




Energistyrelsen

2019

Basisfremskrivning



Energi- og
klimafremskrivning
frem til 2030 under
fravær af nye
tiltag

Basisfremskrivning 2019

Udgivet i august 2019 af Energistyrelsen, Carsten Niebuhrs Gade 43, 1577 København V

Telefon: 33 92 67 00, E-mail: ens@ens.dk, Internet: <http://www.ens.dk/basisfremskrivning>

Design og produktion: Energistyrelsen

Forside og foto: Lars Schmidt / Schmidt Photography Aps

Indholdsfortegnelse

Ordforklaring	6
Forkortelser.....	9
1 Velkommen til Basisfremskrivning 2019.....	11
1.1 Hvad er Danmarks målsætninger og forpligtelser på klima- og energiområdet?.....	11
1.2 Hvad er nyt i BF19?	12
1.3 Hvilken regulering har især effekt i BF19?	13
1.4 Hvordan er Basisfremskrivningen udarbejdet og beregnet?.....	14
1.5 Håndtering af følsomheder og usikkerheder	14
1.6 Baggrundsbilag og data kan downloades.....	15
2 Det samlede billede	17
2.1 De samlede drivhusgasudledninger er reduceret med 46 pct. i 2030	17
2.2 Non-ETS reduktionsmål 2021-2030 viser manko på 28 mio. ton CO ₂ -ækv.....	18
2.3 Den samlede VE-andel (RES) stiger til 54 pct. i 2030	18
2.4 Bruttoenergiforbruget fastholdes, kulforbruget reduceres markant.....	20
2.5 Det endelige energiforbrug er stigende, især for serviceerhverv	21
2.6 Elforbruget stiger grundet datacentre og elektrificering af opvarmning og transport	22
2.7 Den makro-økonomiske energiintensitet er faldende	24
2.8 Følsomheder og metodeovervejelser	24
3 Husholdningernes energiforbrug	25
3.1 Hovedpointer	25
3.2 Det samlede billede	25
3.3 Energiforbruget til opvarmning falder trods stigning i opvarmet boligareal.....	26
3.4 Varmepumper fylder mere i husholdningernes opvarmning	27
3.5 Flere, mere effektive elektriske apparater	28
3.6 Følsomheder og metodeovervejelser.....	28
4 Erhvervslivets endelige energiforbrug	29
4.1 Hovedpointer	29
4.2 Det samlede billede	30
4.3 Det fossile brændselsforbrug falder lidt frem mod 2030	31
4.4 Fossile brændsler anvendes især til mellem- og højtemperatur-procesvarme.....	32
4.5 Anvendelsen af varmepumper stiger både til rumopvarmning og proces	33
4.6 Energiintensiteten reduceres fortsat, men i mindre grad fra 2025	34
4.7 Følsomheder og metodeovervejelser.....	34

5	Transportens energiforbrug.....	35
5.1	Hovedpointer	35
5.2	Det samlede billede	36
5.3	Elforbruget i transportsektoren er stigende	37
5.4	Der sælges flere elbiler, andelen af bestanden udgør 9 pct. i 2030.....	38
5.5	92 pct. af transportens energiforbrug er fossilt i 2030.....	39
5.6	Følsomheder og metodeovervejelser.....	40
6	Produktion af el, fjernvarme og VE-gas.....	41
6.1	Hovedpointer	41
6.2	Det samlede billede	42
6.3	VE-andelen i elforbruget (RES-E) når over 100 pct. i 2028	43
6.4	Stigende elproduktion fra VE eksporteres fra 2026	46
6.5	Mere VE i udlandet, flere interkonnektorer og en jævn elpris	47
6.6	Forbruget af kul og gas reduceres med 85 pct. frem mod 2030	48
6.7	Kraftvarmeandelen er jævnt faldende	50
6.8	VE-andelen i fjernvarmen (RES-DH) stiger og stagnerer derefter	51
6.9	Bionaturgas udgør 25 pct. af samlet forbrug af ledningsgas i 2030	52
6.10	Følsomheder og metodeovervejelser.....	53
7	Udledning af drivhusgasser.....	55
7.1	Hovedpointer	55
7.2	Det samlede billede	55
7.3	Non-ETS reduktionsmål 2013-2020 opfyldes.....	57
7.4	Non-ETS reduktionsmål 2021-2030 viser manko på 28 mio. ton CO2-ækv.....	58
7.5	Jorde og skove (LULUCF) er kilde til faldende nettoudledninger.....	59
7.6	Erhvervslivets udledninger fra afbrænding og proces	60
7.7	Følsomheder og metodeovervejelser.....	61
8	Følsomhedsanalyser.....	63
8.1	Hovedpointer	63
8.2	Udvælgelse af følsomheder	63
8.3	Resultat af partielle følsomhedsanalyser.....	64

Appendiks

Appendiks 1.	Hvorfor ændrer fremskrivningen sig fra år til år?.....	67
Appendiks 2.	Hvorfor korrigeres statistiske værdier for elhandel med udlandet?	69
Appendiks 3.	Tiltag med effekt i BF19	71
Appendiks 4.	Basisfremskrivningens modelplatform	73
Appendiks 5.	Hvorfor svarer fremskrivningens tal ikke præcist til energistatistikken?.....	75
Appendiks 6.	Resultat af følsomhedsanalyser	77
Appendiks 7.	Baggrundsbilag	79
Appendiks 8.	Referencer	81

Ordforklaring

Bruttoenergiforbrug: Bruttoenergiforbruget beskriver det samlede input af primær energi til energisystemet. Bruttoenergiforbruget kan ved statistisk opgørelse være korrigeret for brændselsforbrug knyttet til udenrigshandel med elektricitet (elhandelskorrigeret) samt for udsving i udeluftens temperatur ift. et normalår (klimakorrigeret).

Endeligt energiforbrug: Det endelige energiforbrug udtrykker energiforbruget leveret til slutbrugere, dvs. private og offentlige erhverv samt husholdninger. Anvendelser omfatter: fremstilling af varer og tjenester, rumopvarmning, belysning og andet apparatforbrug samt transport. Hertil kommer et olieforbrug til ikke-energiformal, dvs. smøring og rensning samt bitumen til asfaltering. Energiforbrug i forbindelse med udvinding af energi, raffinering og konvertering er ikke inkluderet i det endelige energiforbrug. Afgrænsningen og opdelingen af endeligt energiforbrug følger retningslinjerne hos Det Internationale Energi Agentur (IEA) og Eurostat. Herefter udskilles energiforbrug til transport på vej og bane, til søs, i luften og i rør - uanset forbruger - som en særlig hovedkategori. Det betyder, at energiforbrug i erhverv og husholdninger opgøres ekskl. forbrug til transportformål. Det endelige energiforbrug er desuden ekskl. grænsehandel med olieprodukter, der er defineret som den mængde af motorbenzin, gas-/dieselolie og petroleumskoks, der som følge af forskelle i prisen indkøbes af privatpersoner og vognmænd m.fl. på den ene side af grænsen og forbruges på den anden side af grænsen.

Udvidet endeligt energiforbrug: Energiprodukter, der leveres til energiformål til industri, transport, husholdninger, servicesektorerne samt til landbrug, skovbrug og fiskeri, inkl. energisektorens el- og varmemeforbrug i forbindelse med el- og varmeproduktion og inkl. el- og varmetab i forbindelse med distribution og transmission. I modsætning til det endelige energiforbrug er udvidet endeligt energiforbrug altså ekskl. forbrug til ikke energiformål, inkl. egetforbrug og distributionstab i energiforsyningen samt inkl. grænsehandel. Det udvidede endelige energiforbrug anvendes som grundlag for beregning af VE-andele.

Faktisk energiforbrug: Det faktiske energiforbrug fremkommer ved at tage det endelige energiforbrug og hertil lægge distributionstab samt energiforbrug i forbindelse med udvinding af energi og raffinering. Desuden tillægges det anvendte egetforbrug af energi ved produktion af elektricitet og fjernvarme.

VE (Vedvarende Energi): Defineres som solenergi, vindkraft, vandkraft, geotermi, omgivelsesvarme til varmepumper samt bioenergi (halm, skovflis, brænde, træpiller, træaffald, flydende bio-brændsler, bionaturgas, bionedbrydeligt affald og biogas). Bionaturgas er biogas, som er opgraderet til at overholde leveringskrav for gas i ledningsnettet.

VE-andele: VE-andele beregnes efter Eurostats EU opgørelsesmetode. For detaljeret beskrivelse henvises til VE-direktivet (EU, 2009) og Eurostat SHARES (Eurostat, 2018).

- RES: Samlet VE-andel. Beregnes som faktisk endeligt indenlandsk VE-forbrug divideret med det udvidede endelige energiforbrug.
- RES-E: VE-andelen i elforbruget. Beregnes som faktisk endeligt indenlandsk VE-forbrug i elproduktionen divideret med indenlandsk elforbrug tillagt nettab samt egetforbrug. RES-E indgår ved beregning af øvrige VE-andele. Hvis RES-E overstiger 100 pct., anvendes en RES-E på 100 pct. i efterfølgende beregninger.

- RES-H/C: VE-andel i forbruget af varme og køling. Beregnes som faktisk endeligt indenlandsk VE-forbrug i produktionen af fjernvarme og fjernkøling plus forbruget af anden energi fra vedvarende energikilder inden for erhverv og husholdninger til brug for opvarmning, køling og forarbejdning divideret med summen af indenlandsk endeligt energiforbrug for erhverv og husholdninger samt fjernvarme/-køling produktion.
- RES-DH: VE-andel i fjernvarmen. Ikke defineret i VE-direktivet, men beregnes som supplement til de øvrige VE-andele. Beregnes som faktisk endeligt indenlandsk VE-forbrug i fjernvarmeproduktionen divideret med indenlandsk fjernvarmeforbrug tillagt distributionstab samt egetforbrug.
- RES-T: VE-andelen i transport. Beregnes som faktisk VE-forbrug til el anvendt til transportformål (baseret på RES-E for året to år før frem til 2020 og for toårsperioden før fra 2021) plus forbruget af biobrændstoffer divideret med det samlede brændselsforbrug til transportformål under anvendelse af en række multiplikatorer. Der skelnes mellem anvendelser og for biobrændsels vedkommende, hvorvidt der er tale 1. og 2. generations biobrændsler. Multiplikatorer: 2x VE fra 2. generations biobrændsler og bionaturgas for alle transportformer, 5x VE-andel af elektrisk vejtransport (4x fra 2021), 2,5x VE-andel af elektrisk jernbanetransport samt anden VE (inkl. brint) (1,5x fra 2021) samt 1,2x VE for bæredygtige biobrændsler anvendt i luftfart og søfart fra 2021. Tælleren divideres med samlet el- og brændselsforbrug til transport under anvendelse af tilsvarende multiplikatorer (bortset fra multiplikatoren for elektrisk vejtransport, der alene optræder i tælleren).

Drivhusgas: Udledning af drivhusgasser måles ikke, men vurderes ved hjælp af udledningsfaktorer, der er knyttet til udledende aktiviteter f.eks. fossilt brændselsforbrug. Disse udledningsfaktorer justeres løbende i lyset af ny viden. Når det sker, justerer man både i fremskrivningen, men også i de historiske tal for at give et mere retvisende billede af de historiske udledninger. Der kan således forekomme variationer mellem fremskrivningerne alene på grund af ændrede udledningsfaktorer. For at kunne sammenligne klimaeffekten ved udledningen omregnes udledning af drivhusgasser til CO₂ ækvivalenter (forkortet CO₂-ækv.) svarende til deres klimaeffekt. Primære drivhusgasser er:

- CO₂ (kuldioxid): Primært afbrænding af fossile brændsler som kul, olie og naturgas.
- CH₄ (metan): Primært organiske processer såsom dyrs fordøjelse og affaldskompostering.
- N₂O (lattergas): Primært omsætning af kvælstof.
- F-gasser: Primært kemiske processer.

Kvoteomfattede drivhusgasudledninger (ETS): De kvoteomfattede udledninger omfatter energiproduktion, tung industri, luftfart og andre store punktkilder. Den samlede kvotemængde fastsættes på EU niveau, og mængden skærpes årligt. Kvoterne udbydes på et fælleseuropæisk marked, hvor kvotevirksomhederne handler kvoter, hvilket betyder, at der ikke kan foretages direkte regulering af kvotesektorens udledninger på nationalt niveau.

Ikke-kvoteomfattede drivhusgasudledninger (non-ETS): De ikke-kvoteomfattede udledninger omfatter primært transport, landbrug, husholdninger, øvrige erhverv, affald og et antal mindre, decentrale kraftvarmeværker, dvs. talrige større og mindre udledningskilder. Reguleringen sker gennem national indsats i de enkelte lande, der har fået reduktionsmål relativt til 2005-udledningerne. Basisåret er 2005, hvilket skyldes, at det er det tidligste år, hvor der forelå data, der muliggjorde opdelingen mellem kvote- og ikke-kvoteomfattede udledninger. Den europæiske indsats er fordelt mellem medlemsstaterne efter aftale for perioderne 2013-2020 og 2021-2030.

Energiintensitet: Energiintensitet er et mål for, hvor effektivt energi anvendes inden for økonomien, og opgøres som forholdet mellem energiforbrug og økonomisk output.

Biobrændstoffer: Biobrændstof er brændstof, der er produceret af biologisk materiale. Siden 2010 er biobrændstoffer iblandet i det brændstof (benzin, diesel og naturgas), som sælges til landtransportformål. Der skelnes mellem 1. og 2. generations biobrændstof. 1. generations biobrændstof er primært ethanol og biodiesel, der produceres på basis af fødevarer afgrøder. Bioethanol produceres typisk af stivelses- og sukkerholdige afgrøder såsom korn og sukkerrør, mens biodiesel typisk produceres af olieholdige afgrøder såsom raps, sojabønner og palmeolie. 2. generations biobrændstof fremstilles typisk på basis af restprodukter fra landbrug og industri.

Forkortelser

Affald (bio)	Den biologisk nedbrydelige andel af brændbart affald.
Affald (fossilt)	Den ikke-biologisk nedbrydelige andel af brændbart affald.
BF18	Basisfremskrivning 2018 – sidste års Basisfremskrivning
BF19	Basisfremskrivning 2019
BNP	Bruttonationalprodukt
CO2-ækv., CO2e	CO2-ækvivalenter
DCE	"Danish Centre for Environment and Energy" - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet
DK1	Vestdanmarks elprisområde
DK2	Østdanmarks elprisområde
ENTSO-E	"European Network of Transmission System Operators for Electricity" - Den Europæiske Netværksorganisation for Systemoperatører for Elektricitet
ETS	"Emission Trading System" – Det europæiske CO2-kvotemarked
EU+24	De 24 lande i elmarkedsmodellen, der er grupperet i 15 elmarkedsområder: DK1, DK2, NO, SE, FI, DE-AT-LU, NL, GB-NI-IE, FR-BE, ES-PT, CH, IT, EE-LV-LT, PL-CZ-SK, HU
IEA	"International Energy Agency" - Det Internationale Energiagentur
lft.	I forhold til
IPCC	"Intergovernmental Panel on Climate Change" – FN's klimapanel
LTM	Landstrafikmodellen (Danmarks Tekniske Universitet)
LULUCF	"Land Use & Land Use Change & Forestry" – opgørelse af optag og udledninger af kulstof i forbindelse med dyrkning af jord og drift af skove
MAF	"Mid-term Adequacy Forecast" - ENTSO-E
Mhp.	Med henblik på
Mht.	Med hensyn til
MSW	"Municipal Solid Waste" – affald til forbrænding
NECP	"National Energy and Climate Plan" – National Energi- og Klimaplan til EU
Non-ETS	Ikke-kvoteomfattet – udenfor ETS
Pct.	Procent (%)
PPA	"Power Purchase Agreement" – Bilateral elhandelsaftale mellem producent og forbruger.
PSO	"Public Service Obligations" – finansieringssystem til støtte af elproduktion fra vedvarende energikilder og decentral kraftvarme
RES	"Renewable Energy Share" – samlet VE-andel
RES-DH	"Renewable Energy Share - District Heating" – VE-andel i fjernvarmeforbruget.
RES-E	"Renewable Energy Share - Electricity" – VE-andel i elforbruget
RES-H/C	"Renewable Energy Share - Heating and Cooling" – VE-andel i forbruget af opvarmning og køling.
RES-T	"Renewable Energy Share - Transportation" – VE-andel i transportforbruget
TYNDP	"10-year Network Development Plan" - ENTSO-E
VE	Vedvarende energi
VP	Varmepumpe

1 Velkommen til Basisfremskrivning 2019

Basisfremskrivning 2019 (BF19) er en teknisk, faglig vurdering af, hvordan energiforbrug og energiproduktion samt udledning af drivhusgasser vil udvikle sig i perioden frem mod 2030 under forudsætning af et såkaldt "Frozen Policy" scenarie.

"Frozen Policy" betyder, at udviklingen er betinget af et "politisk fastfrossent" fravær af nye tiltag.

Basisfremskrivningen er med andre ord Energistyrelsens bedste bud på, hvordan fremtiden vil tegne sig, hvis der *ikke* besluttet andre tiltag på klima- og energiområdet end dem, som Folketinget har besluttet med udgangen af maj 2019.

Grundlaget for fremskrivningen er et veldefineret metodegrundlag, der især baserer sig på teknologikostninger og aktørers rationelle valgmuligheder og rentabilitetskrav i givne markeder (Energistyrelsen, 2019a). Samtidig indgår konkrete større projekter, hvis der foreligger en godkendt ansøgning eller tilsagn om tilskud, f.eks. om konvertering af et kraftværk fra kul til biomasse.

Fastfrysningen gælder alene klima- og energiområdet og betyder ikke, at udviklingen generelt går i stå. Den økonomiske vækst og befolkningsudviklingen er f.eks. ikke underlagt fastfrysningen.

BF19 tjener dermed til at undersøge, i hvilket omfang Danmarks klima- og energimålsætninger og -forpligtelser vil blive opfyldt inden for rammerne af gældende regulering.

BF19 kan således anvendes som teknisk reference ved planlægning og konsekvensvurdering af nye tiltag på klima- og energiområdet.

1.1 Hvad er Danmarks målsætninger og forpligtelser på klima- og energiområdet?

Klima- og energiområdet er kendetegnet ved lokale og nationale samt internationale målsætninger og forpligtelser. Senest har Socialdemokratiet, Radikale Venstre, SF og Enhedslisten formuleret et mål om at reducere Danmarks drivhusgasudledninger med 70 pct. i 2030 i forhold til 1990 (A, B, F, & Ø, 2019). De nærmere rammer for målsætningen er endnu ikke fastsat, og der kan derfor ikke udregnes en manko i forhold til målsætningen.

I Basisfremskrivningen er der i år især fokus på den målsætningsramme, der er fastsat i EU-lovgivningen. Det skyldes, at resultaterne fra BF19 i slutningen af 2019 vil indgå i "Danmarks Nationale Energi- og Klimaplan" (NECP) til EU (EU Commission, 2019a).

I 2009 blev EU's klima- og energipakke vedtaget, og i december 2018 blev den såkaldte Vinterpakke vedtaget. I regi af klima- og energipakken blev Danmark forpligtet til som minimum at opnå en samlet VE-andel på 30 pct. i 2020, en VE-andel i transporten på 10 pct. i 2020 og en CO₂-reduktion i de ikke-kvotefattede drivhusgasudledninger (non-ETS) på 20 pct. i 2020 ift. 2005.

Vinterpakken fastlægger, at EU i 2030 som helhed skal reducere drivhusgasudledningerne med mindst 40 pct. ift. 1990, at VE-andelen skal være mindst 32 pct., og at energieffektiviteten skal

være forbedret med mindst 32,5 pct.¹ (EU Commission, 2018a). For drivhusgasudledninger inden for kvotesystemet (ETS) er det vedtaget, at EU i 2030 skal reducere drivhusgasudledningerne med mindst 43 pct. For drivhusgasudledninger uden for kvotesystemet (non-ETS) er der fastsat en national forpligtelse for Danmark om en reduktion på 39 pct. i 2030, der skal følge en fastsat reduktionssti.

Som følge af Vinterpakken er Danmark forpligtet til at afrapportere sine forpligtelser til EU i "Danmarks Nationale Energi- og Klimaplan" (NECP). BF19 og den kommende danske Nationale Energi- og Klimaplan danner grundlag for Europa-Kommissionens opgørelse af, hvorvidt medlemsstaterne bidrager tilstrækkeligt til at opfylde EU's samlede målsætninger for 2030.

1.2 Hvad er nyt i BF19?

Basisfremskrivningen ændrer sig fra år til år. Det skyldes i særlig grad tilkomsten af ny regulering, der har betydning for klima- og energiområdet. Men også opdateringen af detaljerede teknisk-økonomiske forudsætninger har betydning såsom brændselsprisernes og CO₂-kvoteprisens udvikling og ny statistik for sammensætningen af el- og varmeproduktionen, bilparken og landbrugsproduktionen. Appendiks 1 oplister de generelle opdateringer, der er foretaget i BF19.

I sidste års fremskrivning, Basisfremskrivning 2018 (BF18), opjusterede Energistyrelsen f.eks. forventningerne til et kommende, nyt elforbrug fra store datacentre. Denne forventning er fastholdt i BF19 og afspejler en overordnet forventning til branchens udvikling, der ikke er bundet op på enkeltaktørers beslutninger vedrørende enkeltprojekter, f.eks. Apple's beslutning i juni 2019 om ikke at opføre et datacenter i Aabenraa (Aabenraa Kommune, 2019). Der vurderes, som i BF18, fortsat at være betydelig usikkerhed forbundet med fremskrivningen af store datacentres elforbrug (COWI A/S for Energistyrelsen, 2018).

De største ændringer i BF19 i forhold til sidste års Basisfremskrivning kan henføres til effekten af Energiaftalen af 29. juni 2018, der bl.a. sikrer finansiering af 3 havvindmølleparker, lempelse af el-afgifter, nye teknologineutrale udbud, ophævelse af kraftvarmekrav i mindre decentrale fjernvarmeområder, ny energispareindsats med mere (EFKM, 2018). Andre effekter kan bl.a. tilskrives ny EU regulering, der skærper udledningskrav for person- og varebiler (EU Commission, 2019b) og tunge køretøjer (Europa-Parlamentet, 2019).

Basisfremskrivningen afspejler dermed, at national og international regulering forventes at have signifikant betydning for udviklingen på klima- og energiområdet.

Men national og international regulering er ikke det eneste, der har en effekt. Således er det værd at lægge mærke til, at BF19 indeholder en opdateret forventning til effekten af et relativt nyt markedsprodukt, de såkaldte PPA'er ("Power Purchase Agreement"), som tilfører yderligere finansieringskilder i elmarkedet. En PPA er en direkte aftale mellem investor/producent og en større forbruger om handel med en specifik produktion af el. En PPA kan f.eks. bidrage til, at en større forbruger opnår oprindelsesgaranti for køb af vedvarende energi til dækning af sit elforbrug. På grundlag af Energistyrelsens kendskab til en række konkrete projekter, der er langt i gennemførelsesfasen,

¹ Energieffektiviseringsmålet er fastsat ift. EU's fremskrivning foretaget i 2007 og omfatter desuden en national forpligtelse om opnåelse af energibesparelser svarende til 0,8 pct. af det endelige energiforbrug årligt (EU Commission, 2018b).

kan det observeres, at virksomheder i stigende grad ser en værdi i at tage et socialt ansvar gennem frivillige VE-mål, hvilket Facebook's mål om at være forsynet 100 pct. med VE i 2020 er et eksempel på (Facebook, 2019).

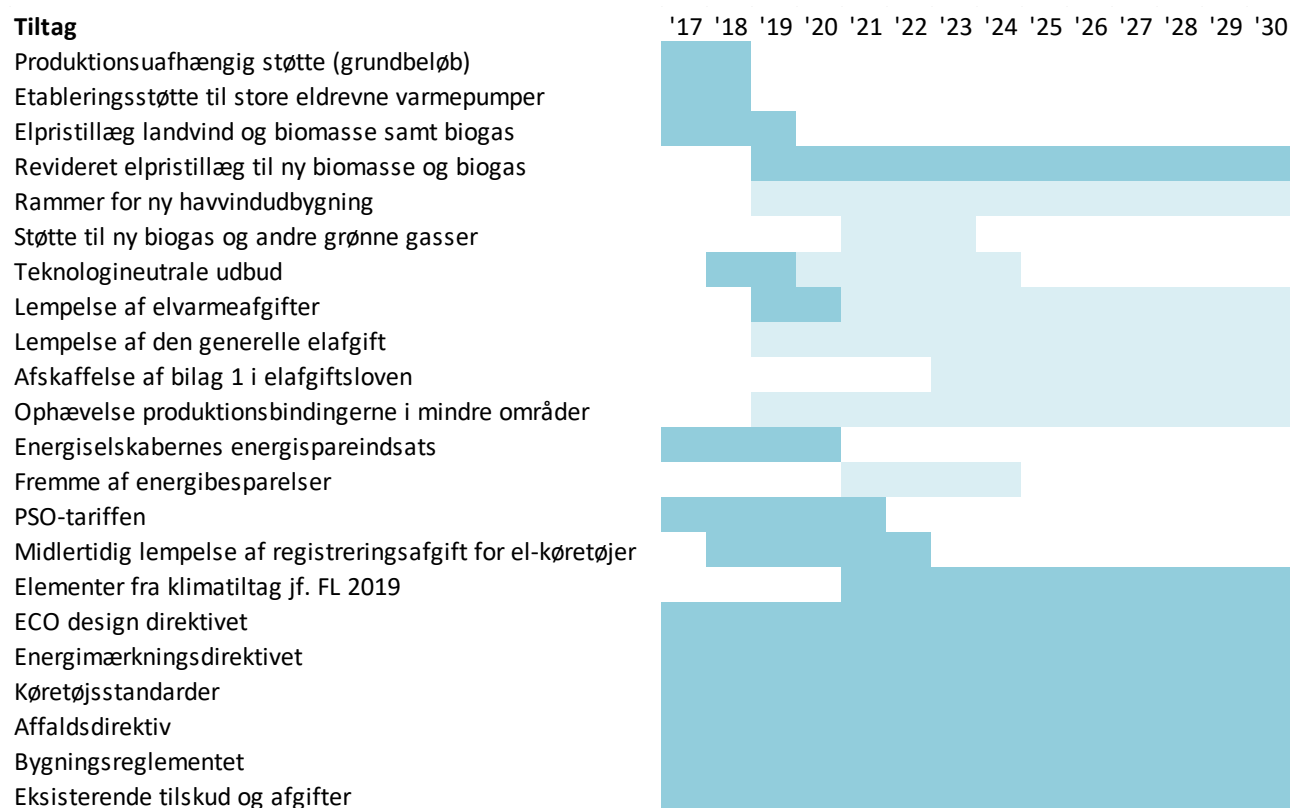
Undersøgelser og observationer af markedet for PPA'er ligger i kombination med de teknologineutrale udbud til grund for BF19's forventninger til udbygningen med VE-kapacitet under fravær af nye tiltag. Det har i særlig grad betydning for forventningen til nye kommercielle solcelleanlæg (markanolæg) og landvind. Der vurderes at være betydelig usikkerhed forbundet med fremskrivningen heraf, særligt mht. udbygningen med kommercielle solcelleanlæg og nedtagingsraten for ældre landvindmøller.

1.3 Hvilken regulering har især effekt i BF19?

Figur 1 illustrerer den tidsmæssige rækkevidde af regulering på klima- og energiområdet, der har særlig betydning for fremskrivningen.

Elementer fra Energifaftalen af 29. juni 2018 (EFKM, 2018) er her opdelt på de enkelte indsatsområder. Selvom Energifaftale 2018 i princippet alene gælder for perioden frem til og med 2024, rækker enkelte af aftalens elementer frem til 2030, f.eks. rammerne for ny udbygning med havvind. Der er redegjort nærmere for de enkelte tiltag i Appendiks 1.

Figur 1: Den tidsmæssige rækkevidde af regulering med særlig betydning for BF19s "Frozen Policy" scenarie. Lyse områder afspejler tiltag, der er en del af Energifaftale 2018. Se Appendiks 1.



1.4 Hvordan er Basisfremskrivningen udarbejdet og beregnet?

Basisfremskrivningen udarbejdes af Energistyrelsen bistået af en interministeriel følgegruppe, der omfatter Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet, Finansministeriet, Skatteministeriet, Transport-, Bygnings- og Boligministeriet, Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, Miljø- og Fødevarerministeriet, Landbrugsstyrelsen, Miljøstyrelsen, Erhvervsministeriet og Naturstyrelsen.

For at kvalificere det metodiske og teknisk-økonomiske grundlag for Basisfremskrivningens modelanalyser gennemfører Energistyrelsen endvidere konsultationer med en række eksperter og institutioner.

Basisfremskrivningens resultater er baseret på den integrerede modelplatform til fremskrivninger og konsekvensanalyser på klima- og energiområdet, som Energistyrelsen har udviklet siden 1984. Figur 2 illustrerer modelplatformens overordnede elementer med input fra venstre og output til højre. Figuren og modelplatformen er nærmere beskrevet i Appendiks 1.

Modelplatformen styrkes løbende. BF19 anvender bl.a. en nyudviklet investeringsmodel for centrale fjernvarmeområder, der danner grundlag for en styrket tilgang til fremskrivningen af nye investeringer og skrotning af eksisterende anlæg i fjernvarmesektoren.

På basis af Energistyrelsens systemanalyser modelleres udledninger af drivhusgasser for brændselsforbrug og ikke-energirelaterede aktiviteter af DCE, Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus Universitet (Aarhus Universitet, 2019). Ikke-energirelaterede aktiviteter omfatter bl.a. landbrug samt processer i relation til affaldshåndtering, spildevandsbehandling og industri.

1.5 Håndtering af følsomheder og usikkerheder

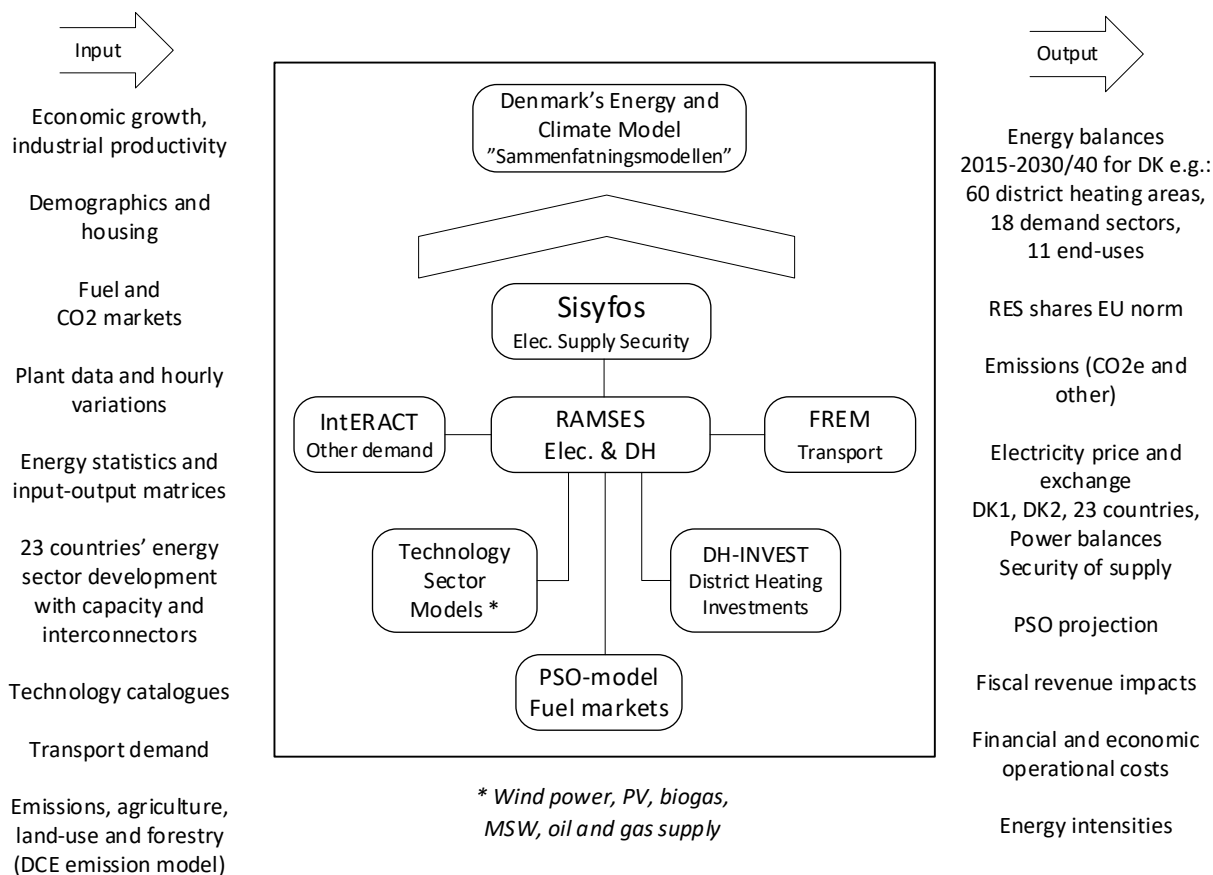
BF19 præsenterer et grundforløb frem til 2030, der baserer sig på et centralt sæt af antagelser og forudsætninger, som Energistyrelsen på det nuværende vidensgrundlag vurderer, er overvejende sandsynlige under fravær af nye tiltag.

Det er afgørende, at fremskrivningen læses og anvendes med bevidsthed om, at følsomme antagelser og usikkerheder påvirker nøgleresultaterne.

Der er identificeret en række særligt følsomme forudsætninger, f.eks. datacentres elforbrug, CO₂-kvoteprisens udvikling, dele af VE-udbygningen og udbredelsen af elbiler. Som konsekvens heraf er der gennemført partielle følsomhedsanalyser, hvilket betyder, at der foretages en følsomhedsanalyse for hver enkelt følsomhedsparameter "alt andet lige". De resulterende partielle følsomhedseffekter kan ikke umiddelbart aggregeres, dvs. effekter kan ikke lægges sammen. Der er ikke foretaget en vurdering af sandsynligheden for de enkelte følsomheders variation endsige en samlet risikoanalyse.

Resultater af de partielle følsomhedsanalyser præsenteres summarisk i Kapitel 8.

Figur 2: Energistyrelsens integrerede modelplatform for energi og klimafremskrivinger. Delmodellerne er beskrevet og dokumenteret på Energistyrelsens hjemmeside (Energistyrelsen, 2019h). Modelplatformens elementer er nærmere beskrevet i Appendix 1.



1.6 Baggrundsbilag og data kan downloades

De detaljerede centrale forudsætninger, der ligger til grund for fremskrivningen, herunder f.eks. udbygningen med landvind, solceller og biogas, medfølger i form af en række baggrundsbilag (Energistyrelsen, 2019a).

Tabeller, der ligger til grund for fremskrivningens resultatfigurer, medfølger i form af et regneark (Energistyrelsen, 2019b). Resultatværdier for 2018 og 2019 er udeladt i tabellerne, hvilket er begrundet i Appendix 1.

Baggrundsbilag samt resultatfigurer og -tabeller kan downloades på [Basisfremskrivningens hjemmeside](#) (Energistyrelsen, 2019e).

2 Det samlede billede

- Danmarks drivhusgasudledninger forventes i 2030 at være faldet med 46 pct. ift. FN's basisår 1990 under fravær af nye tiltag.
- EU-forpligtelsen for de ikke-kvoteomfattede sektorer (non-ETS) opfyldes til overmål for 2013-2020. For 2021-2030 forventes en akkumuleret manko på 28 mio. ton CO₂-ækv.
- Udledningerne fra LULUCF (jord- og skovbrug) forventes at være faldet fra 5 mio. ton CO₂-ækv. i 1990 til godt 3 mio. ton CO₂-ækv. i 2030. For perioden 2021-2030 er der et foreløbigt grundlag for at kunne medregne et samlet LULUCF-bidrag på 14,6 mio. ton CO₂-ækv. til Danmarks reduktionsindsats i non-ETS. LULUCF-opgørelsen er behæftet med betydelig usikkerhed.
- Den samlede VE-andel (RES) forventes at være 54 pct. i 2030. I 2020 forventes VE-andelen at være 41 pct., hvorved EU-forpligtelsen om en VE-andel på 30 pct. nås til overmål.
- VE-andelen i elforbruget (RES-E) forventes at overstige 100 pct. fra 2028 og vil nå 109 pct. i 2030, hvilket især skyldes udbygning med havvind, landvind og solceller.
- VE-andelen i transporten (RES-T) forventes at nå 19 pct. i 2030, hvilket er betinget af stigende elanvendelse til jernbanedrift og person- og varebiler samt en høj VE-andel i elforbruget (RES-E). I 2020 forventes RES-T at være 9 pct., hvorved EU-forpligtelsen om en VE-andel i transporten på 10 pct. ikke nås under fravær af nye tiltag.
- Forbruget af kul forventes at være reduceret med 90 pct. i 2030 ift. 2017.
- Det endelige energiforbrug stiger med 0,4 pct. årligt, hvilket især er betinget af et stigende energiforbrug i serviceerhvervene som følge af nyt elforbrug fra store datacentre. Bruttoenergiforbruget er fastholdt.
- Elforbruget (ekskl. nettab) forventes at stige 3 pct. årligt, hvilket især er betinget af et stigende elforbrug fra store datacentre og til opvarmningsformål, mens stigningen i elforbrug til transportformål har mindre betydning for det samlede elforbrug.
- Den makro-økonomiske energiintensitet målt ved bruttoenergiforbruget forventes at falde 1,2 pct. årligt, dvs. at bruttoenergiforbruget stiger i mindre grad end økonomien.
- Følsomme antagelser og usikkerheder påvirker nøgleresultaterne. F.eks. er der usikkerhed forbundet med fremskrivningen af elforbruget fra store datacentre, CO₂-kvoteprisen, antallet af malkekøer, kulfyret elproduktionskapacitet og køretøjstyper i salget af nye biler.

2.1 De samlede drivhusgasudledninger er reduceret med 46 pct. i 2030

Siden 1990, der er FN's basisår for opgørelse af klimaindsatsen, er de årlige drivhusgasudledninger faldet fra 70,8 mio. ton til 50,6 mio. ton i 2017 svarende til en reduktion på 29 pct. Frem mod

2030 forventes udledningerne at falde til 38 mio. ton svarende til en reduktion på 46 pct. i forhold til FN's basisår.

Fremskrivningen viser, at de samlede drivhusgasudledninger i 2030 vil være reduceret med 46 pct. i forhold til FN's basisår 1990.

2.2 Non-ETS reduktionsmål 2021-2030 viser manko på 28 mio. ton CO₂-ækv.

Danmark har under EU's 2030 ramme for klima- og energipolitikken forpligtet sig til at nedbringe udledningerne fra de ikke-kvoteomfattede sektorer (non-ETS) med 39 pct. i 2030 ift. 2005 (EU Commission, 2014, 2017b). De ikke-kvoteomfattede sektorer omfatter transport, landbrug, husholdninger, affald, øvrige erhverv og et antal mindre, decentrale kraftvarmeværker.

Udledningerne må i alle år i perioden 2021-2030 forventes at overstige de årlige delmål. Den akkumulerede manko er beregnet til 28 mio. ton CO₂-ækv. i 2030.

Fremskrivningen viser, at Danmark, under fravær af nye tiltag, ikke vil opfylde sin forpligtelse til at nedbringe drivhusgasudledningerne i de ikke-kvoteomfattede sektorer (non-ETS) for perioden 2021-2030. Udledningerne forventes i alle år at overstige de årlige delmål og den akkumulerede manko for hele perioden forventes at være 28 mio. ton CO₂-ækv. under fravær af nye tiltag.

2.3 Den samlede VE-andel (RES) stiger til 54 pct. i 2030

Figur 3 viser den samlede VE-andel (RES) samt VE-andele for hhv. transport (RES-T), elforbrug (RES-E), opvarmning og køling (RES-H/C) og fjernvarme (RES-DH) opgjort som beskrevet i EU's VE-direktiv (EU, 2009; Eurostat, 2018).

Den samlede VE-andel (RES) og VE-andelen for transport (RES-T) er begge genstand for forpligtende nationale EU-målsætninger i 2020. EU's VE-direktiv fastsætter desuden en 2030-målsætning om en samlet VE-andel på 27 pct. for EU-landene tilsammen, men denne målsætning er ikke udmøntet i nationale forpligtelser. I stedet skal medlemslandene i form af Nationale Energi- og Klimaplaner redegøre for deres bidrag til det fælles EU-mål.

Fremskrivningen viser, at den samlede VE-andel (RES) når 41 pct. i 2020, hvorved Danmarks EU-forpligtelse om en VE-andel på 30 pct. i 2020 nås til overmål.

VE-andelen for transport (RES-T) når 9 pct. i 2020, hvorved der vil være en manko på 1 pct.-point ift. VE-direktivets forpligtelse om 10 pct. i 2020.

Den samlede VE-andel (RES) er stigende frem til 2030, hvor den når 54 pct. Udviklingen er betinget af udbygningen med havvind, landvind og solceller og kraftvarmeværkers omlægning til biomasse, mens energieffektiviseringer i transport, erhverv og husholdninger bidrager i mindre grad.²

² VE-andele beregnes ift. det endelige energiforbrug (nævneren). Derfor medfører energieffektiviseringer en højere VE-andel, alt andet lige.

Udbygningstakten med vedvarende energi i elforsyningen forventes at overstige stigningstakten i elforbruget, og Danmarks produktion af elektricitet fra VE forventes fra 2028 at overstige Danmarks elforbrug. VE-andelen af elforbruget (RES-E) forventes at stige til 109 pct. i 2030. Udviklingen er især betinget af, at havvindmølleparkerne indeholdt i Energiaftale 2018 idriftsættes inden 2030. Dertil kommer opdaterede forventninger til udbygning med kommercielle solcelleanlæg (markantlæg) samt forventninger til udskiftningen af ældre landvindmøller med færre, mere effektive møller.

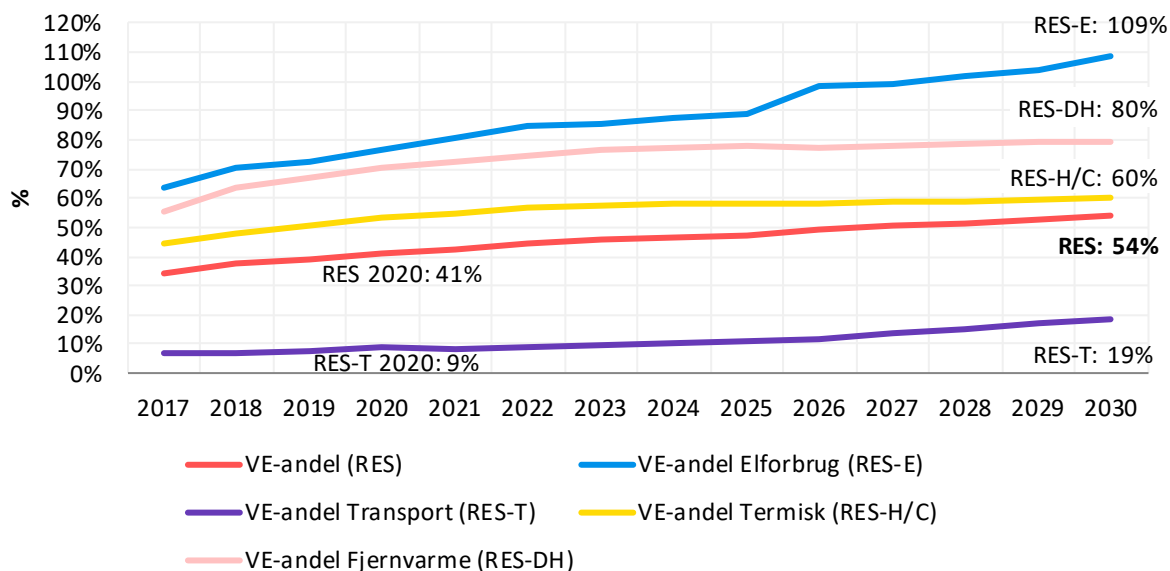
Fremskrivningen af udbygningen med landvind og solceller er betinget af elprisens udvikling (Kapitel 6.5), opretholdelse af niveauet for budpriser i det teknologineutrale udbud opnået i 2018 (Energistyrelsen, 2019f), større forbrugeres frivillige VE-mål og markedet for PPA/oprindelsesgarantier (K2 Management for Energistyrelsen, 2019). Dertil indgår Energistyrelsens viden indhentet fra kommuner og virksomheder om konkrete projekter, der er langt i forberedelsesfasen.

En høj VE-andel i elforbruget (RES-E) har betydning for beregning af VE-andelen i transporten (RES-T) grundet VE-direktivets anvendelse af en multiplikationsfaktor på 4 for VE-andelen af elektrisk vejtransport og en multiplikationsfaktor på 1,5 for VE-andelen af elektrisk jernbanetransport (se ordforklaring). På denne baggrund stiger RES-T til 19 pct. i 2030, hvilket er betinget af, at bestanden af elektrificerede person- og varebiler stiger til at udgøre knap 9 pct. af den samlede bestand i 2030 og en øget anvendelse af elektricitet i jernbanetransporten. Øget anvendelse af bionaturgas i transporten bidrager i meget begrænset grad. Iblandingsprocenten af biobrændsler i benzin og diesel forventes fastholdt på det nuværende niveau under fravær af nye tiltag.

Brændselsforbruget for indenlandsk lufttrafik indgår ved beregning af VE-andelen. Flybranchen har udmeldt ambitiøse planer for iblanding af biobrændstof, men da disse udmeldinger hverken er bindende eller afspejler et selskabsøkonomisk rentabelt udviklingsspor under fravær af nye tiltag, er der ikke medregnet et VE-bidrag herfra.

Fremskrivningen viser, at den samlede VE-andel (RES) i 2030 forventes at nå 54 pct. under fravær af nye tiltag. VE-andelen i elforbruget (RES-E) forventes at overstige 100 pct. fra 2028. En høj RES-E har betydning for VE-andelen i transport (RES-T), der når 19 pct. i 2030. Den samlede VE-andel i 2020 opfylder VE-direktivet til overmål, mens VE-andelen for transport i 2020 udviser en manko på 1 pct.-point ift. EU-forpligtelsen.

Figur 3: VE-andele 2017-2030 [%]. VE-andele er opgjort efter VE-direktivets definitioner (Eurostat, 2018).



2.4 Bruttoenergiforbruget fastholdes, kulforbruget reduceres markant

Figur 4 viser, at bruttoenergiforbruget siden 1990 er kendetegnet ved at være relativt konstant med et faldende forbrug af kul og et stigende forbrug af VE. Bruttoenergiforbruget nåede et historisk maksimum i 2007 på 873 PJ og har siden været faldende.

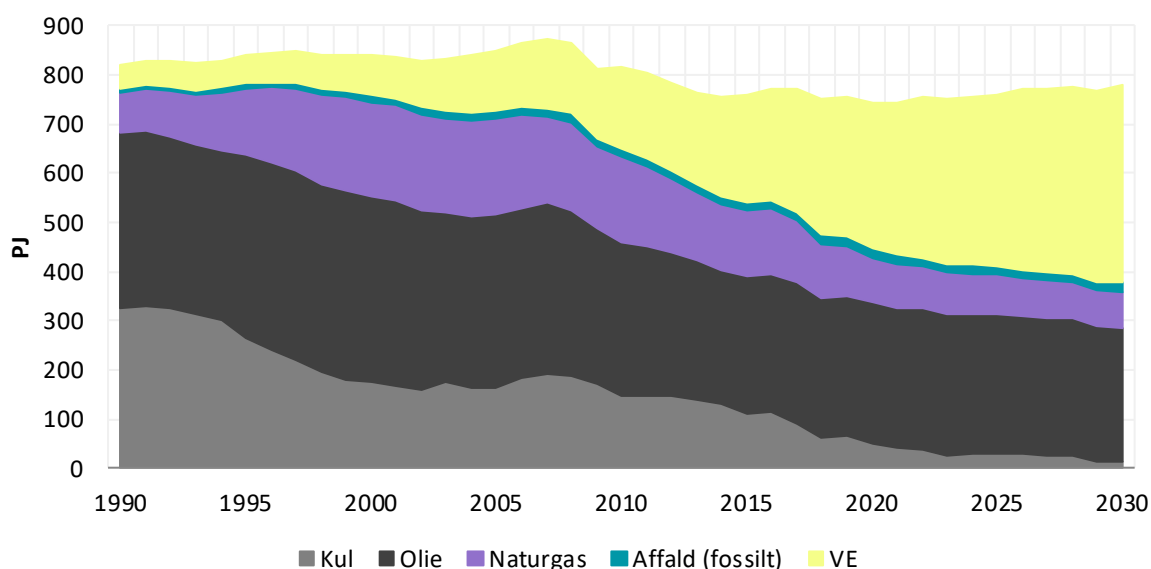
Bruttoenergiforbruget forventes at falde frem til 2020 med 1,2 pct. årligt, hvorefter bruttoenergiforbruget vil stige svagt til 778 PJ i 2030, hvilket svarer til forbruget i 2017.

Kulforbruget reduceres markant frem til 2030 med 14 pct. årligt, hvilket især er betinget af forventninger om ophør af brug af kul i den centrale kraftvarmeproduktion.

I 2030 vil det alene være på Fynsværket og i cementindustrien, at der vil være et større kulforbrug. Dog vil der være værker, som bevarer muligheden for drift på kul, men hvor anvendelsen er forudsat at være begrænset.

Fremskrivningen viser, at bruttoenergiforbruget falder frem til 2020 for siden at stige svagt og i 2030 vil svare til forbruget i 2017. Især forbruget af kul er faldende og vil i 2030 helt overvejende være begrænset til Fynsværket og cementindustrien.

Figur 4: Bruttoenergiforbrug fordelt på energiformer 1990-2030 [PJ]. Opgørelsen 1990-2017 er korrigeret for udetemperatur/graddage i forhold til normalår (klimakorrigeret) samt elhandel med udlandet (elhandelskorrigeret, se Appendiks 1).



2.5 Det endelige energiforbrug er stigende, især for serviceerhverv

Figur 5 viser, at det endelige energiforbrug stiger til 671 PJ i 2030 svarende til en årlig stigning på 0,4 pct.

Kun husholdningernes energiforbrug forventes at være faldende (0,5 pct. årligt), mens der for de øvrige sektorer forventes et jævnt stigende energiforbrug. Størst er stigningen i serviceerhvervenes energiforbrug, der stiger 2,8 pct. årligt, hvilket er betinget af et forventet nyt elforbrug fra store datacentre (COWI A/S for Energistyrelsen, 2018). Der er fortsat betydelig usikkerhed forbundet med fremskrivningen af store datacentres elforbrug.

Serviceerhvervenes andel af det endelige energiforbrug stiger til 18 pct. i 2030, hvilket næsten svarer til fremstillingserhvervenes andel, der er 20 pct. i 2030.

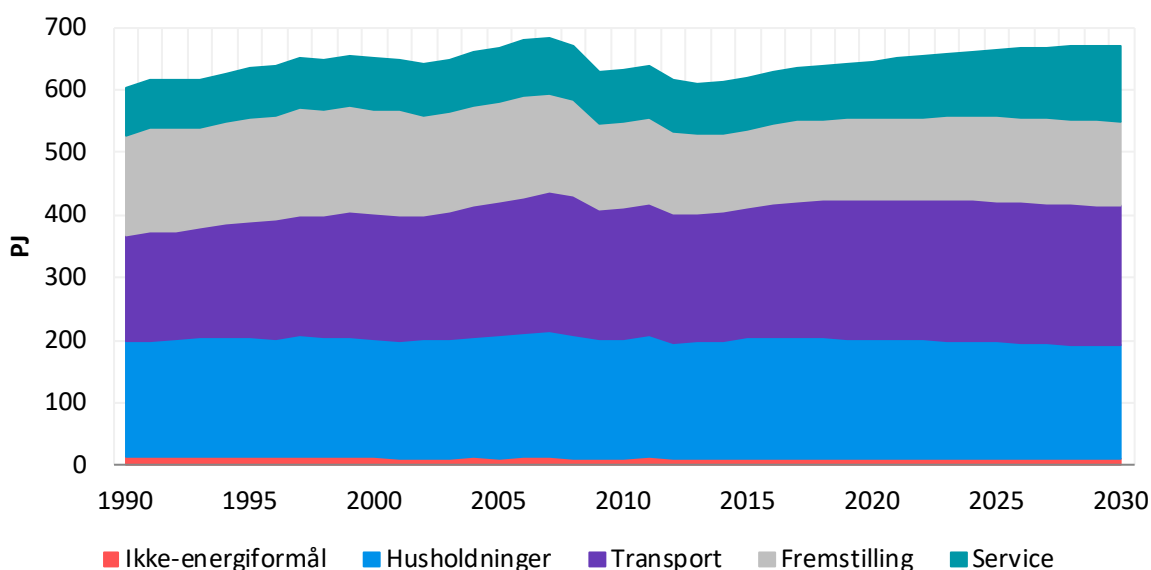
Fremstillingserhvervenes energiforbrug stiger 0,4 pct. årligt, hvilket er et resultat af den økonomiske vækst i kombination med effekten af energieffektiviseringstiltag.

Erhvervslivets energieffektivitet afspejles i energiintensiteten, der udtrykker energiforbruget i forhold til erhvervslivets produktionsværdi. Erhvervslivets samlede energiintensitet falder med omkring 1 pct. årligt frem til 2024, men den årlige reduktionsrate halveres fra 2025 under fravær af nye tiltag (Kapitel 4.6).

Transportsektorens energiforbrug stiger 0,2 pct. årligt, hvilket især skyldes et stigende transportarbejde.

Fremskrivningen viser, at det endelige energiforbrug forventes at stige med 0,4 pct. årligt, hvilket især er betinget af et stigende elforbrug til store datacentre, der indgår i serviceerhvervenes energiforbrug.

Figur 5: Endeligt energiforbrug fordelt på forbrugssektorer 1990-2030 [PJ].



2.6 Elforbruget stiger grundet datacentre og elektrificering af opvarmning og transport

Elforbruget og dets sammensætning forandres frem mod 2030, hvilket især er betinget af forventninger til elforbruget fra store datacentre samt elektrificering inden for opvarmning og transport.

Figur 6 illustrerer, at elforbruget (ekskl. nettab) stiger med 3 pct. årligt frem mod 2030.

COWI A/S har for Energistyrelsen vurderet udbygningen med datacentre (COWI A/S for Energistyrelsen, 2018). På basis af denne vurdering fastholdes en forventning om, at elforbruget til store datacentre vil stige til 25,3 PJ (7 TWh) i 2030.

Elforbruget til rum- og brugsvandsopvarmning stiger over 7,7 pct. årligt til 27 PJ (7,5 TWh) i 2030, hvilket afspejler forventninger til udbredelsen af varmepumper i husholdninger, fjernvarmen og erhvervslivet.

Elforbruget til transportformål stiger til 7,5 PJ (2 TWh) i 2030 baseret på forventninger til elektrificering af jernbanen og en stigende bestand af elektrificerede køretøjer i vejtransporten.³

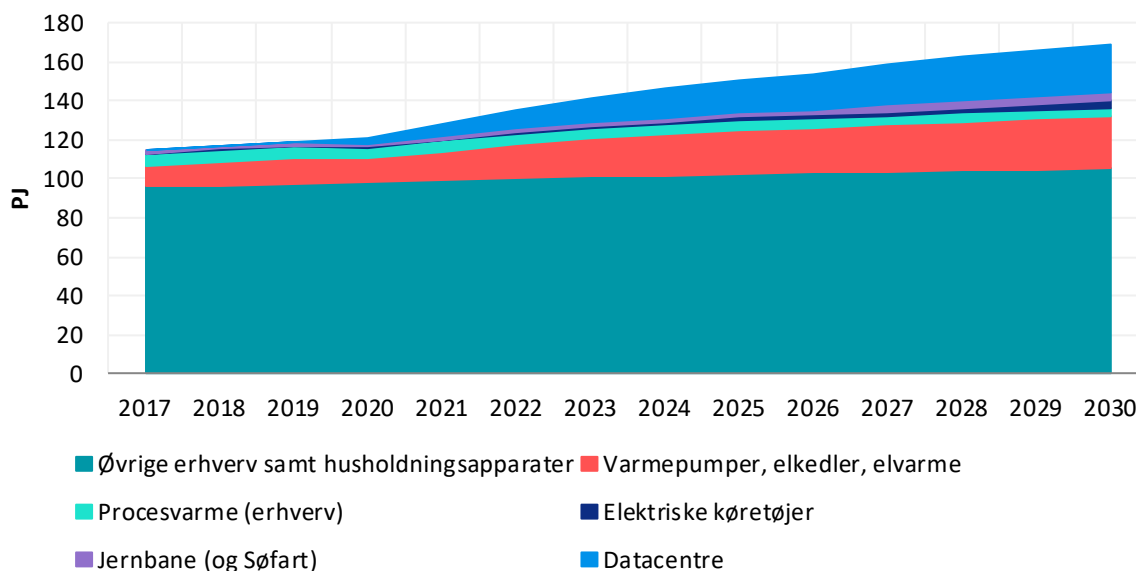
I 2018 blev der solgt 1.545 elbiler og 3.128 plug-in hybridbiler, hvilket svarer til en samlet andel på 2,1 pct. af et samlet salg på 218.565 personbiler (De Danske Bilimportører, 2019). Dertil kommer et antal elektrificerede varebiler, lastbiler og busser. Under fravær af nye tiltag forventes salget af elbiler og plug-in hybridbiler at øges til 22 pct. af det årlige salg af person- og varebiler i 2030. På den baggrund forventes elektrificerede køretøjer at udgøre knap 9 pct. af den samlede bestand af person- og varebiler i 2030.

Figur 7 viser elforbrugets fordeling på anvendelser i 2030, hvoraf fremgår, at datacentre forventes at udgøre 15 pct., elforbruget til opvarmning 13 pct. og elforbruget til vej- og jernbanetransport 4 pct.

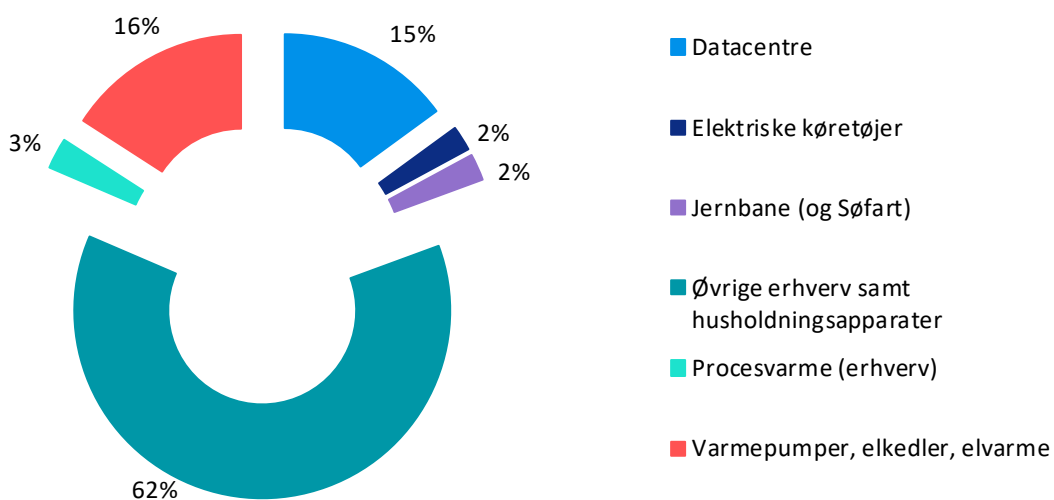
Fremskrivningen viser, at elforbruget forventes at stige 3 pct. årligt, hvilket er betinget af et stigende elforbrug fra store datacentre og til opvarmningsformål, mens stigningen i elforbrug til transportformål har mindre betydning for det samlede elforbrug.

³ Elektrificerede køretøjer omfatter elbiler (BEV, EV) og plug-in hybridbiler (PHEV), mens hybridbiler (HEV) er kategoriseret i forhold til primærbrændsel (typisk benzin).

Figur 6: Elforbruget (ekskl. nettab) og dets fordeling på anvendelser 2017-2030 [PJ].



Figur 7: Elforbruget (ekskl. nettab) og dets fordeling på anvendelser i 2030 [pct.].



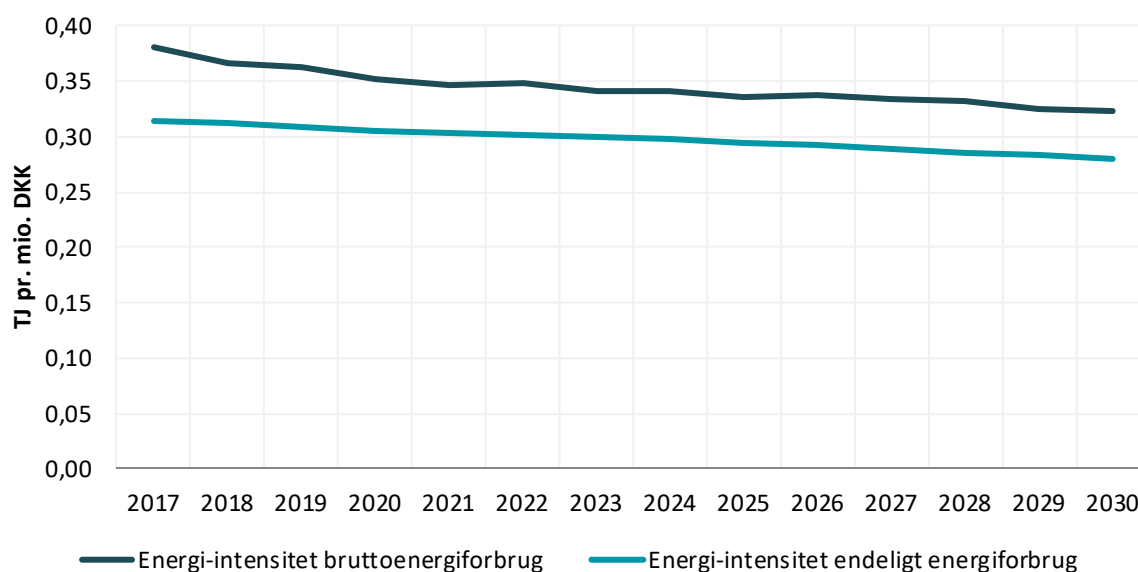
2.7 Den makro-økonomiske energiintensitet er faldende

Den makroøkonomiske energiintensitet sammenholder udviklingen i energiforbrug med udviklingen i bruttonationalproduktet. Energiintensiteten kan på et overordnet niveau bidrage til at afspejle udviklingen i økonomisk energieffektivitet, omend den ikke tjener til at beskrive udviklingen i teknisk energieffektivitet.⁴

Figur 8 viser, at energiintensiteten målt som bruttoenergiforbruget ift. bruttonationalproduktet (BNP) forventes at falde fra 0,38 TJ per mio. kr. til 0,32 TJ per mio. kr. i 2030 svarende til et årligt fald i energiintensiteten på 1,2 pct. Det fremgår endvidere, at energiintensiteten målt ved det endelige energiforbrug forventes at falde 0,9 pct. årligt.

Fremskrivningen viser, at den makro-økonomiske energiintensitet er faldende (stigende energieffektivitet). Energiintensiteten målt ved bruttoenergiforbruget ift. BNP forventes at falde 1,2 pct. årligt.

Figur 8: Makro-økonomisk energiintensitet målt ift. hhv. bruttoenergiforbrug og endeligt energiforbrug 2017-2030 [TJ per mio. DKK].



2.8 Følsomheder og metodeovervejelser

Fremskrivningen hviler på en række centrale forudsætninger, der er usikkerhed omkring. Ændringer i disse forudsætninger kan have væsentlig betydning for fremskrivningens nøgleresultater.

Udvalgte følsomheders betydning for fremskrivningens nøgleresultater behandles i Kapitel 8.

⁴ Energiintensiteten tager ikke højde for energiforbruget ved international søfart og luftfart, om end disse indgår i BNP.

3 Husholdningernes energiforbrug

3.1 Hovedpointer

- 83 pct. af husholdningernes energiforbrug anvendes til opvarmningsformål, resten til elapparater. Husholdningernes energiforbrug til opvarmning forventes at falde 0,6 pct. årligt trods en forventet stigning i boligarealet på 0,5 pct. årligt i perioden. Effekten skyldes især fortsat effektivisering af bygninger og et forventet skift til mere effektive opvarmningsteknologier, primært varmepumper.
- Forbruget af fjernvarme er let vigende, men udgør 44 pct. af husholdningernes energiforbrug til opvarmning i hele perioden.
- Olieforbruget til opvarmning forventes i 2030 at udgøre under 2 pct. af det endelige energiforbrug til opvarmning, hvilket afspejler, at de senere årtiers udfasning af olieforbrug til opvarmning forventes at fortsætte.
- Gasforbruget fortsætter med at udgøre en væsentlig, men let vigende andel af energiforbruget til opvarmning. Gasforbruget forventes at falde 1,6 pct. om året og forventes at udgøre 14 pct. af energiforbruget til opvarmning i 2030.
- De senere års stigning i forbruget af træpiller til opvarmning forventes at have toppet, og forbruget forventes i 2030 at være faldet til at udgøre 6 pct. af energiforbruget til opvarmning.
- Bidraget til rumopvarmning fra varmepumper stiger 7,4 pct. årligt. Varmepumper til opvarmningsformål erstatter et vigende forbrug af træpiller, olie og gas, og vil udgøre 16 pct. af energiforbruget til opvarmning i 2030.
- Elforbruget til apparater forventes at stige med 0,3 pct. årligt fra 2017 til 2030, mens antallet af elektriske apparater stiger med 2,3 pct. årligt. Forskellen skyldes især, at el-apparater bliver stadigt mere effektive pga. EU's Ecodesign direktiv.

3.2 Det samlede billede

Husholdningernes endelige energiforbrug udgjorde 30 pct. af det samlede endelige energiforbrug i 2017 og forventes at falde til 27 pct. i 2030. Andelen af energiforbruget, der anvendes til opvarmningsformål, er omkring 83 pct. i hele perioden. Husholdningernes øvrige energiforbrug anvendes til el-apparater.

Figur 9 viser, at forbruget af fjernvarme er let vigende og udgør 44 pct. af husholdningernes energiforbrug til opvarmning i hele perioden.

Olieforbruget til opvarmning er faldet fra at udgøre 22 pct. af husholdningernes energiforbrug til opvarmning i 2000 til at udgøre 6 pct. i 2017. I 2030 forventes olie at udgøre under 2 pct. af det endelige energiforbrug til opvarmning betinget af, at de senere årtiers udfasning af olieforbrug til opvarmning fortsætter.

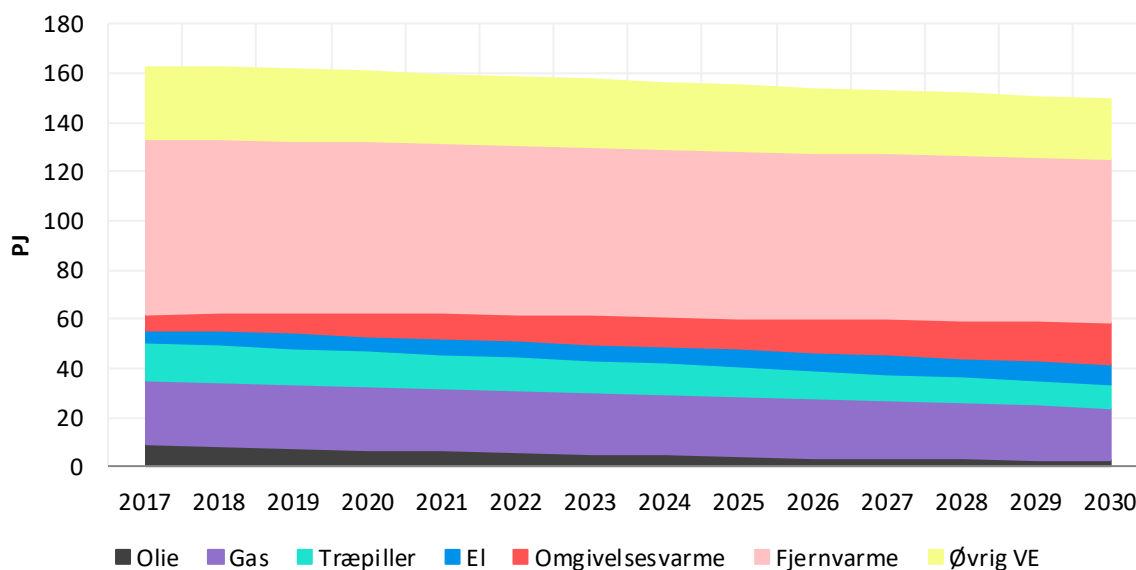
Frem til 2003 skiftede husholdningerne især til gas og fra 2004 især til træpiller. Figur 9 viser, at energiforbrugets fordeling på energivarer fortsat er i forandring. Frem mod 2030 forventes træpilleforbruget at falde med 3,5 pct. om året, mens forbruget af olie og gas vil falde med hhv. 9,3 pct. og 1,6 pct. årligt. Det faldende forbrug af træpiller og fossile brændsler modsvarer af et stigende bidrag fra varmepumper, der stiger med 7,4 pct. årligt.

Det øvrige forbrug af VE, som især består af brænde, falder med 1,5 pct. årligt frem mod 2030.

På trods af et stigende antal elektriske apparater har elforbruget hertil været konstant de seneste 15 år, hvilket skyldes, at elektriske apparater er blevet mere effektive bl.a. som følge af EU's Ecodesign direktiv og Energimærkningsdirektiv. I fremskrivningen forventes antallet af apparater at stige med 2,3 pct. årligt, mens elforbruget hertil forventes at stige 0,3 pct. årligt frem mod 2030.

Fremskrivningen viser, at varmepumper i stigende grad erstatter forbruget af fossile brændsler og træpiller til opvarmning, og at husholdningerne vil købe flere, mere effektive el-apparater.

Figur 9: Husholdningernes endelige energiforbrug til opvarmning 2017-2030 [PJ]. Gas omfatter ledningsgas, dvs. naturgas, bygas og bionaturgas. Øvrig VE omfatter især brænde, men også solvarme og halm.



3.3 Energiforbruget til opvarmning falder trods stigning i opvarmet boligareal

Husholdningernes endelige energiforbrug til opvarmning forventes at falde til 150 PJ i 2030 svarende til et fald på 0,6 pct. årligt. Samtidig forventes det samlede opvarmede boligareal at stige med 0,5 pct. årligt i perioden.

Nettovarmebehovet forventes at falde fra 140 PJ i 2017 til 135 PJ i 2030. Faldet skyldes højere isoleringsstandard i nybyggede huse, løbende efterisolering af eksisterende bygninger og nedrivninger. Denne udvikling hænger sammen med stramninger i bygningsreglementet og energiselskabernes energispareindsats frem til 2020 samt effekterne af den nye tilskudsordning til energibesparelser i bygninger fra 2021 til 2024.

Fremskrivningen viser, at energiforbruget til opvarmning falder trods stigning i opvarmet bolig-areal, hvilket især er betinget af stramninger i bygningsreglementet samt energiselskabernes energispareindsats frem til 2020 og de forventede effekter af den nye energisparepulje til 2024.

3.4 Varmepumper fylder mere i husholdningernes opvarmning

Frem mod 2030 forventes varmepumper i stigende grad at fortrænge andre opvarmningsteknologier, hvilket især er betinget af lempelser af elvarmeafgiften i Erhvervs- og iværksætteraftalen fra 2017 og i Energiaftale 2018 (EFKM, 2018).

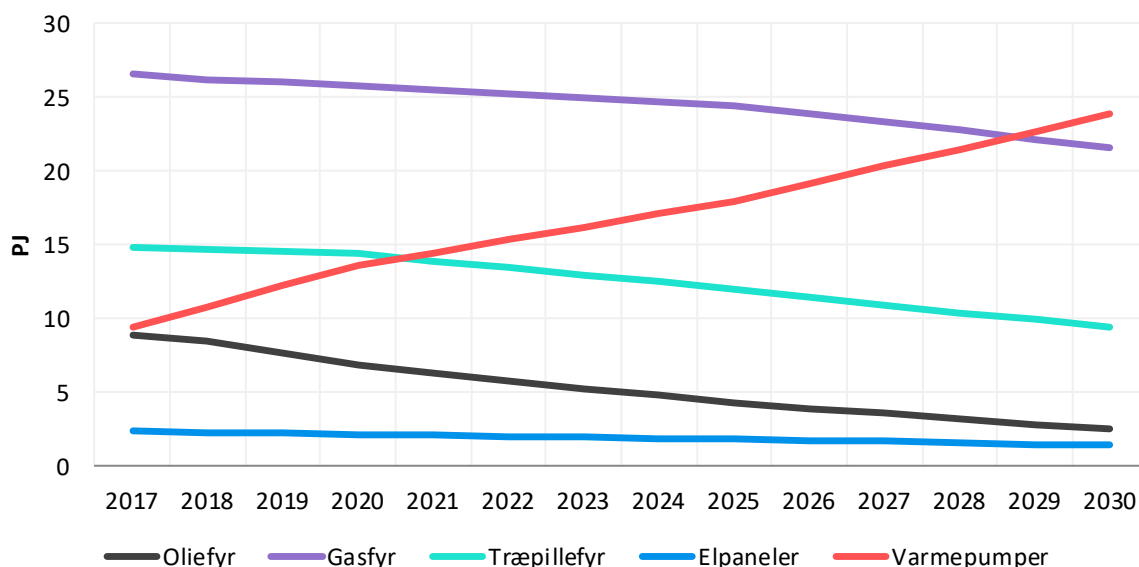
Figur 10 viser, at forbruget af olie, gas og træpiller til opvarmningsformål forventes at falde frem mod 2030. Efter flere års stigning forventes forbruget af træpiller at falde med 3,5 pct. årligt og vil i 2030 være faldet til 9 PJ svarende til niveauet i 2006.

Varmepumper forventes især at erstatte forbruget af olie og træpiller til opvarmningsformål. Bidraget fra varmepumper stiger med 7,4 pct. årligt og forventes at overstige forbruget af træpiller fra 2021. Elforbruget til elpaneler forventes at være faldet til 1,5 PJ i 2030.

Gas forventes fortsat at udgøre en væsentlig andel af opvarmningen med en andel på 14 pct. i 2030.

Fremskrivningen viser, at varmepumper vil erstatte et vigende forbrug af fossile brændsler og træpiller. Mens forbruget af olie er ved at være udfaset i 2030, vil gas fortsat udgøre en væsentlig andel af opvarmningen.

Figur 10: Husholdningernes endelige energiforbrug fordelt på udvalgte opvarmningsteknologier 2017-2030 [PJ]. Varmepumpers energiforbrug inkluderer omgivelsesvarme og elforbrug. Gas omfatter naturgas, bygas og bionaturgas. Fjernvarme og brænde er her udeladt.

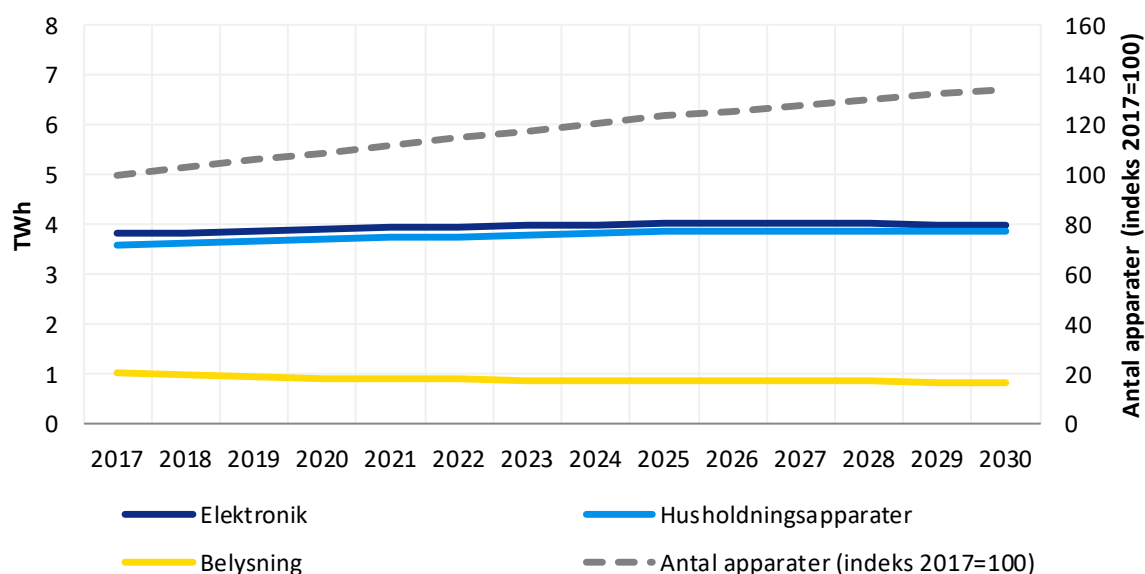


3.5 Flere, mere effektive elektriske apparater

Vækst i det økonomiske privatforbrug betyder, at der vil blive købt flere elektriske apparater. Figur 11 illustrerer, at antallet af elektriske apparater forventes at stige med 2,3 pct. årligt. Samtidig forbedres apparaternes effektivitet med effekt fra Ecodesign direktivet (EU Commission, 2009) og mere effektive apparater foretrækkes af forbrugere med effekt fra Energimærkningsdirektivet (EU Commission, 2017a). Fremskrivningen er samtidig betinget af en forventning om, at flere produkter løbende omfattes af disse regler. Elforbruget til apparater forventes på den baggrund at være tilnærmelsesvist fladt, omkring 31 PJ (8,7 TWh).

Fremskrivningen viser, at der vil være et svagt stigende elforbrug til flere, men mere effektive elektriske apparater. De elektriske apparaters effektivisering er betinget af EU's produktstandarder for Ecodesign og Energimærkning.

Figur 11: Antal elektriske apparater [Indeks] og elforbrugets udvikling for anvendelserne elektronik, husholdningsapparater og belysning 2017-2030 [TWh].



3.6 Følsomheder og metodeovervejelser

Forventninger til husholdningernes valg af opvarmningsteknologi er følsom over for brændselsprisen samt forbrugerpriser på el- og fjernvarme. Desuden har forudsætninger om teknologiomkostninger for individuelle opvarmningsteknologier væsentlig betydning. Energistyrelsens grundlag for forventningen kan bl.a. findes i Energistyrelsens teknologikatalog for individuelle opvarmningsanlæg (Energistyrelsen, 2019i).

Udvalgte følsomheders betydning for fremskrivningens nøgleresultater behandles i Kapitel 8.

4 Erhvervslivets endelige energiforbrug

4.1 Hovedpointer

- Erhvervslivets endelige energiforbrug stiger 1,4 pct. årligt frem mod 2030. Stigningen er især betinget af et øget elforbrug til store datacentre samt udløbet af energisparepuljer i 2024.
- Omkring 3/4 af erhvervslivets forbrug af fossile brændsler anvendes til mellem- og højtemperatur-procesvarme i 2030. Omkring 1/3 af olieforbruget går til transportformål såsom traktorer, fiskekuttere og entreprenørmaskiner.
- Erhvervslivets endelige forbrug af vedvarende energi stiger med 5,5 pct. årligt og forventes at udgøre 13 pct. af erhvervslivets endelige energiforbrug i 2030.
- Erhvervslivets forbrug af el stiger med omkring 3 pct. årligt, hvoraf elforbruget fra store datacentre udgør 80 pct. af stigningen.
- Erhvervslivets anvendelse af varmepumper er stigende både til rumopvarmning og procesvarme. Forbruget af el og omgivelsesvarme til varmepumper stiger fra at udgøre 2 pct. af erhvervslivets endelige energiforbrug i 2017 til 5 pct. i 2030.
- Erhvervslivets energiintensitet (uden datacentre) falder frem mod 2030, men reduktionstakten halveres fra 2025 ved udløbet af energisparepuljer i 2024.

Foto 1: Industrimiljø i Esbjerg. Procesrelaterede udledninger fra industrien forventes at udgøre en stigende andel af erhvervslivets samlede udledninger (Tekstboks 2, side 60).



4.2 Det samlede billede

I 2017 udgjorde erhvervslivets endelige energiforbrug 34 pct. af det samlede endelige energiforbrug, og det forventes at stige til 38 pct. i 2030. Figur 12 illustrerer, at udviklingen kan deles op i to perioder. Fra 2017 til 2020 stiger erhvervslivets energiforbrug 0,9 pct. årligt, mens det fra 2021 til 2030 stiger med 1,5 pct. årligt svarende til en gennemsnitlig stigningstakt på 1,4 pct. årligt.

Erhvervslivets stigende energiforbrug er betinget af et stigende elforbrug til store datacentre. Der er væsentlig usikkerhed knyttet til fremskrivningen af elforbrug til datacentre (COWI A/S for Energistyrelsen, 2018). Energiforbruget uden datacentre stiger 0,6 pct. årligt.

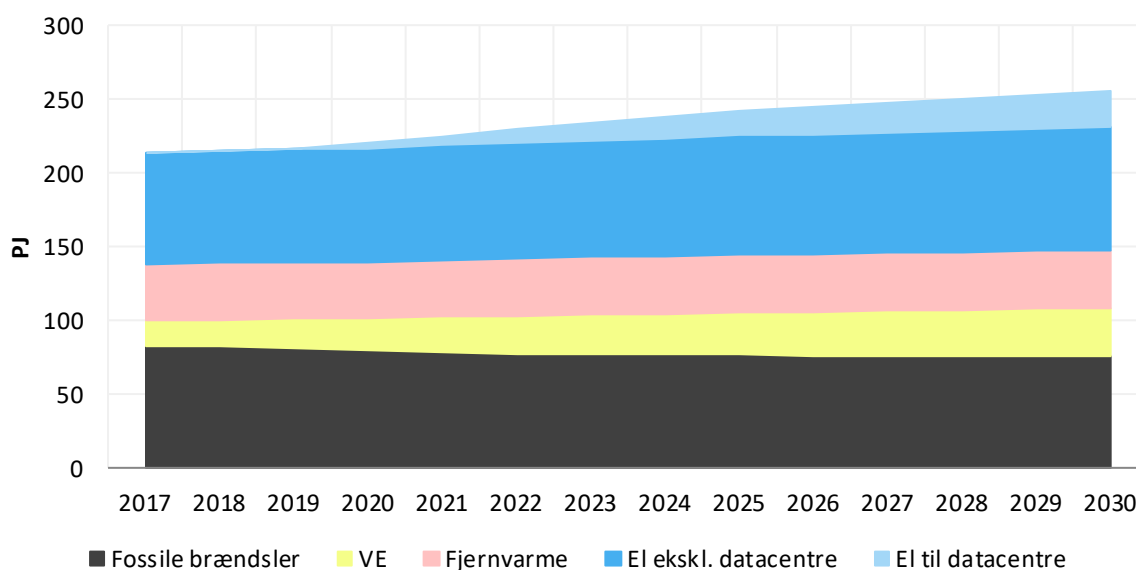
Erhvervslivets samlede elforbrug stiger fra 76 PJ i 2017 til 108 PJ i 2030 svarende til en stigningstakt på 2,8 pct. årligt. 80 pct. af denne stigning er betinget af et stigende forbrug af el til store datacentre. Erhvervslivets elforbrug uden datacentre stiger med 0,7 pct. årligt.

Fra 2017 til 2030 falder erhvervslivets endelige forbrug af fossile brændsler fra 83 PJ til 75 PJ, hvilket betyder, at den fossile andel af erhvervslivets endelige energiforbrug falder fra 39 pct. til 29 pct. Omkring 3/4-del af erhvervslivets forbrug af fossile brændsler anvendes til mellem- og højtemperatur-procesvarme. Forbruget af vedvarende energi stiger fra at udgøre 8 pct. af det samlede endelige energiforbrug til erhverv i 2017 til at udgøre 13 pct. i 2030 svarende til en stigningstakt på 5,5 pct. årligt. Udviklingen skyldes især et øget forbrug af VE-gas samt varmepumper.

Erhvervslivets energieffektivitet forventes fortsat at stige frem til 2030, men stigningstakten halveres fra 2025. Det skyldes, at Energiforforskningsrådets energisparepuljer gælder til 2024.

Fremskrivningen viser, at erhvervslivets energiforbrug stiger 1,4 pct. årligt frem mod 2030, hvilket skyldes et stigende elforbrug fra datacentre samt vigende energieffektivisering efter 2024. Den fossile andel af erhvervslivets endelige energiforbrug falder til 29 pct. i 2030.

Figur 12: Erhvervslivets endelige energiforbrug fordelt på energiarter 2017-2030 [PJ].



4.3 Det fossile brændselsforbrug falder lidt frem mod 2030

Figur 13 viser, at erhvervslivets endelige forbrug af fossile brændsler falder med 1,2 pct. årligt frem til 2024 for derefter at falde med 0,3 pct. årligt. Forbruget af kul og koks samt petroleumskoks og fossilt affald forventes dog at stige med omkring 1 pct. årligt grundet forventet økonomisk vækst.

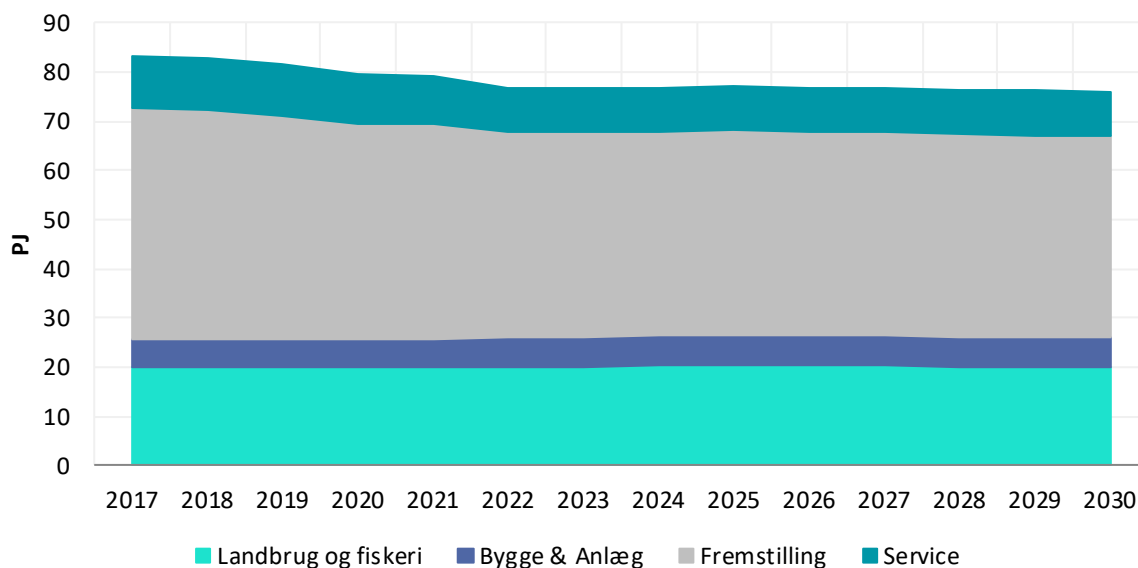
Serviceerhvervenes forbrug af fossile brændsler falder fra 11 PJ i 2017 til 9 PJ i 2024 svarende til omkring 3 pct. årligt. Fra 2025 forventes servicesektorens forbrug af fossile brændsler at stagnere.

Fremstillingserhvervenes forbrug af fossile brændsler falder med cirka 2 pct. årligt frem mod 2024 for herefter at stagnere.

Forbruget af fossile brændsler i bygge- og anlægserhvervet samt landbrug, skovbrug og fiskeri forventes i 2030 at være uændret ift. 2017.

Fremskrivningen viser, at erhvervslivets forbrug af fossile brændsler falder frem til 2024 og herefter stagnerer. I serviceerhvervene er det især naturgasforbruget til rumopvarmning, der reduceres frem mod 2024.

Figur 13: Erhvervslivets endelige forbrug af fossile brændsler fordelt på sektorer 2017-2030 [PJ].



4.4 Fossile brændsler anvendes især til mellem- og højtemperatur-procesvarme

Figur 14 viser, at erhvervslivets forbrug af fossile brændsler i 2030 finder anvendelse til intern transport, procesvarme samt rumopvarmning. Intern transport er erhvervstransport, der foregår i køretøjer og maskiner, f.eks. entreprenørmaskiner, traktorer, mejetærskere, fiskekuttere og trucks. Energiforbrug til anden erhvervstransport, såsom varebiler, indgår i transportsektorens energiforbrug (Kapitel 5).

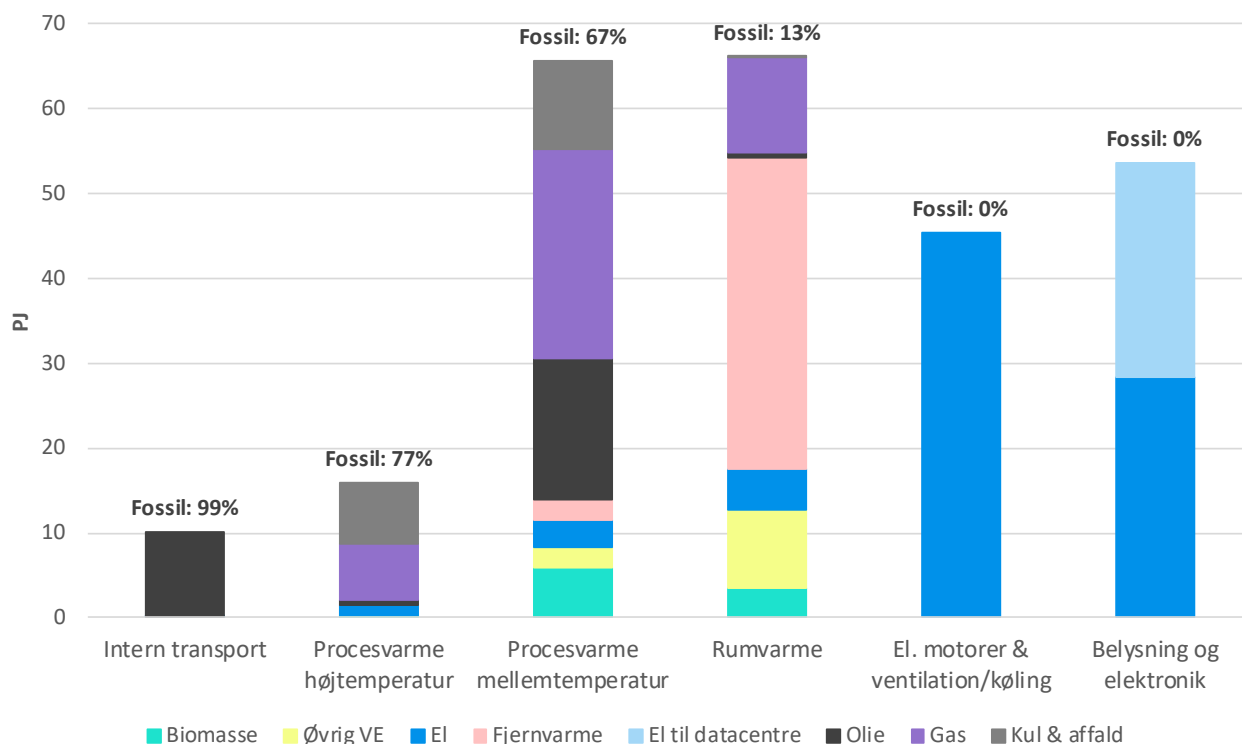
Over 50 pct. af erhvervslivets forbrug af fossile brændsler forventes i 2030 at blive anvendt til mellemtemperatur-procesvarme (under 150 °C), mens omkring 25 pct. anvendes til højtemperatur-procesvarme (over 150°C).

Omkring 2/3-del af energiforbruget til højtemperatur-procesvarme er direkte indfyring af især kul, koks, petroleumskoks samt gas f.eks. ved produktion af cement og brænding af tegl.

Fossile brændsler forventes samlet set at udgøre 67 pct. af energiforbruget til mellemtemperatur-procesvarme, 77 pct. af energiforbruget til højtemperatur-procesvarme (over 150°C) og 13 pct. af energiforbruget til rumvarme.

Fremskrivningen viser, at over 50 pct. af erhvervslivets forbrug af fossile brændsler i 2030 forventes at blive anvendt til mellemtemperatur-procesvarme (under 150 °C), mens omkring 25 pct. anvendes til højtemperatur-procesvarme (over 150°C).

Figur 14: Erhvervslivets forbrug af energiformer fordelt på anvendelser i 2030 [PJ] samt andel af fossile brændstoffer [pct.]. Kul omfatter forbruget af kul og koks samt petroleumskoks og fossilt affald. Gas dækker over ledningsgas, der omfatter naturgas og bionaturgas. Den fossile andel medregner ikke fossile brændsler anvendt til el- og fjernvarmeproduktion.



4.5 Anvendelsen af varmepumper stiger både til rumopvarmning og proces

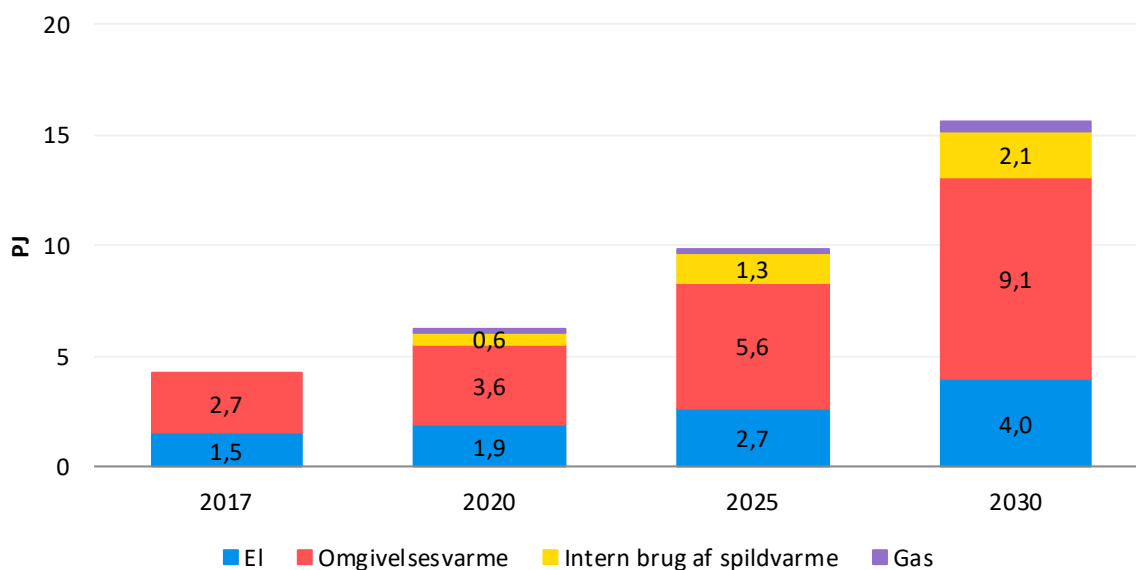
Anvendelsen af varmepumper til rumopvarmning er i stigning, men også anvendelsen af varmepumper til procesformål stiger. Ved at udnytte intern spildvarme fra processer kan varmepumper levere højere temperaturer med høj effektivitet, hvilket understøtter en stigende anvendelse til procesformål.

Figur 15 viser, at erhvervslivets elforbrug til varmepumper forventes at stige fra 1,5 PJ i 2017 til 4 PJ i 2030 svarende til 7,6 pct. årligt.

Forbruget af el og omgivelsesvarme til varmepumper forventes at stige fra i 2017 at udgøre 2 pct. af erhvervslivets endelige energiforbrug til 5 pct. i 2030.

Fremskrivningen viser, at erhvervslivet forventes at investere i varmepumper, der anvendes til både rumopvarmning og procesvarme. Forbruget af el og omgivelsesvarme til varmepumper vil udgøre 5 pct. af erhvervslivets endelige energiforbrug i 2030.

Figur 15: Erhvervslivets energiforbrug til varmepumper [PJ].



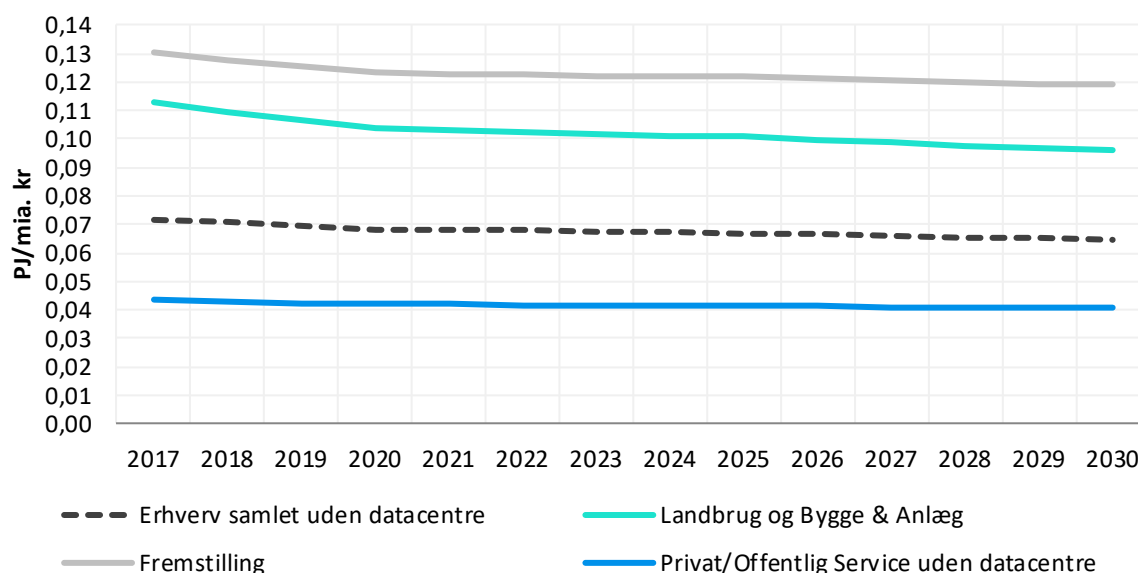
4.6 Energiintensiteten reduceres fortsat, men i mindre grad fra 2025

Erhvervslivets energieffektivitet afspejles i energiintensiteten, der udtrykker energiforbruget i forhold til erhvervslivets produktionsværdi. Faldende energiintensitet er således et udtryk for stigende økonomisk energieffektivitet. Opgørelsen af energiintensiteter er bl.a. uden datacentre, da der endnu ikke findes et statistisk grundlag for at vurdere produktionsværdien af datacentre.⁵

Figur 16 viser, at energiintensiteten falder frem mod 2030. Erhvervslivets samlede energiintensitet falder med omkring 1 pct. årligt frem til 2024. Fra 2025 halveres faldet i energiintensiteten til 0,5 pct. årligt.

Fremskrivningen viser, at erhvervslivets energiintensitet falder frem mod 2030, men den årlige reduktionsrate halveres fra 2025 under fravær af nye tiltag.

Figur 16: Erhvervslivets energiintensiteter fordelt på erhverv 2017-2030 [PJ/mia.kr].



4.7 Følsomheder og metodeovervejelser

Fremskrivningen af erhvervslivets energiforbrug er følsom over for forventningen til den økonomiske vækst, hvilket indgår som en overordnet eksogen forudsætning.

Fremskrivningen er desuden følsom over for forudsætninger omkring elforbrug til datacentre og antagelser om effekten af energisparepuljen frem til 2024. Teknologivalg og brændselsanvendelse afhænger især af forudsætninger om teknologiomkostninger, brændselspriser og CO₂-kvoteprisen.

Væsentlige følsomheders mulige konsekvenser for nøgleresultater behandles i Kapitel 8.

⁵ Undtaget er også søtransport, forsyningssektoren og energiproduktionserhverv såsom raffinaderier. Produktionsværdier og energiforbrug herfra indgår ikke i denne opgørelse af energiintensiteter.

5 Transportens energiforbrug

5.1 Hovedpointer

- Transportens endelige energiforbrug stiger omkring 0,2 pct. årligt frem mod 2030.
- Andelen af fossile brændstoffer i transportens energiforbrug falder fra 95 pct. i 2017 til 92 pct. i 2030.
- VE-andelen i transporten (RES-T) stiger til 19 pct. i 2030 baseret på VE-direktivets beregningsmetode.
- Salget af elektrificerede køretøjer forventes at stige jævnt og vil udgøre omkring 22 pct. af det samlede nybilsalg og knap 9 pct. af den samlede bestand af person- og varebiler i 2030. Der er væsentlig usikkerhed knyttet til elektrificerede køretøjers andel af nybilsalget frem mod 2030.
- Elforbruget i transporten stiger omkring 13 pct. årligt frem mod 2030. Elforbruget i vejtransporten vil svare til elforbruget i jernbanetransporten i 2030.

Foto 2: Transportens endelige energiforbrug forventes at stige frem mod 2030.



5.2 Det samlede billede

Transportens endelige energiforbrug udgjorde 218 PJ i 2017 svarende til 34 pct. af det samlede endelige energiforbrug. Frem mod 2030 forventes transportens endelige energiforbrug at stige 0,2 pct. årligt og nå 223 PJ, hvilket vil svare til 33 pct. af det samlede endelige energiforbrug.

Frem til den økonomiske krise i 2008 var transportsektorens energiforbrug støt stigende. Den økonomiske krise og EU-krav til køretøjers energieffektivitet bevirkede et fald i energiforbruget fra 2008 frem til 2013, hvorefter energiforbruget atter steg, primært inden for luftfart og vejtransport. For vejtransportens vedkommende skyldtes dette især et øget vejtrafikarbejde og en associeret stigning i antallet af køretøjer, særligt små benzinbiler og mellemklasse dieselmotorer.

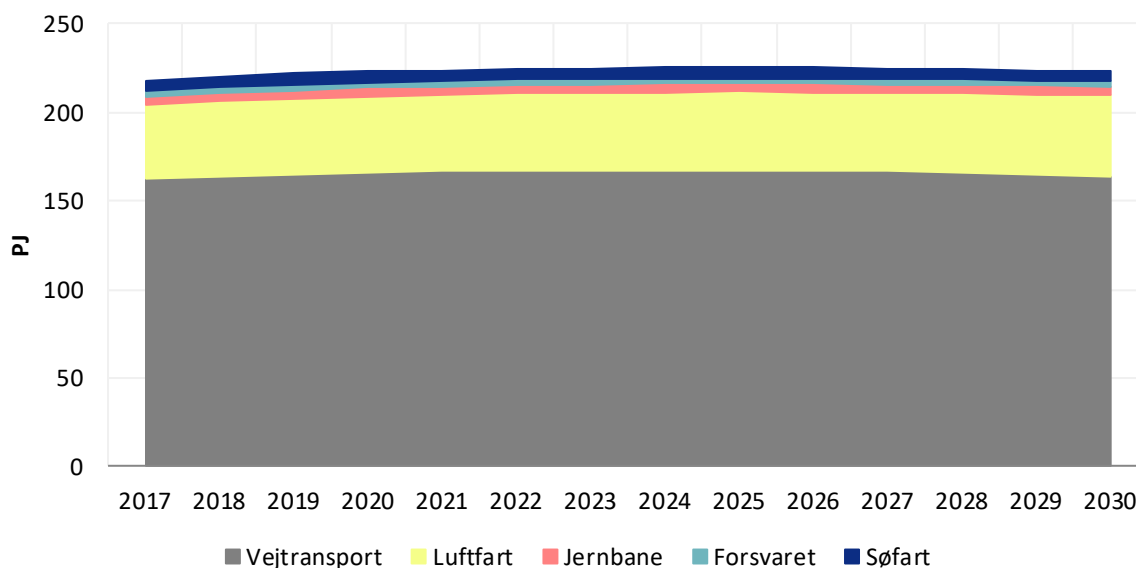
Vejtransportens energiforbrug forventes at stige med 0,1 pct. årligt frem mod 2030. Stigningen i energiforbruget er mindre end stigningen i vejtrafikarbejdet, hvilket skyldes forbedringer af køretøjernes energieffektivitet, som er et resultat af den teknologiske udvikling, herunder elbiler, samt EU's krav til producenter af personbiler, varebiler og lastbiler.

Figur 17 viser, at vejtransporten står for 74 pct. af energiforbruget til transport i 2030, hvoraf person- og varebiler står for 47 pct.-point. Luftfartens energiforbrug forventes at stige med 0,6 pct. årligt og vil i 2030 udgøre 20 pct. af transportens energiforbrug. Denne stigning dækker over, at lufttrafikken stiger 35 pct., mens energieffektiviteten forbedres med 26 pct.

Andelen af fossile brændstoffer i transportens energiforbrug falder fra 95 pct. i 2017 til 92 pct. i 2030. VE-andelen i transporten (RES-T) stiger dog til 19 pct. i 2030 baseret på VE-direktivets beregningsmetode, der afspejler værdien af et reduceret konverteringstab ved anvendelse af VE-baseret elektricitet til transport (se ordforklaring). VE-andelens stigning skyldes især et øget forbrug af elektricitet, der i stigende grad produceres med vedvarende energikilder (Kapitel 6.3). I 2030 vil VE-andelen af transportens elforbrug svare til forbruget af 1. generations biobrændstoffer.

Fremskrivningen viser, at vejtransporten står for 3/4-del af energiforbruget til transport. Transportens elforbrug stiger 13 pct. årligt. Andelen af fossile brændstoffer i transportens energiforbrug falder til 92 pct. i 2030. VE-andelen i transporten (RES-T) stiger til 19 pct. i 2030.

Figur 17: Transportens endelige energiforbrug fordelt på anvendelser 2017-2030 [PJ].



5.3 Elforbruget i transportsektoren er stigende

Figur 18 viser, at elforbruget i transporten stiger til 7,5 PJ i 2030 svarende til en stigning på 13 pct. årligt.

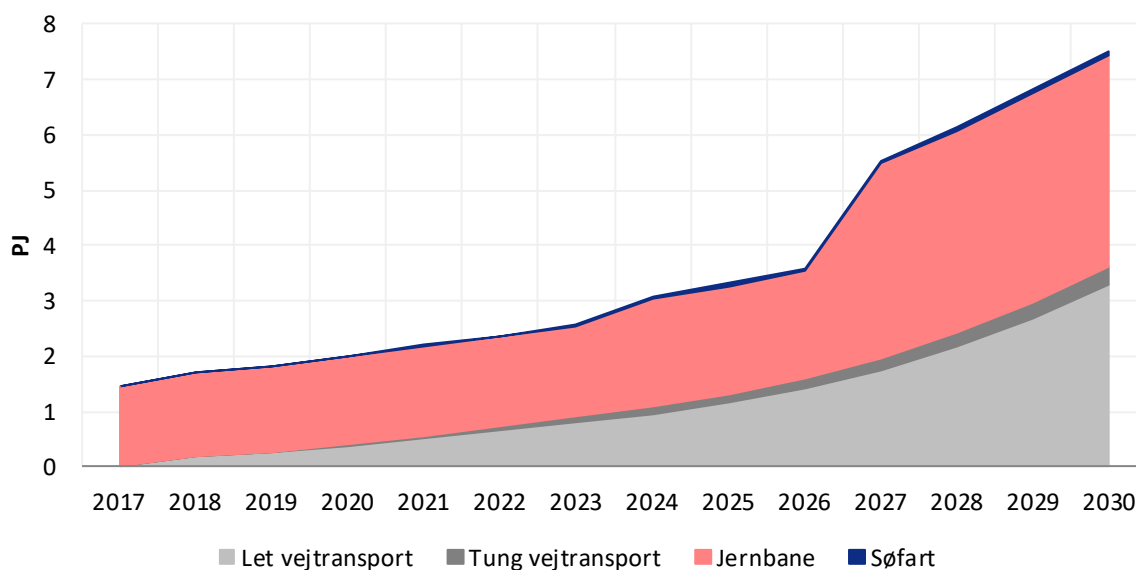
I 2030 udgør den lette vejtransport (person- og varebiler) 44 pct. og jernbanetransporten 51 pct. af transportsektorens elforbrug.

En større stigning i jernbanens elforbrug i 2027 er baseret på en forventning om en større idriftsætelse af nyt materiel samtidig med, at elektrificering af forbindelsen mellem Fredericia og Aalborg forventes at være færdig i 2026.

Dertil kommer et mindre elforbrug i den tunge vejtransport fra lastbiler og busser, primært fra rutebusser, samt et begrænset elforbrug til søtransport.

Fremskrivningen viser, at elforbruget i transportsektoren stiger 13 pct. årligt. Elforbruget til vejtransporten forventes i 2030 at svare til jernbanens elforbrug.

Figur 18: Elforbrug i transportsektoren fordelt på anvendelsesområder 2017-2030 [PJ].



5.4 Der sælges flere elbiler, andelen af bestanden udgør 9 pct. i 2030

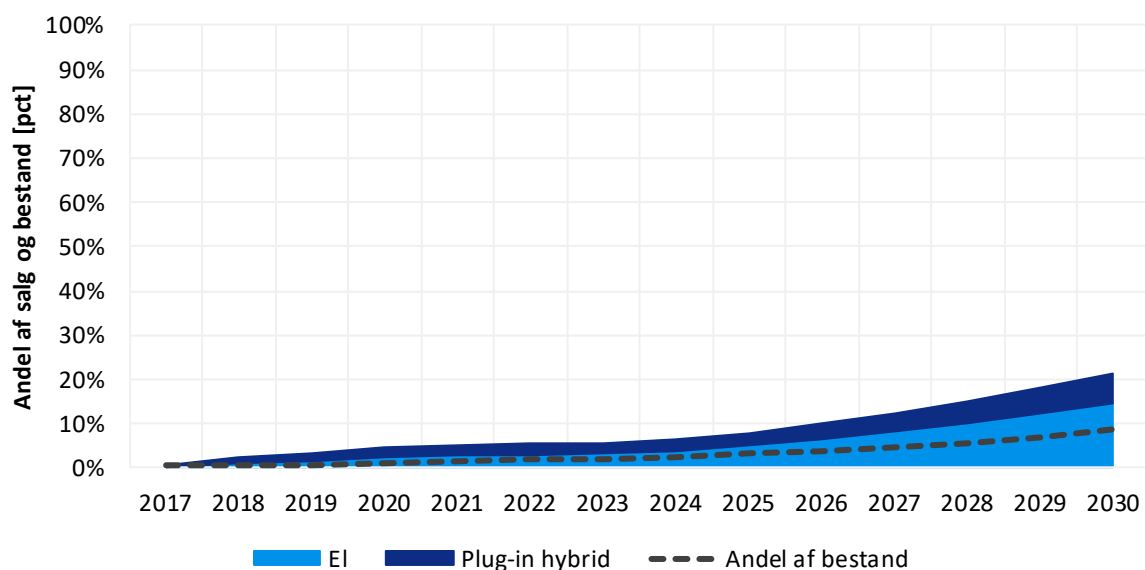
Figur 19 afspejler en forventning om, at elektrificerede person- og varebiler vil udgøre en stigende andel af nybilsalget frem mod 2030, hvilket er baseret på forventninger til teknologisk udvikling og faldende teknologiomkostninger. Elektrificerede køretøjer forventes på denne baggrund, under fravær af nye tiltag, at udgøre 22 pct. af det samlede nybilsalg af person- og varebiler i 2030. Salget af brintbiler forventes at være meget begrænset.

Bestanden af elektrificerede person- og varebiler stiger til omkring 300.000 i 2030, hvorved elektriske person- og varebiler vil udgøre knap 9 pct. af den samlede bestand i 2030.

Elbiler er på vej ind på det globale bilmarked, men er fortsat en teknologi under udvikling. Det medfører en væsentlig usikkerhed om salget og bestanden af elektrificerede køretøjer frem mod 2030.

Fremskrivningen viser, at elbiler og plug-in hybridbiler, under fravær af nye tiltag, forventes at udgøre 22 pct. af salget og knap 9 pct. af den samlede bestand af person- og varebiler i 2030. Det svarer til omkring 300.000 elektriske person- og varebiler i 2030.

Figur 19: Elektrificerede køretøjers andel af nybilsalg samt andel af samlet bestand af person- og varebiler 2017-2030 [pct.].



5.5 92 pct. af transportens energiforbrug er fossilt i 2030

Målt på det endelige energiforbrug falder andelen af fossile brændstoffer i transporten fra 95 pct. i 2017 til 92 pct. i 2030, hvilket skyldes en kombination af elektrificering af jernbane og vejtransport samt forbedret energieffektivitet for konventionelle køretøjer. Vejtransportens fossile forbrug forventes, under fravær af nye tiltag, at udgøre 73 pct. af transportens samlede fossile brændselsforbrug.

Figur 20 viser, at VE-andelen i stigende grad udgøres af elektricitet produceret med vedvarende energikilder. I 2030 vil VE-andelen af transportens elforbrug svare til forbruget af 1. generations biobrændstoffer, mens forbruget af 2. generations biobrændstoffer vil udgøre en mindre andel.

Ved beregning af VE-andelen i transporten efter VE-direktivets metode (RES-T) anvendes visse multiplikationsfaktorer, der bl.a. afspejler værdien af et reduceret konverteringstab ved anvendelse af elektricitet (se Ordforklaring for definition af RES-T). RES-T forventes at være 9 pct. i 2020 og stiger til 19 pct. i 2030.

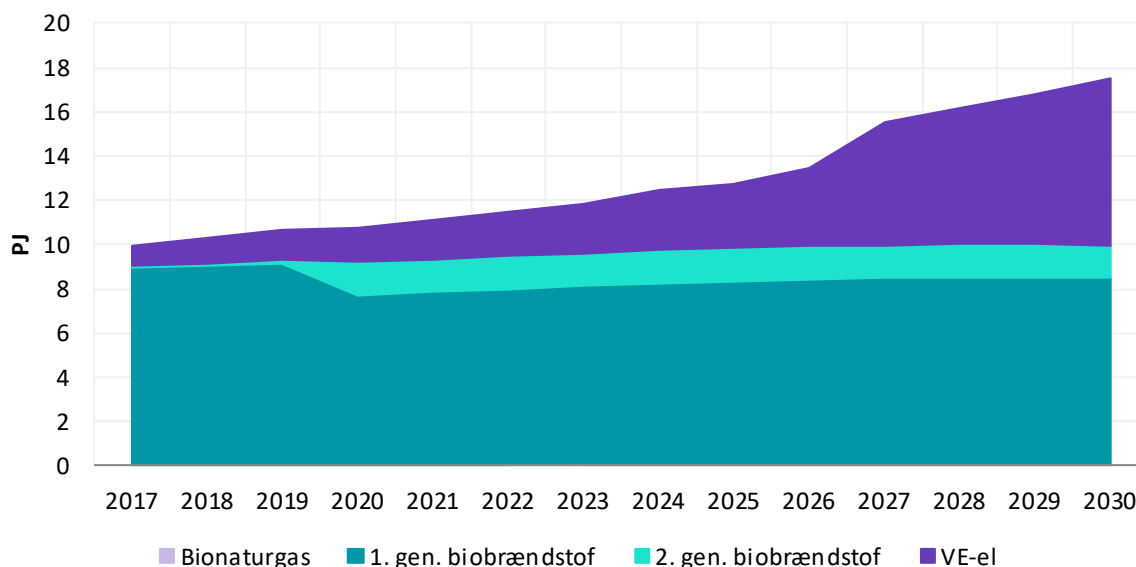
Forbruget af biobrændstof, bortset fra bionaturgas, forventes at stige til 9,8 PJ i 2030 svarende til 4 pct. af transportsektorens energiforbrug. Iblendingen af biobrændstoffer i benzin og diesel til vejtransport øges ikke efter 2020 under fravær af nye tiltag.

Forbruget af gas, hvori indgår bionaturgas, øges, men bionaturgas forventes at udgøre en meget begrænset andel af VE-forbruget.

Brændstofforbruget til luftfart forventes, under fravær af nye tiltag, at være 100 pct. fossilt i hele perioden.

Fremskrivningen viser, at andelen af vedvarende energi i transporten er stigende, men fortsat vil udgøre en mindre andel af transportens energiforbrug. VE-forbruget i transporten vil i stigende grad være præget af VE-andelen af elforbruget, der i 2030 vil svare til forbruget af 1. generations biobrændstoffer. Brændstofforbruget til luftfart forventes at være 100 pct. fossilt i hele perioden. VE-andelen i transporten beregnet efter VE-direktivets metode (RES-T) forventes at være 9 pct. i 2020 og stiger til 19 pct. i 2030.

Figur 20: VE-forbruget i transporten 2017-2030 [PJ].



5.6 Følsomheder og metodeovervejelser

Fremskrivningen er baseret på en forventning om fortsat stigende efterspørgsel efter transport på vejene. Derudover indgår en forventning om, at den teknologiske udvikling vil føre til billigere batterier og dermed billigere el- og plug-in hybridbiler. Fremskrivningen omfatter en lempelse af registreringsafgiften for elektriske køretøjer, der vil være udfaset i 2023.

Der er i fremskrivningen medtaget en effekt af nye krav fra EU til emissioner fra nyregistrerede biler, som forventes at føre til en øget energieffektivisering af konventionelle biler. Der er ikke taget stilling til effekten af eksempelvis førerløse biler eller delebiler.

Vejtransportens fremskrivning er især følsom over for forudsætninger om vejtrafkarbejdet, køretøjernes effektivitet samt det fremtidige salg af benzin- og dieslbiler og elektrificerede køretøjer. Dertil er der en metodisk usikkerhed forbundet med opgørelsen af forskellen på nye bilers normtal for brændstofforbrug og det reelle energiforbrug ved kørsel på vejene.

Fremskrivningen indregner ikke effekter af evt. anvendelse af biobrændstoffer i flybrændstoffet.

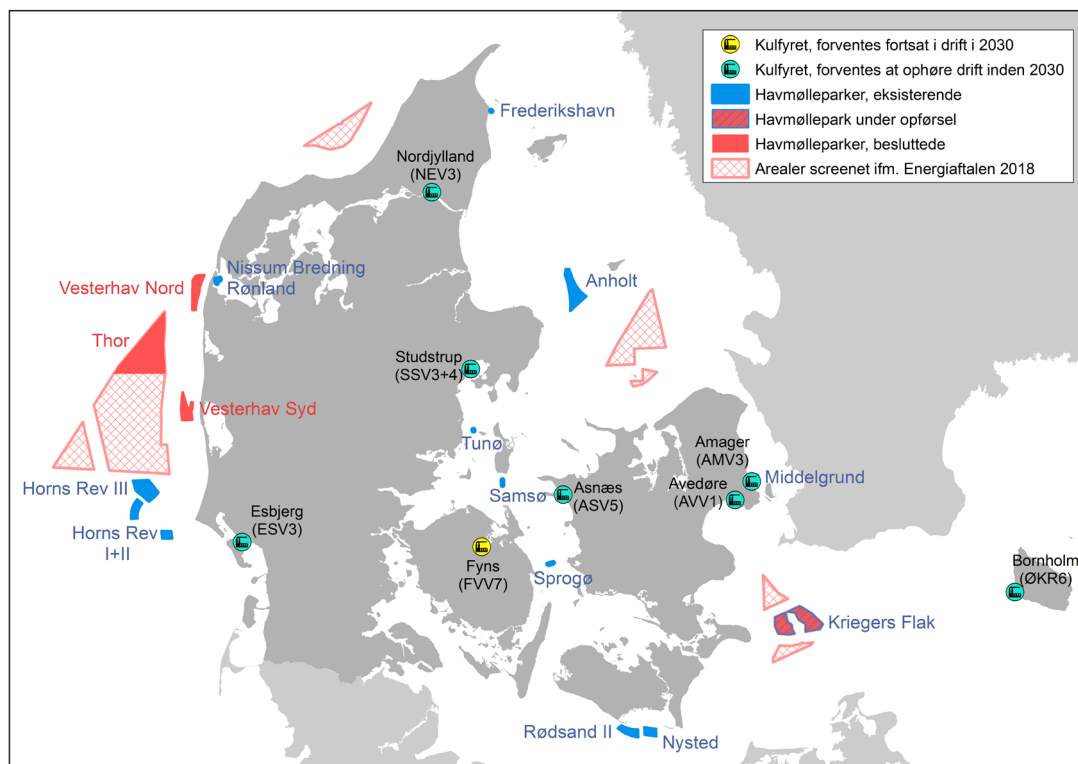
Der er foretaget følsomhedsanalyser af indfasningshastigheden for elbiler samt iblanding af biobrændstoffer i luftfarten. Disse følsomheders mulige konsekvenser for overordnede nøgleresultater behandles samlet i Kapitel 8.

6 Produktion af el, fjernvarme og VE-gas

6.1 Hovedpointer

- El- og fjernvarmeforsyningens udvikling frem mod 2030 er karakteriseret ved en nær-fuldstændig omstilling til vedvarende energi, hvilket især er betinget af forventninger til udfasning af central kulfyret og decentral gasfyret kraftvarme samt fortsat udbygning med havvind, landvind og solceller.
- VE-andelen af elforbruget (RES-E) vil overstige 100 pct. fra 2028 og forventes at nå 109 pct. i 2030. Stigningen i RES-E er især betinget af forventninger til udbygning med vindkraft og solceller. VE-andelen af fjernvarmeforbruget (RES-DH) er især stigende frem til 2023 og forventes at nå 80 pct. i 2030. Varmeproduktionen fra store varmepumper og elkedler stiger fra at udgøre 1 pct. af fjernvarmeforbruget i 2017 til 11 pct. i 2030.
- Kulforbruget til produktion af el- og fjernvarme falder fra 85 PJ i 2017 til 7 PJ i 2030, hvilket er betinget af forventninger til konkrete kulfyrede kraftvarmeverkers driftsophør eller omlægning til faste biobrændsler. Under fravær af nye tiltag forventes alene det kulfyrede Fynsværket i praksis at være i drift i 2030. Naturgasforbruget til produktion af el- og fjernvarme falder fra 38 PJ i 2017 til 8 PJ i 2030, hvilket er betinget af vigende gas-baseret kraftvarmekapacitet og øget iblanding af bionaturgas i ledningsnettet.
- Produktionen af VE-gas i form af bionaturgas, der er biogas opgraderet til iblanding med naturgas i ledningsnettet, og et faldende forbrug af gas fra ledningsnettet betyder, at andelen af produceret bionaturgas i forhold til det indenlandske forbrug af gas vil stige til 25 pct. i 2030.

Figur 21: Placering af kulfyrede elproduktionsanlæg samt havmøller.



6.2 Det samlede billede

Figur 22 illustrerer, at el- og fjernvarmeforsyningens udvikling frem mod 2030 er karakteriseret ved en nær-fuldstændig omstilling til vedvarende energi, hvilket især er betinget af forventninger til udfasning af central kulfyret og decentral gasfyret kraftvarme samt fortsat udbygning med havvind, landvind og solceller. Forbruget af kul, naturgas og olie til produktion af el- og fjernvarme forventes at være reduceret med 86 pct. i 2030 ift. 2017.

VE-andelen af elforbruget (RES-E) stiger jævnt fra 64 pct. i 2017 til over 100 pct. i 2028 og når 109 pct. i 2030. En VE-andel over 100 pct. er ensbetydende med, at den indenlandske produktion af VE overstiger det indenlandske forbrug.

VE-andelen af fjernvarmeforbruget (RES-DH) stiger fra 55 pct. i 2017 til 76 pct. i 2023 og vil derefter langsomt stige til 80 pct. i 2030. Fjernvarmeforsyningen er karakteriseret ved omlægning fra kul og gas til biomasse og varmepumper. At RES-DH ikke når højere op, skyldes især forbruget af affald til forbrænding i fjernvarmeproduktionen og den fossile (ikke-biologisk nedbrydelige) andel heraf. Den fossile andel af affald til forbrænding dækker omkring 10 pct. af fjernvarmeforbruget i 2030 under fravær af nye tiltag.

Den stigende elproduktion fra vindkraft betyder, at Danmark i normalår i stigende grad vil blive nettoeksportør af elektricitet fra 2026 og frem. I 2030 vil nettoeksporten af el under fravær af nye tiltag udgøre 12 pct. af den indenlandske elproduktion svarende til 14 pct. af elforbruget (inkl. nettab).⁶

Forøget produktion af VE-gas i form af bionaturgas, der er biogas opgraderet til iblanding med naturgas i ledningsnettet, og et faldende forbrug af ledningsgas betyder samtidig, at andelen af bionaturgasproduktion i forhold til det indenlandske forbrug af gas vil stige fra 5 pct. i 2017 til 25 pct. i 2030.

Fremskrivningen viser, at el- og fjernvarmeforsyningens udvikling frem mod 2030 er karakteriseret ved en nær-fuldstændig omstilling til vedvarende energi, hvilket især er betinget af forventninger til udfasning af central kulfyret og decentral gasfyret kraftvarme samt fortsat udbygning med havvind, landvind og solceller, mens forbruget af bioenergi stiger i mindre grad. VE-andelen af elforbruget (RES-E) når 109 pct. i 2030, VE-andelen af fjernvarmeforbruget (RES-DH) når 80 pct. i 2030, mens andelen af bionaturgasproduktion i forhold til det indenlandske forbrug af gas stiger til 25 pct. i 2030.

⁶ Der regnes på normalår, og der må forventes udsving i de enkelte statistiske år.

Figur 22: El- og fjernvarmesektorens energiforbrug fordelt på energiformer 2017-2030 [PJ].

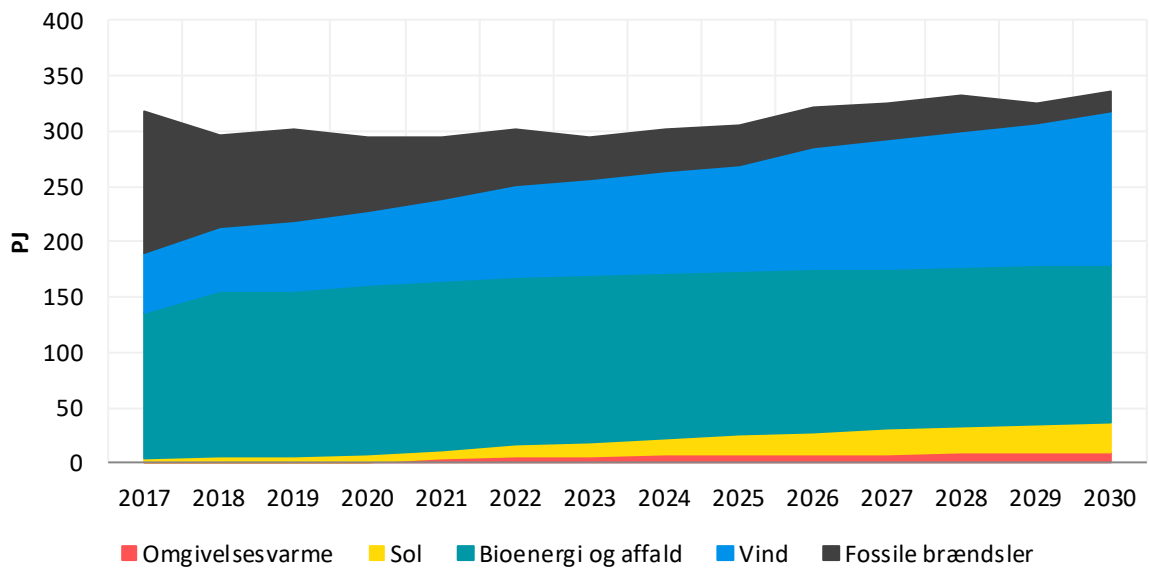


Foto 3: Danmark forventes i stigende grad at blive netto-eksportør af elektricitet fra midten af 2020'erne.



6.3 VE-andelen i elforbruget (RES-E) når over 100 pct. i 2028

Figur 23 viser, at VE-andelen i elforbruget (RES-E) er støt stigende og forventes at overstige 100 pct. fra 2028 og nå 109 pct. i 2030. Udviklingen er især betinget af ny havvind, opdaterede forventninger om udbygning med kommercielle solcelleanlæg (markanalæg) samt forventninger til udskiftning af ældre landvindmøller med færre, men mere effektive møller.

Der angives i det følgende nettilsluttet kapacitet den 1. januar i det pågældende år (primo).

Den samlede installerede kapacitet af havvind stiger fra 1.300 MW i 2017 til 4.900 MW i 2030, hvilket især er betinget af udbygning med 3 nye havmølleparker på samlet 2.700 MW. I forbindelse med teknisk-økonomiske udredninger er den gennemsnitlige parkstørrelse for de nye havmølleparker opjusteret fra 800 MW som forudsat i Energiaftale 2018 til 900 MW. Dertil forventes 390 MW havvind, evt. kystnær.

Den samlede kapacitet af landvind stiger fra 4.200 MW i 2017 til 5.300 MW i 2024 for siden at aftage til 4.800 MW i 2030. Elproduktionen fra landvind forventes imidlertid at være stigende i hele perioden, da nye møller er mere effektive end ældre møller. I perioden fra 2019 til 2021 forventes udbygget med 500 MW landvind. Heraf er 3 projekter finansieret af det teknologineutrale udbud i 2018, mens øvrige projekter forventes realiseret via kommende teknologineutrale udbud eller på markedsvilkår gennem en PPA. Fra 2022 forventes udbygningen med landvind at være omkring 225 MW årligt frem til 2030. Dertil forventes udbygget med 135 MW forsøgsmøller.⁷ Antallet af landvindmøller forventes reduceret fra 4.200 møller i 2017 til omkring 1.500 møller i 2030.

Den samlede kapacitet af solceller stiger fra 900 MW i 2017 til 4.900 MW i 2030, hvilket især er betinget af forventning om udbygning med 3.750 MW kommercielle markanalæg. Forventningen til markanalæg er baseret på en opdateret vurdering af viden indhentet fra kommuner, projektudviklere og netselskaber.

På basis af rentabilitetsberegninger for husholdninger og erhverv i øvrigt forventes udbygget med yderligere 365 MW bygningsintegrerede anlæg frem mod 2030.

Fremskrivningen af udbygning med landvind og solceller er nærmere beskrevet i baggrundsbilag til BF19 (Energistyrelsen, 2019a). Grundlaget for fremskrivningen er især forventninger til elprisens udvikling (Kapitel 6.5), faldende teknologiomkostninger (Energistyrelsen, 2019i) og niveau for budpris opnået i det teknologineutrale udbud i 2018 (Energistyrelsen, 2019f) samt stigende interesse fra virksomheder for opfyldelse af frivillige VE-mål via oprindelsesgarantier i kombination med finansieringsmuligheder i form af teknologineutrale udbud og/eller PPA'er (Tekstboks 1). Der vurderes at være væsentlig usikkerhed forbundet med forudsætningerne om den markedsbaserede finansiering for landvind og solceller efter udløb af de teknologineutrale udbud samt forudsætninger om nedtagning af ældre møller.

⁷ Det er muligt at opnå pristillæg til elproduktion på forsøgsmøller inden for og uden for de nationale testcentre Høvsøre og Østerild. Omend hovedformålet med forsøgsmøller ikke er elproduktion, men test og udvikling, bidrager forsøgsmøller i en vis grad til elforsyningen.

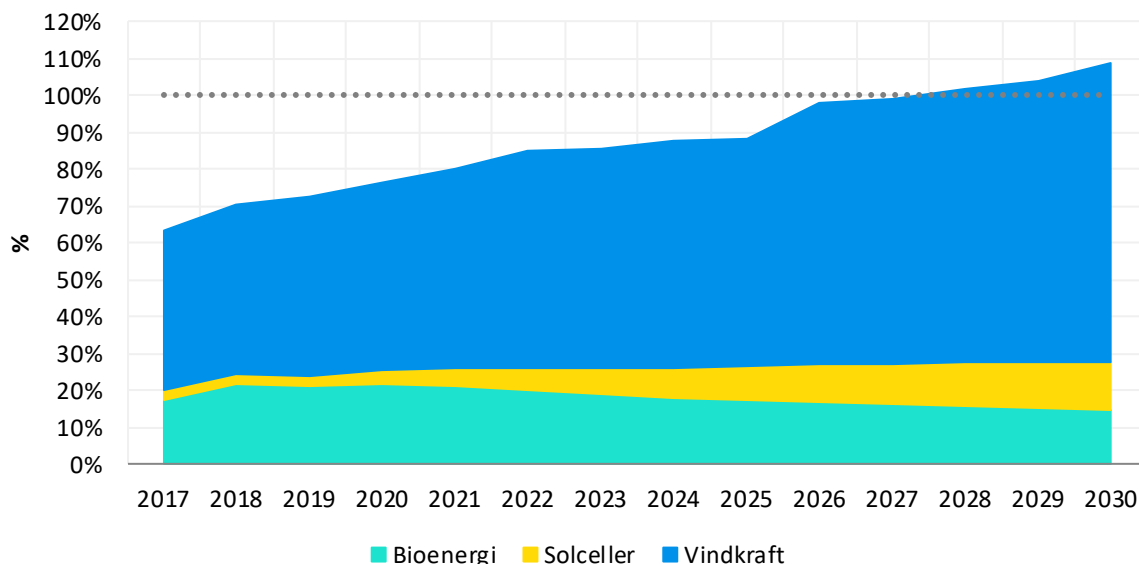
Tekstboks 1: "Power Purchase Agreement" (PPA) kan bidrage til finansiering af VE-udbygningen.

En PPA ("Power Purchase Agreement") er en direkte aftale mellem investor/producent og forbruger om handel med en specifik produktion af el. En PPA kan f.eks. bidrage til at sikre, at en større forbruger kan opnå oprindelsesgaranti for køb af vedvarende energi til dækning af sit elforbrug. En PPA kan bidrage til finansieringen af ny kapacitet på markedsvilkår. Virksomheder vurderes i stigende grad at værdisætte værdien af frivillige VE-mål, hvilket Facebook's mål om at være forsynet 100 pct. med VE i 2020 er et eksempel på (Facebook, 2019).

K2 Management A/S har for Energistyrelsen udarbejdet en analyse af potentialet for kommercielle PPA-aftaler i Danmark (K2 Management for Energistyrelsen, 2019). Analysen præsenterer flere scenarier for udbredelsen af PPA'er og peger i det centrale scenarie ("realistic growth"-scenariet) på, at PPA'er vil kunne danne grundlag for 29 pct. af erhvervslivets samlede elforbrug i 2040. Der vurderes at være betydelig usikkerhed forbundet med en sådan forventning.

Fremskrivningen viser, at VE-andelen i elforbruget (RES-E) er støt stigende og forventes at overstige 100 pct. fra 2028 og nå 109 pct. i 2030, hvilket især er betinget af udbygningen med havvind, landvind og kommercielle solcelleanlæg. Forventninger til udbygningen med landvind og kommercielle solcelleanlæg er i særlig grad følsom over for udviklingen i teknologiomkostninger og betydningen af større forbrugeres frivillige VE-målsætninger og finansieringsvilkår, herunder bilaterale elhandelsaftaler (PPA'er).

Figur 23: VE-andelen af elforbruget (RES-E) fordelt på vindkraft, solceller, bioenergi og vandkraft 2017-2030 [pct.]. Vandkraft er meget lille og indeholdt i solceller.



6.4 Stigende elproduktion fra VE eksporteres fra 2026

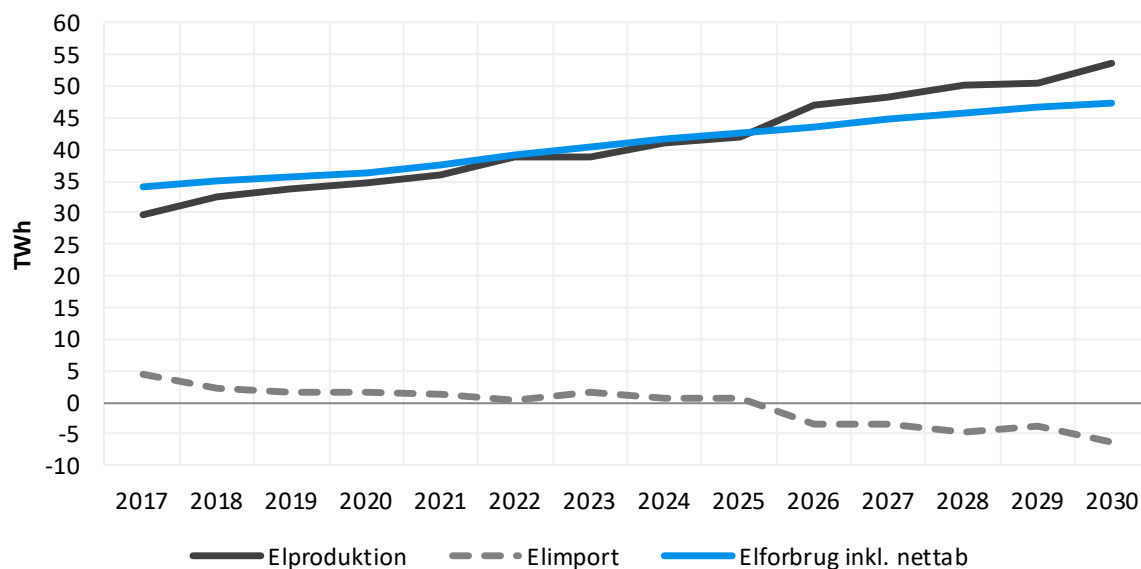
Figur 24 viser, at elforbruget inkl. nettab forventes at stige fra 34 TWh i 2017 til 50 TWh i 2030 svarende til en stigning på 3 pct. årligt.

Det stigende elforbrug følges af en relativt større stigning i den indenlandske elproduktion, der stiger fra 30 TWh i 2017 til 54 TWh i 2030 svarende til en stigning på 4,7 pct. årligt. Stigningen er betinget af udbygningen med vindkraft og solceller samt Danmarks muligheder for at afsætte elektricitet på høj-pris markeder i Holland (via Cobra Cable), Storbritannien (via Viking Link) og Tyskland (via Øst- og Vestkystforbindelsen).

Danmark forventes i stigende grad at blive netto-eksportør af elektricitet fra 2026. Netto-eksporten forventes i 2030, under fravær af nye tiltag, at udgøre 12 pct. af elproduktionen svarende til 14 pct. af elforbruget inkl. nettab.

Fremskrivningen viser, at stigende elproduktion fra vindkraft og solceller må forventes at resultere i systematisk stigende netto-eksport af el under fravær af nye tiltag. Netto-eksporten forventes, under fravær af nye tiltag, at udgøre 14 pct. af elforbruget inkl. nettab i 2030.

Figur 24: Elforbrug inkl. transmissions- og distributionstab, elproduktion og elimport 2017-2030 (TWh).



6.5 Mere VE i udlandet, flere interkonnektorer og en jævn elpris

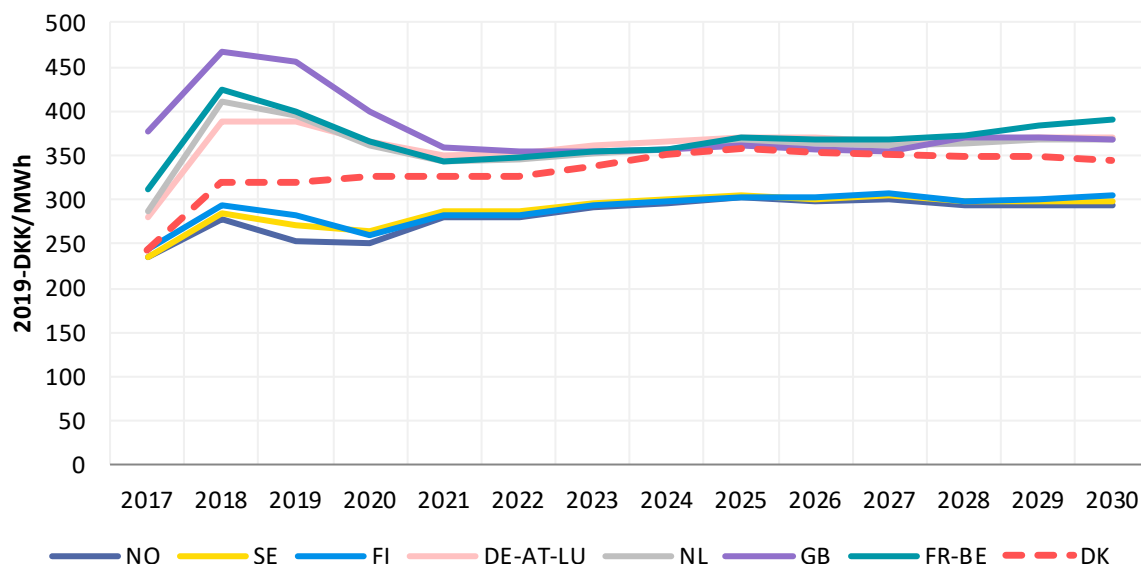
Sammensætningen af elproduktionskapaciteten i Europa frem mod 2030 er præget af forventninger om mere VE og flere interkonnektorer, hvilket fremgår af baggrundsbilag til BF19 (Energistyrelsen, 2019a). Konsekvensen af denne udvikling forventes at være en reduceret forskel i elprisen og øget prisstabilitet mellem forbundne markedsområder.

Figur 25 viser, at det danske prisområde på denne baggrund frem mod 2021 konvergerer mod underkanten af et kontinentalt nordvesteuropæisk prisbånd, mens de øvrige nordiske lande forventes at samle sig i et lavere prisbånd.

Priser i alle år er model-resultater. I forbindelse med Energistyrelsens anvendelse af elprisresultater anvendes statistiske priser for 2017-2018 og indhentede forward-priser for 2019-2020. Den resulterende fremskrivning af elprisen, herunder teknologivægtede elpriser og elprisens timefordeling, fremgår af baggrundsbilag til BF19 (Energistyrelsen, 2019a).

Fremskrivningen viser, at det danske elprisområde konvergerer mod underkanten af et kontinentalt nordvesteuropæisk prisbånd, mens de øvrige nordiske lande forventes at samle sig i et lavere prisbånd.

Figur 25: Elspotmarkedspriser for Danmark og udvalgte prissættende markeder 2017-2030 [2019-DKK/MWh]. Priser i alle år er model-resultater. I forbindelse med Energistyrelsens anvendelse af elprisresultater anvendes statistiske priser og forward-priser for 2017-2020. NO: Norge, SE: Sverige, FI: Finland, DE-AT-LU: Tyskland, Østrig, Luxemburg, NL: Holland, GB: Storbritannien, FR-BE: Belgien, DK: Danmark.

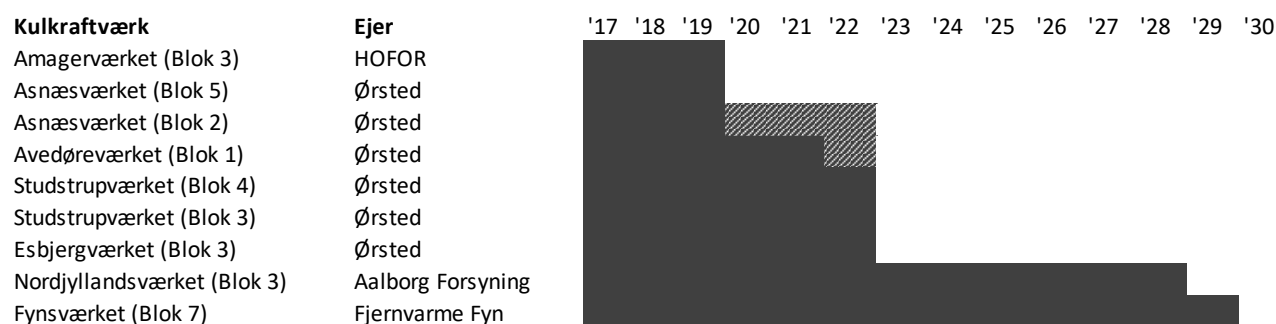


6.6 Forbruget af kul og gas reduceres med 85 pct. frem mod 2030

Figur 28 viser, at det fossile brændselsforbrug til el- og fjernvarmeproduktion reduceres til 17 PJ i 2030 svarende til en reduktion på 85 pct. ift. 2017. Kulforbruget reduceres til 7 PJ svarende til en reduktion på 92 pct.

Reduktionen i kulforbrug er knyttet til et forventet tidspunkt for driftsophør på konkrete kulfyrede kraftværksblokke. Figur 21 (side 41) illustrerer den geografiske placering af kulkraftværker, mens Figur 26 illustrerer den forventede tilgængelighed af kulkraftværker over fremskrivningsperioden.

Figur 26: Tilgængeligheden af kulkraftværker i fremskrivningen 2017-2030. Lysegrå afspejler, at drift på det pågældende anlæg forventes at være begrænset i den pågældende periode.



Ørsted A/S, der ejer Asnæsværket, Studstrupværket, Esbjergværket og Avedøreværket, har udmeldt, at man permanent ophører med drift på kul fra 2023. Fremskrivningen afspejler, at drift på kul på disse anlæg fra 2023 ikke længere kan forventes at være rentabel grundet stigende omkostninger, hvilket bl.a. skyldes forventningen om en stigende CO₂-kvotepris.

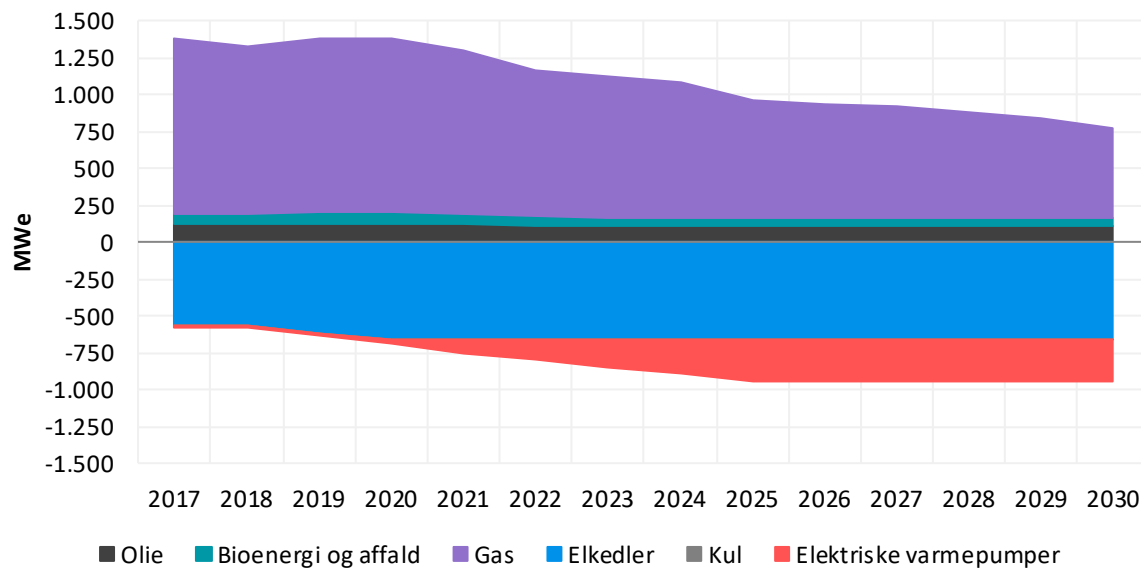
Aalborg Forsyning A/S, der ejer Nordjyllandsværket, har udmeldt, at man permanent ophører med drift på kul fra 2029. Fremskrivningen afspejler, at det samfunds- og selskabsøkonomisk kan forventes at være hensigtsmæssigt at omlægge til anden fjernvarmeforsyning fra 2029.

Fjernvarme Fyn A/S, der ejer Fynsværket, har ikke fremlagt endelige beslutninger for ophør med drift på kul. Fremskrivningen afspejler, at drift af Fynsværket frem mod 2030 fortsat vil være selskabsøkonomisk rentabel, hvilket skyldes Fynsværkets produktion af procesvarme til gartnerier.

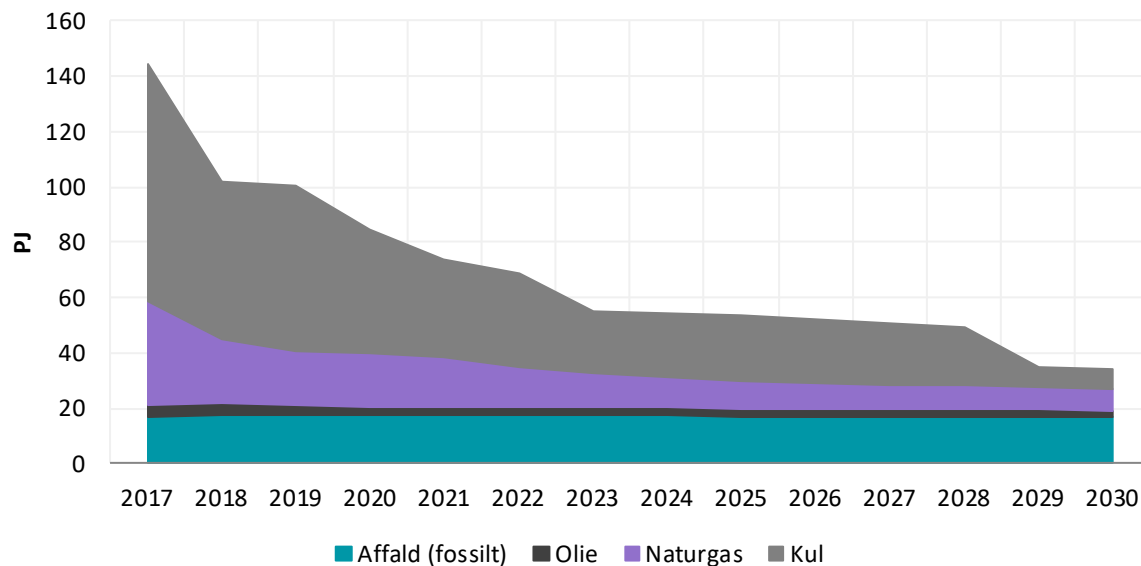
Figur 27 viser, at decentrale fjernvarmeverker i små og mellemstore byområder forventes at erstatte gasfyret kraftvarme med bl.a. elkedler og varmepumper. Det forventes, at de små værkers kapacitet til elproduktion i 2030 vil svare til deres kapacitet til elforbrug til opvarmning. De mellemstore værkers udvikling er ligeledes kendetegnet ved stigende gas-baseret elkapacitet og stigende kapacitet til elforbrug til opvarmning. Fremskrivningen af udbygningen i den decentrale kraftvarmeforsyning er baseret på detaljerede rentabilitetsvurderinger af investeringsmuligheder på gældende markedsvilkår i de enkelte fjernvarmeområder (Energistyrelsen, 2019a). Figur 28 viser, at naturgasforbruget forventes reduceret til 8 PJ i 2030 svarende til en reduktion på 80 pct. ift. 2017.

Fremskrivningen viser, at el- og fjernvarmeforsyningens forbrug af kul reduceres med 92 pct., mens naturgasforbruget reduceres med 80 pct. frem mod 2030.

Figur 27: Decentral elproduktionskapacitet (>0) og elforbrugskapacitet til varmeproduktion (<0) i mindre og mellemstore byområder 2017-2030 [MW-el].



Figur 28: El- og fjernvarmesektorens forbrug af fossile brændsler 2017-2030 [PJ].



6.7 Kraftvarmeandelen er jævnt faldende

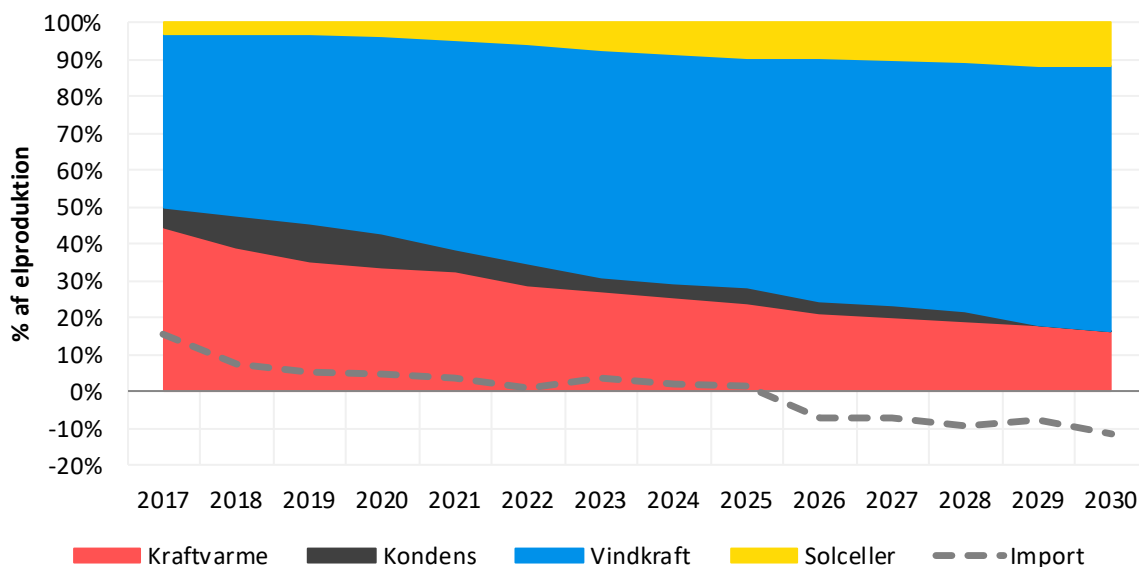
Figur 29 viser, at kraftvarmeandelen af elproduktionen, dvs. hvor der i forbindelse med elproduktionen samtidig produceres varme, falder jævnt fra 44 pct. i 2017 til 17 pct. i 2030.

Andelen af elproduktion uden samtidig produktion af varme (kondensdrift) reduceres som følge af driftsophør af kulfyrede kraftværksblokke og ophør af mulighed for kondensdrift på Fynsværket.

Netto-eksporten af elektricitet vil i 2030 udgøre 12 pct. af den indenlandske elproduktion under fravær af nye tiltag.

Fremskrivningen viser, at kraftvarmeandelen er faldende. Der forventes meget begrænset kondensdrift på danske kraftvarmeværker i 2030, hvilket er betinget af driftsophør af kulfyrede kraftværksblokke og ophør af mulighed for kondensdrift på Fynsværket.

Figur 29: Indenlandsk elproduktion fordelt på produktionstyper samt elimportens andel af samlet elproduktion [%].



6.8 VE-andelen i fjernvarmen (RES-DH) stiger og stagnerer derefter

Figur 30 viser, at forbruget af biomasse stiger med næsten 10 pct. årligt frem mod 2020 og fortrænger forbruget af kul og naturgas. Udviklingen afspejler effekten af besluttet og pågående omlægning til biomasse på flere kraftvarmeværker. Forbruget af kul falder således næsten 30 pct. årligt frem mod 2020 for herefter at falde i mindre grad med omkring 10 pct. årligt. Naturgasforbruget falder jævnt med omkring 10 pct. årligt over hele perioden.

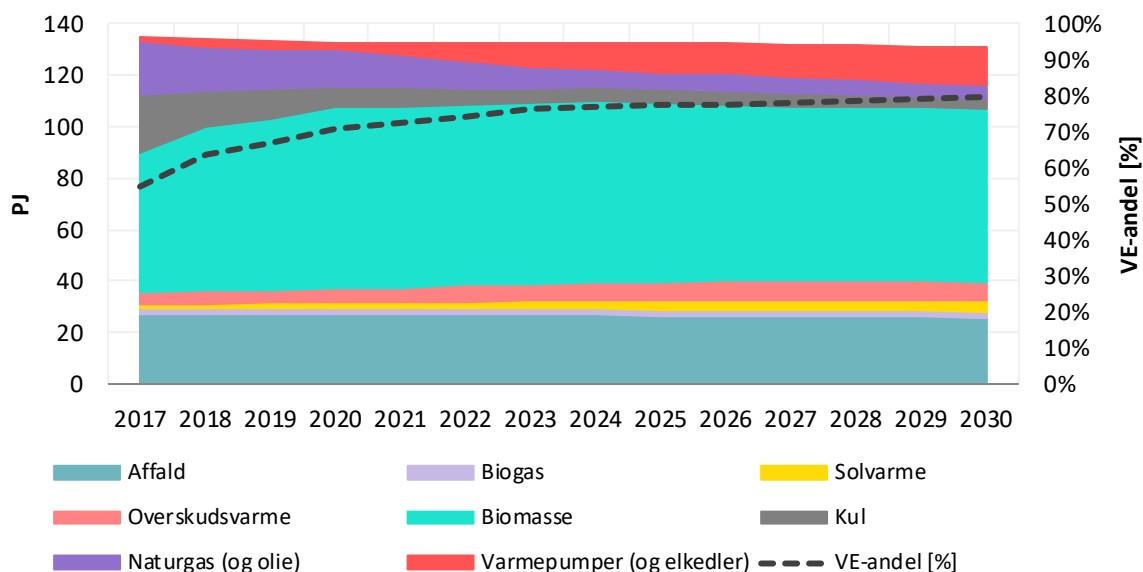
Fjernvarmeproduktionen fra varmepumper og elkedler stiger 15 pct. årligt, hvilket bl.a. er betinget af elvarmeafgiftens lempelse og PSO-tariffens udfasning. Varmepumper og elkedler forventes at stå for omkring 10 pct. af den samlede fjernvarmeproduktion i 2030.

Forbruget af solvarme stiger omkring 10 pct. årligt og forbruget af industriel overskudsvarme stiger 3 pct. årligt, mens forbruget af biogas og affald er konstant. 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 (RES-DH) at stige fra 55 pct. i 2017 til 76 pct. i 2023 for herefter at stige svagt til knap 80 pct. i 2030. At RES-DH ikke når højere op skyldes især forbruget af affald i fjernvarmeproduktionen og den fossile (ikke-biologisk nedbrydelige) andel heraf.

Fremskrivningen viser, at VE-andelen i fjernvarmen (RES-DH) frem til 2023 stiger til 76 pct. for herefter at stige svagt til knap 80 pct. i 2030. Varmepumper og elkedler forventes at stå for 10 pct. af den samlede fjernvarmeproduktion i 2030, mens solvarme forventes at stå for 3 pct. Den fossile andel af affald til forbrænding udgør 10 pct. af fjernvarmeproduktionen i 2030.

Figur 30: Fjernvarmeproduktion fordelt på energiformer samt VE-andel i fjernvarmen 2017-2030 [PJ]. Varmepumper dækker over produktion både på omgivelsesvarme og overskudsvarme. Overskudsvarme er uden brug af varmepumper.



6.9 Bionaturgas udgør 25 pct. af samlet forbrug af ledningsgas i 2030

Der forventes stigende produktion af biogas til opgradering til iblanding i ledningsnettet (bionaturgas) frem mod 2023.⁸

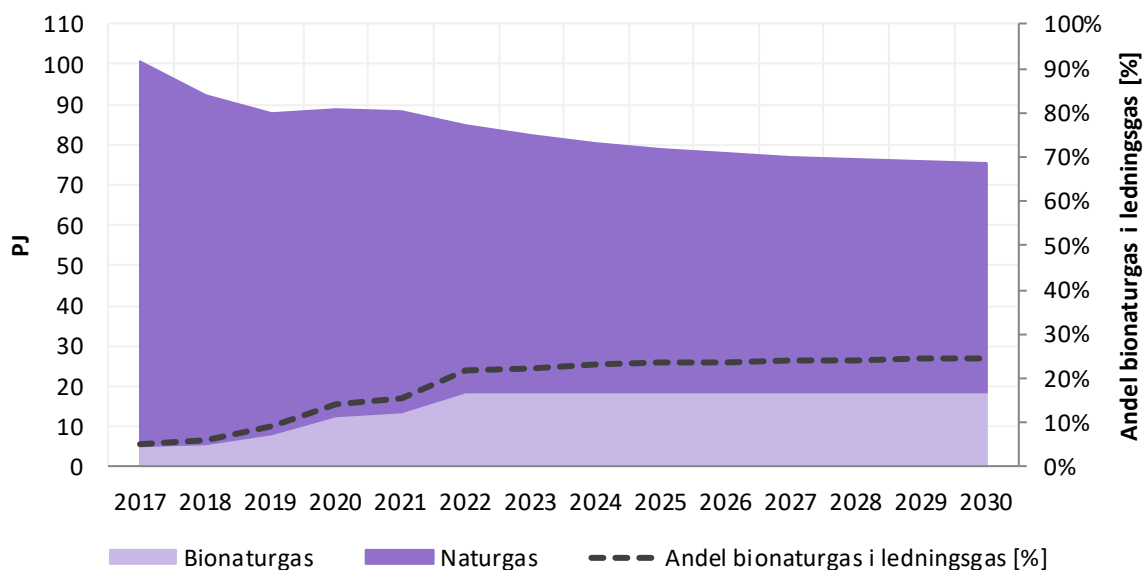
Produktion og forbrug af biogas direkte til el- og varmeproduktion samt til industrielle processer forventes fastholdt på nuværende niveau.

Figur 31 viser, at produktionen af bionaturgas forventes firedoblet til 18,5 PJ i 2023, hvorefter produktionen stagnerer. Et faldende gasforbrug betyder imidlertid, at andelen af bionaturgas ift. forbruget fortsat stiger frem mod 2030. Andelen af bionaturgas ift. forbruget stiger til 25 pct. i 2030.

Fremskrivning af biogasproduktionen fordelt på anvendelser er nærmere beskrevet i baggrundsbi-lag til BF19 (Energistyrelsen, 2019a).

Fremskrivningen viser, at øget produktion af bionaturgas og et faldende forbrug af gas fra ledningsnettet betyder, at andelen af produceret bionaturgas i forhold til det indenlandske forbrug af gas vil stige til 25 pct. i 2030.

Figur 31: Forbrug af ledningsgas fordelt på naturgas og bionaturgas 2017-2030 [PJ] samt andel af bionaturgas i ledningsgassen [pct.]. Opgørelsen baserer sig på produceret bionaturgas i forhold til det indenlandske forbrug af ledningsgas.



⁸ Bionaturgas er biogas, som er opgraderet til at overholde leveringskrav for gas i ledningsnettet.

6.10 Følsomheder og metodeovervejelser

Fremskrivningen af el- og fjernvarmeforsyningen samt produktion af VE-gasser er især følsom over for følgende forudsætninger:

- Elforbrugets udvikling, herunder især usikkerhed om elforbrug til store datacentre
- Udviklingen i brændselspriser og CO₂-kvotepris
- Indenlandsk udbygning med landvind, herunder især tempo for nedtagning af ældre vindmøller og tilgængeligheden af placeringer for nye møller
- Indenlandsk udbygning med kommercielle solcelleanlæg (markanalæg)

Væsentlige følsomheders mulige konsekvenser for nøgleresultater behandles i Kapitel 8.

7 Udledning af drivhusgasser

7.1 Hovedpointer

- Siden 1990 er de årlige drivhusgasudledninger faldet fra 70,8 til 50,8 mio. ton CO₂-ækv. i 2017 svarende til en reduktion på 29 pct. I 2030 forventes udledningerne at være faldet til 38 mio. ton svarende til en reduktion på 46 pct.⁹
- De ikke-kvoteomfattede udledninger (Non-ETS) forventes i 2020 at være reduceret med 20 pct. i forhold til 2005. Udledningerne forventes i alle år at opfylde de årlige delmål. Den akkumulerede overopfyldelse er på 15 mio. ton CO₂-ækv.
- Non-ETS udledningerne forventes i 2030 at være reduceret med 25 pct. i forhold til 2005. Udledningerne forventes i alle år ikke at opfylde de årlige reduktionsmål. Den akkumulerede manko forventes at være 28 mio. ton CO₂-ækv. i 2030.⁹
- Udledningerne fra LULUCF (jord- og skovbrug) forventes at være faldet fra 5 mio. ton CO₂-ækv. i 1990 til godt 3 mio. ton CO₂-ækv. i 2030. For perioden 2021-2030 er der et foreløbigt grundlag for at kunne medregne et samlet LULUCF-bidrag på 14,6 mio. ton CO₂-ækv. til Danmarks reduktionsindsats i non-ETS. LULUCF-opgørelsen er behæftet med betydelig usikkerhed.

7.2 Det samlede billede

Siden 1990, der er FN's basisår for opgørelse af klimaindsatsen, er de årlige drivhusgasudledninger faldet fra 70,8 til 50,6 mio. ton CO₂-ækv. i 2017 svarende til en reduktion på 29 pct.¹⁰ Frem mod 2030 forventes udledningerne at falde til 38 mio. ton svarende til en reduktion på 46 pct. i forhold til FN's basisår.^{9,11}

Figur 32 illustrerer, at den mest markante bevægelse sker for udledninger forbundet med produktion af el og fjernvarme, hvor de faktiske udledninger fra 1990 til 2017 er faldet med knap 21 mio. ton svarende til en reduktion på 63 pct. Denne udvikling forventes at fortsætte frem mod 2030, hvor udledningerne vil være reduceret til 3 mio. ton svarende til, at udledningerne vil være faldet med 92 pct. i forhold til 1990.

⁹ Under fravær af nye tiltag og ekskl. udledninger fra jord- og skovbrug (LULUCF).

¹⁰ Statistiske år er korrigeret for elhandel og udetemperatur, hvilket er beskrevet i baggrundsbilag til BF19 (Energistyrelsen, 2019a).

¹¹ Ved opgørelse af CO₂-ækv. anvendes her Kyotoprotokollens fastsatte drivhuspotentialer (GWP – Global Warming Potential) for bl.a. metan og lattergas (UNFCCC, 2014). Rapporteringen til FN under Parisaftalen starter i 2023, hvorfra vil blive anvendt justerede drivhuspotentialer (UNFCCC, 2019). Dette forventes for Danmarks vedkommende at øge udledningsniveauet mellem 0,03 og 0,3 mio. ton CO₂-ækv. årligt i perioden 1990-2017 og ca. 0,2 mio. ton CO₂-ækv. årligt i perioden herefter. Det er endnu ikke fastlagt, hvordan der skal tages højde for denne ændring i opgørelsen til EU og reduktionsbyrdefordelingen.

Udledningerne fra det øvrige energirelaterede forbrug, der omfatter individuel opvarmning af boliger og opvarmning samt procesenergiforbrug i erhverv, er faldet med 34 pct. fra 1990 til 2017. Udledningerne vil fortsat falde frem mod 2030, hvor udledningerne forventes at være faldet med 48 pct. i forhold til 1990.

Transportsektorens udledninger er steget med 16 pct. fra 1990 til 2017, men forventes at falde frem mod 2030, hvor udledningerne forventes at være steget med 11 pct. i forhold til 1990. I 1990 stod transportsektoren for 17 pct. af de samlede udledninger. De vigende energirelaterede udledninger betyder, at transportsektoren i 2030 forventes at stå for 34 pct. af de samlede udledninger, hvormed transportsektoren vil stå for den største andel af de samlede udledninger.

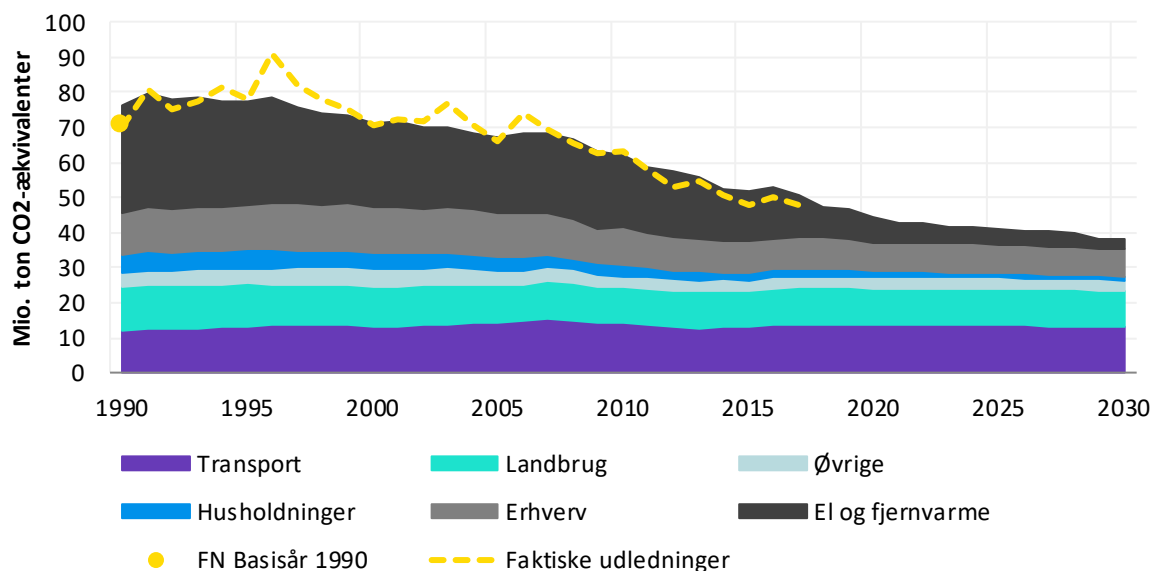
Landbrugets udledninger er faldet med 16 pct. fra 1990 til 2017 og vil falde meget let frem mod 2030, hvor udledningerne forventes at være faldet med 17 pct. i forhold til 1990.

Øvrige udledninger, der omfatter procesrelaterede udledninger fra industrigasser, kemikalieindustri, cementproduktion samt udledninger fra håndtering af affald og spildevand, forventes at udgøre 8 pct. af de samlede udledninger i 2030. Udledningerne er faldet med 24 pct. fra 1990 til 2017 og vil fortsat vige let frem mod 2030, hvor udledningerne forventes at være faldet med 29 pct. i forhold til 1990. Udledninger fra cementproduktion forventes at være stigende, hvilket skyldes økonomisk vækst, mens udledninger fra andre kilder i kategorien er faldende. Tekstboks 2 præsenterer en særskilt opgørelse af erhvervslivets energi- og procesrelaterede CO₂-udledninger.

Ud over de energi- og procesrelaterede udledninger forventes udledninger fra jorde og skove (LULUCF) at være kilde til en nettoudledning på godt 3 mio. ton CO₂-ækv. i 2030, hvilket er et fald fra 5 mio. ton CO₂-ækv. i 1990. For perioden 2021-2030 er der et foreløbigt grundlag for at kunne medregne et samlet LULUCF-bidrag på 14,6 mio. ton CO₂-ækv. til Danmarks reduktionsindsats uden for kvotesektoren. LULUCF-opgørelsen er behæftet med betydelig usikkerhed.

Fremskrivningen viser, at de samlede drivhusgasudledninger i 2030 under fravær af nye tiltag vil være reduceret med 46 pct. i forhold til FN's basisår 1990.⁹

Figur 32: Udledning af drivhusgasser fordelt på sektorer 1990-2030 samt i FN's basisår 1990 [mio. ton CO₂-ækv.]. Arealdiagrammets statistiske opgørelse 1990-2017 er korrigeret for elhandel med udlandet (elhandelskorrigeret (Appendiks 1)). Reduktionsmål er baseret på faktiske udledninger ift. FN's basisår og ekskl. LULUCF. LULUCF-udledninger opgøres separat og er ikke medtaget her.



7.3 Non-ETS reduktionsmål 2013-2020 opfyldes

De ikke-kvoteomfattede udledninger (non-ETS) omfatter primært transport, landbrug, husholdninger, erhverv og affald samt et antal mindre, decentrale kraftvarmeværker.

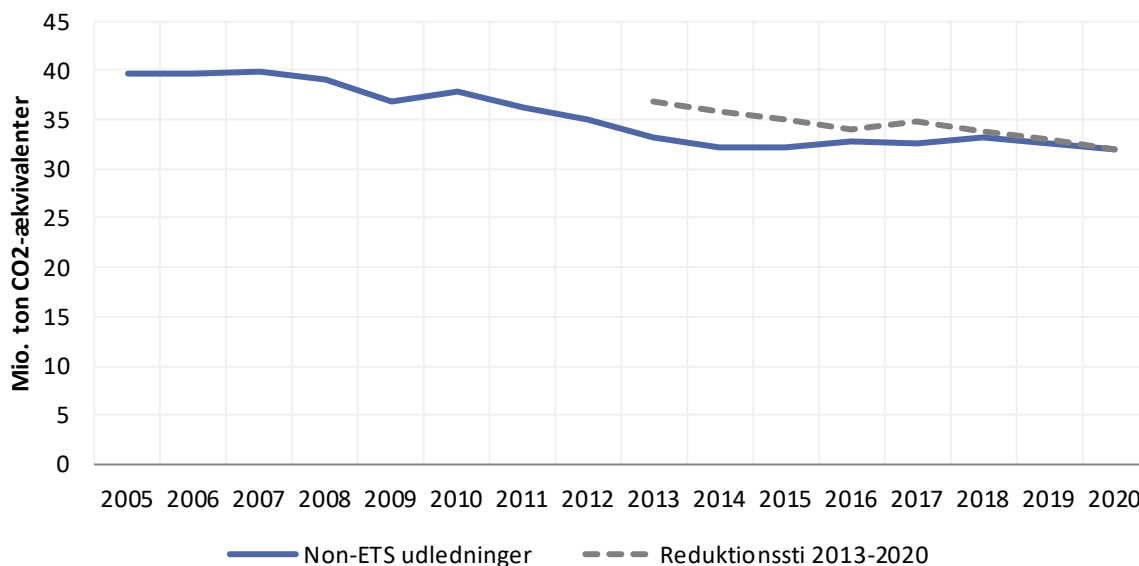
Danmark har under EU's klima- og energipakke fra 2009 påtaget sig at nedbringe udledningerne fra de ikke-kvoteomfattede sektorer (non-ETS) med 20 pct. i 2020 ift. 2005, herunder opnåelse af gradvist skærpede årlige delmål. Overopfyldelse fra et år kan overføres til efterfølgende år frem til 2020. I 2017 blev de årlige tilladte udledninger for årene 2017-2020 opjusteret.

Figur 33 viser, at udledningerne i 2020 forventes at være 32 mio. ton CO₂-ækv. svarende til en reduktion på netop 20 pct. i forhold til 2005. Det forventes, at Danmark overopfylder for alle år i forpligtelsesperioden. Den samlede, akkumulerede overopfyldelse forventes være 15 mio. ton CO₂-ækv. for perioden.

Overopfyldelse for perioden kan ikke overføres til den efterfølgende forpligtelsesperiode 2021-2030.

Fremskrivningen viser, at non-ETS udledningerne i 2020 forventes at være reduceret med 20 pct. i forhold til 2005. Udledningerne forventes i alle år at opfylde de årlige delmål. Den akkumulerede overopfyldelse er på 15 mio. ton CO₂-ækv. Overopfyldelse kan ikke overføres til den efterfølgende forpligtelsesperiode 2021-2030.

Figur 33: Ikke-kvoteomfattede udledninger 2005-2020 og reduktionsforpligtelsen 2013-2020 [mio. ton CO₂-ækv.].



7.4 Non-ETS reduktionsmål 2021-2030 viser manko på 28 mio. ton CO2-ækv.

Danmark har under EU's 2030 ramme for klima- og energipolitikken forpligtet sig til at nedbringe udledningerne fra de ikke-kvoteomfattede sektorer (non-ETS) med 39 pct. i 2030 ift. 2005, herunder opfyldelse af gradvist skærpede årlige delmål (EU Commission, 2014, 2017b). Der kan frem mod 2020 evt. forekomme mindre justeringer af det samlede reduktionsmål.

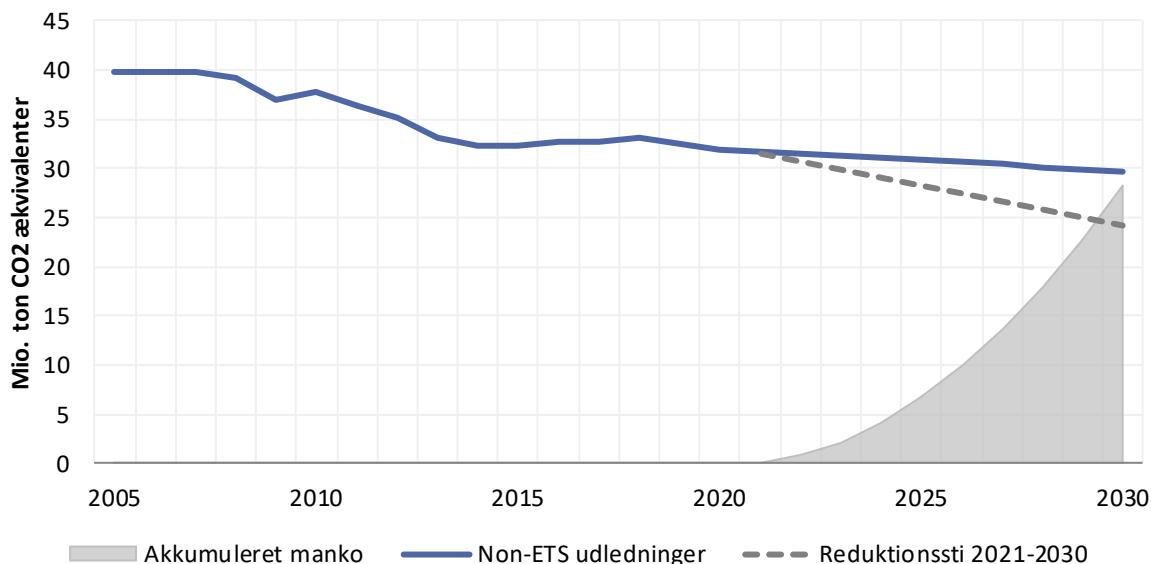
Figur 34 viser, at udledningerne i 2030 forventes at være 30 mio. ton CO2-ækv. svarende til en reduktion på 25 pct. i forhold til 2005, hvilket giver en manko på 14 pct.-point ift. forpligtelsen.

Det fremgår endvidere, at udledningerne i alle år i perioden 2021-2030 må forventes ikke at opfylde de årlige reduktionsmål. Den akkumulerede manko forventes at være 28 mio. ton CO2-ækv. i 2030.

Den akkumulerede manko er følsom over for selv små justeringer i de årlige udledninger. De årlige udledninger er følsomme ift. især husdyrbestanden og sammensætningen af bilparken, herunder udbredelsen af elbiler. Følsomhedsanalyserne i Kapitel 8 indikerer, at mankoen kan svinge med +/- 6-8 mio. ton, svarende til ca. 2 pct. af de samlede non-ETS udledninger i perioden.

Fremskrivningen viser, at non-ETS-udledningerne i 2030 forventes reduceret med 25 pct. i forhold til 2005. Ift. målet om 39 pct. reduktion i året 2030, udestår reduktioner svarende til yderligere 14 pct.-point. Udledningerne forventes i alle år at overstige de årlige delmål. Den akkumulerede manko forventes at være 28 mio. ton CO2-ækv. i 2030.

Figur 34: Ikke-kvoteomfattede udledninger 2005-2030, reduktionsforpligtelse og akkumuleret manko 2021-2030 [mio. ton CO2-ækv.].



7.5 Jorde og skove (LULUCF) er kilde til faldende nettoudledninger

Planter optager CO₂ fra atmosfæren som led i fotosyntesen, og der er opbygget betydelige lagre af kulstof i skove og landbrugsjord. Disse lagre kan omdannes til CO₂ ved f.eks. afbrænding af træ eller ved dræning af landbrugsjorde. Dette kredsløb betegnes LULUCF ("Land Use, Land Use Change and Forestry") og opgøres separat i klimaregnskabet.

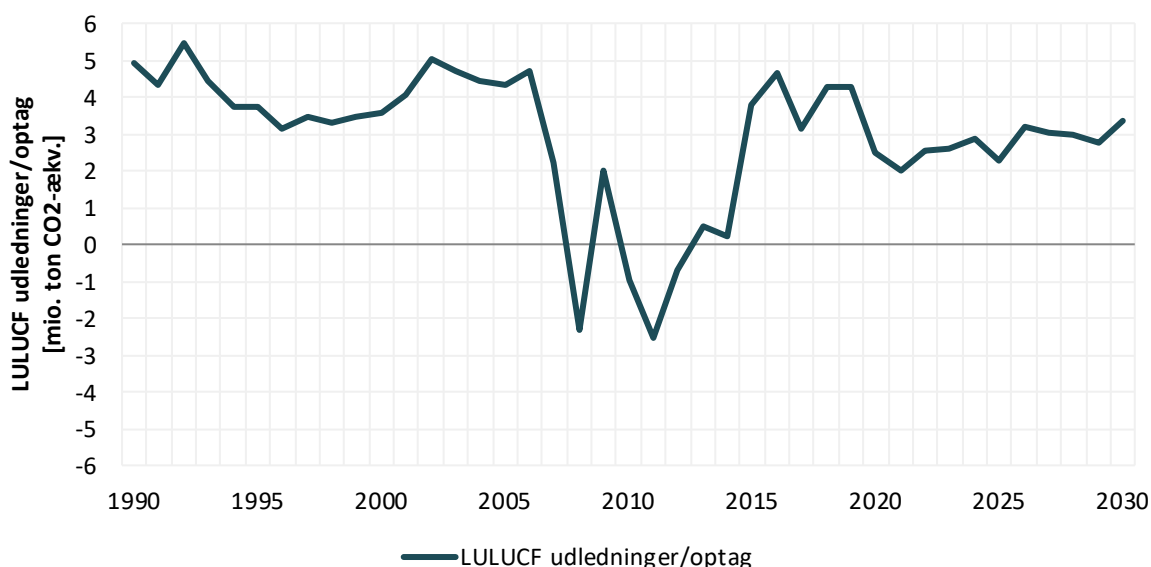
Figur 35 viser, at LULUCF forventes at være kilde til udledninger, der er faldet fra 5 mio. ton CO₂-ækv. i 1990 til godt 3 mio. ton CO₂-ækv. i 2030. Det fremgår endvidere, at der er store udsving fra år til år, og at LULUCF i enkelte år har været kilde til et netto-optag af kulstof. Opgørelse og fremskrivning af LULUCF er forbundet med betydelig usikkerhed.

Danmark har under EU's 2030 ramme for klima- og energipolitikken mulighed for at kunne medregne et LULUCF-bidrag til reduktionsindsatsen uden for kvotesektoren (non-ETS) på op til 14,6 mio. ton CO₂-ækv. for perioden 2021-2030 (EU Commission, 2018b) under forudsætning af, at kulstofbalancen forbedres med mindst denne mængde. Opgørelsen af forbedringer følger LULUCF-forordningen og baserer sig på ændringer i LULUCF-udledninger i forhold til diverse referenceniveauer (EU Commission, 2018a).

Fremskrivningen viser, med betydelig usikkerhed, at forbedringen i kulstofbalancen i jorde og skovbrug foreløbigt kan opgøres til over 14,6 mio. ton CO₂-ækv. Opgørelsen er baseret på opgørelse for jordbrug og skovbrug frem til 2017 og fremskrivning for jordbrug (DCE, 2019) samt foreløbig fremskrivning for skovbrug fra Danmarks forslag til National Regnskabsplan for skov og forudsætter godkendelse heraf (Johannsen et al., 2019).

Fremskrivningen viser, med betydelig usikkerhed, at udledninger fra jord- og skovbrug (LULUCF) forventes at være faldet fra 5 mio. ton CO₂-ækv. i 1990 til godt 3 mio. ton CO₂-ækv. i 2030. Fremskrivningen viser endvidere, at der er et foreløbigt grundlag for at kunne medregne et samlet LULUCF-bidrag på 14,6 mio. ton CO₂-ækv. til Danmarks reduktionsindsats uden for kvotesektoren for perioden 2021-2030. Efter afslutning af fremskrivningens beregninger er opgørelsen af arealet af organiske lavbundsjordene opjusteret. Dette kan have betydning for de beregnede LULUCF-udledninger/optag. En konkret vurdering udestår.

Figur 35: LULUCF udledninger og optag 1990-2030 [mio. ton CO₂-ækv.].



7.6 Erhvervslivets udledninger fra afbrænding og proces

Tekstboks 2 præsenterer en særskilt opgørelse for fremstillings- og serviceerhvervenes CO₂-udledninger i 2030 fordelt på anvendelser. Det fremgår bl.a., at erhvervslivets procesrelaterede CO₂-udledninger udgør en stigende andel af de samlede udledninger.

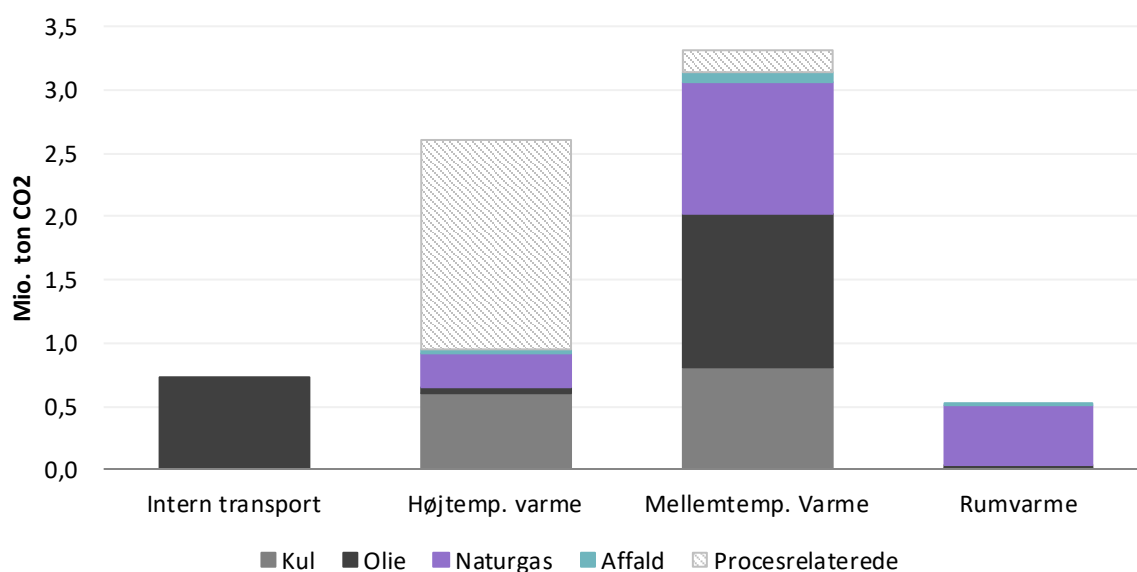
Tekstboks 2: Fremstillings- og serviceerhvervenes CO₂-udledninger i 2030.

I 2030 forventes de samlede CO₂-udledninger fra fremstillings- og serviceerhvervene at være omkring 7,2 mio. ton. Omkring 20 pct. af udledningerne kommer fra afbrænding af kul, koks, petroleumskoks samt fossilt affald, omkring 30 pct. fra afbrænding af olieprodukter og omkring 25 pct. fra afbrænding af naturgas. Øvrige udledninger svarende til omkring 25 pct. af de samlede udledninger er procesudledninger f.eks. frigivelse af CO₂ fra kalksten i forbindelse med produktionen af cement.

Figur 36 viser fordelingen af erhvervslivets samlede CO₂-udledninger på energitjenester og brændsler.

- Omkring 45 pct. er fra energirelateret forbrug og procesrelaterede udledninger ved produktion af mellemtemperaturvarme såsom tørring, opvarmning og inddampning. Heraf udgør de procesrelaterede udledninger omkring 5 pct.
- Omkring 35 pct. er fra energirelateret forbrug og procesrelaterede udledninger ved produktion af højtemperaturvarme, f.eks. ved produktion af tegl og cement. Heraf udgør de procesrelaterede udledninger omkring 65 pct. De energirelaterede udledninger kommer hovedsageligt fra afbrænding af kul, koks og petroleumskoks.
- Omkring 10 pct. er fra energirelateret forbrug i forbrændingsmotorer i intern transport såsom traktorer og entreprenørmaskiner. Alle disse udledninger er fra olieprodukter.
- Resten (omkring 7 pct.) er fra energirelateret forbrug ved produktionen af rumvarme. Heraf udgør afbrænding af naturgas i kedler omkring 90 pct.

Figur 36: CO₂-udledninger fra erhvervslivet i 2030 fordelt på energitjenester og brændselsformer [mio. ton CO₂].



7.7 Følsomheder og metodeovervejelser

Fremskrivningen af drivhusgasudledninger er især følsom over for køretøjers effektivitet, CO₂-kvotepriisen, teknologiudviklingen, transportarbejdet samt ændringer i landbrugets produktion.

Væsentlige følsomheders mulige konsekvenser for nøgleresultater behandles yderligere i Kapitel 8.

8 Følsomhedsanalyser

8.1 Hovedpointer

- Der er gennemført partielle følsomhedsanalyser for udvalgte centrale forudsætninger: data-centres elforbrug, CO2-kvotepriis, VE-udbygning, salg af elbiler, energieffektivisering i erhverv, malkekvæg, biobrændstof i luftfart samt kulfyret elproduktionskapacitet.
- De partielle følsomhedsanalyser viser, at usikkerhed omkring centrale forudsætninger kan have væsentlig betydning for fremskrivningens nøgleresultater. Eksempelvis findes, at ingen udbygning med landvind og solceller efter 2024 kan betyde, at den samlede VE-andel (RES) reduceres fra 54 pct. til 50,5 pct. i 2030.

8.2 Udvalgelse af følsomheder

Tabel 1 opstiller en række udvalgte følsomheder og parametervariationer med henblik på gennemførelse af partielle følsomhedsanalyser. Med "partiel" menes, at der foretages en følsomhedsanalyse for hver enkelt parametervariation "alt andet lige", og de resulterende effekter kan ikke umiddelbart aggregeres.

Der er ikke foretaget en vurdering af sandsynligheden af de enkelte følsomheders variation end-sige en samlet risikoanalyse.

Tabel 1: Udvalgte følsomheder og parametervariationer.

Følsomhed	BF19 forløb	Parametervariation 2030
A Datacentres elforbrug	"Lineær vækst"	"Danmark fravælges" scenariet, hvor datacentres elforbrug reduceres med 80 pct. i 2030 ift. centralt forløb (COWI A/S for Energistyrelsen, 2018)
B CO2-kvotepriis	FM centralskøn	CO2-kvotepriisen +/- 50 pct. ift. centralt forløb
C VE-udbygning	ENS centralskøn	Mere VE: + 450 MW havvind Mindre VE: Ingen udbygning med landvind og solceller efter 2024
D Elektrificerede køretøjer	ENS centralskøn	Flere elbiler: + 100 pct. andel af nybilsalg Færre elbiler: - 50 pct. andel af nybilsalg
E Energieffektivisering i erhverv	ENS centralskøn	Mere eller mindre effekt af energisparepulje til erhverv fra 2021 til 2024
F Malkekvæg	ENS centralskøn	+/- 15 pct. i antal malkekvæg
G Biobrændstof i luftfart	ENS centralskøn	+ 10 pct. iblanding af biobrændstof i luftfart i 2030
H Kulfyret elproduktionskapacitet	ENS centralskøn	Mere kul: CO2-kvotepriis på 50 DKK/ton i kombination med fortsat drift på Nordjyllandsværket (NEV3) samt mulighed for kuldrift på Studstrupværket (SSV3) og Avedøreværket (AVV1), når det kan betale sig. Mindre kul: Stop for drift på Fynsværket inden 2030 hvor varmekapaciteten erstattes af varmepumper og biomassekedler.

8.3 Resultat af partielle følsomhedsanalyser

Figur 37 og Figur 38 sammenstiller de partielle følsomheders betydning for to nøgleresultater, hhv. VE-andel (RES) og drivhusgasudledninger. Talværdier samt betydning for øvrige nøgleresultater fremgår af Appendiks 1.

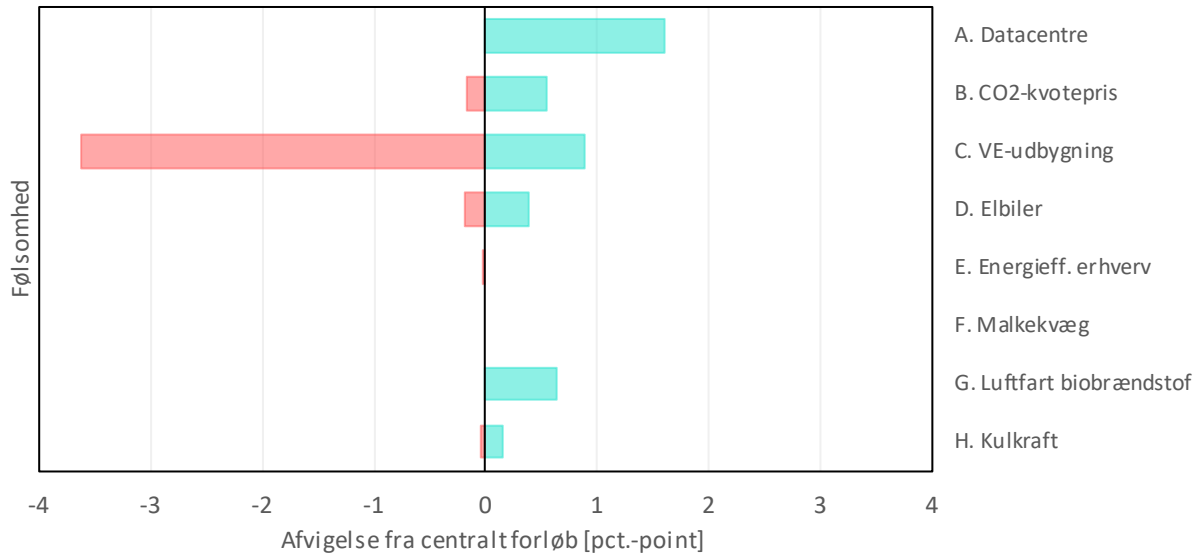
Figureerne illustrerer de partielle følsomheders betydning for fremskrivningens centrale resultat for 2030.

Det fremhæves for de partielle følsomheder i rækkefølge, at

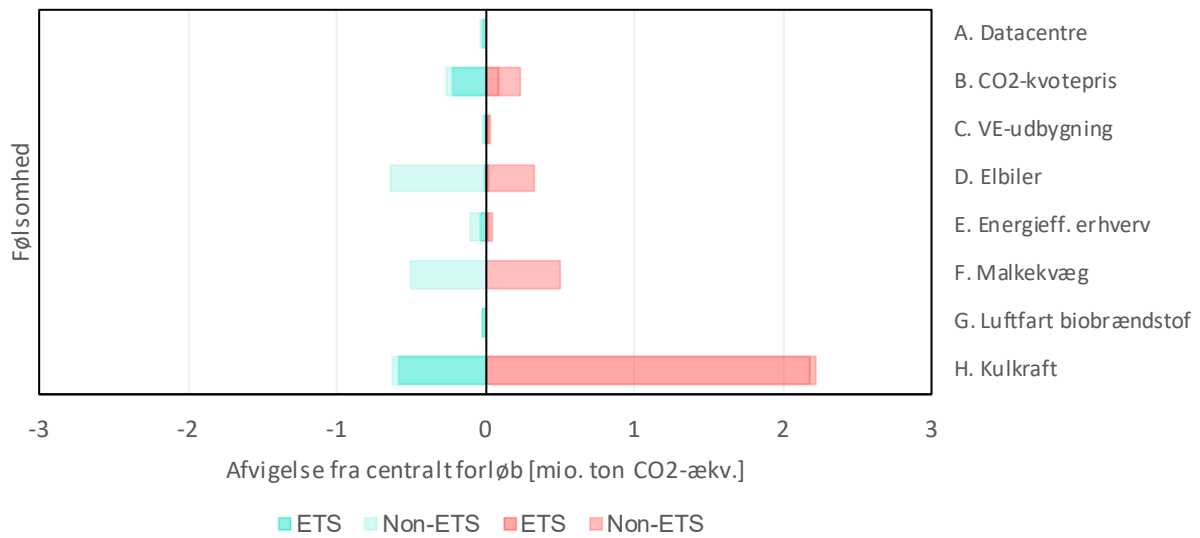
- A. Et markant lavere elforbrug til datacentre, der er baseret på "Danmark fravælges" scenariet (COWI A/S for Energistyrelsen, 2018), kan øge VE-andelen med 1,6 pct.-point. Udledningerne påvirkes ikke, da eleksporten øges svarende til det mindre elforbrug.
- B. En højere CO₂-kvotepris kan øge VE-andelen med 0,5 pct.-point og elprisen med 100 DKK/MWh.
- C. Ingen udbygning med landvind og solceller efter 2024 kan reducere VE-andelen med 3,5 pct.-point og elprisen med 10 DKK/MWh.
- D. Flere elektriske køretøjer kan reducere det fossile bruttoenergiforbrug med 9 PJ og øge elforbruget med 3,2 PJ (0,9 TWh), hvilket kan reducere udledningerne med 0,6 mio. ton CO₂-ækv.
- E. Øget effekt af energisparepuljen til erhverv i perioden 2021-2024 kan reducere det fossile bruttoenergiforbrug med 1,5 PJ, hvilket kan reducere udledningerne med 0,1 mio. ton CO₂-ækv.
- F. Antallet af malkekvæg kan påvirke udledningerne med +/- 0,5 mio. ton CO₂-ækv. for en ændring i bestanden på +/- 15%.
- G. Iblanding af 10% biobrændstof i luftfarten kan øge VE-andelen med 0,6 pct.-point og reducere fossilt bruttoenergiforbrug med 4,6 PJ. Ændringen i udledninger beregnes ikke her, da udledninger fra udenrigsluftfart ikke indgår i FN/EU-opgørelsen.
- H. Mere kulfyret elproduktionskapacitet i kombination med en lavere CO₂-kvotepris kan øge det fossile bruttoenergiforbrug med 22,6 PJ, hvilket kan øge udledningerne med 2,2 mio. ton CO₂-ækv. Mindre kulfyret elproduktionskapacitet kan reducere det fossile bruttoenergiforbrug med 4,9 PJ og reducere udledningerne med 0,5 mio. ton CO₂-ækv.

Fremskrivningens partielle følsomhedsanalyser viser, at centrale forudsætninger har væsentlig betydning for fremskrivningens nøgleresultater. Eksempelvis findes, at ingen udbygning med landvind og solceller efter 2024 kan betyde, at den samlede VE-andel (RES) reduceres fra 54 pct. til 50,5 pct. i 2030 (3,5 pct.-point). Mere kulfyret elproduktionskapacitet i kombination med en lavere CO₂-kvotepris kan øge udledningerne med 2,2 mio. ton CO₂-ækv.

Figur 37: Forskel i samlet VE-andel (RES) mellem centralt forløb og partielle følsomheder. Rødlig farve er reduceret VE-andel, grønlig farve er øget VE-andel.



Figur 38: Forskel i udledninger fordelt på ETS og non-ETS mellem centralt forløb og partielle følsomheder [mio. ton CO2-ækv.]. Grønne farver er reducerede udledninger, røde farver er øgede udledninger.



Appendiks 1. Hvorfor ændrer fremskrivningen sig fra år til år?

Der er en række grunde til, at fremskrivningen ændrer sig fra år til år:

- Ny regulering – f.eks. Energiaftalen af 29. juni 2018, der bl.a. sikrer finansiering af 3 havvind-sparker, lempelse af elafgifter, ophævelse af kraftvarmekrav i mindre decentrale fjernvarmeområder samt ny energispareindsats (EFKM, 2018), ny EU regulering på transportområdet, der fastlægger udledningskrav for person- og varebiler (EU Commission, 2019b) samt forudsat implementering af ny regulering af udledningskrav for tunge køretøjer (Europa-Parlamentet, 2019).
- Opdaterede forventninger til den overordnede økonomiske vækst (Økonomi- og Indenrigsministeriet, 2019),
- Opdaterede forventninger til udviklingen i brændselspriser og CO₂-kvotepris (Energistyrelsen, 2019e; IEA, 2018),
- Opdaterede forventninger til konkrete projekter samt til den energiteknologiske udvikling generelt, f.eks. fuldlasttimer for vindkraft og solceller i normalår (Energistyrelsen, 2019i),
- Ny markedsudvikling. Bl.a. opdaterede forventninger til udbredelse af de såkaldte PPA'er og oprindelsesgarantier, hvilket danner grundlag for fremskrivningens opdaterede forventninger til især udbygningen med kommercielle solcelleanlæg (markanalæg) og landvind.¹²
- Opdaterede forventninger til sammensætningen af elforsyningen i de øvrige 23 europæiske lande, der indgår i analyseplatformens elmarkedsmodel (ENTSO-E, 2018a, 2018b),
- Opdatering af statistik hvilket f.eks. kan resultere i en ændret forventning til sammensætningen af husholdningernes energiforbrug til opvarmning. BF19 tager således bl.a. udgangspunkt i den seneste endelige Energistatistik 2017 og Energiproducenttælling 2017 (Energistyrelsen, 2019g, 2019c),
- Forbedringer af modelplatformen. Der anvendes således i forbindelse med BF19 bl.a. en nyudviklet investeringsmodel for decentrale fjernvarmeområder, der danner grundlag for en styrket metodisk tilgang til fremskrivningen af investeringer og skrotning af eksisterende anlæg i fjernvarmesektoren.

¹² En "Power Purchase Agreement" (PPA) er en direkte aftale mellem investor/producent og forbruger om handel med en specifik produktion af el. En PPA kan f.eks. bidrage til at sikre, at en større forbruger kan opnå oprindelsesgaranti for køb af vedvarende energi til dækning af sit elforbrug. En PPA kan bidrage til finansieringen af ny kapacitet på markedsvilkår.

Appendiks 2. Hvorfor korrigeres statistiske værdier for elhandel med udlandet?

Basisfremskrivningens resultater lægger sig op ad statistiske principper og normer. Dette indebærer bl.a., at den statistiske opgørelse (værdier for 2017 og tidligere) af bruttoenergiforbrug og samlet drivhusgasudledning korrigeres for den årlige nettoudveksling af elektricitet med udlandet.

Korrektionen foretages for at sikre, at den statistiske opgørelse af bruttoenergiforbrug og drivhusgasudledning afspejler de reelle, sammenhængende effekter af udviklingen i Danmarks energiforbrug. Uden denne tilgang til elhandelskorrektion ville Danmark enkelt kunne reducere bruttoenergiforbruget og CO₂-udledningerne ved at importere el produceret på kulkraft syd for grænsen.

I perioder med nettoelimport afspejler elhandelskorrektionen tilnærmelsesvist, hvad bruttoenergiforbruget og CO₂-udledningerne ville have været, hvis Danmark selv havde produceret elektricitet svarende til nettoimporten med den gældende sammensætning af elforsyningen.

I perioder med nettoeksport afspejler elhandelskorrektionen tilnærmelsesvis en fortrængning af bruttoenergiforbrug og CO₂-udledninger i de lande, der eksporteres til.

Korrektionen indebærer, at der beregnes en repræsentativ energi- og emissionseffekt af den årlige nettoudveksling af elektricitet med udlandet. Denne effekt indregnes derpå i det pågældende års resultat. Metoden baserer sig på en antagelse om, at marginal elproduktion i et sammenhængende europæisk energisystem kan repræsenteres ved den gennemsnitlige sammensætning af termiske elproduktionsanlæg i Danmark år for år. Termiske elproduktionsanlæg omfatter i dette tilfælde elproduktion på kul, naturgas, olie og fast biomasse (træpiller og træflis). I energistatistikken foretages elhandelskorrektionen på basis af et 5-årigt historisk gennemsnit.

Energistyrelsens metode til statistisk beregning af korrektion ved nettoudveksling af elektricitet med udlandet vurderes og opdateres periodisk, senest i 2016 (Energistyrelsen, 2016).

Opgørelsen af bruttoenergiforbrug og CO₂-udledninger for statistiske år er endvidere korrigeret for temperaturudsving (såkaldt klimakorrigeret) i forhold til et statistisk defineret normalår.

For fremskrivningsår (2018 og frem) gælder, at der dels opereres med normalår, dels at fremskrivningsresultater i BF19 ikke korrigeres for elhandel med udlandet. Grunden til at fremskrivningsresultater i BF19 ikke korrigeres for elhandel med udlandet er, at Danmark forventes at blive systematisk eksportør af elektricitet i løbet af fremskrivningsperioden, samtidig med at den indenlandske elforsyning omstilles til ikke-termisk produktionsteknologi, hvorfor det må forventes, at en evt. fremtidig metode til elhandelskorrektion må forventes at skulle opdateres for at afspejle dette. Fremskrivningsresultater for bruttoenergiforbrug og samlet drivhusgasudledning for perioden 2018-2030 opgøres således som faktisk forbrug og udledning i normalår.

Appendiks 3. Tiltag med effekt i BF19

I det følgende gennemgås elementer for tiltag med effekt i BF19 med henvisning til Figur 1 i Kapitel 1.3.

Energiaftalen af 29. juni 2018 (EFKM, 2018) gælder i princippet for perioden frem til og med 2024. Da den sidste af aftalens 3 havvindmølleparker først forventes idriftsat i 2030, kan aftalens rækkevidde siges at være udbredt til hele fremskrivningsperioden. Ud over 3 nye havvindmølleparker sikrer Energiaftalen finansiering af ny biogasproduktion, fortsat lempelse af elafgifter, nye teknologineutrale udbud af solceller, landvind og kystnær havvind samt ny energisparsindsats, der afløser "Energiselskabernes Energisparsindsats", der udløber med udgangen af 2020 (Energistyrelsen, 2019d). Den ny energisparsindsats omfatter bl.a. tilskudspuljer til energibesparelser i erhverv og husholdninger samt informationskampagne om besparelsesmuligheder i husholdninger. BF19 medregner desuden effekt af Energiaftalens afskaffelse af bilag 1 i elafgiftsloven, hvilket giver flere erhvervsbrancher mulighed for at få godtgjort elafgiften. Endelig medregnes effekt af Energiaftalens ophævelse af kraftvarmekrav og brændselsbinding i mindre, decentrale fjernvarmeområder samt Energistyrelsens mulighed for at give dispensation fra kraftvarmekrav i centrale fjernvarmeområder. Ophævelse af og mulighed for dispensation fra kraftvarmekrav har effekt for forventninger til omlægning af kul- og naturgasbaseret kraftvarme til anden forsyningsteknologi f.eks. til varmepumper og biomassekedler.

Energiaftalen afsætter en økonomisk reserve til yderligere VE fra 2025, den såkaldte VE-reserve. Effekten heraf er ikke medregnet i BF19, da VE-reservens evt. udmøntning netop vil være baseret på en periodisk vurdering af udviklingen uden VE-reservens udmøntning. Desuden ses Energiaftalens pulje til udbredelse af grøn transport endnu ikke at være udmøntet i konkrete tiltag og er derfor heller ikke medregnet.

Energiaftalens lempelse af elafgifter forlænger og udvider gældende lempelser aftalt ifm. Erhvervs- og iværksætteraftalen af 12. november 2017 (Erhvervsministeriet, 2017), der på dette område er gældende til og med 2020.

PSO-tariffen, der betales over elprisen, er under udfasning og ophører med udgangen af 2021 (Energistyrelsen, 2018b).

Aftale om midlertidig lempelse af registreringsafgift for elektriske køretøjer (SKM, 2018) er medregnet med effekt for bilsalget frem til 2022.

Tidligere tilskudsordninger til ny landvind, ny biomassekraftvarme og ny biogasproduktion vil være ophørt i løbet af 2019 og er afløst af den teknologineutrale udbudsordning. Eksisterende anlæg etableret under tidligere tilskudsordninger fortsætter på gældende vilkår. Dog fastlægger ændring af lov om fremme af vedvarende energi og lov om elforsyning fra 2018 et revideret pristillæg til elektricitet produceret fra afbrænding af biomasse på basis af anlægsspecifikke afskrivningsforhold, der er i overensstemmelse med EU's statsstøttedirektiv.

Samtidig ophører produktionsuafhængig støtte til decentral kraftvarmeproduktion (det såkaldte grundbeløb) og etableringsstøtte til store eldrevne varmepumper med udgangen af 2018 (Energistyrelsen, 2018a).

Det teknologineutrale udbud, der blev gennemført i perioden 2018-2019, indgår med de opnåede effekter. Kommende teknologineutrale udbud indgår som element i Energiaftalen med en tilsvarende fordeling på teknologier.

Aftaler finansieret under Finansloven 2019 (Finansministeriet, 2018) er medregnet med betydning for visse af landbrugets udledninger, udledninger af visse klimagasser fra køleanlæg samt reduceret biogaslækage fra biogasanlæg fra 2021.

EU's produktstandarder, der bl.a. omfatter Ecodesign direktivet og Energimærkningsdirektivet samt køretøjsstandarder, indgår med effekt i hele fremskrivningsperioden med EU's besluttede skærpselser og udvidelser.

EU's affaldsdirektiv har i princippet effekt i hele fremskrivningsperioden. Der er dog aktuelt ikke grundlag for nye forventninger til affaldets sammensætning og brændværdi, herunder VE-andelen af affald til forbrænding, ligesom eksisterende forbrændingskapacitet forudsættes opretholdt.

Bygningsreglementet fortsætter, hvor overgang til bygningsklasse 2020 vil være frivillig, og er gældende i hele fremskrivningsperioden.

Øvrige eksisterende afgifter og tilskud er gældende i hele fremskrivningsperioden.

Appendiks 4. Basisfremskrivningens modelplatform

I det følgende gennemgås elementer i Basisfremskrivningens modelplatform med henvisning til Figur 2 på side 15.

Figur 2 illustrerer modelplatformens overordnede elementer med input fra venstre og output til højre.

Input omfatter fremskrivning af udledninger på basis af bl.a. fremskrivningens energibalance samt emissioner fra bl.a. landbrug i samarbejde med Nationalt Center for Miljø og Energi på Aarhus Universitet (DCE), Finansministeriets og Økonomi- og Indenrigsministeriets fremskrivninger for den økonomiske og demografiske udvikling, erhvervslivets produktivitet og CO₂ kvoter, det Internationale Energiagenturs (IEA) fremskrivning af verdensmarkedspriserne for fossile brændsler tilpasset et dansk niveau, detaljerede anlægsdata for danske energianlæg bl.a. baseret på Energistyrelsens Energiproducenttælling og Stamdataregister, Danmarks Statistiks input-output matricer for udveksling mellem sektorer, Energistyrelsens teknologikataloger samt fremskrivning af 23 europæiske landes elforbrug, elproduktionskapacitet og interkonnektorer (elektriske udlandsforbindelser) baseret på data fra den europæiske netværksorganisation for systemoperatører ENTSO-E.

Output omfatter – år for år og time for time frem til 2030 - energiforbrug fordelt på sektorer, anvendelse og –teknologi, energibalancer for forsyningsanlæg og fjernvarmeområder, udledninger af klimagasser, nøgletal såsom VE-andele i overensstemmelse med VE-direktivets forskrifter (Eurostat, 2018), eludveksling og elpris for hvert af de 15 europæiske elmarkedsområder, der indgår i elmarkedsmodellen, elforsyningssikkerhed, statsfinansiell provenuforskydning, samfundsøkonomiske og selskabsøkonomiske driftsresultater samt udviklingen i erhvervslivets energiintensiteter.

Modelplatformen integrerer følgende delmodeller:

- Sammenfatningsmodellen ("Denmark's Energi and Climate Model"), der integrerer nedenstående sektormodeller samt resultater fra DCE's emissionsmodel med henblik på produktion af et samlet fremskrivningsresultat på systemniveau. Sammenfatningsmodellen danner endvidere grundlag for komparative analyser af fremskrivningsforløb vis-à-vis effektivvurderinger på systemniveau.
- RAMSES, der modellerer el- og fjernvarmeforsyningen. RAMSES er en teknisk-økonomisk driftsoptimeringsmodel, der er baseret på en detaljeret beskrivelse af alle energiproduktionsanlæg og fjernvarmeområder i det danske energisystem samt en aggregeret beskrivelse af elproduktionsanlæg i de europæiske elmarkeder, der indgår i modellen herunder de interkonnektorer (udlandsforbindelser), der forbinder disse elmarkeder. RAMSES simulerer driften i det sammenhængende europæiske energisystem på time-basis. RAMSES foretager ikke automatisk nye investeringer. RAMSES omfatter Danmark samt 23 lande fordelt på 15 europæiske elmarkedsområder. Udvikling i ny produktionskapacitet defineres dels eksogent på basis af konkret viden samt udbygningsmodeller for bl.a. vindkraft og solceller dels på basis af kobling til DH-Invest, der er en ny investeringsmodel for decentrale fjernvarmeområder.
- IntERACT, der modellerer energiforbruget i erhverv og husholdninger. Modellen består af to delmodeller: En økonomisk model, som beskriver de makroøkonomiske sammenhænge ved hjælp af en neoklassisk generel ligevægtsmodel, og en teknisk energisystemmodel baseret på

IEA's TIMES-model (IEA-ETSAP, 2018). Modellen beskriver grundlæggende energiteknologiske, termodynamiske og fysiske sammenhænge på et energiøkonomisk teoretisk grundlag. Der anvendes outputdata fra RAMSES omkring elpriser og fjernvarmepriser.

- DH-INVEST, der er en investeringsmodel for decentrale fjernvarmeområder. Investeringsmodellen simulerer drift og investeringer for hvert enkelt fjernvarmeområde med henblik på at fastlægge selskabsøkonomisk optimale investeringsforløb herunder skrotning af eksisterende anlægsenheder. Investeringsmodellen er integreret med RAMSES og anvender et fælles forudsætningsgrundlag, hvorefter de beregnede kapacitetsændringer for de enkelte fjernvarmeområder indgår som grundlag for RAMSES' modellering af det samlede danske el- og fjernvarmesystem.
- SISYFOS, der simulerer elsystemets effekttilstrækkelighed (forsyningssikkerhed). SISYFOS er en Monte Carlo simuleringsmodel, der ved "terningkast" simulerer forskellige situationer med udfald af kraftværker og/eller ledninger i elsystemet. Ved hjælp af tidsserier for elforbrug, vindkraft, solceller m.m. afdækkes kombinationer af begivenheder, der kan medføre effektmangel. Der beregnes såkaldt Loss-Of-Load-Probability (LOLP), der omsættes til et antal minutter pr. år med effektmangel. Der beregnes også forventet ikke-leveret energi efter en metode udviklet af Energinet samt dertil hørende gennemsnitlige afbrudsminutter.
- FREM, der modellerer energiforbruget i transportsektoren. FREM er bl.a. baseret på input fra Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. Der anvender Landstrafikmodellen (Danmarks Tekniske Universitet, 2018) til at beskrive udviklingen i vejtrafikken og jernbanens energiforbrug. FREM fremskriver vejtransporten ud fra fremskrivninger af væksten i trafikarbejde, udvikling i køretøjernes energieffektivitet fordelt på 44 køretøjskategorier og overlevelseshastigheder, kørsel som funktion af køretøjernes alder samt valg af køretøj. FREM fremskriver flytransportens energiforbrug med udgangspunkt i udviklingen i BNP og befolkningstal samt forventet udvikling i luftfartens energieffektivitet.
- PSO-modellen, der anvendes til at beregne de forventede, fremtidige udgifter til elproduktionsstøtte. Modellen beregner udgifter til bl.a. havvind, landvind, biogas, solceller og kraftvarmeproduktion. Resultaterne anvendes til fastsættelse af PSO-tariffen og til finanslovsbudgetteringer. Der anvendes outputdata fra RAMSES omkring elpriser, elforbrug og elproduktion. Desuden modellerer modellen de relevante teknologistøtteordninger.
- Teknologiudbygningsmodeller for havvind, landvind, solceller og biogasanvendelse, der modellerer teknologiinvesteringers selskabsøkonomiske rentabilitet i lyset af relevante investorers rentabilitetskrav, hvorved der modelleres en overvejende sandsynlig kapacitetsudbygning på gældende investerings- og driftsvilkår.

Appendiks 5. Hvorfor svarer fremskrivningens tal ikke præcist til energistatistikken?

På tidspunktet for forberedelsen og produktionen af BF19 er 2017 det seneste endelige statistikår og alle henvisninger til klima- og energital for 2017 og tidligere er baseret på statistiske opgørelser. Resultater for 2018 og derefter baserer sig derimod på beregning af normalår for bl.a. vindproduktion, nedbør (med betydning for udlandets elproduktion fra vandkraft), graddage (med betydning for opvarmningsbehovet) og normale produktionsforhold i udlandets elforsyning.

Det ligger i skrivende stund bl.a. fast, at vindproduktionen i 2018 var 10-15 pct. lavere end i et normalår, og det er kendt, at en særlig varm sommer førte til ekstraordinære elproduktionsforhold i Europa, der bl.a. betød, at flere tyske kulkraftværker og franske kernekraftværker i længere perioder måtte begrænse produktionen grundet køleforhold. Dette havde betydning for elmarkedet og elproduktionens sammensætning i Danmark i 2018, hvilket kan betyde, at brændselsfordeling og udledninger vil afvige fra, hvad der forventes i et normalår.

Da der i skrivende stund ikke foreligger et endeligt og samlet statistisk grundlag for 2018, er fremskrivningens resultat for 2018 baseret på et normalår. Det forventes i overensstemmelse med denne metodiske tilgang, at fremskrivningens resultat for 2018 vil afvige fra den kommende, endelige energistatistik for 2018.

Basisfremskrivningens modelplatform vil korrekt spejle statistiske år, hvor de samlede forudsætninger og afgivelser fra normalåret er kendt.

Der gøres generelt opmærksom på, at statistiske år kan være kendetegnet ved store udsving. Basisfremskrivningen tjener til at beskrive udviklingstendenser over en længere årrække, mens statistikken tjener til at rapportere faktiske forhold i historiske år. Basisfremskrivningen har fokus på den gennemsnitlige udviklingstrend frem mod 2030, hvor modelresultater for mellemliggende normalår herunder drivhusgasudledninger forventeligt vil afvige fra en efterfølgende statistisk opgørelse.

Det er tendensen over en årrække, der er fremskrivningens fokus og resultat. Som konsekvens heraf er resultatværdier for 2018 og 2019 i de medfølgende resultattabeller i regneark udeladt. I rapportens figurer indgår dog alle modelberegnedes tal for bedst at illustrere udviklingstendensen.

Grundet modelplatformens indirekte håndtering af energistatistikken vil der desuden kunne observeres marginale forskelle mellem fremskrivningens rapportering og energistatistikens rapportering ved opgørelse af statistiske værdier. For nøjagtig energistatistisk opgørelse henvises til Energistyrelsens energistatistik (Energistyrelsen, 2019g).

Appendiks 6. Resultat af følsomhedsanalyser

Tabel 2 viser resultatværdier for partielle følsomhedsanalyse med henvisning til oversigten i Tabel 1 på side 63.

Tabel 2: Følsomhedsresultater for 2030 opgjort som delta-værdier (forskelle) ift. det centrale forudsætningsforløb. Værdier er angivet for 2030. "˜" angiver en tilnærmet værdi. "NA" ("Not Applicable") angiver, at der ikke er foretaget en beregning.

Beskrivelse	VE-andel (RES) [Pct.-point]	Fossilt brutto- energiforbrug [PJ]	Elektricitet			CO2 udledning	
			Forbrug [TWh]	Pris [DKK/MWh]	Import [TWh]	Non-ETS [Mio. ton CO2-ækv.]	samlede [Mio. ton CO2-ækv.]
- BF19 Centralt Forløb	54	375,6	47,5	344,3	-6,1	29,7	38,1
A Datacentre "Danmark fravælges"	+1,6	-0,4	-5,7	-8,2	-5,6	˜0	˜0
B+ Højere CO2-kvotepri	+0,5	+0,4	-0,1	+99,8	-1,1	+0,1	-0,1
B- Lavere CO2-kvotepri	-0,2	+0,5	˜0	-27,9	+0,2	˜0	˜0
C+ Øget udbygning med havvind	+0,9	-0,1	-	-3,4	-1,7	˜0	˜0
C- Ingen nye solceller og landvind efter 2024	-3,6	+0,3	-	+9,6	+7,1	˜0	˜0
D+ Øget salg af elektriske køretøjer	+0,4	-8,7	+0,9	+1,3	+0,9	-0,6	-0,6
D- Reduceret salg af elektriske køretøjer	-0,2	+4,4	-0,5	-0,7	-0,5	+0,3	+0,3
E+ Mere effektivisering erhverv	˜0	-1,5	-0,1	˜0	˜0	-0,1	-0,1
E- Mindre effektivisering erhverv	˜0	+0,6	+0,1	+0,1	˜0	˜0	˜0
F+ Flere malkekøer	-	-	-	-	-	+0,5	+0,5
F- Færre malkekøer	-	-	-	-	-	-0,5	-0,5
G+ Øget biobrændstofsandel i luftfart	+0,6	-4,6	-	-	-	NA	NA
H+ Mere kulfyret elproduktionskapacitet	˜0	+22,6	+0,1	-44,3	-2,7	˜0	+2,2
H- Mindre kulfyret elproduktionskapacitet	+0,2	-4,9	+0,2	+1,1	+0,9	˜0	-0,5

Appendiks 7. Baggrundsbilag

Der udgives ifm. Basisfremskrivningen en række baggrundsbilag, som dokumenterer forudsætninger og detailresultater, samt regneark med tal bag hovedrapportens figurer.

Baggrundsbilag kan downloades her: <https://ens.dk/basisfremskrivning>.

0. Regneark med udvalgte forudsætninger
1. Brændselspriser og CO₂-kvoter
2. Drivhusgasser og landbrug
3. Overordnede forudsætninger
4. Afgifter og tilskud
5. Transport
6. El og fjernvarme samt interkonnektorer
7. Havvind
8. Landvind
9. Solceller
10. Affaldsforbrænding
11. Biogas
12. Olie- og gas
13. Elpris

Appendiks 8. Referencer

- A, B, F, & Ø. (2019). *Retfærdig retning for Danmark - Politisk forståelse mellem Socialdemokratiet, Radikale Venstre, SF og Enhedslisten*. Retrieved from https://ufm.dk/ministeriet/regeringsgrundlag-vision-og-strategier/regeringen-mette-rasmussens-forstaelsespapir/retfaerdig-retning-for-danmark_2019-06-25_endelig.pdf
- Aabenraa Kommune. (2019). Apples datacentergrund bliver ledig til nye investorer. Retrieved June 18, 2019, from <https://www.aabenraa.dk/vores-kommune/nyheder/arkiv/apples-datacentergrund-bliver-ledig-til-nye-investorer/>
- Aarhus Universitet. (2019). DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Retrieved from <http://dce.au.dk/>
- COWI A/S for Energistyrelsen. (2018). *Temaanalyse om store datacentre*.
- Danmarks Tekniske Universitet. (2018). Landstrafikmodellen. Retrieved from <http://www.landstrafikmodellen.dk/>
- DCE. (2019). *Denmark's National Inventory Report 2019*. Retrieved from <https://dce2.au.dk/pub/SR318.pdf>
- De Danske Bilimportører. (2019). Årets Bilsalg 2019. Retrieved from <https://www.bilimp.dk/Nyhed?id=5985>
- EFKM. (2018). *Energiaftale af 29. juni 2018*. Retrieved from <https://efkm.dk/media/12222/energiaftale2018.pdf>
- Energistyrelsen. (2016). *Notat om opdatering af elhandelskorrektion*. Retrieved from <https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/elhandelskorrektion.pdf>
- Energistyrelsen. (2018a). Grundbeløbets bortfald og grundbeløbsindsatsen | Etableringsstøtte til varmepumper. Retrieved from <https://ens.dk/ansvarsomraader/varme/grundbeloebets-bortfald-og-grundbeloebetsindsatsen#etablering>
- Energistyrelsen. (2018b). PSO-fremskrivninger. Retrieved from <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/pso-fremskrivninger>
- Energistyrelsen. (2019a). *Basisfremskrivning 2019 - Baggrundsbilag*. Retrieved from <https://ens.dk/basisfremskrivning>
- Energistyrelsen. (2019b). Basisfremskrivning 2019 - Figurer og Tabeller. Retrieved from <https://ens.dk/basisfremskrivning>
- Energistyrelsen. (2019c). Energidata Online - Energiproducenttællingen. Retrieved from <https://ens.dk/service/indberetninger/energidata-online>
- Energistyrelsen. (2019d). Energiselskabernes Energispareindsats. Retrieved from <https://ens.dk/ansvarsomraader/energibesparelser/energiselskabernes-energisparesindsats>
- Energistyrelsen. (2019e). Energistyrelsens Basisfremskrivning. Retrieved from <https://ens.dk/basisfremskrivning>
- Energistyrelsen. (2019f). *Faktaark om afgørelse af det teknologineutrale udbud 2018*. Retrieved from https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Udbud_aktuelle/faktaark_om_resultatet_af_det_teknologineutr

ale_udbud_2018.pdf

- Energistyrelsen. (2019g). Månedlig og årlig energistatistik. Retrieved from <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>
- Energistyrelsen. (2019h). Modeller. Retrieved June 7, 2019, from <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/modeller>
- Energistyrelsen. (2019i). Teknologikataloger. Retrieved from <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/teknologikataloger>
- ENTSO-E. (2018a). Mid-Term Adequacy Forecast 2018. Retrieved June 7, 2019, from <https://www.entsoe.eu/outlooks/midterm/>
- ENTSO-E. (2018b). TYNDP 2018. Retrieved June 7, 2019, from <https://tyndp.entsoe.eu/>
- Erhvervsministeriet. Erhvervs-og iværksætterinitiativer (2017).
- EU. VE-direktivet (DIRECTIVE 2009/28/EC) (2009). Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN>
- EU Commission. Ecodesigndirektivet (2009). Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0125&from=EN>
- EU Commission. (2014). 2030 Energy Strategy. Retrieved from <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/2030-energy-strategy>
- EU Commission. Energimærkningsdirektivet 2017/1369 (2017). Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R1369&from=en>
- EU Commission. (2017b). Proposal for an Effort Sharing Regulation 2021-2030 | Climate Action. Retrieved from https://ec.europa.eu/clima/policies/effort/proposal_en
- EU Commission. (2018a). *Regulation (EU) 2018/841 of 30 May 2018 on the inclusion of greenhouse gas emissions and removals from land use, land use change and forestry in the 2030 climate and energy framework*. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0841&from=EN>
- EU Commission. Regulation (EU) No 2018/842 of 30 May 2018 on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 contributing to climate action to meet commitments under the Paris Agreement and amending Regulation (EU) No 525/2013, Official Journal of the European Union § (2018). Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0842&from=EN>
- EU Commission. (2019a). National Energy and Climate Plans (NECPs). Retrieved August 8, 2019, from <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/governance-energy-union/national-energy-climate-plans>
- EU Commission. Regulation 2019/631 setting CO2 emission performance standards for new passenger cars and for new light commercial vehicles (2019). Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0631&from=EN>
- Europa-Parlamentet. (2019). MEPs approve new CO2 emissions limits for trucks. Retrieved June 7, 2019, from <https://www.europarl.europa.eu/news/da/press-room/20190412IPR39009>

- Eurostat. (2018). SHARES (Renewables). Retrieved from <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>
- Facebook. (2019). Facebook reaches 75% renewable energy. Retrieved June 9, 2019, from <https://tech.fb.com/facebook-reaches-75-renewable-energy/>
- Finansministeriet. Finansloven 2019 (2018). Retrieved from <https://www.fm.dk/publikationer/2019/finansloven-for-2019>
- IEA-ETSAP. (2018). Times (The Integrated MARKAL-EFOM System). Retrieved from <https://iea-etsap.org/index.php/etsap-tools/model-generators/times>
- IEA. (2018). World Energy Outlook 2018. Retrieved June 7, 2019, from <https://www.iea.org/weo2018/>
- Johannsen, V., Kvist, ;, Nord-Larsen, T. ;, Bentsen, N., Scott, ;, & Vesterdal, L. (2019). *Danish National Forest Accounting Plan 2021-2030, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet (IGN)*. Retrieved from www.ign.ku.dk
- K2 Management for Energistyrelsen. (2019). Analysis of the Potential for Corporate Power Purchasing Agreements for Renewable Energy Production in Denmark.
- Økonomi-og Indenrigsministeriet. (2019). *Danmarks Konvergensprogram 2019*. Retrieved from <https://oim.dk/media/22432/danmarks-konvergensprogram-2019.pdf>
- SKM. (2018). Forslag til lov om ændring af registreringsafgiftsloven, brændstofforbrugsafgiftsloven og lov om vægtafgift af motorkøretøjer m.v. (Udskydelse af indfasning af registreringsafgift m.v. og ændring af bundfradrag for eldrevne køretøjer (L 120). Retrieved June 8, 2019, from https://www.ft.dk/samling/20181/lovforslag/l120/20181_l120_som_fremsat.htm
- UNFCCC. (2014). *Decision 24/CP.19 Addendum Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its nineteenth session*. Retrieved from <https://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/eng/10a03.pdf#page=2>
- UNFCCC. (2019). *Decision 13/CMA.1 Matters relating to the Adaptation Fund*. Retrieved from https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CMA2018_03a02E.pdf