

KLIMASTATUS OG - FREMSKRIVNING 2021



Klimastatus og -fremskrivning, 2021

Udgivet i april 2021 (Rev. 29/06/2021) af:
Energistyrelsen, Carsten Niebuhrs Gade 43, 1577 København V
Telefon: 33 92 67 00, E-mail: ens@ens.dk

Internet: <http://www.ens.dk>

Design og produktion: Energistyrelsen

Indholdsfortegnelse

1	Om Klimastatus og -fremskrivning 2021	5
1.1	Hvad er baggrunden for KF21?	5
1.2	Hvad omfatter KF21, og hvordan laves fremskrivningen?	6
1.3	Hvad er usikkerheden knyttet til KF21?	7
1.4	Hvordan er KF21 materialet organiseret?	7
2	Det samlede billede	8
2.1	Status for reduktionsmål i klimaloven og Danmarks EU-forpligtigelser	11
2.2	Udviklingen i de samlede udledninger fordelt på sektorer	12
2.3	Energirelaterede udledninger og samlet energiforbrug	16
2.4	Usikkerhed	19
3	Husholdninger	21
3.1	Husholdningssektorens udledninger	22
3.2	Husholdningssektorens energiforbrug	23
3.3	Usikkerhed og følsomheder	25
4	Transport	27
4.1	Transportsektorens udledninger	28
4.2	Vejtransportens energiforbrug	30
4.3	Usikkerhed og følsomheder	31
5	Serviceerhverv	34
5.1	Servicesektorens udledninger	34
5.2	5.2 Servicesektorens energiforbrug	36
5.3	Usikkerhed og følsomheder	36
6	Fremstillingserhverv og bygge-anlægssektoren	38
6.1	Industrierhvervenes udledninger	38
6.2	Industrierhvervenes energiforbrug	40
6.3	Usikkerhed og følsomheder	42
7	Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer	43
7.1	Brændstofproduktionens udledninger og udvikling	43
7.2	Usikkerhed og følsomheder	46
8	El- og fjernvarme	48
8.1	El- og fjernvarmesektorens udledninger	48

8.2	El- og fjernvarmesektorens energiforbrug	49
8.3	El-balancen	50
8.4	Usikkerhed og følsomheder	51
9	Affald og F-gasser	53
9.1	Udledninger fra affald og F-gasser	53
9.2	Usikkerhed og følsomheder	56
10	Landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri	57
10.1	Udledninger fra landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri	58
10.2	Usikkerhed og følsomheder	61
11	Danmarks EU forpligtigelser	63
11.1	Status for non-ETS udledninger og LULUCF	63
11.2	Status for vedvarende energi og energieffektivisering	65
11.3	Usikkerhed og følsomheder	66
	<i>Appendiks 1: Oversigt over KF21 sektornotater og forudsætningsnotater</i>	<i>67</i>
	<i>Appendiks 2: Oversigt over KF21-dataark</i>	<i>69</i>
	<i>Appendiks 3: Sammenhæng mellem KF21 sektorer og BF20 sektorer</i>	<i>70</i>
	<i>Appendiks 4: Sammenhæng mellem KF21 sektorer og CRF-tabel</i>	<i>71</i>
	<i>Appendiks 5: Samlede biogene udledninger</i>	<i>73</i>
	<i>Appendiks 6: Ordforklaringer og forkortelser</i>	<i>75</i>
	<i>Appendiks 7: Referencer</i>	<i>78</i>

1 Om Klimastatus og -fremskrivning 2021

Klimastatus og –fremskrivning 2021 (herefter KF21) er en redegørelse for, hvordan Danmarks drivhusgasudledninger har udviklet sig fra 1990 til 2019, samt en teknisk, faglig vurdering af, hvordan udledningen af drivhusgasser samt energiforbrug og –produktion vil udvikle sig frem mod 2030 i et såkaldt ”frozen policy”-scenarie.

”Frozen policy” indebærer, at udviklingen er betinget af et ”politisk fastfrosset” fravær af nye tiltag på klima- og energiområdet ud over dem, som Folketinget har besluttet før 1. januar 2021, eller som følger af bindende aftaler. Fastfrysningen gælder alene den danske klima- og energipolitik og betyder ikke, at udviklingen generelt forudsættes at gå i stå. Fx er den økonomiske vækst og befolkningsudviklingen ikke underlagt fastfrysningen.

Klimafremskrivningen tjener dermed bl.a. til at undersøge, i hvilket omfang Danmarks klima- og energimålsætninger og –forpligtelser vil blive opfyldt inden for rammerne af gældende regulering. Klimafremskrivningen kan således anvendes som teknisk reference ved planlægning og konsekvensvurdering af nye tiltag på klima- og energiområdet.

1.1 Hvad er baggrunden for KF21?

Ifølge Lov om klima af 18. juni 2020 (herefter klimaloven) skal der årligt udarbejdes en klimastatus og –fremskrivning. KF21 er den første i rækken af disse lovfastsatte klimafremskrivninger.¹

Klimaloven fastsætter et mål om, at Danmark skal reducere udledningen af drivhusgasser i 2030 med 70 pct. ift. niveauet i 1990. Samtidig fastlægger klimaloven et årshjul, som skal sikre en løbende opfølgning på, om klimaindsatsen understøtter opfyldelsen af klimalovens målsætninger. Det fremgår bl.a. af årshjulet, at klimafremskrivningen hvert år i april skal gøre status for opfyldelse af Danmarks klimamål.

Klimafremskrivningen er en videreførelse af Energistyrelsens Basisfremskrivning, der med overgangen til at være en klimastatus og –fremskrivning bl.a. styrkes med en mere detaljeret beskrivelse inden for landbrug, transport, byggeri og erhverv.²

¹ Klimaloven foreskriver også, at der skal udarbejdes en global afrapportering for de internationale effekter af den danske klimaindsats. Den globale afrapportering udarbejdes og offentliggøres parallelt med KF21 i en selvstændig publikation. Ved reference her til KF21 menes derfor alene den nationale klimafremskrivning.

² For tidligere Basisfremskrivninger, se <https://ens.dk/basisfremskrivning>.

1.2 Hvad omfatter KF21, og hvordan laves fremskrivningen?

For at forstå resultaterne i KF21 er man nødt til at vide, hvilke udledninger der fokuseres på, hvilke politiske tiltag mv. der indgår i fremskrivningen, samt hvordan fremskrivningen laves.

Hvilke udledninger indgår i KF21?

Klimaloven fastsætter både drivhusgasreduktionsmål og retningslinjer for, hvorledes disse skal opgøres. Klimalovens mål for drivhusgasreduktioner skal som udgangspunkt opfyldes på dansk grund, og drivhusgasudledningerne, som omfattes af klimalovens målsætning, skal opgøres i overensstemmelse med FN's opgørelsesmetoder. Klimalovens målsætning omfatter Danmarks samlede drivhusgasudledninger inklusiv kulstofoptag/-udledninger fra jord og skov (LULUCF), negative udledninger fra teknologiske processer (f.eks. lagring af CO₂ i undergrunden) og indirekte CO₂-udledninger (stoffer som senere omdannes til CO₂ i atmosfæren). Målsætningen omfatter, i overensstemmelse med FN-reglerne, ikke udledninger fra international skibs- og luftfart og ej heller den direkte udledning af CO₂ fra forbruget af biomasse (afbrænding af fx træflis og træpiller, såkaldte biogene udledninger).³

Hvilke politiske tiltag mv. indgår i KF21?

Skæringsdatoen for indregning af politiktiltag, der indgår i KF21's modellering af perioden 2020-2030, er sat til 1. januar 2021. Til sammenligning var skæringsdatoen for indregning af politiktiltag i Basisfremskrivning 2020 1. maj 2020. I de forløbne otte måneder er der vedtaget en række politiktiltag på klima- og energiområdet. De nye politiktiltag, som indgår i KF21, omfatter bl.a. "Klimaplan for grøn affaldssektor og cirkulær økonomi", "Klimaaftale for energi og industri mv. 2020", "Aftale om grøn omstilling af vejtransporten", "Aftale om grøn skattereform" samt Finansloven for 2021. Den fulde oversigt over, hvilke nye politiktiltag der indgår i KF21, fremgår af KF21 forudsætningsnotat 2A.

Energierne, der blev besluttet ifm. Klimaaftale for energi og industri, indgår ikke i grundforløbet i KF21. Det skyldes, at etablering af øerne er betinget af endnu ikke besluttede tiltag, fx ift. udlandsforbindelser. Med de metodiske forudsætninger, der anvendes i KF21, kan energierne derfor på nuværende tidspunkt ikke indregnes som en del af frozen policy-scenariet. Derudover er der enkelte andre politisk vedtagne tiltag, der ikke har kunnet indregnes i KF21, fx fordi de pågældende tiltag endnu ikke er konkretiseret, eller fordi effekten af dem (endnu) ikke kan opgøres. For en oversigt over, hvilke vedtagne tiltag der ikke kan indregnes i KF21, se KF21 forudsætningsnotat 2C.

Ud over politiske tiltag indeholder klimafremskrivningen også en samlet opdateret vurdering af udviklingen under gældende markedsvilkår. Heri indgår bl.a. konkrete investeringsbeslutninger fra aktører. Håndteringen af samarbejdsaftaler mellem regeringen og virksomheder er beskrevet mere udførligt i KF21 forudsætningsnotat 2D.

Hvordan er KF21 lavet?

KF21 er en samling af flere forskellige fremskrivninger fra både Energistyrelsen og Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE), som Energistyrelsen afslutningsvis kombinerer med statistiske opgørelser til en samlet klimastatus og -fremskrivning. Udarbejdelsen af KF21 er yderligere beskrevet i KF21 forudsætningsnotat 0 og de

³ For uddybning af, hvilke udledninger der indgår i KF21, se KF21 forudsætningsnotat 2B.

specifikke forudsætninger, data og modeller, der anvendes til fremskrivningen, er præsenteret i de øvrige KF21 forudsætningsnotater (jf. appendiks 1).

1.3 Hvad er usikkerheden knyttet til KF21?

KF21 præsenterer et grundforløb frem til 2030. Fremskrivningen er baseret på et centralt sæt af forudsætninger, som Energistyrelsen på baggrund af den nuværende viden og den nuværende vedtagne politik vurderer er den mest sandsynlige udvikling. Det er vigtigt, at KF21 læses og anvendes med bevidsthed om, at følsomme antagelser og usikkerheder påvirker nøgleresultaterne. Fremskrivningen skuer 10 år frem i tid, og resultaterne kan derudover variere fra år til år uafhængig af tiltag.

Fremskrivningsresultaterne er således både underlagt en generel metodeusikkerhed samt en betydelig usikkerhed forbundet med udefrakommende variable, herunder uforudsete udviklinger i adfærd og teknologi, eksterne faktorer som udsving i vejret mv. Usikkerhederne forbundet med fremskrivningsresultaterne for de enkelte sektorer behandles i kapitlerne om disse sektorer samt i de bagvedliggende sektornotater.

1.4 Hvordan er KF21 materialet organiseret?

Klimastatus og –fremskrivning 2021 består af en hovedrapport, bagvedliggende sektornotater og forudsætningsnotater samt en række dataark. Dokumentationen bag fremskrivningen er dermed væsentligt udvidet sammenlignet med tidligere års basisfremskrivninger.

For hvert af hovedrapportens sektorkapitler (kap. 3-11) er der således udarbejdet et eller flere sektornotater, hvor status og fremskrivning for den pågældende sektor er mere detaljeret analyseret og dokumenteret. Forudsætningerne anvendt i fremskrivningen er ligeledes dokumenteret i en række forudsætningsnotater, der har været i offentlig høring. For en oversigt over det skriftlige KF21 materiale se appendiks 1.

Ud over hovedrapport og sektornotater suppleres KF21 i lighed med tidligere års basisfremskrivninger af en række dataark, der bl.a. omfatter de såkaldte CRF-tabeller, energibalancen og yderligere data for udvalgte sektorer. Data for indikatorer oplistet i Klimahandlingsplan 2020 indgår som en del af "Tal bag figurer" dataarket.⁴ For yderligere information om disse KF21-data og oversigt over KF21-dataark se appendiks 2.

⁴ I Klimahandlingsplan 2020 er der opstillet en række indikatorer, der fremadrettet kan bidrage til at vurdere fremdriften i omstillingen af de enkelte sektorer. I afsnit 2.2 i hvert sektornotat præsenteres de indikatorer, der er relevante for den pågældende sektor, og i dataarket "KF21 resultater – Tal bag figurer" er der link til indikatorerne for de forskellige sektorer.



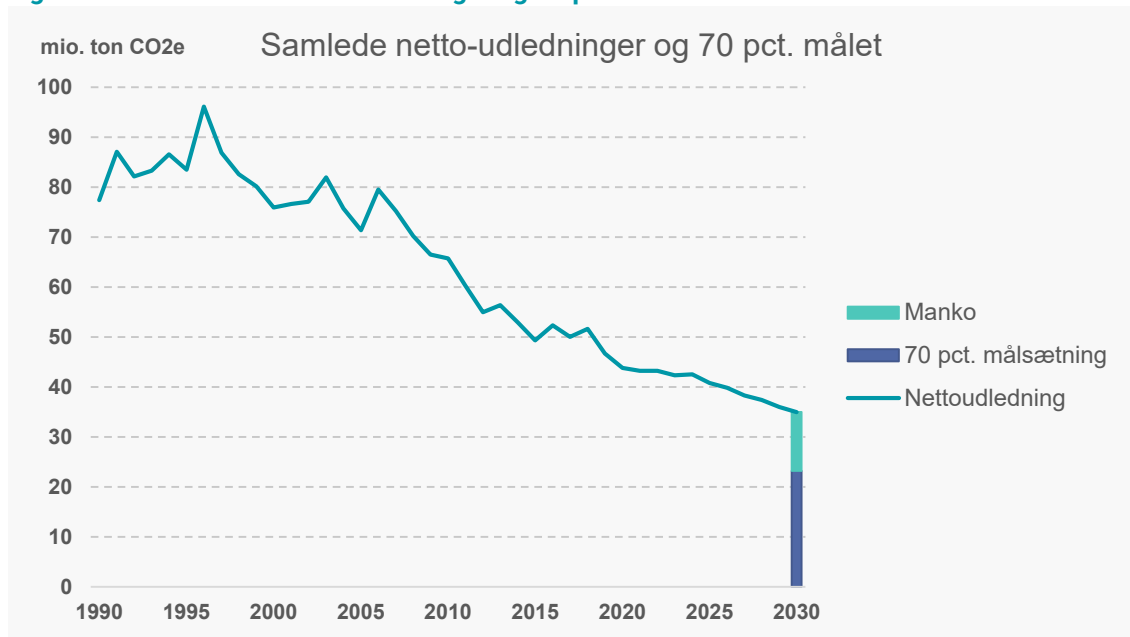
2 Det samlede billede

Klimastatus er, at de samlede drivhusgasudledninger, inklusiv kulstofoptag og -udledninger fra jord og skov (LULUCF) var 46,7 mio. ton CO₂e i 2019. Der er således sket en reduktion af de danske drivhusgasudledninger på 40 pct. ift. Danmarks samlede udledninger i 1990.

Klimafremskrivningen viser, at de samlede netto-udledninger⁵ med den nuværende vedtagne politik i 2030 forventes at være faldet til 35,0 mio. ton CO₂e, svarende til en reduktion på 55 pct. i 2030 ift. 1990-niveauet. Fremskrivningen viser således, at der på nuværende tidspunkt skønnes at udestå en reduktionsmanko på 15 pct.-point, svarende til 11,8 mio. ton CO₂e set i forhold til klimalovens 70 pct.-målsætning. Den forventede udvikling og reduktionsmanko er vist i figur 2.1.

⁵Begrebet "samlede netto-udledninger" refererer her til de samlede udledninger (inkl. LULUCF) efter indregning af CCS.

Figur 2.1: De samlede netto-udledninger og 70 pct. målet.



Reduktionen i de samlede netto-udledninger på 11,7 mio. ton CO₂e fra 2019 til 2030 skyldes især følgende udviklinger i de enkelte sektors udledninger:

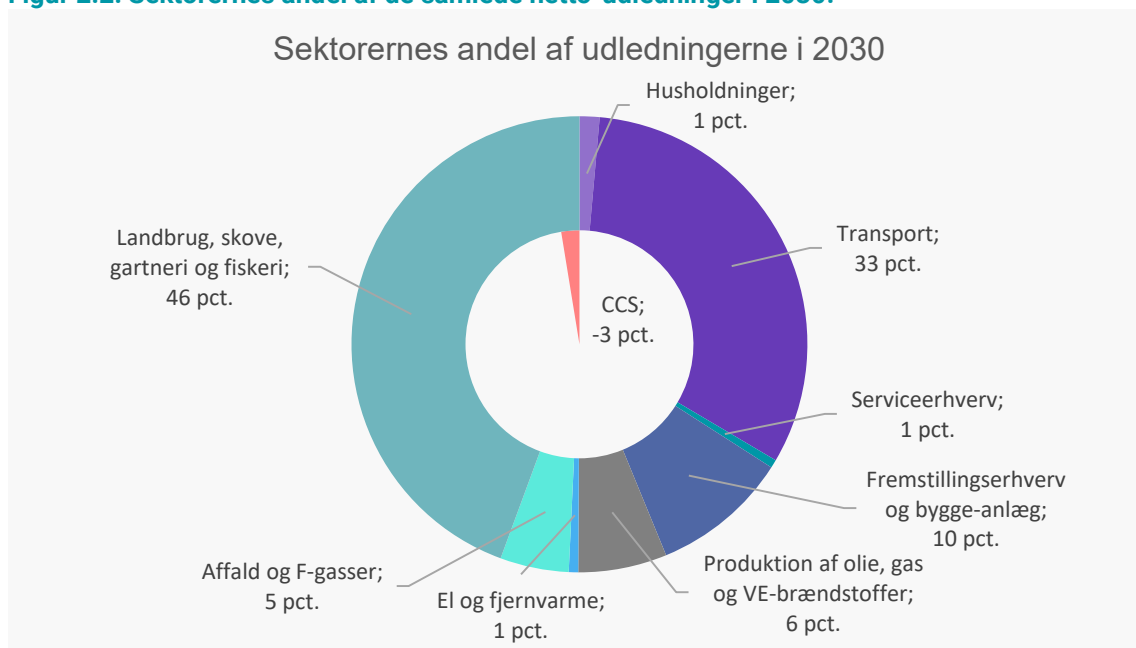
- **El- og fjernvarme:** Udledningerne fra el- og fjernvarmesektoren (ekskl. affaldsforbrænding) forventes reduceret med 4,7 mio. ton CO₂e fra 2019 til 2030. Sektoren forventes dermed samlet set at udlede mindre end 0,3 mio. ton CO₂e i 2030.
- **Affald:** Udledningerne fra affaldsforbrænding forventes reduceret med 1 mio. ton CO₂e fra 2019 til 2030. Affaldsforbrænding forventes dermed samlet set at udlede 0,6 mio. ton i 2030. Udledningerne fra øvrig affaldshåndtering og F-gasser reduceres med 0,6 mio. ton CO₂e fra 2019 til 2030 og vil dermed udlede 1,1 mio. ton CO₂e i 2030.
- **Transport:** På trods af en fortsat stigning i transportarbejdet forventes udledningerne fra transportsektoren at falde med 2 mio. ton CO₂e fra 2019 til 2030, således at sektoren samlet set forventes at udlede 11,5 mio. ton CO₂e i 2030. Personbilers bidrag til reduktionerne i transportsektoren forventes at udgøre halvdelen af reduktionen i transportsektorens udledninger.
- **Fremstillingserhverv:** Udledningerne fra fremstillingserhverv og bygge-anlæg falder med 1,5 mio. ton CO₂e fra 5 mio. ton i 2019 til 3,5 mio. ton i 2030. Reduktionen skyldes hovedsageligt en reduktion i fremstillingsindustriens energirelaterede udledninger, mens faldet i procesudledninger er væsentlig mindre.
- **Husholdninger:** Udledningerne fra husholdningerne, der hovedsageligt stammer fra individuel opvarmning, forventes at falde fra et niveau på 2 mio. ton i 2019 til 0,5 mio. ton i 2030.
- **Biogas:** Biogasproduktionen forventes markant øget. I 2030 forventes biogas-andelen af ledningsgassen at være 72 pct. Denne VE-andel på 72 pct. har en markant indflydelse på udledningerne fra de gasforbrugende sektorer. Mængden af bionaturgas i ledningsgassen medfører, at udledningerne i 2030

er 2,3 mio. ton. CO₂e lavere end ved 100 pct. fossil ledningsgas, og bidrager dermed til reduktioner i fx fremstillingserhverv og husholdninger.

- **Landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri:** De samlede udledninger fra landbrug, skove, gartneri og fiskeri forventes at stige med ca. 1 mio. ton CO₂e fra 14,9 mio. ton CO₂e i 2019 til 15,9 mio. ton CO₂e i 2030. Dette skyldes en kombination af flere modsatrettede udviklinger, herunder at udledningerne fra skov⁶ stiger med 3,1 mio. ton CO₂e fra 2019 til 2030, at udledningerne fra landbrugets arealanvendelse falder med 1,3 mio. ton CO₂e fra 2019 til 2030 og landbrugsudledningerne fra dyrehold og gødningshåndtering falder med 0,6 mio. ton fra 2019 til 2030.
- **CCS:** I 2030 forventes CCS at reducere de samlede udledninger med 0,9 mio. ton CO₂.

Fordelingen af de samlede udledninger i 2030 på sektorer er vist i figur 2.2⁷. Som det fremgår, vil udledningerne i 2030 være koncentreret på relativt få sektorer, idet transportsektoren og landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri til sammen forventes at udgøre knap 80 pct. af de samlede netto-udledninger.⁸

Figur 2.2: Sektorenes andel af de samlede netto-udledninger i 2030.



Note: I KF21 håndteres CCS rent teknisk som ikke-sektorfordelt, negativ udledning (jf. afsnit 2.2).

⁶ Dette skyldes primært, at nye metoder til opgørelse af udledninger fra skov indebærer, at skoven i 2019 leverer et netto-optag på 2,6 mio. ton CO₂e, mens den i 2030 forventes at levere en netto-udledning på 0,5 mio. ton

⁷ Sektoropdelingen i KF21 er ændret på enkelte punkter ift. sektoropdelingen i BF20 m.h.p. at følge *common reporting format* (CRF) fra de internationale indberetninger samt levere mere detaljering for erhverv. Ændringerne indebærer bl.a. at udledninger forbundet med individuel opvarmning i KF21 ligger under de forbrugende sektorer, samt at udledningerne fra landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri både omfatter udledninger fra denne sektors energiforbrug, udledninger fra landbrugsprocesser og LULUCF-udledninger. Ændringerne i sektoropdelingen i KF21 ift. BF20 er yderligere beskrevet i appendiks 3.

2.1 Status for reduktionsmål i klimaloven og Danmarks EU-forpligtigelser

Fremskrivningen viser, at de samlede udledninger i 2030 vil ligge på 35,0 mio. ton CO₂e i fravær af nye tiltag på klima- og energiområdet efter 1. januar 2021, der er skæringstidspunktet for indregning af politiske tiltag i KF21. Dette indebærer en reduktionsmanko på 11,8 mio. ton CO₂e ift. opfyldelse af klimalovens målsætning om en reduktion i 2030-udledningerne på 70 pct. ift. 1990-niveauet.

Table 2.1: Status for målopfyldelse ift. klimalovens reduktionsmål⁸

	1990	2019	2025	2030	70 pct. mål	Manko ift. 70 pct. mål
KF21 mio. ton CO ₂ e	77,4	46,7	40,8	35,0	23,2	11,8
KF21 reduktion ift. 1990 udledninger	0%	40%	47%	55%	70%	

Note: Ifølge Klimaloven skal 70 pct. målet opgøres som et gennemsnitsmål over tre år for at minimere udsving i enkeltår, men i KF21 opgøres udledningerne og reduktionsmankoen som rene årsværdier, bl.a. fordi fremskrivningen af de energirelaterede udledninger er baseret på en antagelse om, at alle fremskrivningsår er "normalår".

Udviklingen i reduktionsmankoen

Reduktionsmankoen i denne fremskrivning på 11,8 mio. ton CO₂e i 2030 er markant mindre end mankoen opgjort med seneste fremskrivning, Basisfremskrivning 2020 (BF20), hvor den var ca. 20 mio. ton i 2030. Ændringen i reduktionsmankoen skyldes for det første, at der siden skæringstidspunktet for indregnede politiske tiltag i BF20 (som var 1. maj 2020), er indgået en række politiske aftaler, der forventes at reducere de danske drivhusgasudledninger. Det gælder fx klimaaf tale for energi og industri, klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi, aftale om grøn omstilling af vejtransporten, aftale om grøn skattereform, samt aftale om finansloven for 2021.

Derudover forventes der i KF21 også en markant større produktion af biogas end i BF20. Dette skyldes dels det kommende udbud til biogas og grønne gasser under klimaaf tale for energi og industri, men også at der kommet flere ansøgninger til den tidligere, nu lukkede støtteordning for biogas. Langt størstedelen af den øgede biogasproduktion forventes opgraderet til bionaturgas, der vil indgå i ledningss gassen (jf. KF21 forudsætningsnotat 4E). Endelig forventes 2030-udledningerne fra LULUCF også at være lavere i KF21, end de var i BF20.

Det historiske udgangspunkt for KF21

Det historiske udgangspunkt for KF21 er 2019⁹. Udledningsopgørelsen viser, at de samlede udledninger faldt med 4,9 mio. ton CO₂e fra 2018 til 2019, hvoraf over halvdelen stammer fra reduktioner knyttet til el- og fjernvarmeproduktionen.¹⁰ Dette

⁸ Ud over klimalovens reduktionsmål på 70 pct. er der gennem nationale aftaler på klima- og energiområdet også opstillet en række øvrige mål, bl.a. i forbindelse med "Energiaftalen af 29. juni 2018" og "Klimaaf tale om energi og industri" fra 2020. Status for opfyldelse af disse mål fremgår af afsnit 2.3 i sektornotat 11B.

⁹ 2019 er seneste år for udgivelse af endelig energistatistik (Energistyrelsen, 2020) samt udledningsopgørelse (European Environment Agency, 2021). I Basisfremskrivning 2020 blev 2018 anvendt som seneste statistikår.

¹⁰ Opgørelsen af LULUCF-udledningerne er endvidere blevet ændret siden BF20, hvilket bl.a. omfatter en ny opgørelsesmetode for skovudledninger. Denne nye opgørelsesmetode betyder bl.a., at de store årlige udsving, som den foregående opgørelsesmetode indebar, nu bliver udjævnet mere over en længere periode. For yderligere uddybning se

fald i udledningerne fra el- og fjernvarmeproduktionen skyldes et stort fald i kulforbruget fra 2018 til 2019 tillige med et mindre fald i naturgasforbruget, og begge disse tendenser fortsætter i fremskrivningsperioden.

Det skal bemærkes, at der generelt vil kunne forekomme betydelige udsving i udledningerne fra et år til det næste som følge af klimatiske forhold. Dette har særligt konsekvenser for de årlige udledninger fra LULUCF og el-produktion. År-til-år udsvingene i udledningerne fra el-produktionen vil dog aftage fremover i takt med udfasningen af fossile kraftværker.

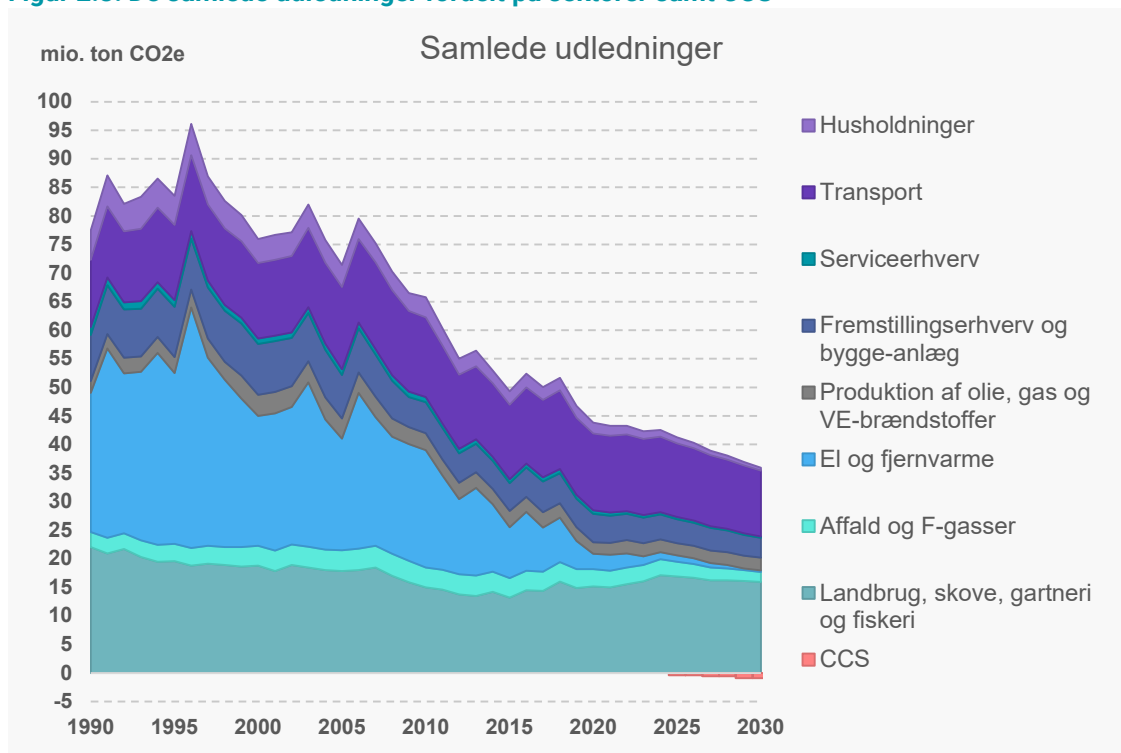
Danmarks EU-forpligtelse: De ikke-kvoteomfattede sektorer 2021-2030

Danmark har under EU's 2030-ramme for klima- og energipolitikken forpligtet sig til i perioden 2021-2030 at nedbringe udledningerne fra de ikke-kvoteomfattede sektorer (non-ETS) med 39 pct. ift. 2005. Reduktionsmankoen i forhold til denne forpligtelse er også væsentligt reduceret i dette års fremskrivning. Den akkumulerede manko ift. opfyldelse af non-ETS forpligtelsen i perioden 2021-2030 forventes således at være på ca. 3 mio. ton CO₂e i 2030. Til sammenligning var non-ETS-mankoen for 2021-2030 i BF20 opgjort til ca. 34 mio. ton CO₂e (jf. kap. 11). Udviklingen kan bl.a. forklares med reduktioner i udledninger fra transport og husholdninger inkl. bidrag fra bionaturgas i ledningssassen.

2.2 Udviklingen i de samlede udledninger fordelt på sektorer

Danmarks drivhusgasudledninger er samlet set reduceret med 40 pct. i perioden fra 1990 til 2019, og udledningerne forventes i 2030 at være reduceret med 55 pct. ift. 1990, hvis der ikke vedtages ny politik. Figur 2.3. viser udviklingen i udledningerne fordelt på sektorer samt *carbon capture and storage* (CCS).

Figur 2.3: De samlede udledninger fordelt på sektorer samt CCS



Note: Se note til figur 2.2 samt afsnit 2.2 vedrørende afbildningen af CCS

Udviklingen i udledningerne på tværs af sektorer over tid

El- og fjernvarmesektoren (ekskl. affaldsforbrænding) har frem til 2010 typisk stået for mellem 30 pct. og 40 pct. af de samlede danske udledninger, men denne andel er derefter faldet betydeligt, jf. figur 2.3. I 2019 stod sektoren således for 11 pct. af de samlede udledninger, og i 2030 forventes under 1 pct. af udledningerne at stamme fra denne sektor. Tidligere var der endvidere markante udsving i udledningerne fra el- og fjernvarmesektoren. Disse udsving skyldtes primært vejrforhold, fx kolde vintre eller svingende nedbørsmængder i Norden (der påvirker den nordiske vandkraftproduktion). Udsvingene vil aftage fremover i takt med udfasningen af fossiltfyrede kraftværker og overgangen til el-produktion primært baseret på vind, sol og biomasse.¹¹

I takt med de faldende udledninger fra el- og fjernvarmeproduktionen stiger de øvrige sektors andel af de samlede udledninger alt andet lige. Udledningerne fra landbrug, skove, gartneri og fiskeri er således gået fra historisk at have udgjort omkring 25 pct. af de samlede udledninger til i 2019 at udgøre 32 pct. af de samlede udledninger og forventes i 2030 at udgøre 46 pct. Transportsektoren udgjorde tilsvarende 15 pct. af de samlede udledninger i 1990 og er vokset til 29 pct. i 2019 og forventes i 2030 at udgøre 33 pct. af de samlede udledninger.

¹¹ Fremskrivningen af de energirelaterede udledninger er baseret på en antagelse om at alle fremskrivningsår er "normalår". I fremskrivningsperioden er der derfor ingen udsving i de energirelaterede udledninger som følge af forbigående vejrforhold fx kuldeperioder, og svingende vind- eller nedbørsforhold.

CCS

CCS indgår i dette års fremskrivning for første gang som en forventet kilde til reduktion af udledningerne i forløbet frem mod 2030. CCS forventes at blive etableret i forlængelse af CCUS-puljen, der var en del af klimaaftalen for energi og industri. Den forventede årlige CO₂-reduktionseffekt fra CCS er vist i tabel 2.2 nedenfor.

Tabel 2.2: Den forventede årlige CO₂-reduktionseffekt fra CCS

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
CO₂ (mio. ton)	0	0	0	0	0	0,4	0,4	0,6	0,6	0,9	0,9

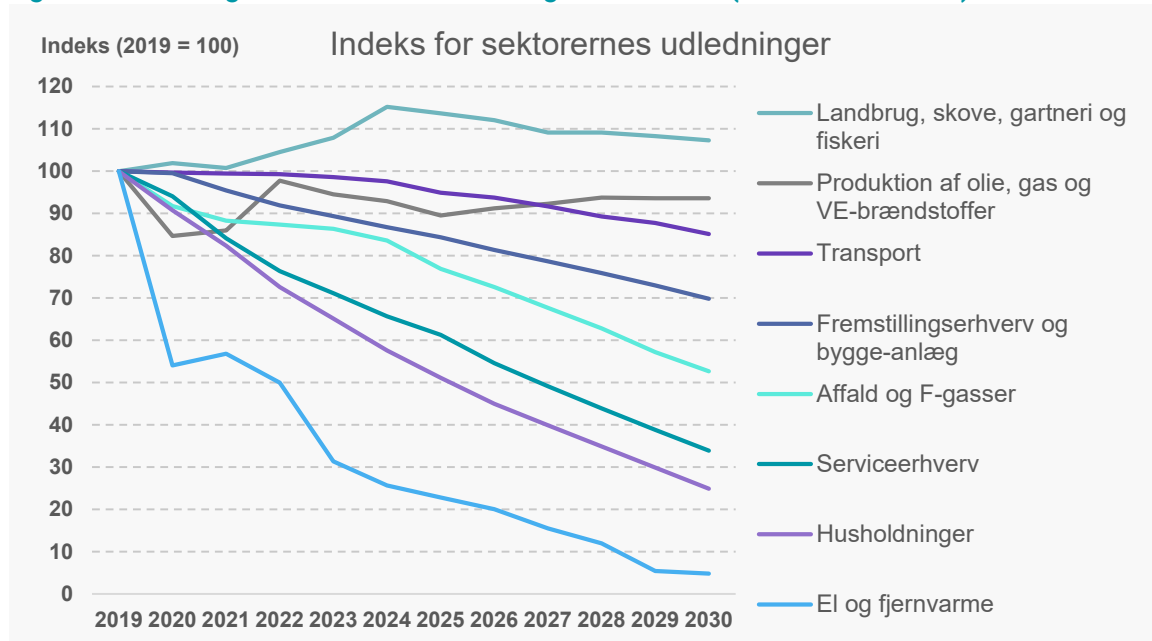
Kilde: KF21 forudsætningsnotat 7A: CCS (2021)

CCS er formelt set en kilde til nuludledning fra fossile udledninger eller procesudledninger eller til negative udledninger fra bioenergi. Grundet den store usikkerhed omkring den fremadrettede udvikling for CCS i Danmark er der ifm. KF21 ikke foretaget en specifik vurdering af, hvorledes CCS vil blive fordelt på sektorer, og dermed heller ikke af, hvilke sektors udledninger der i givet fald skulle reduceres som følge af CCS. I KF21 håndteres CCS derfor som en separat, ikke-sektorfordelt kilde til negative emissioner. Det antages dog i KF21, at CO₂-reduktionseffekten fra CCS vil finde sted inden for de ETS-omfattede udledningsområder.

Fremskrivningen af de enkelte sektors udledninger 2019-2030

Den forventede udvikling i de enkelte sektors udledninger fra 2019 til 2030 er vist i figur 2.4 nedenfor. I de efterfølgende kapitler 3-10 vil udviklingen i hver af disse sektorer blive belyst. Det skal her bemærkes, at sektorafgrænsningen i KF21 er ændret i.f.t. BF20. I KF21 er udledninger forbundet med individuel opvarmning således placeret i den forbrugende sektor (fx husholdninger, serviceerhverv og fremstillingserhverv)¹². Erhvervslivet er også blevet opdelt i flere sektorer, og F-gasser er nu placeret sammen med affaldssektoren. For sammenligning af sektorafgrænsningen i KF21 og BF20 se også appendiks 3.

¹² Placeringen af udledningerne fra individuel opvarmning i de forbrugende sektorer stemmer overens med håndteringen af disse udledninger i CRF-tabellerne.

Figur 2.4: Udviklingen i sektorernes udledninger 2019-2030 (2019 = indeks 100)

Note: CCS er ikke afbilledet i figuren, da CCS ikke var etableret i 2019. Det skal endvidere bemærkes, at 2020 i KF21 er et fremskrivningsår. Den viste udvikling for 2020 er derfor ikke statistiske tal, men derimod modeltekniske resultater (jf. også afsnit 2.5 vedrørende COVID19 i KF21)

Udledningerne fra el- og fjernvarmesektoren (ekskl. affaldsforbrænding) forventes at blive reduceret med 95 pct. fra 2019 til 2030 som følge af bl.a. udfasning af kul, fortsat udbygning med vind og sol i el-produktionen samt kraftig udbygning med varmepumper i fjernvarmeproduktionen. Udledninger fra affaldsforbrænding, der indgår i el- og fjernvarmeproduktion, ligger i KF21 under affaldssektoren sammen med øvrig affaldshåndtering og F-gasser. Tiltagene i Klimaplan for grøn affaldssektor er hovedårsag til, at udledningerne fra affaldsforbrændingen i 2030 forventes at være reduceret med 59 pct. ift. 2019. De samlede udledninger fra affald og F-gasser reduceres med 47 pct. i denne periode.

Udledningerne fra husholdninger, der altovervejende stammer fra individuel opvarmning, falder med 75 pct. fra 2019 til 2030. Dette skyldes først og fremmest konvertering fra olie- og gasfyr til varmepumper og fjernvarme, hvilket bl.a. er drevet af regulering og puljer besluttet med Klimaafnåte for energi og industri. Herudover er der også en reduktion i udledningerne fra de tilbageværende gasfyr pga. den højere andel af bionaturgas i ledningssgassen. Det samme gør sig gældende i servicesektoren, hvor hovedparten af udledningerne ligeledes stammer fra individuel opvarmning.

Udledningerne fra fremstillingserhverv og bygge-anlæg stammer både fra sektorens energiforbrug og fra procesudledninger. Sektorens udledninger falder samlet set med 30 pct. fra 2019 til 2030, hvilket hovedsageligt skyldes et fald i de energirelaterede udledninger fra fremstillingserhvervene, herunder især de energirelaterede CO₂-udledninger fra "øvrige fremstillingserhverv". Fra 2020 til 2030 falder sidstnævnte således med godt 70 pct. primært som følge af den stigende andel af bionaturgas i ledningssgassen. De energirelaterede CO₂-udledninger fra cement, glas og tegl falder med 20 pct. fra 2020 til 2030, mens procesudledningerne fra cement, glas og tegl falder med ca. 8 pct. i samme periode.

På trods af et stigende trafikarbejde falder udledningerne fra transportsektoren med knap 15 pct. fra 2019 til 2030. Faldet i transportudledningerne skyldes dels øget iblanding af biobrændstoffer i benzin og diesel og øget omstilling fra konventionelle til elektriske køretøjer bl.a. som følge af Aftale om grøn omstilling af vejtransporten, dels øget energieffektivitet for nye konventionelle køretøjer.

Udledningerne fra sektoren landbrug, skove, gartneri og fiskeri omfatter ud over udledningerne forbundet med sektorens energiforbrug også udledningerne forbundet med landbrugets dyrehold, gødningshåndtering og gødskning samt udledninger forbundet med ændringer i kulstofpuljen på landbrugsarealer, i skove og på øvrige arealer (de såkaldte LULUCF-udledninger). Stigningen i sektorens udledninger fra 2019 til 2030 er det samlede resultat af et fald i udledningerne fra landbrugsproduktionen og -arealerne kombineret med en stigning i udledningerne fra skov.

Biogene udledninger

CO₂-udledning fra forbrug af biomasse er defineret som drivhusgasneutralt ifølge FN's opgørelsesmetode¹³, selvom forbrænding af biomasse giver anledning til CO₂-udledninger. Disse såkaldte biogene CO₂-udledninger indgår derfor ikke i FN-opgørelsen af et lands udledninger, og de indgår derfor heller ikke i KF21 opgørelsen af sektorernes udledninger, da udledningsopgørelsen i.f.t. 70 pct. målsætningen ifølge klimaloven skal følge FN's opgørelsesmetode. De biogene udledninger fra forbrænding af biomasse indrapporteres til FN og EU som et såkaldt *memo item*, og i KF21 vises de biogene CO₂-udledninger fra det samlede danske forbrug af biomasse til energirelaterede formål (ekskl. bioethanol og biodiesel) i appendiks 5. De tilsvarende biogene CO₂-udledninger fra de enkelte sektorer fremgår af bilagene til de respektive KF21 sektornotater¹⁴.

2.3 Energirelaterede udledninger og samlet energiforbrug

Opdelingen af udledninger på sektorer, der blev præsenteret i foregående afsnit, viser, hvilke økonomiske aktiviteter og aktører der generer udledningerne. Derimod viser den ikke entydigt, hvilke typer udledninger der er tale om, herunder hvorvidt udledningerne stammer fra energiforbrug eller andre udledningskilder.

Det gør derimod de internationale indberetninger til FN og EU baseret på det såkaldte *common reporting format* (CRF). I CRF-tabellerne inddeles udledningerne således i fem overordnede CRF-kategorier og en lang række underkategorier bl.a. ud fra hvilken type aktivitet, der giver anledning til udledningen.

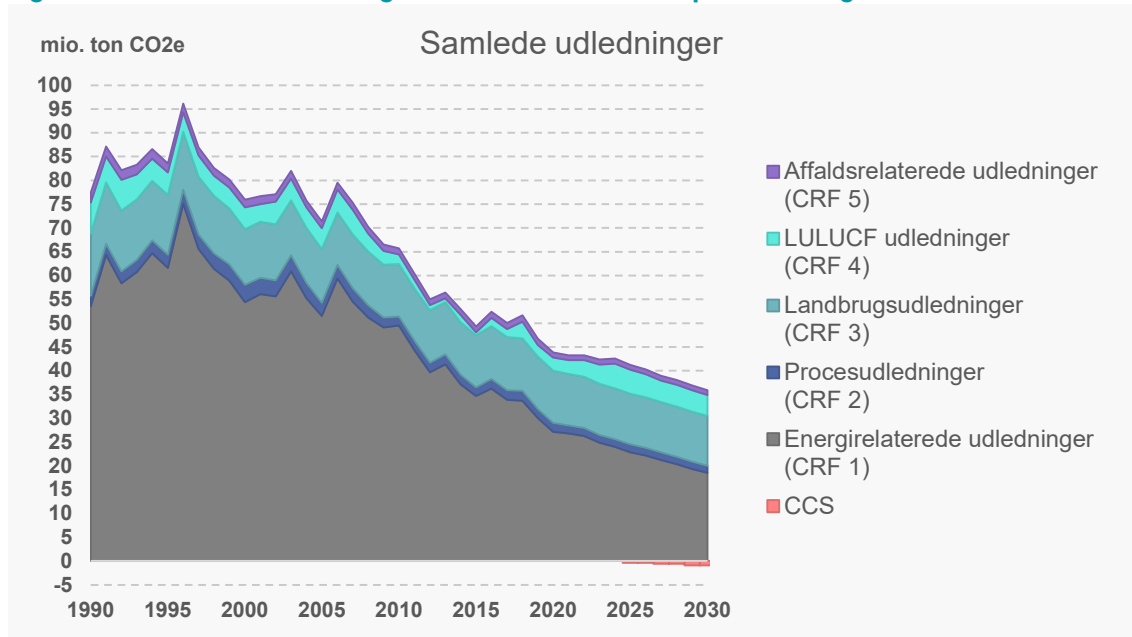
¹³ Det skyldes, at udledninger forbundet med brug af biomasse opgøres som en del af LULUCF-udledningerne i det land og på det tidspunkt, hvor biomassen høstes. Efterfølgende forbrænding af biomassen medregnes derfor ikke i udledningsopgørelsen, idet dette i givet fald ville indebære dobbelttælling i udledningsregnskaberne på tværs af landene. For beskrivelse af FN-reglerne vedrørende opgørelsen af CO₂-udledninger fra biomasse, se KF21 forudsætningsnotat 2B.

¹⁴ Se endvidere også afsnit om biogene CO₂-udledninger i Global Afrapportering 2021.

Udviklingen i de energirelaterede udledninger

De fem overordnede CRF-kategorier er: 1) energirelaterede udledninger (inkl. udledninger fra affaldsforbrænding og transport), 2) udledninger fra industriprocesser og anvendelse af produkter, 3) landbrugsudledninger, 4) LULUCF udledninger samt 5) affaldsrelaterede udledninger (ekskl. affaldsforbrænding)¹⁵. Figur 2.5 viser fordelingen af Danmarks samlede udledninger på de fem overordnede CRF-kategorier.

Figur 2.5: De samlede udledninger for 1990-2030 fordelt på CRF-kategorier samt CCS



Note: Se note til figur 2.2 samt afsnit 2.2 vedrørende afbildningen af CCS

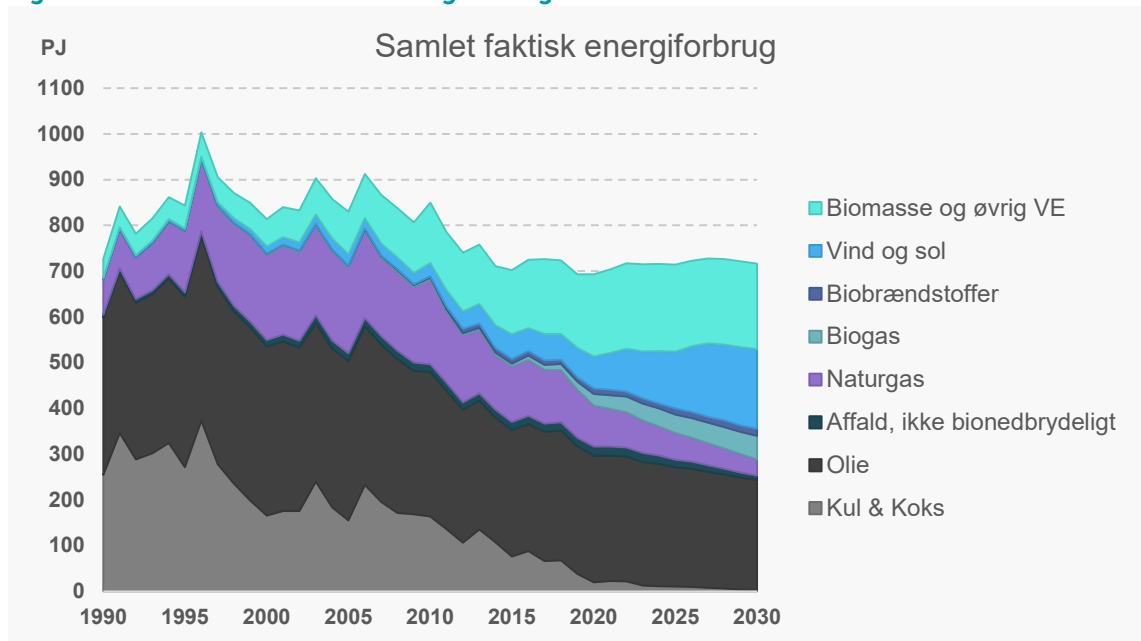
Som det fremgår af figur 2.5, har de samlede energirelaterede udledninger på tværs af sektorer historisk typisk udgjort mellem 70 og 75 pct. af Danmarks samlede udledninger. I de senere par år er de energirelaterede udledninger andel af de samlede udledninger imidlertid faldet under dette niveau, og faldet forventes at fortsætte i fremskrivningsperioden. I 2030 vil de energirelaterede udledninger dog stadig udgøre over halvdelen af de samlede udledninger. Dette skyldes ikke mindst udledningerne fra transportsektoren, der forventes at udgøre omkring 60 pct. af de energirelaterede udledninger i 2030.

Udviklingen i det samlede energiforbrug

De energirelaterede udledninger stammer fra det fossile energiforbrug, og udviklingen i udledningerne afhænger derfor af sammensætningen af energiforbruget. Figur 2.6 viser sammensætningen af og udviklingen i det faktiske danske energiforbrug fra 1990 til i dag og videre frem mod 2030.

¹⁵ Udledninger fra CRF-kategorierne 2, 3, 4 og 5 er hver især kun fordelt på en eller to af sektorerne i KF21. I modsætning hertil står de energirelaterede udledninger fra CRF-kategori 1, der optræder i alle sektorer i KF21. I dataarket med CRF-tabellerne er KF21 fremskrivningen opgjort på godt 55 CRF-underkategorier, og i appendiks 4 er der en oversigt over, hvilke KF21 sektorer disse godt 55 forskellige CRF-kategorier er fordelt på.

Figur 2.6: Det samlede faktiske energiforbrug 1990-2030



Note: Bemærk at det faktiske energiforbrug ikke er korrigeret for hverken el-handel eller klimaudsving.

Det faktiske energiforbrug forventes at være på et nogenlunde konstant niveau i fremskrivningsperioden, jf. figur 2.6. Udviklingen i brændsels sammensætning forventes ligeledes at ligge i forlængelse af den historiske trend med reduceret forbrug af fossile energikilder, herunder ikke mindst den løbende reduktion i kulforbruget¹⁶, kombineret med en løbende stigning i forbruget af VE. Denne udvikling afspejles i sagens natur også i den samlede VE-andel og VE-andelen for henholdsvis el og ledningsgas, som fremgår i tabel 2.3 nedenfor.

Tabel 2.3: VE-andel i forbrug af el og ledningsgas samt samlet VE-andel

	2019	2025	2030
VE-andel i elforbruget (RES-E)	65%	89%	97%*
VE-andel i ledningsgas	10%	42%	72%
Samlet VE-andel (RES)	37%	50%	58%

*: En partiel følsomhedsberegning, hvor begge energiøer antages at være i drift i 2030, giver en VE-andel i elforbruget på 122% i 2030 (jf. kap. 8 og sektornotat 8A).

Kilde: Sektornotat 7B, 8A og 11B

VE-andelen i ledningsgas forventes markant højere i fremskrivningen ift. tidligere, jf. tabel 2.3. Dette er et resultat af et fald i forbruget af ledningsgas i fremskrivningen kombineret med en markant stigning i produktionen af bionaturgas (jf. forudsætningsnotat 4E). Bionaturgas i ledningsgassen resulterer i en reduktion i udledningerne fra de sektorer, der bruger ledningsgas, og i KF21 har mængden af bionaturgas en væsentlig betydning for de samlede udledninger. Hvis bionaturgassen i ledningsgassen blev erstattet af fossil naturgas, ville de samlede udledninger i 2030 således være 2,3 mio. ton CO₂e højere, end det er tilfældet i KF21 grundforløbet.

¹⁶ Kulforbruget i el- og fjernvarmesektoren udfases i løbet af 2028, men fremstillingsserhverv og bygge-anlæg forventes fortsat at anvende kul og koks i 2030.

Det skal bemærkes, at biogasproduktionens størrelse ikke er styret af efterspørgslen efter biogas, men følger af støtteordningerne. En yderligere reduktion i efterspørgslen på ledningsgas vil derfor resultere i en tilsvarende reduktion i forbruget af fossil naturgas og en endnu højere VE-andel i den resterende ledningsgas, og omvendt.

VE-andelen i elforbruget er også stærkt stigende og forventes at nå 100 pct. i 2028. Vind og sol udgør langt størstedelen af VE-andelen i elforbruget. At VE-andelen i elforbruget ligger under 100 pct. i 2030 skyldes, at energigørerne ikke indgår i KF21 grundforløbet, da de på nuværende tidspunkt ikke kan indregnes som en del af frozen policy scenariet¹⁷. Den samlede VE-andel er ligeledes kraftigt stigende og forventes at nå 58 pct. i 2030.

2.4 Usikkerhed

Som allerede nævnt i kapitel 1 er det vigtigt, at KF21 resultaterne læses med en bevidsthed om den usikkerhed, der knytter sig til fremskrivningen. Denne usikkerhed er bl.a. relateret til udviklingen i aktiviteten i samfundet generelt samt udviklingen i aktiviteten i erhverv med væsentlige drivhusgasudledninger (fx cementproduktion og landbrugsproduktion)

Der er fortsat en væsentlig usikkerhed knyttet til konsekvenserne af COVID19-pandemien, herunder hvor hurtigt dansk økonomi vil vende tilbage til mere normale tilstande, og hvorvidt der vil komme uforudsete struktur- eller adfærdsændringer. Det skal i denne forbindelse særligt bemærkes, at 2020 i KF21 er modelleret som et normalt fremskrivningsår, uagtet at 2020 i virkelighedens verden på mange måder var et meget usædvanligt år. Det skyldes, at der på tidspunktet for fremskrivningen ikke var tilstrækkelig viden omkring effekterne af COVID-19. COVID-19 er dog afspejlet bl.a. i den fremskrivning af brændselspriser og økonomisk vækst, der anvendes i KF21 (jf. hhv. KF21 forudsætningsnotat 3A "Brændselspriser" og 3D "Økonomisk vækst"). Det kan i denne sammenhæng bemærkes, at analyser fra Det Internationale Energiagentur, IEA, peger på, at flere af verdens store økonomier ved udgangen af 2020 var tilbage på det udledningsniveau, de havde ved udgangen af 2019.

En anden kilde til usikkerhed i fremskrivningen er usikkerhed ift investeringsadfærden, herunder særligt den hastighed hvormed nye teknologier indføres (jf. fx elbiler i transport, begyndende skift væk fra fossile brændsler i fremstillingserhverv og omstilling fra naturgasfyr til andre opvarmningsformer i husholdninger mv.). I den forbindelse vil der også være usikkerhed omkring størrelsen af effekten fra den afsatte CCUS-pulje (jf. KF21 forudsætningsnotat 7A).

Dertil kommer den generelle usikkerhed ift. fremskrivningens forudsætningsgrundlag, herunder den økonomiske vækst, udviklingen i priser på ressourceinput og teknologiudviklingen.

¹⁷ Som beskrevet i forudsætningsnotat 4B indebærer dette, at hverken energigørerne eller havvindpark 3, der nu er en del af energigørerne, indgår i KF21 grundforløbet i 2030. Som anført i noten til tabel 2.3 medfører en partiel følsomhedsberegning med energigørerne en VE-andel i elforbruget på 122 pct. i 2030. For uddybning om el-produktionen i KF21 grundforløbet og samt følsomhedsberegningen med energigørerne, se sektornotat 8A.

I de efterfølgende sektorkapitler gives der eksempler på væsentlige usikkerhedsmomenter og følsomhedsberegninger for de pågældende sektorer, og i de bagvedliggende sektornotater er der en yderligere uddybning af disse.



3 Husholdninger

Husholdningssektoren består af alle borgere i Danmark. Der er ca. 5,8 mio. mennesker, som bor i ca. 2,7 mio. boliger, og alle husstande tager individuelle beslutninger om opvarmning af vores huse og om vores elforbrug¹⁸.

Husholdningssektoren omfatter udledninger knyttet til husholdningers forbrug af individuel opvarmning. Sektoren udledte i 2019 ca. 2,1 mio. ton CO₂e svarende til ca. 4 pct. af Danmarks samlede udledninger. I 2030 forventes sektoren at udlede 0,5 mio. ton CO₂e svarende til ca. 1 pct. af Danmarks samlede udledninger.

Den forventede udvikling i sektorens udledninger skyldes især følgende faktorer:

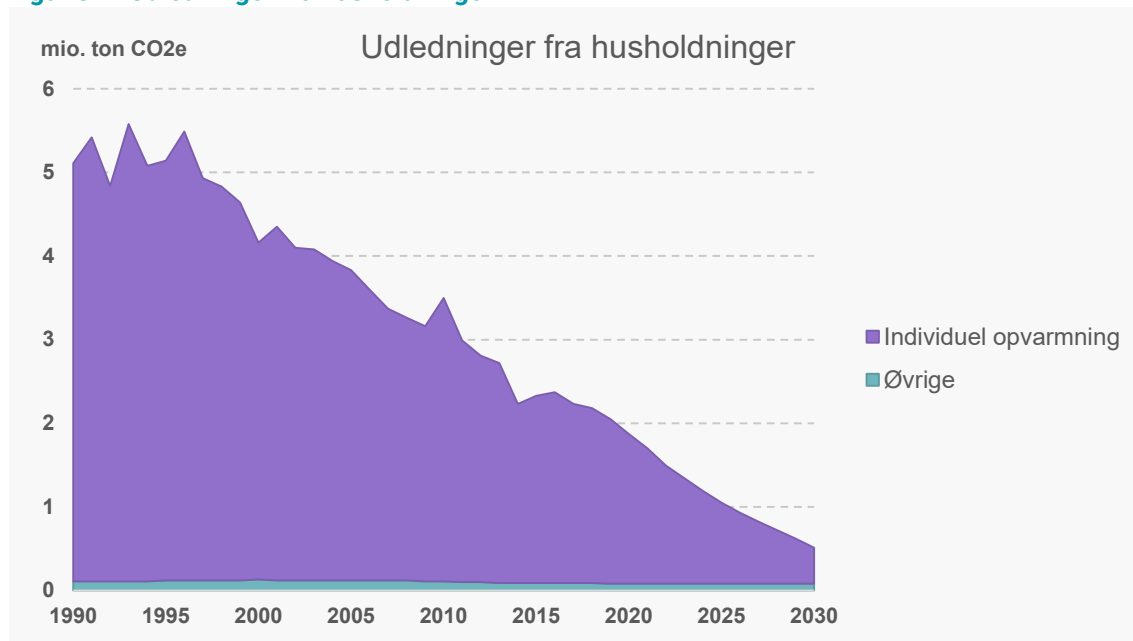
- Den individuelle opvarmning i husholdninger bliver mindre CO₂-intensiv på grund af konvertering væk fra olie og gas til flere varmepumper og mere fjernvarme. Desuden bliver andelen af bionaturgas i gasnettet højere.
- Energieffektiviseringer i form af energiforbedringer af bygninger og bedre bygningsstandarder for nybyggeri betyder, at energiforbrug til opvarmning ikke stiger, selvom det opvarmede boligareal gør. Konverteringen til fjernvarme og varmepumper betyder også, at de anvendte opvarmningsformer bliver mere effektive.

¹⁸ Kilde: Statistikbanken, Danmarks Statistik. *Tabellerne FOLK1A: Folketal den 1. i kvartalet efter område, køn, alder og civilstand og BOL101: Boliger efter område, beboertype, anvendelse, udlejningsforhold, ejerforhold og opførelsesår.*

3.1 Husholdningssektorens udledninger

Dette kapitel beskriver husholdningernes energiforbrug samt udledninger for en delmængde af energiforbruget, nemlig udledninger fra individuel opvarmning som olie- og gasfyr, samt udledninger fra terrassevarmere, benzindrevne plæneklippere og lignende¹⁹. Energiforbruget i husholdninger består af ca. 80 pct. rumvarme og ca. 20 pct. elforbrug.

Figur 3.1: Udledninger fra husholdninger



Note: Øvrige omfatter terrassevarmere, benzindrevne plæneklippere og lignende.

Sektorens samlede udledninger for perioden 1990-2030 er vist i figur 3.1.

Sektorens udledninger omfatter udelukkende energirelaterede udledninger (CRF-1), som stammer fra individuel opvarmning med oliefyr, gasfyr og koks-fyr samt fra brug af terrassevarmere, benzindrevne plæneklippere og lignende. Husholdningssektorens samlede udledninger forventes at falde med ca. 75 pct. fra 2019 til 2030. Der medregnes alene udledninger forbundet med det endelige energiforbrug i husholdningerne. Det betyder, at udledninger forbundet med produktion af el og fjernvarme ikke indgår i figur 3.1.

Ser vi i stedet på energiforbruget, så forventes energiforbrug til opvarmning at være relativt uændret, hvorimod elforbruget til belysning og apparater forventes at stige.

Den forventede udvikling efter 2019 drives især af politik i form af blandt andet *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020*, som gennem tilskud og afgifter giver incitament til at energiforbedre bygninger og skifte bort fra fossile opvarmningsformer og mod varmepumper og fjernvarme. Det er vigtigt at nævne, at skift væk fra oliefyr også foregik før disse initiativer, men initiativerne er med til at forstærke udfasningen af oliefyr og sætter gang i et betydeligt skift væk fra gasfyr.

¹⁹ Husholdningernes forbrug af brændstof til transport – herunder benzin, diesel og el til elbiler – beskrives i kapitel 4 og i sektornotat 4A om transport.

3.2 Husholdningssektorens energiforbrug

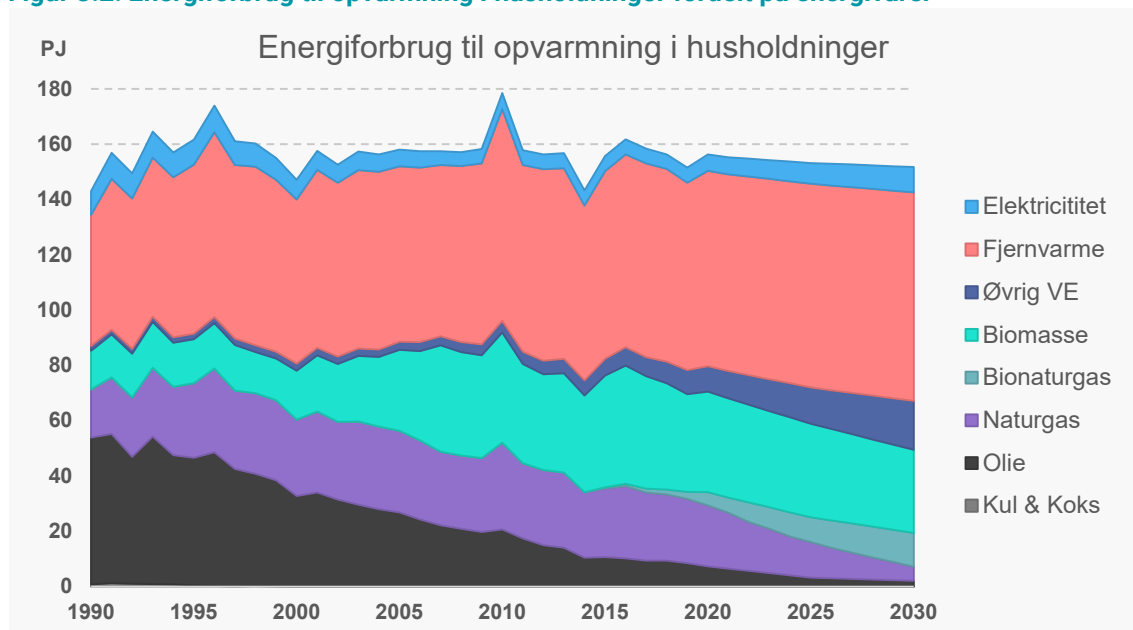
Energiforbrug til opvarmning i husholdninger

Udviklingen i udledninger og energiforbrug forbundet med opvarmning i husholdninger drives af flere faktorer, heriblandt husholdningernes valg af opvarmningsform, arealet i husholdninger, som skal opvarmes, og af udviklingen i effektiviteten for opvarmningsformer.

I 2020 blev der installeret ca. 65.000 varmepumper, hvoraf ca. 80 pct. var af typen luft til luft. Luft til luft-varmepumper kan levere størstedelen af mange boligers rumvarme, men vil oftest blive anvendt i kombination med andre opvarmningsformer. Ca. 9.000 huse skiftede fra oliefyr til en anden opvarmningsform, og ca. 3.000 huse skiftede væk fra gasfyr. Samtidig overgik ca. 1.000 huse fra andre opvarmningsformer og til opvarmning med gasfyr, mens næsten ingen skiftede til oliefyr. I 2030 forventes der at være ca. 250.000 huse, som har oliefyr eller gasfyr som primær opvarmningsform. Det forventes også, at omtrent lige mange huse har henholdsvis varmepumper og gasfyr som primær opvarmningsform i 2030.

Figur 3.2 viser, at opvarmning i husholdninger forventes i højere grad at blive dækket af fjernvarme, elektricitet til elpaneler og varmepumper, bionaturgas og øvrig VE (især omgivelsesvarme i form af varmepumper og en smule solenergi) efter 2019, og i mindre grad af naturgas, olie og biomasse. I 2030 forventes energimikset i husholdningers opvarmning primært at bestå af fjernvarme, biomasse og varmepumper, suppleret af elektricitet og ledningsgas. Ledningsgas består af naturgas og bionaturgas, og udledningerne forbundet med forbrug af ledningsgas afhænger af andelen af bionaturgas i ledningsgassen.

Figur 3.2: Energiforbrug til opvarmning i husholdninger fordelt på energivarer



Noter: Historiske værdier for energiforbrug er opgjort som faktiske tal. Øvrig VE omfatter omgivelsesvarme og solenergi. Ledningsgas er opdelt i naturgas og bionaturgas ud fra den samlede bionaturgasandel i systemet.

Det opvarmede boligareal forventes at stige med ca. 2 pct. i enfamilieshuse og med ca. 10 pct. i etageboliger fra 2019 og frem mod 2030. Selv om boligarealet stiger, forventes energiforbruget til opvarmning at falde med ca. 5 pct. for enfamilieshuse, og at være relativt uændret for etageboliger i 2030. Varmeforbrug pr. kvadratmeter i boliger er samlet set faldet siden 2010 og forventes at falde yderligere frem mod 2030. Udviklingen er påvirket af, at husholdningerne løbende forbedrer deres bygninger, og at nye bygninger kræver mindre energi til opvarmning end den eksisterende bygningsmasse. Desuden forventes et skift mod opvarmningsformer med en højere opvarmningseffektivitet, som fx varmepumper og fjernvarme.

CO₂e-udledningen forbundet med opvarmning af både enfamilieshuse og etageboliger forventes at falde med ca. 80 pct. frem mod 2030. Udviklingen er ud over en vurdering af rentabiliteten i de forskellige opvarmningsformer baseret på en forventning om, at alle midlerne i de politisk afsatte puljer til konvertering af oliefyr og gasfyr bruges, så antallet af huse, der opvarmes med oliefyr eller gasfyr reduceres kraftigt frem mod 2030. Konverteringen væk fra oliefyr og gasfyr og mod opvarmningsformer, der udleder mindre CO₂e, forventes at bidrage med en reduktion på ca. 0,9 mio. ton CO₂e i 2030. Ud over reduktioner på baggrund af konverteringer til renere opvarmningsformer forventes en reduktion i udledningerne fra husholdningers individuelle opvarmning på baggrund af en øget andel af bionaturgas i gasnettet. Den forventede andel af bionaturgas i gasnettet bidrager med en reduktion på ca. 0,7 mio. ton CO₂e i 2030.

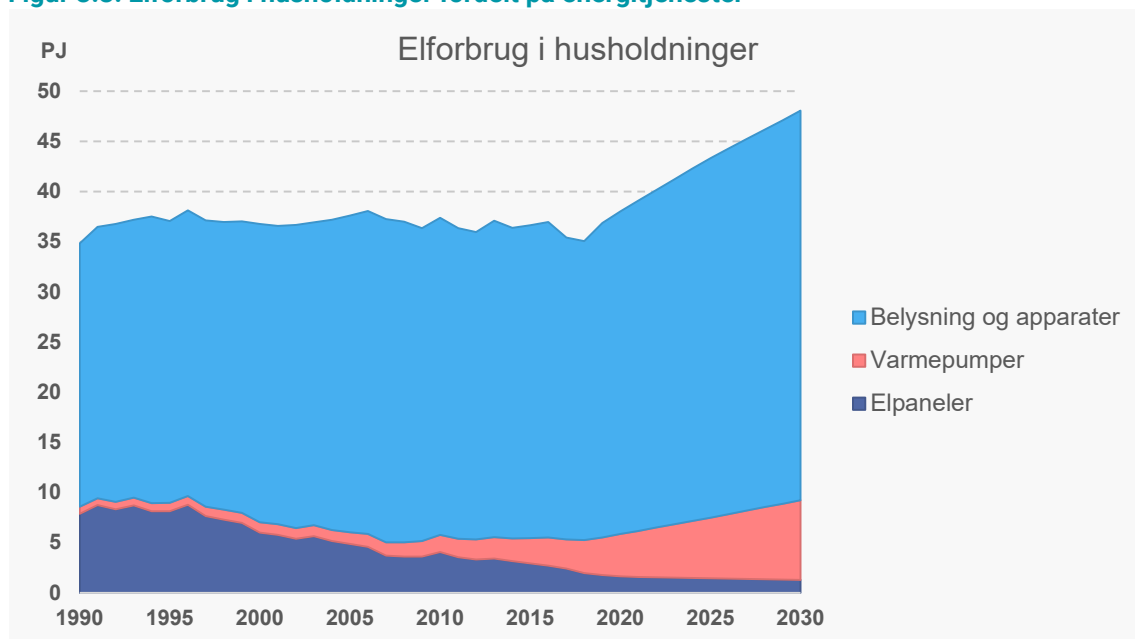
Det skal bemærkes, at yderligere konverteringer væk fra ledningsgas vil føre til en fuld tilsvarende reduktion i det fossile naturgasforbrug, og dermed også i udledningerne, fordi udbuddet af bionaturgas er bestemt af støtten til bionaturgas, og ikke af efterspørgslen på ledningsgas. En fuld udfasning af olie og ledningsgas fra individuel opvarmning ville derfor medføre en reduktion i de samlede udledninger på ca. 1,1 mio. ton CO₂e i 2030, svarende til hvad sektorens udledning ville være, hvis man ikke indregnede en effekt af den iblandede bionaturgas.

Elforbrug i husholdninger

Elforbrug i husholdninger anvendes både til belysning og apparater samt til opvarmning med varmepumper og elpaneler.

Figur 3.3 viser, at elforbruget i husholdninger efter at have været nogenlunde konstant siden 1990 forventes at stige med ca. 30 pct. fra 2019 til 2030. Elforbrug til elpaneler forventes at falde en smule, mens både elforbrug til varmepumper og elforbrug til belysning og apparater forventes at stige.

Figur 3.3: Elforbrug i husholdninger fordelt på energitjenester



Note: Historiske værdier for energiforbrug er opgjort som faktiske tal.

Stigningen i elforbruget til apparater drives af kombinationen af en på den ene side forventet stigning i køb og brug af apparater og på den anden side en effektivitetsforbedring for nye apparater over tid. Forventningen om stigning i køb og brug af apparater skyldes forventning om økonomisk vækst og deraf afledte stigninger i husholdningernes disponible indkomst. Apparater forventes at blive mere effektive på grund af mindstekrav til energieffektivitet (Ecodesignkrav) og skrappe krav til energimærkning.

Historisk har udviklingen i apparaternes effektivitet kunne modsvare stigningen i indkomst og deraf øget køb og brug af apparater, således at det observerede elforbrug til apparater har ligget nogenlunde stabilt. En fortsat stigning i omfanget af elbaserede energitjenester i hjemmet særligt i forbindelse med kommunikation, IT og andre nye tjenester fører til et stigende elforbrug. Stigningen i tjenesteomfanget forventes ikke længere at kunne opvejes af betydelige effektivitetsspring, som i de senere år fx har fundet sted i forhold til køling, vask og opvask, belysning, standby-forbrug og cirkulationspumper. Dette resulterer i forventningen om højere elforbrug til apparater, som ses i figur 3.3.

3.3 Usikkerhed og følsomheder

I husholdningssektoren udgør den fremtidige udvikling i adfærd en stor usikkerhed. Husholdningerne består af mange forskellige, aktører med forskellige præferencer, som ikke altid handler rationelt i deres beslutninger. Desuden kan præferencerne ændre sig over tid på måder, som kan være svære at forudse. Den samlede udvikling er summen af mange individuelle valg og er derfor vanskelig at fremskrive.

Ifølge fremskrivningen forventes et markant fald i gasforbruget i husholdningerne efter 2019. Faldet er primært drevet af en omlægning fra gasfyr til varmepumper og fjernvarme. Hvis husholdningernes gasforbrug i 2030 reduceres med 25 pct. i forhold til fremskrivningen, vil det betyde, at udledningerne som henføres til individuel opvarmning reduceres med 0,11 mio. ton CO₂e. Ses der på udledningerne for det samlede system, reduceres de med samlet 0,24 mio. ton CO₂e. Hvis husholdningernes gasforbrug i 2030 omvendt øges med 25 pct., vil det betyde at udledningerne, som henføres til individuel opvarmning, øges med 0,13 mio. ton CO₂e. Ses der på udledningerne for det samlede system, øges de med samlet 0,24 mio. ton CO₂e. I denne følsomhedsberegning er mængden af bionaturgas i gasnettet i 2030 holdt konstant.



4 Transport

Transportsektoren dækker både individuel og kollektiv persontransport samt godstransport fordelt på følgende fem transportkategorier²⁰:

- Vejtransport
- Banetransport
- Indenrigsluftfart
- Indenrigssøfart
- Øvrig transport (forsvar og fritidsfartøjer)

Transportsektoren udledte i 2019 13,5 mio. ton CO₂e og stod dermed for 29 pct. af Danmarks samlede udledninger. I 2030 forventes transportsektoren at udlede 11,5 mio. ton CO₂e svarende 33 pct. af Danmarks samlede udledninger.

Den forventede udvikling i udledningerne er primært et resultat af følgende faktorer i vejtransporten, som står for størstedelen af udledningerne:

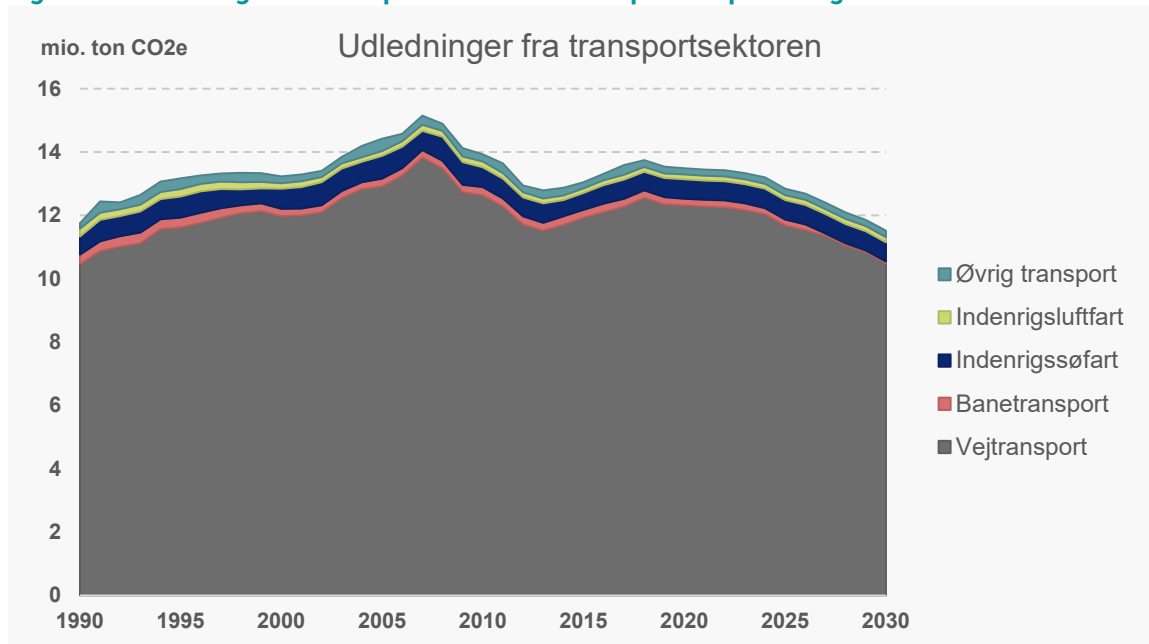
- Voksende trafikarbejde (antal kørte kilometer stiger)
- En begyndende elektrificering af vejtransporten, særligt for personbiler, gennem omstilling fra fossildrevne til eldrevne køretøjer
- Øget iblanding af biobrændstoffer (og andre VE-brændstoffer) i benzin og diesel
- Forbedret energieffektivitet for nye konventionelle køretøjer

²⁰ Udledningerne fra international luftfart og søfart indgår ikke i det danske klimaregnskab i overensstemmelse med FN's opgørelsesmetode, men er beskrevet i Global Afrapportering 2021.

4.1 Transportsektorens udledninger

Transportsektoren er karakteriseret ved et fortsat stigende trafikarbejde som følge af øget økonomisk aktivitet i samfundet. Frem til 2007 medførte dette en gradvis stigning i udledningerne fra transportsektoren. Den lavere økonomiske aktivitet i perioden omkring finanskrisen i 2007-2009 fik udledningerne til at falde, indtil de fra 2013-2018 igen steg. Denne udvikling fremgår af figur 4.1, som viser udledningen af drivhusgasser fra transportsektoren i perioden 1990-2030 fordelt på transportkategorier. De samlede udledninger forventes nogenlunde konstante frem mod 2023 for derefter at aftage, primært som følge af udviklingen i vejtransporten. I modsætning til den historiske udvikling, forventes der fremadrettet en afkobling mellem økonomisk aktivitet og udledninger, idet der i perioden forventes såvel økonomisk vækst som øget trafikarbejde, men alligevel reducerede udledninger.

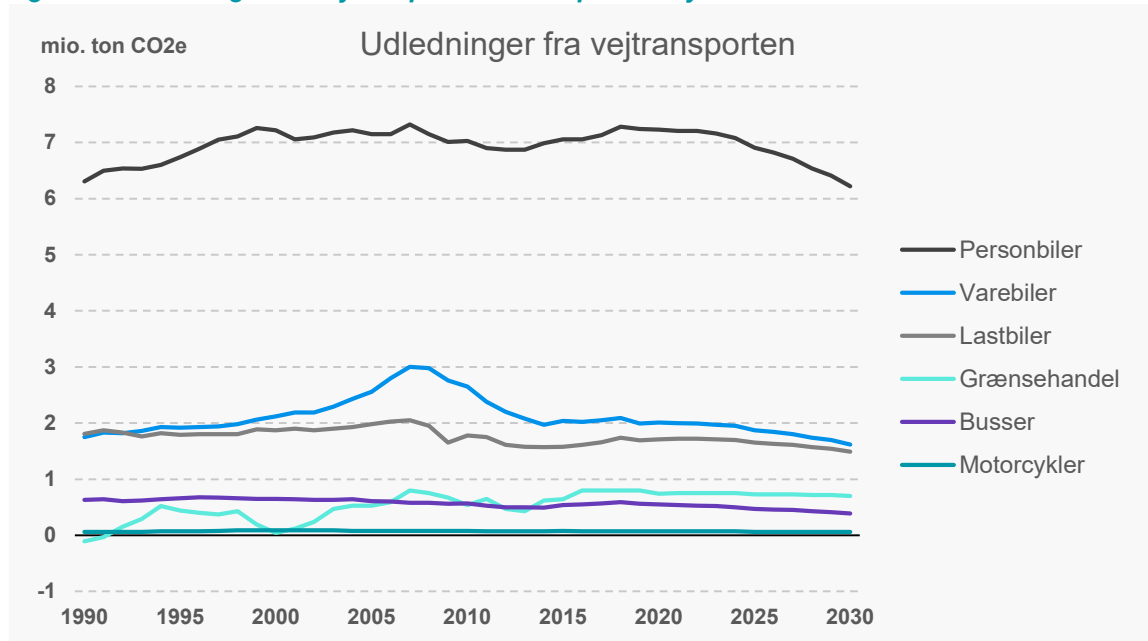
Figur 4.1. Udledninger fra transportsektoren fordelt på transportkategorier



Udledninger fra vejtransport

I 2019 udledte vejtransporten 12,3 mio. ton CO₂e, svarende til ca. 90 pct. af transportens samlede udledninger, og i 2030 forventes udledningerne reduceret til omkring 10,5 mio. ton CO₂e.

Som det fremgår af figur 4.2 er personbiler den køretøjstype, som bidrager mest til vejtransportens udledninger, efterfulgt af varebiler og lastbiler. Personbiler står for omkring 60 pct. af vejtransportens samlede udledninger. Ifølge FN's opgørelsesmetode inkluderes udledninger forbundet med grænsehandel med brændstof i det land, hvor brændstoffet tankes. Udledninger fra grænsehandel, dvs. brændstof som tankes i Danmark men forbruges i udlandet, er i KF21 opgjort særskilt og fastholdes på 2019-niveau i fremskrivningsperioden. Det bemærkes, at der er tale om et skønnet niveau, da grænsehandlen ikke kan opgøres eksakt.

Figur 4.2. Udledninger fra vejtransporten fordelt på køretøjer

Trafikarbejdet forventes fortsat at stige for alle køretøjstyper. Fra 2019-2030 forventes det samlede trafikarbejde for vejtransporten at stige med ca. 21 pct. På trods af dette forventes der fra 2019 og frem mod 2030 en reduktion i udledningen af drivhusgasser fra alle køretøjstyper. Det forventede fald i udledningerne fra vejtransporten skyldes overvejende en fortsat energieffektivisering af konventionelle køretøjer, øget iblanding af biobrændstoffer i benzin og diesel samt en øget omstilling til alternative drivmidler, særligt ældre personbiler. Iblanding af biobrændstoffer (og andre VE-brændstoffer) vurderes i 2030 at give en direkte CO₂-reduktion på ca. 1,2 mio. ton set i forhold til en udvikling, hvor der ingen iblanding ville være sket. Tilsvarende forventes erstatningen af konventionelle biler med el- og plug-in hybridbiler i personbilsbestanden at reducere udledningerne med omkring 1,4 mio. ton CO₂.

Udledninger fra banetransport, indenrigsluftfart og indenrigssøfart

I 2019 udledte banetransporten 0,2 mio. ton CO₂e. Frem mod 2030 forventes en reduktion i udledningerne i takt med, at fjern- og regionaltoget, som står for hovedparten af udledningerne, elektrificeres. I 2030 forventes de samlede udledninger fra banetransporten at være på 0,06 mio. ton CO₂e.

Udledningerne fra indenrigsluftfarten forventes at stige fra 0,15 mio. ton CO₂e i 2019 til 0,17 mio. ton CO₂e i 2030. Det bemærkes, at der ikke er taget højde for effekterne af COVID-19 i fremskrivningen. De højere udledninger fra indenrigsluftfarten skyldes en stigning i forbruget af jet fuel. På trods af flybranchens udmeldinger om øget iblanding af VE-brændstoffer frem mod 2030, er dette ikke indregnet i fremskrivningen, da udmeldingerne ikke er bindende og heller ikke vurderes at være driftsøkonomisk rentable uden yderligere regulering på området. For søfarten forventes en mindre reduktion i udledningerne fra 0,61 mio. ton CO₂e i 2020 til 0,60 mio. ton CO₂e i 2030 som følge af elektrificering af enkelte færgeruter.

4.2 Vejtransportens energiforbrug

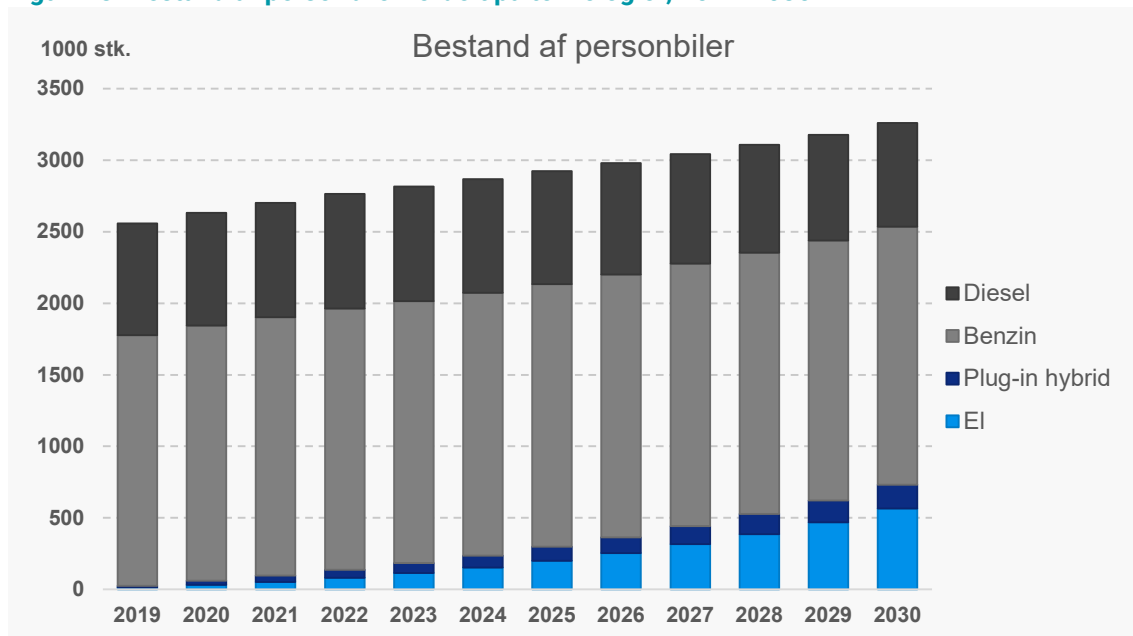
Udledningerne i transporten stammer fra sektorens energiforbrug. Da vejtransporten står for langt hovedparten af de samlede transportudledninger, omhandler indeværende afsnit udviklingen i vejtransportens energiforbrug, hvor den teknologiske udvikling og drivmiddelsammensætningen er afgørende for udledningerne fra aktiviteten.

Omstilling af køretøjer i vejtransporten

EU's CO₂-forordning stiller krav til udledningerne fra nye person-, vare- og lastbiler. Kravene strammes løbende frem mod 2030 og for at undgå store bøder, forventes bilproducenterne bl.a. at accelerere produktionen og salget af nul- og lavemissionsbiler samt forbedre brændstoffektiviteten for nye konventionelle køretøjer. Dette vil fremme den teknologiske udvikling, reducere priserne på nul- og lavemissionsbiler og øge udvalget heraf. Sammen med forventningen om en udbygning af den offentligt tilgængelige opladeinfrastruktur betyder disse faktorer, at nul- og lavemissionsbiler kan dække flere forbrugeres behov og præferencer.

Salget af særligt eldrevne personbiler forventes derfor at stige betydeligt, og i 2030 forventes el- og plug-in hybridbiler at udgøre ca. 48 pct. af alle nyregistrerede personbiler. Denne udvikling forventes at øge andelen af nul- og lavemissionsbiler i personbilsbestanden til ca. 22 pct. i 2030, svarende til omkring 730.000 el- og plug-in hybridbiler, hvoraf rene elbiler udgør ca. 75 pct. Udviklingen er vist i figur 4.3. For varebiler forventes ligeledes en begyndende omstilling således, at den samlede bestand af elektriske person- og varebiler i 2030 vil være omkring 800.000. For udviklingen i køretøjsbestanden af varebiler, busser og lastbiler fordelt på drivmiddelteknologier henvises til sektornotat 4A.

Figur 4.3. Bestand af personbiler fordelt på teknologier, 2019-2030

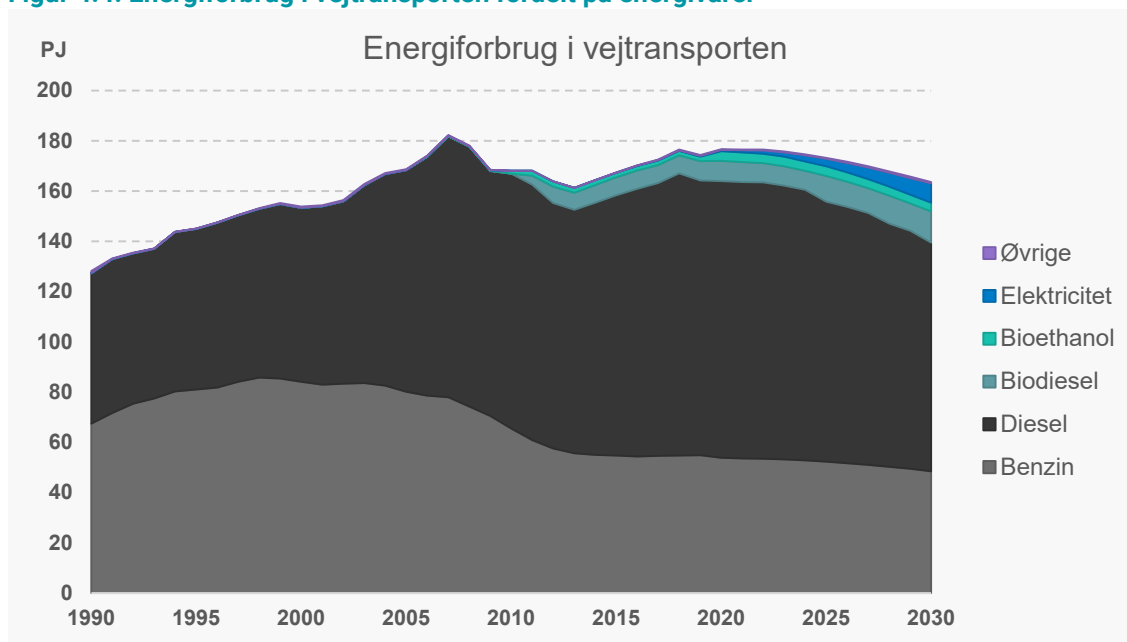


På trods af at salget af el- og plug-in hybridbiler stiger, forventes benzin- og dieslbiler at udgøre omkring 78 pct. af personbilsbestanden i 2030. Dette skyldes træghed i omstillingen grundet køretøjernes relativt lange levetid.

Energiforbrug og iblanding af biobrændstoffer i vejtransporten

Udledningerne fra konventionelle køretøjer forventes reduceret som følge af forbedret energieffektivitet af nye køretøjer og øget iblanding af biobrændstoffer (og andre VE-brændstoffer) i benzin og diesel. Øget iblanding af biobrændstoffer sker som konsekvens af det kommende danske CO₂-fortrængningskrav²¹, der indføres fra 2022, og som gradvist øges frem mod 2030. Udviklingen i vejtransportens energiforbrug fordelt på drivmidler siden 1990 og frem til 2030 ses af figur 4.4.

Figur 4.4. Energiforbrug i vejtransporten fordelt på energivarer



Note: Øvrige dækker bl.a. over gas og brint

Forbruget af fossile brændsler, især diesel, forventes at falde, mens forbruget af vedvarende energikilder forventes at stige frem mod 2030. Biodiesel og bioethanol forventes, gennem iblanding i diesel og benzin, i 2030 tilsammen at dække ca. 10 pct. af vejtransportens energiforbrug, svarende til ca. 16 PJ. Elforbruget forventes i 2030 at ligge på omkring 7,7 PJ og vil dermed udgøre ca. 5 pct. af energiforbruget i vejtransporten. Elforbruget skal ses i forhold til, at elbiler er mere energieffektive end fossildrevne biler, hvorved el dækker en forholdsmæssig større andel af trafikarbejdet end andelen af energiforbruget.

4.3 Usikkerhed og følsomheder

Fremskrivningen af energiforbruget og udledningerne i transportsektoren er forbundet med betydelig usikkerhed. Det er vanskeligt at give en samlet usikkerhedsvurdering, idet fremskrivningen bygger på en række forudsætninger, som kan trække udviklingerne i modsatte retninger.

Vejtransporten står for langt størstedelen af transportsektorens udledninger, og usikkerhed forbundet med fremskrivning af vejtransporten vil således have størst betydning for det samlede billede. Heraf vurderes udviklingen i trafikarbejdet,

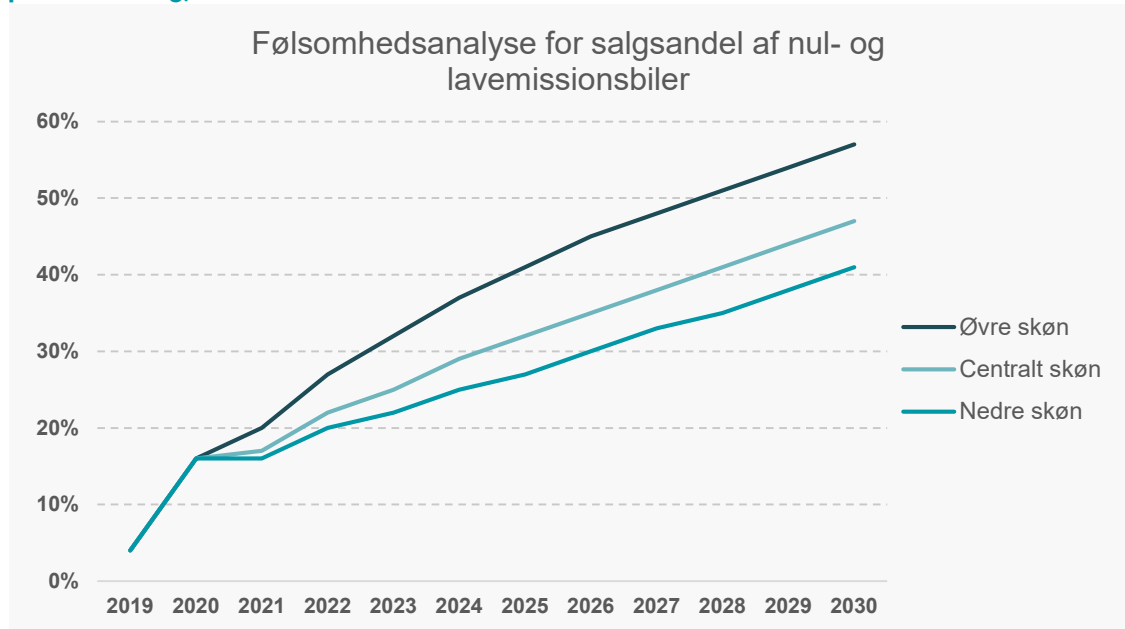
²¹ CO₂-fortrængningskravet blev besluttet i forbindelse med aftalen om 'Grøn omstilling af vejtransporten' af 4. december 2020 og stiller krav til reduktionen af vugge-til-grav udledninger i brændstoffer anvendt til transport.

omstillingshastigheden til eldrevne køretøjer, samt iblandingen af biobrændstoffer i benzin og diesel at være de mest betydende faktorer.

Trafikarbejdet forventes at stige for alle køretøjstyper og der er tilnærmelsesvis proportionalitet mellem trafikarbejde og hhv. energiforbrug og udledninger. Såfremt trafikarbejdet i 2030 bliver hhv. 10 pct. lavere eller højere end antaget, vil energiforbruget og udledningerne tilsvarende reduceres eller forøges med ca. 10 pct., svarende til ændringer i udledningerne i størrelsesorden 1 mio. ton CO₂e.

I forhold til omstillingshastigheden for personbiler forventes nul- og lavemissionsbiler i 2030 at udgøre ca. 48 pct. af nyregistrerede personbiler svarende til en akkumuleret bestand på omkring 730.000. Denne udvikling sker bl.a. på baggrund af en forventning til udviklingen i teknologi, priser og udbuddet af nul- og lavemissionsbiler. Hvis disse faktorer udvikler sig enten mere eller mindre gunstigt end antaget, vil omstillingen fra fossildrevne til eldrevne personbiler kunne gå hhv. hurtigere eller langsommere end forventet, hvilket vil afspejle sig i udledningerne. Figur 4.5 viser et usikkerhedsspænd for salget af nul- og lavemissionsbiler, som svarer til, at bestanden af nul- og lavemissionspersonbiler i 2030 ligger inden for intervallet 630.000-910.000. Dette vurderes at give en ændring i udledningerne fra vejtransporten på -0,3 mio. ton CO₂ til +0,15 mio. ton CO₂ i forhold til det centrale skøn i fremskrivningen. Der er ligeledes betydelig usikkerhed forbundet med omstillingen af varebiler, hvor der i fremskrivningen er antaget en afsmittende effekt fra teknologiudviklingen på personbilsområdet.

Figur 4.5. Følsomhedsanalyse for andelen af nul- og lavemissionsbiler af det samlede personbilssalg, 2019-2030



I.f.t. biobrændstoffer så bidrager de i opgørelsen af de nationale udledninger lige meget (pr. MJ) til klimaregnskabet, uanset deres vugge-til-grav udledninger. Udledningerne er alene fra de fossile brændstoffer, som biobrændstofferne fortrænger. Dette betyder i realiteten, at jo mere bæredygtige biobrændstofferne er, jo mere vil de nationalt opgjorte udledninger stige. Det skyldes, at jo lavere vugge-til-grav udledninger biobrændstofferne har, jo mindre mængde biobrændstoffer er det nødvendigt at

iblande for at opfylde fortrængningskravet. Og hvis der iblandes mindre biobrændstof, øges den fossile andel og dermed udledningerne.

Usikkerheden knyttet til iblanding af biobrændstoffer i benzin og diesel stiger i takt med, at CO₂-fortrængningskravet stiger, jf. sektornotat 7B. Usikkerheden vurderes at være størst efter 2025, hvor de eksisterende standarder E10 og B7 ikke længere er tilstrækkelige til at opfylde kravet. Det er i fremskrivningen antaget, at fortrængningskravet medfører, at der anvendes gradvist mere bæredygtige biobrændstoffer frem mod 2030, hvor der opnås en direkte CO₂-reduktion på ca. 1,2 mio. ton. Hvis det i stedet antages, at der anvendes biobrændstoffer med en bæredygtighed svarende til niveauet i 2019, vil der skulle iblandes en større mængde for at opfylde fortrængningskravet, og CO₂-reduktionerne vil stige med 0,1-0,15 mio. ton i 2030. Den større reduktion i udledningerne, som indgår i det danske klimaregnskab, vil dog ske på bekostning af en større udledning ved produktionen af biobrændstofferne.

Derudover er der betydelig usikkerhed knyttet til grænsehandel, som har indvirkning på, hvor meget brændstof som tankes i Danmark, og dermed på udledningen af drivhusgasser, som tæller med i det danske klimaregnskab. Eksempelvis afhænger grænsehandlen ikke kun af den danske regulering men også af, hvad der sker uden for Danmark, som påvirker prisforholdet mellem benzin og diesel på tværs af grænserne.



5 Serviceerhverv

Serviceerhverv omfatter sektorerne privat service, offentlig service og detail- og engroshandel. Privat service dækker over en bred vifte af brancher, blandt andet restauranter, pengeinstitutter og datacentre, mens den offentlige service blandt andet dækker over daginstitutioner, skoler, hospitaler og offentlig administration.

Servicesektorerne udledte i 2019 0,6 mio. ton CO₂e, svarende til godt 1 pct. af Danmarks samlede udledninger. I 2030 forventes sektoren at udlede 0,2 mio. ton CO₂e svarende til mindre end 1 pct. af de samlede danske udledninger. Langt hovedparten af sektorens energiforbrug er el og fjernvarme, mens den fossile udledning hovedsageligt kommer fra naturgas brugt til individuel opvarmning, hvor udviklingen i udledninger især skyldes følgende faktorer:

- Udfasning af naturgas gennem konvertering til varmepumper
- Øget andel bionaturgas i ledningsnettet, der sænker udledningen fra det resterende gasforbrug

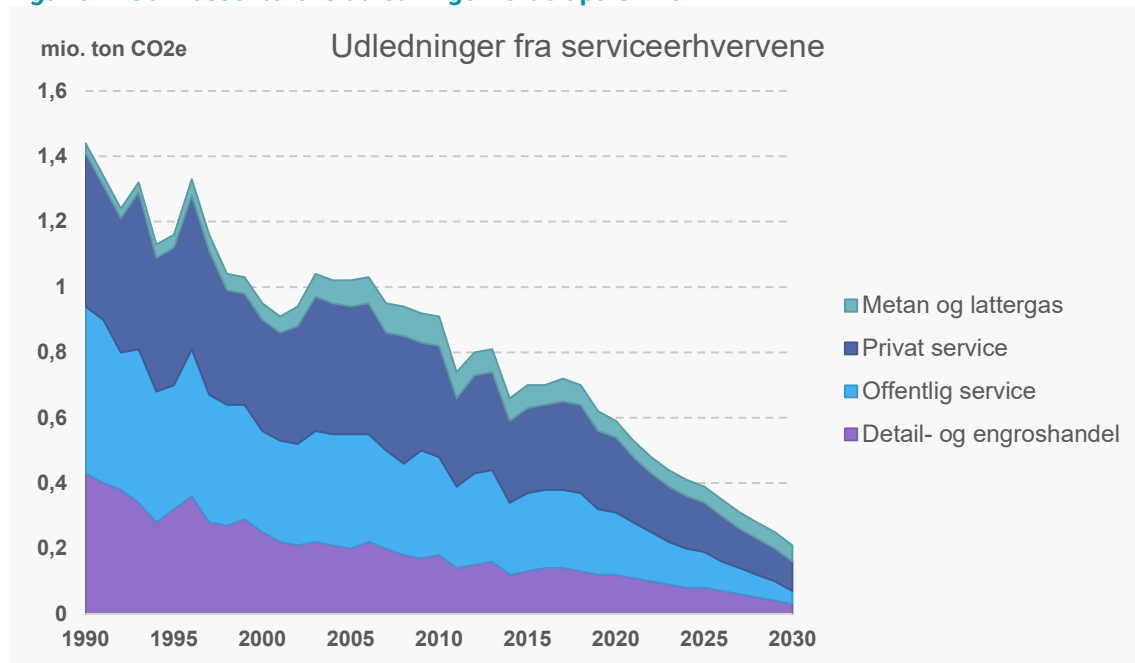
Udbygningen med datacentre, der hører under branchen privat service, bidrager til et væsentligt øget elforbrug i servicesektoren i 2030, men ressourceforbrug og udledningerne forbundet hermed indgår, som det også er tilfældet for sektorens øvrige el- og fjernvarmeforbrug, i kapitel 8 om el- og fjernvarmesektoren.

5.1 Servicesektorens udledninger

Servicesektoren forbruger 12 pct. af det samlede endelige energiforbrug, men står kun for 1 pct. af de samlede udledninger. Langt størstedelen af sektorens udledninger kommer fra fossile brændsler brugt til rumvarme. Sektorens udledninger forventes at falde til 0,2 mio. ton CO₂e i 2030, svarende til et fald på 85 pct. ift. 1990. Faldet har

været drevet af udfasning af olie og gas til rumvarme og øget brug af fjernvarme, og ventes frem mod 2030 at drives af konvertering fra naturgas til primært varmepumper. Den tilbageværende udledning i 2030 kommer hovedsageligt fra de tilbageværende naturgasfyr til rumvarme og fra fossilt energiforbrug til mellemtemperatur procesvarme. Mellemtemperatur procesvarme bliver blandt andet brugt på hospitaler, vaskerier og i restaurantbranchen.

Figur 5.1: Servicesektorens udledninger fordelt på erhverv



Note: Kategorien "metan og lattergas" dækker over metan og lattergasudledninger, der knytter sig til den energirelaterede udledning i serviceerhvervene, men ikke er fordelt ud på hhv. privat service, offentlig service og detail- og engroshandel.

Servicesektorens samlede udledninger er vist i figur 5.1. Sektorens udledninger omfatter her udelukkende energirelaterede udledninger²², med den største udledning fra den private servicebranche. Energirelaterede udledninger dækker over udledninger fra individuel rumvarme, intern transport og procesvarme. De relativt lave udledninger skal ses i lyset af, at udledninger afledt fra forbrug af el- og fjernvarme, indgår i opgørelsen af udledninger fra el- og fjernvarmesektoren, præsenteret i kapitel 8.

Naturgas udgør størstedelen af servicesektorens fossile energiforbrug. Servicesektorens gasforbrug lå på 9 PJ i 2019 og forventes at falde til 5 PJ i 2030. Reduktionen i gasforbruget skyldes primært konvertering fra gasfyr til andre opvarmningsformer (herunder især varmepumper). De udledninger, der henføres til dette, falder yderligere som følge af den markante stigning i andelen af bionaturgas i ledningsgassen. Ved at konvertere væk fra gas i f.eks. rumvarme, vil andelen af bionaturgas i det tilbageværende gasforbrug alt andet lige stige, hvilket vil føre til yderligere CO₂e-reduktioner.

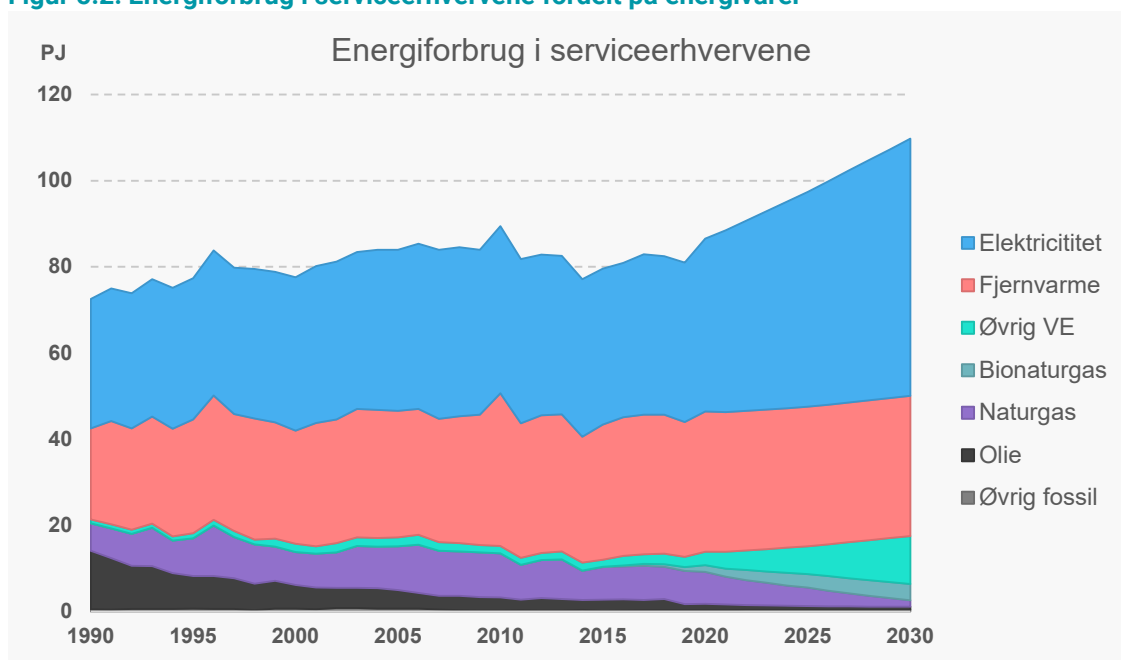
²² F-gasser fra køleanlæg og air condition mv., der er en procesudledning, indgår i KF21 i udledningsopgørelsen i kapitel 9 om affald og F-gasser, da det ikke har været muligt at opdele udledningerne fra F-gasser på KF21 sektorerne.

5.2 Servicesektorens energiforbrug

Hvor udledningerne fra servicesektoren er faldende, er det modsatte tilfældet for energiforbruget, der ventes at stige med 51 pct. fra 1990 til 2030, jf. figur 5.2. Stigningen i energiforbrug skyldes hovedsageligt opførsel af datacentre. Der bruges i dag under 1 PJ el i datacentre i Danmark, men det ventes at stige til 10 PJ i 2025 og over 17 PJ i 2030. Selvom datacentre kommer til at stå for en stor del af sektorens elforbrug, så ventes størstedelen af elforbruget fortsat at blive brugt til direkte anvendelse i den øvrige sektor. I den private servicesektor er elforbruget, udover datacentre, særligt inden for restaurationsbranchen, mens både skoler, daginstitutioner og hospitaler bruger en betydelig mængde el i den offentlige service. Derudover forventes der et stigende elforbrug til varmepumper.

I 2030 ventes el at udgøre 63 pct. af sektorens endelige energiforbrug. Dermed står servicesektoren for 37 pct. af det samlede endelige elforbrug. Men det er ikke alene elforbruget til datacentre, der stiger. Den forventede vækst i sektoren skaber også en generel vækst i energiforbruget.

Figur 5.2: Energiforbrug i serviceerhvervene fordelt på energivarer



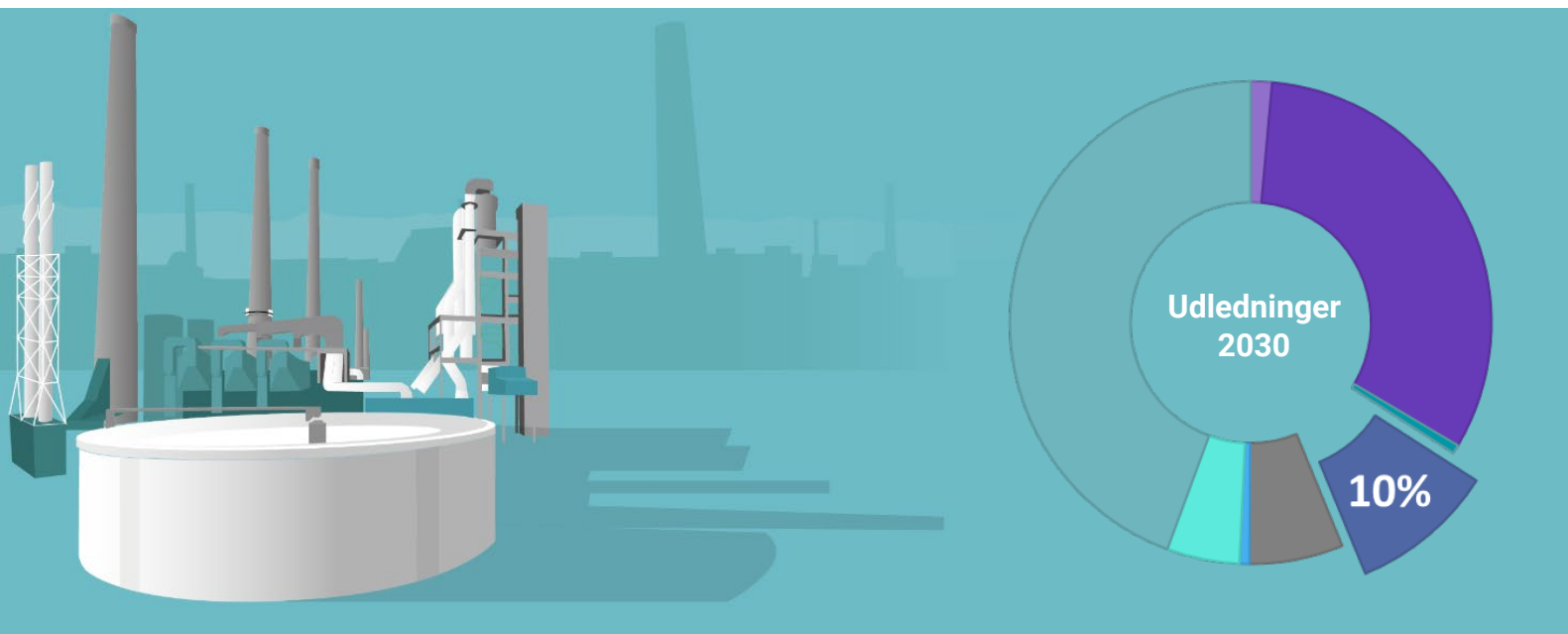
For detail- og engroshandel ventes energiforbruget at stige med 20 pct. i 2030, mens den offentlige sektors energiforbrug ventes at være tilnærmelsesvis konstant. Som beskrevet er stigningen i energiforbruget til den private service drevet af opførsel af datacentre, men selv uden disse, ventes forbruget at stige med 13 pct.

5.3 Usikkerhed og følsomheder

Inden for servicesektoren er der særlig stor usikkerhed forbundet med udbygning af datacentre, da datacenterbranchen er i hurtig udvikling. Der er samtidig stor usikkerhed omkring den fremtidige teknologiske udvikling og betydning heraf på datacentrenes elforbrug og forbrugsprofil, hvilket er yderligere beskrevet i notatet "Udviklingen af datacentre og deres indvirkning på energisystemet" COWI A/S for Energistyrelsen

(2021). Der forventes et elforbrug på 17 PJ til datacentre i 2030, men med et udfaldsrum mellem 12 og 22 PJ.

Udledningerne fra sektoren er forholdsvis begrænset, men da en del af forklaringen er øget andel af bionaturgas i ledningsnettet, vil ændringer i sektorens gasforbrug have afledte effekter på de samlede udledninger, der overstiger effekten på sektorens egne udledninger.



6 Fremstillingserhverv og bygge-anlægssektoren

Fremstillingserhvervene omfatter virksomheder, som producerer varer, der sælges til private eller andre virksomheder. Det drejer sig f.eks. om fødevarer og tekstiler, møbler og elektronik, kemiske og farmaceutiske produkter og byggematerialer og maskiner. Bygge- og anlægssektoren omfatter virksomheder, som beskæftiger sig med alle typer af opgaver inden for byggeri og anlægsarbejde.

Fremstillingserhvervene og bygge- og anlægssektoren omtales her samlet som industrierhvervene.

Disse sektorer udledte i 2019 5 mio. ton CO₂e svarende til 11 pct. af Danmarks samlede udledninger. I 2030 forventes sektorerne at udlede 3,5 mio. ton CO₂e svarende til 10 pct. af Danmarks samlede udledninger. Den forventede udvikling i sektorernes udledninger skyldes især følgende forventninger til deres fremtidige energiforbrug:

- Øget elektrificering og energieffektivisering, herunder højere grad af anvendelse af varmepumper til intern udnyttelse af overskudsvarme
- Større andel af biogas i ledningsgassen

6.1 Industrierhvervenes udledninger

Udledninger fra industrierhvervene kan enten være energi- eller procesrelaterede. Ved energirelaterede udledninger forstås udledninger som følge af anvendelse af fossile brændsler til produktionsprocesser, herunder procesvarme og intern transport. De procesrelaterede udledninger er udledninger forbundet med kemiske

produktionsprocesser. Udledninger fra forbrug af el- og fjernvarme samt fra raffinaderier regnes ikke med i dette kapitel, da de indgår i hhv. opgørelsen af udledninger fra el- og fjernvarmesektoren (se kap 8) og opgørelsen af udledninger fra produktion af olie, gas og VE-brændstoffer (se kap 7).

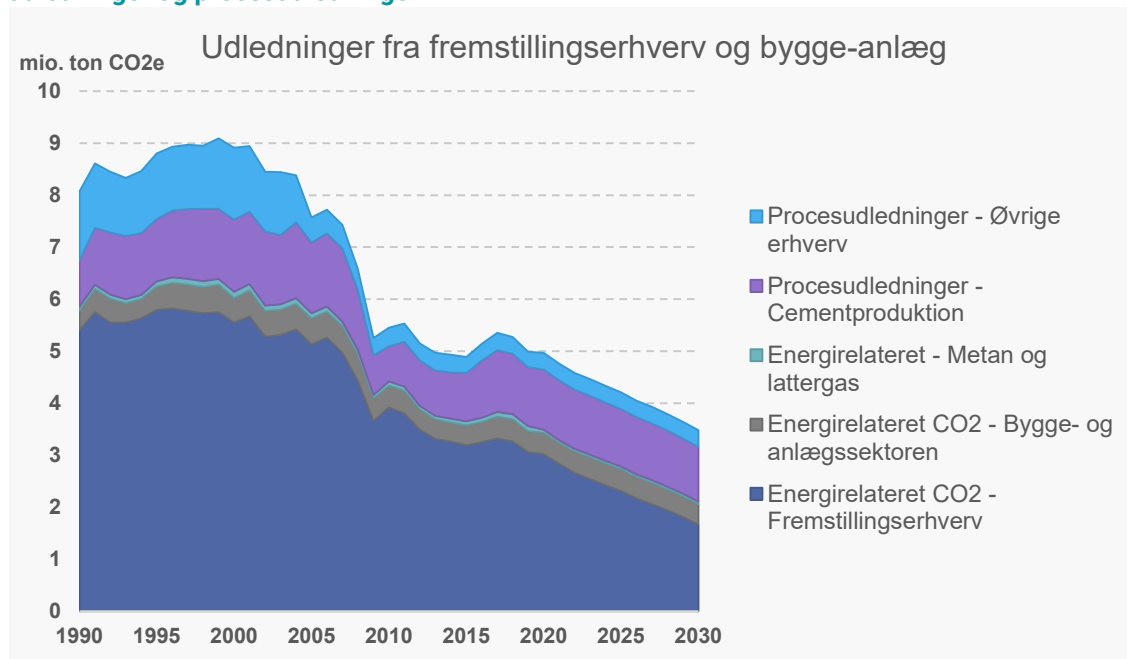
I forhold til de energirelaterede udledninger er fremstillingserhvervene karakteriseret ved, at der i sektoren er en relativ stor udledning knyttet til en række produktionsprocesser, hvor der er brug for høje temperaturer, som opnås via direkte indfyring af primært fossile brændsler. Det er fx tilfældet ved produktion af cement, tegl, brændt kalk og sten- og glasuld. På grund af behovet for høje temperaturer kan disse produktionsprocesser ofte ikke elektrificeres med eksisterende teknologi, og udledningen forbundet med dem er derfor vanskelig at reducere, gennem elektrificering.

Dertil kommer procesudledninger, som er udledninger, som er uafhængige af brændselsanvendelsen, men som fremkommer som produkt af en kemisk proces. Den største kilde til procesudledninger er fremstillingsprocesser, hvor eksempelvis ler, kalk og kridt indgår som råstof, fx ved produktion af cement og tegl.

Bygge- og anlægssektoren anvender betydelig mindre energi og udleder mindre CO₂ pr. produceret enhed end fremstillingssektoren. Størstedelen af energiforbruget og udledningerne i bygge- og anlægssektoren er relateret til intern transport, fx entreprenørmaskiner.

I figur 6.1 ses de historiske og fremskrevne CO₂e-udledninger for industrierhvervene fordelt på fremstillingserhverv og bygge- og anlægssektoren og fordelt på, om de er energirelaterede eller procesrelaterede. De samlede udledninger er fra 1990 frem til 2019 faldet med 3,1 mio. ton CO₂e svarende til 38 pct. for hele perioden. Frem mod 2030 forventes industrierhvervene at reducere udledningerne med yderligere 1,5 mio. ton CO₂e.

Figur 6.1: Udledninger fra fremstillingserhverv og bygge-anlæg fordelt på energirelaterede udledninger og procesudledninger



Det ses også af figur 6.1, at det primært er i fremstillingserhvervene, at udledningerne er reduceret siden 1990, og hvor der fortsat forventes at komme det største relative bidrag frem mod 2030. Ikke desto mindre forventes udledningerne i de øvrige sektorer også at være nedadgående omend begrænset af, at det inden for nogle områder forventes vanskeligt at elektrificere eller skifte til vedvarende energi, enten fordi eksisterende teknologi ikke muliggør det, eller fordi det ikke er økonomisk attraktivt under de gældende rammevilkår.

Fremstillingserhvervenes energirelaterede udledninger kan yderligere opdeles i cement-, glas- og teglfremstillingsindustrien samt øvrig fremstillingsindustri. Ca. 71 pct. af fremstillingserhvervenes forventede reduktioner de kommende 10 år forventes at finde sted i den "øvrige fremstillingsindustri", mens godt 28 pct. af reduktionerne forventes at finde sted i cement- glas- og teglfremstillingsindustrien.

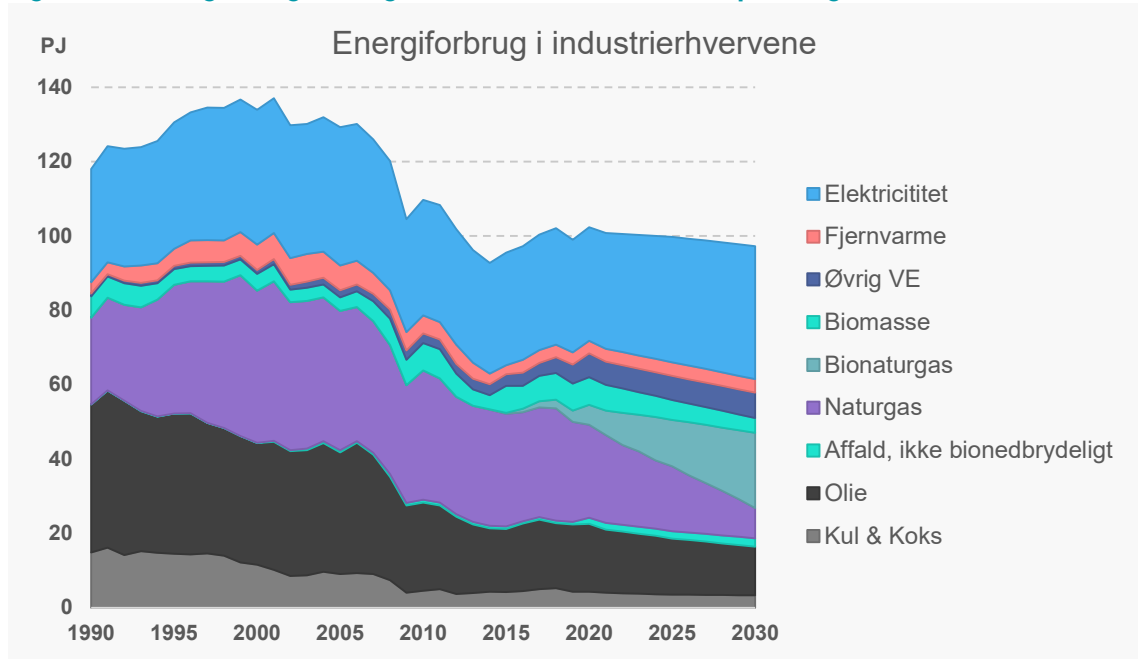
6.2 Industrierhvervenes energiforbrug

Det fremgår af figur 6.2, at industrierhvervenes samlede energiforbrug faldt fra 118 PJ i 1990 til 99 PJ i 2019 svarende til en nedgang på 16,2 pct. Frem mod 2030 forventes yderligere fald i industrierhvervenes energiforbrug, dog i væsentlig mindre skala end hvad der er set frem til nu. Nedgangen i begge perioder kan bl.a. forklare med energieffektiviseringer, og for så vidt angår den historiske udvikling strukturelle forskydninger mod mindre energiintensive brancher.

Desuden ses det af figur 6.2, at der frem mod 2030, i højere grad end hidtil, forventes et skift i energisammensætningen, hvor de fossile brændsler fortrænges af vedvarende energikilder og el. I 2030 forventes mængden af vedvarende energi i industrierhvervene at overstige mængden af fossil energi. Nedgangen i anvendelsen af fossile brændsler afspejler primært, at der forventes en væsentlig øget andel af bionaturgas i ledningssgassen, men også en stigning i anvendelsen af affald (herunder bionedbrydelig affald) som fortrænger kul og petrokoks i cementproduktion.

Industrierhvervenes forbrug af bionaturgas afhænger af det samlede forbrug af ledningsgas, som består af naturgas og bionaturgas. Konverteringer væk fra ledningsgas vil føre til en fuld tilsvarende reduktion i det fossile naturgasforbrug og dermed også i udledningerne, fordi udbuddet af bionaturgas er bestemt af støtten til bionaturgas og ikke af efterspørgslen på ledningsgas.

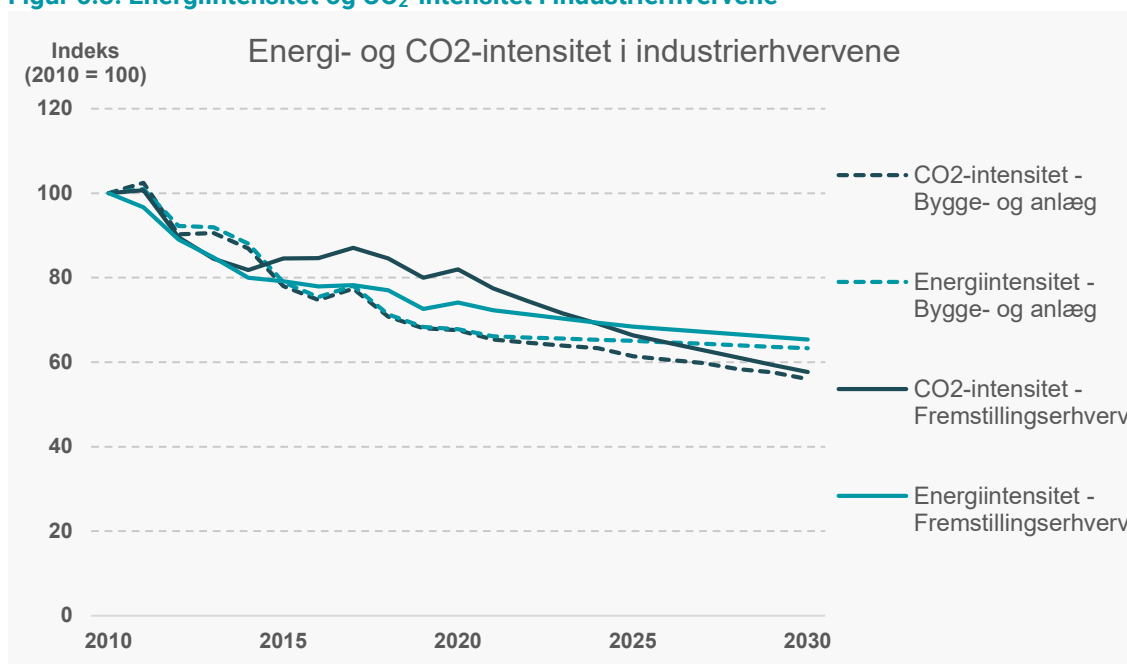
Figur 6.2: Endeligt energiforbrug i industrierhvervene fordelt på energivarer



Note: Ledningsgas er opdelt i naturgas og bionaturgas ud fra den samlede bionaturgasandel i systemet.

Erhvervslivets CO₂-intensitet er et nøgletal for CO₂-udledning pr. produceret økonomisk værdi. En lavere CO₂-intensitet forekommer, når industrien bliver mere effektiv eller skifter fossile brændsler ud med vedvarende energi. Også strukturelle forskydninger i erhvervslivet kan ændre CO₂-intensiteten.

Både CO₂-intensiteterne og energiintensiteterne i industrierhvervene har været faldende siden 2010, og denne udvikling forventes at fortsætte frem mod 2030, energiintensiteterne dog kun meget svagt. At CO₂-intensiteten falder hurtigere end energiintensiteten, er bl.a. et resultat af, at CO₂-reduktionerne i høj grad sker som resultat af et brændselsskifte væk fra fossile brændsler over mod øget elektrificering og øget mængde biogas i ledningsgassen.

Figur 6.3: Energiintensitet og CO₂-intensitet i industrierhvervene

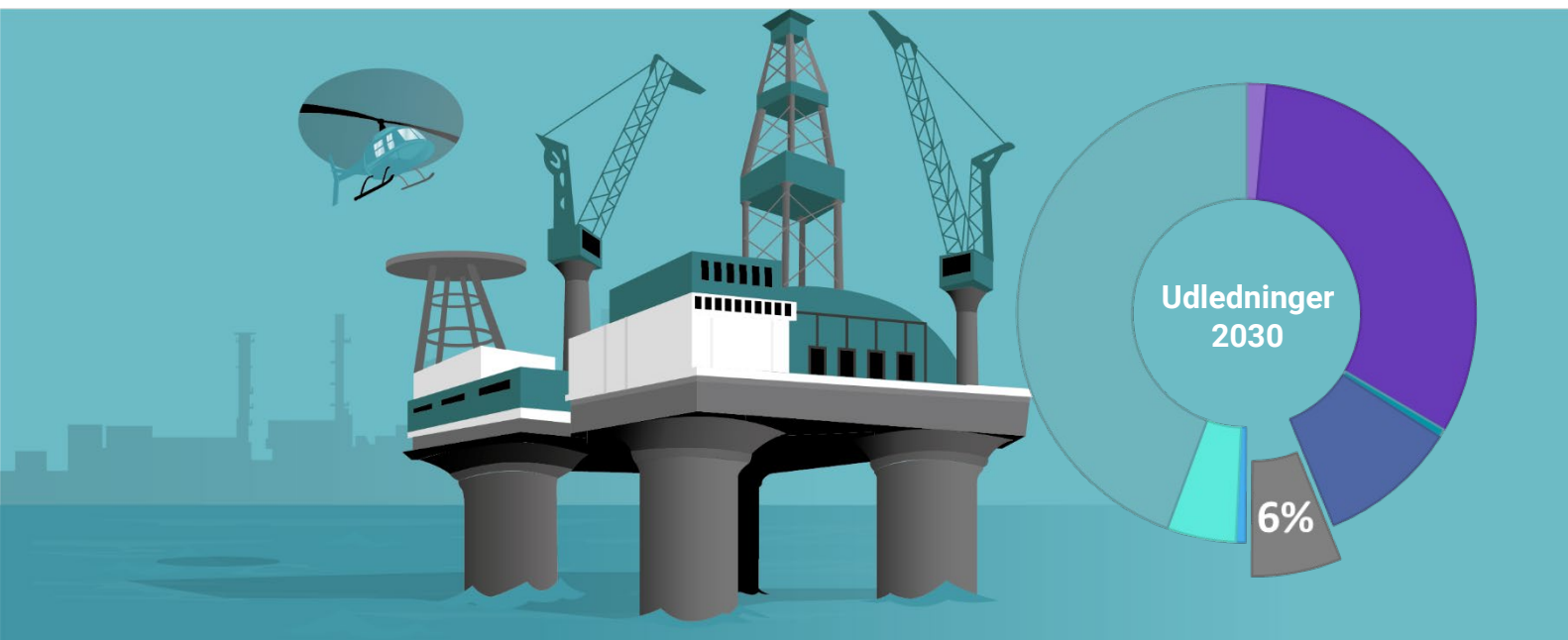
Fremadrettet forventes desuden en øget intern udnyttelse af overskudsvarme ved hjælp af varmepumper inden for fremstillingserhvervene. Overskudsvarmen forventes at blive anvendt til både rumvarme og mellemtemperatur procesvarme, og den erstatter i høj grad ledningsgas og til dels faste brændsler, og dermed bidrager udnyttelsen af overskudsvarme til reduktioner af industrierhvervenes CO₂e-udledningerne.

6.3 Usikkerhed og følsomheder

For industrierhvervenes udledninger er der bl.a. usikkerhed forbundet med aktivitetsniveauer for både fremstillingserhvervene og bygge- og anlægssektoren, og for cement-, glas- og teglindustrien er der også usikkerhed forbundet både med brændselsforbruget i produktionen og det færdige cementprodukt.

I sektornotatet for industrierhverv beskrives, hvordan sektorens samlede udledninger bl.a. vil variere som følge af variationer i centrale forudsætninger for udledninger i forbindelse med cementproduktion ift. grundforløbet. Variationerne i de centrale parametre er præsenteret i forudsætningsnotat 7D Cementproduktion. Disse variationer angår andelen af alternative brændsler, gennemsnitlige andele af klinker i det færdige cementprodukt samt ændringer i aktivitetsniveauer ift. grundforløbet og er præsenteret som en følsomhedsanalyse i sektornotatet for industrierhvervene. Følsomhedsanalysen viser et udsving i udledningerne af størrelsesordenen 0,3 mio. ton CO₂e lavere til 0,4 mio. ton CO₂e højere i 2030 ift. til grundforløbet, svarende til ca. -10 hhv. +13 pct. af de samlede udledninger fra fremstillingserhvervene i 2030.

Der er i forbindelse med KF21 ikke blevet vurderet eventuelle strukturelle og aktivitetsrelaterede ændringer som følge af Covid19-pandemien.



7 Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer

Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer omfatter olie- og gasindvinding i Nordsøen, raffinering, biogasproduktion, power-to-x (PtX) og biobrændstofproduktion. Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer udledte i 2019 2,4 mio. ton CO₂e svarende til 5,1 pct. af Danmarks samlede udledninger. I 2030 forventes sektoren at udlede 2,3 mio. ton CO₂e svarende til 6,5 pct. af Danmarks samlede udledninger. Produktion af VE-brændstoffer giver anledning til reduktion i udledninger fra andre sektorer i det omfang, produkterne fortrænger fossile brændsler i disse sektorer. Hvad angår biogas anvendes hele produktionen i Danmark, hvor den fortrænger fossile brændsler og dermed bidrager til CO₂e-reduktioner. Derimod handles olie, gas, biobrændstoffer og PtX-produkter med andre lande, og derfor er produktionen af disse ikke direkte koblet til det danske forbrug.

Den forventede udvikling i sektorens udledninger skyldes især følgende faktorer:

- Aldrende olie- og gasfelter i Nordsøen
- Udbygning af biogas
- Udbygning af PtX i form af elektrolysekapacitet

7.1 Brændstofproduktionens udledninger og udvikling

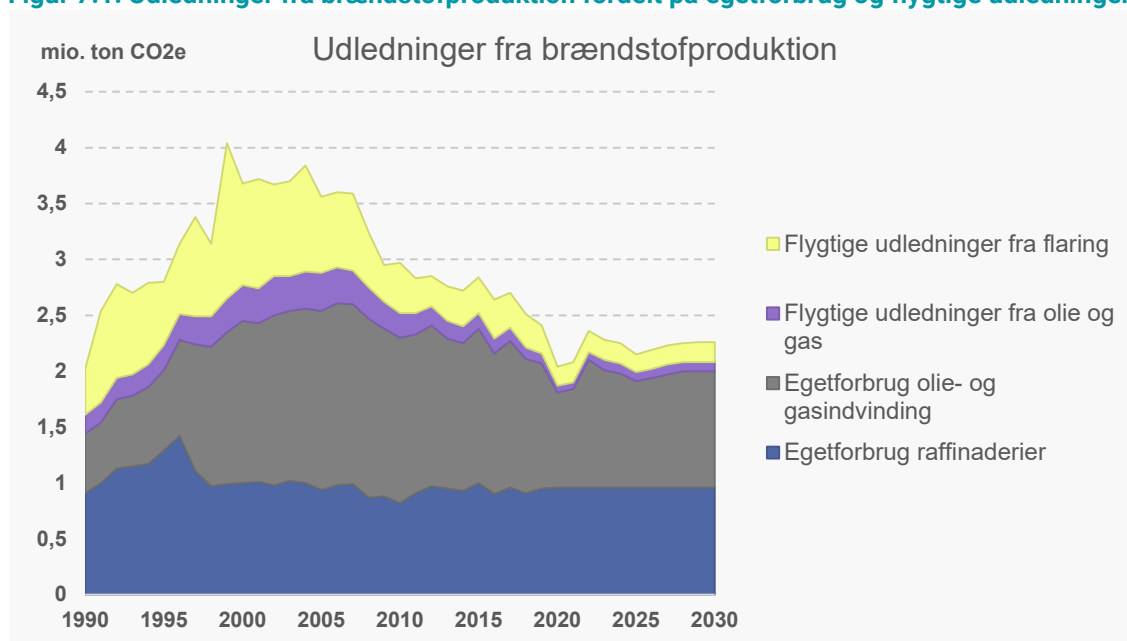
Den primære årsag til udledninger fra produktion af olie, gas og VE-brændstoffer er egetforbrug af fossile brændsler på indvindingsplatformene i Nordsøen og på raffinaderierne. En mindre del af udledningerne skyldes flaring, dvs. afbrænding af gas, der af sikkerhedsmæssige eller anlægstekniske grunde ikke kan nyttiggøres på

indvindingsplatformene i Nordsøen eller på raffinaderierne. Afslutningsvis er brændstofproduktion årsag til flygtige udledninger i form af bl.a. fordampning, udslip ved utætheder mm, som dog udgør en meget lille andel af sektorens samlede udledninger. Udledninger forbundet med lækage fra biogasproduktion indgår i affaldssektorens udledninger.

Sektorens samlede udledninger for perioden 1990-2030 er vist i figur 7.1. Der ses faldende udledninger gennem 00'erne, især grundet faldende udledninger fra flaring, mens udledningerne i fremskrivningsperioden 2020 til 2030 forventes at være stort set konstant.

Egetforbrug af fossile brændsler på raffinaderier og boreplatforme udgør størstedelen af udledningerne og forventes at udgøre ca. 90 pct. af udledningerne i sektoren i 2030. Reduktionen i udledningerne i 2020-2021 skyldes at Tyrafeltet ombygges, og derved er ude af drift. Tyrafeltet forventes i fuld operation fra 2023.

Figur 7.1: Udledninger fra brændstofproduktion fordelt på egetforbrug og flygtige udledninger

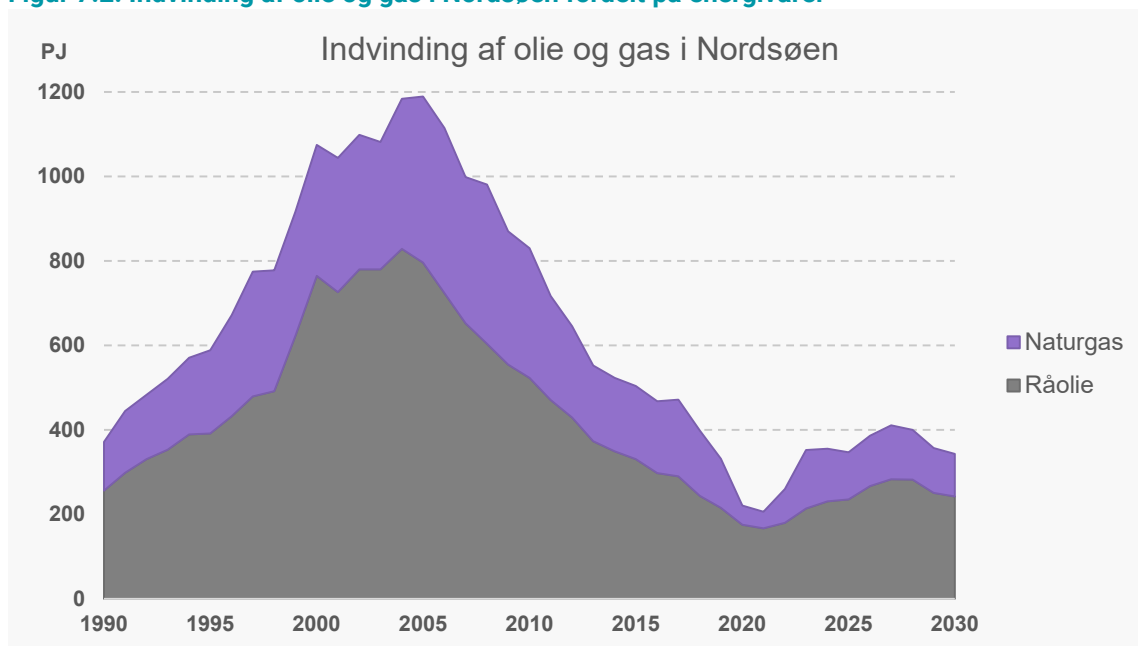


Olie- og gasindvinding i Nordsøen

Mængden af udledninger i sektoren er tæt forbundet med udviklingen i produktionen af olie og gas. Figur 7.2 viser udviklingen fra 1990 til 2030 i indvindingen fordelt på råolie og naturgas. Indvindingen af olie og gas i Nordsøen var ca. 370 PJ i 1990, og voksede i de følgende år til ca. 1.190 PJ i midten af 00'erne og har siden haft en nedadgående tendens. Den forventede indvinding af olie og gas i Nordsøen i 2030 er ca. 340 PJ. Indvindingen forventes at stige en smule fra 2023 til 2028, og herefter at falde grundet aldrende felter, hvor indvindingspotentialet er faldende. På trods af den stigende produktion forventes udledningerne at falde efter 2023, bl.a. fordi det genopbyggede anlæg ved Tyrafeltet forventes at være mere effektivt, hvilket vil reducere flaring og egetforbrug af gas per produceret enhed. Samlet set betyder det, at selv om indvindingen forventes at stige, forventes udledningen at være næsten uforandret frem mod 2030.

Fremskrivningen af indvindingen af olie- og gas i Nordsøen og det tilhørende egetforbrug og flaring er korrigeret for den direkte effekt af 'Aftale om fremtiden for olie- og gasindvinding i Nordsøen' (Regeringen m.fl., 2020). De direkte effekter af aftalen på olie- og gasproduktionen vedrører alene potentialerne med relation til efterforskning og teknologi, og har altså ikke effekt på indvinding fra eksisterende felter ud over den teknologiske udvikling. Eventuelle indirekte, negative effekter forbundet med aftalen, såsom ændringer i investeringsvilje i den danske del af Nordsøen, herunder investeringer i eksisterende felter, er ikke afspejlet i fremskrivningen. Dette forventes at blive afspejlet i næste offentliggørelse af Energistyrelsens olie- og gasprognose 2021, og dermed også i KF22.

Figur 7.2. Indvinding af olie og gas i Nordsøen fordelt på energivarer



Raffinering

Raffinaderierne forventes at fastholde et konstant aktivitetsniveau frem mod 2030, og dermed forventes udledningerne forbundet med raffineringen ligeledes at være konstant i perioden, hvilket fremgår af Figur 7.1.

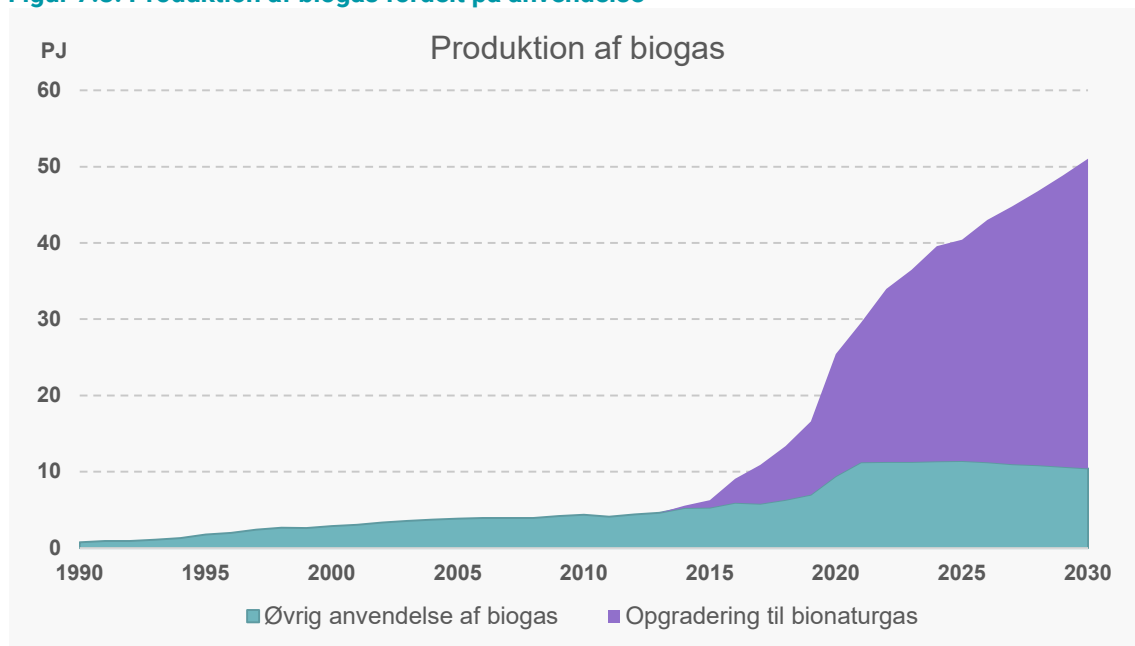
Produktion af biogas, PtX og biobrændstoffer

Biogas produceres på en række forskellige anlæg i Danmark, hvoraf langt størstedelen produceres på landbrugsanlæg. Produktionen af biogas er vist i Figur 7.3 for perioden 1990 til 2030. Produktionen af især opgraderet biogas voksede markant i løbet af 2010'erne. Der forventes en stadigt voksende biogasproduktion i årene frem mod 2030, således at der i 2030 produceres ca. 50 PJ biogas. Størstedelen af den producerede biogas forventes at blive opgraderet til bionaturgas og indgå i ledningsgassen, mens en mindre andel forventes anvendt direkte til el- og varmeproduktion.

Det er forventningen, at stigningen i opgraderet biogas i ledningsgasnettet vil fortrænge fossil naturgas, idet produktionen af biogas til opgraderingsformål støttes. Den øgede produktion af opgraderet biogas er altså ikke et resultat af en øget efterspørgsel efter opgraderet biogas, men er derimod drevet af støtteordninger til biogasproduktion. Ændringer i efterspørgslen på ledningsgas vil derfor slå fuldt igennem på den del af

ledningsgasforbruget, som fortsat er fossil naturgas, og dermed ændre VE-andelen af ledningsgassen.

Figur 7.3. Produktion af biogas fordelt på anvendelse



PtX er i KF21 udelukkende inkluderet i form af elektrolysekapacitet til produktion af grøn brint. Eventuel viderekonvertering til andre e-brændstoffer såsom ammoniak og metanol indgår ikke i KF21. På baggrund af den antagne udbygning af elektrolysekapacitet til 132 MW fra 2024 og frem (jf. forudsætningsnotat 7B om PtX) forventes brintproduktionen at være ca. 1,2 PJ i 2030 imod en stort set ikkeeksisterende produktion af grøn brint i 2019. Elforbruget knyttet til elektrolysen forventes at være ca. 1,8 PJ i 2030.

Der produceres også biobrændstoffer i Danmark. Udledningerne forbundet med denne produktion indgår i andre sektors klimaregnskab, og der er ikke datagrundlag for at identificere dem eksplicit i KF21.

7.2 Usikkerhed og følsomheder

Usikkerheden omkring den forventede olie- og gasindvinding er beskrevet i Energistyrelsens produktionsprognose for olie og gas. Der er særligt usikkerhed forbundet med fremskrivning af de teknologiske ressourcer og efterforskningsressourcerne, og usikkerheden er stigende frem mod 2030. Derudover er der usikkerhed omkring eventuelle negative indirekte effekter knyttet til 'Aftale om fremtiden for olie- og gasindvinding i Nordsøen' (Regeringen m.fl., 2020), fx ændringer i investeringsvilje, om end effekten heraf dog antages at være begrænset i perioden frem mod 2030.

Udledningerne fra raffinaderier er betinget af forudsætningen om uændret aktivitet, hvorfor det gælder, at beslutninger vedrørende de to større raffinaderiers fremtidige aktivitet kan vise sig at afvige fra forløbet indarbejdet i KF21.

Hvad angår biogas er der væsentlige usikkerheder forbundet med fremskrivningen af udviklingen i biogasproduktionen, fordi udformningen af kommende udbud til ny biogas og andre grønne gasser ikke er fastlagt endnu. Der er også usikkerhed om produktionsomfang på den ikke-åbne støtteordning. En øget produktion af biogas på yderligere 5PJ opgraderet biogas i 2030, betyder en reduktion af de samlede, nationale udledninger på 0,3 mio. ton CO₂e og omvendt.²³

I forhold til PtX er elektrolysekapaciteten behæftet med usikkerhed, både hvad angår størrelse og udbygningens hastighed. Udbud til PtX antages at give anledning til 100 MW elektrolyse. Antages udbud til PtX i stedet at give anledning til 300 MW elektrolyse viser fremskrivningen, at brintproduktionen vil være 2,9 PJ i 2030, og elforbruget til elektrolyse vil være 4,5 PJ. Ændringer i elektrolysekapaciteten har ikke indflydelse på de nationale udledninger, idet en afsætning af den producerede brint til fx transport- eller industriformål ikke er indarbejdet i KF21. Det skyldes, at der ikke er regulatoriske krav til anvendelse af PtX-brændstoffer eller større markedsfølsom efterspørgsel i et frozen policy scenarie. Det betyder, at det i KF21 antages implicit, at den producerede brint enten fortrænger anden VE i Danmark, eller indgår i produkter, som sælges til udlandet.

²³ Det er kun den direkte effekt på CO₂e, der er medregnet, mens effekten på metan og lattergas i landbrugsudledninger ikke er medtaget.



8 El- og fjernvarme

El- og fjernvarmesektoren omfatter hovedparten af de anlæg, der forsyner det danske samfund med el og fjernvarme, dog ikke affaldsforbrændingsanlæg, der behandles separat i kapitel 9²⁴. Sektoren omfatter eksempelvis kraftvarmeanlæg, der laver både el og fjernvarme, vindkraftanlæg og solceller, der laver el, samt kedler, solvarmeanlæg og varmepumper, der laver fjernvarme.

El- og fjernvarmesektoren ekskl. affaldsforbrænding udledte i 2019 4,9 mio. ton CO₂e. svarende til 11 pct. af Danmarks samlede udledninger. I 2030 forventes sektoren at udlede 0,2 mio. ton CO₂e. svarende til 0,7 pct. af Danmarks samlede udledninger. Den forventede udvikling i sektorens udledninger skyldes især følgende faktorer:

- Udfasning af de sidste kulfyrede kraftvarmeverker,
- fortsat udbygning med vindkraft og solceller,
- kraftig udbygning med varmepumper til produktion af fjernvarme og
- reduktion i kraftvarmeproduktion baseret på naturgas.

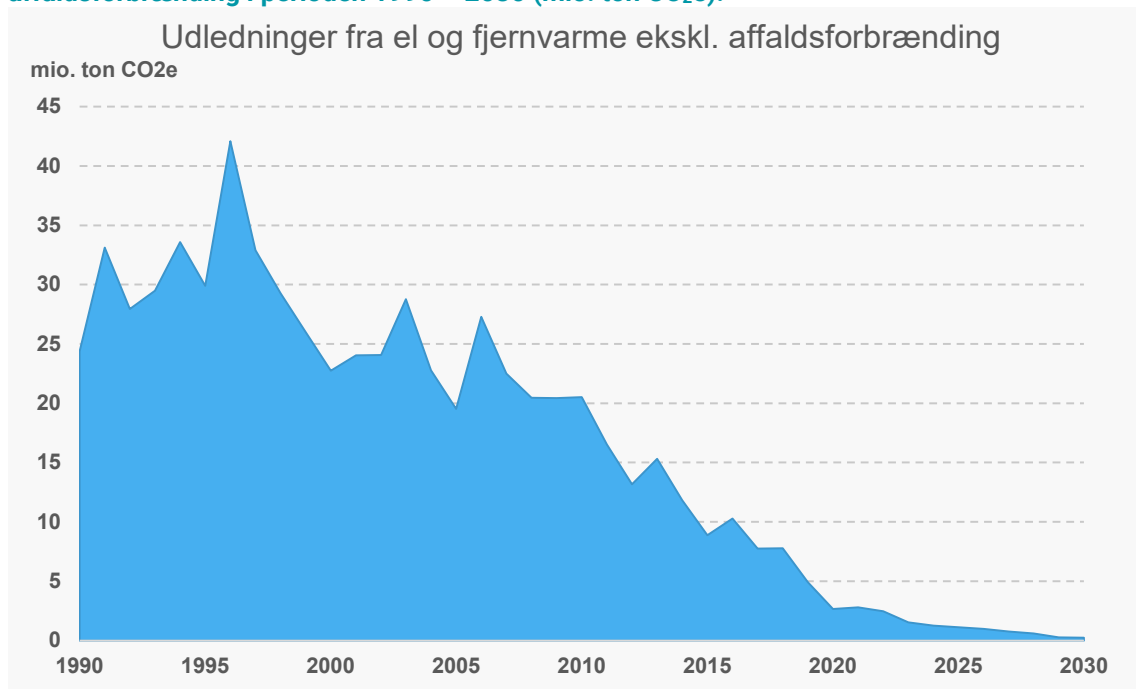
8.1 El- og fjernvarmesektorens udledninger

El- og fjernvarmesektorens samlede udledninger for perioden 1990-2030 er vist i nedenstående Figur 8.1. Sektorens udledninger omfatter udelukkende energirelaterede

²⁴ Affaldsforbrændingsanlæg leverer også el- og fjernvarme, men behandles i KF21 som en del af affaldssektoren i kapitel 9. Derudover er der en række sekundære producenter, der også bidrager til el- og fjernvarmeproduktion. Sekundære producenter er producenter, hvor hovedproduktet ikke er energi. Energiforbruget og tilhørende drivhusgasudledning fra sekundære producenter opgøres i KF21 under de sektorer, producenterne hører til.

udledninger (CRF-1), som stammer fra forbrænding af fossile brændsel som kul, olie og naturgas.

Figur 8.1: Udvikling i drivhusgasudledning fra el- og fjernvarmesektoren ekskl. affaldsforbrænding i perioden 1990 – 2030 (mio. ton CO_{2e}).

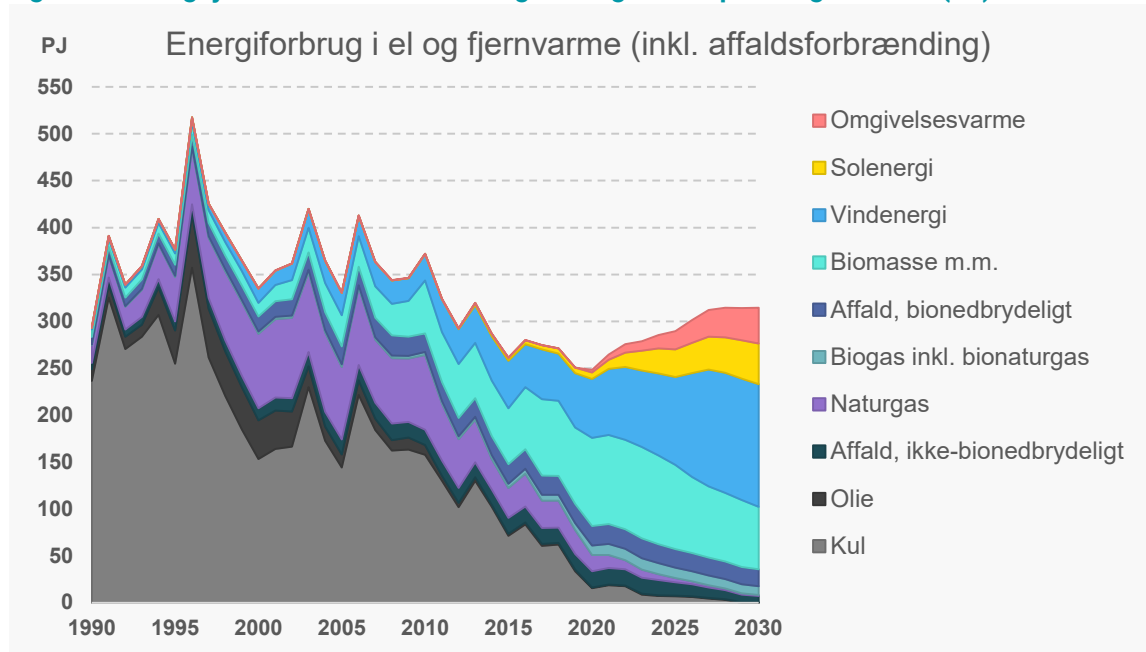


Som Figur 8.1 viser, har el- og fjernvarmesektoren fra 1990 frem til i dag bevæget sig fra at være en sektor med store drivhusgasudledninger til at have et væsentligt mindre klimaaftryk. I fremskrivningsperioden frem mod 2030 forventes denne udvikling at fortsætte, og udledningen fra sektoren forventes at være 0,2 mio. ton CO_{2e} i 2030, hvilket svarer til en reduktion på 99 pct. i forhold til 1990-niveaue.

8.2 El- og fjernvarmesektorens energiforbrug

El- og fjernvarmesektoren tegnede sig i perioden fra 1990 til 2010 for cirka en tredjedel af de samlede udledninger af drivhusgasser. Hvor sektoren i 1990 således var en væsentlig del af klimaudfordringen, er den i fremtiden i høj grad en del af løsningen, idet el og fjernvarme produceret på basis af vedvarende energi forventes at spille en vigtig rolle i nedbringelse af klimabelastningen fra andre sektorer. Det kan ske både gennem elektrificering af transport, opvarmning og industrielle processer, og gennem konvertering af tidligere naturgasopvarmede bygninger til fjernvarme. Af samme grund forventes elforbruget at stige markant i fremskrivningsperioden frem mod 2030.

Årsagen til det fortsatte fald i udledningerne fra el- og fjernvarmesektoren skal således ikke findes i en faldende aktivitet i sektoren, men derimod i en fundamental omlægning af den måde el og fjernvarme fremstilles på. Som det fremgår af nedenstående Figur 8.2, er udviklingen i el- og fjernvarmesektoren karakteriseret ved en næsten fuldstændig omstilling til vedvarende energi, hvilket især er et resultat af udfasningen af kulfyret kraftvarme på centrale værker, konvertering til biomasse, samt fortsat udbygning med landvind, havvind og solceller.

Figur 8.2: El- og fjernvarmesektorens energiforbrug fordelt på energiformer²⁵ (PJ).

Forbruget af fossile brændsler til el- og fjernvarmeproduktion forventes at være reduceret med 89 pct. i 2030 ift. 2019. Et voksende bidrag til fjernvarmeproduktionen fra varmepumper og overskudsvarme fra erhvervene forventes herudover at reducere sektorens forbrug af biomasse i perioden frem mod 2030 med omkring 18 pct. i forhold til forbruget i 2019.

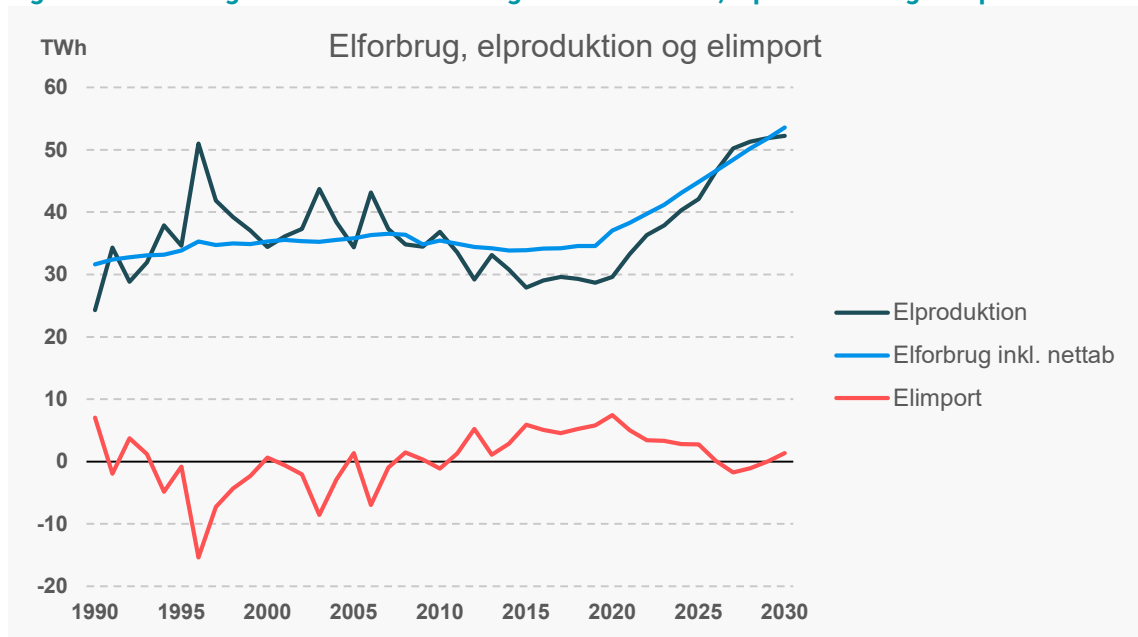
Fremskrivningen viser, at el- og fjernvarmesektoren kun bidrager marginalt til Danmarks drivhusgasudledning i 2030. Den danske elproduktion vil i 2030 primært være baseret på sol- og vindenergi, og den resterende termiske andel af elproduktionen vil hovedsageligt være baseret på biomasse. Fossile brændsler anvendes derfor alene på spids- og reservelastanlæg.

I et klimaperspektiv forventes det således, at den danske elforsyning kan fremme den grønne omstilling, idet VE-baseret strøm kan forsyne andre sektorer og dermed bidrage til nedbringelsen af deres respektive udledninger, enten via direkte elektrificering eller indirekte elektrificering, fx via fremstillingen af syntetiske grønne brændstoffer (Power-to-X). En forudsætning herfor er dog, at det stigende elforbrug ledsages af en fortsat VE-udbygning.

8.3 El-balancen

Det danske elsystem er stærk integreret i det nordeuropæiske elmarked, og historisk har balancen mellem indenlandsk elproduktion og elimport svinget kraftigt afhængigt af forholdene på markedet, som bl.a. påvirkes af vejrforhold som nedbør, temperatur og vind.

²⁵ Selvom affaldsforbrænding ikke indgår i opgørelsen af el- og fjernvarmesektorens drivhusgasudledning, indgår affaldsforbrug til affaldsforbrænding i opgørelsen af el- og fjernvarmesektorens energiforbrug, eftersom affaldsforbrænding spiller en vigtig rolle i fjernvarmesektoren.

Figur 8.3: Elforbrug inkl. transmissions- og distributionstab, elproduktion og elimport.

Under de valgte forudsætninger, herunder forudsætninger om energiøer²⁶, forventes det indenlandske elforbrug at overstige den indenlandske elproduktion ved slutningen af fremskrivningsperioden, efter en periode med netto eleksport.

Resultatet er forbundet med væsentlige usikkerheder knyttet til flere forhold, både på produktionssiden, bl.a. om idriftsættelse af kommende havvindmølleparker og solcelleprojekter, og på forbrugssiden, herunder udviklingen i elforbruget fra store datacentre. Sammenholdt med udsving af vejrmæssig art må man derfor også i fremtiden forvente, at der vil være år med netto eleksport og år med netto elimport, men disse udsving vil smitte stadigt mindre af på udledningerne.

Energiøerne forventes at påvirke Danmarks el-balance betydeligt. Med realiseringen af energiøer vil Danmark få et stort overskud af grøn strøm, som kan udnyttes til elektrificering af andre sektorer eller kan eksporteres til Danmarks nabolande, hvor det må forventes at fortrænge fossilbaseret elproduktion og dermed at have en positiv klimaeffekt²⁷.

8.4 Usikkerhed og følsomheder

På grund af den meget høje VE-andel i produktionen af el- og fjernvarme gælder usikkerheden i fremskrivningen i mindre grad de fremtidige drivhusgasudledninger, men i højere grad i hvilket omfang og tempo sektoren vil kunne bidrage til omstillingen i andre sektorer.

Historisk har variationer i nedbørs-, temperatur- og vindforhold påvirket el- og fjernvarmesektorens udledning betydeligt, med variationer på +/- 5 mio. ton CO₂e. I takt med omstilling til vedvarende energi forventes sektorens udledninger at blive mindre

²⁶ Energiøerne indgår ikke i KF21 grundforløb, som beskrevet i Forudsætningsnotat 4B. Havvind.

²⁷ Klimapåvirkning af energiøerne i Danmarks nabolandes el-systemer illustreres nærmere i Afsnit 3.4 i Global Afrapportering.

påvirkelige af vejrmæssige udsving, med variationer i størrelsesordenen 0,1-0,2 mio. ton CO₂e i 2030.

Sektorens væsentlige usikkerheder omhandler derimod dens rammebetingelser. Rammebetingelserne omfatter blandt andet forhold som brændsels- og CO₂-kvotepriser, udviklingen i elforbrug, planmæssige forhold omkring den indenlandske udbygning med havvind, landvind og solceller, samt udviklingen i sammensætningen af elproduktionskapaciteter i udlandet. Hertil kommer usikkerhed om fremtidige investeringer i fjernvarmesektoren, blandt andet grundet usikkerhed om prisudviklingen på varmepumper og indflydelsen herfra på investeringsbeslutninger.

I sektornotat 8A om el- og fjernvarmesektoren er der beskrevet flere følsomhedsanalyser. Nedenfor beskrives alene, hvordan fremskrivningen kan blive påvirket, hvis energierne er etableret i 2030.

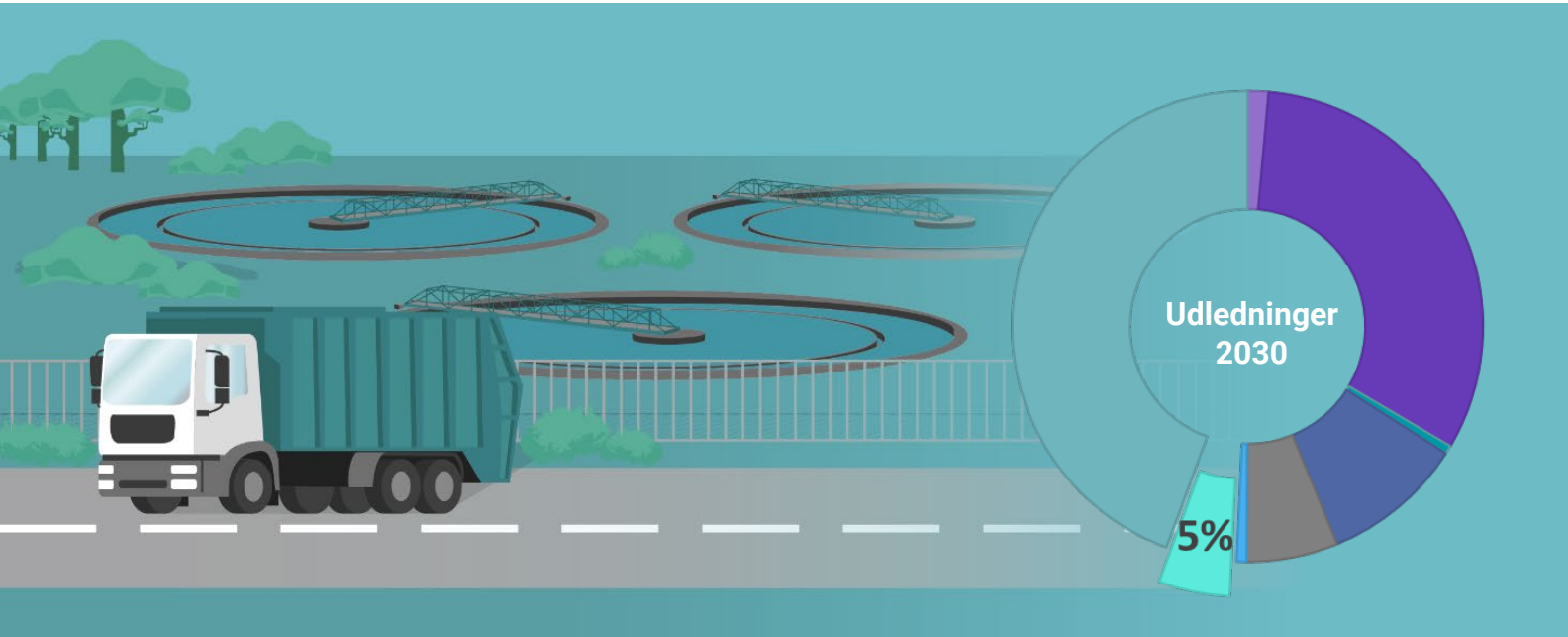
Alternativt forløb med energier

Energierne indgår ikke i KF21-grundforløbet. De system- og klimamæssige konsekvenser af idriftsættelsen af energierne for den danske el- og fjernvarmesektor søges derfor belyst med en partiel følsomhedsberegning, hvor de to energier antages realiserede og nettilsluttede per 1. januar 2030, mens det indenlandske elforbrug holdes uændret²⁸.

Følsomhedsberegningen med energierne viser en stigning i VE-andelen i elforbruget fra 97 pct. til 122 pct. En VE-andel i elforbruget, som er højere end 100 pct., betyder, at Danmark med energierne forventes at have et stort overskud af grøn elektricitet, som kan udnyttes for at nedbringe drivhusgasudledningen fra andre sektorer gennem direkte eller indirekte elektrificering, eller bidrage til at fortrænge fossil elproduktion i vores nabolande.

Følsomhedsberegningen viser også, at energierne alene ikke har så stor betydning for den danske drivhusgasudledning. Med idriftsættelsen af energier primo 2030 forventes el- og fjernvarmesektorens udledning at være reduceret med 0,03 mio. ton CO₂e i 2030 i forhold til KF21-grundforløbet. Årsagen til den lille effekt på de danske udledninger, er det i forvejen meget begrænsede omfang af fossilbaseret elproduktion i Danmark. Energierne forventes dog også at have en positiv klimaeffekt i det europæiske elsystem, eftersom en danske elekspport vil fortrænge fossilbaseret elproduktion i udlandet.

²⁸ En komplet beskrivelse af antagelserne bag følsomhedsberegningen med energier findes i Sektornotat 8A.



9 Affald og F-gasser

Dette kapitel handler om affald og de dertil knyttede drivhusgasudledninger fra en række processer i tilknytning til affaldsbearbejdning (forbrænding og deponi), spildevand, biogasanlæg, kompostering, herunder udledninger af F-gasser på tværs af sektorer. Samlet set var drivhusgasudledningerne fra disse forskellige processer i 2019 på 3,3 mio. CO₂e, svarende til 7 pct. af Danmarks samlede udledninger. I 2030 forventes affald og F-gasser at udlede 1,8 mio. ton CO₂e, svarende til 5 pct. af Danmarks samlede udledninger. Den forventede udvikling i sektorens udledninger skyldes især følgende faktorer:

- Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi forventes at bidrage til at udledningerne fra affaldsforbrænding reduceres med 60 pct. i 2030 ift. udledningen i 2019.
- Metanudledningen fra deponier ventes reduceret med 81 pct. i 2030 set ift. 1990-udledningen bl.a. pga. deponeringsforbud siden 1997.
- Løbende strammet regulering af F-gasser med høj klimapåvirkning som kølemidler ventes at reducere F-gasudledningen med 71 pct. i 2030 set ift. udledningen i 2019.

9.1 Udledninger fra affald og F-gasser

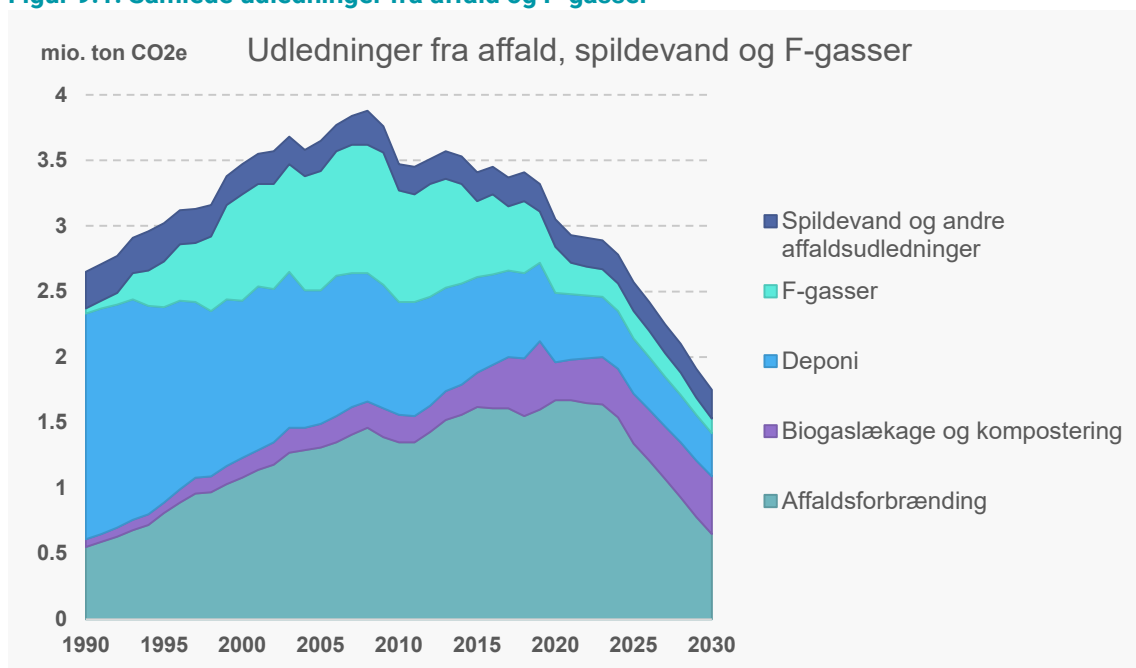
Drivhusgasudledninger fra affaldssektoren består af både CO₂, metan, lattergas og F-gasser²⁹. Mængden af udledninger er overvejende en effekt af, hvordan affaldet

²⁹ F-gasser sorteres egentlig ikke under affald i rapporteringen til FN, men i KF21 er det valgt at beskrive F-gasudledningen samlet i dette afsnit. Baggrunden herfor er, at F-gasser udledes i flere forskellige sektorer, bl.a. fordi der både sker udledninger ved påfyldning af F-gasser (fx i køleskabe og varmepumper) og ved anvendelsen og

bearbejdes. Det foregår fx ved forbrænding, deponering eller genbrug. Sektorens største kilde til udledninger i 2019 er affaldsforbrænding med ca. 48 pct. af sektorens udledninger, efterfulgt af afgangning fra affaldsdeponier, som udgør ca. 18 pct. af sektorens udledninger. Foruden bearbejdning af affald er der udledninger fra sektoren fra kompostering, spildevand, lækage fra biogasanlæg samt lækage af F-gasser.

Affaldsforbrænding er tæt koblet med el- og fjernvarmesektoren, da affaldsforbrændingsanlæg samtidigt bidrager til både el- og fjernvarmeproduktion. I KF21 reporteres udledningerne fra forbrændt affald dog i affaldssektoren, og ikke i forsyningssektoren.

Figur 9.1: Samlede udledninger fra affald og F-gasser



Note: I fremskrivningen anvendes en lækagerate fra biogasanlæg på 1 pct., mens lækageraten i historiske år indtil videre er sat til 4,2 pct., jf. forklaring nedenfor.

De samlede udledninger fra affald og F-gasser for perioden 1990-2030 er vist i figur 9.1. Udledningerne omfatter både energirelaterede udledninger fra affaldsforbrænding, procesudledninger i form af kølemidler og affaldsrelaterede udledninger fra bearbejdning af affald og spildevand samt biogaslæk.

Affaldsforbrænding

Udledningerne fra affaldsforbrænding ventes reduceret til 0,65 mio. ton CO₂e. i 2030, en reduktion på 60 pct. ift. 2019. Da der var mindre affaldsforbrænding i 1990, forventes udledningen dog at være 18 pct. højere i 2030 end i 1990. Reduktionen fremadrettet sker som følge af tiltagene i Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi, som forventes at medføre et fald i affaldsmængderne til forbrænding, herunder et fald i importen af affald, og en stigende andel af genanvendelse. Det medfører en reduktion i plastmængden i det forbrændte affald, hvilket medfører en betydelig reduktion af den fossile affaldsmængde.

bortskaffelsen af de apparater der anvender F-gasser, og at det ikke har været muligt at opdele alle F-gasudledningerne på de sektorer, der indgår i KF21.

Deponi

Udledningen af metan fra deponier antages at falde fortløbende frem mod 2030. Det skyldes, at store dele af det historisk deponerede organiske affalds kulstofindhold allerede er blevet frigivet som metan, samt at der ikke længere deponeres ret store nye mængder organisk affald pga. forbud siden 1997. I 2030 ventes udledningen fra deponier at være reduceret med 81 pct. ift. 1990-udledningen, således at der resterer en årlig udledning på 0,33 mio. ton CO₂e. I dag genanvendes, bioforgasses og afbrændes det meste af det organiske affald. Fremover forventes deponering af en mindre mængde organisk affald af typer, som er miljøskadelige. Den stadig mindre udledning fra historisk deponeret organisk affald mere end opvejer dog den udledning, der vil opstå fra nyt deponeret affald i perioden frem mod 2030. Der er ikke indregnet reduktionseffekter af biocovers etableret på deponier, fordi effekten endnu ikke er dokumenteret.

Kompostering

Udledningen fra kompostering forventes at forblive nogenlunde konstant indtil 2030 på ca. 0,16 mio. ton CO₂e. årligt, fordi der årligt forventes komposteret nogenlunde uændrede mængder af affald frem mod 2030.

Biogas lækage

Metanudledningen ved lækager fra biogasanlæg ventes øget³⁰ til ca. 0,25 mio. ton CO₂e i 2030 pga. den store forventede stigning i produktionen af biogas fra gyllebaserede biogasanlæg. Mængden af gylle, der forgasses, ventes at stige fra 7,2 mio. ton i 2019 til mere end 25 mio. ton i 2030. Udledningen af metan fra biogasanlæg er en beregnet størrelse: Den beregnes i fremskrivningsårene fra 2020 ved at antage, at ca. 1 pct. af den producerede mængde metan udledes fra anlæggene som lækage. Denne udledningsfaktor er i de historiske år i den nationale emissionsopgørelse indtil videre sat til 4,2 pct., hvilket får de historiske udledninger, herunder i det seneste statistikår (2019) til at se større ud, og især faldet til første fremskrivningsår (2020) til at være betydeligt. DCE afventer p.t. resultater fra et måleprojekt, som forventes at dokumentere en lavere udledningsfaktor, og hvis dette holder stik vil der i praksis ikke være tale om en højere udledning i 2019 end i fremtidige år.

Spildevand

Udledningen fra spildevandsanlæg forventes at forblive nogenlunde på det nuværende niveau på ca. 0,2 mio. ton CO₂e. årligt frem mod 2030, hvormed udledningen vil være ca. 25 pct. lavere end i basisåret 1990. Udledningen består af metan og lattergas fra forskellige led i spildevandsprocessen fra kloak-, opbevarings- og rensningssystemet. Jf. sektornotatet 9A om affald er der ikke indregnet reduktionseffekter af det aftalte loft over lattergasudledninger fra store renseanlæg. Effekten heraf vil blive indregnet i kommende fremskrivninger, når effekten er dokumenteret.

F-gasser

F-gasser er en gruppe potente drivhusgasser, som bl.a. anvendes som kølemidler. Fremover forventes udledningerne kraftigt reduceret til ca. 0,1 mio. ton CO₂e. i 2030, hvor udledningsniveauet stadig vil være ca. 2,6 gange så højt som i 1990³¹.

³⁰ Samtidig reduceres udledningen fra landbrugets gødningshåndtering, se evt. sektornotat 10B om udledninger fra landbrug og landbrugsarealer.

³¹ Under Kyoto-Protokollen blev basisåret for F-gasser sat til 1995, fordi der ikke er en komplet opgørelse for F-gas tilbage til 1990. Hvis man sammenligner med 1995-udledningen vil udledningen af F-gasser i 2030 være reduceret med 67 pct.

Udledningen toppede med ca. 1 mio. ton CO₂e. i 2009 og var i 2019 reduceret til ca. 0,4 mio. ton CO₂e. Faldet i udledningen skyldes bl.a. at mere klimavenlige teknologier i stigende grad vil erstatte de mest klimaskadelige F-gasser frem mod 2030. Denne udvikling skyldes bl.a. reduktionskrav i en EU-regulering (Regulation 517/2014), forbud fastsat i Bekendtgørelse om regulering af visse industrielle drivhusgasser (1326 af 19/11/2018) og strammere regler som følge af *Klimaaftale for energi og industri mv.* af juni 2020 hvor det blev besluttet at forhøje afgiften på F-gasser, samt at ophæve bagatelgrænsen for afgiften.

9.2 Usikkerhed og følsomheder

Udledningsestimaterne for affald og F-gasser er baseret på affaldsmængder og andre aktivitetsdata samt estimerede udledningsfaktorer. Der er stor usikkerhed forbundet både med at estimere historiske og fremtidige affaldsmængder og emissionsfaktorer, idet der fx er stor usikkerhed forbundet med at estimere de mængder af organisk affald, der gennem mange årtier er blevet deponeret. De væsentligste følsomheder er:

- Produktionen på biogasanlæg ventes tredoblet i 2030 ift. 2019, og da metanlækagen fra anlæggene antages at være direkte proportional med biogasproduktionsomfanget, er udledningsestimatet følsomt ift. om den forventede produktionsstigning realiseres. Derudover antages en lækagerate på 1 pct. at medføre en udledning på ca. 0,25 mio. ton CO₂e i 2030. Men hvis lækageraten ikke er 1 pct. men i stedet skulle vise sig at være fx 4,2 pct., som man hidtil har antaget, øges udledningen i 2030 til over 1 mio. ton CO₂e.
- I forhold til affaldsforbrænding er der en række faktorer der bidrager til en forventet emissionsfaktor for affald i 2030, herunder hvor stor sorteringsgraden for plastik bliver, samt hvor stor en andel plast, der er i importeret affald i 2030. For eksempel ville en ændring i andelen af fossilt affald på +15 pct. kunne medføre at de samlede udledninger fra affaldsforbrænding kan variere med +- 0,1 mio. ton CO₂.

Klimafremskrivningen forudsætter, som følge af Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi, at den samlede affaldsforbrændingsanlægskapacitet i 2030 reduceres med 30 pct. På nuværende tidspunkt forelægger der ikke en politisk vedtaget plan for, hvordan kapacitetstilpasningen skal overholdes. I et scenarie, hvor denne kapacitetstilpasning ikke gennemføres, og kapaciteten i stedet kun reduceres med 15 pct., ville udledningerne i 2030 i givet fald blive mellem 0,6 og 0,7 mio. ton CO₂e. højere end ellers beregnet i fremskrivningen.

For yderligere information om udviklingstrends i affaldssektorens udledning samt usikkerheder og følsomheder henvises til sektornotatet 9A om affald og F-gasser samt forudsætningsnotaterne 4F og 6A om affald og F-gasser.



10 Landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri

Dette kapitel beskriver den forventede udvikling i udledningerne forbundet med landbrugets produktion af husdyr og afgrøder, udledninger fra arealanvendelse (LULUCF), primært i landbrug og skove, samt udledninger relateret til landbrugs-, gartneri-, fiskeri- og skovbrugssektorenes energiforbrug.

Samlet set afstedkom landbrug, landbrugsarealer, gartneri, fiskeri og skove i 2019 en udledning på ca. 15 mio. ton CO₂e svarende til omkring 32 pct. af Danmarks samlede udledninger. I 2030 forventes sektorerne at udlede ca. 16 mio. ton CO₂e svarende til ca. 46 pct. af Danmarks samlede udledninger. Den forventede udvikling i sektorernes udledninger skyldes især forventningerne om:

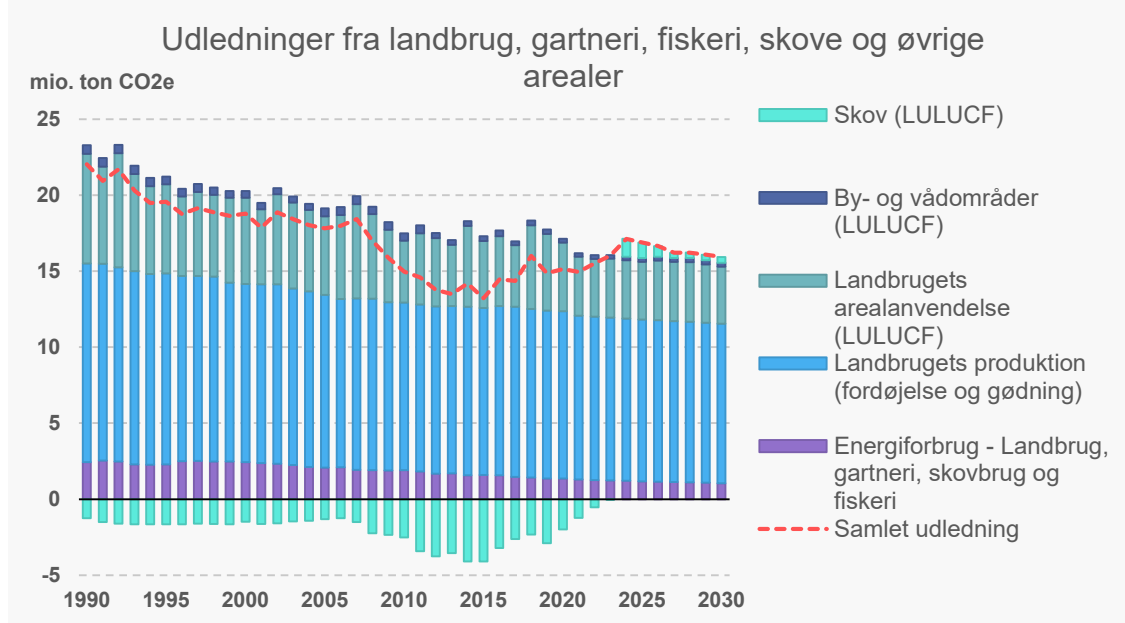
- Aftagende kulstofbinding fra de danske skove.
- Fald i udledninger fra landbrugets produktion af husdyr og afgrøder (jf. tekstboks 10.1), som skyldes et fald i udledningerne fra gødningshåndtering og gødning på markerne.
- Fald i udledninger fra arealanvendelse på primært landbrugsarealer, der bl.a. skyldes en forventet reduktion i arealet af organiske jorder samt et øget optag i mineraljorder.

10.1 Udledninger fra landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri

Dansk landbrugs udledninger af drivhusgasser er tæt forbundet med udviklingen i husdyrbestanden og -typen, herunder især udviklingen i kvæg- og svinebestanden, men det er også afgørende, hvordan landbrugets arealer forvaltes. Samtidig har de danske skove i mange år fungeret som nettooptagere af CO₂ via forøgelse af skovenes kulstoflagre, men dette ser ud til at ændre sig i løbet af de nærmeste år, hvor skovene går fra at agere nettooptagende til at være nettoudledende. Udledninger fra sektorens energiforbrug udgør en mindre andel af dens samlede udledninger. Energiforbruget er især forbundet med intern transport (herunder særligt landbrugsmaskiner og fiskekuttere) samt procesvarme (fx opvarmning af drivhuse og staldbygninger).

Landbrugs-, gartneri-, fiskeri- og skovbrugssektorens samlede CO₂e-udledninger i perioden 1990-2030 er vist i figur 10.1. Udledningerne er især drevet af udviklingen i landbrugets produktion af husdyr og afgrøder samt landbrugets arealanvendelse. Udledningerne fra landbrugsproduktionen forventes at udgøre omkring 66 pct. af sektorernes samlede udledninger i 2030, mens LULUCF-sektorerne og energiforbruget fra landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri ventes at stå for hhv. ca. 28 pct. og 6 pct.

Figur 10.1: Udledninger fra landbrug, gartneri, fiskeri, skove og øvrige arealer fordelt på energirelaterede udledninger, udledninger fra landbrugsproduktionen og LULUCF-udledninger.



Note: De enkelte udledningskategorier forklares i Tekstboks 10.1 neden for.

Tekstboks 10.1: De samlede udledninger fra landbrug, gartneri, fiskeri, skove og øvrig arealanvendelse fordelt på kilder og sektorer.

Udledninger fra landbrugets produktion af husdyr og afgrøder:

Landbrugets produktion af husdyr og afgrøder i stalde og på den dyrkede landbrugsjord medfører især udledning af drivhusgasserne metan (CH₄) fra husdyrenes fordøjelse og fra gødningshåndtering samt lattergas (N₂O) fra gødningshåndtering og gødning på marker, handelsgødning og afgrøderester. For en nærmere beskrivelse af landbrugsproduktionens udledninger henvises til sektornotatet 10B om udledninger fra landbrugsprocesser og arealer.

Udledninger fra skove og øvrig arealanvendelse særligt i landbruget: Udledningerne omfatter skove og øvrige arealers (primært dyrkede arealer og græsarealer i landbruget) rolle som kulstoflagre, hvor CO₂ enten lagres i eller frigives fra træer, planter og jord, afhængigt af hvordan jorden og skoven anvendes. Udledningerne opgøres samlet set i LULUCF-sektoren (Land Use, Land-Use Change and Forestry), som kan oversættes til arealanvendelse, arealanvendelsesændringer og skovbrug. I nærværende klimafremskrivning samt tilhørende sektornotater er LULUCF-sektoren opdelt i to overordnede kategorier, hvoraf udledninger og optag fra skove beskrives i sektornotat 10C om udledninger fra skov, mens dyrkede arealer og græsarealer (landbrugets arealer) beskrives som del af sektornotat 10B om udledninger fra landbrugsprocesser og arealer. For uddybende gennemgang af udledningerne fra kategorierne henvises til disse sektornotater.

Udledninger fra energiforbruget i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri:

Udledningerne fra energiforbrug skyldes anvendelsen af fossile brændsler, der anvendes til intern transport og procesvarme. Udledningerne forbundet med sektorens forbrug af el og fjernvarme opgøres i el- og fjernvarmesektorens udledninger. For nærmere beskrivelse af udledninger fra energiforbruget i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri henvises til sektornotatet 10A om energiforbruget i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri.

Udledninger fra landbrugets produktion af husdyr og afgrøder

Figur 10.1 oven for viser, at landbrugsproduktionens udledninger er faldet fra 13,1 mio. ton CO₂e i 1990 til 11,1 mio. ton CO₂e i 2019, hvilket svarer til en reduktion på 15 pct. Udledningerne forventes at falde yderligere med ca. 0,6 mio. ton CO₂e frem mod 2030. Det svarer til en reduktion på omkring 5 pct. i perioden fra 2019 til 2030. Reduktionen er et resultat af to modsatrettede tendenser: På den ene side et stigende antal husdyr og deraf øgede udledninger fra bl.a. husdyrenes fordøjelse, og modsat et fald i udledningerne fra gødningshåndtering og anvendelse af gødning på markerne.

Reduktionen i udledningerne fra gødning på markerne frem mod 2030 er især drevet af en forventning om et fald i forbruget af handelsgødning (kunstgødning). Den lavere fremtidige efterspørgsel efter kunstgødning sker dels på baggrund af fald i

landbrugsarealet, bl.a. når der udtages landbrugsarealer til byer, skove og anden anvendelse, dels stigende mængder gylle til rådighed og krav om højere udnyttelse af kvælstofindholdet i husdyrgødning.

Udviklingen mod lavere drivhusgasudledninger fra gødningshåndtering skyldes dels en forventet øget anvendelse af udledningsreducerende miljøteknologier såsom staldforsuring og gyllekøling, men især en forventning om en kraftig forøgelse i andelen af kvæg- og svinegylle, der bioforgasses. Der blev samlet set afsat ca. 7 mio. ton gylle til biogasanlæg i 2019, og dette tal forventes at stige til knap 26 mio. ton gylle i 2030, som følge af etablering af flere biogasanlæg, herunder fra nye støtteordninger til biogasproduktionen. Biogasbehandling af kvæg- og svinegylle forventes at reducere udledningen fra gyllehåndteringen, bl.a. som følge af kortere opholdstid af gylle i stalden og på lager.

Under fravær af nye tiltag forventes landbrugets samlede udledninger fra produktionen af husdyr og afgrøder, der omfatter udledning fra fordøjelse, gødningshåndtering og gødning på marker, at være ca. 10,5 mio. ton CO₂e i 2030.

Udledninger fra landbrugsarealer

Figur 10.1 viser ligeledes, at udledninger fra landbrugets arealer og øvrige arealer er faldet fra ca. 7,8 mio. ton CO₂e i 1990 til 5,3 mio. ton CO₂e i 2019, hvilket svarer til en reduktion på ca. 30 pct. Udledningerne forventes at falde til ca. 4 mio. ton CO₂e i 2030. Størstedelen af disse udledninger kommer fra dyrkede arealer og græsarealer i landbruget, mens bebyggede arealer samt vådområder tilsammen kun udgør en lille del af udledningen (0,3 mio. ton CO₂e i 2019).

Den forventede reduktion i udledningerne fra landbrugsarealer kan forklares ved en forventet reduktion i arealet af drænede, dyrkede arealer og græsarealer på organiske jorde, ofte benævnt som lavbundsjorder. Disse jorder udgør ca. 6 pct. af det danske landbrugsareal og har over 6 pct. kulstof i jorden. Udledningerne fra kulstofrige organiske arealer ventes at falde med ca. 10 pct. fra 2019 til 2030 og er således med til at reducere udledningerne fra landbrugets organiske arealer. Reduktionen skyldes især udtagning af arealer fra drift som følge af statslige støtteordninger.

Faldet i nettoudledningen fra landbrugsarealerne skyldes også i høj grad et øget optag i mineraljorder. Disse mineraljorder, med under 6 pct. kulstof i jorden, udgør ca. 94 pct. af Danmarks landbrugsareal og optager kulstof bl.a. som følge af øgede udbytter og flere afgrøderester, der efterlades i jorden. Mineraljorderne forventes samlet set, i normale vejrmæssige år, fremover at have et optag på i størrelsesordenen 0,9 mio. ton CO₂e i gennemsnit.

Skoves optag og udledninger

Danske skove og træprodukter havde et nettooptag af kulstof svarende til ca. 1,3 mio. ton CO₂e i 1990. Skovene er sidenhen vokset, både i areal og tæthed (vedmasse pr. hektar). Ved tilvæksten har skovenes træer optaget CO₂ fra atmosfæren, og således havde skovene og træprodukter et nettooptag på 2,9 mio. ton CO₂e i 2019. Om skovene leverer et nettooptag eller en nettoudledning beror på forholdet mellem den årlige tilvækst og den årlige træhugst/-nedbrydning.

Frem mod 2030 ventes skovene at ændre rolle fra nettooptagende til nettoudledende, idet skovene i 2030 forventes at have en lille årlig nettoudledning. Årsagen er en forventet foryngelse af skoven, idet gamle træer forventes at blive fældet og erstattet af nye træer. Det er usikkert, hvornår træerne vil blive fældet, idet mange træarter i princippet kan blive meget ældre. Træfældningen forventes at ske ud fra skovejernes økonomiske rationale ift. markedet for træ mv. Det kan efter fældning af gamle træer tage lang tid for de nye træer i skoven at optage samme mængde kulstof, som var bundet i den ældre trægeneration, som blev fældet. I de kommende ti år, fra og med 2021 og indtil 2030, ventes en gennemsnitlig samlet nettoudledning fra kulstofpuljerne lagret i skovarealer og træprodukter på ca. en kvart mio. ton CO₂e årligt. I 2030 forventes disse udledninger at ligge på 0,4 mio. ton CO₂e.

Energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri

Udledningerne fra energiforbruget i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri forventes reduceret fra 2,4 mio. ton CO₂e i 1990 til ca. 1 mio. ton CO₂e i 2030. Det svarer til en reduktion på ca. 57 pct. i førnævnte periode. Disse udledninger lå på 1,4 mio. ton CO₂e i 2019.

Ses der alene på landbrug, gartneri og skovbrug, så stammer udledningerne fra disse sektors energiforbrug hovedsageligt fra forbruget af fossile brændsler til intern transport (herunder særligt landbrugsmaskiner) og procesvarme (fx opvarmning af drivhuse og staldbygninger). I 2019 lå de energirelaterede udledninger fra landbrug, gartneri og skovbrug på ca. 1 mio. ton CO₂, og udledningerne ventes at falde yderligere med ca. 0,3 mio. ton CO₂ frem mod 2030. Det indebærer, at sektorerne næsten vil have halveret deres energirelaterede udledninger i 2030 ift. 1990. Reduktionen ventes at være drevet dels af en løbende energieffektivisering og dels en substitution fra fossile brændsler til varmepumper, fx knyttet til garneriernes procesvarmebehov.

Fiskerisektorens udledninger knytter sig især til dieselolieforbruget i fiskekuttere. Siden 1990 er udledningerne fra diesel faldet med omkring 64 pct. til 0,3 mio. ton CO₂e i 2019. Faldet i udledningerne skønnes at være drevet af en faldende aktivitet samt ændringer i fiskeflådens struktur i retning mod færre, men større og mere energieffektive kuttere. I fremskrivningen antages udviklingen i fiskerisektorens udledninger at fortsætte, og energiforbruget forventes at være reduceret med yderligere 11 pct. over perioden 2019 til 2030.

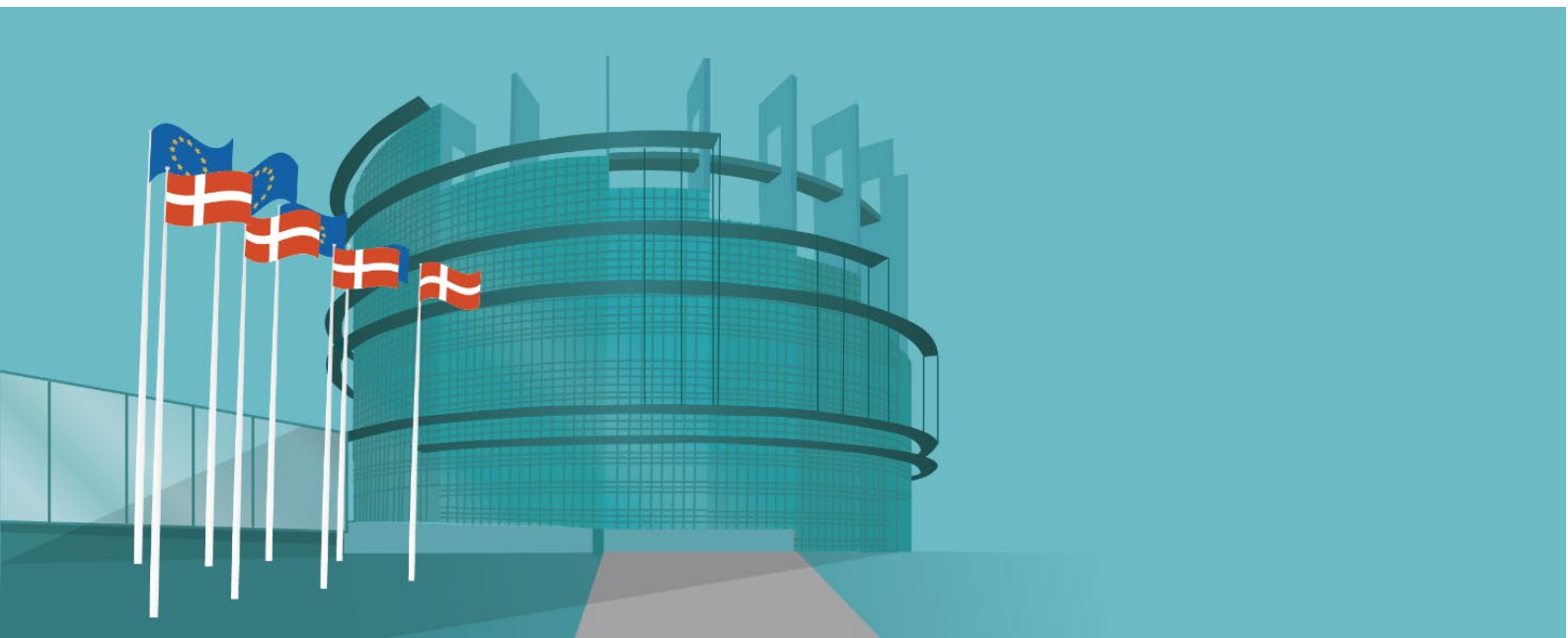
10.2 Usikkerhed og følsomheder

Der er generelt meget stor usikkerhed forbundet med at opgøre og fremskrive den forventede fremtidige udledning fra landbrugets produktion, fra landbrugsarealanvendelse samt fra skove. Det skyldes, at disse udledninger ikke kan måles, men baseres på diverse aktivitets- og beregningsantagelser. For eksempel afhænger landbrugets fremtidige udledning i meget høj grad af udviklingen i bestanden af kvæg og grise og denne udvikling er i sagens natur usikker og afhænger bl.a. af markedssituationen. Fx vurderes det, at 15 pct. flere eller færre malkekøer i 2030 vil hhv. øge eller reducere landbrugets årlige udledninger med mindst 0,5 mio. ton CO₂e.

Udledningsestimaterne fra landbrugsarealer på mineraljord er vejrafhængige og afhænger af en række faktorer som fx mængden af afgrøderester, som efterlades i jorden. Generelt set forventes mineraljorde fremover at have et gennemsnitligt optag på ca. 0,9 mio. ton CO₂ årligt. Der vil dog i faktiske år kunne forekomme betydelig udsving afhængig af vejret, ligesom det har været tilfældet i de historiske år, hvor der i enkelte år har været tale om udledninger på op til 0,5 mio. ton CO₂ og optag på op til 1,2 mio. ton, og der har været et enkelt tilfælde, hvor mineraljordernes klimaeffekt har svinget med ca. 1,4 mio. ton CO₂ fra det ene år til det næste.

Desuden kan det nævnes, at der er stor usikkerhed om udledningerne fra de kulstofrige jorder i landbruget, som bl.a. afhænger af kulstofindhold og vandmættethed, idet der fx ikke i udledningsestimaterne tages højde for de kulstofrige jorders vandmættethed. Der er på nuværende tidspunkt ikke et godt vidensniveau om disse faktorer, og derfor er der igangsat et arbejde for at kvantificere udledninger afhængigt af jordernes kulstofindhold og vandmættethed. DCE har foretaget en grov følsomhedsberegning, hvor det beregningsteknisk antages, at udledningerne fra arealerne kun er halvt så store som de anvendte emissionsfaktorer. Ved en sådan beregning reduceres udledningen i 2030 fra 4,4 mio. ton CO₂e til 2,4 mio. ton CO₂e.

Endelig afhænger skovenes nettooptag eller nettoudledninger af CO₂ i høj grad af skovenes alderssammensætning samt forventede fremtidige træfældningsrater, som også afhænger af efterspørgslen efter træprodukter og bioenergi. For en nærmere uddybning henvises til sektornotaterne, hvori der gives en række eksempler på usikkerheder forbundet med at estimere udledningerne samt et par følsomhedsberegninger, der illustrerer, hvordan den forventede udledning kan ændre sig, hvis nogle af de nævnte beregningsantagelser ændres.



11 Danmarks EU forpligtigelser

Danmark har en række forpligtelser i EU under fællesskabets 2030-ramme for klima- og energipolitikken, hvilket overordnet set er fastsat i Rådets forordning af 2018/1999 om forvaltning af energiunionen og klimaindsatsen. Danmark er på denne baggrund forpligtet for perioden 2021-2030, til at:

- reducere udledningerne i de ikke-kvotebelagte sektorer (non-ETS)³² iflg. given reduktionssti,
- levere et positivt klimaregnskab ift. udledninger og optag fra skove, dyrkede arealer, græsarealer og vådområder (LULUCF) efter nærmere bestemte kriterier,
- opfylde en række forpligtelser til forbruget af vedvarende energi samt energieffektivisering.

Der gøres her summarisk status for udsigten til, at disse forpligtigelser kan forventes opfyldt under KF21. For detaljering henvises til sektornotater 11A og 11B.

11.1 Status for non-ETS udledninger og LULUCF

Tabel 11.1 konkretiserer EU forpligtelserne mht. non-ETS udledninger og LULUCF og gør summarisk status for udsigten til disse forpligtelsers opfyldelse under KF21.

³² De ikke-kvotebelagte sektorer omfatter primært transport, landbrug, erhverv, affald/spildevand og husholdninger.

Tabel 11.1: Samarisk status for opfyldelse af Danmarks forpligtelser i EU mht. non-ETS udledninger og LULUCF.

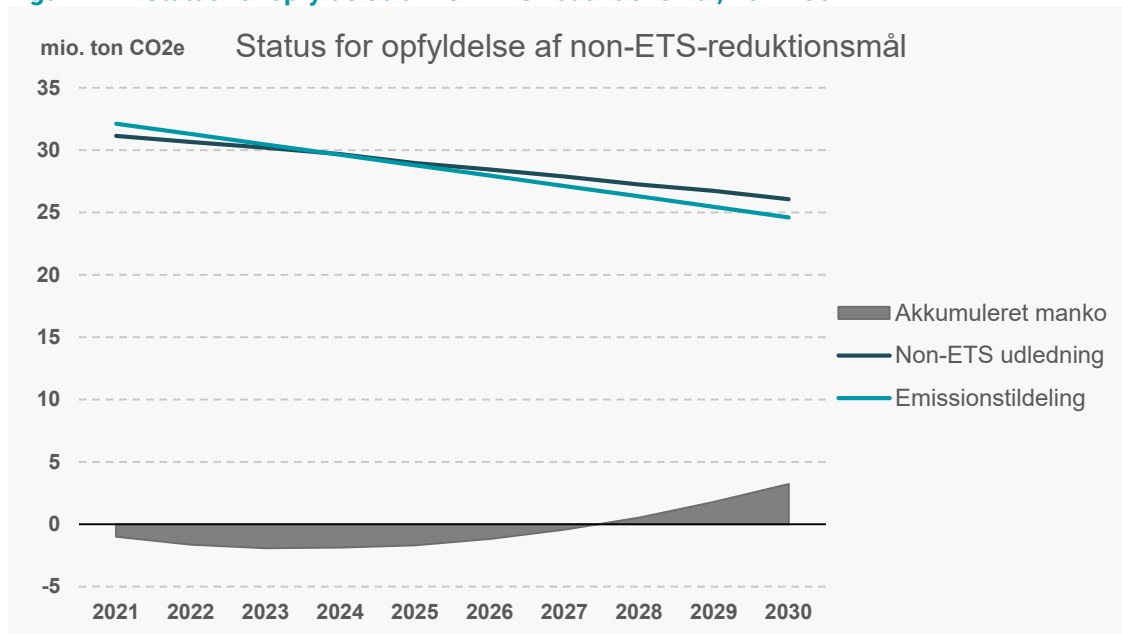
Indikator	Forpligtelse	Forventet status	Primær usikkerhed
Reduktion af non-ETS udledninger	39 pct. reduktion i 2030 ift. 2005 iflg. given reduktionssti	Ikke opfyldt uden nye tiltag eller brug af kreditter. Der forventes 35 pct. reduktion i 2030 ift. 2005, dvs. en manko på 4 pct.-point i 2030, svarende til en akkumuleret manko på ca. 3 mio. ton CO ₂ e i 2030.	Der er især usikkerhed forbundet med at fremskrive antallet af husdyr i landbruget og udledninger fra transport
LULUCF-kreditter	No-debit reglen om at LULUCF-sektoren samlet set skal levere et positivt klimaregnskab efter de nærmere bestemte regneregler	Opfyldt. Akkumulerede LULUCF-kreditter i 2030 svarer til 23 mio. ton CO ₂ e.	Der er især usikkerhed om fremtidig udledning fra skovarealer ældre end 30 år samt emissionsfaktorer for landbrugsarealer

Figur 11.1 illustrerer udviklingen i non-ETS udledninger og reduktionsforpligtelsen.

Det fremgår, at non-ETS udledningerne i perioden 2021 til 2023 forventes at være lavere end emissionstildelingene qua de årlige reduktionsmål. Overskydende emissionstildeling i enkelte år kan overføres til senere år i perioden.

Den akkumulerede manko forventes at være på ca. 3 mio. ton CO₂e i 2030. Denne manko kan indfries ved gennemførelsen af yderligere klimatiltag, ved anvendelse af CO₂-kvoter fra EU's kvotehandelssystem (ETS) eller ved anvendelse af en del af de akkumulerede LULUCF-kreditter (jf. sektornotat 11A).

Figur 11.1: Status for opfyldelse af non-ETS-reduktionsmål, 2021-30



11.2 Status for vedvarende energi og energieffektivisering

Tabel 11.2 konkretiserer EU forpligtelserne mht. vedvarende energi og energieffektivisering og gør summarisk status for udsigten til disse forpligtelsers opfyldelse under KF21.

Tabel 11.2: Summarisk status for opfyldelse af Danmarks forpligtelser i EU for vedvarende energi og energieffektivisering

Indikator	Forpligtelse	Forventet status	Primær usikkerhed
VE-andel (RES)	Ambitiøst bidrag til EU's fælles VE-mål om 32 pct. samlet.	Opfyldt. En VE-andel på 58 pct. overstiger rapportering til EU i 2020 (NECP, 2020), der blev vurderet "tilstrækkeligt ambitiøst" af EU kommissionen. Implementeringsspor opfylder krav i forordning.	VE-andel i transport (RES-T) og elforbrug (RES-E), især fsva. tidspunkt for havvind og solcellers idriftsættelse
VE-andel i transport (RES-T)	Min. 14 pct. i 2030	Opfyldt. 31 pct. i 2030.	Elektrificeringsgrad og RES-E
Avancerede biobrændsler i transport	Min. 0,2 pct. i 2022, 1,0 pct. i 2025 og 3,5 pct. i 2030 (beregnet under RES-T definition)	Forpligtelse for 2022 og 2025 forventes opfyldt. Det er ikke muligt på nuværende tidspunkt at forudsige med sikkerhed, om kravet i 2030 vil blive opfyldt uden yderligere tiltag. Der skal dog fra 2025 indføres regulering med ILUC-effekter eller lignende. Dette forventes at have en positiv indflydelse på den konkrete fremtidige opfyldelse af kravet til avancerede biobrændstoffer, da det forventes at begrænse forbruget af f.eks. 1.g. biobrændstoffer.	
VE-andel i opvarmning og procesenergi (RES-H&C)	Årlig forhøjelse på 1,1 pct.-point, undtaget når RES-H&C overstiger 60 pct.	Opfyldt. Per stigningstakt i 2021 og ved at overstige 60 pct. fra 2022.	Udviklingen i fjernvarmen samt udbredelsen af varmepumper i husholdninger og industri
Energibesparelser	0,8 pct. årligt i perioden 2021-2030 ift. det gennemsnitlige energiforbrug i perioden 2016-2018	Skønnes opfyldt jf. analysen "Danmark sparer på energien og står til at opfylde EU's krav om energibesparelser med 127 pct." ³³	Der henvises til analysen, der ligger til grund for skøn

Figur 11.2 illustrerer udviklingen i VE-andele.

Den samlede VE-andel (RES) forventes at stige fra 37 pct. i 2019 til 58 pct. i 2030.³⁴

VE-andelen i elforbruget (RES-E) forventes at stige fra 65 pct. i 2019 til 97 pct. i 2030. RES-E forventes at nå 100 pct. i 2028. I slutningen af fremskrivningsperioden forventes et stigende elforbrug således at overstige udbygningen med vedvarende energi i elforsyningen. Følsomhedsberegninger viser, at energiøernes fulde idriftsættelse med 5 GW i 2030 vil øge VE-andelen i elforbruget (RES-E) til 122 pct. og samtidig indebære, at den samlede VE-andel (RES) vil stige til 66 pct. Der er især usikkerhed om tidspunkt for idriftsættelse af kommende havmølleparker (herunder energiøer) og store solcelleanlæg.

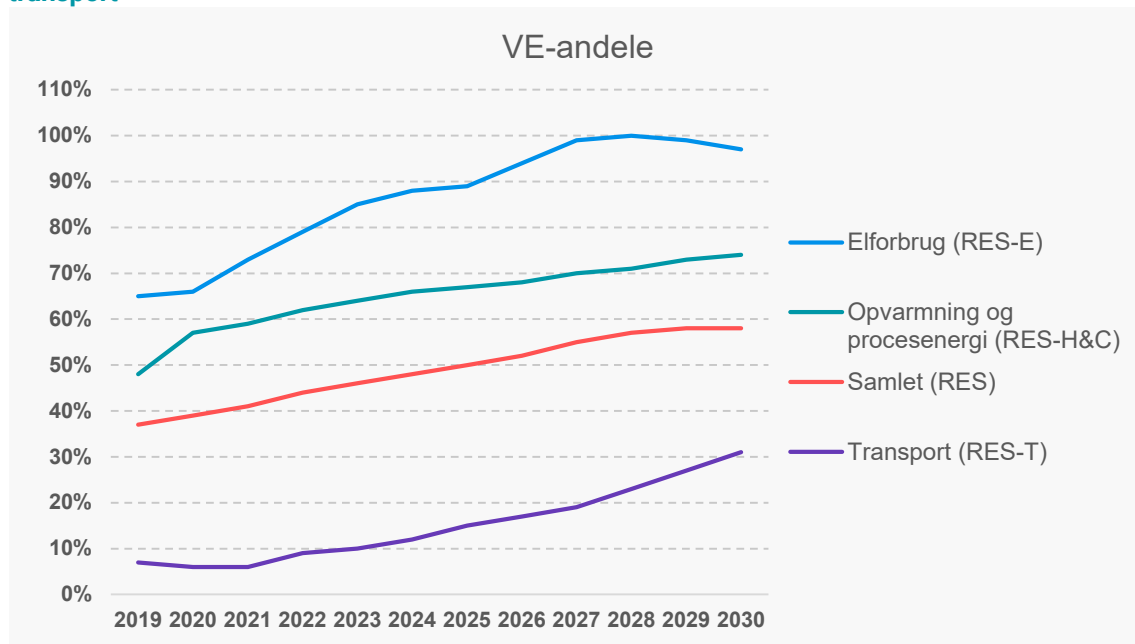
³³ <https://kefm.dk/Media/C/4/Minianalyse%20-%20Energieffektivisering.pdf>.

³⁴ Den samlede VE-andel opgøres her før evt. statistisk overførsel mellem medlemsstater.

VE-andelen i opvarmning og procesenergi (RES-H&C) forventes at stige fra 48 pct. i 2019 til 73 pct. i 2030, hvilket især skyldes en stigende andel af bionaturgas i gasforbruget samt øget anvendelse af varmepumper i husholdninger, industri og fjernvarme.

VE-andelen i transportsektoren (RES-T) stiger fra 7 pct. i 2019 til 31 pct. i 2030, hvilket især skyldes regulering i forhold til iblanding af biobrændstoffer i diesel og benzin samt elektrificering af person- og varebiler og banetransport.

Figur 11.2: VE-andele i samlet energiforbrug, elforbrug, opvarmning og procesenergi, samt transport



Note: VE-andele (RES) er opgjort iflg. VE-direktivet/Eurostat.

11.3 Usikkerhed og følsomheder

Non-ETS udledninger er særlig følsom over for udvikling i transport og landbrug, udbredelse af varmepumper i rumvarme og industri, samt biogassens produktion, håndtering og anvendelse.

VE-andele i de enkelte år er særlig følsom over for havvinds og solcellers idriftsættelsestidspunkt. Følsomhedsberegninger viser, at energiøernes fulde idriftsættelse med 5 GW i 2030 vil øge VE-andelen i elforbruget (RES-E) til 122 pct. og samtidig indebære, at den samlede VE-andel (RES) vil stige til 66 pct.

Afslutningsvist peges på, at EU's stats- og regeringsledere i december 2020 vedtog at øge 2030-målet for reduktion af udledninger fra 40 pct. (ekskl. LULUCF) til mindst 55 pct. (inkl. LULUCF) ift. 1990. Det er i skrivende stund imidlertid ikke kendt, hvorvidt denne nye EU målsætning kommer til at påvirke Danmarks forpligtelser.

Appendiks 1: Oversigt over KF21 sektornotater og forudsætningsnotater

Ud over hovedrapporten omfatter KF21 også 13 sektornotater og 31 forudsætningsnotater. Disse fremgår af oversigterne nedenfor

KF21 sektornotater

Notatnr.	Sektornotat
3A	Husholdninger
4A	Transport
5A	Serviceerhverv
6A	Fremstillingserhverv og bygge-anlæg
7A	Brændstofproduktion
7B	Andel af VE-brændstoffer i brændstofforbruget
8A	El og fjernvarme (ekskl. affaldsforbrænding)
9A	Affald og F-gasser
10A	Energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri
10B	Udledninger fra landbrugsprocesser og arealer
10C	Udledninger fra skov
11A	Danmarks drivhusgasreduktionsforpligtelser i EU
11B	Danmarks EU forpligtelser ift VE samt udvalgte nationale aftaler

KF21 forudsætningsnotater

Notatnr.	Forudsætningsnotat
0	Introduktion til KF21 forudsætningsmaterialet
1A	Ramses modellen
1B	IntERACT modellen
1C	Transportmodellen FREM
1C-ART	Bilbestandsmodellen ART
1C-BVM	Bilvalgsmoellen
1C-Vej	Vejtransport i FREM
2A	Ny politik der indgår i KF21

Notatnr.	Forudsætningsnotat
2B	Principper for emissionsopgørelse i KF21
2C	Ny politik hvis effekt ikke indgår i KF21
2D	Håndtering af meldinger fra erhvervslivet i KF21
3A	Brændselspriser
3B	CO2 kvotepris
3C	Elproduktionskapaciteter i udlandet og interkonnektorer
3D	Økonomiske vækstforudsætninger
4A	Produktionskapaciteter i fjernvarmesektoren
4B	Havvind
4C	Landvind
4D	Sol
4E	Biogasproduktion
4F	Affaldsforbrænding
5A	Bilvalgsforudsætninger
5B	Biobrændstoffer
6A	Affald (ekskl. affaldsforbrænding), spildevand og F-gasser
6B	Landbrug
6C	Skov (LULUCF)
6D	Landbrugsarealer og øvrige arealer (ekskl. skov) LULUCF)
7A	CCS
7B	PtX
7C	Olie-gasfremskrivning
7D	Cementproduktion

Appendiks 2: Oversigt over KF21-dataark

Ifm. med KF21 offentliggøres også en række dataark. Disse er oplistet i tabellen.

Tabel A2.1: KF21 dataark

Filnavn	Beskrivelse
KF21 resultater - Tal bag figurer	<ul style="list-style-type: none"> • Omfatter tal bag figurer i KF21 hovedrapporten og sektornotaterne • Indeholder links til data for indikatorer oplistet i Klimahandlingsplan 2020
KF21 forudsætninger - Tal bag figurer	<ul style="list-style-type: none"> • Omfatter tal bag figurer i KF21 forudsætningsnotaterne
KF21 CRF-tabel	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionsopgørelse per drivhusgastype for årrækken 1990-2030. Statistiske år er faktiske år, mens fremskrivningsperioden er normalår. • I KF21 anvendes Energistyrelsens historiske udledningstal. Totalerne er identiske med DCE's historiske udledningstal, men der er små forskelle i fordelingen af udledningerne på visse kategorier. • KF21 er opgjort ved brug af de nye <i>global warming potential</i> faktorer fra IPCC's 5. <i>Assesment Report</i> (AR5).
KF21 CRF-tabel (opgjort med AR4 GWP-faktorer)	<ul style="list-style-type: none"> • Opgørelse af KF21 ved brug af <i>global warming potential</i> faktorer fra IPCC's 4. <i>Assesment Report</i> (AR4). Offentliggøres for at vise for at vise betydningen af skiftet fra AR4 til AR5 GWP-faktorer (jf. også forudsætningsnotat 2B). • Bemærk at BF20 er opgjort ved brug af AR4 GWP-faktorer
Energibalance	<ul style="list-style-type: none"> • National energibalance for brændsler for årrækken 2015-2030
Sektordataark	<ul style="list-style-type: none"> • El og fjernvarme • Transport • Landbrug og LULUCF

Appendiks 3: Sammenhæng mellem KF21 sektorer og BF20 sektorer

I KF21 er udledningerne fordelt på otte sektorer samt CCS. Sektorafgrænsninger er på nogle punkter ændret ift. sektorafgrænsningen i BF20, bl.a. for at følge CRF-kategorierne fra de internationale indberetninger. De to tabeller neden for viser hhv. KF21 sektorerne og de væsentligste ændringer i sektorafgrænsningen fra BF20 til KF21.

Tabel A3.1: KF21 sektorer

KF21 sektor	Bemærkning
Husholdninger	Ekskl. energiforbrug og udledninger forbundet med transport
Transport	
Serviceerhverv	Inkl. datacentre
Fremstillingserhverv og bygge-anlæg	Ekskl. F-gasser
Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer	
El og fjernvarme	Ekskl. udledninger fra affaldsforbrænding
Affald og F-gasser	Inkl. udledninger fra affaldsforbrænding, spildevand, lækage fra biogasanlæg mv. og alle F-gasser
Landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri	Inkl. sektorens energiforbrug

Note: Da CCS ikke er fordelt på sektorer i KF21 håndteres denne teknisk som en separat, negativ udledning.

Tabel A3.2: Ændringer i KF21 sektorafgrænsningen ift. BF20

Udledninger fra	BF20 placering	KF21 placering	Begrundelse for ændring
Individuel opvarmning	I "Forsyning og opvarmning"	I de forbrugende sektorer (husholdninger, service, fremstilling mv.)	KF21 placeringen følger CRF tilgangen fra de internationale indberetninger.
Erhverv	I "Erhverv og industri"	Opdelt på fire sektorer: <ul style="list-style-type: none"> • Serviceerhverv • Fremstillingserhverv og bygge-anlæg • Produktion af olie, gas og VE brændstoffer • Landbrug, gartneri, fiskeri, skove og øvrige arealer. 	For at tilgodese ønske om mere detalje på erhverv
Energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri	I "Erhverv og industri"	I Landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri,	For at have alle udledninger forbundet med produktionen i samme sektor
F-gasser	I "Erhverv og industri" (under fremstillingserhverv)	Sammen med affald	F-gasser stammer fra flere sektorer, og det har ikke været muligt at fordele dem på KF21 sektorerne
Indirekte CO ₂ -udledninger	Lå i selvstændig kategori	Fordelt ud på sektorer	

Appendiks 4: Sammenhæng mellem KF21 sektorer og CRF-tabel

Sektorafgrænsningen i KF21 følger så vidt muligt kategorierne i CRF-tabellerne. Tabellen neden for viser således hvordan de forskellige drivhusgasser under de forskellige CRF-kategorier er fordelt på KF21 sektorerne (her identificeret med kapitelnumre i hovedrapporten).

Table A4.1: Fordelingsnøgle for CRF-kategorier på KF21 sektorer

CRF code	Description	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, Indirekte CO ₂	HFCs, PFCs, SF ₆
1A1a	Public electricity and heat production (ex. Waste incineration)	08	09
1A1ax	Public electricity and heat production (Waste incineration)	09	09
1A1b	Petroleum refining	07	09
1A1c	Other energy industries (oil/gas extraction)	07	09
1A2	Combustion in manufacturing industry	06	09
1A2gvii	Industry - Other (mobile)	06	09
1A3a	Domestic aviation	04	09
1A3bi	Road transport - Cars	04	09
1A3bii	Road transport - Light duty trucks	04	09
1A3biiix	Road transport - Heavy duty trucks	04	09
1A3biiiy	Road transport - Busses	04	09
1A3biv	Road transport - Motorcycles and mopeds	04	09
1A3bx	Road transport - Bordertrade	04	09
1A3c	Railways	04	09
1A3d	Domestic navigation	04	09
1A4ai	Commercial and institutional	05	09
1A4aii	Commercial and institutional (mobile)	05	09
1A4bi	Residential	03	09
1A4bii	Residential (mobile)	03	09
1A4ci	Agriculture, forestry and aquaculture	10	09
1A4cii	Ag./for./fish. (mobile)	10	09
1A5bi	Military (mobile)	04	09
1A5bii	Recreational boats (mobile)	04	09
1B2a	Fugitive emissions from oil	07	09
1B2b	Fugitive emissions from gas	07	09
1B2c	Fugitive emissions from flaring	07	09

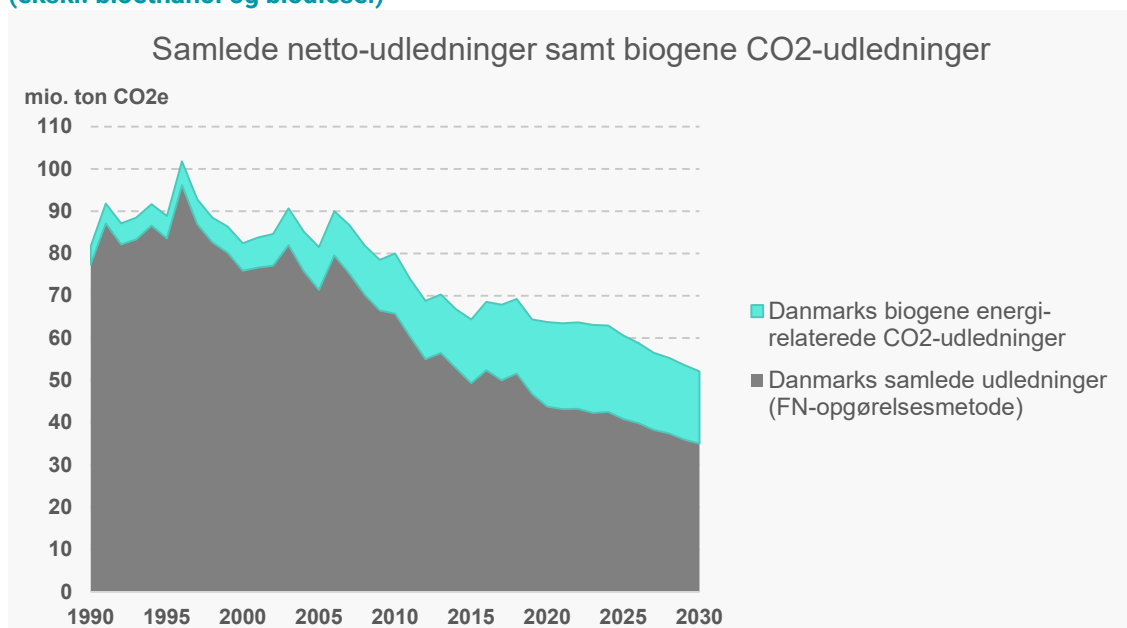
CRF code	Description	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, Indirekte CO ₂	HFCs, PFCs, SF ₆
2A0	Mineral industry - excl. cement production	06	09
2A1	Mineral industry - cement production	06	09
2B	Chemical industry	06	09
2C	Metal industry	06	09
2D	Non-energy products from fuels and solvent use	06	09
2E	Electronic industry	06	09
2F	Product uses as ODS substitutes	06	09
2G	Other product manufacture and use	06	09
2H	Other industrial processes	06	09
3A	Enteric fermentation	10	09
3B	Manure management	10	09
3D	Agricultural soils	10	09
3F	Field burning of agricultural residues	10	09
3G	Liming	10	09
3H	Urea application	10	09
3I	Other carbon-containing fertilizers	10	09
4A	Forest land	10	09
4B	Cropland	10	09
4C	Grassland	10	09
4D	Wetlands	10	09
4E	Settlements	10	09
4F	Other Land	10	09
4G	Harvested wood products	10	09
4H	Other LULUCF	10	09
5A	Solid waste disposal	09	09
5B	Biological treatment of solid waste	09	09
5C	Incineration and open burning of waste	09	09
5D	Waste water treatment and discharge	09	09
5E	Other waste	09	09

Note: 03 er husholdninger; 04 transport; 05 serviceerhverv; 06 fremstillingserhverv og bygge-anlæg; 07 produktion af olie, gas og VE-brændstoffer; 08 El og fjernvarme; 09 affald og F-gasser, 10 landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri. CH₄ er metan, N₂O er lattergas, og HFCs, PFCs og SF₆ er F-gasser.

Appendiks 5: Samlede biogene udledninger

Opgørelsen af sektorernes udledninger i KF21 følger FN's opgørelsesregler, da udledningsopgørelsen i.f.t. 70 pct. målsætningen ifølge klimaloven skal følge disse. CO₂-udledning fra forbruget af biomasse er derfor defineret som drivhusgasneutralt, der hvor det forbruges, og optræder derfor heller ikke i udledningsopgørelsen (jf. KF21 forudsætningsnotat 2B). Ifølge FN-reglerne skal CO₂-udledningerne fra forbruget af biomasse dog opgøres og indberettes under et såkaldt "memo item". Dette bilag viser de biogene energirelaterede CO₂-udledninger, der er forbundet med sektorernes forbrænding af biomasse. CO₂-udledningerne fra forbrug af bioethanol og biodiesel indgår dog ikke i opgørelsen her.

Figur A5.1: De samlede netto-udledninger samt biogene energirelaterede CO₂-udledninger (ekskl. bioethanol og biodiesel)



Note: Begrebet "samlede netto-udledninger" refererer, som nævnt i kapitel 2, til de samlede udledninger (inkl. LULUCF) efter indregning af CCS.

Som det fremgår af figur App.1 har de samlede biogene energirelaterede CO₂-udledninger (ekskl. bioethanol og biodiesel) været stigende i perioden fra 1990 frem til 2019, hvor de udgjorde 17,7 mio. ton CO₂. I første halvdel af fremskrivningsperioden stiger de biogene CO₂-udledninger yderligere til 20,8 mio. ton i 2023, hvorefter de forventes at aftage til 17,1 mio. ton i 2030.

Tre sektorer tegner sig for 80-90 pct. af de biogene energirelaterede CO₂-udledninger i fremskrivningsperioden. El- og fjernvarmesektoren (ekskl. affaldsforbrænding) står således for 53 pct. af de biogene energirelaterede CO₂-udledninger i 2019 og 47 pct. af disse i 2030. Affald og F-gasser står for 13 pct. af de biogene, energirelaterede CO₂-udledninger i 2019 og 12 pct. i 2030, mens husholdningerne står for 23 pct. i både 2019 og 2030.

Det er i år første gang, at de biogene udledninger afrapporteres ifm. fremskrivningen, og KF21 opgørelsen af de biogene udledninger afviger lidt fra DCEs opgørelse af disse udledninger for de historiske år. Frem mod KF22 søges disse udledningstal konsolideret.

Appendiks 6: Ordforklaringer og forkortelser

Ordforklaringer

Biobrændstoffer: Brændstof produceret af biologisk materiale. 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.

Biogen CO₂-udledning: Den CO₂-udledning der er knyttet til forbrænding af biomasse.

Biomasse: En fælles betegnelse for al organisk materiale, som dannes ved planters fotosyntese og med solen som energikilde. I energisammenhænge er de mest almindelige produkter halm, brænde, træflis, træpiller, træaffald, bionedbrydeligt affald, mm.

Bionaturgas: Biogas som er opgraderet til at overholde leveringskrav for gas i ledningsnettet.

CO₂-intensitet: Mål for udledningen af CO₂ i forhold til den økonomiske produktion. Opgøres som forholdet mellem CO₂-udledning og produktionsværdi.

Common Reporting Format (CRF): Standard format for indberetning af emissionsopgørelse under FN opgørelsesmetoden.

Drivhusgasudledninger: Drivhusgasser omfatter kuldioxid (CO₂), metan (CH₄), lattergas (N₂O) samt F-gasser. Gasserne har forskellig drivhuseffekt, men omregnes til **CO₂-ækvivalenter** (forkortet CO₂e) ud fra gassens opvarmingspotentiale i et hundredårigt perspektiv i forhold til CO₂. CO₂e-udledninger er således en måde at opgøre drivhusgasudledninger på, som muliggør en sammenlægning af forskellige drivhusgasser med forskellig drivhuseffekt i forhold til gassens styrke og hvor længe den er i atmosfæren. Med enheden CO₂e omregnes klimaeffekten af den enkelte gas til, hvad effekten ville svare til opgjort i CO₂.

Energiintensitet: Mål for energiforbrug i forhold til den økonomiske produktion. Opgøres som forholdet mellem energiforbrug og produktionsværdi.

Endeligt energiforbrug: Det endelige energiforbrug udtrykker energiforbruget leveret til slutbrugerne, 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.

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.

Ikke-kvoteomfattede drivhusgasudledninger (non-ETS): 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.

ILUC-effekt: Når biomasse til biobrændstoffer dyrkes på et areal, der tidligere har været anvendt til fødevarer, vil fødevarerproduktionen blive overflyttet til nye arealer, da efterspørgslen efter fødevarer antages uændret. ILUC er den udledning, der finder sted når et tidligere u-dyrket areal omlægges til produktion af fødevarer, som følge af anvendelse af biobrændstoffer.

Indirekte udledninger: Indirekte CO₂ beregnes på baggrund af udledninger af CH₄, NMVOC og CO, som i atmosfæren oxideres til CO₂. Det er kun fossile emissioner af CH₄, NMVOC og CO, der bidrager til beregningen.

Kulstofpulje: Skove og øvrige arealer (primært dyrkede arealer og græsarealer i landbruget) spiller en vigtig rolle som kulstofpulje, idet CO₂ enten kan lagres i eller frigives fra træer, planter og jord. Størrelsen på kulstofpuljen i skove og øvrige arealer er afhængig af, hvordan jorden og skoven anvendes.

Kvoteomfattede drivhusgasudledninger (ETS): 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.

Ledningsgas: I Danmark blandes fossil naturgas med bionaturgas (dvs. opgraderet biogas) i ledningsgasnettet. Forbrugeren har ikke mulighed for at vælge, hvilken type naturgas der anvendes, idet den fossile naturgas og bionaturgassen bliver blandet i gasnettet og bliver til ledningsgas.

LULUCF: Opgørelse af optag og udledninger af kulstof primært i forbindelse med dyrkning af jord og drift af skove.

VE (Vedvarende Energi): Solenergi, vindkraft, vandkraft, geotermi, omgivelsesvarme til varmepumper samt bioenergi (halm, skovflis, brænde, træpiller, træaffald, flydende biobrændsler, bionaturgas, bionedbrydeligt affald og biogas).

VE-andele: For opsummering af principper for opgørelse af VE-andele se bilag til sektornotat 11B.

Forkortelser

BF20: Basisfremskrivning 2020

CO₂e.: CO₂-ækvivalenter

CRF: *Common reporting format*

DCE: *Danish Centre for Environment and Energy* (Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet)

ETS: *Emission Trading System* (Det europæiske CO₂-kvotemarked)

ILUC: *Indirect Land Use Change*

KF21: Klimastatus og -fremskrivning 2021

LULUCF: *Land Use & Land Use Change & Forestry* (oversættes på dansk til arealanvendelse, arealanvendelsesændringer og skovbrug)

NECP: National energy and climate plan

Pct.: Procent (%)

PJ: Peta Joule

PtX: Power-to-X

RES: *Renewable Energy Share* (samlet VE-andel)

RES-E: *Renewable Energy Share - Electricity* (VE-andel i elforbruget)

RES-H&C: *Renewable Energy Share - Heating and Cooling* (VE-andel i opvarmning og procesenergi)

RES-T: *Renewable Energy Share – Transportation* (VE-andel i transport)

TWh: Tera Watt-timer

VE: Vedvarende energi

Appendiks 7: Referencer

Hvert KF21 sektornotater indeholder en referenceliste for det pågældende notat. Dette appendiks omfatter alene referencer, som er direkte indeholdt i hovedrapporten, og som ikke er en del af KF21 materialet. For liste over KF21 sektornotater og forudsætningsnotater se appendiks 1.

Aftale om grøn omstilling af vejtransporten af 4. dec. 2020

(<https://fm.dk/media/18300/aftale-om-groen-omstilling-af-vejtransporten.pdf>)

Aftale om Grøn Skattereform af 8. dec. 2020 (<https://fm.dk/media/18317/aftale-om-groen-skattereform.pdf>)

COWI for Energistyrelsen (2021). Udviklingen af datacentre og deres indvirkning på energisystemet. <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/klimastatus-og-fremskrivning>

Energistyrelsen, Basisfremskrivning 2020,

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/basisfremskrivning_2020.pdf.

Energistyrelsen (2020). Energistatistikken 2019. <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>

EU. Regulation 2018/1999 on the Governance of the Energy Union and Climate Action. (2018).

Europaparlamentets og rådets CO₂-forordninger (EU):

2019/631: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0631&from=EN>

2019/1242: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R1242&from=DA>

European Environment Agency (2021). Inventory submission March 15 2021, for years 1990-2019

https://cdr.eionet.europa.eu/dk/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envye3nrg.

Finanslov 2021 <https://fm.dk/media/18330/aftale-om-finansloven-for-2021-og-aftale-om-stimuli-og-groen-genopretning.pdf>

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2021). Orientering om foreløbige udledningstal for 2019.

<https://www.ft.dk/samling/20201/almdel/KEF/bilag/177/2326973.pdf>

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2021). Danmark sparer på energien og står til at opfylde EU's krav om energibesparelser med 127 pct.

<https://kefm.dk/Media/C/4/Minianalyse%20-%20Energieffektivisering.pdf>

Klimaaf tale for energi og industri mv. 2020 af 22. juni 2020

(<https://www.regeringen.dk/publikationer-og-aftaletekster/klimaaf tale-for-energi-og-industri-mv-2020/>)

Klimalov og bemærkninger til lovforslaget:

<https://www.ft.dk/samling/20191/lovforslag/L117/index.htm>.

Klimaplan for grøn affaldssektor og cirkulær økonomi af 16. juni 2020

(<https://www.regeringen.dk/media/9591/aftaletekst.pdf>)

Statistikbanken, Danmarks Statistik. *Tabellerne FOLK1A: Folketal den 1. i kvartalet efter område, køn, alder og civilstand og BOL101: Boliger efter område, beboertype, anvendelse, udlejningsforhold, ejerforhold og opførelsesår.*