg, så længe varmepumpen er større end biomassekedlen. Dette betyder, at det er tilladt at etablere biomassekedler til spidslastproduktion som supplement til varmepumper.

Brugerøkonomikravet og undtagelsen udløber med udgangen af 2021, hvorefter det vurderes, at samfundsøkonomikravet vil udgøre et stop for udbygningen med biomasse i mange

<sup>78</sup> Reinvesteringer kan i denne sammenhæng både være i form af reparation af eksisterende biomasseanlæg, eller besparelser ved etablering af nyt biomasseanlæg, i tilfælde hvor øvrige installationer på værket som f.eks. skorsten og lager fortsat kan anvendes.



tilfælde, hvor en varmepumpe er en praktisk mulighed. Undtagelser herfor kan være meget store anlæg eller steder, hvor eksisterende biomasseanlæg kan levetidsforlænges.

Sammen med samfundsøkonomikravet betyder brugerøkonomikravet, at der i de mindre områder – også dem der i dag er baseret på biomasse – kun må etableres nye biomassekedler, hvis de etableres sammen med eldrevne varmepumper (som kan levere hovedparten af varmen) eller i særlige tilfælde, hvor varmepumper ikke er praktisk mulige.

I praksis er de mindre områder (uanset nuværende brændsel) altså underlagt et forbud mod biomasse til grundlastproduktion, mens det tillades, at forskellige typer af varmepumper kan suppleres med biomasse til spids- og reservelast.

Det vurderes dog, at reinvesteringer i eksisterende biomassebaserede anlæg kan være mulige i nogle tilfælde, når brugerøkonomikravet ophører i 2021, jf. boks 3 – også under samfundsøkonomikravet.

### 7.2.2 Store decentrale områder

De store decentrale områder er stadig reguleret forskelligt, afhængig af om de i dag er baseret på naturgas eller biomasse.

De få større biomassebaserede områder, der er i Danmark, har i dag tilnærmelsesvis frit valg, bortset fra at samfundsøkonomikravet trækker i retning af etablering af varmepumper. Det vurderes dog, at reinvesteringer i eksisterende biomassebaserede anlæg er muligt også under samfundsøkonomikravet.

I de naturgasbaserede områder gælder brændselsbindingen til naturgas, som i praksis er et forbud mod biomassekedler. I disse områder, kan der altså etableres varmepumper, geotermianlæg, solvarme osv., men ikke biomassekedler.

#### **Boks 4: Brændselsbindingen til naturgas (biomasseforbuddet)**

I de store decentrale områder (over 500 TJ) gælder brændselsbindingen, såfremt området indeholder eller tidligere har indeholdt et naturgasbaseret kraftvarmeanlæg.

Brændselsbindingen foreskriver, at brændselsbaserede anlæg i naturgasområderne kun må anvende olie, gas og biogas. Bindingen har ingen indflydelse på etableringen af hverken eldrevne eller solvarmeanlæg, da disse anlæg ikke anvender brændsler.

I praksis er brændselsbindingens eneste funktion at forbyde etablering af biomassekedler (ren varmeproduktion baseret på biomasse).

### 7.2.3 Centrale områder

De centrale fjernvarmeområder omfatter de største fjernvarmeområder i Danmark omkring de store byer.

I disse områder gælder det centrale kraftvarmekrav, hvilket betyder, at bortset fra udnyttelse af overskudsvarme (se boks 5), er disse områder bundet til at etablere kraftvarmeanlæg, når de nuværende kraftvarmeanlæg skal erstattes. Dette forhindrer etableringen af varmepumper, biomassekedler, geotermianlæg osv.

#### **Boks 5: Det centrale kraftvarmekrav**

Kraftvarmekravet i centrale områder medfører, at alle varmeproduktionsanlæg på nær spids- og reservelastanlæg skal indrettes som kraftvarmeanlæg.

Det betyder, at der ikke kan etableres anlæg til ren varmeproduktion såsom naturgaskedler, biomassekedler, varmepumper, geotermianlæg, solvarme eller lignende i centrale områder. Den eneste undtagelse er direkte udnyttelse af overskudsvarme samt demonstrations- og udviklingsprojekter. Energistyrelsen har herudover en vis praksis for at dispensere fra kravet i forbindelse med udnyttelse af overskudsvarme via varmepumper, som ellers ikke er tilladt i de centrale områder.

Som resultat af den betydelige konvertering af de centrale kraftværker fra kul til biomasse over de seneste år, er der i dag kun tre fuldt ud kulfyrede kraftvarmeblokke tilbage i Danmark. Anlæggene ligger i Esbjerg, Odense og Aalborg. Disse tre blokke forventes udfaset frem mod 2030, og Ørsted, som ejer Esbjergværket, har fået tilladelse efter elforsyningsloven til at tage det ud af drift i starten af 2023.

Grundet de lave elpriser forventes det ikke at være selskabsøkonomisk fornuftigt at etablere nye kraftvarmeværker, hvilket ellers er det eneste tilladte i de centrale områder. Derfor har Energistyrelsen vurderet, at dispensationer fra kraftvarmekravet kan komme på tale (se boks 6). Den udviklede dispensationspraksis forventes at medføre, at der kun kan etableres den nye kapacitet, der er nødvendig for at erstatte kulblokkene, og at det skal prioriteres at etablere så meget af kapaciteten som varmepumper, geotermi, overskudsvarme mv., før der kan tillades etablering af biomassekedler. Samfundsøkonomikravet forventes at understøtte denne prioritering – også i tilfælde af en ophævelse af kraftvarmekravet – men der er ikke en reguleringsmæssig mekanisme, der konkret prioriterer anlæg i forhold til, hvilket brændsel de er baseret på. Det vurderes dog, at reinvesteringer i eksisterende biomassebaserede anlæg er muligt også under samfundsøkonomikravet. Hertil kommer, at der er indikationer på, at biomassekedler i meget stor skala måske kan falde bedre ud i samfundsøkonomiske beregninger end nogle varmepumpeprojekter, jf. kapitel 7, samt at lokale forhold også i nogle tilfælde kan medføre, at biomassekedler kan opfylde samfundsøkonomikravet.

#### **Boks 6. Kraftvarme i fremtiden**

Hovedparten af det danske biomasseforbrug til fjernvarmeproduktion sker i kraftvarmeanlæg i de centrale fjernvarmeområder, jf. kapitel 1. Årsagen til dette er, at varmforsyningslovens kraftvarmekrav har betydet, at fjernvarmeproducerende anlæg i de centrale områder har skulle indrettes til samproduktion af el og varme.

I kraft af lave elpriser kan kraftvarmeværkerne ikke længere opnå samme forrentning af værkernes elkapacitet ved handel på spotmarkedet. Denne situation afspejles blandt andet i de decentrale naturgasværkers begrænsede antal driftstimer med elproduktion, gaskraftvarmeværkernes udfordrede økonomi, samt det forhold at de nyeste kraftvarmeværker etableres med meget lille elkapacitet og meget stor varmekapacitet.

Ud over de lave elpriser og begrænsede muligheder for indtjening på kapacitetsmarkeder mv. bidrager ophøret af tilskuddet til biomassebaseret elproduktion (15-øren) til at forværre økonomien for investeringer i ny kraftvarmekapacitet.

Endelig forventes den kommende standardiserede omkostningsfordeling, der indføres som en del af den kommende økonomiske regulering af varmesektoren, at underminere businesscasen i fremtidige investeringer i kraftvarmeanlæg, og evt. for visse eksisterende anlæg, afhængig af hvordan reglerne indføres.

Det vurderes derfor, at der ikke vil være hverken en selskabsøkonomisk businesscase eller en samfundsøkonomisk gevinst ved at etablere yderligere kraftvarmekapacitet frem mod 2030. Derfor er der af hensyn til opretholdelsen af varmforsynings sikkerheden behov for, at der tillades etablering af rene varmeproducerende anlæg så som varmepumper, geotermianlæg og biomassekedler i de centrale områder.

#### **Boks 7: Dispensation for kraftvarmekravet ved udfasning af kul.**

Energistyrelsen vurderede i 2018, at det er muligt at dispensere fra kraftvarmekravet, såfremt det er nødvendiggjort af udfasningen af kul, er i overensstemmelse med samfundsøkonomikravet og ikke belaster elforsynings sikkerheden.

Samlet set betyder denne tilgang, at der i de tilbageværende kulområder formentlig vil kunne etableres varmeproducerende anlæg som varmepumper, geotermianlæg og biomassekedler til erstatning for den produktion, der forsvinder med kulblokkene.

Da samfundsøkonomikravet typisk forbyder etablering af biomasseanlæg, så længe varmepumper er et relevant alternativ, vil dispensationsløsningen kræve, at det selskabsøkonomiske potentiale for varmepumper mv. udnyttes, inden det resterende behov kan dækkes med biomasse.

### **7.3 Naturgasområder**

Naturgas til opvarmning er en kollektiv forsyningsform på linje med fjernvarme, og dele af naturgasforsyningen reguleres også i varmforsyningsloven med mange lighedspunkter med fjernvarmereguleringen. Ligesom for fjernvarme kan naturgasnet kun udvides på baggrund af kommunalt godkendte projektforslag om forsyning af områder med naturgas.

Når et område først er udlagt til fjernvarmeforsyning, kan der ikke efterfølgende etableres naturgasforsyning i samme område. Dette kaldes områdeafgrænsningen. Naturgasnettet kan dog i visse tilfælde

udvides med nye tilkoblinger, så længe disse ikke i forvejen er udlagt til fjernvarmeforsyning. Derimod kan fjernvarmenet godt udvides ind i naturgasforsynede områder. Dette sker på baggrund af et projektforslag, som kommunen skal godkende, inkl. samfundsøkonomiske beregninger, som skal vise, at fjernvarmeforsyning er samfundsøkonomisk mere fordelagtigt end både fortsat naturgasforsyning og overgang til individuel opvarmning.

Såfremt et område ønskes konverteret fra naturgasforsyning til fjernvarme, skal kommunalbestyrelsen fastsætte en kompensation, som varmeforsyningsvirksomheden skal betale til gasdistributionsvirksomheden. Kompensationen er beregnet til at dække det manglende bidrag til afskrivning af investeringer i gasnettet, som den sænkede gasleverance medfører. Ordningen med kompensationsbetalinger ophører med udgangen af 2020.

#### **7.4 Individuel opvarmning**

Ifølge bygningsreglementet må der ikke installeres oliefyr i nye huse. Der er ikke umiddelbart nogen begrænsninger i installation af gasfyr, men det kan være svært at overholde energirammen på et nyt hus med gasfyr. Det er dog en vurdering af bygningens samlede energiforbrug. Alternativerne til de fossile teknologier er typisk eldrevne varmepumper, træpillefyr, brændeovne, og fjernvarme. Fjernvarme er kun en mulighed, såfremt der er et fjernvarmenet i forbrugerens område, eller et nærtliggende net udvides.

Der er ikke nogen direkte juridiske begrænsninger på etableringen af de ovenfor nævnte teknologier. Forskellige typer af regulering vedr. miljø, støj, udseende osv. kan dog have indflydelse på etableringen af teknologierne. F.eks. vurderes bygningsreglementet at favorisere anvendelsen af varmepumper og solvarme på matriklen frem for fjernvarme ved nybyggerier, fordi disse teknologier er mere energieffektive end fjernvarme.

Anvendelsen af brændeovne og øvrige fyringsanlæg med en fyringskapacitet op til 1 MW er samtidig reguleret af brændeovnsbekendtgørelsen og loven om miljøbeskyttelse. Ingen af de to love indeholder muligheder for direkte forbud mod mindre fyringsanlæg, men sigter i stedet mod at minimere forureningen fra disse, via bl.a. øvre grænser for den tilladte emission af partikler, forbud mod anvendelse af visse typer brændsler og specifikke krav til et anlægs skorsten. Brændeovnsbekendtgørelsen giver desuden kommunerne mulighed for at begrænse anvendelsen af brændeovne efter en konkret vurdering.

Undtagelsen til ovenstående er, at forbrugerne i kollektivt forsynede områder (naturgas eller fjernvarme) kan være bundet til det kollektive net, og derfor ofte ikke vil kunne skifte til andre teknologier. Dette gælder særligt for store forbrugere – de såkaldte blokvarmecentraler – så som skoler og store boligforeninger, som er bundet til at aftage fjernvarme eller naturgas, såfremt de ligger i et kollektivt forsyningsområde. Denne aftagepligt medfører, at disse aktører ikke frit kan etablere eller supplere med varmepumper eller træpillefyr til at dække deres varmebehov eller solvarme til supplement.

## 8. Alternativer til biomassebaseret varmeproduktion

Dette kapitel beskriver, hvilke alternativer der er til at anvende biomasse til varmeproduktion. I tillæg til den nuværende regulering afhænger de tekniske muligheder for at erstatte dels fossile brændsler og dels biomasse også af, om der f.eks. er tale om små eller store fjernvarmeområder, jf. Figur 20 i kapitel 6, eller naturgas- samt individuelt opvarmede områder. Der er særligt fokus på de centrale områder, hvor den store skala giver teknologiske og ressourcemæssige udfordringer.

### 8.1 Mindre fjernvarmeområder

I de mindre fjernvarmeområder er der en betydelig udbygning med eldrevne varmepumper i gang, som hovedsageligt etableres for at erstatte naturgas på de decentrale naturgasfyrede værker (grundbeløbsværkerne). Omstillingen er hovedsageligt drevet af behovet for at sænke priserne i forbindelse med grundbeløbets ophør, af forskellige tilskudsordninger, samt af at der til og med 2018 var et biomasseforbud i de naturgasbaserede områder.

Som beskrevet i kapitel 6 betyder reguleringen fra 1. januar 2019, at der i alle de mindre fjernvarmeområder kun kan etableres biomassekedler, såfremt de etableres som supplement til eldrevne varmepumper, der kører som grundlast.

I de mindre fjernvarmeområder er det teknisk/økonomisk muligt at levere ca. 80-85 pct. af varmen med eldrevne varmepumper, som ofte vil være baseret på luft som varmekilde eller alternativt grundvand, spildevand eller overskudsvarme.

De resterende 15-20 pct. udgør spidslasten og det er prohibitivt dyrt at dække denne med varmepumper med dagens teknologi. De fleste steder vil den fortsat blive dækket med naturgas, olie eller biomasse. Hvorvidt det vil kunne dækkes af biogas i fremtiden afhænger af, om der er biogas nok i gas-systemet, som ikke skal anvendes til andre formål.

Bortset fra behovet for spidslastproduktion, vurderes de mindre decentrale områder i vid udstrækning at kunne dække varmebehovet uden brug af biomasse.

## 8.2 Store decentrale områder

De store decentrale områder minder på mange måder om de mindre decentrale områder, idet samfundsøkonomikravet (og for de naturgasbaserede områder også brændselsbindingen) begrænser etableringen af nye biomassefyrede anlæg.

Der er som i de mindre områder relativt gode muligheder for at etablere varmepumper til at levere hovedparten af den årlige produktion (ca. 85 pct.). De fleste store decentrale områder indeholder dog affaldsforbrændinger, som typisk leverer al varmen i de måneder, hvor varmepumper, der anvender omgivelsesvarme, er mest effektive. Der kan også være udfordringer med, hvorvidt der er varmekilder tilgængelige, der kan levere tilstrækkelig med varme til varmepumper, der etableres i de største af disse områder. Dette behandles yderligere under afsnittet om de centrale områder.

Til spidslast kan værkerne i de store decentrale områder enten anvende gas (naturgas skiftende til biogas) eller biomasse.

## 8.3 Centrale områder

De centrale områder har, som nævnt i kapitel 6, ikke lov til at etablere rene varmeproducerende anlæg såsom varmepumper eller biomassekedler. Givet den forringede business case ved kraftvarmeinvesteringer i den nære fremtid (jf. boks 6), forudsættes det derfor, at der kan tillades etablering af alternative produktionsanlæg til ren varmeproduktion.

De centrale områder er karakteriseret ved meget store varmebehov og stor varmetæthed (varmebehovet er fordelt over et relativt lille område), samt at priserne på grunde er relativt høje sammenlignet med mindre byområder.

Det betyder, at hvor en varmepumpe på et lille decentralt fjernvarmeværk kan være så lille som 0,5 MW, er der behov for flere hundrede MW for at erstatte bare en enkelt af de centrale kraftvarmeblokke. Denne skalaforskel udgør en betydelig udfordring for varmepumper af flere årsager:

- Begrænset adgang til varmekilder i stor skala (geotermi, havvand, spildevand, luft, overskudsvarme)
- Manglende eksempler på varmepumper i stor skala i Danmark

### 8.3.1 Adgang til varmekilder

Varmepumper kræver adgang til en varmekilde, som i de decentrale områder typisk vil være varme fra luften. Det kan være vanskeligt at bygge meget store varmepumper med luft som varmekilde især til dækning af væsentlige andele af varmebehovet i centrale områder og muligvis også store decentrale områder. Det skyldes, at arealkravet ved luftkølere samt støjen fra dem vurderes at kunne gøre varmepumper uforholdsmæssigt dyre i denne type områder. Alternativerne til luft som varmekilde er umiddelbart spildevand, overskudsvarme, havvand, evt. grundvand og geotermi.

Spildevand, grundvand og overskudsvarme vurderes som udgangspunkt ikke at være tilstede i de centrale områder i mængder, der kan dække varmebehovet alene. Geotermianlæg er præget af manglende succesfuld demonstration i en dansk kontekst og dermed stadig store risici ved etablering og drift. Havvandsvarmepumper er relativt uopprøvet teknologi, og er afhængig af meget lokale forhold som havvandstemperaturer, havdybder, havstrømninger, saltindhold osv. Der eksisterer to mindre demonstrationsanlæg i Danmark, men det er ikke klart, i hvilken udstrækning havvandsvarmepumper kan bidrage til at dække væsentlige andele af varmebehovet i centrale områder og store decentrale områder.

### 8.3.2 Manglende eksempler på varmepumper i stor skala i Danmark

Der er endnu ikke bygget varmepumper i stor skala i Danmark, og de kendte store havvandsvarmepumper i vores nabolande er baseret på kølemidler, som ikke er tilladt i Danmark<sup>79</sup>.

På nuværende tidspunkt kan ammoniak anvendes som kølemiddel til varmepumper i stor skala. I Danmark er det dog ikke tilladt at anvende syntetiske kølemidler, der kan forårsage høj drivhusgasudledning ved udslip. Sådanne kølemidler er tilladt i andre lande, men dog under udfasning i hele EU. Begrænsningen på denne type kølemidler betyder også, at en bestemt type højeffektive varmepumper ikke kan anvendes i Danmark. En ny gruppe syntetiske kølemidler (HFO'er) med lav miljøbelastning er under udvikling, og disse er derfor ikke underlagt begrænsninger. Kølemidlerne kan anvendes i højeffektive anlæg, men er umiddelbart kun set anvendt i anlæg under 1 MW og er på nuværende tidspunkt dyre og produceres kun i begrænsede mængder.

I de største decentrale områder og særligt i de centrale områder er det tvivlsomt, om teknologier som varmepumper, overskudsvarme og geotermianlæg vil kunne dække hele varmebehovet – selv i årene frem mod 2030. På kort sigt vurderes dette næppe muligt. Både i Odense og i Esbjerg tør der ikke sættes entydigt på varmepumper, da teknologien i den skala er mere moden for biomasseanlæg, og fordi der ikke vurderes at være geotermiressourcer til stede i de to områder. Derfor arbejdes der med en model, hvor der planlægges med at etablere naturgasbaseret varmeproduktion i en overgangsperiode. Begge områder forventer dog også fortsat at have et vist biomasseforbrug til at dække dele af varmebehovet.

---

<sup>79</sup> Det er tilladt at bruge op til 50 kg. HFC som kølemiddel i visse varmepumper.

## 8.4 Individuel opvarmning

I det følgende beskrives en række biobaserede individuelle opvarmningsteknologier samt ikke-fossile alternativer til disse teknologier. For en del af teknologierne er der opstillet samfunds- og brugerøkonomiske omkostninger.

### 8.4.1 Overblik

Tabel 9 viser de opvarmningsformer, der anvendes til opvarmning af enfamiliehuse i Danmark. Opvarmningsformer med meget ringe udbredelse, f.eks. petroleumsovne og flisfyr er dog udeladt. For hver af de oplyste opvarmningsformer er angivet, om opvarmningsformen typisk dækker hele varmebehovet eller er et supplement.

Opvarmningsform	Dækker hele varmebehovet	Supplerende varmekilde
<b>Fossilt brændsel</b>		
Oliefyr	x	
Naturgasfyr	x	
<b>VE-brændsel</b>		
Brændeovn og pejseindsats	x	X
Pejs		X
Træpillefyr	x	
Halmfyr	x	
<b>Brændselsfrit<sup>1</sup></b>		
Fjernvarme	x	
Varmepumpe	x	
Elvarme	x	X
Solvarme		X

Tabel 9 Oversigt over opvarmningsformer

<sup>1</sup> Forstået som brændselsfrit hos forbrugeren, dvs. inkl. opvarmningsformer, der anvender el og fjernvarme.

### 8.4.2 Gennemgang af opvarmningsteknologier

Naturgasfyr har i dag en stor udbredelse og oliefyr har en vis udbredelse. Begge teknologier kræver et vandbaseret opvarmningssystem. Der er forbud mod at installere oliefyr i nybyggeri, og både olie og naturgas er belagt med høje energi- og CO<sub>2</sub>-afgifter.

Forbruget af brænde i enfamiliehuse er meget stort, og der er installeret mange brændeovne. I de fleste tilfælde anvendes brændeovne som supplerende opvarmning, men i huse uden vandbåret opvarmningssystem kan brændeovne dække hele opvarmningsbehovet eller udgøre den primære opvarmningsform, f.eks. i kombination med elvarme.

Der er ikke regnet økonomi på brændeovne, der dækker hele opvarmningsbehovet, da denne teknologi leverer varme i huse uden vandbåret opvarmningssystem, og derfor er vanskelig at sammenligne med de øvrige alternativer. Der er heller ikke regnet på brændeovne som supplerende varmekilde, da brændeovne i dette tilfælde oftest anvendes som "hyggevarme", der ikke vælges ud fra forbrugerøkonomiske hensyn.



Pejse leverer først og fremmest hyggevarme, og der er derfor ikke regnet økonomi på denne opvarmingsform.

Træpillefyr har i dag en næsten lige så stor udbredelse som naturgasfyr (målt på samlet energiforbrug; ikke på antal). Et træpillefyr leverer typisk varme til et vandbaseret opvarmningssystem. Der er regnet økonomi på træpillefyr.

Udbredelsen af halmfyr til individuel opvarmning er begrænset. Halmfyr bruges typisk på landejendomme, hvor der er let og formodentlig billig adgang til halm. Da udbredelsen er så begrænset, er der ikke regnet økonomi på denne opvarmingsform.

Fjernvarme er et oplagt alternativ til anvendelse af biomasse (og fossile brændsler) i områder, hvor der er adgang til fjernvarme. Økonomien ved denne opvarmingsform varierer meget fra fjernvarmeområde til fjernvarmeområde.

Varmepumper er også et oplagt alternativ til anvendelse af biomasse (og fossile brændsler). Der findes flere forskellige typer af varmepumper:

- En luft-til-luft-varmepumpe trækker varmen ud af luften udenfor og afgiver varmen i form af varm luft inde i huset. Denne type anvendes typisk i huse, der ikke har et vandbåret opvarmningssystem.
- En luft-til-vand-varmepumpe trækker varmen ud af luften udenfor og afgiver varmen i form af varmt vand inde i huset. Denne type kræver, at huset har et vandbåret opvarmningssystem.
- En jord-til-vand-varmepumpe, som også kaldes for et jordvarmeanlæg, optager varmen fra slanger, som er gravet ned i jorden, og afgiver varmen i form af varmt vand inde i huset. Denne type kræver, at huset har et vandbåret opvarmningssystem.

Varmepumper, der trækker varmen ud af luften, havde tidligere en meget dårlig virkningsgrad. Teknologien er imidlertid forbedret væsentligt i de senere år, og disse varmepumper er derfor i dag en effektiv teknologi til varmeproduktion. For huse, der har et vandbaseret opvarmningssystem, vil man typisk vælge en luft-til-vand-varmepumpe, og det er derfor valgt at regne økonomi på denne teknologi.

Direkte elvarme kan være relevant for lavenergihuse med et lille varmebehov og som supplerende varmekilde, f.eks. i kombination med brændeovn.

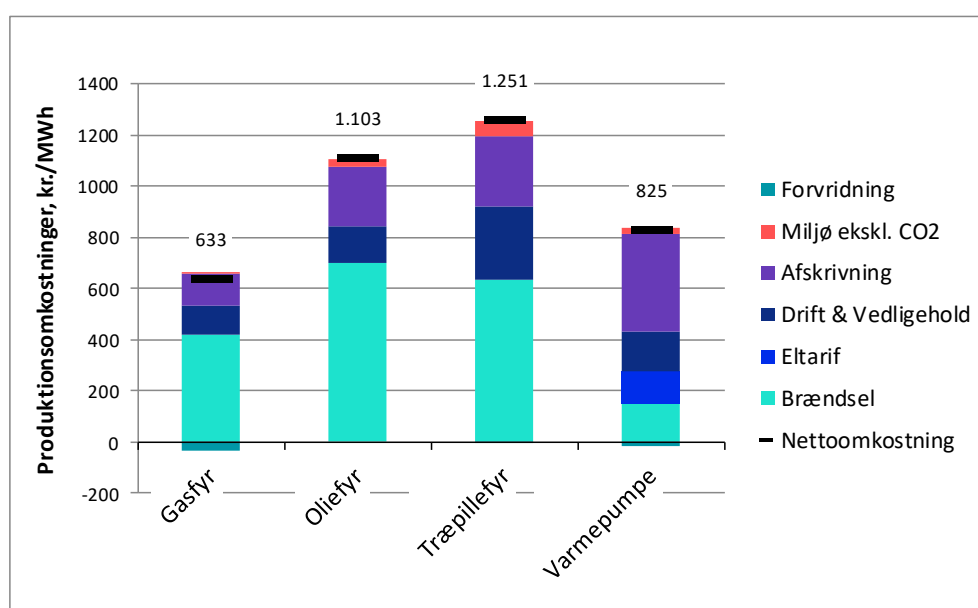
Solvarmeanlæg kan dække en del af behovet for varmt brugsvand i sommerhalvåret, men vil typisk kun kunne levere et begrænset bidrag til rumopvarmning, da solindfaldet i vinterhalvåret er alt for lille til at kunne dække opvarmningsbehovet. Der er derfor ikke regnet økonomi på denne teknologi.

### 8.4.3 Samfundsøkonomiske omkostninger

Figur 23 viser de samfundsøkonomiske omkostninger i kr. pr. MWh leveret varme ved produktion af varme på følgende teknologier: Træpillefyr og luft-til-vand-varmepumpe. Til sammenligning er vist de samfundsøkonomiske omkostninger ved de fossile alternativer oliefor og gasfor.

Som følge af, at det jf. afsnit 3.4 er vanskeligt at fastlægge den reelle udledning af CO<sub>2</sub> fra biomasse er det her valgt ikke at indregne CO<sub>2</sub>-udledning og omkostningen herved. Dette gælder for alle de viste teknologier.

Det ses af figuren, at varmepumpen samfundsøkonomisk set er betydeligt billigere end VE-alternativet træpillefor.

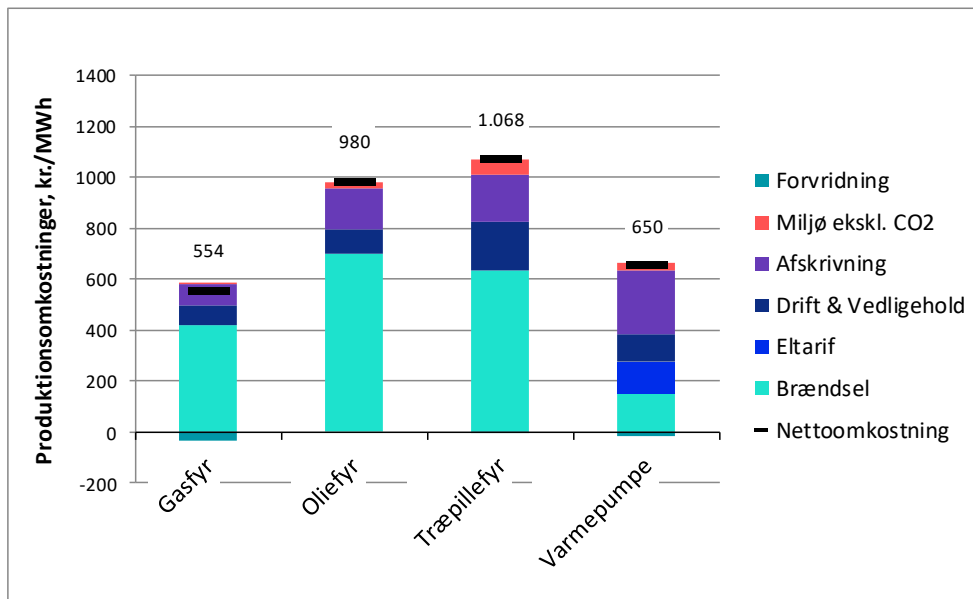


Figur 23 Samfundsøkonomiske omkostninger i kr. pr. MWh leveret varme ved teknologier til individuel varmeproduktion. Forudsat nettovarmebehov pr. enhed: 18,1 MWh/år (65 GJ/år).

Værdierne vist i Figur 23 er baseret på et standard-varmebehov for et enfamiliehus på 18,1 MWh/år (65 GJ/år). Huse, der har installeret træpillefor er imidlertid typisk større end gennemsnittet, og der er derfor lavet en alternativ beregning, hvor der er forudsat et varmebehov på 26,9 MWh/år (97 GJ/år)<sup>80</sup>. Resultaterne af denne beregning er vist i Figur 24.

Også ved det store varmebehov er varmepumpen betydeligt billigere end træpillefor.

<sup>80</sup> Baseret på data fra Energistatistik 2018.



Figur 24 Samfundsøkonomiske omkostninger i kr. pr. MWh leveret varme ved teknologier til individuel varmeproduktion. Forudsat nettovarmebehov pr. enhed: 26,9 MWh/år (97 GJ/år).

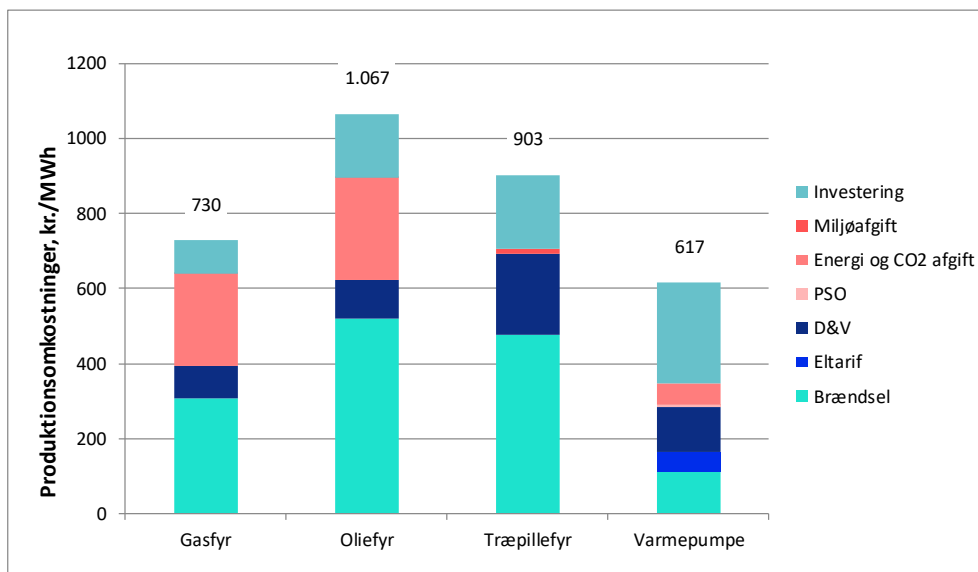
### Brugerøkonomiske omkostninger

Figur 25 og Figur 26 viser de brugerøkonomiske omkostninger i kr. pr. MWh leveret varme for de samme teknologier, dels for huse med et standardvarmebehov (Figur 25) og dels for huse med et større varmebehov (Figur 26).

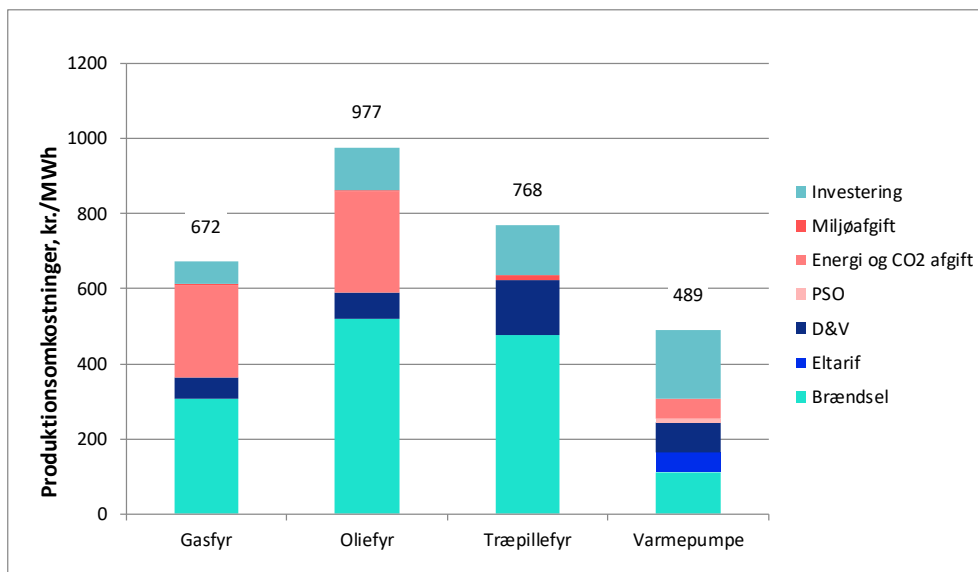
Det ses, at også hvad angår brugerøkonomi, er varmepumpen billigere end træpillefyret. Varmepumpen er desuden billigere end gasfyr og oliefor, fordi der er en høj energifgift på fossil gas og olie.

Ved varmepumpen betales der dog også en vis afgift, idet den el, der anvendes til varmepumpen er pålagt elvarmeafgift.

Selv om varmepumpen stadig er dyrere end træpillefyret, betyder elafgiften, at den brugerøkonomiske besparelse ved elvarmepumpen ikke er lige så stor som den samfundsøkonomiske besparelse.



Figur 25 Brugerøkonomiske omkostninger i kr. pr. MWh leveret varme ved teknologier til individuel varmeproduktion. Forudsat nettovarmebehov pr. enhed: 18,1 MWh/år (65 GJ/år).



Figur 26 Brugerøkonomiske omkostninger i kr. pr. MWh leveret varme ved teknologier til individuel varmeproduktion. Forudsat nettovarmebehov pr. enhed: 26,9 MWh/år (97 GJ/år).

## 9. Referenceliste

+10 mio. tons planen, Morten Gylling m.fl. Fødevarerøkonomisk Institut, Københavns Universitet, 2012.

A Clean Planet for all. A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy Brussels, 28 November 2018.

Accounting for mitigation targets in Nationally Determined Contributions under the Paris Agreement, October 2017 Climate Change Expert Group, Paper No. 2017(5).

Analyse af bioenergi i Danmark, Energistyrelsen 2014.

Avoiding bioenergy competition for food crops and land, T. Searchinger m.fl. World Resource Institute.

Basisfremskrivning 2019, Energistyrelsen.

Bevaringsstatus for naturtyper og arter Oversigt over Danmarks Artikel 17-rapportering til habitatdirektivet 2019, Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 2019.

Biomassens betydning for grøn omstilling", Klimarådet, maj 2018.

Biomassepotentialer i Danmark, EU og Globalt, KU og Cowi for Energistyrelsen 2015.

Biomasseudnyttelse i Danmark - Potentielle ressourcer og bæredygtighed, Uffe Jørgensen m.fl. DCA Rapport NR. 033, 2013.

Brancheaftalen om sikring af bæredygtigt biomasse. Dansk Energi og Dansk Fjernvarme, 2016.

Brief on biomass for energy in the European Union, The European Commission's Knowledge Centre for Bioeconomy, JRC, 2019.

Carbon accounting of forest bioenergy. Conclusions and recommendations from a critical literature review. Alessandro Agostini m. fl. 2014.

Carbon Impacts of biomass consumed in the EU. Robert Matthews m. fl. 2018.

Climate Change and Land, An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. IPCC, August 2019,

Climate Action Tracker, [climateactiontracker.org](https://climateactiontracker.org).

Commission staff working document Impact assessment, Sustainability of Bioenergy, 31.11.2016.

Danish National Forest Accounting Plan 2021-2030.

Denmark's National Inventory Report 2019. Emission Inventories 1990-2017 – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol.

Det danske træpillemarked 2018, Ea Energianalyse for Energistyrelsen, oktober 2019.

Energistatistik 2018, Energistyrelsen.

Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2009/28/EF af 23. april 2009.

Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2018/2001 af 11. december 2018.

Danmarks Naturfredningsforening.

[https://issuu.com/danmarksnaturfredningsforening/docs/energiforsyningspolitik\\_2018\\_lav\\_op](https://issuu.com/danmarksnaturfredningsforening/docs/energiforsyningspolitik_2018_lav_op)

Danmarks Statistik, Statistikbanken.

Energy, Water, and Land Use, January 2014. In book: Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment, Chapter: Energy, Water, and Land Use, Publisher: US Global Change Research Program.

"Energy and land use" I Global Land Outlook working paper, Uwe Fritsche, Göran Berndes m.fl. September 2017.

Foreløbig Energistatistik for 2019. Energistyrelsen.

FORORDNING (EU) 2018/841 af 30. maj 2018 om medtagelse af drivhusgasemissioner og -optag fra arealanvendelse, mv.

IEA Market Report Series. Renewables 2018.

Inclusion of greenhouse gas emissions and removals from land use, land use change and forestry in the 2030 climate and energy framework, and amending Regulation (EU) No 525/2013 and Decision No 529/2013/EU. 19/06/2018 - Regulation (EU) 2018/841.

IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Agriculture, Forestry and Other Land Use, 2006.

IPCC: 2018 Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report.

Klimaeffekter af urørt skov og anden biodiversitetsskov, Vivian Kvist Johansen m.fl. Københavns Universitet 2019.

Klimapåvirkning fra biomasse og andre energikilder, Concito, 2013.

Klimaskoven - et effektivt redskab til håndtering af CO<sub>2</sub> –problemet, Esben Møller Madsen, Anders Tærø Nielsen, Palle Madsen og Per Hilbert. Træ.dk.

Muligheder for bæredygtig udvidelse af dansk produceret vedmasse 2010 – 2100. IGN Københavns Universitet, januar 2014.

Notat om træbiomasse. Udarbejdet for Energistyrelsen i forbindelse med implementering af VE-direktivet, NEPCon 2020.

SBP-endorsed Regional Risk Assessment for Denmark, 2017.

Skovstatistik 2018. Thomas Nord-Larsen m.fl. Københavns Universitet, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, oktober 2019.

Status for kortlægning af økosystemer, økosystemtjenester og deres værdier i Danmark. DCE 147 2015.

Synthesis Report on the Aggregate Effect of intended Nationally Determined Contributions (INDCs).

The state of the world's Forests, FAO, 2018.

Paris agreement, FN 2015.

Rethinx, Rethinking Food and Agriculture 2020-2030, sept. 2019.

Review of literature on biogenic carbon and life cycle assessment of forest bioenergy', Forest Research, 2014.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).