

Klimastatus og -fremskrivning 2022



Energistyrelsen

Indholdsfortegnelse

1	<i>Om Klimastatus og -fremskrivning 2022</i>	5
1.1	Hvad er baggrunden for KF22?	5
1.2	Hvad omfatter KF22, og hvordan laves fremskrivningen?	5
1.3	Hvilke udledninger indgår i KF22?	5
1.4	Hvilke politiske tiltag mv. indgår i KF22?	6
1.5	Hvordan er KF22 lavet?	6
1.6	Hvad er usikkerheden knyttet til KF22?	7
1.7	Hvordan er KF22 materialet organiseret?	7
2	<i>Det samlede billede</i>	8
2.1	Status for klimalovens reduktionsmål	9
2.2	Udviklingen i udledninger på tværs af sektorer	11
2.3	Udviklingen i udledninger på tværs af udledningstyper	13
2.4	Fremskrivningen af de enkelte sektors udledninger 2019-2035	17
2.5	Usikkerhed	20
3	<i>Husholdninger</i>	22
3.1	Husholdningssektorens udledninger	23
3.2	Husholdningernes energiforbrug, effektiviseringer og teknologiskift	24
3.3	Usikkerhed	27
4	<i>Transport</i>	28
4.1	Transportsektorens udledninger	29
4.2	Effektiviseringer og teknologiudvikling	31
4.3	Usikkerhed	34
5	<i>Serviceerhverv</i>	36
5.1	Servicesektorens udledninger	37
5.2	Effektiviseringer og teknologiskift	38
5.4	Usikkerhed	39
6	<i>Fremstillingserhverv og bygge-anlægssektoren</i>	40
6.1	Fremstillings- og bygge-anlægssektorens udledninger	40
6.2	Effektiviseringer og teknologiskift	41
6.3	Usikkerhed	44
7	<i>Produktion af olie, gas og VE-brændsler</i>	45

7.1	Udledninger i forbindelse med produktion af brændsler	46
7.2	Usikkerhed	49
8	<i>El- og fjernvarme</i>	50
8.1	El- og fjernvarmesektorens udledninger	51
8.2	Effektiviseringer, teknologiskift og energiforbrug	51
8.3	Usikkerhed	54
9	<i>Affald (inkl. affaldsforbrænding)</i>	56
9.1	Affaldssektorens udledninger	56
9.2	Usikkerhed	58
10	<i>Landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri</i>	60
10.1	Samlede udledninger fra landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri.	61
10.2	Udledninger fra landbrugsprocesser	62
10.3	Udledninger fra landbrugets arealanvendelse	64
10.4	Udledninger og optag fra skove	68
10.5	Udledninger fra energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri	70
10.6	Usikkerhed	70
11	<i>Danmarks EU forpligtelser</i>	73
11.1	Status for klimaforpligtelser: Non-ETS udledninger og LULUCF	74
11.2	Status for vedvarende energi og energieffektivisering	75
11.3	Usikkerhed	77
<i>Appendiks 1: Sammenhæng mellem klimafremskrivningen (KF), global afrapportering (GA), scenarier til klimaprogrammet (KP) og analyseforudsætninger til Energinet (AF)</i>		78
<i>Appendiks 2: Oversigt over KF22 sektornotater og forudsætningsnotater</i>		80
<i>Appendiks 3: Oversigt over KF22-dataark</i>		82
<i>Appendiks 4: Sammenhæng mellem KF22 sektorer og KF21 sektorer samt CRF-tabel</i>		83
<i>Appendiks 5: Sammenligning af samlede nettoudledninger i KF22 og KF21</i>		86
<i>Appendiks 6: Samlede biogene energirelaterede CO₂-udledninger i KF22</i>		88
<i>Appendiks 7: Ordforklaringer og forkortelser</i>		90
<i>Appendiks 8: Referencer</i>		93

1 Om Klimastatus og -fremskrivning 2022

Klimastatus og -fremskrivning 2022 (herefter KF22) er en redegørelse for, hvordan Danmarks drivhusgasudledninger har udviklet sig fra 1990 til 2020, samt en teknisk, faglig vurdering af, hvordan udledningen af drivhusgasser samt energiforbrug og -produktion vil udvikle sig frem mod 2035 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 eller EU har besluttet før 1. januar 2022, eller som følger af bindende aftaler. Fastfrysningen gælder alene Danmarks og EU's 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 KF22?

Ifølge Lov om klima af 18. juni 2020 (herefter klimaloven) skal der årligt udarbejdes en klimastatus og -fremskrivning.¹

Klimaloven fastsætter et mål om, at Danmark skal reducere udledningen af drivhusgasser med 50-54 pct. i 2025 og 70 pct. i 2030 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.

1.2 Hvad omfatter KF22, og hvordan laves fremskrivningen?

For at forstå resultaterne i KF22, er det vigtigt at være opmærksom på, hvilke udledninger der indgår i fremskrivningen, hvilke politiske tiltag mv. der indregnes i fremskrivningen, samt hvordan fremskrivningen laves.

1.3 Hvilke udledninger indgår i KF22?

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

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 KF22 i en selvstændig publikation. Ved reference her til KF22 menes derfor alene den nationale klimafremskrivning.

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 (fx lagring af CO₂ i undergrunden) og indirekte CO₂-udledninger (stoffer som senere omdannes til CO₂ i atmosfæren).²

1.4 Hvilke politiske tiltag mv. indgår i KF22?

Skæringsdatoen for indregning af politiktiltag, der indgår i KF22's modellering af perioden 2021-2035, er sat til 1. januar 2022. Skæringsdatoen for indregning af politiktiltag i den forrige Klimastatus og -fremskrivning 2021 var 1. januar 2021. De nye politiktiltag, som indgår i KF22, omfatter bl.a. Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug, Aftale om infrastrukturplan 2035, Udmøntning af pulje til grøn transport og Aftale om regulering af ladestandermarkedet, samt udbygning med yderligere 2 GW havvind og teknologineutralt udbud af negative emissioner (fra Finansloven for 2022). Den fulde oversigt over, hvilke nye politiktiltag der indgår i KF22, samt hvilke tiltag, der ikke har kunnet indregnes i KF22, fx fordi de pågældende tiltag endnu ikke er konkretiseret, eller fordi effekten af dem (endnu) ikke kan opgøres, fremgår af KF22 forudsætningsnotat 2A.

Det skal i denne forbindelse bemærkes, at energierne, der blev besluttet ifm. Klimaaftale for energi og industri i 2020, fortsat ikke indgår i klimafremskrivningens grundforløb i KF22, da etablering af øerne er betinget af endnu ikke besluttede tiltag, fx ift. udlandsforbindelser.³ Aftale om udbud og fremme af brint og grønne brændstoffer (Power-to-X) fra 15. marts 2022 indgår heller ikke i KF22, da aftalen er indgået efter skæringsdatoen for indregning af tiltag i klimafremskrivningen.

Ud over politiske tiltag indeholder klimafremskrivningen også en samlet opdateret vurdering af udviklingen under gældende markedsvilkår. Heri indgår bl.a. konkrete investeringsbeslutninger fra aktører⁴. Det er her vigtigt at bemærke, at forudsætningerne for KF22 – herunder også forudsætninger vedrørende brændselspriser og CO₂-kvotepris – er fastlagt ultimo 2021, og at KF22 derfor ikke tager højde for den efterfølgende udvikling i Ukraine og de afledte effekter heraf på energimarkeder m.m.

1.5 Hvordan er KF22 lavet?

KF22 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 KF22 er yderligere beskrevet i KF22 forudsætningsnotat 0 og de specifikke forudsætninger, data og modeller, der anvendes til fremskrivningen, er præsenteret i de øvrige KF22 forudsætningsnotater (jf. appendiks 1).

² 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 CO₂-udledninger). For uddybning af, hvilke udledninger der indgår i KF22, se KF22 forudsætningsnotat 2B.

³ For en uddybning af principperne for frozen policy i klimafremskrivningen, se KF22 forudsætningsnotat 2C.

⁴ For uddybning af håndteringen i KF af samarbejdsaftaler mellem regeringen og virksomheder se forudsætningsnotat 2C.

1.6 Hvad er usikkerheden knyttet til KF22?

Det er vigtigt, at KF22 læses og anvendes med bevidsthed om, at følsomme antagelser og usikkerheder påvirker nøgleresultaterne. Fremskrivningen skuer mere end 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.

1.7 Hvordan er KF22 materialet organiseret?

Klimastatus og -fremskrivning 2022 består af en hovedrapport, bagvedliggende sektornotater og forudsætningsnotater samt en række dataark. 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 i januar 2022. For en oversigt over det skriftlige KF22 materiale se appendiks 1.

Ud over hovedrapport og sektornotater suppleres KF22 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 fremgår af bilag 5.2 i de relevante sektornotater og indgår som en del af "Tal bag figurer" dataarket.⁵ For yderligere information om disse KF22-data og oversigt over KF22-dataark se appendiks 2.

⁵ I Klimahandlingsplan 2020 er der opstillet en række indikatorer, der fremadrettet kan bidrage til at vurdere fremdriften i omstillingen af de enkelte sektorer.



2 Det samlede billede

Klimastatus er, at de samlede drivhusgasudledninger, inklusiv kulstofoptag og -udledninger fra jord og skov udgjorde 44,9 mio. ton CO₂e i 2020. I 2020 var drivhusgasudledningerne således blevet reduceret med 43 pct. ift. Danmarks samlede udledninger i 1990. Det skal her bemærkes, at covid-19 pandemien har haft indvirkning på aktivitetsniveauet i nogle sektorer i 2020, og har dermed også haft indvirkning på disse sektors energiforbrug og drivhusgasudledninger. Selv om 2020 er seneste statistik-år, vil KF22 analysen derfor i nogle tilfælde tage udgangspunkt i udledningerne i 2019, hvor aktivitetsniveauerne alt andet lige må antages at være mere retvisende udgangspunkter.

Klimafremskrivningen viser, at de samlede netto-udledninger⁶, med den nuværende vedtagne politik, forventes at være faldet til 41,4 mio. ton CO₂e i 2025, og 33,5 mio. ton CO₂e i 2030, svarende til en reduktion på 47 pct. i 2025 og 57 pct. i 2030 ift. 1990-niveauet. Fremskrivningen viser således, at der ift. klimalovens reduktionsmål for 2025 og 2030 på nuværende tidspunkt skønnes at udestå en reduktionsmanko på 3-8 pct.-point i 2025 og 13 pct.-point i 2030, svarende til hhv. 2,4-5,5 mio. ton CO₂e i 2025 og 10,1 mio. ton CO₂e i 2030. I 2035 forventes de samlede netto-udledninger at være yderligere reduceret til 30,2 mio. ton CO₂e.

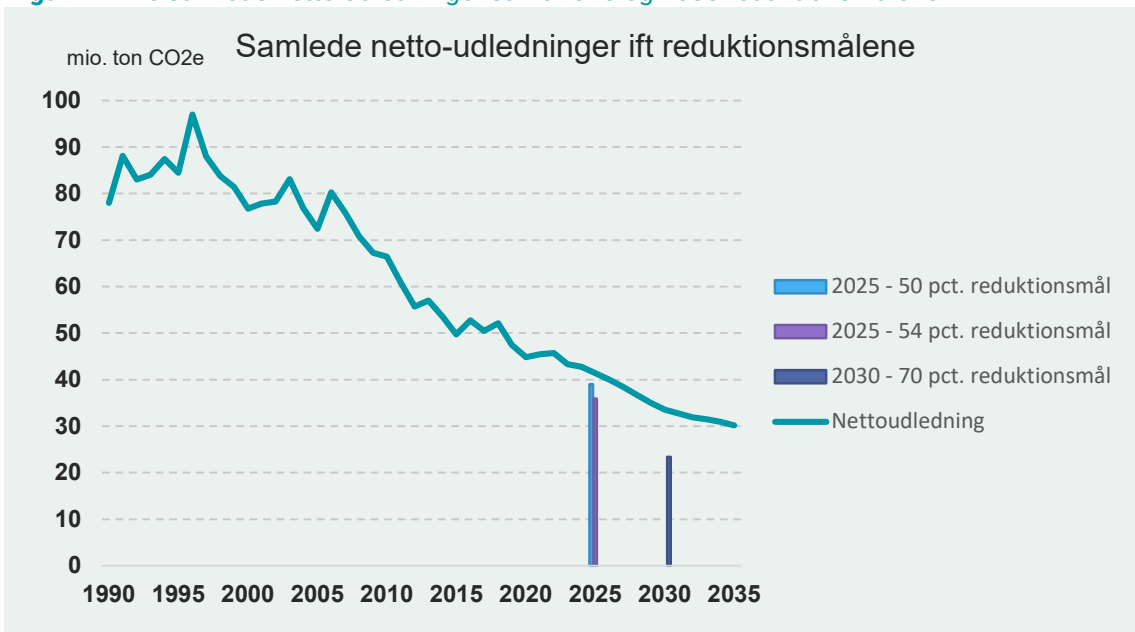
Klimafremskrivningen er i sagens natur behæftet med usikkerhed, og denne usikkerhed er særligt udtalt i år. Den øgede usikkerhed skyldes dels usikkerheden knyttet til effekterne af covid-19 pandemien, og dels effekterne af de nuværende usikkerheder på energimarkederne, bl.a. som følge af situationen i Ukraine, der som nævnt i kap. 1 ikke er indregnet i KF22. Begge forhold kan give varige effekter på adfærd, struktur og

⁶Begrebet "samlede netto-udledninger" refererer her til de samlede udledninger inkl. LULUCF og efter indregning af CCS.

teknologivalg, som ikke er afspejlet i den nuværende fremskrivning. Det er derfor vigtigt, at fremskrivningen læses i dette lys.

Den forventede udvikling i netto-udledninger og afstanden ift. reduktionsmålene i hhv. 2025 og 2030 er vist i figur 2.1.

Figur 2.1: De samlede netto-udledninger samt 2025 og 2030 reduktionsmålene



2.1 Status for klimalovens reduktionsmål⁷

Fremskrivningen viser, at de samlede udledninger i 2025 og 2030 vil ligge på hhv. 41,4 og 33,5 mio. ton CO₂e i fravær af nye tiltag på klima- og energiområdet efter 1. januar 2022, som er skæringstidspunktet for indregning af politiske tiltag i KF22. Dette indebærer en reduktionsmanko på 2,4-5,5 mio. ton CO₂e ift. klimalovens indikative målsætning om en reduktion i 2025-udledningerne på 50-54 pct. ift. 1990 niveauet, samt en reduktionsmanko på 10,1 mio. ton CO₂e ift. målsætningen om en reduktion i 2030-udledningerne på 70 pct. ift. 1990-niveauet.

Tabel 2.1: Status for målopfyldelse ift. klimalovens reduktionsmål

	1990	2019	2020	2025	2030	2035
KF22 nettoudledninger (mio. ton CO ₂ e)	78,0	47,4	44,9	41,4	33,5	30,2
Klimalovens reduktionsmål ift. KF22 (mio. ton CO ₂ e)				35,9-39,0	23,4	
Manko ift. reduktionsmål (mio. ton CO ₂ e)				2,4-5,5	10,1	
KF22 reduktion ift. 1990	0%	39%	43%	47%	57%	61%
KF21 reduktion ift. 1990	0%	40%	43%	47%	55%	

Note: I tabellen er både udledningerne i målår og tilhørende reduktionsmanko opgjort som rene årsværdier.

Ifølge klimaloven skal reduktionsmålene i både 2025 og 2030 opgøres som gennemsnitsmål over tre år for at minimere udsving i enkeltår. I tabel 2.1 er

⁷ For status på Danmarks EU forpligtigelser ift. non-ETS udledninger og LULUCF samt vedvarende energi og energieffektivisering henvises til kapitel 11.

udledningerne i målår og tilhørende reduktionsmanko opgjort som rene årsværdier, bl.a. i lyset af, at fremskrivningen af de energirelaterede udledninger er baseret på en antagelse om, at alle fremskrivningsår er "normalår".

Sammenlignes der med sidste års klimafremskrivning (KF21) er reduktionsmankoen i 2025 i KF22 forøget med ca. 0,25 mio. ton CO₂e, mens reduktionsmankoen i 2030 er reduceret med knap 1,7 mio. ton CO₂e. Denne udvikling er resultatet af en kombination af nye politiktiltag, opdaterede forventninger til pris- og markedsudvikling og opdaterede datagrundlag.⁸

Nye politiktiltag indregnet i KF22

Væsentlige nye politiktiltag, der er indregnet i KF22 omfatter bl.a.⁹:

- Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug og den nationale CAP-plan.
- Aftale om infrastrukturplan 2035 og aftale om regulering af ladestander-markedet, samt udmøntning af pulje til grøn transport mv.
- Aftale om udbygning med 2 GW havvind vedtaget ifm Finanslov 2022.
- Aftale om teknologineutralt udbud af negative emissioner vedtaget ifm Finanslov 2022.

Disse aftalers effekt på udledningerne i de respektive sektorer beskrives kort i afsnit 2.4 nedenfor samt mere uddybende i de efterfølgende sektorkapitler i rapporten og i de bagvedliggende sektornotater. Som nævnt i kapitel 1 indgår energigørerne fortsat ikke i KF grundforløbet, da etablering af øerne er betinget af endnu ikke besluttede tiltag og derfor endnu ikke kan indregnes som frozen policy. Aftale om udbud og fremme af brint og grønne brændstoffer fra marts 2022 indgår heller ikke i KF22, da aftalen er indgået efter skæringsdatoen for indregning af tiltag i klimafremskrivningen.

Opdaterede forventninger til prisudviklinger

Udledningerne i KF22 er også påvirket af de opdaterede forventninger til CO₂-kvoteprisen og fossile brændselspriser. For CO₂-kvoteprisen er niveauet i 2021 mere end fordoblet ift. KF21, og i KF22 antages CO₂-kvoteprisen således at nå op i nærheden af 750 kr. per ton i 2030 (jf. KF forudsætningsnotat 3B). De fossile brændselspriser ligger på kort sigt også højere i KF22 end i KF21, især for naturgas (jf. KF22 forudsætningsnotat 3A). Det er dog her vigtigt at bemærke, at prisforløbene til KF22 er fastlåst ultimo 2021, og at de derfor ikke afspejler den markante udvikling, der har været i brændselspriserne i løbet af første kvartal 2022.

Opdaterede forventninger til markedsudviklinger

Ud over prisudviklingen har opdaterede forventninger til markedsudviklingen også betydning for udviklingen i udledningerne i KF22. Der er bl.a. opdaterede forventninger til:

⁸ Derudover er den metodiske tilgang blevet opdateret på enkelte områder, hvilket i nogle tilfælde også kan påvirke resultatet. Figur med sammenligning af netto-udledningerne i hhv. KF22 og KF21 for hele perioden 1990-2030 fremgår af appendiks 5.

⁹ Jf. tabel 1 i KF22 forudsætningsnotat 2A.

- Udvalget på elbilsmarkedet, hvilket har betydning for, hvor hurtigt eldrevne personbiler samt vare- og lastbiler vil afløse køretøjer med konventionelle forbrændingsmotorer i transportsektoren
- Efterspørgslen på landbrugsmarkederne, hvilket har betydning for mængden af husdyr og afgrøder, der produceres i landbruget
- Aktivitetsniveauet i cementproduktionen.

Opdaterede datagrundlag

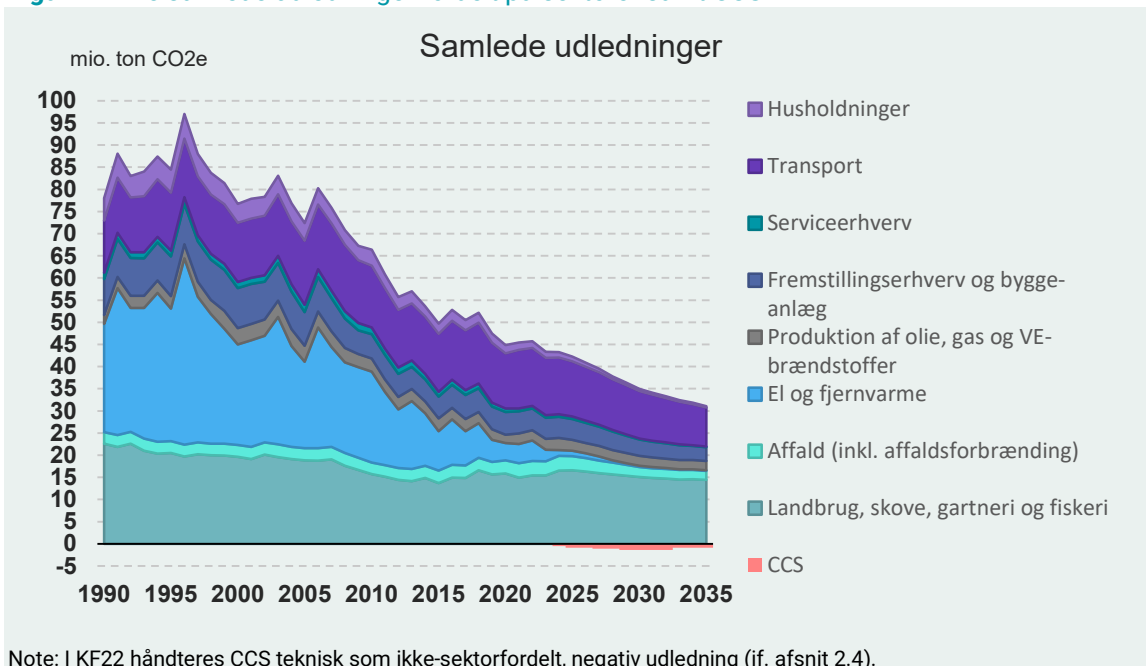
Datagrundlaget for fremskrivningen opdateres og forbedres løbende, og dette har i nogle tilfælde også betydning for fremskrivningen af udledningerne. Væsentlige opdateringer i datagrundlaget til KF22 omfatter bl.a.:

- Indregning af en højere fremtidig lækagerate fra biogasanlæg som følge af resultater fra måleprojekt (jf. KF22 forudsætningsnotat 9B)
- Opdatering af beregningsforudsætninger, bl.a. i form af en ny antagelse om højere fremtidige temperaturer, som fører til reduceret nettooptag i mineraljorde i landbruget (jf. KF22 forudsætningsnotat 10C)
- Opdaterede data for skovarealernes kulstofindhold og forventede optag, andelen af fældet træ, der lagres i træprodukter, forventninger til ny skovrejsning samt ændret forvaltning, fx ved omlægning til urørt skov og naturarealer, som samlet set øger det forventede nettooptag.

2.2 Udviklingen i udledninger på tværs af sektorer

Udviklingen i de samlede nettoudledninger er et resultat af udviklingen i de forskellige underliggende sektorer. Figur 2.2 viser hvordan udledningerne i de enkelte sektorer har udviklet sig fra 1990 frem til 2020, og hvordan de forventes at udvikle sig i fremskrivningsperioden fra 2021 til 2035 for disse sektorer samt for *carbon capture and storage* (CCS).

Figur 2.2: De samlede udledninger fordelt på sektorer samt CCS



Udviklingen i udledningerne på tværs af sektorer over tid

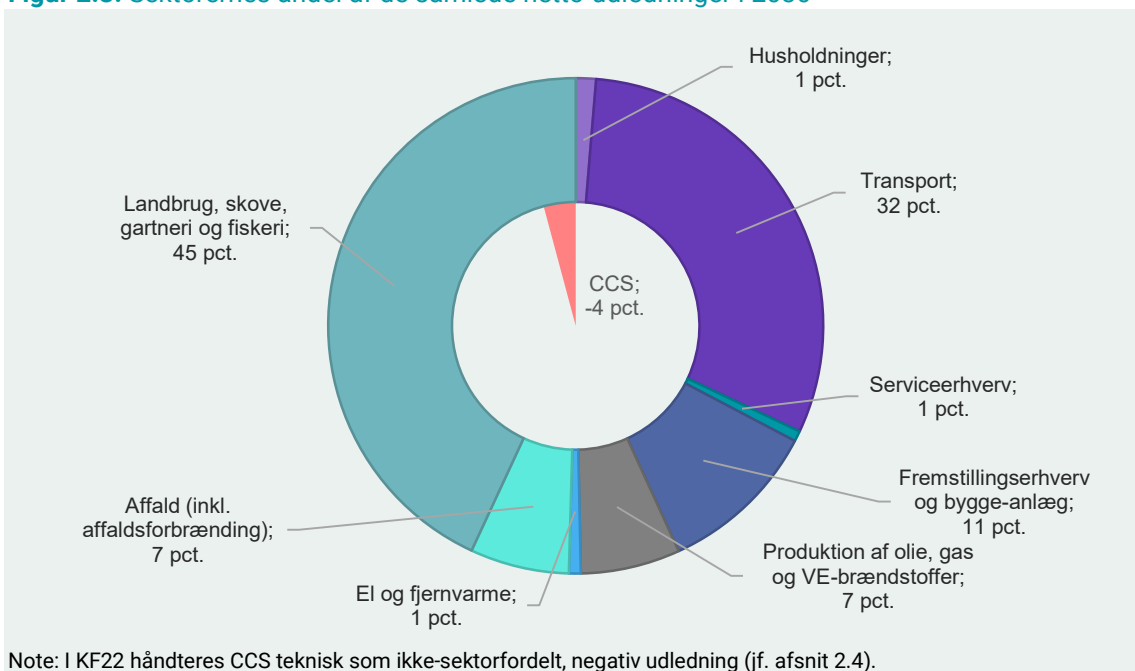
El- og fjernvarmesektoren (ekskl. affaldsforbrænding) har frem til 2010 typisk stået for mellem 30 pct. og 40 pct. af de samlede danske udledninger, men denne andel er derefter faldet betydeligt, jf. figur 2.3, og i 2020 stod sektoren således kun for 9 pct. af de samlede udledninger. I 2025 forventes denne andel at være faldet til 3 pct., og i 2030 forventes el og fjernvarme (ekskl. affaldsforbrænding) at udgøre under 1 pct. af de samlede nettoudledninger.¹⁰ Historisk har der endvidere været 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, at de samlede udledninger fra el- og fjernvarmesektoren reduceres som følge af udfasningen af fossildrevne kraftværker, og overgangen til el-produktion primært baseres på vind, sol og biomasse.

I takt med de faldende udledninger fra el- og fjernvarmeproduktionen, stiger de øvrige sektors andel af de samlede udledninger alt andet lige, når de ikke reduceres i samme omfang. Udledningerne fra landbrug, skove, gartneri og fiskeri, der både omfatter udledninger fra landbrugsprocesser, landbrugsarealer og skove samt sektorens energiforbrug, er således gået fra historisk at have udgjort omkring 25 pct. af de samlede udledninger, til i 2020 at udgøre 35 pct. af de samlede udledninger. I 2025 forventes denne sektor at udgøre 41 pct. af netto-udledningerne, og i 2030 forventes sektorens andel af de samlede udledninger at være steget yderligere til 45 pct. Tilsvarende er transportsektorens andel af de samlede netto-udledninger vokset fra at udgøre 15 pct. i 1990 til 28 pct. i 2020, og i 2025 og 2030 forventes hhv. 30 pct. og 32 pct. af netto-udledningerne at stamme fra transportsektoren.

Fordelingen af de samlede udledninger i 2030 på sektorer er vist i figur 2.3.¹¹ Som det fremgår, vil udledningerne i 2030 være koncentreret på relativt få sektorer. Mere end 75 pct. af de samlede netto-udledninger på 33,5 mio. ton CO₂e forventes således at stamme fra enten landbrug, skove, gartneri og fiskeri eller transportsektoren.

¹⁰ Affaldsforbrænding bidrager også til el- og fjernvarmeproduktion. Hvis man lægger udledningerne fra affaldsforbrænding sammen med udledningerne fra el- og fjernvarmesektoren udgjorde disse sektorer 12 pct. af netto-udledningerne i 2020, og de forventes at udgøre hhv. 7 pct. i 2025 og 3 pct. 2030. Herudover bidrager private sekundære producenter i andre sektorer også til el- og fjernvarmeproduktionen, men udledningerne herfra er forholdsvis begrænsede (se også sektornotat 8A).

¹¹ Bemærk at sektoropdelingen i KF22 er ændret marginalt ift. KF21, idet F-gasser er blevet fordelt på sektorer i KF22 (jf. fordelingsnøgle for F-gasser præsenteret i KF22 forudsætningsnotat 9C om F-gasser). Dette har dog meget begrænset betydning for sektorernes andel af de samlede udledninger i 2030, idet F-gasser udgør ca. 0,5 pct. af de samlede nettoudledninger i 2030.

Figur 2.3: Sektorenes andel af de samlede netto-udledninger i 2030

2.3 Udviklingen i udledninger på tværs af udledningstyper

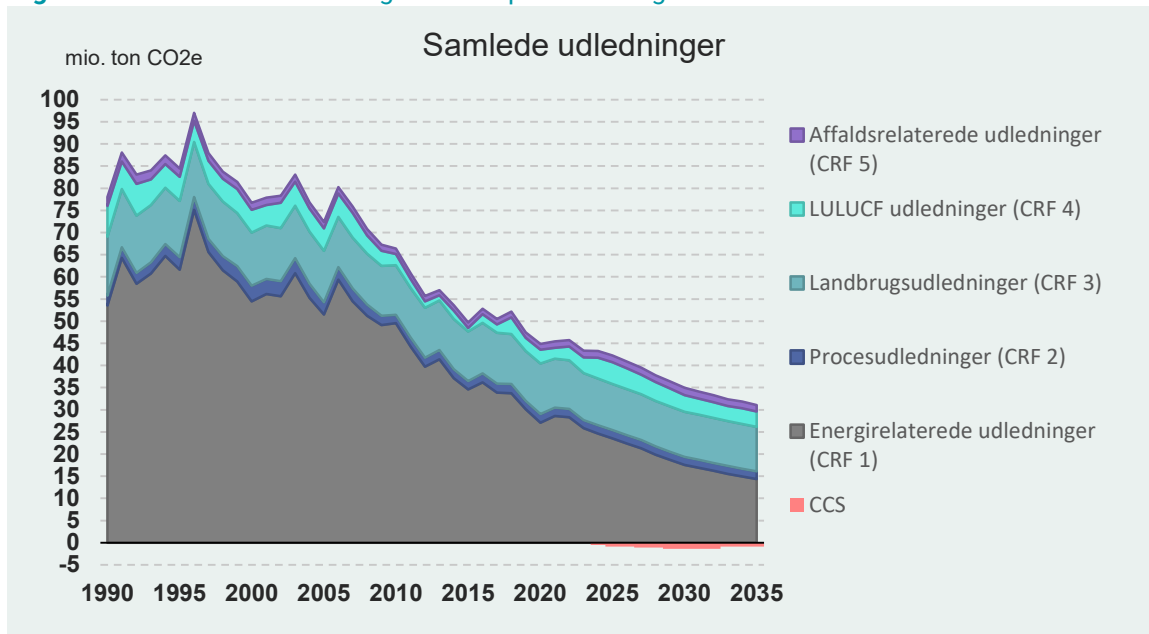
Sektorenes drivhusgasudledninger kan stamme fra flere forskellige kilder og typer af aktiviteter. I det såkaldte *common reporting format* (CRF), der anvendes til de internationale indberetninger til FN og EU, inddeles udledningerne i fem overordnede CRF-kategorier: 1) energirelaterede udledninger, 2) procesudledninger, 3) udledninger fra landbrugsprocesser, 4) LULUCF-udledninger og 5) affaldsrelaterede udledninger.¹²

Udledningerne fra sektorerne husholdninger, transport og produktion af olie, gas og VE-brændstoffer er stort set alle energirelaterede, mens servicesektoren og fremstilling og bygge-anlægssektoren både har energirelaterede udledninger og procesudledninger.¹³ Udledninger fra affaldssektoren omfatter både energirelaterede udledninger fra affaldsforbrænding og affaldsrelaterede udledninger fra deponi, spildevand, kompostering og biogaslækage, mens hovedparten af udledningerne fra landbrug, skove, gartneri og fiskeri stammer fra landbrugsprocesserne (dvs. husdyrs fordøjelse, gødningshåndtering og gødskning) samt landbrugets arealanvendelse.¹⁴

¹² Jf. også bilag 5.1 i KF22 forudsætningsnotat 2B.

¹³ Procesudledningerne fra servicesektoren består af F-gasser jf. KF22 sektornotat 5A og KF22 forudsætningsnotat 9C.

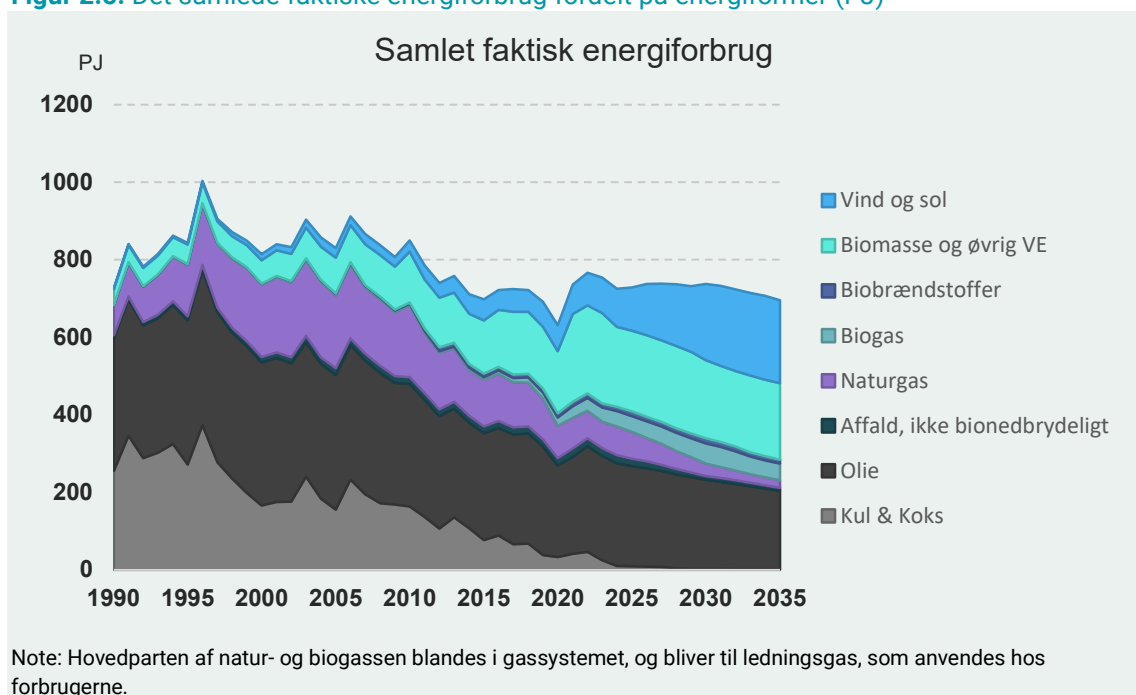
¹⁴ Skove har historisk leveret et væsentligt optag af CO₂, men dette optag reduceres i fremskrivningsperioden, og i perioden 2025-2029 forventes en lille nettoudledning fra skovene.

Figur 2.4: De samlede udledninger fordelt på CRF-kategorier samt CCS

Energirelaterede udledninger

Frem til 2015 har de samlede energirelaterede udledninger på tværs af sektorer typisk udgjort mellem 70 og 75 pct. af Danmarks samlede drivhusgasudledninger. Siden da er de energirelaterede udledningers andel af de samlede udledninger imidlertid faldet, og faldet forventes at fortsætte i fremskrivningsperioden. I 2025 forventes de energirelaterede udledninger således at udgøre omkring 55 pct. af de samlede udledninger, i 2030 vil andelen være faldet yderligere til ca. 50 pct. og i 2035 nærmer den sig 45 pct. Fremadrettet vil transport være den sektor, der tegner sig for størstedelen af de energirelaterede udledninger, idet transportsektorens andel af de energirelaterede udledninger stiger fra 45 pct. i 2019 til 53 pct. i 2025 og til 61 pct. i 2030. Denne stigning i transportsektorens andel af de energirelaterede udledninger sker på trods af, at udledningerne fra transportsektoren falder i løbet af fremskrivningsperioden.

Udviklingen i de energirelaterede udledninger afhænger både af det samlede energiforbrug og andelen af vedvarende energi i energiforbruget. Figur 2.5 viser sammensætningen af og udviklingen i det faktiske danske energiforbrug fra 1990 til i dag og videre frem mod 2035.

Figur 2.5: Det samlede faktiske energiforbrug fordelt på energiformer (PJ)

Vedvarende energi omfatter en lang række forskellige energikilder fra vind og sol, over fast biomasse, til flydende biobrændstoffer og biogas mv. Nogle vedvarende energikilder kan indgå direkte i sektorernes endelige energiforbrug, fx brug af træpiller til rumvarme og procesvarme, mens andre vedvarende energikilder indgår i produktionen af energivarer som elektricitet, fjernvarme, ledningsgas og transportbrændstoffer. Forbrænding af biomasse er ifølge FN-opgørelsesreglerne defineret som CO₂-neutralt, mens de biogene energirelaterede CO₂-udledninger indberettes som et såkaldt memo-item (jf. forudsætningsnotat 2B). De biogene CO₂-udledninger fra det samlede danske forbrug af biomasse til energirelaterede formål er vist i appendiks 6.¹⁵

Mens udledningerne forbundet med el og fjernvarmeproduktion tilskrives el- og fjernvarmesektoren, samt affaldssektoren fsva. udledningerne fra affaldsforbrænding, så tilskrives udledninger forbundet med forbrug af ledningsgas og transportbrændstoffer de respektive forbrugende sektorer. Udledningerne fra disse sektorer afhænger derfor af VE-andelen i ledningsgas og transportbrændstoffer. Som det fremgår af tabel 2.2, er disse VE-andele stigende i fremskrivningsperioden, for transportbrændstoffers vedkommende fra 6 pct. i 2020 til 9 pct. 2030 og for ledningsgassens vedkommende fra 16 pct. i 2020 til 75 pct. i 2030 og 92 pct. i 2035.¹⁶ I slutningen af fremskrivningsperioden forventes der derfor at være relativt få udledninger forbundet med forbrug af ledningsgas.

¹⁵ De tilsvarende biogene energirelaterede CO₂-udledninger fra de enkelte sektorer fremgår af bilagene til de respektive sektornotater.

¹⁶ Det bemærkes at den her beregnede VE-andel i transportbrændstoffer adskiller sig fra RES-T, der anvendes i EU-opgørelserne. I RES-T indgår bl.a. de forskellige typer biobrændstoffer med forskellige vægte afhængigt af deres oprindelse og anvendte biomassetype, ligesom elforbruget fra elektrisk vejtransport og elektrisk jernbanetransport bl.a. også indgår, igen med forskellige vægte.

Tabel 2.2: VE-andel i forbrug af el, ledningsgas og transportbrændstoffer samt samlet VE-andel

	2019	2020	2025	2030	2035
VE-andel i elforbruget (RES-E)	65%	65%	93%	109%	102%
VE-andel i ledningsgas	10%	16%	38%	75%	92%
VE-andel i transportbrændstoffer	5%	6%	7%	9%	8%
Samlet VE-andel (RES) (før salg)	37%	42%	51%	64%	67%

Note: Tallene i tabellen er afrundede. Samlet RES er her opgjort før statistisk overførsel mellem Danmark og andre EU-medlemsstater. Efter statistiske overførsler udgjorde RES 32 pct. i 2020 (jf. KF22 sektornotat 11B)

VE-andelen i transportbrændstoffer afhænger primært af det nationale CO₂-fortrængningskrav for transportbrændstoffer, og er derfor meget lidt afhængigt af, hvor stort det totale forbrug af transportbrændstoffer er (se også KF22 sektornotat 4B). Anderledes forholder det sig for VE-andelen i ledningsgas, som vil ændre sig, såfremt forbruget af ledningsgas ændres. Dette skyldes, at VE-delen af ledningsgas består af opgraderet biogas, og den producerede mængde biogas er uafhængig af efterspørgslen, idet den antages at være bestemt af støtteordningerne (jf. KF22 forudsætningsnotat 7C og sektornotat 7A og 7B). En reduktion i forbruget af ledningsgas vil derfor resultere i en tilsvarende reduktion i forbruget af fossil naturgas. Reduktion i en sektors forbrug af ledningsgas vil derfor også sænke udledningerne fra ledningsgasforbruget i andre sektorer, fordi VE-andelen i ledningsgassen samtidig stiger.

VE-andelen i elforsyningen er også stigende fra 65 pct. i 2020 til 109 pct. i 2030.¹⁷ Det er i denne forbindelse værd at bemærke, at opfyldelse af målsætningen i Power-to-X-strategien samt etablering af energiparker, der som nævnt ikke indgår i KF22 grundforløbet, vil øge hhv. elforbruget og elforsyningen markant ift. niveauerne i KF22.

VE-andelen i det samlede energiforbrug stiger i KF22 fra 32 pct. i 2020 til 64 pct. i 2030 og 67 pct. i 2035.

Udledninger fra industriprocesser, landbrugsprocesser, arealer og affaldshåndtering (ekskl. affaldsforbrænding)

De ikke-energi-relaterede udledningstyper omfatter:

- Procesudledninger, der er udledninger fra industriprocesser samt udledninger fra apparat brug mv. (i form af F-gasser). Procesudledninger udgjorde 1,8 mio. ton CO₂e i 2019 og forventes at ligge på samme niveau i 2030. Procesudledninger fra cementproduktion tegner sig for ca. 1,3 mio. ton CO₂e årligt i fremskrivningsperioden, og udgør således hovedparten af de samlede procesudledninger.
- Udledninger fra landbrugsprocesser, der omfatter udledninger fra dyrenes fordøjelse, gødningshåndtering og gødskning. Udledninger fra landbrugsprocesser udgjorde 11,4 mio. ton i CO₂e i 2020 og forventes at være reduceret til 10,2 mio. ton i 2030.
- LULUCF-udledninger, der omfatter udledninger og optag fra landbrugsarealer og skove, samt øvrige arealer og høstede træprodukter. LULUCF-nettoudledninger udgjorde 3,1 mio. ton CO₂e i 2020 og forventes at stige til 3,8 mio. ton i 2030.

¹⁷ RES-E er en målestok for overskud/underskud af VE-baseret elproduktion i det danske elsystem ift. det danske elforbrug og kan derfor overstige 100 pct. I KF21 lå RES-E på 97 pct. i 2030. Stigningen i RES-E for perioden omkring 2030 er i vidt omfang et resultat af den øgede udbygning med havvind på 2 GW, der blev besluttet ifm. Finansloven for 2022.

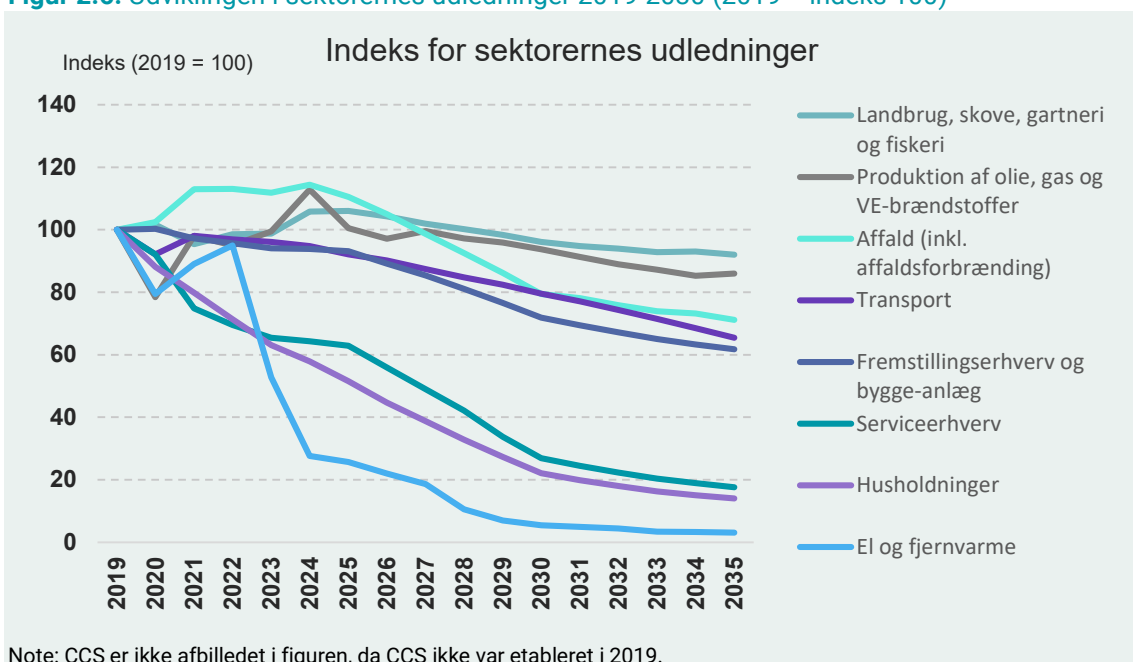
- Affaldsrelaterede udledninger, der omfatter udledninger fra deponi, spildevand og kompostering samt lækage fra biogasanlæg. De affaldsrelaterede udledninger udgjorde 1,2 mio. ton CO₂e i 2019 og forventes at stige til 1,6 mio. ton i 2030.

Udledninger fra landbrugsprocesser tegner sig således for størstedelen af de ikke-energirelaterede udledninger, og udledninger fra landbrugsarealerne tegner sig samtidig også for langt hovedparten af LULUCF-udledningerne. I 2025 forventes udledningerne fra landbrugsprocesserne og landbrugsarealerne således tilsammen at udgøre ca. 80 pct. af de ikke-energirelaterede udledninger, og dette forventes også at være tilfældet i 2030 og 2035.¹⁸ I takt med, at de energirelaterede udledninger generelt falder, stiger den relative betydning af de ikke-energirelaterede udledninger, og en væsentlig del af disse vedrører landbrugets produktionsprocesser og landbrugets arealer.

2.4 Fremskrivningen af de enkelte sektors udledninger 2019-2035

Der er ikke kun forskel på, hvor stor en andel sektorerne udgør af de samlede udledninger, men der er også væsentlig forskel på, hvordan udledningerne i de enkelte sektorer forventes at udvikle sig i fremskrivningsperioden. I dette afsnit beskrives udledningerne i de forskellige sektorer ift. et 2019-udgangspunkt, da 2020-udledningerne i nogle sektorer var påvirket af covid-19 pandemien.

Figur 2.6: Udviklingen i sektorernes udledninger 2019-2030 (2019 = indeks 100)



Udledningerne fra landbrug, skove, gartneri og fiskeri udgjorde 15,7 mio. ton CO₂e i 2019. Udledningerne forventes at stige til 16,6 mio. ton i 2025, for herefter at aftage til 15,1 og 14,4 mio. ton CO₂e i hhv. 2030 og 2035, svarende til et fald på 4 pct. i 2030 og 8 pct. i 2035 ift. 2019. Udviklingen i de samlede udledninger fra sektoren dækker over forskellige udviklingstendenser i de forskellige delsektorer.

¹⁸ Bemærk at de samlede udledninger fra sektoren landbrug, skove, gartneri og fiskeri omfatter også sektorens energiforbrug samt LULUCF udledninger og optag fra skove, øvrige arealer og høstede træprodukter (jf. kap. 10).

Således falder udledningerne fra landbrugsprocesser fra 11,3 mio. ton CO₂e i 2019 til 10,2 mio. ton i 2030, bl.a. som følge af tiltag fra landbrugsaftalen fra 2021 som reduktionskrav for husdyrenes fordøjelse, hyppigere udslusning af gylle, ekstensivering og udtag af landbrugsarealer mv. LULUCF-udledninger stiger fra 2,9 mio. ton CO₂e i 2019 til 4,9 mio. ton i 2025¹⁹, for herefter at falde igen til 3,8 mio. ton i 2030. Stigningen frem mod 2025 skyldes hovedsageligt, at skove går fra at levere netto-optag på 2,5 mio. ton CO₂e (2019) til at have en netto-udledning på 0,3 mio. ton CO₂e. Faldet i LULUCF-udledninger fra 2025 og frem skyldes hovedsageligt udtag og vådlægning af kulstofrig jord, samt et øget optag i mineraljorden bl.a. som konsekvens af øget udlægning af efterafgrøder. Derudover bliver udledningerne fra skov mindre, og fra 2030 og fremad forventes skov igen at bidrage med et mindre optag.

Udledningerne fra transportsektoren udgjorde 13,5 mio. ton CO₂e i 2019. Transportudledningerne forventes at falde til 12,4 mio. ton CO₂e i 2025 og 10,7 mio. ton i 2030, og faldet fortsætter frem mod 2035, hvor transportudledningerne forventes at være reduceret til 8,8 mio. ton svarende til et fald på knap 35 pct. ift. 2019. Faldet i transportudledningerne kommer på trods af et stigende trafikarbejde og skyldes en kombination af omstilling fra konventionelle til eldrevne køretøjer, iblanding af VE-brændstoffer samt forbedret energieffektivitet i konventionelle køretøjer. For så vidt angår omstillingen fra konventionelle til eldrevne køretøjer, så forventes der i 2030 knap 740.000 elbiler og godt 270.000 plug-in hybrid biler, bl.a. som følge af den teknologi- og markedsmæssige udvikling, herunder et større udvalg af el-biler. I 2030 forventes der ligeledes omkring 57.000 el-varebiler og 8.000 plug-in hybrid varebiler, 2.600 el lastbiler og 2.700 el busser. Uden for vejtransporten ses bl.a. også øget elektrificering af jernbanen i fremskrivningsperioden, hvilket medfører at udledninger fra jernbanetrafikken falder fra 0,2 mio. ton CO₂e i 2019 til nul fra 2031 og frem.

Udledningerne fra fremstillingserhverv og bygge-anlæg falder fra 5,1 mio. ton CO₂e i 2019 til 4,7 mio. ton i 2025 og 3,7 mio. ton i 2030, og i 2035 forventes sektorens udledninger at udgøre 3,1 mio. ton CO₂e. Faldet skyldes et fald i de energirelaterede udledninger fra sektoren (fra 3,6 mio. ton i 2019 til 1,5 mio. ton i 2035). Procesudledningerne fra sektoren, hvoraf størstedelen stammer fra cementproduktion, stiger fra 1,4 mio. ton CO₂e i 2019 til godt 1,6 mio. ton i 2025 og bliver liggende på dette niveau frem til 2035. Dette skyldes bl.a. forventningen om øget cementproduktion i Danmark som følge af en opdateret vurdering givet tendenser fra de seneste års produktions- og efterspørgselsudviklinger, samt vurderinger af den samlede produktionskapacitet (jf. KF22 forudsætningsnotat 6B).

Forventningen om øget cementproduktion i Danmark, på trods af stigende kvotepriser, skal bl.a. ses i lyset af, at stigningerne i kvotepris også rammer cementproducenter i andre dele af EU.

Udledningerne fra el- og fjernvarmesektoren falder fra 4,9 mio. ton i 2019 til 1,3 mio. ton i 2025. I 2030 forventes sektoren at udlede 0,3 mio. ton og i 2035 blot 0,15 mio. ton CO₂. Baggrunden for de kraftigt faldende udledninger er primært udfasning af de sidste kulfyrede kraftvarmewærker, fortsat udbygning med vindkraft og solceller, kraftig udbygning med varmepumper til produktion af fjernvarme og reduktion i kraftvarmeproduktion baseret på ledningsgas. Først i fremskrivningsperioden medfører

¹⁹ Dog ligger LULUCF-udledninger kun på 2,4 mio. ton i 2021, bl.a. som følge af, at 2021 var et relativt koldt år, hvilket øger optaget i mineraljorden.

stigende brændselspriser højere elpriser, som gør det fordelagtigt for danske elproducenter at øge den termiske elproduktion. Dette fører i få år til en højere andel af el- og fjernvarmeproduktion baseret på kul, ledningsgas og særligt biomasse, før denne senere i fremskrivningsperioden atter reduceres i konkurrencen fra øget produktion fra sol- og vindkraft.

Energiøerne indgår ikke i KF22-grundforløbet. De system- og klimamæssige konsekvenser af energiøerne for den danske el- og fjernvarmesektor søges derfor belyst med en partiel følsomhedsberegning, hvor det indenlandske elforbrug holdes uændret. Følsomhedsberegningen viser, at energiøerne vil få VE-andelen i elforbruget til at stige fra 109 pct. til 123 pct. i 2030 og fra 101 pct. til 138 pct. i 2035. Energiøerne forventes at levere 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 energiøerne alene har meget lille betydning for den danske drivhusgasudledning, da omfanget af fossilbaseret elproduktion i Danmark er meget begrænset i slutningen af fremskrivningsperioden.

Udledningerne fra affaldssektoren udgjorde 2,9 mio. ton CO₂e i 2019. Frem mod 2024 stiger udledningerne fra affaldssektoren til 3,3 mio. ton for herefter at falde igen til 2,3 mio. ton i 2030 og 2,0 mio. ton i 2035. Udviklingen skyldes bl.a. højere udledninger forbundet med metanlækage fra biogasanlæggene, da et måleprogram har ført til opjustering af lækageraten for biogasanlæg (jf. KF22 forudsætningsnotat 9B og sektornotat 9B). Den opjusterede lækagerate medfører højere forventede udledninger fra biogaslækage, som antages at stige i takt med den stigende biogasproduktion frem mod 2030. Derudover ses der også en lille stigning i udledningerne fra affaldsforbrænding fra 1,6 mio. ton i 2019 til 1,7 mio. ton i 2024. Herefter falder udledningerne fra affaldsforbrænding til 0,7 mio. ton i 2030 i takt med, at affaldsforbrændingskapaciteten reduceres mhp. tilpasning til de reducerede danske affaldsmængder, bl.a. som følge af aftalen om en klimaneutral affaldssektor fra 2020. Øget udsortering medfører samtidig også, at den fossile andel i danske affaldsmængder reduceres (jf. KF22 forudsætningsnotat 9A og sektornotat 9A).

Udledningerne fra produktion af olie, gas og VE-brændstoffer omfatter både udledningerne forbundet med indvindingen i Nordsøen og udledningerne fra raffinaderierne, og i 2019 udgjorde disse i alt 2,4 mio. ton CO₂e. I fremskrivningsperioden topper udledningerne fra sektoren i 2024 med 2,7 mio. ton, hvorefter de falder til 2,3 mio. ton i 2030 og 2,1 mio. ton i 2035. De højere udledninger i midten af 2020'erne skyldes øget egetforbruget ifm. indvinding, og hænger bl.a. sammen med udskydelsen af idriftsættelsen af Tyrakomplekset samt idriftsættelsen af en række andre, mindre projekter, hvor udledningen er størst i begyndelsen af driftsfasen. Det skal endvidere bemærkes, at udledningerne fra raffinaderierne er kvoteomfattede, hvilket betyder, at udviklingen i kvoteprisen kan have effekt, der ikke er fuldt afspejlet i sektorens udledninger i KF22, da raffinaderier i KF22 er fremskrevet fladt ud fra 2019-niveauet (jf. også kap. 7 og forudsætningsnotat 7B). Den ekstra partielle effekt på raffinaderiernes udledning af den stigende kvotepris vurderes at være i størrelsesordenen 0,08 mio. ton CO₂.²⁰

²⁰ Frem mod KF23 undersøges mulighederne for at videreudvikle håndteringen af raffinaderiernes udledninger i modellerne bag klimafremskrivningen.

CCS (carbon capture and storage)

CCS indgår igen i år som en ikke-sektorfordelt kilde til reduktion af udledningerne. CCS forventes at blive etableret som følge af CCUS-puljen (fra Klimaaf tale for energi og industri, 2020) og det teknologineutrale udbud af negative emissioner (fra Finansloven for 2022). Den forventede årlige CO₂-reduktionseffekt fra CCS er vist i tabel 2.3 nedenfor.

Tabel 2.3: Den forventede årlige CO₂-reduktionseffekt fra CCS

CO ₂ (mio. ton)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
CCUS-pulje	0	0	0	0	0,4	0,4	0,6	0,6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Pulje til negative emissioner	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0
Reduktionseffekt i alt	0	0	0	0,5	0,9	0,9	1,1	1,1	1,4	1,4	1,4	1,4	0,9	0,9	0,9

Kilde: KF22 forudsætningsnotat 7E: CCS (2022)

CCS er formelt set en kilde til nuludledning fra fossile udledninger eller procesudledninger eller til negative udledninger, hvis teknologien anvendes til at indfange biogene udledninger. Grundet den store usikkerhed omkring den fremadrettede udvikling for CCS i Danmark, er der ifm. KF22 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 KF22 håndteres CCS derfor som en separat, ikke-sektorfordelt kilde til negative emissioner. At CCS ikke er sektorfordelt betyder endvidere, at CCS ikke indgår som en integreret del af systemberegningerne til KF22, hvorfor afledte effekter, fx ift. energiforbrug mv., ikke vil være afspejlet i fremskrivningens resultater.

2.5 Usikkerhed

Som nævnt i kapitel 1 er det vigtigt, at KF22 resultaterne læses med en bevidsthed om den usikkerhed, der knytter sig til fremskrivningen. Der er både tale om den generelle usikkerhed, der altid vil være knyttet til at fremskrive drivhusgasudledninger, og den specifikke usikkerhed, der knytter sig både til afledte effekter af covid-19 og afledte effekter af udviklingen i Ukraine.

Generel usikkerhed

Den generelle usikkerhed i fremskrivningen er bl.a. relateret til vanskelighederne med at fremskrive udviklingen i aktiviteten i samfundet generelt samt udviklingen i aktiviteten i erhverv med væsentlige drivhusgasudledninger, fx cementproduktion og landbrugsproduktion.

En anden generel kilde til usikkerhed i fremskrivningen, er usikkerhed ift. investeringsadfærden, herunder særligt den hastighed, hvormed nye teknologier indføres, fx elbiler i transport, begyndende skift væk fra fossile brændsler i fremstillingserhverv og omstilling fra naturgasfyrt til andre opvarmningsformer i husholdninger. I den forbindelse vil der også være usikkerhed omkring størrelsen af effekten af den afsatte CCUS-pulje og det teknologineutrale udbud til negative emissioner (jf. KF22 forudsætningsnotat 7E).

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

teknologiudviklingen. Disse faktorer vil endvidere også påvirkes af covid-19 og udviklingen i Ukraine.

Covid-19 og udviklingen i Ukraine

Der er fortsat en væsentlig usikkerhed knyttet til de mulige varige konsekvenser af covid-19pandemien, herunder hvorvidt der på længere sigt vil komme uforudsete struktur- eller adfærdsændringer. Det skal i denne forbindelse særligt bemærkes, at 2020 er seneste statistik-år i KF22, men at den bagvedliggende fremskrivning i mange tilfælde har taget udgangspunkt i 2019, der vurderes at være et mere hensigtsmæssigt og retvisende fremskrivningsgrundlag. Da KF22 afrapporteringen samtidig viser de faktiske historiske tal for 2020, vil dette i mange tilfælde betyde, at figurer og tabeller viser et "hak" i 2020.

Udviklingen i Ukraine har haft markante afledte effekter på en række internationale markeder, ikke mindst energimarkederne. Forudsætningerne bag KF22 er fastlagt ultimo 2021, og den markante udvikling i energipriserne, der er set i første kvartal af 2022, er derfor ikke afspejlet i KF22 resultaterne.²¹ Det samme gælder regeringens udspil *Danmark kan mere II* samt udspillet til en grøn skattereform. Disse elementer vil således først kunne indgå i den kommende KF23.

Følsomhedsberegninger.

I de efterfølgende sektorkapitler gives der eksempler på væsentlige usikkerhedsmomenter, og i en del tilfælde også følsomhedsberegninger for de pågældende sektorer. I de bagvedliggende sektornotater er der en yderligere uddybning af disse. Tværgående følsomhedsberegninger på fossile brændselspriser og CO₂-kvotepris vil blive afrapporteret i særskilt notat efter KF22 udgivelsen.

²¹ Energipriserne var dog allerede steget væsentlig frem mod slutningen af 2021, og disse stigninger er afspejlet i KF22 brændselsprisforudsætningerne, jf. KF22 forudsætningsnotat 3A.



3 Husholdninger

Husholdningssektoren består af alle borgere i Danmark. Der er ca. 5,9 mio. mennesker, som bor i ca. 2,7 mio. boliger²². Alle boliger har behov for opvarmning, og en del får dette behov dækket gennem kollektiv fjernvarmeforsyning, mens andre må benytte individuelle opvarmningsformer som fx gasfyr og varmepumper²³. Derudover anvender alle husstande en række el-apparater til bl.a. belysning, vask og rengøring, madlavning og madopbevaring samt til underholdning.

Husholdningssektoren omfatter i KF22 udledninger knyttet til husholdningers forbrug af individuel opvarmning, mens udledninger relateret til fjernvarme og elforbrug opgøres i el- og fjernvarmesektoren, der beskrives i kapitel 8. Husholdningssektoren omfatter også udledninger fra terrassevarmere baseret på gas, benzindrevne plæneklippere og lignende. Herudover omfatter husholdningernes udledninger i KF22 nu også udledning af F-gasser forbundet med husholdningernes apparatforbrug mv. (jf. KF22 forudsætningsnotat 9C).

Husholdningssektoren udledte i 2019 og 2020 hhv. 2,1 mio. og 1,9 mio. ton CO₂e svarende til ca. 4 pct. af Danmarks samlede udledninger i begge år.

²² Kilde: Statistikbanken, Danmarks Statistik. Tabellerne FOLK1A: Folketal den 1. i kvartalet efter område, køn, alder og civilstand og BOL101: Boliger efter område, beboertype, anvendelse og tid. Antal boliger omfatter alene beboede boliger.

²³ I dette notat anses individuelle opvarmningsformer som de former, hvor rumvarme og varmt brugsvand genereres i den enkelte bolig. Gasfyr betragtes således også som en individuel opvarmningsform, selvom ledningsgassen bliver fordelt til boligerne gennem fælles rør.

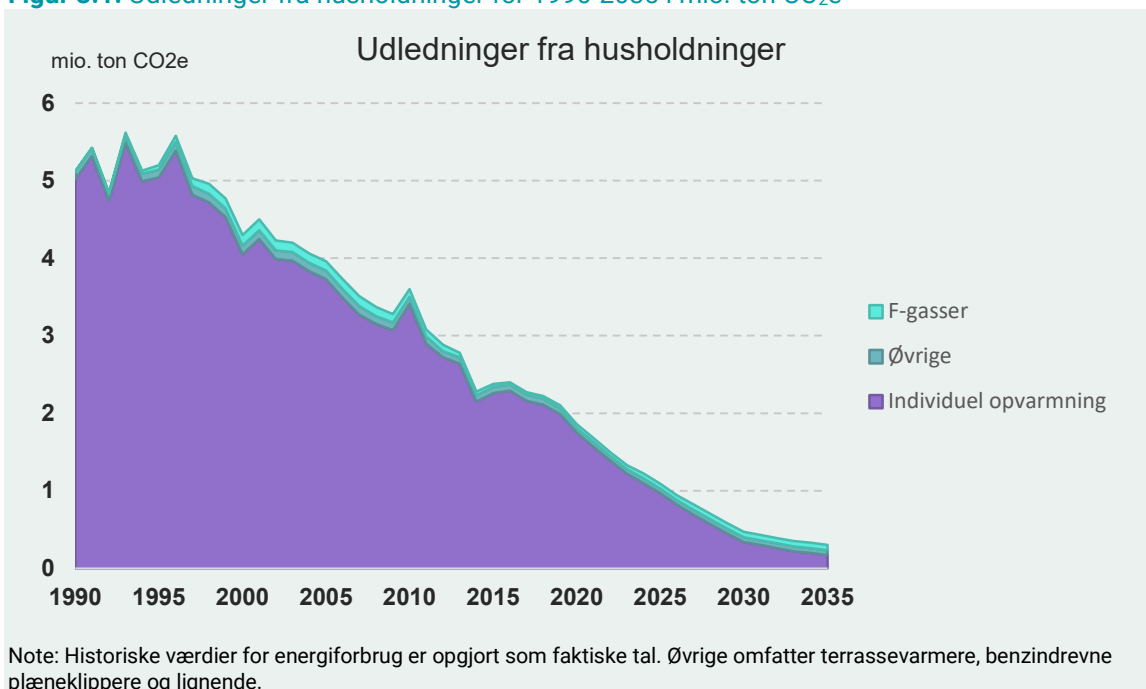
I 2025, 2030 og 2035 forventes sektoren at udlede hhv. 1,1, 0,5 og 0,3 mio. ton CO₂e svarende til 3, 1,4 og 1 pct. af Danmarks samlede udledninger. Den forventede udvikling i sektorens udledninger skyldes især følgende faktorer:

- Den individuelle opvarmning i husholdninger bliver mindre CO₂-intensiv af tre årsager: Nogle individuelle opvarmningsformer konverterer til kollektiv fjernvarmeforsyning, bl.a. på grund af øget udbygning af fjernvarmenettet. For de husstande, der fortsat har individuel opvarmning, konverterer en del væk fra olie- og gasfyr over til varmepumper. For de husstande, der stadig har gasfyr, falder udledningerne på grund af en højere VE-andel i ledningsgassen.
- Energieffektiviseringer i form af energiforbedringer af eksisterende boliger og bedre bygningsstandarde for nybyggeri betyder, at det endelige energiforbrug til opvarmning ikke stiger, selvom det opvarmede boligareal øges. Konverteringen til fjernvarme og varmepumper betyder også, at husholdningernes varmebehov bliver opfyldt mere energieffektivt.

3.1 Husholdningssektorens udledninger

Husholdningernes udledninger stammer fra en delmængde af sektorens energiforbrug, nemlig den del af energiforbruget, der omfatter individuel opvarmning som olie- og gasfyr, samt energiforbrug fra terrassevarmere, benzindrevne plæneklippere og lignende²⁴. Herudover er der i KF22 også udledning af F-gasser, som primært består af husholdningernes brug af kølemedier i varmepumper.

Figur 3.1: Udledninger fra husholdninger for 1990-2035 i mio. ton CO₂e



²⁴ Husholdningernes forbrug af brændstof til transport – herunder benzin, diesel og el til elbiler – beskrives i kapitel 4 og i sektornotat 4A om transport.

Husholdningernes samlede udledninger for perioden 1990-2035 er vist i figur 3.1.

Som det fremgår af figuren, forventes sektorens samlede udledninger at falde med 78 pct. fra 2019 til 2030, og faldet forventes at fortsætte frem mod 2035, hvor husholdningerne kun forventes at udlede 0,3 mio. ton CO₂e.

3.2 Husholdningernes energiforbrug, effektiviseringer og teknologiskift

Selv om husholdningerne kun tegner sig for 4 pct. af de samlede udledninger i 2019, står sektoren for 30 pct. af det samlede endelige energiforbrug. Energiforbruget i husholdninger består af ca. 85 pct. rumvarme og ca. 15 pct. elforbrug.

Det endelige varmekonsum til rumvarme og varmt brugsvand forventes at stige en smule frem mod 2025 og derefter at falde (jf. KF22 sektornotat 3A). Elforbruget til belysning og apparater forventes at toppe i 2020 og derefter falde. Der er ikke vedtaget nye politiske tiltag i 2021 rettet mod husholdningernes opvarmning. Derfor drives den forventede udvikling efter 2020 af de politiske aftaler, som også indgik i KF21, herunder afgiftsjusteringer, der gør det billigere at varme op med el, reguleringsændringer, som fjerner forhindring for konvertering af gasområder til fjernvarme, samt de fire tilskudspuljer til udfasning af olie- og gasfyr, som med Finansloven for 2021 har fået afsat flere midler: Bygningspuljen, Skrotningsordningen, Fjernvarmepuljen og Afkoblingsordningen. KF22 tager ikke højde for de ekstra midler, der er afsat i *Aftale om målrettet varmecheck* fra februar 2022 til at sikre hurtigere udfasning af fossile varmekilder i danskernes hjem. Markedsprisen på naturgas har været høj siden efteråret 2021, og situationen i Ukraine har øget usikkerhederne på energimarkedene, hvilket samlet set kan få varig effekt på husholdningernes valg af opvarmningsform.

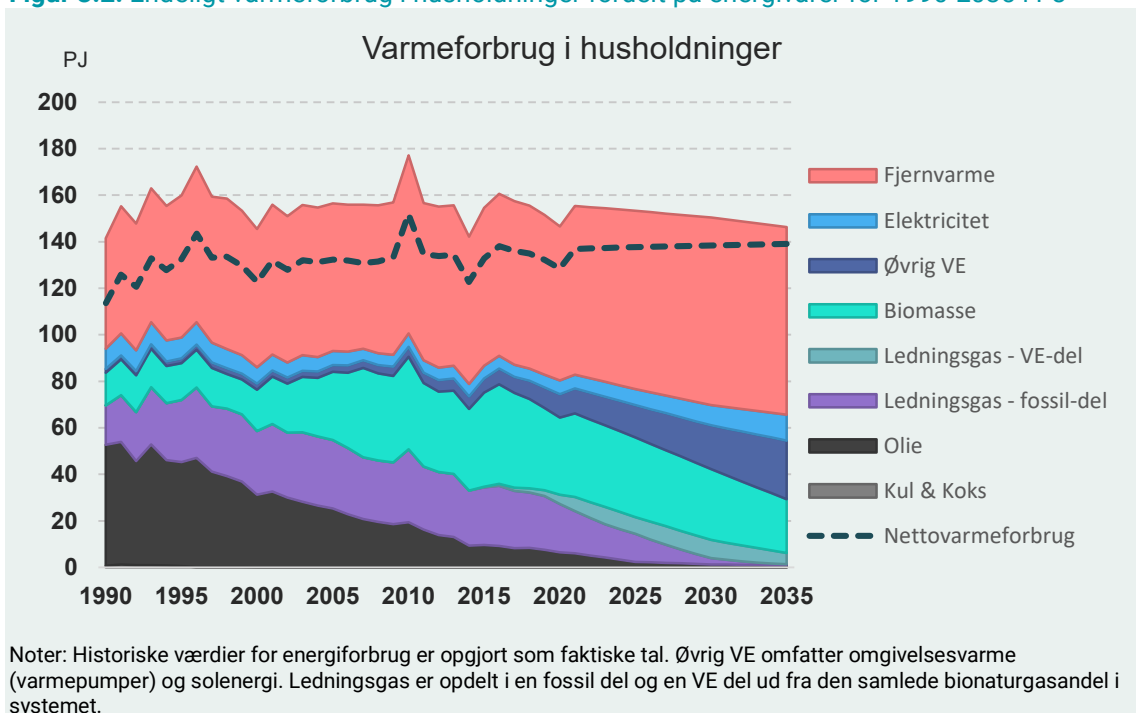
Opvarmning i husholdninger - teknologivalg

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 boligernes stand og alder. I forhold til husholdningernes valg af opvarmningsform vil valget mange steder være begrænset i forhold til, om der for den specifikke husholdning er adgang til et fjernvarmenet eller et ledningsgasnet. Tidligere har der også været begrænsninger forbundet med forbrugerbindinger som tilslutningspligt og/eller forblivelsespligt ift. fjernvarme og ledningsgas. Som følge af Energiaftalen fra 2018 blev muligheden for at pålægge nye forbrugerbindinger ophævet. Eksisterende forbrugerbindinger til ledningsgasnettet ophæves som følge af *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020* – de sidste (tilslutnings- og forblivelsespligt) ophæves pr. d. 1. juli 2022. Eksisterende bindinger til fjernvarme opretholdes.

Udviklingen forventes at gå mod mere fjernvarme og tilsvarende mindre individuelle opvarmningsformer. I 2020 var det lidt over halvdelen af alle bygninger anvendt til beboelse, som havde fjernvarme som primær opvarmningsform. I 2030 forventes det at være ca. 65 pct., og stigningen fortsætter mod 2035. For de individuelle opvarmningsformer forventes en stigning i varmepumper, mens der forventes at blive færre bygninger anvendt til beboelse, som primært opvarmes med oliefyr, gasfyr, biomassefyr eller elpaneler. Varmepumper var den primære opvarmningsform i 8 pct. af bygningerne anvendt til beboelse i 2020, og andelen forventes at stige til 14 pct. i 2030 og 20 pct. i 2035. Gasfyr og oliefyr var den primære opvarmningsform i hhv. 21 pct. og 4 pct. af bygningerne anvendt til beboelse i 2020, og andelen forventes at falde

til hhv. 10 pct. og 1 pct. i 2030. I 2030 forventes der at være ca. 185.000 bygninger anvendt til beboelse, som har oliefyr eller gasfyr som primær opvarmningsform. Det forventes også, at ca. 260.000 bygninger anvendt til beboelse har varmepumper, og at ca. 1,2 mio. bygninger har fjernvarme som primær opvarmningsform i 2030. Det er vigtigt at bemærke, at disse forventninger er baseret på brændselspriser fra december 2021, det vil sige fra før de skarpe prisstigninger som følge af situationen i Ukraine, samt før regeringens præsentation af *Danmark kan mere II*.

Figur 3.2: Endeligt varmekonsum i husholdninger fordelt på energikilder for 1990-2035 i PJ



Figur 3.2 viser, at opvarmning i husholdninger i stigende grad forventes at blive dækket af fjernvarme. For de individuelle opvarmningsformer reduceres opvarmning baseret på ledningsgas og olie. Biomasse reduceres også, men forventes stadig at udgøre 20 pct. af det endelige varmekonsum i 2030. Øvrig VE består især af omgivelsesvarme i form af varmepumper og en smule solenergi. Øvrig VE udgør 6 pct. af det endelige varmekonsum i 2019 og forventes at stige til 13 pct. i 2030. Elektricitet til elpaneler og varmepumper forventes at blive fordoblet mellem 2019 og 2035. Den forventede stigning omfatter et mindre fald i elforbrug til elpaneler samt mere end en fordobling i elforbrug til varmepumper mellem 2019 og 2035. 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 (jf. KF22 sektornotat 7B).

Opvarmning i husholdninger - energieffektivitet

Skiftet væk fra olie- og gasfyr over mod mere effektive forsyningsløsninger som fjernvarme og varmepumper har været medvirkende til at reducere forskellen mellem det endelige varmekonsum og nettovarmekonsumet, som udgøres af tab i konverterings- og fordelingsanlæg i de enkelte husholdningers varmeinstallationer. I 1990 blev 20 pct. af det endelige energiforbrug, som blev brugt til at producere

rumvarme og varmt brugsvand til danske huse, ikke nyttiggjort til opvarmning af boligerne. I 2030 forventes tabet blot at være på 8 pct. som det ses i figur 3.2.

Det opvarmede boligareal forventes at stige med ca. 3 pct. i enfamiliehuse og med ca. 12 pct. i etageboliger fra 2020 til 2030. Selv om boligarealet stiger, forventes det endelige energiforbrug til opvarmning at falde med ca. 7 pct. for enfamiliehuse, og kun at stige en smule for etageboliger i 2030. Varmeforbrug pr. kvadratmeter i boliger er samlet set faldet siden 2010 og forventes at falde yderligere frem mod og efter 2030. Udviklingen er påvirket af, at husholdningerne løbende energieffektiviserer de eksisterende boliger, og at nye boliger kræver mindre energi til opvarmning pr. kvadratmeter end den eksisterende bygningsmasse. Desuden forventes som nævnt oven for et skift mod opvarmningsformer, der indebærer et mindre konverteringstab i varmeinstallationer, som fx varmepumper og fjernvarme.

Opvarmning i husholdninger - udledninger

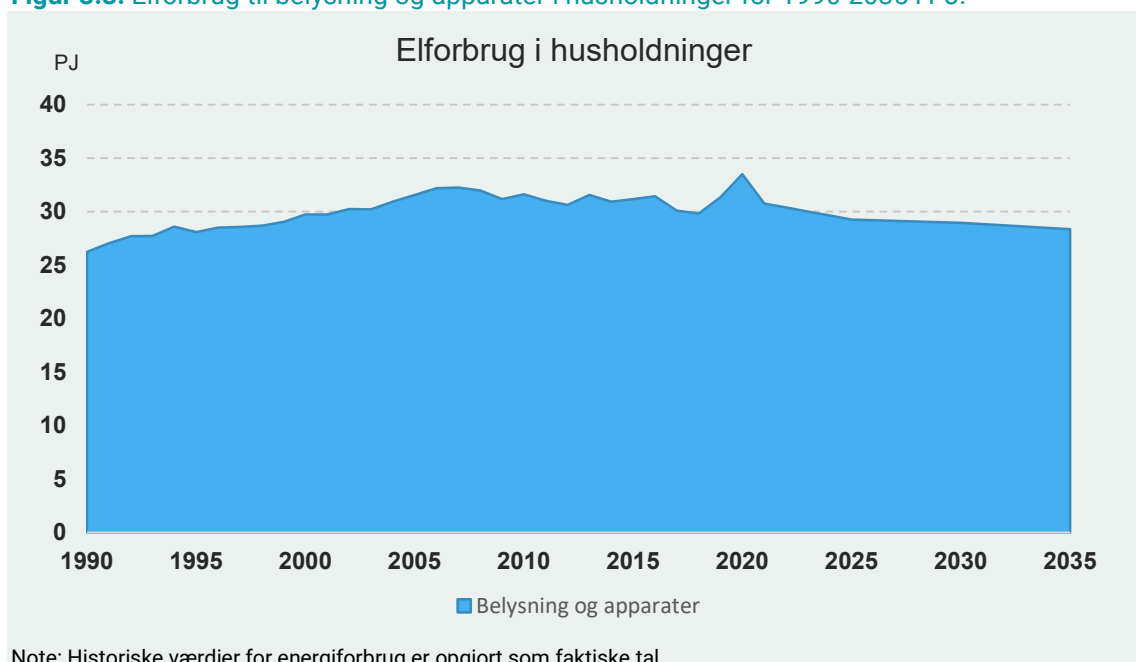
CO₂e-udledningen forbundet med opvarmning af både enfamiliehuse og etageboliger forventes at falde med ca. 90 pct. frem mod 2030, og faldet forventes at fortsætte. Konverteringen væk fra oliefyr og gasfyr og mod opvarmningsformer, der udleder mindre CO₂e, forventes at bidrage med en reduktion på 1,1 mio. ton CO₂e i 2030 i forhold til 2019. Ud over reduktioner på baggrund af konverteringer til renere opvarmningsformer forventes en reduktion i udledningerne fra husholdningers individuelle opvarmning på baggrund af en øget VE-andel i ledningsgassen. Sammenlignet med en situation, hvor ledningsgassen er 100 pct. fossil, bidrager den forventede VE-andel i ledningsgassen med en reduktion i husholdningernes udledning på 0,5 mio. ton CO₂e i 2030 i forhold til 2019.

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 antages at være bestemt af støtten til bionaturgas, og ikke af efterspørgslen på ledningsgas (jf. sektornotat 7B).

Elforbrug i husholdninger

Elforbrug i husholdninger anvendes både til belysning og apparater samt til opvarmning med varmepumper og elpaneler. Elforbrug til opvarmning er behandlet ovenfor, så dette afsnit ser udelukkende på elforbrug til belysning og apparater.

Figur 3.3 viser, at elforbruget til belysning og apparater i husholdninger stiger med 19 pct. fra 1990 til 2019. Elforbruget stiger yderligere til 2020 og forventes at falde derefter. Faldet fortsætter efter 2025, men i et lavere tempo. Det høje forbrug i 2020 kan skyldes øget hjemmearbejde i forbindelse med covid-19. Fremskrivningen tager udgangspunkt i niveauet for 2019. Udviklingen efter 2020 skyldes et forventet udløb af effekten af Ecodesign krav på el-apparaters effektivitet omkring 2025, fx i form af at potentialet for at udskifte gammel belysning med LED-pærer efterhånden er udtømt.

Figur 3.3: Elforbrug til belysning og apparater i husholdninger for 1990-2035 i PJ.

Udviklingen i elforbruget til belysning og apparater drives af antal husholdninger, udvikling i apparatbestand pr. husholdning og udvikling i apparaternes effektivitet.

Antallet af husholdninger forventes at stige med ca. 9 pct. frem til 2035, svarende til ca. 250.000 husstande. Det samlede fald i elforbrug til belysning og apparater er sammensat af et stigende antal husholdninger, et nogenlunde uændret antal apparater pr. husholdning og en stigende effektivitet for alle apparattjenester. Den forventede effektivitetsstigning er stor nok til at udligne stigningerne, som de øvrige drivere giver anledning til, og endda stor nok til at resultere i et faldende elforbrug til belysning og apparater i husholdningerne.

3.3 Usikkerhed

I husholdningssektoren udgør den fremtidige udvikling i adfærd en stor usikkerhed. Husholdningerne består af mange forskellige aktører med forskellige præferencer, som ikke nødvendigvis har den nødvendige information eller de nødvendige forudsætninger til at træffe rationelle beslutninger i forhold til valg af opvarmningsform eller elforbrug. 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.

Derudover er der usikkerhed om fremskrivning af parametre, som er afgørende for det fremtidige energiforbrug, som fx antallet af husholdninger, antal opvarmede kvadratmeter mv.



4 Transport

Med mindre vi cykler eller går, er al transport forbundet med et energiforbrug, der påvirker vores energisystem og dermed potentielt også udledningen af drivhusgasser. Transportsektorens udvikling drives dels af alle de vidt forskellige behov for at transportere mennesker og varer, dels ud fra regler og politiske tiltag på området, samt den teknologiske udvikling.

Transportsektoren omfatter både individuel og kollektiv persontransport samt godstransport fordelt på følgende transportkategorier²⁵:

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

Transportsektoren udledte i 2019 13,5 mio. ton CO₂e, svarende til ca. 28 pct. af Danmarks samlede udledninger. Sektorens udledninger forventes frem mod 2025 at falde til 12,4 mio. ton CO₂e, og derefter yderligere til 10,7 mio. ton og 8,8 mio. ton i hhv. 2030 og 2035. Sektorens andel af de samlede udledninger forventes dog at forblive omkring 30 pct., eftersom Danmarks samlede udledninger også bliver mindre.

Den forventede udvikling i sektorens udledninger er primært et resultat af den forventede udvikling i vejtransporten, da vejtransporten står for langt størstedelen af de

²⁵ Indenrigs luft- og søfart omfatter indenrigsruter samt ruter mellem Danmark og hhv. Grønland og Færøerne. I overensstemmelse med FN's opgørelsesmetode indgår udledninger fra udenrigs luft- og søfart ikke i det danske klimaregnskab, men er beskrevet i Global Afrapportering 2022, som udkommer parallelt med KF22.

samlede udledninger fra transportsektoren. Udviklingen i vejtransporten afhænger særligt af følgende faktorer:

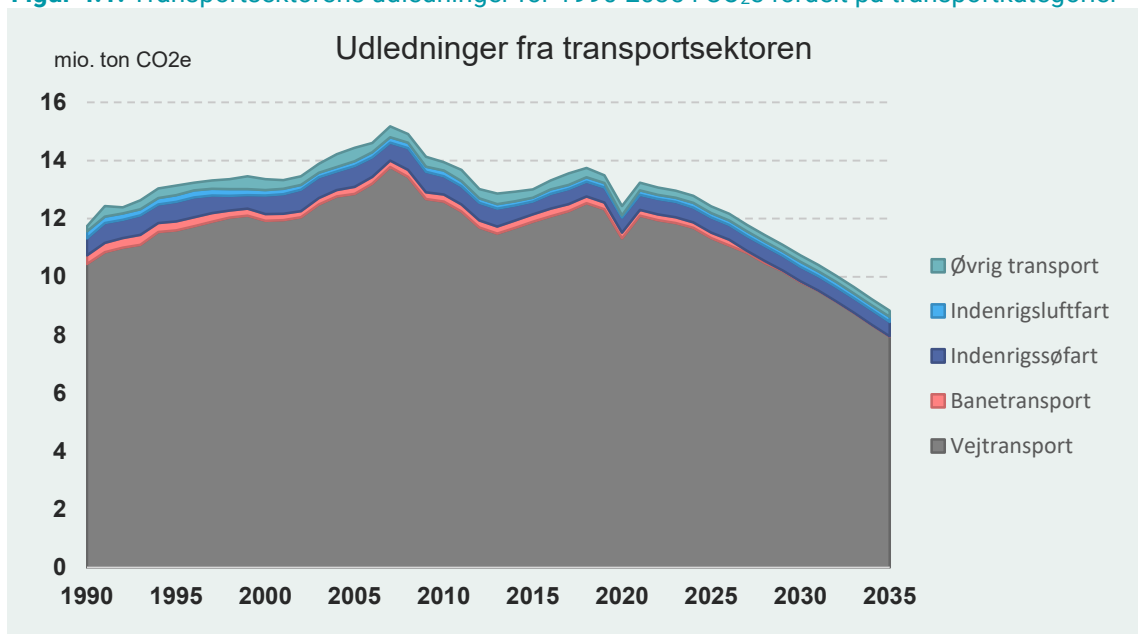
- Voksende trafikarbejde (antal kørte kilometer stiger)
- Elektrificering af vejtransporten gennem omstilling fra konventionelle til eldrevne køretøjer.
- Iblanding af VE-brændstoffer²⁶ i benzin og diesel
- Forbedret energieffektivitet for nye konventionelle køretøjer

Til trods for et stadig voksende trafikarbejde i vejtransporten, forventes udledningerne at falde som følge af elektrificering, øget iblanding af VE-brændstoffer samt mere effektive konventionelle køretøjer.

4.1 Transportsektorens udledninger

Udviklingen i transportsektorens samlede drivhusgasudledninger er præsenteret i figur 4.1, som viser de historiske og de fremskrevne udledninger i perioden 1990-2035 fordelt på transportkategorier. Det bemærkes, at der i fremskrivningerne ikke er taget eksplicit højde for eventuelle langtidseffekter af covid-19 for de enkelte transportkategorier.

Figur 4.1: Transportsektorens udledninger for 1990-2035 i CO₂e fordelt på transportkategorier



Udledninger fra vejtransporten

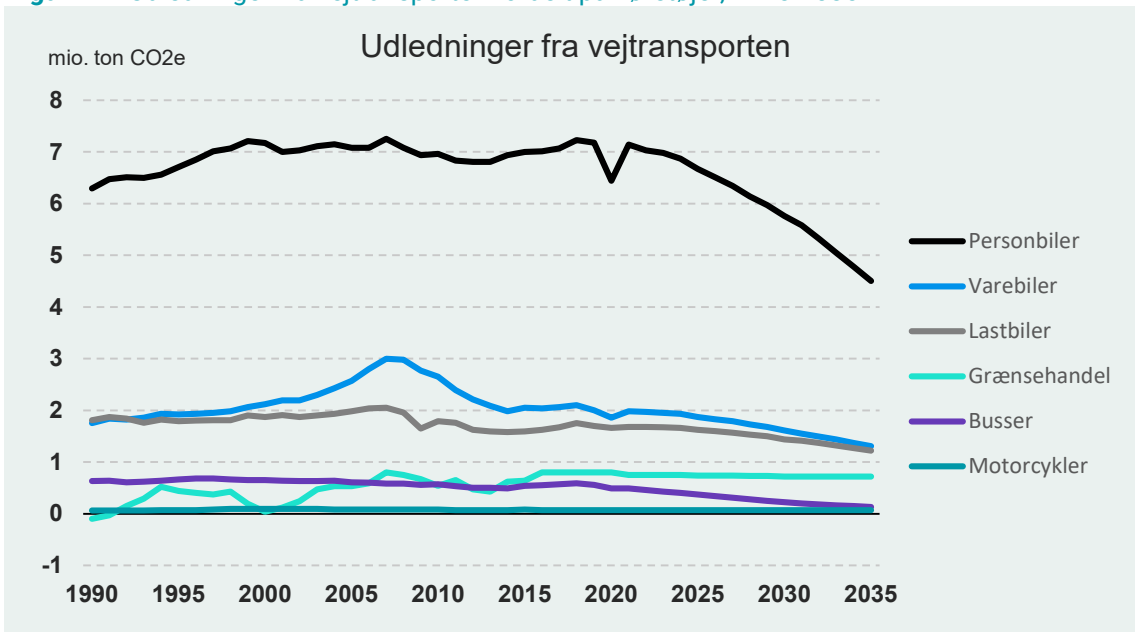
I 2019 udledte vejtransporten 12,3 mio. ton CO₂e svarende til 91 pct. af transportsektorens samlede udledninger. Vejtransportens udledninger faldt til 11,3 mio. ton CO₂e i 2020, primært som følge af covid-19. Udledningerne forventes at stige i 2021, for derefter at aftage gradvist frem mod 2025, hvor udledningerne forventes at ligge på samme niveau som i 2020. På den anden side af 2025 begynder udledningerne at falde mærkbart, og i 2030 forventes udledningerne fra vejtransporten at være 9,8

²⁶ VE-brændstoffer (brændstoffer produceret på grundlag af vedvarende energikilder) er i notatet en fællesbetegnelse for både biomassebaserede brændstoffer (fx biodiesel og bioethanol) og brændstoffer produceret vha. elektrolyse (Power-to-X-teknologi).

mio. ton CO₂e, et fald på ca. 20 pct. i forhold til 2019. Frem mod 2035 falder udledningerne yderligere til 7,9 mio. ton CO₂e.

Personbiler står for hovedparten af vejtransportens udledninger, 58 pct. i 2019, efterfulgt af varebiler og lastbiler. Dette fremgår af figur 4.2, som viser udledningen af drivhusgasser fra vejtransporten opdelt på køretøjstyper samt grænsehandel²⁷. Personbilerne er samtidig den køretøjskategori, hvor det forventede fald i udledningerne er størst, både i absolutte tal og relativt til størrelsen af udledningerne.

Figur 4.2: Udledninger fra vejtransporten fordelt på køretøjer, 1990-2035



Udledningerne fra vejtransporten er afhængig af aktiviteten i sektoren, dvs. efterspørgslen på person- og godstransport på vejnettet, samt hvordan efterspørgslen dækkes i forhold til køretøjstype og køretøjsbestandenes sammensætning på teknologier og drivmidler. Efterspørgslen på vejtransport er opgjort som trafikarbejdet (antal kørte køretøjskilometer) og forventes at vokse i takt med den generelle økonomiske vækst samt en øget befolkning. Det samlede trafikarbejde for hele vejtransporten forventes at stige med ca. 20 pct. fra 2020 til 2035 og omfatter blandt andet effekterne af 'Aftale om infrastrukturplan 2035'.

På trods af den fortsatte stigning i trafikarbejdet forventes en reduktion i udledningen af drivhusgasser fra alle køretøjstyper. Det forventede fald i udledningerne fra vejtransporten skyldes overvejende en omstilling til eldrevne køretøjer, øget iblanding af VE-brændstoffer samt en fortsat energieffektivisering af konventionelle køretøjer. Indfasningen af eldrevne køretøjer forventes at gå hurtigst for personbiler, men salget af elvarebiler, -lastbiler og -busser forventes ligeledes at tage fart, særligt på den anden side af 2030. Udviklingen i bestanden af de forskellige typer køretøjer beskrives nærmere i afsnit 4.2.

²⁷ 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 opgjort særskilt og fastholdes i fremskrivningsperioden på 2019-niveau. Det bemærkes, at der er tale om et skønnet niveau, da grænsehandlen ikke kan opgøres eksakt.

Udledninger fra banetransport, indenrigs luft- og søfart

I 2019 udledte banetransporten 0,2 mio. ton CO₂e, svarende til ca. 2 pct. af transportsektorens udledninger. På trods af en forventning om udvidelse af togdriften, reduceres udledningerne betydeligt efter 2025 i takt med, at fjern- og regionaltog, som står for hovedparten af udledningerne, elektrificeres. I 2030 forventes udledningerne fra banetransporten at være 0,02 mio. ton CO₂e, altså blot en tiendedel af i dag, mens der i 2035 ingen udledninger vil være. De sidste dieseltog forventes udfaset lige efter 2030.

Udledningerne fra indenrigsluftfarten forventes at stige fra 0,15 mio. ton CO₂e i 2019, svarende til 1,1 pct. af transportsektorens samlede udledninger, til hhv. 0,16 og 0,17 mio. ton CO₂e i 2025 og 2030. Fra 2030 til 2035 forventes udledningerne at være uændrede. Den relativt lille stigning i udledningerne skyldes en forventet stigning i efterspørgslen på indenrigsflyvninger, som alt andet lige øger forbruget af jet fuel. Dette modsvares dog delvist af en forventet forbedring af energieffektiviteten. Flybranchen har udmeldt planer for iblanding af VE-brændstoffer frem mod 2030, men da dette ikke vurderes driftsøkonomisk rentabelt uden yderligere regulering, og udmeldingerne ikke er bindende, er det ikke indregnet i fremskrivningen. Ligeledes er der ikke taget højde for de seneste udmeldinger fra regeringen vedr. grøn luftfart, der ved udarbejdelsen af KF22 endnu ikke er udmøntet i konkrete tiltag.

For indenrigssøfarten forventes en mindre reduktion i udledningerne fra 0,52 mio. ton CO₂e i 2019, svarende til 3,9 pct. af transportsektorens samlede udledninger, til hhv. 0,51 og 0,50 mio. ton CO₂e i 2025 og 2030. Reduktionen sker som følge af elektrificering af en række færgeruter, blandt andet drevet af puljen for grøn omstilling af indenrigsfærger. Fra 2030 til 2035 forventes udledningerne at være stort set uændrede. I forhold til VE-brændstoffer, fx ammoniak eller metanol til søfart, er der i KF22 ikke indlagt forventning om en indfasning af disse alternativer. Det skyldes kombinationen af, at KF22 har en frozen policy tilgang og at de alternative brændstoffer vil være forbundet med en anseelig merpris herunder krav til investeringer i infrastruktur mv.

4.2 Effektiviseringer og teknologiudvikling

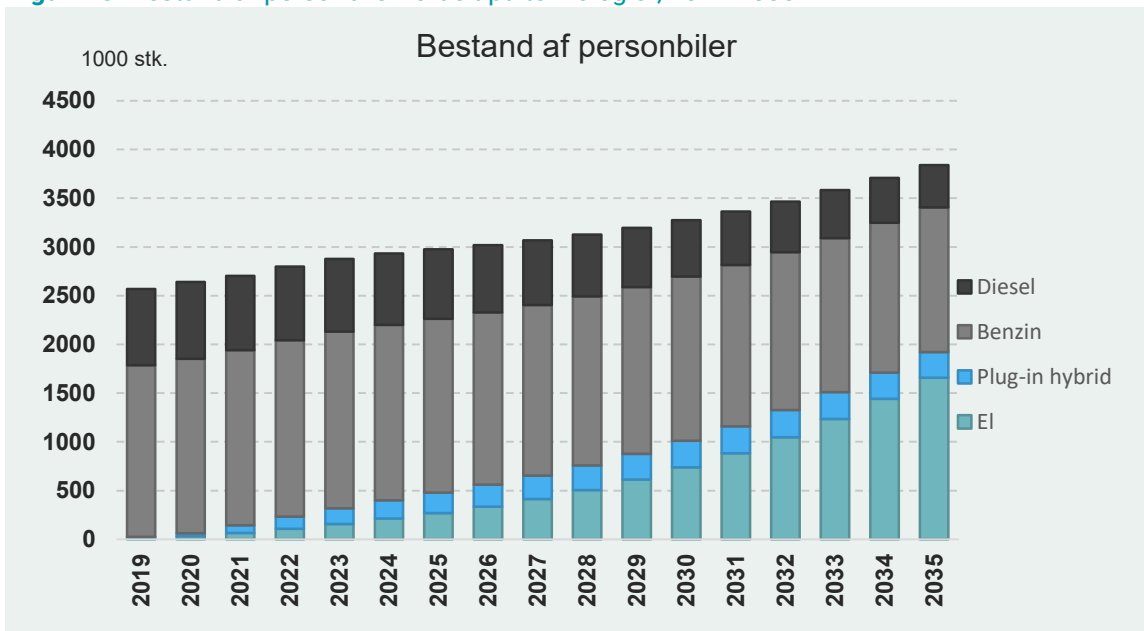
Det forventede fald i udledningen af drivhusgasser fra transportsektoren er drevet af udviklingen i vejtransporten, som gennemgås i afsnittene nedenfor.

Udbredelse af nul- og lavemissionskøretøjer i vejtransporten

Udviklingen er i høj grad drevet af EU's CO₂-forordninger om krav til udledninger fra salget af fabriksnye person-, vare- og lastbiler. Kravene strammes løbende frem mod 2030 og for at undgå store bøder, forventes køretøjsproducenterne både at skulle accelerere produktionen og salget af nul- og lavemissionskøretøjer, hvilket hovedsageligt vil sige køretøjer med el- og plug-in hybridteknologi, samt forbedre brændstofeffektiviteten for deres konventionelle benzin- og dieselkøretøjer. Forordningerne fremmer dermed den teknologiske udvikling, reducerer priserne på nul- og lavemissionskøretøjer og øger udvalget heraf. Sammen med forventningen om en udbygning af den offentligt tilgængelige opladeinfrastruktur, som bl.a. understøttes af 'Udmøntning af pulje til grøn transport', betyder disse faktorer, at nul- og lavemissionskøretøjer kan dække flere forbrugere og virksomheders behov og præferencer. Salget af især eldrevne køretøjer forventes derfor at stige betydeligt.

For personbiler er der sket en teknologisk og markedsmæssig udvikling, som, sammen med en række lempelser i bilafgifterne, har medført, at salget af el- og plug-in hybridbiler er steget markant de seneste år. I 2021 udgjorde elbiler 13 pct. af nysalget og plug-in hybridbiler udgjorde 22 pct. Inden for et par år forventes salget af elbiler at overstige salget af plug-in hybridbiler, primært som følge af, at afgiftslemplerne for plug-in hybridbiler udfases hurtigere end for elbiler, udvalget af elbiler stiger betydeligt samtidig med, at rækkevidden og oplademulighederne øges. I 2030 forventes ca. 54 pct. af nysolgte personbiler at være elbiler og ca. 6 pct. plug-in hybridbiler. Denne udvikling forventes at øge andelen af el- og plug-in hybridbiler i personbilsbestanden til ca. 31 pct. i 2030, svarende til omkring 1 mio. el- og plug-in hybridbiler. Heraf er ca. 740.000 rene elbiler. I 2035 forventes halvdelen af alle personbiler i Danmark at være enten en el- eller plug-in hybridbil med en klar overvægt af rene elbiler. Elbiler forventes således at udgøre 43 pct. af den samlede personbilsbestand i 2035. Udviklingen er vist i figur 4.3.

Figur 4.3: Bestand af personbiler fordelt på teknologier, 2019-2035



En tilsvarende udvikling mod flere eldrevne køretøjer forventes i de øvrige køretøjskategorier. Udviklingen for varebilerne forventes at følge personbilernes udvikling relativt nært, men med en vis forsinkelse. I 2021 udgjorde elvarebiler lige under 5 pct. af det samlede varebilssalg, mens plug-in hybridvarebiler udgjorde ca. 1 pct. Disse andele forventes at stige til hhv. 34 pct. for elvarebiler og 5 pct. for plug-in hybridvarebiler i 2030, og yderligere til hhv. 54 pct. og 5 pct. i 2035.

Busser følger et særligt forløb. For rutebusser, som indføres i takt med udbud af offentlige kontrakter til buskørsel, forventes en hurtig omstilling til el og et fortsat relativt lavt salg af gasbusser. For turistbusserne, som udgør cirka halvdelen af busbestanden, er forventningen til indfasning af el langt lavere. Samlet set for busser forventes ca. 57 pct. af nysalget i 2030 af være elbusser stigende til ca. 72 pct i 2035.

For lastbiler har der indtil for nylig været lave forventninger til mulighederne for elektrificering. På det seneste, i takt med den hastige udvikling af både batterier, drivlinier (motorer/transmissioner) og infrastruktur, er der internationalt en øget

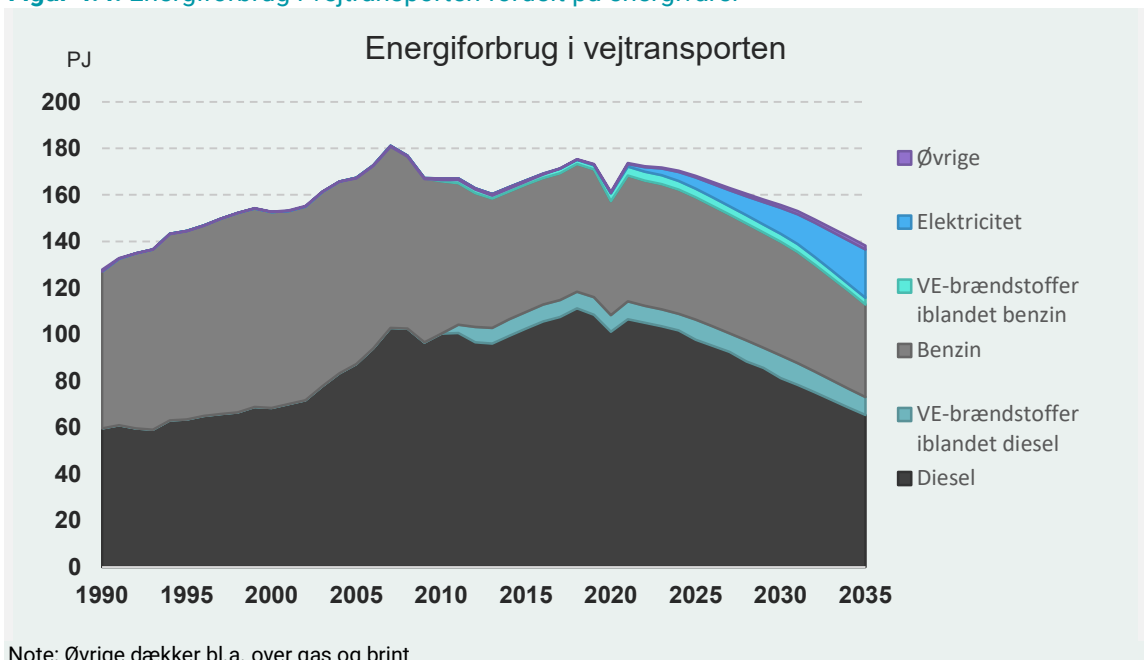
forventning til, at lastbiler med elektriske drivlinjer og batterier bliver en realistisk løsning, også i de tungere segmenter. I KF22 forventes salget af ellastbiler at stige til 15 pct. af nysalget i 2030 og 35 pct. af nysalget i 2035.

Til trods for den relativt progressive elektrificering af vejtransporten, forventes der fortsat at være et relativt stort salg af konventionelle køretøjer frem mod 2035. Der forventes således stadig at være behov og præferencer blandt køberne i forhold til fx lasteevner, rækkevidde, præstationer m.v., der bedst imødekommes af de konventionelle teknologier.

Energiforbrug i vejtransporten

Vejtransportens energiforbrug er et produkt af aktiviteten i sektoren kombineret med køretøjernes energieffektivitet. De hidtidige effektiviseringer i de konventionelle køretøjer har ikke været tilstrækkelige til at imødegå det stigende energiforbrug, der har fulgt væksten i efterspørgslen på transport. Med den forventede elektrificering vil denne tendens knække i fremskrivningsperioden og energiforbruget falder frem mod 2035, som vist i figur 4.4, hvor energiforbruget er fordelt på energivarer. Det samlede energiforbrug fra vejtransporten forventes at falde fra ca. 173 PJ i 2019 til 156 PJ i 2030 og 138 PJ i 2035. En del af energiforbruget vil være VE-brændstoffer som følge af et dansk CO₂e-fortrængningskrav, der gradvist skærpes frem mod 2030, jf. sektornotat 4B.

Figur 4.4: Energiforbrug i vejtransporten fordelt på energivarer



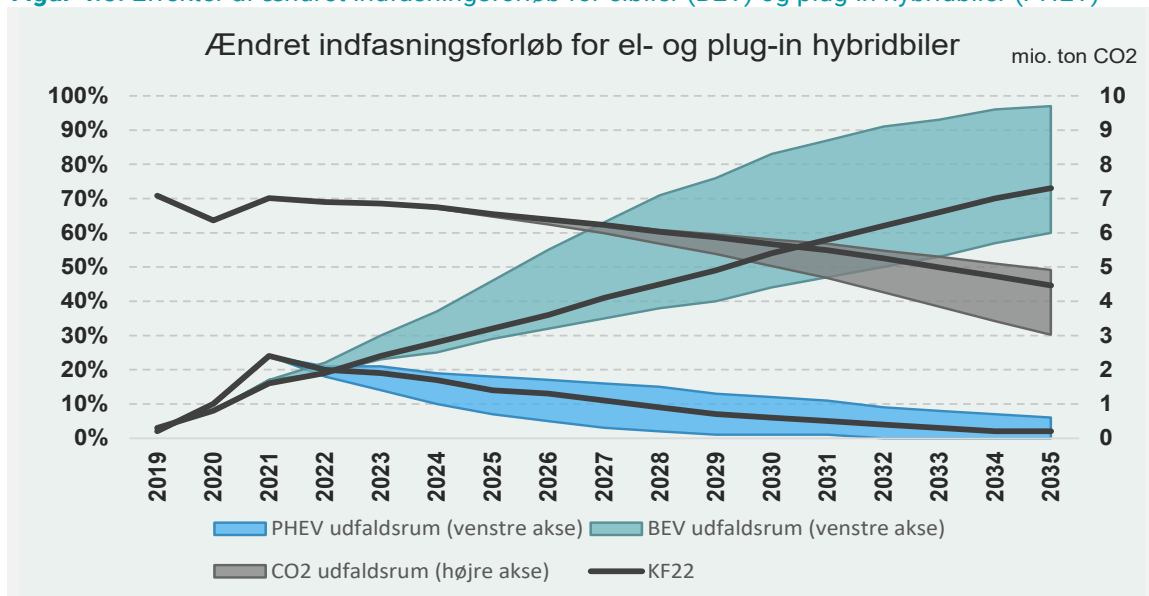
4.3 Usikkerhed

Fremskrivning af transportens energiforbrug og udledninger 15 år frem 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.

Der er til KF22 udført forskellige følsomhedsberegninger for vejtransporten, som afspejler effekten på udledningerne af ændringer i udvalgte forudsætninger med betydning for indfasningsforløbet for nul- og lavemissionskøretøjer, jf. sektornotat 4A.

For at anskueliggøre usikkerheden forbundet med tempoet for den igangværende omstilling af personbiler fra konventionelle til nul- og lavemissionsbiler, er der beregnet to alternative salgsforløb for el- og plug-in hybridbiler. Dels et forceret forløb, hvor tidspunktet for, hvornår forbrugerne bredt set anser elbiler som alternativ til benzin- og dieselbiler, er fremrykket 5 år fra 2030 til 2025, og dels et forløb hvor tidspunktet tilsvarende er forsinket 5 år. Resultatet af dette er vist i figur 4.5.

Figur 4.5: Effekter af ændret indfasningsforløb for elbiler (BEV) og plug-in hybridbiler (PHEV)



Hvis forbrugerens præferencer for elbiler således øges i forhold til antagelsen i KF22, vil det medføre et øget salg af elbiler, som erstatter salget af de øvrige teknologier, deriblandt også plug-in hybridbiler. Omvendt vil et scenarie, hvor forbrugernes præferencer for elbiler reduceres, betyde et lavere salg af elbiler til fordel for de øvrige teknologier, heriblandt plug-in hybridbiler. Disse alternative forløb giver i 2030 anledning til en salgsandel på hhv. 83 og 1 pct. for el- og plug-in hybridbiler i det fremrykkede forløb og 43 og 12 pct. i det forsinkede forløb. Effekten på udledningerne ift. KF22 er asymmetrisk, hvilket vil sige, at fremrykkede præferencer for elbiler giver anledning til en reduktion ift. KF22 på cirka 0,65 mio. tons i 2030 og 1,44 mio. tons i 2035, mens en forsinkelse kun giver anledning til hhv. 0,12 mio. tons og 0,45 mio. tons større udledning i 2030 og 2035.

Udviklingen i trafikarbejdet har ligeledes betydning for de forventede udledninger fra vejtransporten. Der er opstillet to alternative forløb til det centrale KF22-forløb, hvor

trafikarbejdet vokser hhv. hurtigere, svarende til den historiske vækst i perioden 2010-2020, og langsommere, svarende til Landstrafikmodellens basisfremskrivning. Forskellen mellem det nedre og det øvre spænd giver anledning til et udfaldsrum i udledningerne på ca. 0,51 mio. ton CO₂e i 2030 og 0,73 mio. ton CO₂e i 2035.

Der er endvidere stor usikkerhed forbundet med den adfærd, der er knyttet til plug-in hybridbilers mulighed for opladning og kørsel på el. I KF22 er det antaget, at 50 pct. af kørslen foregår på el. Hvis andelen af plug-in hybridbilernes kørsel på el ændres til hhv. 35 pct. og 65 pct. giver det anledning til et spænd i udledningerne på ca. 0,2 mio. ton CO₂e i 2030 og 0,16 mio. ton CO₂e i 2035.



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. Detail- og engroshandel omfatter handel fra supermarkeder til bilforhandlere.

Langt hovedparten af sektorens energiforbrug er el og fjernvarme, hvis udledninger opgøres i kapitel 8, ligesom udledninger knyttet til transport opgøres i transportkapitlet. Servicesektorens udledninger kommer derfor hovedsageligt fra ledningsgas brugt til individuel opvarmning, mens der også tidligere har været en betydelig udledning af F-gasser.

Servicesektoren udledte i 2019 og 2020 hhv. 0,9 og 0,8 mio. ton CO₂e, svarende til knap 2 pct. Danmarks samlede udledning. I 2025, 2030 og 2035 forventes sektoren at udlede hhv. 0,6, 0,2 og 0,2 mio. ton CO₂e svarende til ca. 1 pct. af den samlede danske udledninger i de tre år.

Udviklingen i udledninger skyldes især følgende faktorer:

- Udfasning af ledningsgas gennem konvertering til varmepumper til rumvarme
- Øget VE-andel i ledningsgassen, der sænker udledningen fra det resterende ledningsgasforbrug

Datacentre hører under branchen privat service, og udbygges betydeligt i disse år. Datacentrene bidrager til et væsentligt øget elforbrug i servicesektoren i 2030, men

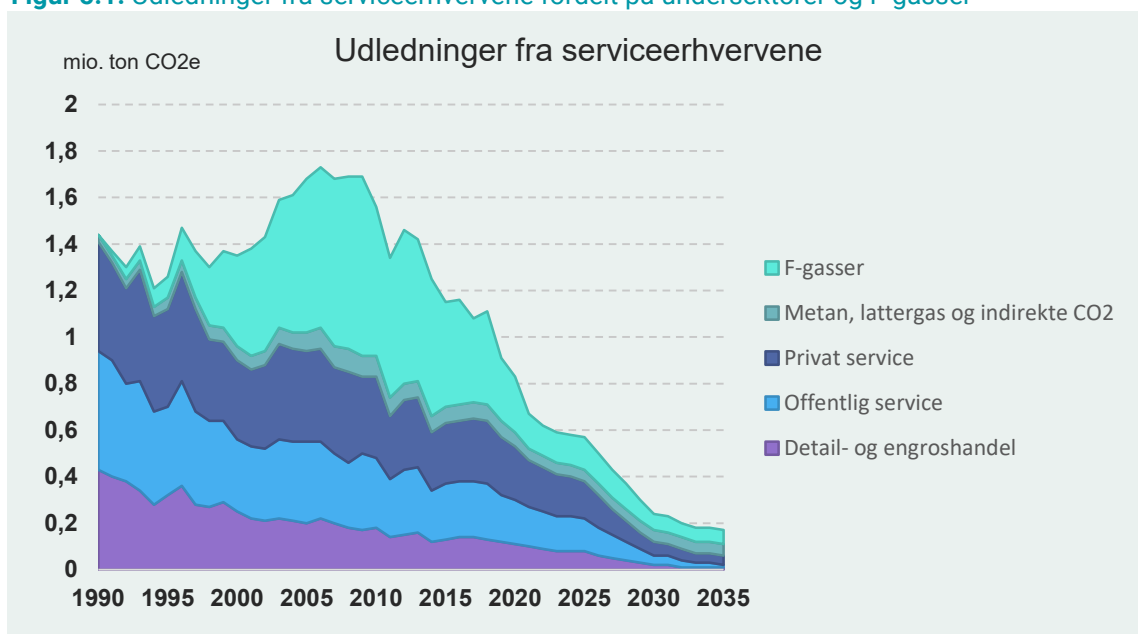
udledningerne forbundet hermed indgår, som det også er tilfældet for sektorens øvrige el- og fjernvarmeforbrug, i kapitel 8 om el- og fjernvarmesektoren.

5.1 Servicesektorens udledninger

Størstedelen af energiforbruget er elforbrug, mens sektorens udledninger i dag hovedsageligt kommer fra fossile brændsler brugt til rumvarme.

Servicesektorens samlede udledninger er vist i figur 5.1. Sektorens udledninger omfatter både energirelaterede udledninger og F-gasser. 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 (jf. kap. 8).

Figur 5.1: Udledninger fra serviceerhvervene fordelt på undersektorer og F-gasser



Sektorens samlede udledninger ventes at falde til 0,2 mio. ton CO₂e i 2030 og 2035. Det svarer til et fald på hhv. 74 og 81 pct. ift. 2019. Frem til i dag har reduktionerne særligt været drevet af skift fra oliebaseret rumvarme til fjernvarme, mens den forventede reduktion frem mod 2030 og 2035 især skyldes øget VE-andel i ledningsgassen og konvertering fra gasfyr til varmepumper. I 2020 udgjorde udledninger fra ledningsgas to tredjedel af sektorens samlede udledning, men denne andel ventes at falde til ca. 30 pct. i 2030 og helt ned til 6 pct. i 2035, som følge af både skift fra gasfyr til varmepumper, og i lyset af den markante stigning i VE-andelen i ledningsgassen.

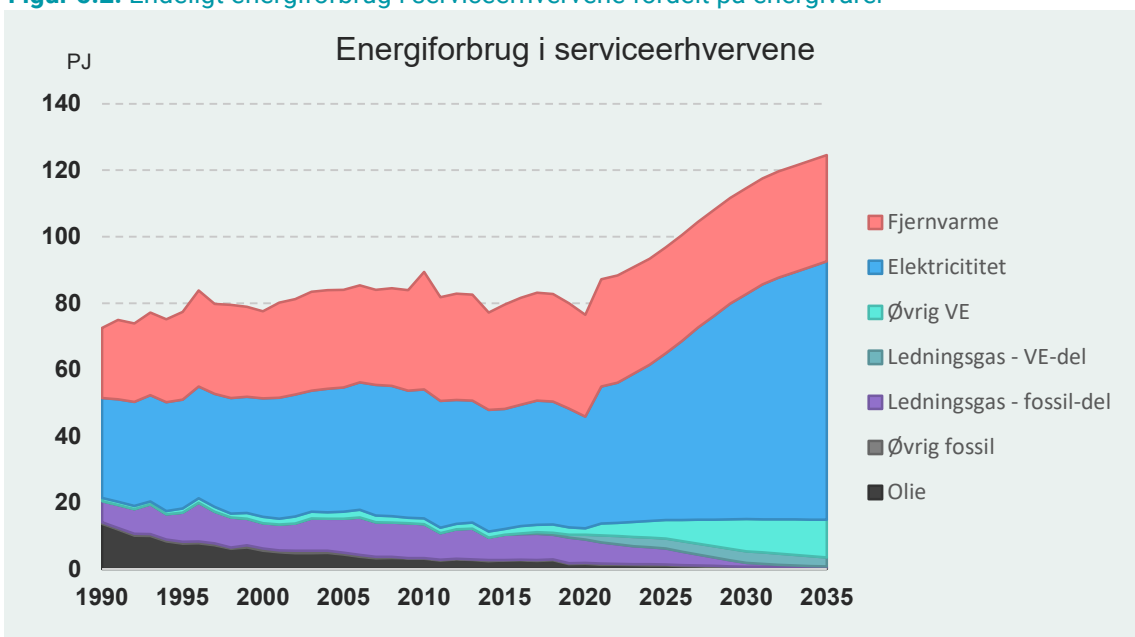
I 2025 stammer mere end halvdelen af udledningen fra rumvarme, med langt størstedelen heraf fra ledningsgas. Den tilbageværende udledning i 2030 er mere ligeligt fordelt mellem gasfyr til rumvarme, fossilt energiforbrug og affald til mellemtemperatur procesvarme, indirekte CO₂ fra mobile kilder og F-gasser. I 2035 er udledningen hovedsageligt fra affaldsforbrænding til mellemtemperatur procesvarme, indirekte CO₂ og F-gasser. Mellemtemperatur procesvarme bliver blandt andet brugt på hospitaler, vaskerier og i restaurantbranchen, mens indirekte CO₂ fra mobile kilder

knytter sig til ufuldstændig forbrænding fra brug af benzin til fx motorsave og plæneklippere. F-gasserne kommer særligt fra branchens køle- og fryseanlæg.

5.2 Effektiviseringer og teknologiskift

Selvom servicesektoren ikke står for mere end 2 pct. af de samlede udledninger, så bruger sektoren 13 procent af Danmarks samlede endelige energiforbrug, stigende til 20 pct. i 2035. Som det fremgår af figur 5.2 forventes det endelige energiforbrug i servicesektoren at stige fra 80 PJ i 2019 til 125 PJ i 2035. Stigningen i servicesektorens energiforbrug skyldes hovedsageligt opførsel af datacentre. I 2019 blev der brugt knap 1 PJ el i datacentre i Danmark, men det ventes at stige til ca. 27 PJ i 2030 og 35 PJ i 2035. I handel er der både et stort elforbrug til belysning og til køling og ventilation. 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. Generelt forventes der et stigende elforbrug til varmepumper. I 2019 udgjorde el 45 pct. af sektorens endelige energiforbrug stigende til 63 pct. i 2035. Dermed står servicesektoren for mere end 40 pct. af det samlede endelige elforbrug i 2035 med den nuværende fremskrivning.

Figur 5.2: Endeligt energiforbrug i serviceerhvervene fordelt på energivarer



Ledningsgas udgør størstedelen af servicesektorens fossile energiforbrug. Servicesektorens ledningsgasforbrug lå på 9 PJ i 2020, men forventes at falde til 5 PJ i 2030 og 3 PJ i 2035. Reduktionen i gasforbruget skyldes primært konvertering fra gasfyr til varmepumper. De udledninger, der henføres til dette, falder yderligere som følge af den markante stigning i VE-andelen i ledningsgassen. Ved at konvertere væk fra gas i f.eks. rumvarme, vil VE-andelen i det tilbageværende ledningsgasforbrug alt andet lige stige, hvilket vil føre til yderligere CO₂e-reduktioner.

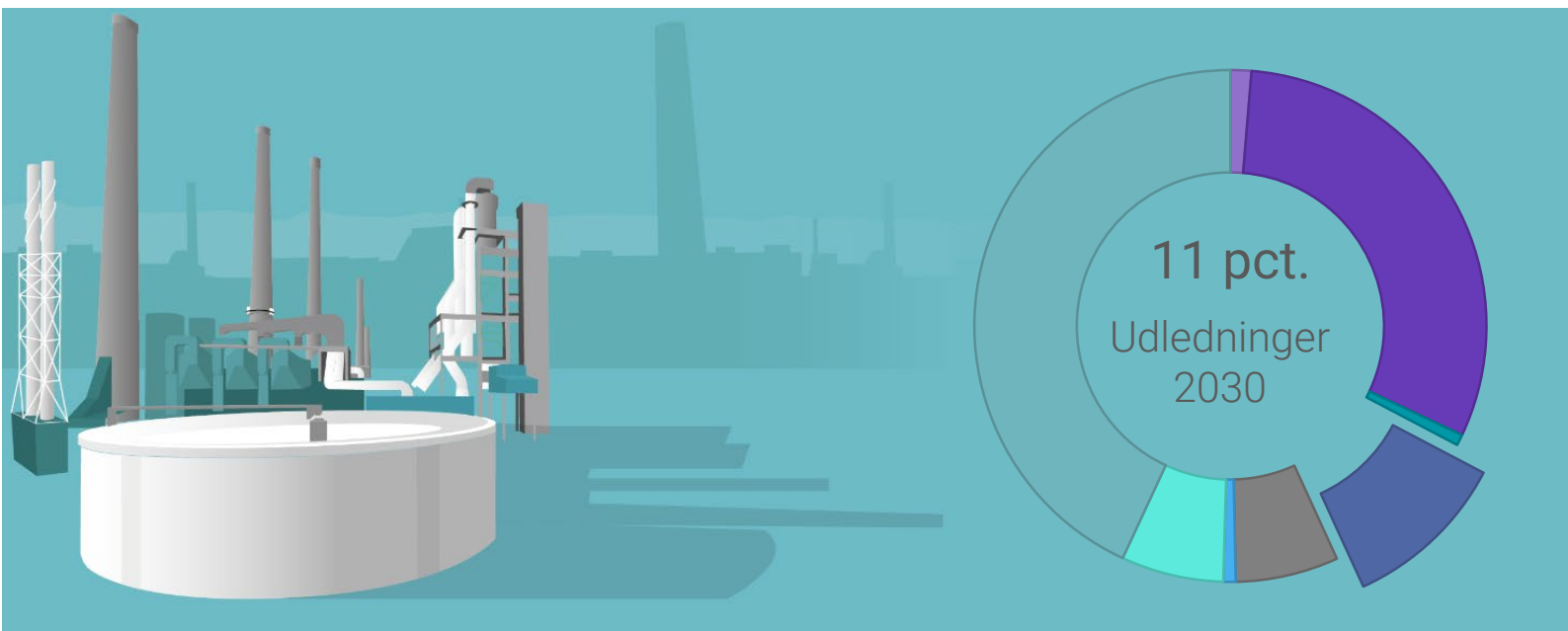
5.4 Usikkerhed

Inden for servicesektoren er der særlig stor usikkerhed forbundet med udbygning af datacentre, samt den fremtidige teknologiske udvikling og betydning heraf på datacentrenes elforbrug og forbrugsprofil.²⁸ Dette påvirker dog ikke udledningerne fra servicesektoren, da udledningerne fra elproduktion som nævnt ligger under el- og fjernvarmesektoren.

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

Fremskrivningen af indirekte CO₂, der særligt kommer i forbindelse med brugen af benzin, er lavet på baggrund af det historiske brug af benzin, hvilket kan betyde, at udledningen her fra overestimeres.

²⁸ Der kan læses mere om forudsætningerne brugt til fremskrivning af elforbruget i KF22 forudsætningsnotat 6A om datacentre.



6 Fremstillingserhverv og bygge-anlægssektoren

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

Fremstillings- og bygge-anlægssektoren udledte i både 2019 og 2020 5,1 mio. ton CO₂e svarende til hhv. 10,7 og 11,4 pct. af Danmarks samlede udledninger. I 2025, 2030 og 2035 forventes sektorerne at udlede hhv. 4,7, 3,7 og 3,2 mio. ton CO₂e svarende til 11,5, 10,9 og 10,4 pct. af Danmarks samlede udledninger. Den forventede udvikling i sektorens 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
- Øget VE-andel i ledningsgassen

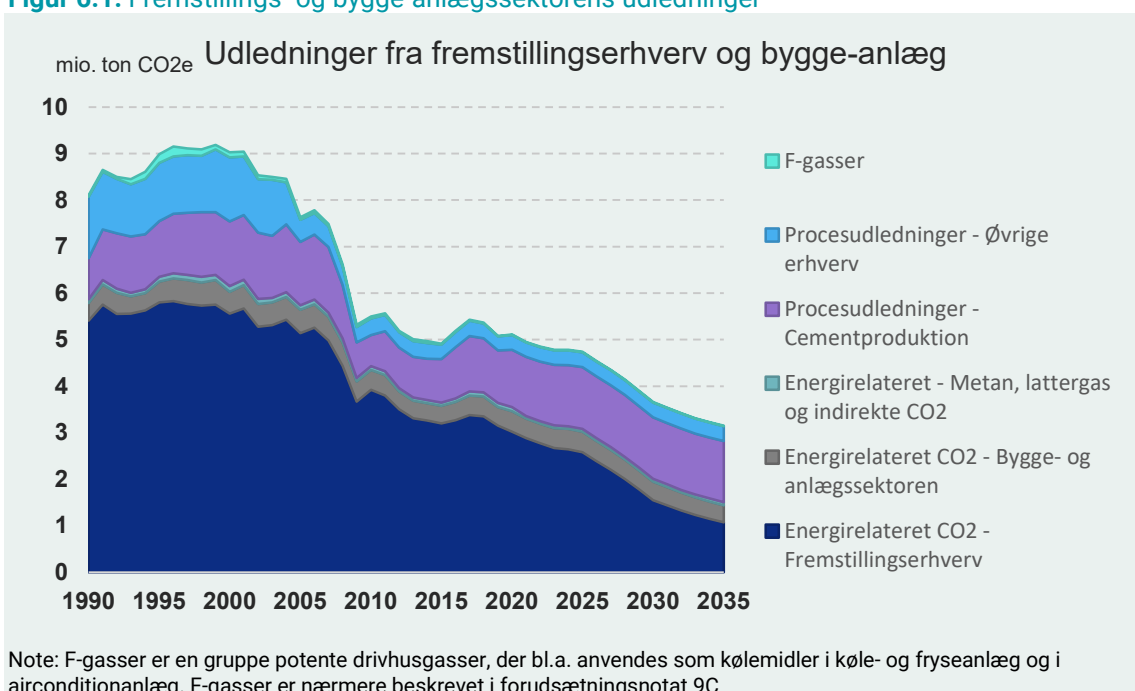
6.1 Fremstillings- og bygge-anlægssektorens udledninger

Udledningerne fra fremstillingserhvervene er karakteriseret ved at have en stor andel af procesudledninger i forhold til andre sektorer. *Procesudledninger* er udledninger, der fremkommer som produkt af en kemisk proces i produktionen. Den største kilde til procesudledninger er fremstillingsprocesser, hvor eksempelvis ler og kridt indgår som

råstof, fx ved produktion af cement og tegl gennem kalcinering af råstoffet ved høje temperaturer. Ved *energirelaterede udledninger* forstås udledninger som følge af anvendelse af fossile brændsler til produktionsprocesser, herunder procesvarme og intern transport.²⁹

De samlede udledninger fra fremstillings- og bygge-anlægssektoren i perioden 1990-2035 er vist i figur 1. Udledningerne omfatter både energirelaterede udledninger, procesudledninger samt en mindre andel F-gasser. De samlede udledninger er fra 1990 frem til 2020 faldet fra 8,1 til 5,1 mio. ton CO₂e svarende til et fald på 37 pct. for hele perioden. Frem mod hhv. 2025 og 2030 forventes sektoren at reducere udledningerne med yderligere hhv. 0,4 og 1,4 mio. ton CO₂e i forhold til i dag, og i 2035 forventes udledningerne at være reduceret til knap 3,2 mio. ton CO₂e.

Figur 6.1: Fremstillings- og bygge-anlægssektorens udledninger



Siden 1990 er der sket fald i udledningerne fra alle tre typer udledninger, men særligt de energirelaterede udledninger har bidraget til de samlede reduktioner. Frem imod 2025 og 2030 forventes de energirelaterede udledninger fortsat at blive reduceret, mens de procesrelaterede udledninger derimod forventes at stige en anelse. Dermed forskyder fordelingen mellem energirelaterede og procesrelaterede udledninger sig, således at de procesrelaterede udledninger fra sektoren i 2030 vil udgøre 45 pct. mod 30 pct. i dag, og i 2035 forventes de procesrelaterede udledninger at udgøre over halvdelen af udledningerne fra fremstillings- og bygge-anlægssektoren.

6.2 Effektiviseringer og teknologiskift

Reduktionerne i udledningerne er sket og vil fortsat ske på trods af forventninger om vækst i både fremstillingsindustrien og bygge- og anlægssektoren. De faldende

²⁹ 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 forsyningssektoren (se kap 8) og opgørelsen af udledninger fra olie, gas og VE-brændstoffer (se kap 7).

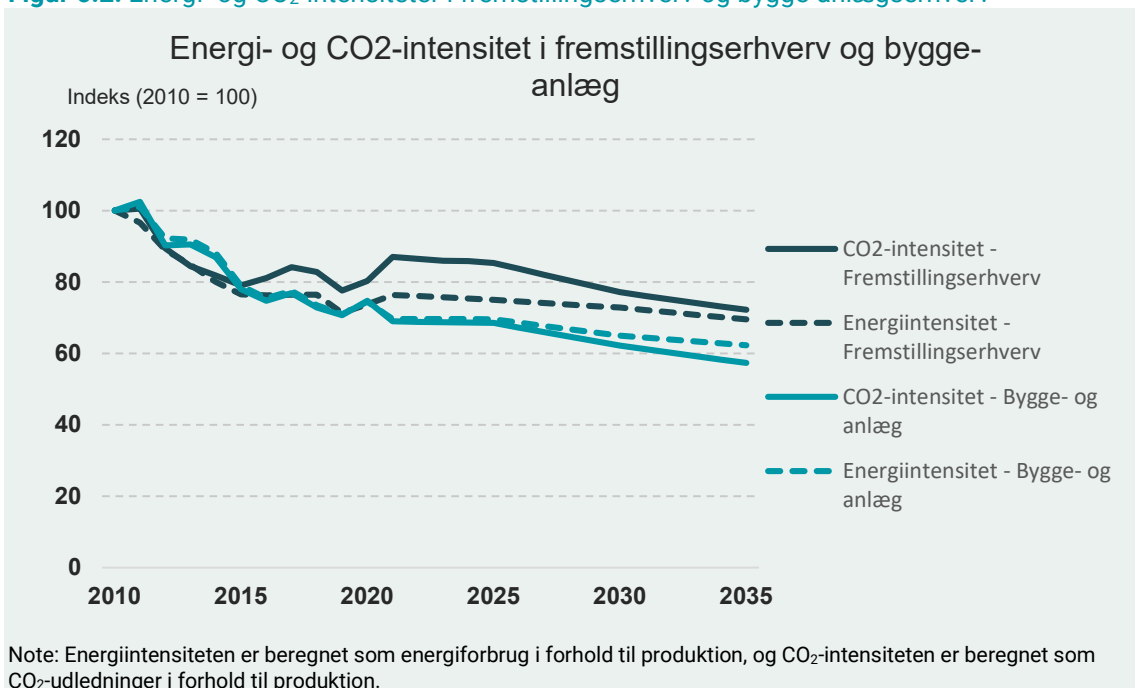
udledninger kan bl.a. forklares med energieffektiviseringer, og for så vidt angår den historiske udvikling også med strukturelle forskydninger mod mindre energiintensive brancher. En forventning om øget cementproduktion fremover trækker i modsatte retning, og er den afgørende faktor for de fortsat forventede, høje procesudledninger jf. ovenfor.

Energi- og CO₂-intensitet

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

Som det ses af figur 6.2, har både CO₂-intensiteterne og energiintensiteterne i fremstillingserhvervene og bygge-anlægserhvervene været faldende siden 2010, og denne udvikling forventes at fortsætte frem mod 2030 og videre frem til 2035, 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 at VE-andelen i ledningsgassen øges.

Figur 6.2: Energi- og CO₂-intensiteter i fremstillingserhverv og bygge-anlæg



En forventning om øget intern udnyttelse af overskudsvarme ved hjælp af varmepumper inden for fremstillingserhvervene fremover er også med til at forbedre CO₂-intensiteten. 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 fremstillingserhvervenes CO₂e-udledninger.

Figur 6.2 viser CO₂- og energiintensiteter med indekserede tal. Ser man i stedet på de faktiske udledninger, fremgår det, at bygge-anlægserhvervene anvender betydeligt

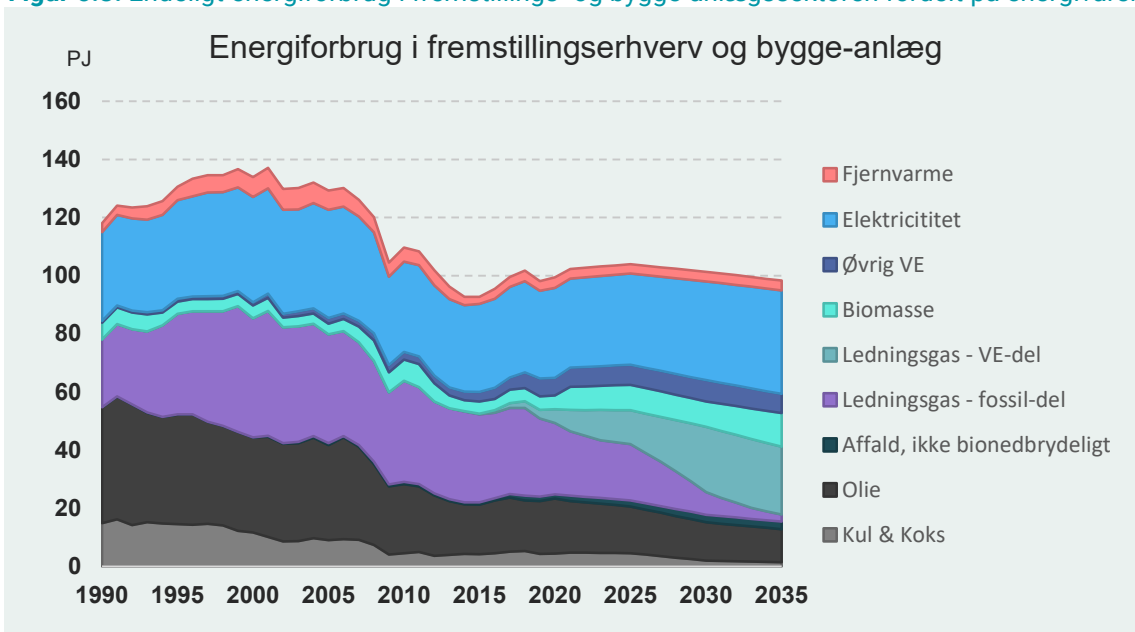
mindre energi og udleder mindre CO₂ pr. produceret enhed end fremstillingserhvervene. Fremstillingserhvervene har energi- og CO₂e-intensiteter på hhv. 0,11 PJ pr. mia. kr. og 6,7 kt CO₂e pr. mia. kr. i 2020 mens bygge- anlægserhvervenes tilsvarende intensiteter er på hhv. 0,02 PJ pr. mia. kr. og 1,3 kt CO₂e pr. mia. kr. Bygge-anlægserhvervene har altså et betydeligt mindre energiforbrug og CO₂e-udledning pr. produceret enhed end fremstillingserhvervene.

Energiforbrug

De energirelaterede udledninger i fremstillingserhvervene er karakteriseret ved, at der er en relativ stor udledning tilknyttet en række produktionsprocesser, hvor der er brug for høje temperaturer (over 150° grader), som opnås via direkte indfyring af brændsler. Derfor har der historisk set været en stor andel fossile brændsler i det endelige energiforbrug for fremstillings- og bygge-anlægssektoren, som vist i figur 6.3.

Andelen af fossile brændsler er dog på vej nedad. I 1990 bestod 66 pct. af fremstillings- og bygge-anlægssektorens energiforbrug af fossile brændsler, mens det i dag er 50 pct. I 2025 forventes andelen at være faldet til 40 pct. og i 2030 til 25 pct. Ser man helt frem til 2035 forventes andelen at være reduceret til 18 pct.

Figur 6.3: Endeligt energiforbrug i fremstillings- og bygge-anlægssektoren fordelt på energivarer



Inden 2030 forventes mængden af vedvarende energi i fremstillings- og bygge-anlægssektoren at overstige mængden af fossil energi (når der ses på de primære brændsler og ikke elektricitet og fjernvarme). Nedgangen i anvendelsen af fossile brændsler afspejler primært, at der forventes en væsentlig øget VE-andel i ledningsgassen, men også en stigning i anvendelsen af affald (herunder bionedbrydeligt affald), som fortrænger kul og petrokoks i cementproduktion.

Reduktioner i cementindustrien er særligt udfordrende, grundet det høje energiforbrug til højtemperaturprocesser. Højtemperaturprocesser kræver typisk direkte indfyring af brændsel eller skal ske ved temperaturer, hvor eksempelvis elektrificering ofte er vanskelig i eksisterende produktionsapparater. Det er muligt at benytte el til højtemperaturprocesser, men det vil ofte kræve en total udskiftning/ombygning af

produktionsapparatet. For den øvrige fremstillings- og bygge-anlægssektor ses der omvendt en elektrificering i primært mellemtemperaturprocesser og rumvarme ved hjælp af varmepumper.

Fra og med 2024 forventes et øget gasforbrug i fødevareindustrien som konsekvens af en ny gasforbindelse til sukkerfabrikkerne på Lolland. Ligeledes forventes der fra og med 2022 at komme et forbrug af ledningsgas i cementindustrien som følge af den nyetablerede gasforbindelse til Aalborg Portland. Det forventes, at cementindustrien vil have et gasforbrug på 2,7 PJ, ud af et samlet energiforbrug på 14,6 PJ i 2030.

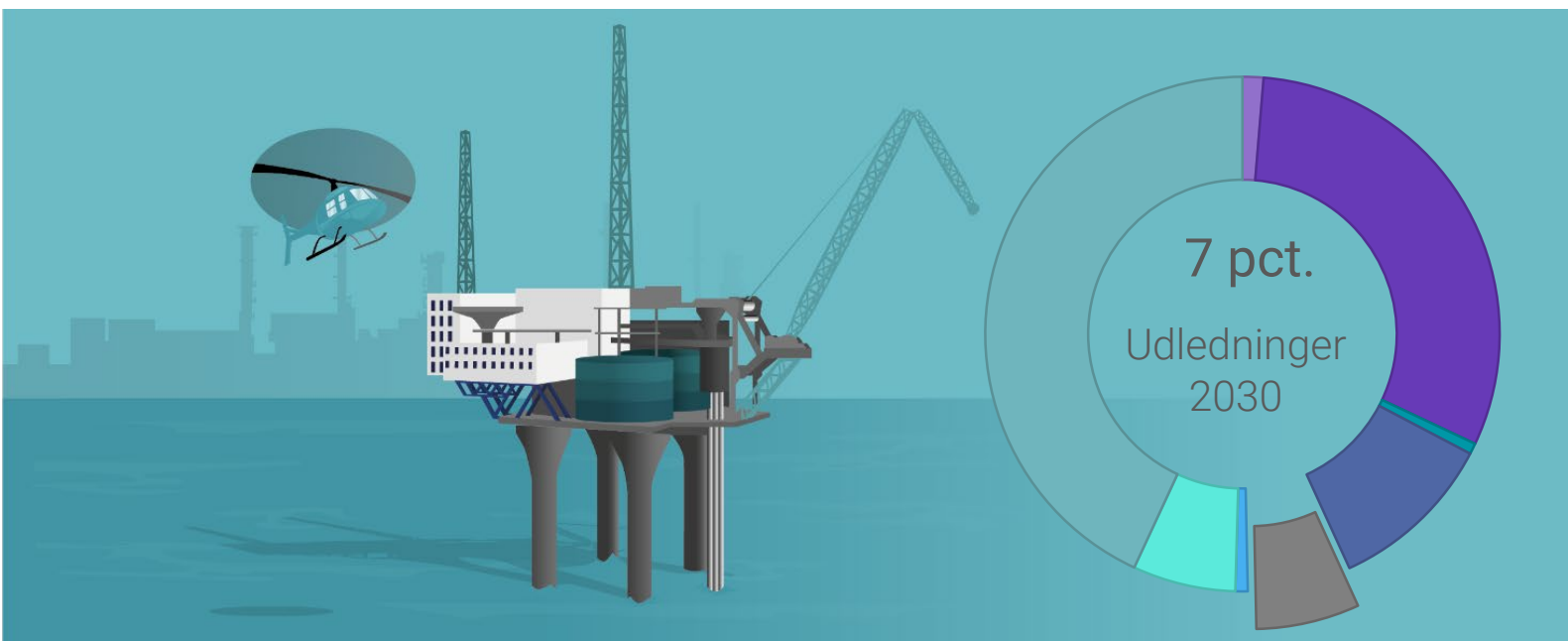
Som beskrevet i både kapitel 3 og 5 er den højere VE-andel i ledningsgassen og deraf lavere udledninger i fremstillings- og bygge-anlægssektoren en konsekvens af den udvikling, der sker i sammensætningen af ledningsgassen (jf. sektornotat 7B).

Yderligere ses af figur 6.3, at det samlede endelige energiforbrug i fremstillings- og bygge-anlægssektoren forventes at ligge nogenlunde stabilt den kommende årrække. Der forventes en svag stigning frem imod 2025 hvorefter det falder en smule igen. I 2035 forventes det samlede energiforbrug i fremstillings- og bygge-anlægssektoren at være ca. 1 PJ lavere end i dag. Det relativt stabile energiforbrug sker på trods af vækst i sektoren jf. figur 3, som modvirkes dels af investeringer i energibesparelser samt konverteringer til mere energieffektive teknologier.

6.3 Usikkerhed

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

Der er stor usikkerhed knyttet til udledningerne fra cementproduktionen. Bl.a. andelen af alternative brændsler, gennemsnitlige andele af klinker i det færdige cementprodukt samt ændringer i aktivitetsniveauer og disse usikkerheder er præsenteret som en følsomhedsanalyse i forhold til grundforløbet i sektornotat 6A.



7 Produktion af olie, gas og VE-brændsler

I Danmark indvindes og produceres en række forskellige brændsler, herunder fossil olie og gas foruden VE-brændsler som biogas, biobrændstoffer og PtX-produkter.

Sektoren omfatter indvinding af olie og gas i Nordsøen, raffinaderiernes aktiviteter, samt produktion af biogas, biobrændstoffer og Power-to-X (PtX). Sektoren udledte i 2019 og 2020 hhv. 2,4 og 1,9 mio. ton CO₂e svarende til 5,1 og 4,2 pct. af Danmarks samlede udledninger. I 2025, 2030 og 2035 forventes sektoren at udlede hhv. 2,4, 2,3 og 2,1 mio. ton CO₂e svarende til 5,8 pct., 6,9 pct. og 7,0 pct. af Danmarks samlede udledninger.

Den forventede udvikling i sektorens udledninger skyldes især følgende faktorer:

- Idriftsættelse af Tyra-komplekset giver stigning i udledninger fra olie- og gasindvinding frem til 2027
- Aldrende olie- og gasfelter i Nordsøen giver fald i indvinding af olie og gas og dermed fald i dertilhørende udledninger efter 2027
- Raffinaderiernes energiforbrug antages uændret og udledningerne forventes dermed konstante.

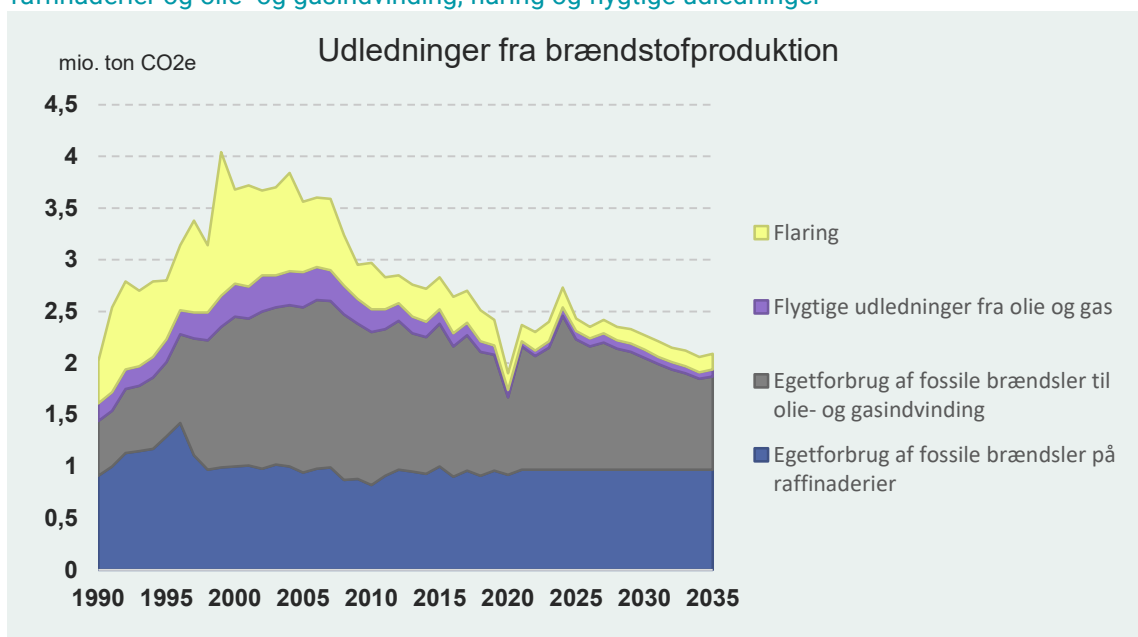
Derudover påvirkes udviklingen i sektorens elforbrug også af udbygningen af både biogasproduktion (i form af elforbrug til opgradering af biogas) og PtX (i form af elforbrug til elektrolyse), hvor udledninger forbundet med elproduktion opgøres under el- og fjernvarmesektoren i kapitel 8. Indvirkningen på VE-andelen i ledningsgassen indgår i kapitel 2.

7.1 Udledninger i forbindelse med produktion af brændsler

Den primære årsag til udledninger fra sektoren er egetforbrug af fossile brændsler til olie- og gasindvinding i Nordsøen og på raffinaderierne. En mindre del af udledningerne skyldes desuden flaring, som er afbrænding af gas, der af sikkerhedsmæssige eller anlægstekniske grunde ikke nyttiggøres på indvindingsplatformene i Nordsøen eller på raffinaderierne. Afslutningsvis er brændstofproduktion i mindre omfang årsag til flygtige udledninger i form af fordampning, udslip ved utætheder mm. Udledninger forbundet med metanlækage fra biogasproduktion indgår i affaldssektorens udledninger i kapitel 9, mens udledninger forbundet med forbrug af naturgas eller andre fossile brændsler til at dække energiforbrug i biogasproduktion indgår i andre sektorer.

Sektorens samlede udledninger for perioden 1990-2035 er vist i figur 7.1. Der ses faldende udledninger gennem 00'erne, især grundet faldende udledninger fra flaring. Egetforbrug af fossile brændsler på raffinaderier og boreplatforme udgør størstedelen af udledningerne og forventes at udgøre ca. 95 pct. af udledningerne i sektoren i 2030. Reduktionen i udledningerne i 2020-2022 skyldes ombygning af boreplatformen ved Tyrafeltet, som derved er ude af drift. Stigningen i udledninger fra 2023 til 2027 hænger sammen med dels idriftsættelsen af Tyrakomplekset, dels idriftsættelsen af en række andre, mindre projekter, hvor udledningerne er størst i begyndelsen af driftsfasen. Efter 2027 falder indvindingen af olie og gas grundet aldrende felter.

Figur 7.1: Udledninger fra brændstofproduktion fordelt på egetforbrug af fossile brændsler på raffinaderier og olie- og gasindvinding, flaring og flygtige udledninger



Indvinding af olie og gas

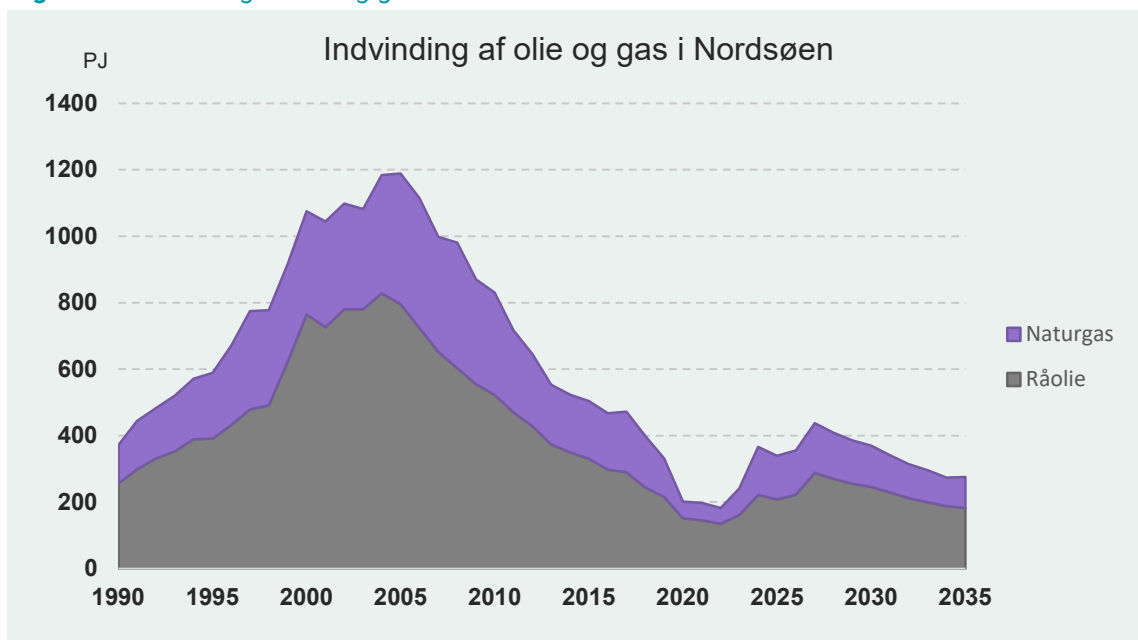
Udledningerne forbundet med olie- og gasindvinding hænger tæt sammen med aktivitetsniveauet i sektoren. Udledningerne fra olie- og gasindvinding i 2030 forventes at være ca. 1,2 mio. ton CO₂ faldende til ca. 1,0 mio. ton CO₂ i 2035. Udledninger fra olie- og gasindvinding i Nordsøen skyldes dels energiforbruget på platformene, som i dag primært dækkes af naturgasfyrede gasturbiner, dels flaring. Gasforbruget på platformene er naturgas, dvs. udelukkende fossil gas, i modsætning til ledningsgassen,

som består af en blanding af bionaturgas og naturgas. Figur 7.2 viser udviklingen fra 1990 til 2035 og viser, at indvindingen af olie og gas i Nordsøen var på ca. 370 PJ i 1990 og voksede i de efterfølgende år, indtil indvindingen toppede i midten af 00'erne på ca. 1200 PJ og herefter har været faldende.

Indvindingen af olie og gas forventes at stige frem mod 2027, bl.a. som følge af genopbygningen af anlægget ved Tyrafeltet og idriftsættelsen af en række andre, mindre projekter. Efter 2027 forventes indvindingen af falde grundet aldrende felter. Den forventede indvinding af olie og gas i Nordsøen i 2035 er 80 PJ gas og 180 PJ olie.

Danmark har været nettoeksportør af gas siden midten af 1980'erne, og det forventes at Danmark fortsat vil være nettoeksportør i hele fremskrivningsperioden, bortset fra årene 2021- 2023 på grund af genopbygning af anlæggene på Tyrafeltet. Derimod har Danmark været nettoimportør af olie siden midten af 2010'erne, hvilket forventes at fortsætte i hele fremskrivningsperioden (undtagen i 2027).

Figur 7.2: Indvinding af olie og gas i Nordsøen



Raffinaderier

Udledningerne fra raffinaderier forventes at være ca. 1,0 mio. ton CO₂ i 2030 og i 2035. I KF22 fastholdes raffinaderiernes energiforbrug på et konstant niveau frem mod 2035, jf. forudsætningsnotat 7B. Der har i den seneste historiske periode været en svag stigning i aktivitet som er blevet modsvaret af løbende effektiviseringer. Udledningerne fra raffinaderierne er tæt knyttet til energiforbruget, og forventes deraf ligeledes at være konstante i perioden, hvilket fremgår af Figur 7.1. Raffinaderiernes energiforbrug er i KF22 antaget konstant, der er derfor ikke foretaget en egentlig modellering af raffinaderiernes fremtidige aktiviteter, hvor kvoteprisen kan have betydning. Højere kvotepris kan eventuelt give nok incitament til yderligere effektiviseringer og/eller skift af dele af raffinaderigassen med fx brint, hvilket kan have effekt på de samlede

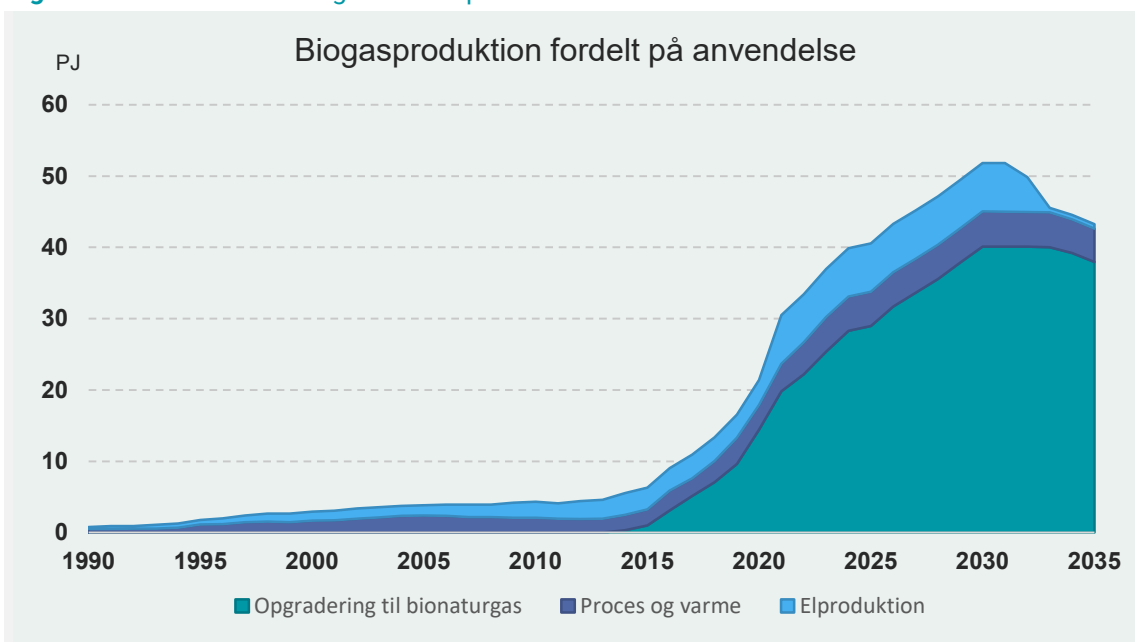
udledninger, men denne eventuelle effekt er ikke indregnet her. Den ekstra partielle effekt på raffinaderiernes udledning af den stigende kvotepris vurderes, som nævnt i kapitel 2, at være i størrelsesordenen 0,08 mio. ton CO₂.

Produktion af biogas og biobrændstoffer

Biogas produceres på en række forskellige anlæg i Danmark, hvoraf langt størstedelen af produktionen finder sted på landbrugsanlæg (jf. KF22 forudsætningsnotat 7C). Produktionen af biogas er vist i Figur 7.3 for perioden 1990 til 2035. Produktionen af især biogas til opgradering til bionaturgas voksede markant i løbet af 2010'erne og væksten i biogasproduktionen forventes at fortsætte frem mod 2030, hvor produktionen forventes at toppe på lidt over 50 PJ. I perioden 2030 til 2035 forventes det, at biogasproduktion til elproduktion vil falde, idet størstedelen af de elproducerende anlæg kun har fået tilsagn til støtte frem til 2032.

Den øgede produktion af biogas og opgraderet biogas er drevet af støtteordninger til biogasproduktion, og størrelsen på produktionen i klimafremskrivningen er dermed uafhængig af efterspørgslen. 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 (jf. også sektornotat 7B).

Figur 7.3: Produktion af biogas fordelt på anvendelse



Foruden biogas produceres også flydende biobrændstoffer i Danmark i form af biodiesel. Udledningerne forbundet med denne produktion indgår i andre sektors klimaregnskab, og der er ikke datagrundlag for at identificere dem eksplicit i KF22.

PtX

PtX er i KF22 udelukkende inkluderet i form af elektrolysekapacitet til produktion af grøn brint. Eventuel viderekonvertering til andre e-brændstoffer såsom ammoniak og metanol indgår ikke i KF22. Det antages i KF22 at elektrolysekapaciteten udbygges til

254 MW fra 2024 og herefter er konstant frem mod 2035. Brintproduktionen ved elektrolyse forventes at være ca. 2,0 PJ i 2030 og 2,3 PJ i 2035. Elforbruget knyttet til elektrolyse forventes at være ca. 3,0 PJ i 2030 og 3,4 PJ i 2035.

Aftalen om udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer (PtX-strategien), som blev indgået mellem regeringen og en række af Folketingets partier den 15. marts 2022, er ikke inkluderet i KF22, idet aftalen blev indgået efter KF22's skæringsdato 1. januar 2022.³⁰ Eventuelle direkte og indirekte effekter af aftalen forventes at indgå i fremtidige klimafremskrivninger.

7.2 Usikkerhed

Olie- og gasindvinding

Det er usikkert om en højere kvotepris kan give nok incitament til tekniske forbedringer i form af fx energieffektiviseringer, hvilket kan føre til lavere udledninger. Forhøjede priser på fossile brændsler kan øge incitamentet for olie- og gasindvinding fra Nordsøen, hvilket kan øge indvindingen og dermed udledningerne.

Raffinaderier

Fremskrivningen af raffinaderiernes energiforbrug er forbundet med en vis usikkerhed, men der har dog de sidste tyve år kun været små udsving i energiforbruget. Der er dog ikke foretaget en egentlig modellering af raffinaderiernes fremtidige aktiviteter men antaget et konstant energiforbrug i fremskrivningsperioden. Det er usikkert, hvorvidt en højere CO₂-kvotepris kan give anledning til en reduktion i udledninger gennem effektiviseringstiltag og/eller udskiftning af dele af raffinaderigassen med fx brint. Energieffektivisering kan føre til lavere udledninger, mens det er usikkert, hvorvidt udskiftning af raffinaderigas med brint vil medføre lavere udledninger, idet det er usikkert, hvorvidt raffinaderigassen kan fortrænge fossile brændsler andre steder.

Biogasproduktion

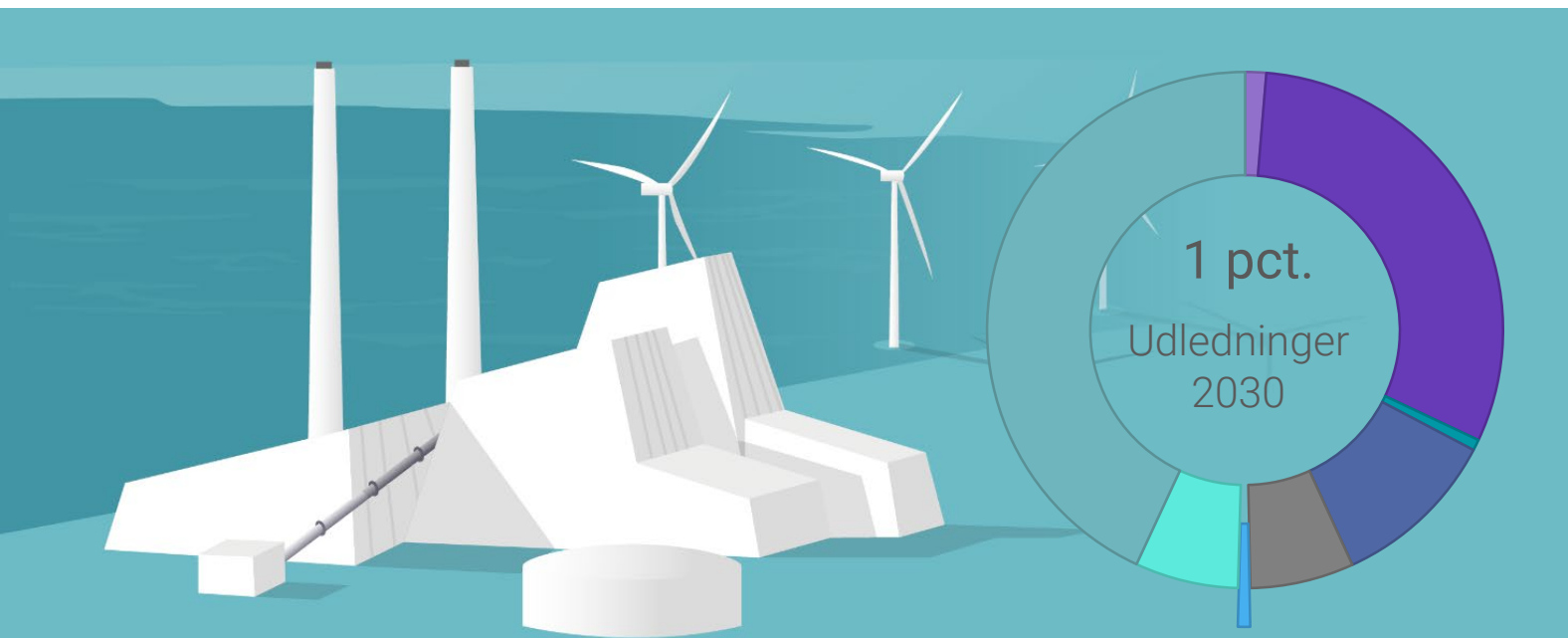
Da mængden af opgraderet biogas spiller en stor rolle for udledningerne i de øvrige gasforbrugende sektorer, er der lavet en følsomhedsberegning på konsekvensen for VE-andelen i ledningsgas af en ændring i mængden af opgraderet biogas på ± 3 PJ i 2030 stigende til ± 5 PJ i 2035. I det lave skøn er VE-andelen i 2030 og 2035 hhv. 69 pct. og 80 pct., mens VE-andelen i det høje skøn i 2030 og 2035 er hhv. 79 pct. og 103 pct.³¹ Til sammenligning ligger VE-andelen i ledningsgas i grundforløbet på hhv. 75 pct. i 2030 og 92 pct. i 2035 (jf. tabel 2.2).

PtX

Der er foretaget en følsomhedsberegning af brintproduktion fra elektrolyse og dertilhørende elforbrug under antagelse om, at det planlagte udbud til PtX samt EU-godkendelse af IPCEI-projekterne tilsammen giver anledning til en elektrolysekapacitet på 600 MW frem for de antagne 200 MW fra PtX-udbuddet i grundforløbet. I følsomhedsanalysen antages den samlede elektrolysekapacitet at ligge på i alt 654 MW elektrolyse fra 2025 og frem. Følsomhedsberegningen giver en brintproduktion på ca. 7,2 PJ i 2030 og dertilhørende elforbrug på ca. 10,9 PJ med det modellerede antal fuldlasttimer.

³⁰ For en uddybning af principperne bag klimafremskrivningens frozen policy antagelse, se KF22 forudsætningsnotat 2C.

³¹ En VE-andel over 100 pct. indikerer nettoeksport



8 El- og fjernvarme

El- og fjernvarmesektoren omfatter i KF22 hovedparten af de anlæg, der forsyner det danske samfund med el og fjernvarme, dog ikke affaldsforbrændingsanlæg, der behandles som en del af affaldssektoren i kapitel 9³². 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 2020 3,9 mio. ton CO₂e svarende til 8,7 pct. af Danmarks samlede udledninger. I 2025, 2030 og 2035 forventes sektoren at udlede hhv. 1,3 mio. ton, 0,3 mio. ton og 0,15 mio. ton CO₂e svarende til hhv. 3 pct., 0,8 pct. og 0,5 pct. af Danmarks samlede udledninger de pågældende år. Den forventede udvikling i sektorens udledninger skyldes flere forhold, herunder

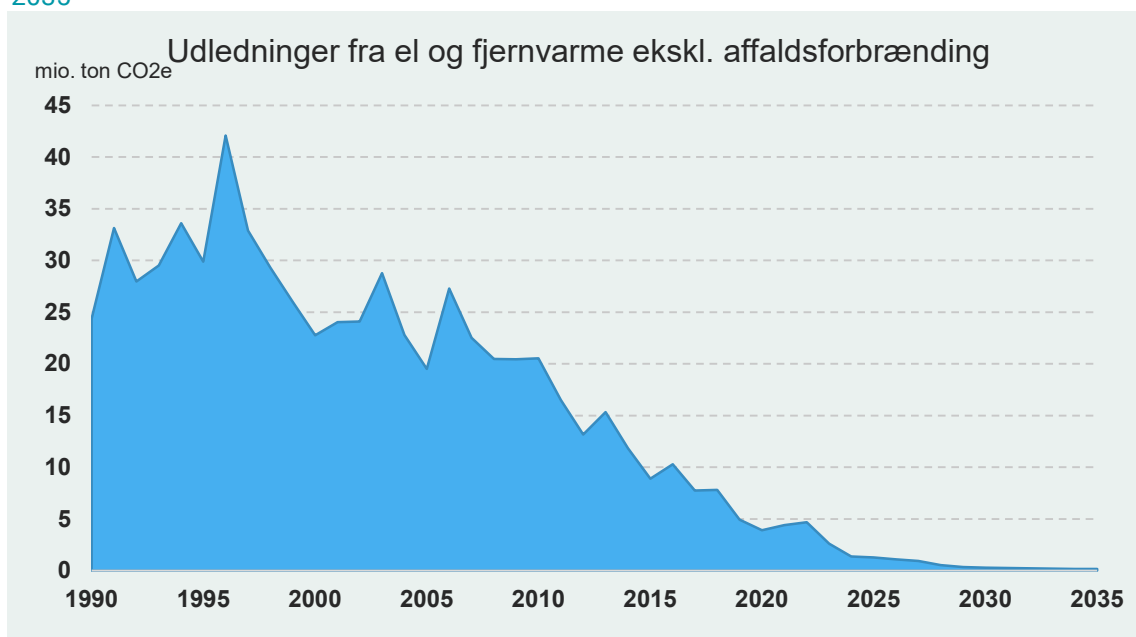
- udfasning af de sidste kulfyrede kraftvarmeværker,
- fortsat udbygning med vindkraft og solceller,
- kraftig udbygning med varmepumper til produktion af fjernvarme og
- reduktion i kraftvarmeproduktion baseret på ledningsgas.

³² Affaldsforbrændingsanlæg leverer også el- og fjernvarme, men behandles i KF22 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 og omfatter fx kraftvarmeanlæg i industri- og servicesektoren. Energiforbruget og tilhørende drivhusgasudledning fra sekundære producenter opgøres i KF22 under de sektorer, hvor producenterne er hjemmehørende.

8.1 El- og fjernvarmesektorens udledninger

El- og fjernvarmesektorens samlede udledninger for perioden 1990-2035 er vist i nedenstående Figur 8.1. Sektorens udledninger omfatter udelukkende energirelaterede udledninger (CRF-1), som stammer fra forbrænding af fossile brændsler som kul, olie og naturgas.

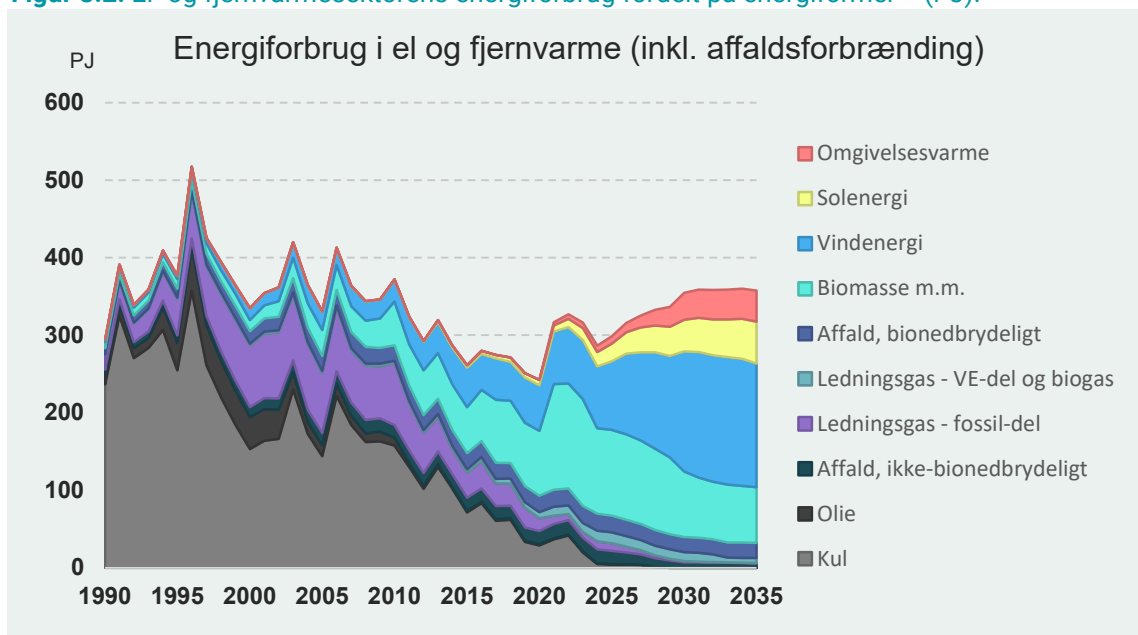
Figur 8.1: Udledning fra el- og fjernvarmesektoren ekskl. affaldsforbrænding i perioden 1990-2035



Som Figur 8.1 viser, har el- og fjernvarmesektoren fra 1990 til i dag bevæget sig fra at være en sektor med store drivhusgasudledninger til at have et væsentligt mindre klimaaftryk. I fremskrivningsperioden frem mod 2035 forventes denne udvikling at fortsætte, og udledningen fra sektoren forventes at være 0,3 mio. ton CO₂e i 2030, hvilket svarer til en reduktion på næsten 99 pct. i forhold til 1990-niveauet. 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. Af samme grund forventes elforbruget at stige markant i fremskrivningsperioden frem mod 2035.

8.2 Effektiviseringer, teknologiskift og energiforbrug

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 energiformer³³ (PJ).

Overordnet forventes forbruget af fossile brændsler til el- og fjernvarmeproduktion at blive reduceret med 50 pct., 87 pct. og 90 pct. i hhv. 2025, 2030 og 2035 sammenholdt med forbruget i 2020. Den danske elproduktion vil således i fremtiden primært være baseret på sol- og vindenergi³⁴, og den resterende andel af el- og fjernvarmeproduktionen vil hovedsageligt være baseret på biomasse. Fossile brændsler anvendes alene på spids- og reservelastanlæg, og dette forstærkes af, at VE-andelen af ledningsgas vil stige yderligere frem mod 2030.

Først i fremskrivningsperioden medfører en markant stigning i de fossile brændselspriser (jf. Forudsætningsnotat 3A) en højere andel af el- og fjernvarmeproduktion baseret på kul og særligt biomasse. Dette skyldes, at de øgede brændselspriser vil hæve elprisen, som gør det fordelagtigt for de danske elproducenter at øge den termiske elproduktion.

Sektorsamspil

VE-baseret el og fjernvarme kan forsyne andre sektorer og dermed bidrage til nedbringelsen af deres respektive udledninger. Det kan enten ske gennem direkte elektrificering af fx transport, opvarmning og industrielle processer, gennem konvertering af tidligere ledningsgasopvarmede bygninger til fjernvarme eller gennem 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.

I et langsigtet klimaperspektiv er udfordringen for sektoren således, hvordan og i hvilket omfang el og fjernvarme kan leveres i de mængder, der er behov for, og hvilke

³³ Selvom affaldsforbrænding ikke indgår i opgørelsen af el- og fjernvarmesektorens drivhusgasudledning i KF22, indgår affaldsforbrug til affaldsforbrænding i opgørelsen af el- og fjernvarmesektorens energiforbrug, eftersom affaldsforbrænding spiller en vigtig rolle i fjernvarmesektoren.

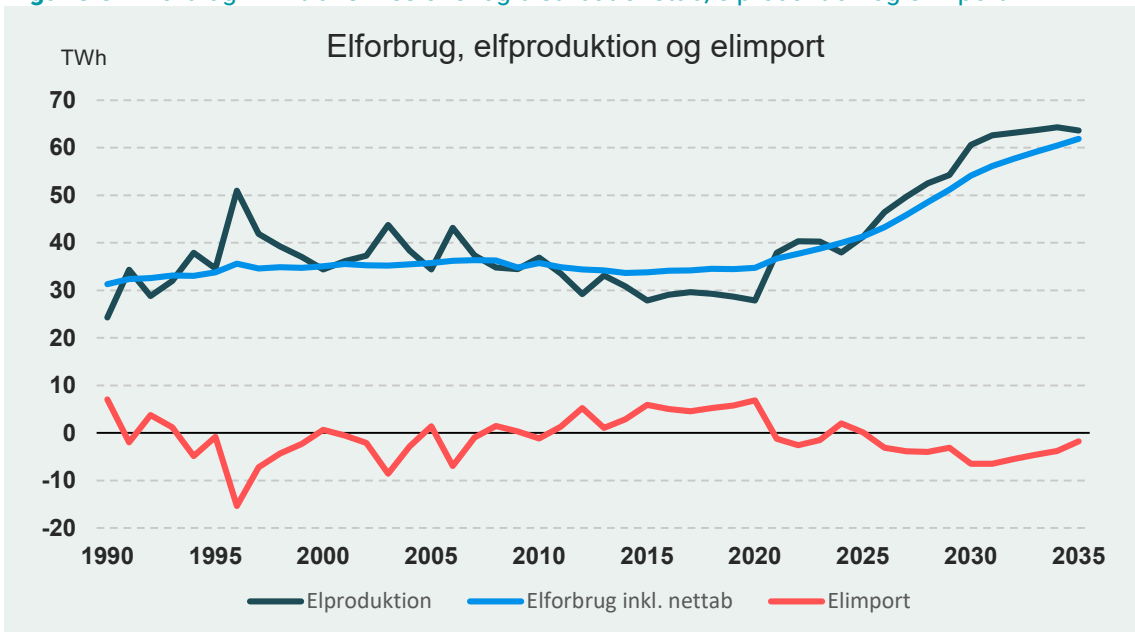
³⁴ Med aftalen i forbindelse med finansloven om yderligere 2 GW havvind inden 2030 er dette yderligere fremskyndet.

ressourcer, økonomiske såvel som naturgivne fx i form af arealer og råstoffer, det vil kræve.

Elbalancen

Det danske elsystem er stærkt 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.

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



Under de valgte forudsætninger, herunder om energierne³⁵, forventes den indenlandske elproduktion at overstige det indenlandske elforbrug i de fleste år frem mod 2035. Resultatet er dog 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 eksport og år med netto elimport, men disse udsving vil betyde stadigt mindre for udledningerne.

Energierne forventes at påvirke Danmarks el-balance betydeligt i en positiv retning. Med energierne forventes Danmark at få et stort overskud af grøn strøm, som kan udnyttes til direkte eller indirekte elektrificering af andre sektorer, eller kan eksporteres til Danmarks nabolande, hvor det må forventes at fortrænge fossilbaseret elproduktion og dermed at have en positiv klimaeffekt.

Fluktuerende elproduktion og fleksibelt elforbrug

I en fremtid, hvor fluktuerende energikilder vil spille en stadigt større rolle i elforsyningen vil det ikke alene være en udfordring at sikre, at et stigende elforbrug ledsages af en fortsat VE-udbygning. Det skal også sikres, at produktionen på alle

³⁵ Energierne indgår ikke i KF22 grundforløb, som beskrevet i KF22 forudsætningsnotat 8A Havvind.

tidspunkter matcher forbruget og dette skal tackles i et samspil mellem alle de involverede sektorer, fx også gennem øget fleksibilitet på forbrugssiden.

I KF22 sektornotat 8B om forbrug af el er det beskrevet, hvordan en væsentlig del af den forventede stigning i elforbruget sker som elforbrug i elbiler og varmepumper, som potentielt vil kunne agere mere fleksibelt end det klassiske elforbrug. En anden væsentlig del af stigningen i elforbruget skyldes datacentre, der er karakteriseret ved at have et forbrug der er næsten konstant i alle årets timer. Det klassiske forbrug udgjorde ca. 90 pct. i 2019. Denne andel forventes reduceret til hhv. ca. 55 pct. og ca. 50 pct. i 2030 og 2035. Sammensætningen af elforbruget kommer således til at se markant anderledes ud frem mod 2030 og 2035. Elforbruget til elektrolyse og til dels fjernvarmeforsyning kan ligeledes i højere grad end det klassiske forbrug spille sammen med den fluktuerende elproduktion fra vind og sol.

8.3 Usikkerhed

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 primært i hvilket omfang og tempo sektoren vil kunne bidrage til omstillingen i andre sektorer. Fx har variationer i nedbørs-, temperatur- og vindforhold tidligere påvirket el- og fjernvarmesektorens udledning betydeligt, med variationer på +/- 5 mio. ton CO₂, men sidst i fremskrivningsperioden, forventes sektorens udledninger at blive betydeligt mindre påvirkelige af vejrmæssige udsving, i 2030 fx med variationer i størrelsesordenen -0,1 mio. ton CO₂ til +0,2 mio. ton CO₂.

De væsentligste usikkerheder knytter sig til sektorens rammebetingelser, som fx brændsels- og CO₂-kvotepriser, priser på VE-teknologier, bl.a. som konsekvens af svingende råvarepriser, 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, fx knyttet til usikkerhed om prisudviklingen på varmepumper o.lign.

I KF22 sektornotat 8A om el- og fjernvarmesektoren er der beskrevet flere følsomhedsanalyser. Nedenfor beskrives alene, hvordan fremskrivningen og særligt elbalancen kan blive påvirket, hvis energierne medtages i fremskrivningen.

Alternativt forløb med energier

Energierne indgår ikke i KF22-grundforløbet. De system- og klimamæssige konsekvenser af energierne for den danske el- og fjernvarmesektor søges derfor belyst med en partiel følsomhedsberegning, hvor energien ved Bornholm antages nettilsluttet i 2029-2030, og hvor energien i Nordsøen antages nettilsluttet i 2032-2033, mens det indenlandske elforbrug holdes uændret³⁶.

Følsomhedsberegningen med energierne viser, at VE-andelen i elforbruget stiger fra 109 pct. til 123 pct. i 2030 og fra 101 pct. til 138 pct. i 2035. 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 til at nedbringe

³⁶ En beskrivelse af antagelserne bag det partielle alternative forløb på forsyningssiden med energier findes i KF22 Sektornotat 8A.

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 har meget lille direkte betydning for den danske drivhusgasudledning³⁷. Årsagen til den lille effekt på de danske udledninger er det i forvejen meget begrænsede omfang af fossilbaseret elproduktion i Danmark. Energierne forventes dog at have en positiv klimaeffekt i det europæiske elsystem, eftersom dansk eleksport vil fortrænge fossilbaseret elproduktion i udlandet, ligesom energierne også vil åbne muligheder for at dække nye indenlandske elforbrug, fx til yderligere fremstilling af syntetiske grønne brændstoffer (Power-to-X), som kan fortrænge fossile brændsler i andre sektorer.

³⁷ Effekten på de danske CO₂-udledninger sidst i fremskrivningsperioden vurderes at ligge i intervallet +0,01 mio. ton til - 0,02 mio. ton, se KF22 Sektornotat 8A.



9 Affald (inkl. affaldsforbrænding)

Affaldssektoren omfatter i KF22 behandling af affald og spildevand fra husholdninger, serviceerhverv og industri, kompostering af have- og parkaffald, samt metanlækage fra biogasanlæg³⁸. Sektoren udledte i 2019 ca. 2,9 mio. ton CO₂e svarende til 6 pct. af Danmarks samlede udledninger. I 2025, 2030 og 2035 forventes sektoren at udlede hhv. 3,2, 2,3 og 2,0 mio. ton CO₂e svarende til 8 pct., 7 pct. og 7 pct. af Danmarks samlede udledninger. Udledningerne er generelt knyttet til de konkrete mængder og typer af affald, samt hvordan dette behandles. Den forventede udvikling i sektorens udledninger skyldes især følgende faktorer:

- Implementering af *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* (Klimaplanen), herunder tiltag til øget udsortering af affald til genanvendelse og reduktion af forbrændingskapaciteten
- Udbygning af biogasproduktion og metanlækage fra biogasanlæg
- Henfald af historisk deponeret biologisk materiale

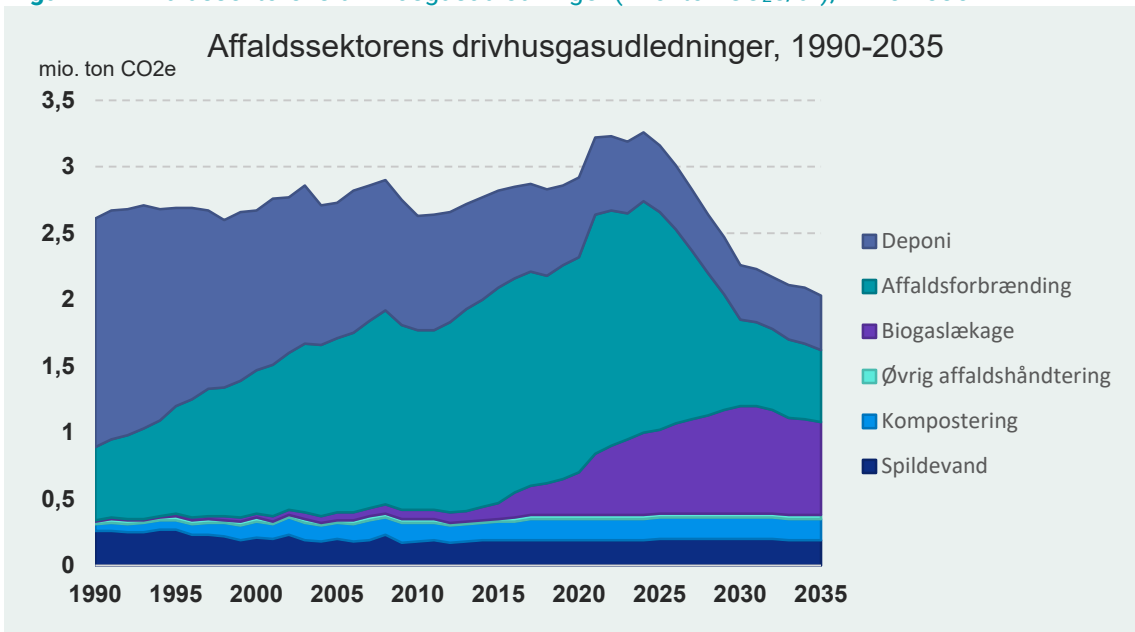
9.1 Affaldssektorens udledninger

Affaldssektoren er karakteriseret ved, at den bortskaffer restprodukter fra øvrige sektors forbrug og produktion af varer og tjenesteydelser. Affaldet forberedes til genanvendelse, energiudnyttes eller deponeres, alt efter dets egenskaber. Hovedparten af affaldet genanvendes, dog forbrændes ca. 33 pct. af affaldet, og energiproduktionen

³⁸ Det bemærkes, at udledning af F-gasser blev indregnet under affaldssektoren til KF21. I KF22 er udledningen af F-gasser fordelt ud på aktivitet og indgår således som udledninger i de sektorer, hvis aktiviteter frembringer udledningerne (jf. også forudsætningsnotat 9C).

herfra har de seneste 10 år dækket omkring 25 pct. af det endelige varmeforbrug og 4 pct. af det endelige elforbrug. Affaldssektoren er således tæt koblet til el- og fjernvarmesektoren, som beskrives i kapitel 8.

Figur 9.1: Affaldssektorens drivhusgasudledninger (mio. ton CO₂e/år); 1990-2035



Sektorens samlede udledninger for perioden 1990-2030 er vist i figur 9.1.

Sektorens udledninger omfatter både energirelaterede udledninger fra affaldsforbrænding (CRF-1) og affaldsrelaterede udledninger (CRF-5) som stammer fra deponi af biologisk materiale, metanlækage fra biogasanlæg, kompostering og behandling af spildevand. De energirelaterede udledninger består hovedsageligt af CO₂, alt imens de affaldsrelaterede udledninger fortrinsvis består af metan og lattergas.

Affaldsforbrænding

Drivhusgasudledningerne fra affaldsforbrænding forventes at udgøre 1,6 mio. ton CO₂e i 2025, 0,7 mio. ton CO₂e i 2030 og 0,5 mio. ton CO₂e i 2035. Sammenholdes de forventede udledninger i 2025, 2030 og 2035 med udledningerne i 2019, svarer det henholdsvis til en forøgelse på ca. 3 pct. i 2025 og reduktioner på ca. 60 og 66 pct. i 2030 og 2035.

Reduktionen i udledningerne fra affaldsforbrænding sker som følge af tiltagene i Klimaplanen, som består af en række tiltag, der tilsigter at øge udsortering og genanvendelse af dansk affald, samt en reduktion af forbrændingskapaciteten. Kombinationen af en reduktion af forbrændingseget affald og kapacitetsreduktion, forventes at mindske den fossile andel i det forbrændingsegnet affald og begrænse import af plastleget forbrændingseget affald, hvormed sektorens drivhusgasudledninger reduceres.

Deponi

Udledningen af metan fra deponier antages reduceret til 0,5 mio. ton CO₂e i 2025 og ca. 0,4 mio. ton CO₂e i 2030 og 2035, svarende til en reduktion på henholdsvis 17 og 32 pct. i forhold til 2019. Reduktionen skyldes henfald af deponeret biologisk materiale og

at der i dag kun deponeres biologisk materiale i begrænset omfang, som følge af et forbud imod deponering af forbrændingseget affald fra 1997.

Metanlækage fra biogasanlæg

Udledningen af metan, i form af lækage fra biogasanlæggene, forventes at stige til ca. 0,6 mio. ton CO_{2e} i 2025, 0,8 mio. ton CO_{2e} i 2030 og 0,7 mio. ton CO_{2e} i 2035, svarende til en stigning på hhv. 33 pct., 100 pct. og 59 pct. i forhold til 2019. Den forventede stigning i drivhusgasudledninger skyldes en forøgelse af biogasproduktionen, jf. [kapitel 7]. Det mindre fald i udledningerne fra 2030 til 2035 skyldes et ophør af tilsagn om støttebevillinger til visse typer biogasproduktion.

Den forventede metanlækage fra biogasanlæg er forøget væsentligt i KF22 i forhold til tidligere års klimafremskrivninger, på baggrund af opdateret viden om biogasanlæggenes nuværende metantab, som medfører at den antagne lækagerate for fremskrevne år øges fra 1 pct. til knap 3 pct.

Kompostering

Udledningen af metan og lattergas fra kompostering forventes at udgøre ca. 0,2 mio. ton CO_{2e} i henholdsvis 2025, 2030 og 2035. Der forventes således ingen væsentlige ændringer i udledninger fra kompostering set i forhold til 2019, hvilket skyldes at den komposterede mængde forventes at holdes forholdsvist konstant frem imod 2035.

Spildevandsbehandling

Udledningen af metan og lattergas fra behandlingen af spildevand forventes at udgøre ca. 0,2 mio. ton CO_{2e} i 2025, 2030 og 2035. Der forventes således ingen væsentlige ændringer i udledninger fra behandlingen af spildevand set i forhold til 2019.

9.2 Usikkerhed

Der er usikkerheder forbundet med fremskrivningen af affaldssektorens udledninger. Med henblik på at belyse de væsentligste usikkerheders betydning for fremskrivningens resultat, er der udarbejdet følgende følsomhedsberegninger til KF22:

- Kapacitet i affaldsforbrændingssektoren
- Metanlækage fra biogasanlæg

KF22 forudsætter på baggrund af Klimaplanen, at den samlede årlige miljøgodkendte **kapacitet i affaldsforbrændingssektoren** reduceres med 30 pct. i 2030, set i forhold til kapaciteten i 2020. Kapacitetstilpasningen søges gennemført ved at implementere en udbudsbaseret model med mulighed for at indføre supplerende virkemidler, såfremt kapacitetsudviklingen ikke udvikler sig i takt med affaldsmængderne.

Der er gennemført en følsomhedsberegning, som illustrerer den mulige udvikling i sektorens drivhusgasudledninger, såfremt kapacitetstilpasningen sker i takt med udfasning af udtjente ovnlinjer på de danske anlæg. Følsomhedsberegningen bygger således på en antagelse om, at den miljøgodkendte kapacitet tilpasses i takt med at ovnlinjernes alder ellers ville tilsige et behov for større reinvesteringer. Beregningen er baseret på oplysninger fra de dedikerede og multifyrede forbrændingsanlæg om deres forventninger til hvornår der skal gennemføres større reinvesteringer på de 42 eksisterende ovnlinjer. Under disse forudsætninger forventes klimaplanens målsætning

om en 30 pct. reduktion af forbrændingskapaciteten opnået i 2035 og som følge af den senere indfasning øges sektorens CO₂-udledninger med ca. 0,6 mio. ton i 2030 ift. KF22 grundforløbet.

Som nævnt ovenfor, er den forventede **metanlækage fra biogasanlæg** forøget i KF22 i forhold til tidligere klimafremskrivninger. Dette skyldes, at der er opnået ny viden om biogasanlæggenes nuværende metantab. Der er dog fortsat stor usikkerhed forbundet med de forventede metanudslip, hvorfor der er gennemført en følsomhedsberegning, hvor det antages, at nye anlæg, vil have en meget lav udledning og at gamle anlæg tætnes, hvormed den gennemsnitlige lækagerate falder til 1-1,5 pct. i 2030. Under denne antagelse skønnes den samlede udledning forbundet med metanlækage fra biogasanlæg reduceret med ca. 0,4-0,5 mio. ton CO₂e i 2030 ift. KF22 grundforløbet.



10 Landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri

Dette kapitel beskriver den forventede udvikling i udledninger og optag fra:

- *landbrugets processer*
- *landbrugets arealanvendelse*
- *skove og høstede træprodukter*
- *energiforbruget i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri.*

Sektoren landbrugets processer, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri udledte i 2019 og 2020 hhv. 15,7 og 15,9 mio. ton CO₂e svarende til 33 og 35 pct. af Danmarks samlede udledninger. I 2025, 2030 og 2035 forventes sektoren at udlede hhv. 16,6, 15,1 og 14,4 mio. ton CO₂e svarende til 40, 45 og 48 pct. af Danmarks samlede udledninger. Den forventede udvikling i sektorens udledninger skyldes især forventningerne om:

- Et fald i udledninger fra landbrugets processer, som skyldes færre udledninger fra gødningshåndtering og gødskning på marker, bl.a. som følge af implementering af nye, politiske tiltag på området.
- Et fald i udledninger fra landbrugsarealer, primært på baggrund af en forventet stigning i arealet af dyrket kulstofrig jord, som udtages og omlægges til vådområder. Mineraljorderne forventes at have et CO₂-optag fra 2020 til 2035, som skyldes øget udbyttetigning og tilførsel af halm og planterester fra bl.a. efterafgrøder.
- En aftagende kulstofbinding i de danske skove grundet forventet høst af træer.

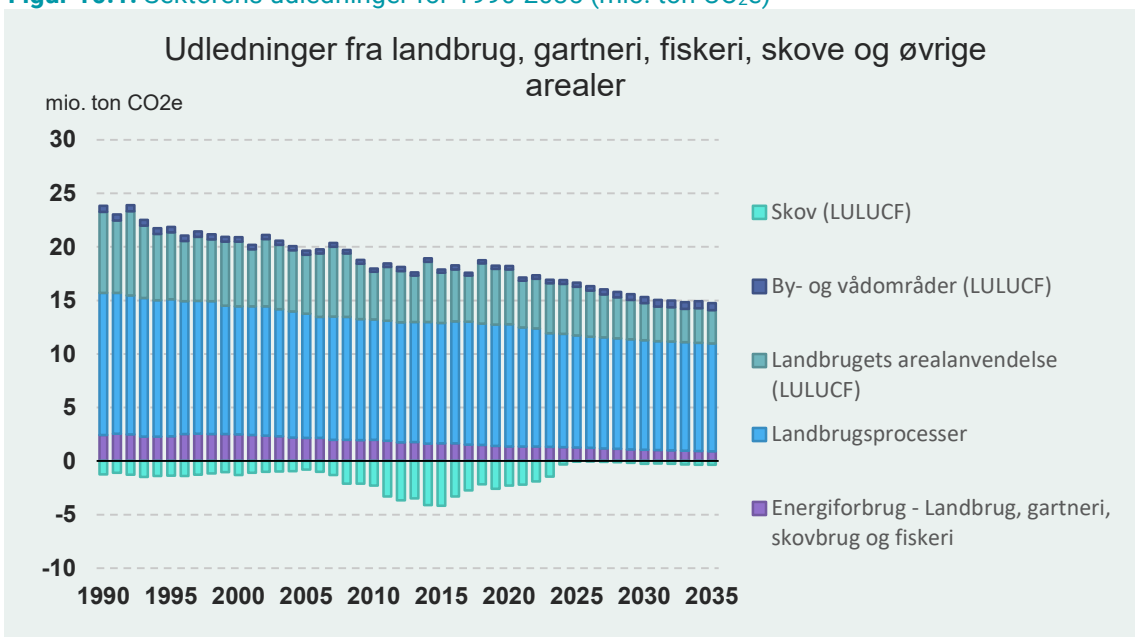
10.1 Samlede udledninger fra landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri.

Dansk landbrugs udledninger af drivhusgasser er tæt forbundet med udviklingen i husdyrbestanden, herunder især udviklingen i kvæg- og svinebestanden, samt fordelingen på husdyrtyper. Ligeledes er det afgørende, hvordan landbrugets arealer forvaltes.

De danske skove har i mange år fungeret som nettooptagere af CO₂ via forøgelse af skovens 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 i nogle år.

Energiforbruget i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri udgør en mindre andel af sektorens samlede udledninger. Energiforbruget er især forbundet med intern transport (herunder særligt kørsel med landbrugsmaskiner og fiskekuttere) samt procesvarme (fx til opvarmning af væksthuse og stalde).

Figur 10.1: Sektorens udledninger for 1990-2035 (mio. ton CO₂e)



De samlede CO₂e-udledninger fra landbrugsprocesser, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri i perioden 1990-2035 er vist i figur 10.1. Udledningerne er især drevet af udviklingen i udledninger fra landbrugsprocesser samt landbrugets arealanvendelse. Udledningerne fra landbrugets processer forventes at udgøre omkring 68 pct. af sektorens samlede udledninger i 2030, mens LULUCF og energiforbruget fra landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri forventes at stå for hhv. ca. 25 pct. og 7 pct.

Tekstboks 10.1: Udledninger fra landbrugsprocesser, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri fordelt på kilder.

Udledninger fra landbrugsprocesser:

Landbrugets processer medfører især udledning af drivhusgasserne 1) metan (CH_4) fra husdyrenes fordøjelse og fra gødningshåndtering, samt 2) lattergas (N_2O) fra gødningshåndtering, gødskning på marker. For en nærmere beskrivelse af udledninger fra landbrugsprocesser henvises til KF22 sektornotatet 10B.

Udledninger og optag fra landbrugsarealer:

Landbrugsarealer omfatter dyrkede arealer og græsarealer i landbruget, hvor ændringer i de biologiske kulstofpuljer kan medføre optag eller frigivelse af CO_2 . Kulstofpuljerne omfatter kulstofrig jord, mineraljord samt levende og død biomasse i frugttræer, bærbuske, markkrat og læhegn. Udledninger og optag opgøres som del af LULUCF-udledningerne (Land Use, Land-Use Change and Forestry)³⁹, der også omfatter udledninger fra skov og øvrig arealanvendelse (bebyggelse og vådområder). I KF22 samt tilhørende sektornotater er LULUCF-sektoren opdelt i to overordnede arealkategorier, hvor landbrugsarealer beskrives i sektornotat 10C, og skovarealer beskrives i sektornotat 10D. For uddybende gennemgang af udledningerne fra kategorierne henvises til disse sektornotater.

Udledninger og optag fra skov:

Udledninger og optag fra skov opgøres ligeledes som ændringer i kulstofpuljerne levende biomasse, død biomasse, mineraljord og kulstofrig jord. Når skoven vokser optager den CO_2 i den stående levende biomasse, ligesom skovrejsning på landbrugsarealer på sigt kan bidrage til optag af CO_2 i vedmassen. Når skoven hugges, afregnes dette som udledninger. Hvis hugsten ikke afbrændes, men i stedet anvendes som høstede træprodukter fx til byggematerialer, lagres kulstoffet i træet, hvilket opgøres som optag. Udledninger og optag fra skov beskrives i detaljer i KF22 sektornotat 10D.

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

Udledningerne fra sektorens energiforbrug skyldes anvendelsen af fossile brændsler, der anvendes til bl.a. intern transport og procesvarme. Udledningerne forbundet med sektorens forbrug af el og fjernvarme opgøres under el- og fjernvarmesektoren i kapitel 8. For nærmere beskrivelse af udledninger fra energiforbruget i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri henvises til KF22 sektornotat 10A om energiforbruget i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri.

10.2 Udledninger fra landbrugsprocesser

Landbrugets processer er karakteriseret ved en række komplicerede biologiske og kemiske processer, som medfører udledninger af metan og lattergas og i mindre grad CO_2 . Udledningerne herfra kan opdeles i tre hovedkilder, som beskrevet i tekstboks 1 i sektornotat 10B.

Udledningerne fra landbrugsprocesser er reduceret fra 13,3 mio. ton CO_2e i 1990 til 11,4 mio. ton CO_2e i 2020. Denne udvikling forventes at fortsætte frem mod 2030, hvor udledningerne forventes at udgøre ca. 10,2 mio. ton CO_2e , hvilket svarer til en reduktion

³⁹ På dansk arealanvendelse, arealændringer og skove.

på ca. 23 pct. ift. 1990. Faldet i udledningerne fra 2020 til 2030 er drevet af et fald i udledningerne fra gødningshåndtering og gødskning på marker på hhv. 1 og 0,5 mio. ton CO₂e, bl.a. som følge af nye, politiske tiltag. Omvendt forventes udledningerne fra husdyrenes fordøjelse at stige i perioden fra nu og frem mod 2030 grundet en forventet stigning i bestanden samt øget mælkeydelse.

KF22 indregner nye, politisk besluttede tiltag på området, herunder særligt som følge af *aftale om grøn omstilling af dansk landbrug* (herefter landbrugsaftalen), samt en forventet udvikling i udbredelse af miljøteknologier. De tiltag, som er indregnet jf. landbrugsaftalen, er bl.a. reduktionskrav for husdyrenes fordøjelse, hyppigere udslusning, samt øvrige tiltag, som reducerer kvælstofudvaskningen fra rodzonen.

Husdyrenes fordøjelse

Udledningerne stammer hovedsageligt fra kvægproduktionen, hvoraf malkekvæg er den største kilde. De samlede udledninger fra husdyrenes fordøjelse forventes at stige fra 4,1 mio. ton CO₂e i 2020 til 4,4 mio. ton CO₂e i 2030. Efter 2030 forventes udledningerne på et nogenlunde stabilt niveau ved fravær af nye politiske tiltag. Stigningen skyldes en forventet stigning i bestanden af særligt malkekvæg frem mod 2030 og øget mælkeydelse som følge af genetisk forædling, øget foderindtag og optimeret fodersammensætning. Tabel 1 viser den forventede stigning i bestanden af malkekvæg og øvrige kvæg, som omfatter kalve, tyre, kvier og ammekøer, frem mod 2030. Fremskrivningen er baseret på den europæiske AGMEMOD-model (se forudsætningsnotat 10B for detaljer).

Tabel 10.1: Antal af malkekvæg og øvrige kvæg, samt udledningen relateret til deres fordøjelse i 2020, 2025 og 2030.

Dyrekategori	2020	2025	2030
Malkekvæg	566.986	572.204	590.674
Øvrige kvæg	1.120.575	1.129.783	1.140.204
Fordøjelsesudledninger fra kvæg (mio. ton CO₂)*	3,6	3,7	3,9

*Kvæg står for ca. 87 % af udledninger fra husdyrenes fordøjelse. Svin, heste, hjorte, fjerkræ og mink udleder også små mængder CH₄ ved fordøjelsen.

Der indgår i KF22 et generelt reduktionskrav for husdyrenes fordøjelse, der følger af landbrugsaftalen. Kravet er indregnet som et krav om øget fedtfodring fra og med 2025 for konventionelle malkekvæg. En øget mængde fedt i foderet er ligesom andre fodermidler og fodertilsætningsstoffer med til at reducere metanudledningerne. Denne reduktion er dog ikke tilstrækkelig til at udligne de øgede udledninger som følge af stigningen i bestanden og øget produktivitet.

Gødningshåndtering

Udledninger fra gødningshåndtering udgjorde 3,1 mio. ton CO₂e i 2020 og forventes at falde til 2,1 mio. ton CO₂e i 2030. Efter 2030 forventes udledningerne at stabiliseres på nogenlunde 2030-niveau ved fravær af nye politiske tiltag. Udledningerne, som omfatter metan og lattergas fra stald og lager, stammer historisk set primært fra den danske svineproduktion.

Tabel 10.2: Antal producerede smågrise og slagtesvin og antal søer, samt udledninger relateret til deres gødningshåndteringen i 2020, 2025 og 2030.

Dyrekategori	2020	2025	2030
Søer	1.054.896	1.016.707	930.713
Smågrise	33.246.324	36.469.741	36.458.309
Slagtesvin	19.066.047	21.806.322	21.650.801
Gødningsudledninger fra svin (mio. ton CO₂e)*	1,5	1,0	0,8

*Svin står for ca. 47% (2020) og 39% (2030) af udledninger fra gødnings-håndteringen. Kvæg står for 45% (2020) og 53% (2030).

Selvom der ikke forventes en større ændring i svineproduktionen fra 2020 frem mod 2030 (Tabel 2), forventes andelen af udledninger fra gødningshåndtering relateret til svineproduktionen at falde fra ca. 47 pct. i 2020 til 39 pct. i 2030. Det skyldes primært, at der i KF22 indregnes et krav om hyppigere udslusning af svinegylle fra 2023, som vedtaget i landbrugsaftalen. Hyppigere udslusning medfører en reduktion i udledning af metan fra stalde. Derudover indregnes en øget brug af miljøteknologier i stalde samt en betydeligt øget levering af svine- og kvæggylle til biogasproduktion fremadrettet, hvilket ligeledes medfører en reduktion i udledninger fra gødningshåndtering.

Miljøteknologier omfatter bl.a. gyllekøling, forsuring i stalde og luftrensning, og de påvirker lattergasudledningen fra gødningshåndtering. Den forventede udvikling i brug af miljøteknologier er baseret på en vurdering udført af SEGES og beskrives nærmere i sektornotat 10B.

Gødsning på marker

Lattergasudledninger fra gødsning på markerne stammer fra flere udledningskilder og afhænger især af, hvor meget kvælstof der tilføres jorden. Udledningerne forventes at falde fra 4,2 mio. ton CO₂e i 2020 til 3,8 mio. ton CO₂e i 2030. Efter 2030 forventes udledningerne at stabiliseres på nogenlunde 2030-niveauet ved fravær af nye politiske tiltag. Faldet fra 2020 til 2030 skyldes bl.a. et øget udnyttelseskrav for husdyrgødning og øgede forventninger til ekstensivering og permanent udtagning af landbrugsarealer, som følge af landbrugsaftalen og implementeringen af CAP 2023-2027. Begge tiltag medfører et mindre forbrug af handelsgødning (Figur 2), som leder til en reduktion i lattergasudledninger fra marker.

Tabel 10.3: Mængde kvælstof (kt N) og udledninger (mio. ton CO₂e) fra kunstgødning i 2020, 2025 og 2030.

	2020	2025	2030
Mængde kvælstof (N) fra kunstgødning (kt N)	252	203	197
Udledninger fra kunstgødning (mio. ton CO₂e)	0,9	0,8	0,8

*Kunstgødning står for 25 pct. (2020) og 22 pct. (2030) af udledningerne fra gødsning på marker.

10.3 Udledninger fra landbrugets arealanvendelse

Udledninger fra landbrugets arealanvendelse omfatter optag og udledninger af CO₂e fra dyrkede marker og græsarealer, som opgøres som en del af LULUCF-udledninger. Udledningerne forventes at falde fra 5,1 mio. ton CO₂e i 2020 til 3,5 mio. ton CO₂e i 2030 og 3,1 mio. ton CO₂e i 2035. Faldet skyldes i høj grad tiltag vedrørende permanent udtagning og vådlægning af kulstofrig jord, da udledninger som følge af dyrkning og

dræning af kulstofrig jord står for hovedparten af de samlede udledninger fra landbrugets arealanvendelse. Derudover er der udledninger og optag fra mineraljord og udledninger fra kulstofpuljen i levende og død biomasse.

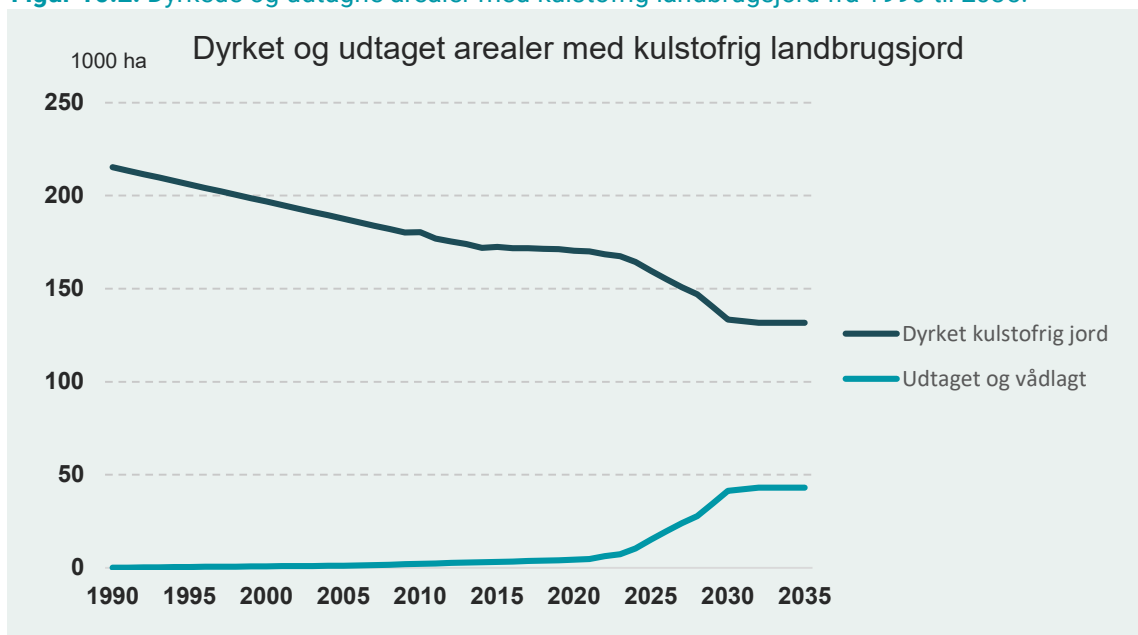
I Danmark ligger knap 6 pct. af landbrugsarealet på kulstofrig jord (Tabel 4), og dette areal står for hovedparten af udledningerne både i 2020 og i 2030. Mineraljorden, som udgør langt hovedparten af landbrugsarealet, påvirkes i højere grad af vejret, hvilket kan føre til både netto-optag og -udledninger af CO₂. Dette gør fremskrivningen af kulstofpuljændringer i mineraljorden udfordrende.

Tabel 10.4: Landbrugsarealet fordeling og udledninger inkl. non-CO₂ på mineral og kulstofrig jord (ekskl. udledninger fra biomasse).

Landbrugsarealet (ha)					
	1990	2020	2025	2030	2035
Mineral jord	2.924.266	2.800.408	2.767.428	2.726.206	2.710.717
Kulstofrig jord	215.290	170.429	159.597	133.488	131.688
Udledninger (mio. ton CO ₂ e)					
Mineral jord	1,1	-0,1	-0,3	-0,6	-0,6
Kulstofrig jord	6,4	4,8	4,5	3,7	3,7

Dyrket kulstofrig jord

Kulstofrig jord er defineret som jord med mindst 6 pct. organisk kulstof og er generelt oprindelige moser med tørv, som har været vådlagt. Når disse arealer dyrkes, drænes jorden, og dermed nedbrydes jordens organiske materiale pga. ilttilførsel, hvilket medfører CO₂-udledning. Udledningerne er faldet fra 6,4 mio. ton CO₂e i 1990 til 4,8 mio. ton CO₂e i 2020. Dette er en konsekvens af, at arealet med dyrket kulstofrig jord er blevet mindre som følge af, at kulstofindholdet i de kulstofrige jorder er blevet frigivet, og arealet derfor er blevet omklassificeret fra kulstofrig jord til mineraljord, som har et lavere kulstofindhold. De senere år er der indgået politiske aftaler, som afsætter midler til at udtage de dyrkede kulstofrige landbrugsarealer og omlægge dem til vådområder. Dermed reduceres udledningerne kraftigt. I KF22 forventes det, at der i 2030 er udtaget knap en fjerdedel af de kulstofrige arealer, der dyrkes i 2020 (Figur 2).

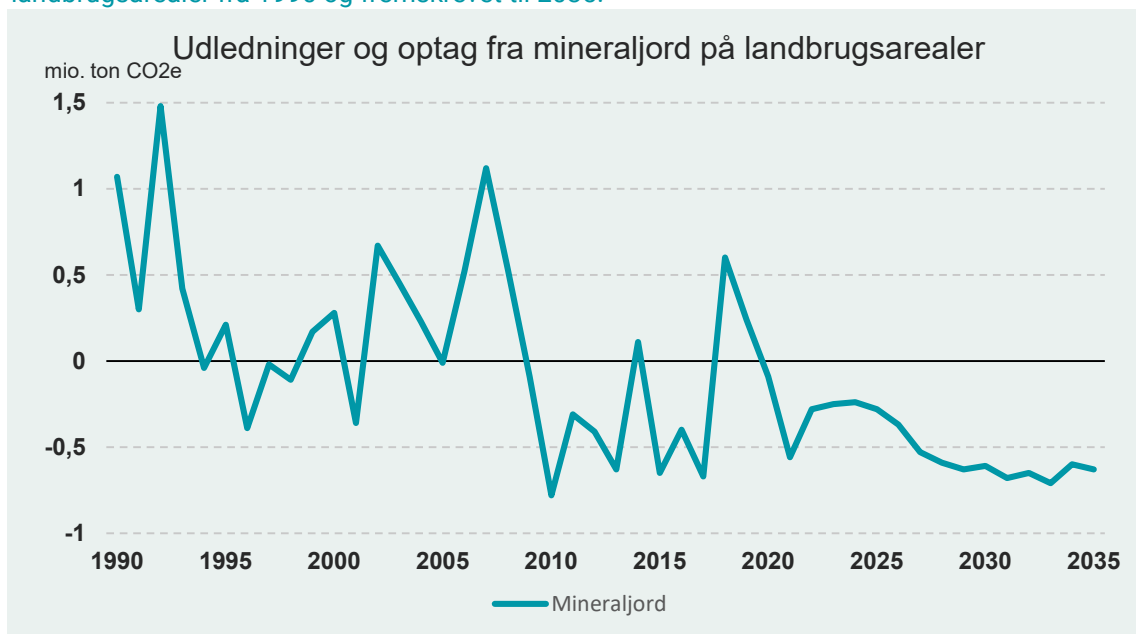
Figur 10.2: Dyrkede og udtagne arealer med kulstofrig landbrugsjord fra 1990 til 2035.

Frem mod 2035 forventes en yderligere reduktion til ca. 3,7 mio. ton CO₂e. Årsagen til den yderligere reduktion i fremskrivningen er, at der forventes en permanent udtagning og vådlægning af kulstofrig jord som følge af vedtagne politikker og afsatte midler fra 2018 og frem, herunder udtagningsordninger fra Finanslov 2020 og 2021, landbrugsaftalen og CAP 2023-27.

Mineraljord

Mineraljord udgør i dag ca. 94 pct. af det danske landbrugsareal og er defineret som jord med under 6 pct. organisk kulstof. Udledninger og optag af CO₂ fra mineraljord afhænger af samspillet mellem tilførslen af organisk materiale (plantemateriale og husdyrgødning), vejrforhold, jordtypen og dyrkningshistorikken. Tilførsel af organisk materiale og vejrforhold varierer betydeligt over årene. Dette resulterer i en stor årlig variation i ændringer i mineraljordens kulstofpulje, som kan betyde enten nettoudledning (fx 2018) eller et nettooptag (fx 2010), hvilket kan ses i de historiske udledninger jf. Figur 3.

Figur 10.3: Udledninger (positive) og optag (negative) af CO₂e i mineraljorden på landbrugsarealer fra 1990 og fremskrevet til 2035.

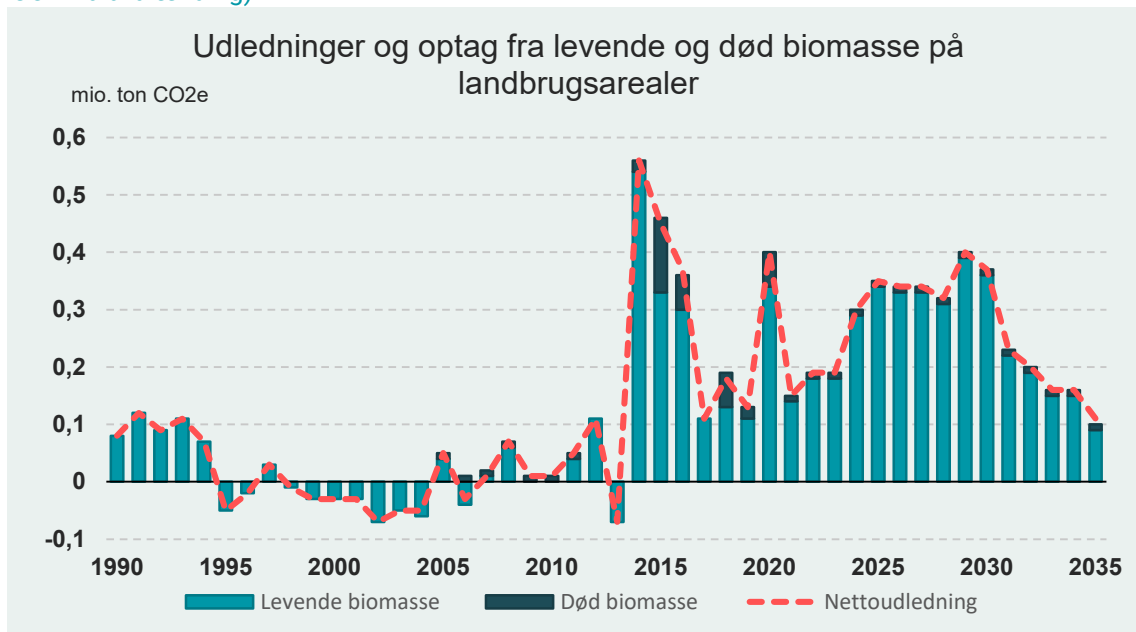


Fremskrivningen af kulstofpuljeændringerne i mineraljorden viser ligeledes årlig variation i udledninger/optag. Modelleringen tager højde for temperaturforskelle mellem otte landsdele (Nordjylland, Syddjylland, Østjylland, Vestjylland, Fyn, Hovedstaden/Nordsjælland, Sjælland inkl. Lolland-Falster og Bornholm) ved at bruge temperaturscenarier udarbejdet af Danmarks Meteorologiske Institut. Bemærk, at året 2021 er modelleret med observeret temperatur, og derfor afviger fra de øvrige fremskrevne år, hvor der er antaget en temperaturstigning. Temperaturstigningen medfører et mindre optag (ca. 0,2 - 0,4 mio. ton CO₂) i perioden 2022-2026, hvorefter optaget stiger til omkring 0,5 - 0,6 mio. ton CO₂ fra 2027 og den efterfølgende periode. Det skyldes den antagende udbyttestigning på gennemsnitlig 0,7 pct. per år (varierer mellem afgrøder), samt at der som følge af landbrugsaftalen, antages et øget efterafgrødeareal og areal med græs i forhold til korn.

Levende og død biomasse

Ændringer i biomassens kulstofpulje kan føre til både udledninger og optag af CO₂ og opgøres både for levende og død biomasse (Figur 4). Levende biomasse inkluderer frugttræer, bærbuske, poppel, pil og andre vedholdige flerårige afgrøder, samt ikke-produktive elementer så som læhegn og markkrat. Ifølge IPCCs regneregler opgøres puljeændringer årligt, hvorfor etårige afgrøder ikke giver anledning til hverken udledninger eller optag på nationalt niveau. De årlige ændringer i kulstofpuljen, som medfører både udledninger og optag, skyldes dermed vækst, tilplantning eller fældning af disse planter. Udledninger fra kulstofpuljen af død biomasse, skyldes arealændringer, når skov omlægges til landbrugsarealer. Den efterladte døde biomasse fra skoven (nedfaldne blade, kviste og delvis omsatte træstumper) nedbrydes efterfølgende, hvilket fører til udledning. Disse udledninger afrapporteres under landbrugsarealer, hvis afskovningen sker til dyrket mark eller græsarealer. I fremskrivningsårene forventes biomasse at udlede mellem 0,1 og 0,4 mio. ton CO₂e årligt.

Figur 10.4: Udledninger og optag fra levende og død biomasse på landbrugsarealer (uden non-CO₂ fra afbrænding).



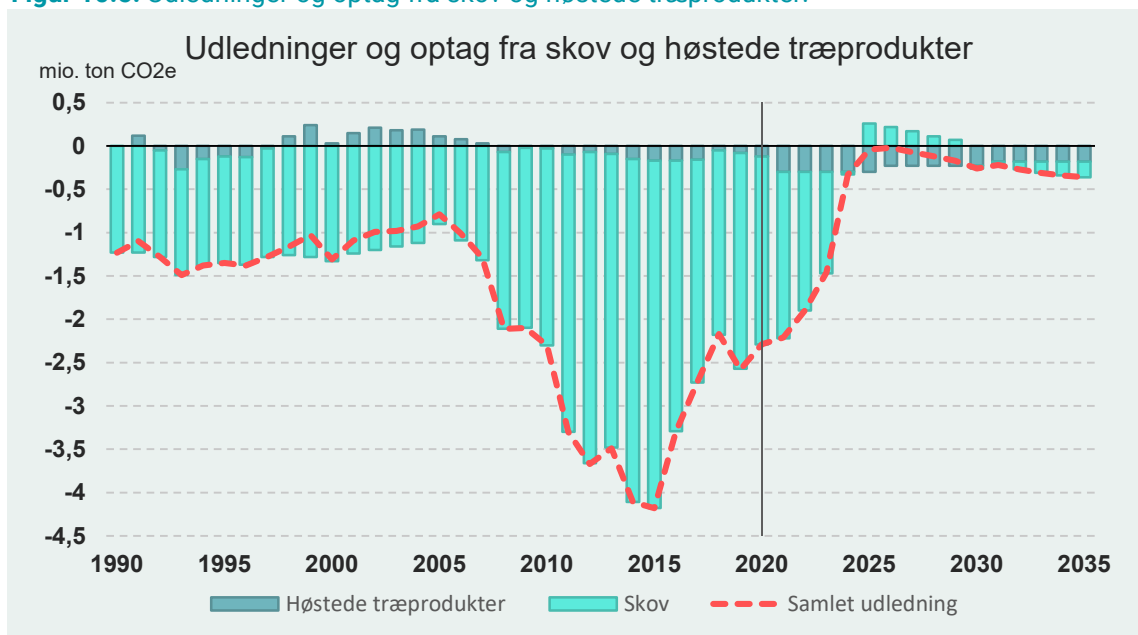
10.4 Udledninger og optag fra skove

Træer optager CO₂ mens de vokser og lagrer kulstof i vedholdig biomasse. Derudover kan der lagres kulstof i høstede træprodukter⁴⁰. Nettoændringer i disse to kulstofpuljer kan enten betyde en nettoudledning eller et nettooptag af CO₂. Om skove og træprodukter har en nettoudledning eller et nettooptag beror på forholdet mellem den årlige tilvækst og den årlige træhugst/-nedbrydning. Ud over ændringer i kulstofpuljer omfatter opgørelsen udledninger af CO₂, metan og lattergas fra skovarealerne.

Fra 1990 og frem til 2020 har danske skove og træprodukter haft årlige nettooptag på gennemsnitlig 1,9 mio. ton CO₂e. Frem mod 2035 forventes det årlige nettooptag at falde til gennemsnitlig 0,5 mio. ton CO₂e. Skove og høstede træprodukter forventes at have et nettooptag på 0,26 mio. ton CO₂e i 2030 og 0,36 mio. ton CO₂e i 2035. Figur 5 viser udviklingen i udledninger og optag fra skov og høstede træprodukter fra 1990 til 2035.

Nedgangen i nettooptag skyldes primært et forventet mindre nettooptag af CO₂ i skove frem til 2035. I årene 2025-2029 forventes endda en lille nettoudledning fra skovene. Årsagen er blandt andet en foryngelse af skovene, idet træer forventes at blive fældet og erstattet af nye træer.

⁴⁰Høstede træprodukter er den del af hugsten som afsættes som industritræ eller gavntræ. Det er savskåret træ og træplader, som fx bruges til byggematerialer. På engelsk "harvested wood products" (HWP).

Figur 10.5: Udledninger og optag fra skov og høstede træprodukter.

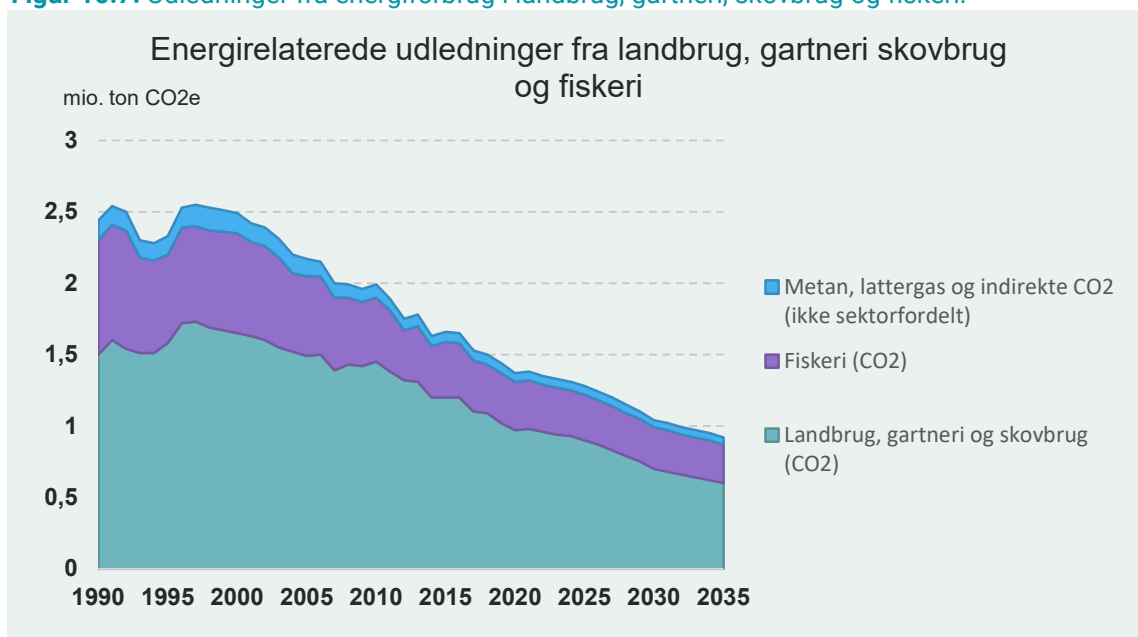
Udledninger og optag fra skove og træprodukter er en konsekvens af udviklingen i det samlede skovareal, udviklingen i skovenes kulstofpulje og udviklingen i kulstofpuljen i træprodukter. Skovarealet i Danmark har været stigende siden 1805 og forventes også at stige frem til 2035 som følge af skovrejsning. Skovenes kulstofpulje har været stigende siden 1990. Fra 2020 forventes denne kulstofpulje dog at stagnere, bl.a. som følge af fældning af træer. Kulstofpuljen i træprodukter forventes at være stigende siden 1990 og frem til 2035 (Figur 6), som skyldes, at der samlet produceres et større input til puljen end afløb i form af træprodukter, der afskaffes.

Figur 10.6: Udviklingen i skovareal samt kulstofpuljerne i skove og høstede træprodukter.

10.5 Udledninger fra energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri

Udledningerne fra energiforbruget i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri forventes reduceret fra 1,4 mio. ton CO₂e i 2020 til ca. 1 mio. ton CO₂e i 2030 (figur 7). Frem mod 2035 forventes en yderligere reduktion til ca. 0,9 mio. ton CO₂e i fravær af nye politiske tiltag. I 1990 var udledningerne 2,4 mio. ton CO₂e, og den forventede reduktion mellem 1990 og 2030 svarer dermed til en reduktion på ca. 57 pct.

Figur 10.7: Udledninger fra energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri.



Ses der alene på landbrug, gartneri og skovbrug, stammer udledningerne fra disse sektors energiforbrug hovedsageligt fra forbruget af fossile brændsler til intern transport, herunder særligt kørsel med landbrugsmaskiner, og procesvarme fx til opvarmning af væksthuse og stalde. I 2020 lå de energirelaterede udledninger fra landbrug, gartneri og skovbrug på ca. 1 mio. ton CO₂e. Udledningerne forventes at falde med ca. 0,3 mio. ton CO₂e frem mod 2030. Frem mod 2035 forventes udledningerne at falde yderligere med 0,1 mio. ton CO₂e i fravær af nye politiske tiltag. Reduktionen er drevet af en løbende energieffektivisering og konvertering fra fossile brændsler til varmepumper knyttet til sektorernes procesvarmebehov.

Fiskerisektorens udledninger knytter sig især til dieselolieforbruget i fiskekuttere og udgjorde 0,34 mio. ton CO₂e i 2020. Fra 2020 frem mod 2035 forudsættes en yderligere reduktion i de energirelaterede udledninger fra fiskeri til ca. 0,29 mio. ton CO₂e i 2030 og 0,27 mio. ton CO₂e i 2035. Faldet i udledningerne er drevet af en faldende aktivitet samt strukturelle ændringer i form af en forsat ændring af fiskeflåden mod færre, men større og mere energieffektive kuttere.

10.6 Usikkerhed

Udledninger fra landbrugets processer

Opgørelsen og fremskrivning af udledninger fra landbrugsprocesser er behæftet med usikkerhed ift. beregningsmetoder og aktivitetsdata. Usikkerheden vurderes at være betydeligt højere i fremskrivningen end i opgørelsen af historiske udledninger, da en

række variable, som har væsentlig betydning for udledningsberegninger, er vanskeligt at forudsige. Dette gælder fx udviklingen i antal husdyr og hektar afgrøder, som afhænger af markedsforhold i EU og forbrugerpræferencer. Antagelser om 15 pct. flere eller færre svin (både søer, smågrise og slagtesvin) i 2030 vil hhv. øge og reducere landbrugets udledninger med knap 0,2 mio. ton CO₂e svarende til ca. 2 pct. af de samlede udledninger fra landbrugsprocesser i 2030 (Tabel 5). Tilsvarende vurderes det, at 10 pct. flere eller færre eksporterede smågrise vil hhv. reducere og øge landbrugets udledninger med 0,05 mio. ton CO₂e i 2030 svarende til ca. 0,5 pct. af landbrugets udledninger i 2030.

Tabel 10.5: Resultater fra følsomhedsanalyser, mio. ton CO₂e.

	KF22	+ 15 pct. svin	- 15 pct. svin	+ 10 pct. eksporterede smågrise	- 10 pct. eksporterede smågrise
Udledning 2030	10,2	10,4	10,0	10,2	10,3
Samlet ændring ift. KF22		0,2	-0,2	-0,05	0,05

Kilde: DCE

I KF22 indregnes landbrugsaftalen og den nationale CAP-plan. Da den konkrete implementering af disse aftaler endnu ikke er endeligt fastlagt, kan der i kommende klimafremskrivninger forekomme justeringer af forudsætningerne.

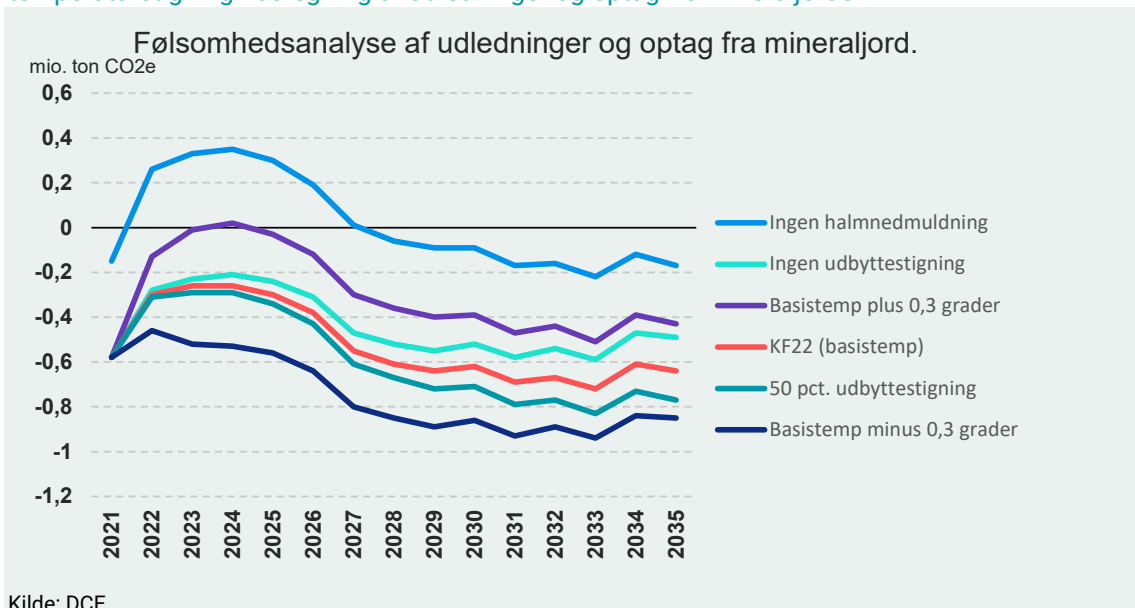
Udledninger fra landbrugets arealanvendelse

Fremskrivning af udledninger og optag fra landbrugets arealanvendelse er karakteriseret ved betydelig usikkerhed, som også gør sig gældende for det historiske drivhusgasregnskab. Ændringer i de biologiske kulstofpuljer er vanskelige at kvantificere pga. metodiske udfordringer. Puljeændringerne er et resultat af kompleks interaktioner i kulstofkredsløbets jord-plante-luftsfære.

Der er usikkerhed forbundet med både størrelsen af udledningerne og arealet af de kulstofrige landbrugsjorder, som er kvantitativt den største udledningskilde fra landbrugets arealanvendelse. Ligeledes er omfanget og hastigheden på udtagningen af kulstofrig landbrugsjord usikker. DCE har vurderet, udledningerne vil være ca. 0,5 mio. ton CO₂ større i 2030 end opgjort i KF22, hvis kun 50 pct. af det målsatte areal udtages til vådområder. Klima-, Energi-, og Forsyningsministeriet har igangsat et forskningsarbejde, der skal sikre bedre viden om, hvordan udledningerne fra kulstofrige jorder kan beregnes mere retvisende.

Modellen (C-TOOL) som fremskriver udledninger og optag i mineraljorden er især følsom over for den antagende temperaturudvikling, udbyttetigning, halmnedmuldning, brug af efterafgrøder samt tilførsel af andre planterester. Uden den indregnede udbyttetigning ville mineraljorden i fremtiden udlede over 0,10 mio. ton CO₂ årligt mere, mens en ekstra udbyttetigning på 50 pct. over den antaget i KF22, ville øge optaget med ca. 0,08 mio. ton CO₂ i 2030. En følsomhedsanalyse af betydningen af halmnedmuldning i C-TOOL viser, at hvis al halm fjernes fra markerne vil udledninger øges med ca. 0,5 mio. ton CO₂ i 2030 (Figur 8).

Figur 10.8: Følsomhed overfor antaget udbyttestigning, halmnedmuldning og temperaturstigning i beregning af udledninger og optag fra mineraljorden.



Analyser med forskellige temperaturscenarier viser, hvor følsom de modellerede kulstofpuljeændringer i KF22 er i forhold til ændringer i de forventede temperaturer. En usikkerhedsanalyse udført af DCE med C-TOOL modellen (Figur 8) viser, at tillægges 0,3 °C grader til temperaturscenarie, ville det i 2030 mindske kulstofoptaget i jordpuljen med 0,23 mio. ton CO₂. Skulle temperaturen være 0,3 grader °C under det af DMI vurderet i basis temperaturscenariet, ville det medføre et yderligere kulstofoptag på ca. 0,24 mio. ton CO₂.

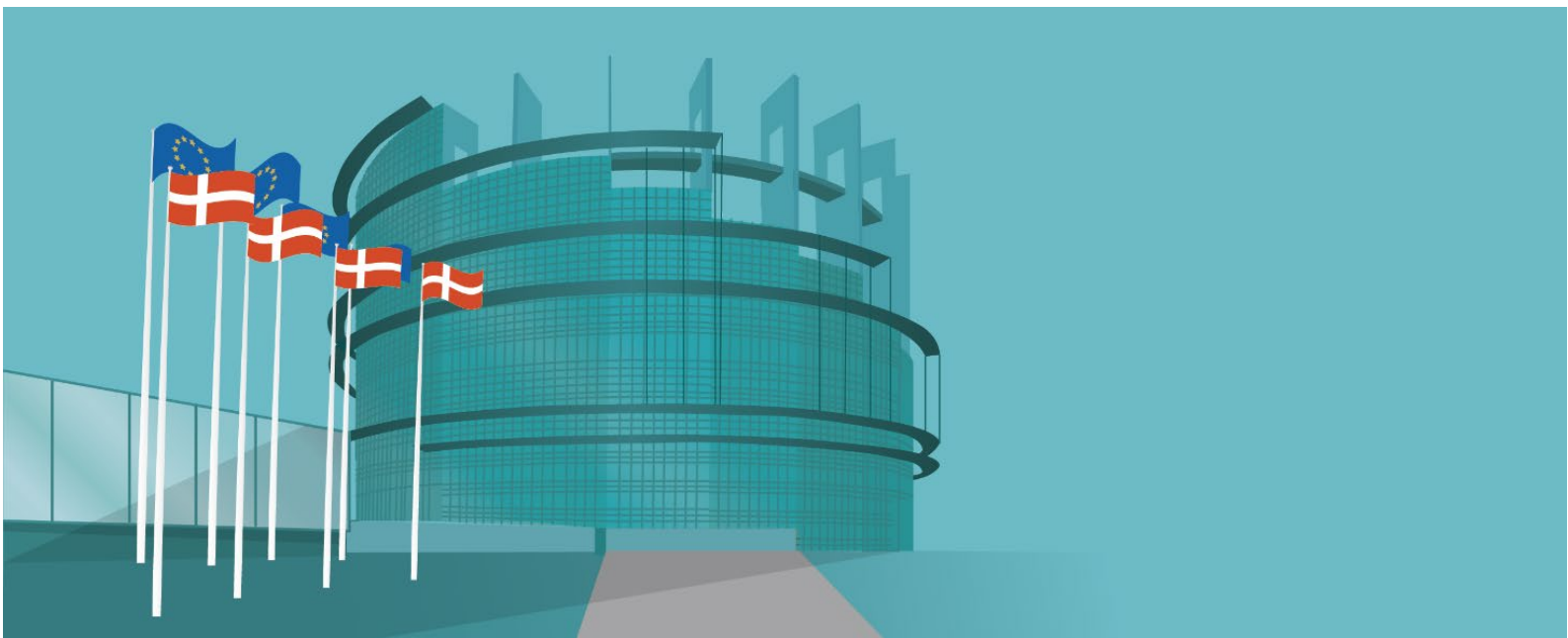
Udledninger og optag fra skove

Opgørelsen af historiske udledninger og optag fra skove og træprodukter er forbundet med en betydelig metodisk måleusikkerhed. Det skyldes, at nettoudledninger og -optag er et resultat af små relative ændringer i meget store kulstofpuljer.

I fremskrivningen er det vanskeligt at forudsige omfanget af trætilvækst samt træfældning og deraf følgende foryngelse af skove, fordi der er mange aktører involveret i forvaltning af skovarealet. Den faktiske forvaltning af skovarealet fremadrettet afhænger af mange faktorer, især træernes type og alder, men også økonomi, priser og efterspørgsel samt politiske tiltag. Hvis der fx udelukkende plantes hurtigt voksende nåletræer, ville det årlige nettooptag ved skovrejsning blive øget med 0,3 mio. ton CO₂e i 2035. Udviklingen i skovenes kulstofpulje frem mod 2035 er derfor behæftet med betydelig usikkerhed.

Udledninger fra energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri

Fremskrivningen af energiforbruget i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri er baseret på den forventede udvikling i økonomisk aktivitet. Da disse sektorer er særligt følsomme over for ændrede markedsforhold, er udviklingen i økonomisk aktivitet behæftet med væsentlig usikkerhed. Derudover er det på nuværende tidspunkt usikkert, hvorvidt eller i hvilket omfang den danske fiskeflåde eller landbrugets interne transport i fremskrivningsperioden vil kunne elektrificeres og dermed bidrage til at reducere de energirelaterede udledninger. I KF22 regnes derfor ikke med et potentiale for elektrificering af den danske fiskeflåde eller landbrugets interne transport.



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. På denne baggrund er Danmark for perioden 2021-2030, forpligtet til at:

- a) Reducere udledningerne i de ikke-kvotebelagte sektorer (non-ETS). De ikke-kvotebelagte sektorer omfatter primært transport, landbrug, ikke-energitunge erhverv, affald/spildevand, små fjernvarme- og kraftvarmeværker samt husholdninger.
- b) Levere et positivt klimaregnskab ift. udledninger og optag fra skove, dyrkede arealer, græsarealer og vådområder (LULUCF) efter nærmere bestemte kriterier.
- c) Opfylde en række forpligtelser til forbruget af vedvarende energi samt energieffektivisering.

I dette kapitel gøres status for udsigten til, at disse forpligtigelser kan forventes opfyldt under KF22.⁴¹ Konklusionen er, at Danmark vil kunne leve op til de gældende EU-mål på klima- og energiområdet.

EU-Kommissionen har fremlagt den såkaldte "Fit for 55"-pakke, som lægger op til en række stramninger af EU's klima- og energilovgivning. Eftersom forslagene fra Kommissionen fortsat er under forhandling i EU og derfor ikke er vedtaget, er der ikke til KF22 foretaget en konkret vurdering af status for opfyldelse af disse potentielt

⁴¹ For en mere detaljeret gennemgang henvises til sektornotater 11A og 11B.

væsentligt strammere mål. KF22 skal vise status for gældende mål og forpligtelser, jf. at KF22 er en frozen policy fremskrivning.

11.1 Status for klimaforpligtelser: Non-ETS udledninger og LULUCF

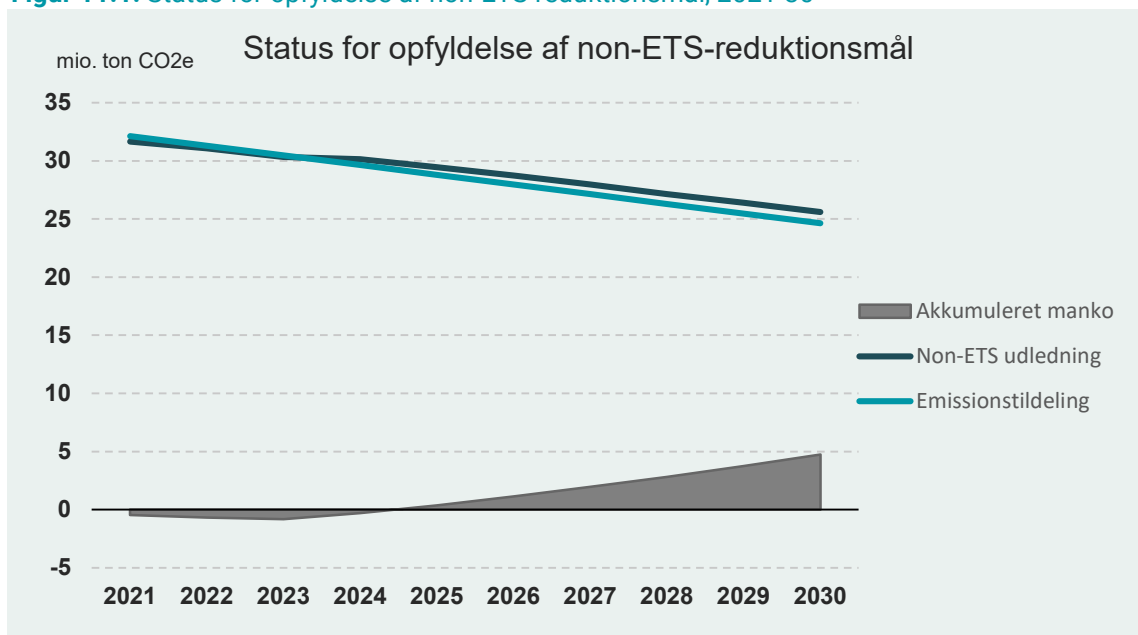
Tabel 11.1 beskriver Danmarks EU forpligtelser i forhold til non-ETS udledninger og LULUCF-udledninger og gør status for hvorvidt disse forpligtelser forventes opfyldt under KF22.

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

Indikator	Forpligtelse	Forventet status	Primær usikkerhed
Reduktion af non-ETS udledninger	39 pct. reduktion i 2030 i forhold til 2005. Reduktionen skal følge en given reduktionssti.	Der forventes en akkumuleret manko på ca. 5 mio. ton CO ₂ e i perioden 2021-30. Forpligtelsen kan opfyldes uden nye tiltag, hvis det besluttes at gøre brug af LULUCF-kreditter og/eller ETS-kvoter.	Der er især usikkerhed forbundet med at fremskrive antallet af husdyr i landbruget og udledninger fra transport samt biogassens andel af ledningsgas. Derudover er der stor usikkerhed forbundet med at estimere udledninger fra affaldsdeponi og biogasanlæg.
LULUCF-kreditter	LULUCF-sektoren skal samlet set levere et positivt klimaregnskab beregnet efter nærmere bestemte regneregler (No-debit reglerne).	Opfyldt. Akkumulerede LULUCF-kreditter i 2030 svarer til over 30 mio. ton CO ₂ e.	Der er stor usikkerhed forbundet med at estimere fremtidig udledning og optag fra skovarealer ældre end 30 år samt emissionsfaktorer for organiske landbrugsarealer og optag i mineraljorde i landbruget.

I Figur 11.1 illustreres udviklingen i non-ETS udledningerne og reduktionsforpligtelsen. Det fremgår, at non-ETS-udledningerne i perioden 2021 til 2023 forventes at være lavere end emissionstildelingene qua den givne reduktionssti. I årene 2024 til 2030 forventes non-ETS-udledningerne derimod at være højere end denne.

Overskydende emissionstildelinger i enkelte år kan overføres til senere år i perioden, og samlet betyder det, at der forventes en akkumuleret manko på ca. 5 mio. ton CO₂e i 2030. Denne manko kan indfries ved gennemførelsen af yderligere klimatiltag eller ved anvendelse af en del af de akkumulerede LULUCF-kreditter og/eller brug af ETS-kvoter.

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

11.2 Status for vedvarende energi og energieffektivisering

Tabel 11.2 beskriver Danmarks EU forpligtelser i forhold til vedvarende energi og energieffektivisering og gør status for hvorvidt disse forpligtelser forventes opfyldt under KF22.

Tabel 11.2: 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. Der forventes en VE-andel på 64 pct. i 2030. Dette overstiger klart de 55 pct. som blev vurderet "tilstrækkeligt ambitiøst" af EU kommissionen ved NECP-rapporteringen (2020). Implementeringssporet opfylder ligeledes kravet i forordningen.	VE-andel i transport (RES-T) og elforbrug (RES-E), især fsva. tidspunkt for havvinds og solcellers idriftsættelse
VE-andel i transport (RES-T)	Min. 14 pct. i 2030	Opfyldt. RES-T forventes at nå 41 pct. i 2030.	Elektrificeringsgrad og RES-E

Indikator	Forpligtelse	Forventet status	Primær usikkerhed
Avancerede biobrændstoffer 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. RES-HC forventes at overstige 60 pct. fra 2021, men derudover forventes også en årlig stigningstakt større end 1,1 pct.-point i hovedparten af årene frem mod 2030.	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." ⁴²	Der henvises til analysen, der ligger til grund for skøn

Figur 11.2 illustrerer udviklingen i de forskellige VE-andele.

Den samlede VE-andel (RES) forventes at stige fra 41,5 pct. i 2020 til 64 pct. i 2030. Heri er ikke medregnet eventuelle statistisk overførsel mellem Danmark og andre EU-medlemsstater. Efter statistiske overførsler udgjorde den samlede danske VE-andel 31,7 pct. i 2020.

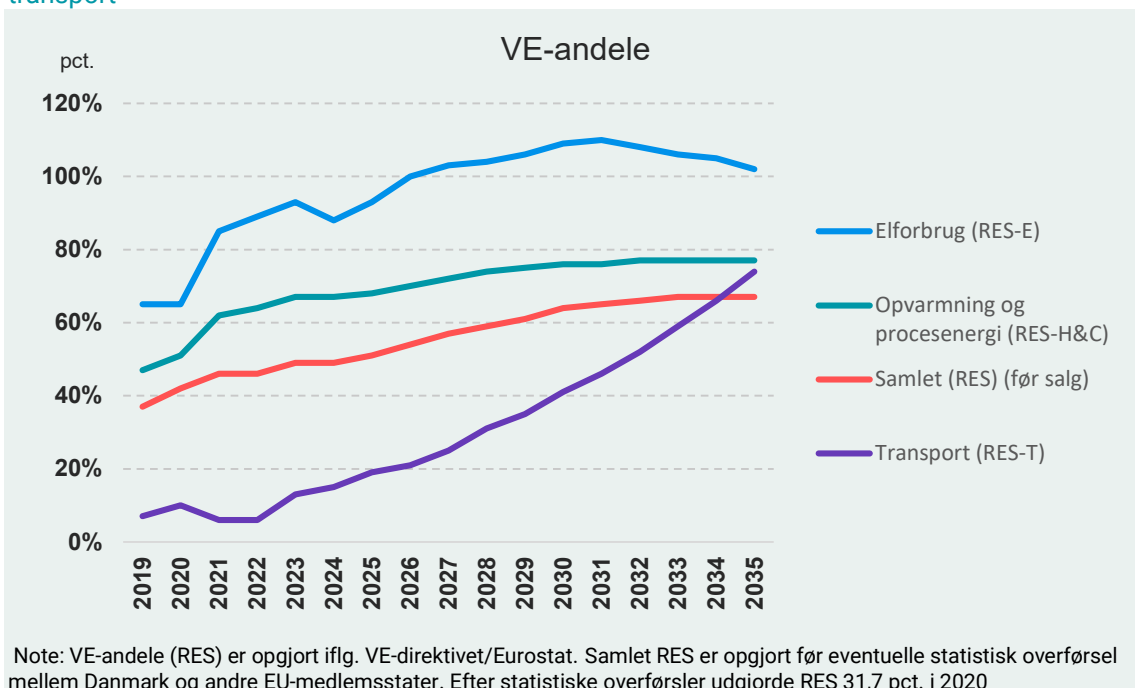
VE-andelen i elforbruget (RES-E) forventes at stige fra 65,3 pct. i 2020 til 109 pct. i 2030 og at toppe i 2031 på 110 pct. Herefter forventes et stigende elforbrug at overstige udbygningen med vedvarende energi i elforsyningen således at VE-andelen falder til 102 pct. frem mod 2035. Bidraget fra energigørerne indgår ikke i ovenstående, men behandles i en partiel alternativberegning, - se i afsnittet om usikkerheder nedenfor. På tilsvarende vis indgår i ovenstående heller ikke en eventuelt forøgelse af elforbruget, fx til PtX-anlæg.

VE-andelen i opvarmning og procesenergi (RES-H&C) forventes at stige fra 51,1 pct. i 2020 til 76 pct. i 2030, hvilket især skyldes en stigende VE-andel i ledningsgassen samt øget anvendelse af varmepumper i husholdninger, industri og fjernvarme.

⁴² <https://kefm.dk/Media/C/4/Minianalyse%20-%20Energieffektivisering.pdf>.

VE-andelen i transportsektoren (RES-T) forventes at stige fra 9,6 pct. i 2020 til 41 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



11.3 Usikkerhed

Non-ETS udledninger er særligt følsomme 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 følsomme over for havvinds og solcellers idriftsættelsestidspunkt. En partiel alternativberegning viser endvidere, at energiøernes idriftsættelse vil øge VE-andelen i elforbruget (RES-E) til 123 pct. i 2030 og yderligere til 138% i 2035 (for uændret elforbrug).

Afslutningsvist skal det som tidligere nævnt bemærkes, 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. EU-Kommissionen har efterfølgende fremlagt den såkaldte "Fit for 55"-pakke, som lægger op til en lang række opstramninger af EU's klima- og energilovgivning. Forslagene lægger bl.a. op til at stramme Danmarks klima- og energiforpligtelser i EU. Eftersom forslagene fra Kommissionen fortsat er under forhandling i EU og derfor ikke er vedtaget, er der ikke i dette notat foretaget en vurdering af status ift. opfyldelse af disse potentielt væsentligt strammere mål. Dog kan det nævnes, at EU-kommissionen foreslår at stramme ovennævnte mål for non-ETS og LULUCF ganske meget, hvorfor de mål, der foreslås for Danmark, ikke nødvendigvis kan forventes opfyldt med allerede vedtagne politikker og virkemidler.

Appendiks 1: Sammenhæng mellem klimafremskrivningen (KF), global afrapportering (GA), scenarier til klimaprogrammet (KP) og analyseforudsætninger til Energinet (AF)

	Klimafremskrivning (KF)	Global afrapportering (GA)	Klimaprogram (KP) - Scenarier	Analyseforudsætninger til Energinet
Baggrund	Del af klimalovens årshjul (jf. §6 i klimaloven).	Del af klimalovens årshjul (jf. §6 i klimaloven).	Klimaprogrammet indgår i klimalovens årshjul (jf. § 7 i klimaloven) og scenarierne udarbejdes til klimaprogrammet	Analyseforudsætningerne (AF) har til formål at angive et sandsynligt udviklingsforløb for det danske el- og gassystem, og udarbejdes til brug for Energinets opgave med at planlægge udviklingen i el- og gastransmissionsnettet.
Fokus	Opgørelse af Danmarks samlede drivhusgasudledninger i overensstemmelse med FN's opgørelsesmetoder (jf. også KF22 forudsætningsnotat 2B om principper for udledningsopgørelse). I overensstemmelse med FN-reglerne indregnes udledninger fra international skibs- og luftfart ikke i fremskrivningen. FN-opgørelsesreglerne indebærer generelt, at udledninger opgøres fra produktionssiden (fremfor forbrugssiden).	Belyser Danmarks klimapåvirkning uden for landets grænser – både positivt og negativt. Konkret opgøres udledninger forbundet med Danmarks forbrug, import og eksport. Dertil ses nærmere på den globale klimapåvirkning fra dansk el-udveksling med udlandet, international sø- og luftfart, erhvervslivets indsats, samt udledninger fra import og forbrug af soja. Afrapporteringen belyser desuden, hvordan Danmark	Scenarierne optegner forskellige fremtidsbilleder af, hvordan opnåelse af 70%-målet i 2030 og målet om klimaneutralitet i 2050 vil kunne se ud. Der er udarbejdet 4 scenarier for klimamålsopnåelse i hhv. 2030 og 2050. De 4 scenarier er baseret på forskellige kombinationer af antagelser om udvikling i rammevilkår (teknologier, markeder, priser, mv.). Scenarierne er ikke ideelle bud på, hvordan klimamålsopnåelse bør se ud, og der findes yderligere scenarier for målopnåelse, end dem som er udarbejdet til klimaprogrammet.	Fremskrivning af forbrug og produktion af el og gas i Danmark.

		bidrager til at reducere globale udledninger via en række forskellige myndighedsindsatser		
Tidshorisont	Historisk (fra 1990 til 2020 i KF22) og fremskrivning (fra 2021 frem til 2035 i KF22).	Historisk og aktuel status. Historiske dataserier varierer tidsmæssigt afhængigt af emnet, men i nogle tilfælde fra 1990 til seneste statistikår (2020). Der er ingen fremskrivning i GA22 (udover elhandelsbalancens effekt på udenlandske emissioner)	Der udarbejdes scenarier for 2030 samt 2050. Scenarierne for 2030 skal ses som trædesten på vejen mod scenarierne for 2050.	Mindst frem til 2045 for AF22
Type af fremskrivning	Frozen policy, dvs. "politisk fastfrosset" fravær af nye tiltag på klima- og energiområdet ud over dem, som Folketinget eller EU har besluttet før skæringsdatoen eller som følger af bindende aftaler. For KF22 er skæringsdatoen 1. januar 2022. (jf. også KF22 forudsætningsnotat 2C om principper for frozen policy)			AF beskriver et bud på en udvikling af de dele af energiområdet, der er relevante for Energinets planlægning. AF tager højde for den generelle teknologiudvikling og forudsætter opnåelse af politiske målsætninger, også hvis der ikke er vedtaget konkrete virkemidler til opnåelse heraf. AF baserer sig således ikke på et frozen policy-scenarie.
Anvendelse	Til undersøgelse af i hvilket omfang Danmarks klima- og energimålsætninger og –forpligtelser vil blive opfyldt inden for rammerne af gældende regulering. Som teknisk reference ved planlægning og konsekvensvurdering af nye tiltag på klima- og energiområdet.	Opgør hvordan danske forbrugere, erhvervsliv og myndigheder påvirker de globale udledninger på godt og ondt.	Scenarierne udarbejdes som teknisk baggrundsmateriale til klimaprogrammet og gengives desuden i selve klimaprogrammet. Scenarierne kan anvendes som et teknisk grundlag for overvejelser vedr. opnåelse af 70%-målet i 2030 og målet om netto-nuludledninger i 2050.	AF anvendes af Energinet til at planlægge udviklingen i det danske el- og gastransmissionsnet .
For yderligere info	https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/klimastatus-og-fremskrivning-2022	https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/global-afrapportering-2022	https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/tekniske-analyser-til-baggrund-klimaprogram-2021 https://kefm.dk/aktuelt/nyheder/2021/sep/regeringen-fremskynder-klimaindsatsen-med-koereplan-til-ny-2025-deadline	https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/analysefor-udsatninger-til-energinet

Appendiks 2: Oversigt over KF22 sektornotater og forudsætningsnotater

KF22 omfatter ud over hovedrapporten også 17 sektornotater og 38 forudsætningsnotater. Disse fremgår af tabellerne nedenfor

Tabel A1.1: KF22 sektornotater

Notat nr.	Sektornotat
3A	Husholdninger
4A	Transport
4B	Forbrug og sammensætning af transportbrændstoffer
5A	Serviceerhverv
6A	Fremstillingserhverv og bygge-anlæg
7A	Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer
7B	Forbrug og sammensætning af ledningsgas
8A	El og fjernvarme (ekskl. affaldsforbrænding)
8B	Forbrug af el
9A	Affaldsforbrænding
9B	Øvrigt affald og spildevand
10A	Energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri
10B	Landbrugsprocesser
10C	Landbrugsarealer
10D	Skov og høstede træprodukter
11A	Danmarks drivhusgasreduktionsforpligtelser i EU
11B	Danmarks EU forpligtelser ift VE samt udvalgte nationale aftaler

Tabel A1.2: KF22 forudsætningsnotater

Notat nr.	Forudsætningsnotat
0	Introduktion til KF22 forudsætningsmaterialet
1A	Ramses modellen
1B	IntERACT modellen
1C	Transportmodellen FREM
1C-Vej	Vejtransport i FREM
1C-BBM	Bilbestandsmodellen
1C-BVM	Bilvalgsmodellen
1D	DCE's beregningsmetoder for landbrug, LULUCF og affald
2A	Ny politik, der indgår i KF22, samt politik der ikke indregnes
2B	Principper for udledningsopgørelse
2C	Principper for frozen policy
3A	Brændselspriser

Notat nr.	Forudsætningsnotat
3B	CO2-kvotepris
3C	Elproduktionskapaciteter i udlandet og interkonnektorer
3D	Økonomiske vækstforudsætninger
4A	Bilvalgsforudsætninger
4B	VE-brændstoffer
4C	Grænsehandel med brændstoffer
5A	Husholdningernes opvarmning
5B	Husholdningernes apparatforbrug
6A	Datacentre
6B	Cementproduktion
7A	Olie-gas produktion
7B	Raffinaderier
7C	Biogasproduktion
7D	PtX
7E	CCS
8A	Havvind
8B	Landvind
8C	Solceller
8D	Termisk produktionskapacitet (ekskl. affaldsforbrænding)
9A	Affaldsforbrænding
9B	Affald (ekskl. affaldsforbrænding) og spildevand
9C	F-gasser
10A	Energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri
10B	Landbrugsprocesser
10C	Landbrugsarealer og øvrige arealer (eksklusiv skov)
10D	Skov og høstede træprodukter

Appendiks 3: Oversigt over KF22-dataark

Ifm. med KF22 offentliggøres også en række dataark. Disse er oplistet i tabellen.

Tabel A2.1: KF22 dataark

Filnavn	Beskrivelse
KF22 resultater - Tal bag figurer	Omfatter tal bag figurer i KF22 hovedrapporten og sektornotaterne
KF22 forudsætninger - Tal bag figurer	Omfatter tal bag figurer i KF22 forudsætningsnotaterne
KF22 CRF-tabel	- Emissionsopgørelse per drivhusgastype for årrækken 1990-2035. Statistiske år er faktiske år, mens fremskrivningsperioden er normalår. - I KF22 anvendes Energistyrelsens historiske udledningstal. Totalerne er identiske med DCE's historiske udledningstal, men der er små forskelle i fordelingen af udledningerne på visse kategorier. - KF22 er opgjort ved brug af de nye global warming potential faktorer fra IPCC's 5. Assessment Report (AR5).
KF22 CRF-tabel (opgjort med AR4 GWP-faktorer)	Opgørelse af KF22 ved brug af global warming potential faktorer fra IPCCs' 4. Assessment Report (AR4). Offentliggøres for at vise for at vise betydningen af skiftet fra AR4 til AR5 GWP-faktorer (jf. også forudsætningsnotat 2B).
Energibalance	National energibalance for brændsler for årrækken 2015-2035
Sektordataark	- El og fjernvarme - Transport - Landbrug og LULUCF

Appendiks 4: Sammenhæng mellem KF22 sektorer og KF21 sektorer samt CRF-tabel

Sammenhæng mellem KF22 sektorer og KF21 sektorer

Ligesom i KF21 er udledningerne i KF22 fordelt på otte sektorer samt CCS. Den eneste ændring i sektorafgrænsningen mellem KF21 og KF22 er, at F-gasser i KF22 er blevet fordelt ud på sektorerne serviceerhverv, fremstillingserhverv, husholdninger og transport (jf. KF22 forudsætningsnotat 9C om F-gasser).

Tabel A3.1: KF22 sektorer

KF22 sektor	Bemærkning
Husholdninger	Ekskl. energiforbrug og udledninger forbundet med transport, inkl. sektorens andel af F-gasudledning
Transport	Inkl. sektorens andel af F-gasudledning
Serviceerhverv	Inkl. datacentre og inkl. sektorens andel af F-gasudledning
Fremstillingserhverv og byggeanlæg	Inkl. sektorens andel af F-gasudledning
Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer	
El og fjernvarme	Ekskl. udledninger fra affaldsforbrænding
Affald og spildevand	Inkl. udledninger fra affaldsforbrænding, deponi, spildevand, kompostering og lækage fra biogasanlæg.
Landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri	Inkl. sektorens energiforbrug

Note: Da CCS ikke er fordelt på sektorer i KF22 håndteres denne teknisk som en separat, negativ udledning.

Sammenhæng mellem KF22 sektorer og CRF-tabel

Sektorafgrænsningen i KF22 følger så vidt muligt kategorierne i CRF-tabellerne. Tabellen neden for viser således hvordan drivhusgasserne CO₂, CH₄, N₂O, indirekte CO₂ under de forskellige CRF-kategorier er fordelt på KF22 sektorerne (her identificeret med kapitelnumre i hovedrapporten). F-gasser er fordelt på sektorer ud fra fordelingsnøglen vist i KF22 forudsætningsnotat 9C.

Tabel A4.1: Fordelingsnøgle for CRF-kategorier på KF22 sektorer

CRF code	Description	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, Indirekte CO ₂
1A1a	Public electricity and heat production	08
1A1ax	Public electricity and heat production (Waste incineration)	09
1A1b	Petroleum refining	07
1A1c	Other energy industries (oil/gas extraction)	07
1A2	Combustion in manufacturing industry	06
1A2gvii	Industry - Other (mobile)	06
1A3a	Domestic aviation	04
1A3bi	Road transport - Cars	04
1A3bii	Road transport - Light duty trucks	04
1A3biiix	Road transport - Heavy duty trucks	04
1A3biiiy	Road transport - Busses	04
1A3biv	Road transport - Motorcycles and mopeds	04
1A3bx	Road transport - Bordertrade	04
1A3c	Railways	04
1A3d	Domestic navigation	04
1A4ai	Commercial and institutional	05
1A4aii	Commercial and institutional (mobile)	05
1A4bi	Residential	03
1A4bii	Residential (mobile)	03
1A4ci	Agriculture, forestry and aquaculture	10
1A4cii	Ag./for./fish. (mobile)	10
1A5bi	Military (mobile)	04
1A5bii	Recreational boats (mobile)	04
1B2a	Fugitive emissions from oil	07
1B2b	Fugitive emissions from gas	07
1B2c	Fugitive emissions from flaring	07
2A0	Mineral industry - excl. cement production	06
2A1	Mineral industry - cement production	06
2B	Chemical industry	06
2C	Metal industry	06
2D	Non-energy products from fuels and solvent use	06
2E	Electronic industry	06
2F	Product uses as ODS substitutes	06
2G	Other product manufacture and use	06
2H	Other industrial processes	06
3A	Enteric fermentation	10
3B	Manure management	10
3D	Agricultural soils	10
3F	Field burning of agricultural residues	10

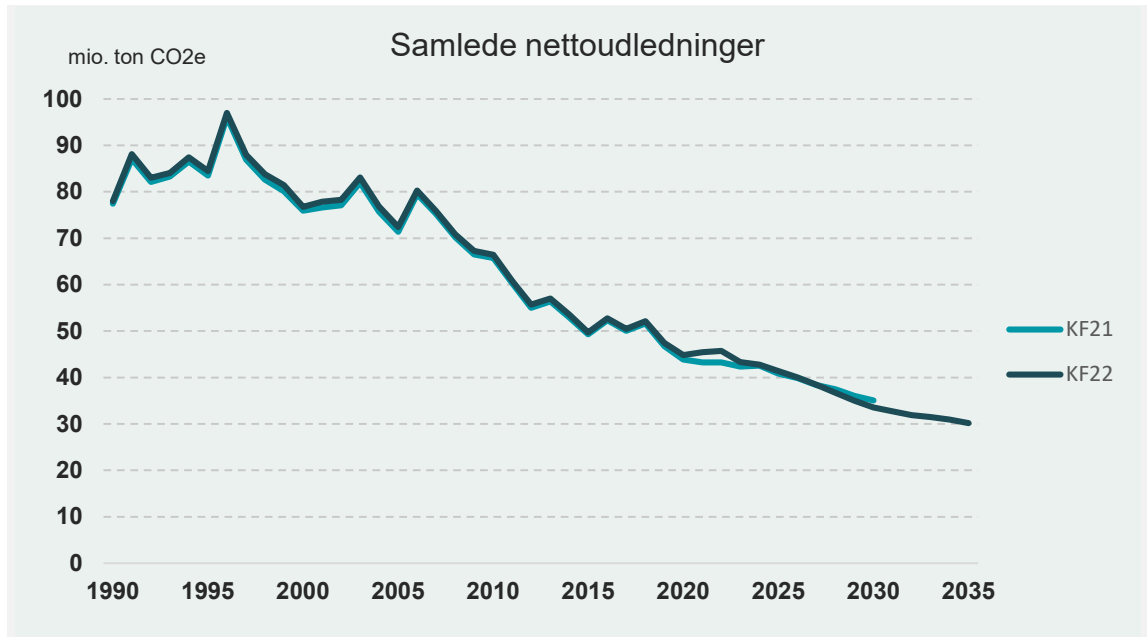
CRF code	Description	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, Indirekte CO ₂
3G	Liming	10
3H	Urea application	10
3I	Other carbon-containing fertilizers	10
4A	Forest land	10
4B	Cropland	10
4C	Grassland	10
4D	Wetlands	10
4E	Settlements	10
4F	Other Land	10
4G	Harvested wood products	10
4H	Other LULUCF	10
5A	Solid waste disposal	09
5B1	Composting	09
5B2	Anaerobic digestion at biogas facilities	09
5C	Incineration and open burning of waste	09
5D	Waste water treatment and discharge	09
5E	Other waste	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, 10 landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri. CH₄ er metan og N₂O er lattergas.

Appendiks 5: Sammenligning af samlede nettoudledninger i KF22 og KF21

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

Figur App.5.1: Samlede nettoudledninger i KF22 og KF21



Figur App. 5.1 viser de samlede nettoudledninger i hhv. KF22 og KF21. Forskellen i historiske år skyldes primært ændringer i opgørelsen ift LULUCF og i mindre omfang ift. landbrugsprocesser.⁴³ Forskellen i fremskrivningsperioden dækker i sagens natur over en række forskelligrettede ændringer i de forskellige sektorer (jf. også afsnit 3.1 i sektornotaterne, der viser sammenligningen mellem de enkelte sektors udledninger i hhv. KF22 og KF21).

Som nævnt i afsnit 2.1 i kapitel 2, er udviklingen i udledninger fra KF21 til KF22 resultat af en kombination af nye politiktiltag, opdaterede forventninger til pris- og

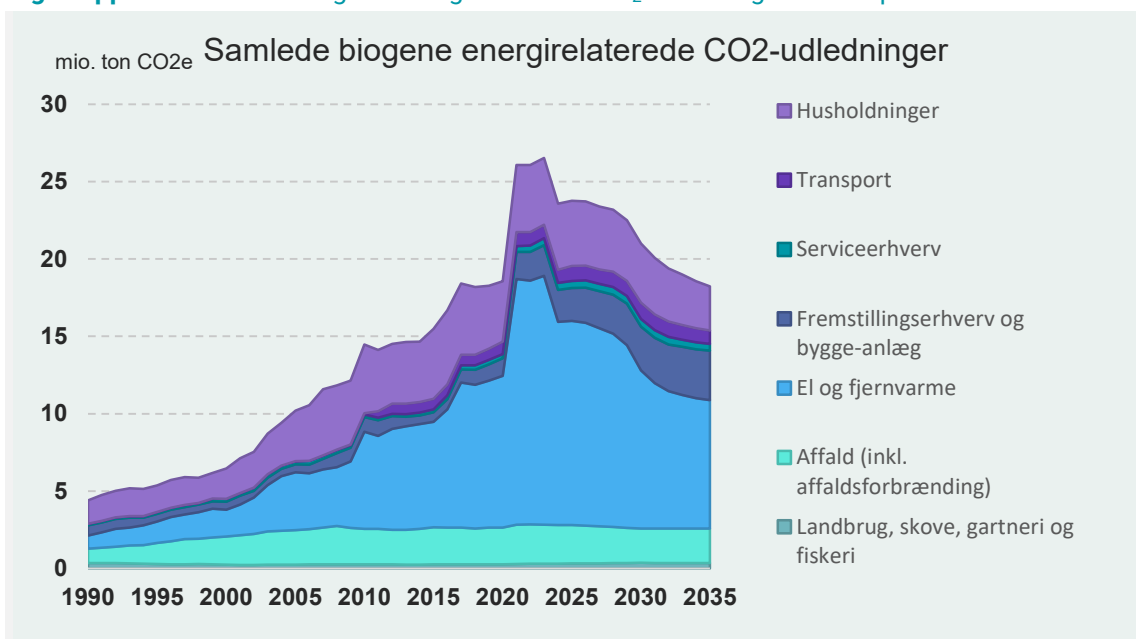
⁴³ For LULUCF drejer det sig hovedsageligt om ændringer i opgørelsen af udledninger fra skove og høstede træprodukter (jf. sektornotat 10D), samt dyrkede arealer (jf. sektornotat 10C), mens det for landbrugsprocesser vedrører udledningerne fra gødsning (som skyldes metodiske ændringer i beregning af udledninger fra afgrøderester, jf. sektornotat 10B).

markedsudvikling, og opdaterede datagrundlag. Effekten af disse faktorer på de enkelte sektors udledninger er beskrevet i rapportens sektorkapitler samt mere uddybende i de bagvedliggende sektornotater. Her skal det særligt bemærkes, at forskellen mellem KF22 og KF21 i årene 2021 og 2022 blandt andet skyldes højere udledninger fra el og fjernvarmesektoren i disse år i KF22 som følge af, at de øgede fossile brændselspriser øger elprisen både herhjemme og internationalt, hvilket gør det fordelagtigt på kort sigt at øge den danske el-produktion på kul og biomasse (jf. sektornotat 8A).

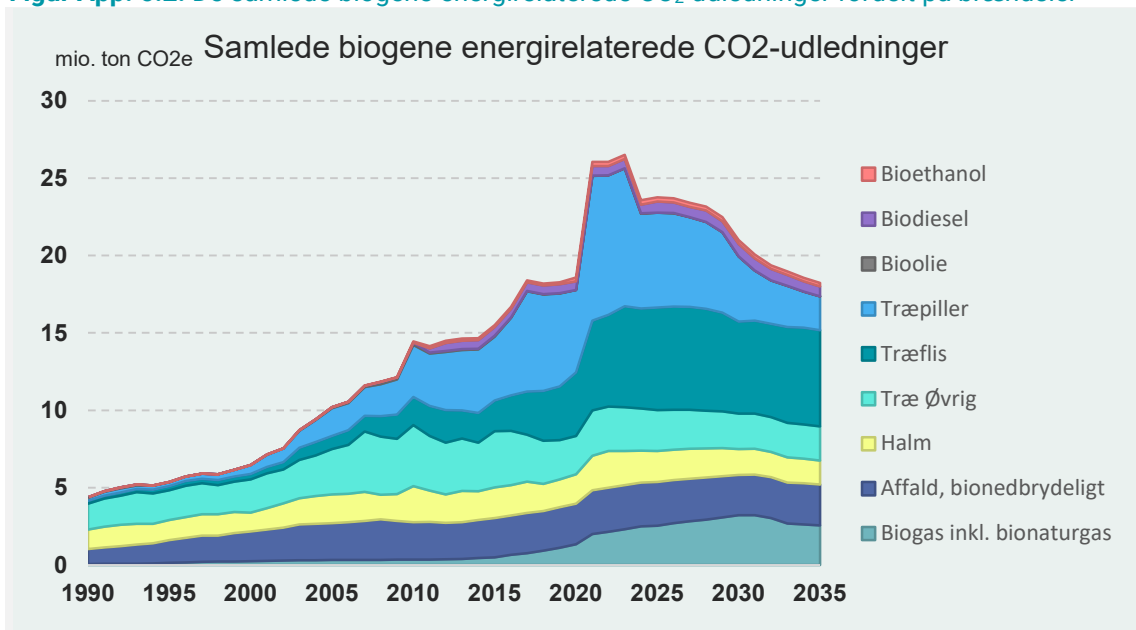
Appendiks 6: Samlede biogene energirelaterede CO₂-udledninger i KF22

Klimafremskrivningens opgørelse af sektorernes udledninger følger FN's opgørelsesregler, da udledningsopgørelsen ift. 70 pct. målsætningen ifølge klimaloven skal følge disse. CO₂-udledning fra forbruget af biomasse medregnes i LULUCF-sektoren i det land, hvor biomassen høstes. Ved afbrænding af dansk og importeret biomasse og biobrændsler til energiformål medregnes den heraf følgende biogene CO₂-udledning derfor ikke for at undgå dobbelttælling (jf. KF22 forudsætningsnotat 2B). Ifølge FN-reglerne skal CO₂-udledningerne fra forbruget af biomasse til energi dog opgøres og indberettes under et såkaldt "memo item". Dette bilag viser de samlede biogene energirelaterede CO₂-udledninger forbundet med forbrænding af biomasse og biobrændsler.

Som det fremgår af figur App.6.1 har de samlede biogene energirelaterede CO₂-udledninger været stigende i perioden fra 1990 frem til 2020, hvor de udgjorde 18,6 mio. ton CO₂. I de første fremskrivningsår stiger de samlede biogene energirelaterede CO₂-udledninger yderligere til 26,5 mio. ton i 2023, for herefter at aftage til 21 mio. ton i 2030 og 18,2 mio. ton i 2035. Det høje niveau af energirelaterede biogene CO₂-udledninger i årene 2021-23 skal bl.a. ses i lyset af de høje fossile brændselspriser i fremskrivningen i disse år (jf. KF22 forudsætningsnotat 3A). Stigningen i de biogene energirelaterede CO₂-udledninger stammer især fra el- og fjernvarmesektoren, hvor den markante stigning på kort sigt i de fossile brændselspriser medfører en højere andel af el- og fjernvarmeproduktion baseret på biomasse (og også på kul, jf. sektornotat 8A). El- og fjernvarmesektoren er generelt den sektor, der tegner sig for den største andel af de samlede biogene energirelaterede CO₂-udledninger i fremskrivningsperiode. I 2030 står el- og fjernvarmesektoren således for 49 pct. af disse udledninger.

Figur App.6.1: Samlede biogene energirelaterede CO₂-udledninger fordelt på sektorer

Figur App. 6.2 viser udviklingen i og sammensætningen af de biogene energirelaterede CO₂-udledninger fordelt på brændsler. Som det ses, stammer størstedelen af de biogene energirelaterede CO₂-udledninger fra træ i form af træflis, træpiller og øvrigt træ. De biogene energirelaterede CO₂-udledninger fra bionaturgas stiger også i takt med den øgede produktion af bionaturgas og deraf stigende VE-andel i ledningssagen.

Figur App. 6.2: De samlede biogene energirelaterede CO₂-udledninger fordelt på brændsler

Appendiks 7: 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 fødevareafgrøder. 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 energirelateret CO₂-udledning: Den CO₂-udledning, der er knyttet til forbrænding af biomasse og biobrændsler.

Biomasse: En fælles betegnelse for al organisk materiale, som dannes ved planter 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 ledningsgasnettet.

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 opvarmningspotentiale 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-energiformål, 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 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 (eksklusive LULUCF), 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 EU-fastsatte drivhusgasreduktionsmål 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 fødevareproduktionen blive overflyttet til nye arealer, da efterspørgslen efter fødevarer antages uændret. ILUC er den udledning, der finder sted når et tidligere u-dyrket areal (fx et skovareal) omlægges til produktion af fødevarer afgrøder, 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, og hvor nogle typer af produktion tildeles gratis kvoter.

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

LULUCF: Opgørelse af optag af kulstof fra CO₂ og udledninger af CO₂, CH₄ og N₂O primært i forbindelse med dyrkning af jord i landbruget og drift af skovarealer opgøres i LULUCF-sektoren, som er en engelsk betegnelse for *Land Use, Land Use Change and Forestry*.

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

KF22: Klimastatus og -fremskrivning 2022

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 8: Referencer

Hvert KF22 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 KF22 materialet. For liste over KF22 sektornotater og forudsætningsnotater se appendiks 2.

Aftale om grøn omstilling af landbruget. <https://fvm.dk/landbrug/aftale-om-groen-omstilling-af-landbruget/>

Aftale om infrastrukturplan 2035 (28. juni 2021): <https://www.trm.dk/politiske-aftaler/2021/aftale-om-infrastrukturplan-2035-aftale/>

Aftale om regulering af ladestandermarkedet af 28. oktober 2021
<https://www.trm.dk/politiske-aftaler/2021/aftale-om-regulering-af-ladestandermarkedet/>

Aftale om Udmøntning af pulje til grøn transport (25. juni 2021):
<https://www.trm.dk/politiske-aftaler/2021/aftale-om-udmoentning-af-pulje-til-groen-transport/>

Aftale om udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer (PtX-strategien) af 15. marts 2022. <https://www.regeringen.dk/aktuelt/publikationer-og-aftaletekster/aftale-om-udvikling-og-fremme-af-brint-og-groenne-braendstoffer/>

Danmarks Statistik, Statistikbanken a): FOLK1A: Folketal den 1. i kvartalet efter område, køn, alder og civilstand

Danmarks Statistik, Statistikbanken b): BOL101: Boliger efter område, beboertype, anvendelse og tid.

Danmark kan mere II. <https://www.regeringen.dk/aktuelt/publikationer-og-aftaletekster/danmark-kan-mere-ii/>

Europa-parlamentets og rådets CO2-forordninger (EU):
2019/631: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX:32019R0631>
2019/1242: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX:32019R1242>

Finanslov 2022, <https://fm.dk/media/25335/aftale-om-finansloven-for-2022.pdf>.

Forslag til Lov om ændring af lov om klima (Indikativt klimamål for 2025)
<https://www.ft.dk/samling/20211/lovforslag/l31/index.htm>

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>)