

Klimastatus og -fremskrivning 2023



Klimastatus og -fremskrivning, 2023
Udgivet i april 2023 (Rev. februar 2023) af:
Energistyrelsen
Carsten Niebuhrs Gade 43, 1577 København V
Telefon: 33 92 67 00
E-mail: ens@ens.dk

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

Design og produktion: Energistyrelsen

ISSN 2794-5839

Indholdsfortegnelse

1	Om Klimastatus og -fremskrivning 2023	1
1.1	Hvad er baggrunden for KF23?.....	1
1.2	Hvad omfatter KF23, og hvordan laves fremskrivningen?	2
1.3	Hvad er usikkerheden knyttet til KF23?.....	2
1.4	Hvordan er KF23 materialet organiseret?	3
2	Det samlede billede.....	4
2.1	Status for klimalovens reduktionsmål	5
2.2	Udvikling i rammebetingelser mv. siden KF22	7
2.3	Udviklingen i udledninger på tværs af sektorer	9
2.4	Fremskrivningen af de enkelte sektors udledninger 2019-2035.....	12
2.5	Samlet energiforbrug og VE-andele	17
2.6	Status ift. Danmarks EU reduktionsforpligtigelser	20
2.7	Usikkerhed	20
3	Husholdninger	23
3.1	Husholdningssektorens udledninger	24
3.2	Rammebetingelser mv. for husholdningssektoren	25
3.3	Aktivitetsniveau, effektiviseringer og teknologiskift i husholdningssektoren	26
3.4	Usikkerhed	27
4	Transportsektoren.....	29
4.1	Transportsektorens udledninger	30
4.2	Rammebetingelser mv. for transportsektoren	33
4.3	Aktivitetsniveau, effektiviseringer og teknologiskift i transportsektoren	35
4.4	Usikkerhed og følsomhedsberegninger	39
5	Serviceerhverv	40
5.1	Servicesektorens udledninger	41
5.2	Rammebetingelser mv. for servicesektoren.....	42
5.3	Aktivitetsniveau, effektiviseringer og teknologiskift i servicesektoren.....	42
5.4	Usikkerhed	43

6	Fremstillingserhverv og bygge-anlægssektoren	44
6.1	Fremstillings- og bygge-anlægssektorens udledninger	45
6.2	Rammebetingelser mv. for fremstillingserhverv og bygge-anlægssektoren	46
6.3	Aktivitetsniveau, effektiviseringer og teknologiskift i fremstillingserhverv og bygge-anlægssektoren	46
6.4	Usikkerhed og følsomhedsberegninger	47
7	Produktion af olie, gas og VE-brændsler	49
7.1	Udledninger i forbindelse med produktion af brændsler	50
7.2	Rammebetingelser mv. for produktion af olie, gas og VE-brændstoffer	53
7.3	Aktivitetsniveau, effektiviseringer og teknologiskift	54
7.4	Usikkerhed og følsomhedsberegninger	56
8	El- og fjernvarme	57
8.1	El- og fjernvarmesektorens udledninger	58
8.2	Rammebetingelser mv. for El- og fjernvarmesektor	59
8.3	Aktivitetsniveau, effektiviseringer og teknologiskift i El- og fjernvarmesektor	59
8.4	Usikkerhed og følsomhedsberegninger	62
9	Affaldssektoren (inkl. affaldsforbrænding)	64
9.1	Affaldssektorens udledninger	65
9.2	Rammebetingelser mv. for affaldssektoren	66
9.3	Aktivitetsniveau, effektiviseringer og teknologiskift i affaldssektoren	67
9.4	Usikkerhed og følsomhedsberegninger	67
10	Landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri	69
10.1	Samlede udledninger fra sektoren	70
10.2	Rammebetingelser mv. for land- og skovbrugssektoren	73
10.3	Udledninger fra landbrugsprocesser	73
10.4	Udledninger fra landbrugets arealanvendelse	75
10.5	Udledninger og optag fra skove og høstede træprodukter	76
10.6	Udledninger fra energiforbrug i landbrug, skovbrug, gartneri og fiskeri	77
10.7	Usikkerhed og følsomhedsberegninger	78
11	Danmarks EU forpligtigelser	81
11.1	Status for drivhusgasreduktionsforpligtelser: ESR og LULUCF	82
11.2	Status for vedvarende energi og energieffektivisering	83
11.3	Usikkerhed og følsomhedsberegninger	87

Appendiks 1: Sammenhæng mellem Klimafremskrivningen (KF), Danmarks globale klimapåvirkning -Global afrapportering (GA), Scenarier til klimaprogrammet (KP) og Analyseforudsætninger til Energinet (AF)	89
Appendiks 2: Oversigt over KF23 sektornotater og sektorforudsætningsnotater.....	93
Appendiks 3: Oversigt over KF23-dataark	95
Appendiks 4: Sammenhæng mellem KF23 sektorer og KF22 sektorer samt CRF-tabel	96
Appendiks 5: Beregning af KF23 netto-udledninger inkl. korrektioner ud fra KF23 CRF-opgørelsen	99
Appendiks 6: Samlede biogene energirelaterede CO ₂ -udledninger i KF23	100
Appendiks 7: Ordforklaringer og forkortelser.....	102
Appendiks 8: Referencer.....	106

1 Om Klimastatus og -fremskrivning 2023

Klimastatus og -fremskrivning 2023 (herefter KF23) er en redegørelse for, hvordan Danmarks drivhusgasudledninger har udviklet sig fra 1990 til 2021, samt en vurdering af, hvordan udledningen af drivhusgasser samt energiforbrug og -produktion med de angivne forudsætninger 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 2023, 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 beskrive, i hvilket omfang Danmarks klima- og energimålsætninger og -forpligtelser forventes opfyldt inden for rammerne af aftalt regulering.

1.1 Hvad er baggrunden for KF23?

Ifølge Lov om klima af 18. juni 2020 (herefter klimaloven) skal der årligt udarbejdes en klimastatus og -fremskrivning¹.

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, at Klima-, energi- og forsyningsministeren årligt udarbejder en klimastatus og -fremskrivning (KF).

Klimastatus og -fremskrivning er en del af Klimalovens 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 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 KF23 i en selvstændig publikation. Ved reference her til KF23 menes derfor alene den nationale klimafremskrivning.

1.2 Hvad omfatter KF23, og hvordan laves fremskrivningen?

For at forstå resultaterne i KF23, 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.

Hvilke udledninger indgår i KF23?

Klimaloven fastsætter både drivhusgasreduktionsmål og retningslinjer for, hvorledes disse skal opgøres. Klimalovens mål for drivhusgasreduktioner skal som udgangspunkt opfyldes på dansk grund, og drivhusgasudledningerne, som omfattes af klimalovens målsætning, skal opgøres i overensstemmelse med FN's opgørelsesmetoder. Klimalovens målsætning omfatter Danmarks samlede drivhusgasudledninger inklusiv kulstofoptag/-udledninger fra jord og skov (LULUCF), negative udledninger fra teknologiske processer (fx lagring af CO₂ i undergrunden) og indirekte CO₂-udledninger (stoffer som senere omdannes til CO₂ i atmosfæren)².

Hvilke politiske tiltag mv. indgår i KF23?

Skæringsdatoen for indregning af politiktiltag, der indgår i KF23's modellering af perioden 2022-2035, er sat til 1. januar 2023. Skæringsdatoen for indregning af politiktiltag i den forrige Klimastatus og -fremskrivning 2022 var 1. januar 2022. De nye politiktiltag, som indgår i KF23, omfatter bl.a. tiltag fra *Aftale om grøn skattereform for industri mv.*, *Klimaafale om grøn strøm og varme* samt *Aftale om kilometerbaseret vejafgift for lastbiler*. Den fulde oversigt over, hvilke nye politiktiltag, der indgår i KF23, fremgår af KF23 sektorforudsætningsnotatet Principper og politikker kapitel 2. I samme kapitel er også en oversigt over, hvilke tiltag der ikke har kunnet indregnes i KF23, fx fordi de pågældende tiltag endnu ikke er konkretiseret, eller fordi effekten af dem endnu ikke kan opgøres.

Hvordan er KF23 lavet?

KF23 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 KF23 er yderligere beskrevet i KF23 forudsætningsnotatet Introduktion til KF23 forudsætningsmaterialet imens de specifikke forudsætninger, data og modeller, der anvendes til fremskrivningen, er præsenteret i de øvrige KF23 sektorforudsætningsnotater.

1.3 Hvad er usikkerheden knyttet til KF23?

Det er vigtigt, at KF23 læses og anvendes med bevidsthed om, at følsomme antagelser og usikkerheder påvirker nøgleresultaterne. Med andre forudsætninger end de

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 KF23, se kapitel 3 i KF23 sektorforudsætningsnotatet om Principper og politikker.

anvendte vil der således fremkomme andre resultater. Fremskrivningen skuer mere end 10 år frem i tid, og resultaterne kan variere fra år til år uafhængig af tiltag.

Fremskrivningsresultaterne er således både underlagt en generel metodeusikkerhed samt en betydelig usikkerhed forbundet med udefrakommende variabler, herunder uforudsete udviklinger i adfærd, teknologi og priser samt udsving i vejret mv.

Usikkerhederne forbundet med fremskrivningsresultaterne for de enkelte sektorer behandles i kapitlerne om disse sektorer samt i de bagvedliggende sektornotater.

1.4 Hvordan er KF23 materialet organiseret?

Klimastatus og –fremskrivning 2023 består af en hovedrapport, bagvedliggende sektornotater og sektorforudsætningsnotater 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 sektorforudsætningsnotater, der har været i offentlig høring i januar 2023.

Ud over hovedrapport og sektornotater suppleres KF23 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 sektornotater³.

³ 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 CO₂-udledninger fra jord og skov⁴ udgjorde 46,2 mio. ton CO₂e i 2021⁵. I 2021 var drivhusgasudledningerne således blevet reduceret med 41 pct. i forhold til Danmarks samlede udledninger i 1990. Det skal her bemærkes, at covid-19 pandemien fortsat havde indvirkning på aktivitetsniveauet i nogle sektorer i 2021, og dermed også på disse sektors energiforbrug og drivhusgasudledninger.

Klimafremskrivningen viser, at med indregningen af den nuværende vedtagne politik forventes de samlede netto-udledninger⁶ at være faldet til 39,7 mio. ton CO₂e i 2025 og 28,9 mio. ton CO₂e i 2030. Dette svarer til en reduktion i udledningerne på hhv. 49,3 pct. og 63,1 pct. ift. 1990. I 2035 forventes de samlede netto-udledninger at være yderligere reduceret til 25,8 mio. ton CO₂e⁷.

⁴ Såkaldt LULUCF, Land Use, Land-Use Change & Forestry.

⁵ Efter indregning af den forventede effekt af biocovers.

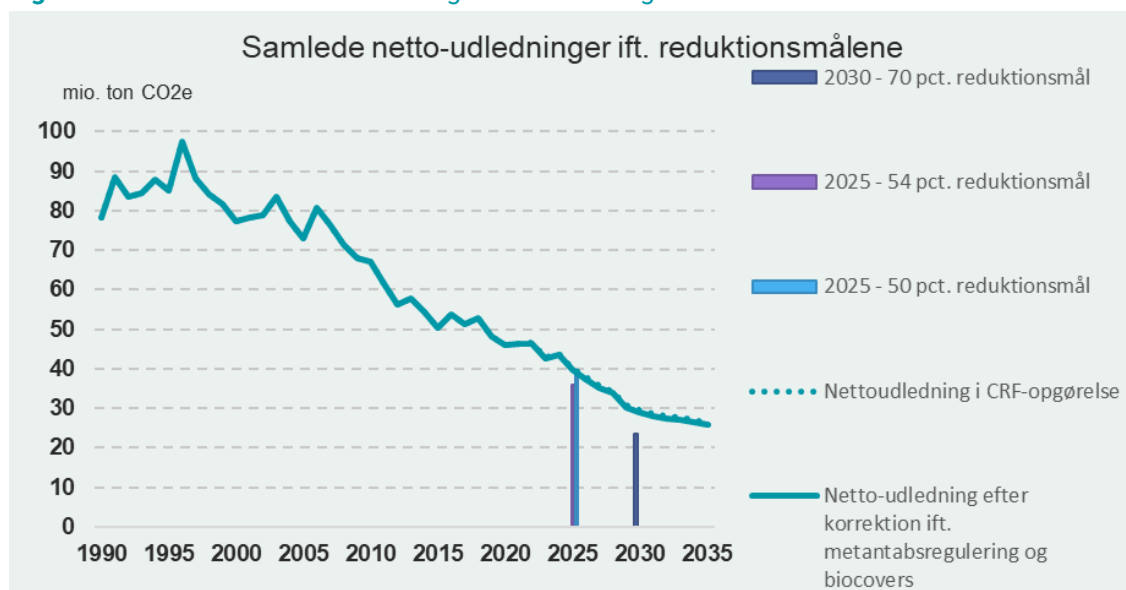
⁶ Begrebet "samlede netto-udledninger" refererer her til de samlede udledninger inkl. LULUCF og efter indregning af CCS.

⁷ Disse opgørelser af netto-udledningerne inkluderer indregning af korrektioner ift. forventet effekt af metantabsregulering og biocovers. Som det senere uddybes, kan forventet effekt af metantabsregulering samt biocovers ikke indregnes i CRF-opgørelserne på nuværende tidspunkt. Før indregning af de partielle korrektioner for effekten af metantabsregulering og biocovers viser CRF-opgørelserne derfor netto-udledninger på 40,2 mio. ton CO₂e i 2025 og 29,5 mio. ton CO₂e i 2030 (jf. også appendiks 5, der viser beregningen af netto-udledninger inkl. partielle korrektioner ift. metantabsregulering og biocovers ud fra KF23 CRF-opgørelsen).

Klimafremskrivningen er i sagens natur behæftet med usikkerhed. Denne usikkerhed er særligt udtalt i disse år, hvor covid-19 pandemien har haft indflydelse på udledningerne i de seneste historiske opgørelsesår 2020 og 2021⁸. Dertil kommer usikkerheden på energimarkederne, som har betydning for energipriser og energiforbrug mv. fremadrettet. Disse forhold kan give varige effekter på adfærd, struktur og teknologivalg, som ikke er afspejlet i den nuværende fremskrivning.

Den fremskrevne 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



Note: De samlede KF23 nettoudledninger inkluderer indregning af en statistisk difference på historiske tal for at sikre overensstemmelse ift. DCE's officielle indberetninger.

2.1 Status for klimalovens reduktionsmål

Ifm. Klimaaftale om grøn strøm og varme er der vedtaget en regulering af metantabet fra biogasanlæg, som trådte i kraft den 1. januar 2023. Den forventede effekt af metantabsreguleringen indgår ikke i KF23 CRF-opgørelserne pga. opgørelsesprincipper fra DCE, men lægges jf. aftalen til grund for 2025 og 2030 mankoopgørelserne (jf. Klimaaftale om grøn strøm og varme 2022), og den indregnes også ift. mankoopgørelsen for EU byrdefordelingsforpligtigelsen mv. Den forventede effekt af biocovers indregnes ligeledes partielt i KF23 mankoopgørelserne mv.⁹

⁸ Selv om 2021 er seneste statistik-år, vil modelkørslerne til KF23 derfor i nogle tilfælde fortsat tage udgangspunkt i udledningerne i 2019, hvor aktivitetsniveauerne alt andet lige må antages at være mere retvisende udgangspunkter.

⁹ For yderligere information om den partielle korrektion vedrørende regulering af metantab fra biogasanlæg se bl.a. kapitel 2 i KF23 sektorforudsætningsnotat om Principper og politikker samt KF23 sektornotat 7B om Biogas, PtX og VE-brændstoffer. For information om den partielle korrektion vedrørende biocovers, se KF23 forudsætningsnotat om Øvrigt affald og spildevand.

Efter indregning af de partielle korrektioner ift. den forventede effekt af regulering vedrørende lækage fra biogasanlæg samt biocovers indebærer dette en KF23 reduktionsmanko på 0,5-3,7 mio. ton CO₂e ift. klimalovens indikative målsætning om en reduktion i 2025-udledningerne på 50-54 pct. ift. 1990 niveauet, samt en reduktionsmanko på 5,4 mio. ton CO₂e ift. målsætningen om en reduktion i 2030-udledningerne på 70 pct. ift. 1990-niveauet.

Midlerne i CCUS-puljens første fase blev tildelt til Ørsted den 15. maj 2023 (dvs. efter KF23 var sendt i offentlig høring d. 28. april). Det forventes, at Ørsted vil kunne lagre 0,034 mio. ton CO₂ i 2025, og herefter 0,43 mio. ton CO₂ om året. Disse mængder er indregnet ved opgørelsen af de samlede nettoudledninger og reduktionsmankoen her i den endelige version af KF23. Det bemærkes at der herudover ikke er ændret på håndteringen af CCS ift. KF23 høringsversionen, dvs. CCS håndteres fortsat teknisk som en ikke-sektorfordelt, negativ udledning. CCUS-puljen fremgår derfor heller ikke i udledningsregnskabet for el- og fjernvarmesektoren, men derimod som en del af det samlede CCS bidrag til udledningsregnskabet.

Tabel 2.1: Status for målopfyldelse ift. klimalovens reduktionsmål

	1990	2021	2025	2030	2035
KF22 samlede nettoudledninger (mio. ton CO ₂ e)	78,0	45,5	41,4	33,6	30,2
KF23 samlede nettoudledninger inkl. partielle korrektioner*	78,4	46,2	39,7	28,9	25,8
Klimalovens reduktionsmål ift. KF23 (mio. ton CO ₂ e)			36,1-39,2	23,5	
KF23 manko ift. reduktionsmål (mio. ton CO₂e)			0,5-3,7	5,4	

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

* Beregningen af KF23 netto-udledninger inkl. partielle korrektioner ift. metantabsregulering og biocovers ud fra KF23 CRF-opgørelsen fremgår af Appendiks 5.

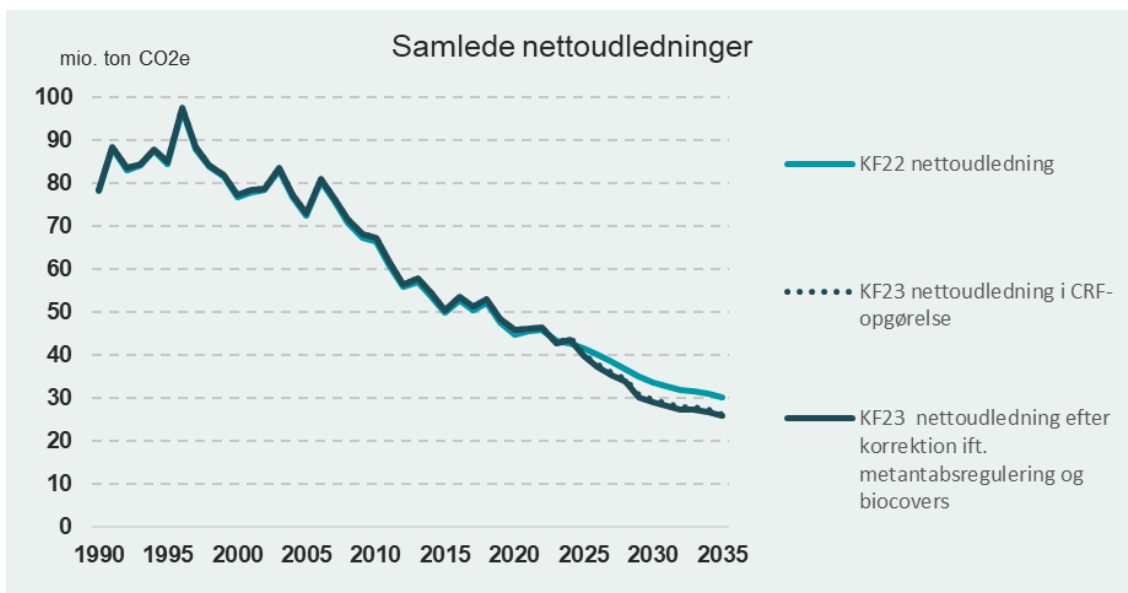
I klimafremskrivningen opgøres udledningerne i målår og tilhørende reduktionsmanko som rene årsværdier pba. antagelse om, at alle fremskrivningsår er "normalår" og udledninger fra arealer i fremskrivningen repræsenterer også et vægtet normalniveau. Ifølge Klimaloven skal de realiserede udledninger ift. reduktionsmålene i både 2025 og 2030 dog opgøres som gennemsnitsmål over tre år for derved at minimere betydningen af udsving i udledningerne i de faktiske enkeltår (fx som følge af vejrudsving).

Sammenligning med KF22

Sammenlignet med sidste års klimafremskrivning (KF22) ses mindre udsving i udledningerne i de første år, mest udtalt i 2024 med en stigning i udledningerne på 0,7 mio. ton CO₂e (bl.a. som følge af brændselsforbruget i el og fjernvarmesektoren). Som det fremgår af figur 2.2 skønnes KF23-udledningerne at være lavere end KF22-udledningerne fra 2025 og frem. Udledningerne i KF23 ligger i 2025 ca. 1,7 mio. ton CO₂e under KF22-niveauet og denne difference stiger, således at KF23 udledningerne i

2027 ligger 3,1 mio. ton. CO₂e under KF22-niveauet. Fra 2029 og frem stiger differencen mellem KF22 og KF23 udledningerne yderligere, således at KF23 udledningerne i 2035 ligger i omegnen af 4,5 mio. ton CO₂e under KF22-niveauet. Den forskel skal bl.a. ses i lyset af, at CCS puljen fra Grøn skattereform antages at være fuldt indfasnet i 2029 og bidrage med en fangst på 1,8 mio. ton CO₂ årligt.

Figur 2.2: Sammenligning af nettoudledningerne i KF23 og KF22



Sammenlignet med KF22 er reduktionsmankoen for 2025-målet reduceret med ca. 1,7 mio. ton CO₂e ift. KF22, mens reduktionsmankoen for 2030-målet er reduceret med ca. 4,7 mio. ton CO₂e ift. KF22.

Sammenligning med KP22

I Klimaprogram 2022 (fra september 2022), som omfattede KF22 opgørelsen samt de partielt opgjorte effekter af 1) Aftale om grøn skattereform for industri mv., 2) Aftale om kilometerbaseret vejafgift for lastbiler og 3) Klimaaf tale om grøn strøm og varme, blev reduktionsmankoen for 2025 opgjort til 0,4-3,5 mio. ton CO₂e, og reduktionsmankoen i 2030 blev opgjort til 5,0 mio. ton CO₂e. Sammenlignet med Klimaprogram 2022 er reduktionsmankoen i 2025 således øget med ca. 0,3 mio. ton CO₂e, mens reduktionsmankoen i 2030 er øget med ca. 0,5 mio. ton CO₂e.

2.2 Udvikling i rammebetingelser mv. siden KF22

Udviklingen i udledningerne er et resultat af en kombination af nye politiktiltag (både nationale tiltag og EU tiltag), opdaterede forventninger til pris- og markedsudvikling, og opdaterede datagrundlag. Derudover er den metodiske tilgang også blevet opdateret på enkelte områder, hvilket kan påvirke resultatet.

Nye nationale tiltag indregnet i KF23

Væsentlige nye nationale politiktiltag, der er indregnet i KF23 omfatter bl.a.¹⁰:

- Aftale om grøn skattereform for industri mv., 2022
- Kilometerbaseret vejafgift for lastbiler, 2020. Selv om den har været kendt siden 2020, har afgiften ikke kunnet indregnes i KF tidligere, da modelgrundlaget herfor ikke var konkretiseret
- Klimaaftale om grøn strøm og varme, 2022
- Tillægsaftale om Energiø Bornholm, 2022
- Opfølgende aftale om Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi, 2022.

Energiø Nordsøen indgår fortsat ikke i KF grundforløbet, da etablering af øen er betinget af endnu ikke besluttede tiltag og derfor endnu ikke kan indregnes som frozen policy. Mulig udbygning med 4 GW havvind fra Aftale om grøn strøm og varme indgår heller ikke i KF23 grundforløbet¹¹.

Nye EU tiltag indregnet i KF23

Nye EU politiktiltag, der er indregnet i KF22 omfatter bl.a.¹²:

- Foreløbig aftale om revision af EU's kvotehandelssystem (ETS1) er indregnet i KF23 i det omfang effekten af aftalen er afspejlet i kvoteprisen. Revisionen af ETS1 for så vidt angår luftfart samt udvidelsen til søfart er dog ikke indregnet i KF23.
- Foreløbig aftale om strengere CO₂-emissionspræstationsstandarder for nye biler og varebiler.

Et nyt separat ETS til vejtransport og opvarmning af bygninger (ETS2) indgår ikke i KF23, da det på tidspunktet for udarbejdelse af KF23 ikke er muligt at skønne over, hvordan kvoteprisen i et nyt kvotehandelssystem vil udvikle sig. Hertil er det endvidere ikke muligt at skønne over effekten af CO₂-grænsetilpasningsmekanismen, der også er en del af "Fit for 55".

Opdaterede forventninger til brændsels- og CO₂-kvotepriser

Udledningerne i KF23 er også påvirket af opdaterede forventninger til CO₂-kvoteprisen og de fossile brændselspriser. For CO₂-kvoteprisen anvendes Finansministeriets fremskrivning fra januar 2023, der er baseret på den gennemsnitlige CO₂-pris i EU's kvotesystem i december 2022, og dermed kan antages i et vist omfang at afspejle markedets reaktion på december 2022 aftalen om revision af EU's

¹⁰ Jf. tabel 2.1 i kapitel 2 i KF23 sektorforudsætningsnotatet om Principper og politikker.

¹¹ Dette skyldes, at modelkørslerne viser, at der med de for fremskrivningen i øvrigt gældende forudsætninger ikke er den nødvendige plads i elmarkedet til at indplacere yderligere 4 GW havvind. I stedet er der foretaget følsomhedsberegninger hvor, Energiø Nordsøen og de ekstra 4 GW havvind medregnes.

¹² Jf. tabel 2.2 i kapitel 2 i KF23 sektorforudsætningsnotatet om Principper og politikker.

kvotehandelssystem. KF23 kvoteprisen starter på nogenlunde samme niveau som i KF22, men har en højere stigningstakst end det var tilfældet i KF22, og KF23 kvoteprisen skønnes således at nå 850 kr./ton i 2030 og 1.058 kr./ton i 2035 (opgjort i 2022-priser) (jf. kapitel 2 i KF23 sektorforudsætningsnotatet om Priser og vækst).

Brændselspriserne har ændret sig væsentlig siden KF22. I KF23 skønnes både de fossile brændselspriser og biomassepriserne således at ligge betydeligt over priserne fra KF22 på kort sigt, og de skønnede priser på kul og naturgas vedbliver at ligge over KF22 priserne i hele fremskrivningsperioden (jf. også kapitel 1 i KF23 sektorforudsætningsnotatet om Priser og vækst).

Opdaterede forventninger til markedsudviklinger mv.

Ud over udviklingen i brændsels- og CO₂-kvotepriser har opdaterede forventninger til øvrig markedsudvikling mv. også betydning for udviklingen i udledningerne i KF23. Der er bl.a. opdaterede forventninger til efterspørgslen på landbrugsmarkederne, hvilket har betydning for mængden af husdyr og afgrøder, der produceres i landbruget. Sammenlignet med KF22 forventes der således færre kvæg i hele fremskrivningsperioden samt færre grise i perioden frem mod 2030, mens antallet af grise overstiger KF22-niveauet i de sidste år af fremskrivningsperioden.

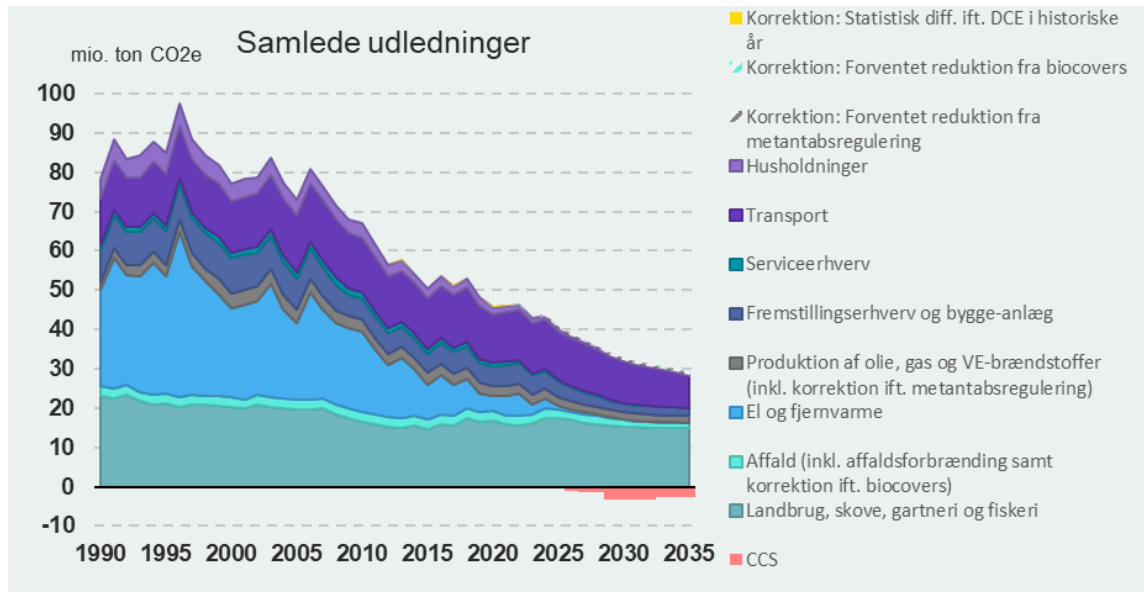
Opdaterede datagrundlag og metodisk tilgang mv.

Datagrundlaget for fremskrivningen opdateres og forbedres løbende, og dette har i nogle tilfælde også betydning for fremskrivningen af udledningerne. Væsentlige opdateringer i datagrundlaget til KF23 omfatter bl.a. opdateret kortlægning af energiforbrug og energibesparelser i produktionserhverv (jf. Viegand Maagøe for Energistyrelsen, 2022).

Landbrugets procesudledninger er blevet genberegnet pga. skift til IPCCs 2019-standard emissionsfaktorer (i stedet for IPCC 2006 faktorer, som blev anvendt i KF22) samt beregningsmæssig korrektion ift. lagring af gylle, og begge disse ændringer har betydning for både historiske og fremtidige udledninger. Ift. øvrigt affald har DCE ligeledes foretaget ændringer i opgørelsen af udledninger fra deponeret affald, hvilket også har betydning for både historiske og fremtidige udledninger.

2.3 Udviklingen i udledninger på tværs af sektorer

Udviklingen i de samlede nettoudledninger er et resultat af udviklingen i de forskellige underliggende sektorer. Figur 2.3 viser hvordan udledningerne i de enkelte sektorer har udviklet sig fra 1990 frem til 2021, og hvordan de forventes at udvikle sig i fremskrivningsperioden fra 2022 til 2035 for disse sektorer samt for *carbon capture and storage* (CCS). Tabel 2.2 viser sektorernes udledningstal i udvalgte år, nærmere bestemt 2021, 2025 og 2030.

Figur 2.3: De samlede udledninger fordelt på sektorer samt CCS

Note: I KF23 håndteres CCS teknisk som ikke-sektorfordelt, negativ udledning (jf. afsnit 2.4). Udledningerne i figuren bygger på CRF-opgørelserne, dvs. før korrektion for forventet effekt af metantabsregulering og biocovers, men de forventede reduktioner fra disse tiltag er identificeret eksplicit i figuren.

Tabel 2.2: De samlede udledninger fordelt på sektorer samt CCS i udvalgte år.

	1990	2021	2025	2030	2035
Husholdninger	5,1	1,7	0,9	0,4	0,3
Transport	11,7	12,6	12,2	10,5	8,2
Serviceerhverv	1,5	0,8	0,4	0,2	0,1
Fremstillingserhverv og bygge-anlæg	8	5,3	4	2,1	2
Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer (inkl. korrektion ift. metantabsregulering)	2	2,5	2,1	1,9	1,8
El og fjernvarme	24,4	5	1,2	0,1	0,1
Affald (inkl. affaldsforbrænding samt korrektion ift. biocovers)	2,5	2,3	2,2	1,7	1,2
Landbrug, skove, gartneri og fiskeri	23,2	15,9	17,4	15,3	14,9
CCS	0	0	-0,5	-3,2	-2,7

Note: Jf. note til figur 2.3 samt appendix 5 ift. partielle korrektioner vedr. metantabsregulering og biocovers.

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 2021 stod sektoren således kun for 11 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 nettoudledninger¹³. Historisk har der endvidere været markante udsving i udledningerne fra el- og fjernvarmesektoren. Disse udsving skyldtes primært

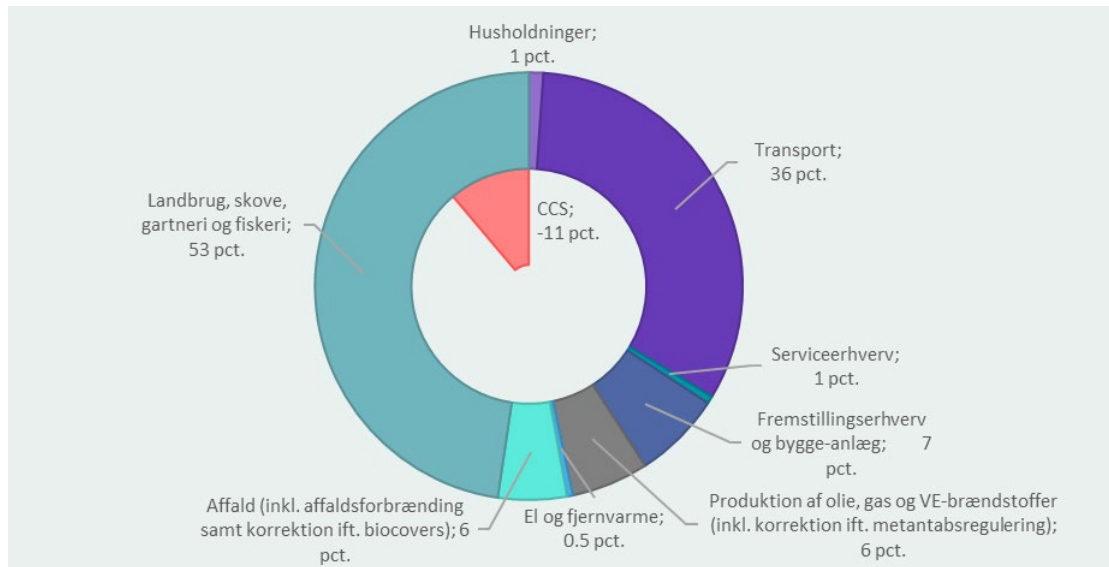
¹³ Affaldsforbrænding bidrager også til el- og fjernvarmeproduktion. Hvis man lægger udledningerne fra affaldsforbrænding sammen med udledningerne fra el- og fjernvarmesektoren udgjorde disse sektorer 14 pct. af nettoudledningerne i 2021, og de forventes at udgøre hhv. 7 pct. i 2025 og 4 pct. 2030. Herudover bidrager private sekundære producenter i andre sektorer også til el- og fjernvarme-produktionen, men udledningerne herfra er forholdsvis begrænsede (jf. også sektornotat 8A).

vejrforhold, fx kolde vintre eller svingende nedbørsmængder i Norden (der påvirker den nordiske vandkraftproduktion). Udsvingene forventes at 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 baseret 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 2021 at udgøre 34 pct. af de samlede udledninger. I 2025 forventes denne sektor at udgøre 44 pct. af nettoudledningerne og i 2030 forventes sektorens andel af de samlede udledninger at være steget yderligere til 53 pct. Tilsvarende er transportsektorens andel af de samlede nettoudledninger vokset fra at udgøre 15 pct. i 1990 til 27 pct. i 2021, og i 2025 og 2030 forventes hhv. 31 pct. og 36 pct. af nettoudledningerne at stamme fra transportsektoren.

Fordelingen af de samlede udledninger i 2030 på sektorer er vist i figur 2.3¹⁴. Som det fremgår, vil udledningerne i 2030 være koncentreret på relativt få sektorer. Knap 90 pct. af de samlede netto-udledninger på 29,5 mio. ton CO₂e efter indregning af partielle korrektioner forventes således at stamme fra enten landbrug, skove, gartneri og fiskeri eller transportsektoren. CCS spiller også en væsentlig rolle for udledningerne, idet CCS forventes at ville udgøre -11 pct. af de samlede nettoudledninger i 2030. Hvis der i stedet tages udgangspunkt i brutto-udledningerne (dvs. udledningerne før indregning af CCS), så udgør udledningerne for landbrug, skove, gartneri og fiskeri samt transportsektoren ca. 80 pct. af bruttoudledningerne i 2030.

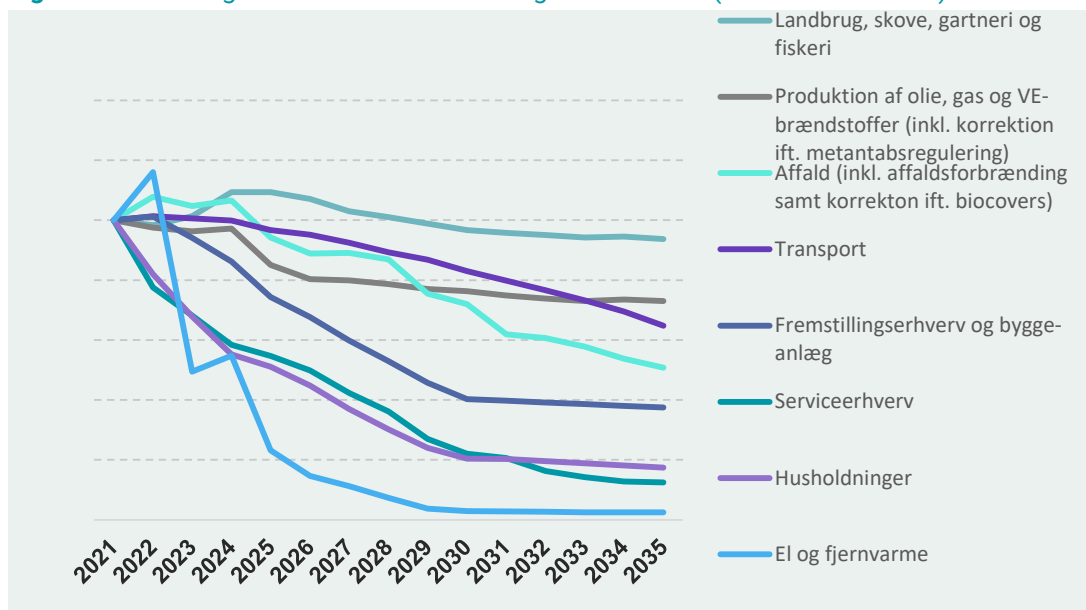
¹⁴ Bemærk at sektoropdelingen i KF23 er ændret lidt ift. KF22, idet metanlækage fra biogasanlæg i KF23 er placeret under sektoren Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer (hvor biogaslækage i KF22 var placeret under affaldssektoren).

Figur 2.4: Sektorernes andel af de samlede netto-udledninger i 2030

Note: I KF22 håndteres CCS teknisk som ikke-sektorfordelt, negativ udledning (jf. afsnit 2.4).

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, der er også væsentlig forskel på, hvordan udledningerne i de enkelte sektorer forventes at udvikle sig i fremskrivningsperioden, jf. figur 2.5, der viser udviklingen i sektorernes udledninger relativt til 2021, der er seneste statistikår. I de efterfølgende underafsnit beskrives udviklingen i udledningerne fra de forskellige sektorer kort.

Figur 2.5: Udviklingen i sektorernes udledninger 2021-2035 (2021 = indeks 100)

Note: CCS er ikke afbilledet i figuren, da CCS ikke var etableret i 2021.

Landbrug

Udledningerne fra landbrug, skove, gartneri og fiskeri udgjorde 15,9 mio. ton CO₂e i 2021. Udledningerne forventes at stige til 17,4 mio. ton CO₂e i 2025, for herefter at aftage til 15,3 og 14,9 mio. ton CO₂e i hhv. 2030 og 2035, svarende til et fald på 3 pct. i 2030 og 6 pct. i 2035 ift. 2021. Udviklingen i de samlede udledninger fra sektoren dækker over forskellige udviklingstendenser i de forskellige delsektorer.

Således falder udledningerne fra landbrugsprocesser, som primært omfatter husdyr og gødsning, fra 12,1 mio. ton CO₂e i 2019 til 10,4 mio. ton i 2030, bl.a. som følge af et faldende antal husdyr i fremskrivningsperioden (mest udtalt for køer) samt tiltag fra landbrugsaftalen fra 2021 så som reduktionskrav for husdyrenes fordøjelse, hyppigere udslusning af gylle, ekstensivering mv. LULUCF-udledninger fra landbrugsarealer falder fra 5,1 mio. ton CO₂e i 2021 til 4,7 mio. ton i 2025 og 3,7 mio. ton i 2030, hvilket hovedsageligt skyldes udtag og vådlægning af kulstofrig jord. Skov går fra at levere et netto-optag i 2021 på 2,9 mio. ton CO₂e til at have en netto-udledning på 0,3 mio. ton i 2025. Efter 2030 forventes skov igen at bidrage med et lille optag.

I Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug fra oktober 2021, blev der fastsat et bindende reduktionsmål for land- og skovbrugssektorens drivhusgasudledninger på 55-65 pct. i 2030 ift. udledningen i 1990. Ift. denne målsætning viser KF23 en reduktion i udledningerne på 31 pct i 2030. Dermed skønnes der i 2030 at restere en manko på ca. 24-34 pct.-point ift. aftalens 2030-målsætning for sektorens udledninger, svarende til 5,1-7,2 mio. ton CO₂e.

Sammenlignet med KF22 ligger KF23 udledningerne fra landbrug, skove, gartneri og fiskeri højere i hele fremskrivningsperioden, hvilket ikke mindst skal ses i lyset af genberegningen af udledningerne fra landbrugsprocesserne. Differencen ift. KF22 er størst i perioden frem til 2026, hvorefter bl.a. det faldende antal køer i højere grad slår igennem.

Transport

Udledningerne fra transportsektoren udgjorde 12,6 mio. ton CO₂e i 2021. Transportudledningerne forventes at falde til 12,2 mio. ton CO₂e i 2025 og 10,5 mio. ton i 2030, og faldet fortsætter frem mod 2035, hvor transportudledningerne forventes at være reduceret til 8,2 mio. ton CO₂e svarende til et fald på 35 pct. ift. 2021. 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.

Bestanden af personbiler er lavere i KF23 end i KF22, men da trafikarbejdet er nogenlunde uændret påvirkes udledningerne fra personbiler kun lidt. Ift. nysalget indebærer stramningen af EU's forordning om CO₂-reduktionskrav til nye lette køretøjer i praksis, at salg af nye person- og varebiler med forbrændingsmotorer (herunder plug-in hybridbiler) udelukkes i EU fra 2035. For tung transport indebærer introduktionen fra

2025 af en kilometerbaseret vejafgift for lastbiler i Danmark, som differentieres efter lastbilernes CO₂-udledning, at der lægges en dæmper på udviklingen i lastbilernes samlede trafikarbejde og samtidig øges tilskyndelsen til investering i batterilastbiler. Udledningerne fra lastbiler falder derfor fra 2025 og frem.

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 2021 til nul fra 2031 og frem.

Sammenlignet med KF22 ligger KF23 transportudledningerne lidt lavere i hele fremskrivningsperioden, ikke mindst pga. de lavere udledninger fra lastbiler.

Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer

Udledningerne fra produktion af olie, gas og VE-brændstoffer omfatter både udledningerne forbundet med indvindingen i Nordsøen, udledningerne fra raffinaderierne, og – som noget nyt – udledningerne forbundet med metanlækage fra biogasanlæg (der i KF22 blev afrapporteret under affaldssektoren).

Udledningerne fra produktion af olie, gas og VE-brændstoffer udgjorde i 2021 2,5 mio. ton CO₂e. I fremskrivningsperioden skønnes udledningerne fra sektoren inkl. korrektion ift. effekten af metantabsreguleringen (jf. nedenfor) at toppe i 2024 med 2,4 mio. ton CO₂e, hvorefter de igen falder til 2,1 mio. ton CO₂e i 2025, 1,9 mio. ton CO₂e i 2030 og 1,8 mio. ton CO₂e i 2035. De højere udledninger omkring 2024 hænger sammen med idriftsættelsen af Tyrakomplekset mv. For raffinaderierne er det forudsat, at udledningerne falder som følge af indførslen af en CO₂-afgift med Grøn skattereform.

Udledningerne forbundet med lækage fra biogasanlæg er grundlæggende proportionale med udviklingen i biogasproduktionen. Ifm. Klimaaftale om grøn strøm og varme er der vedtaget en regulering af metantabet fra biogasanlæg, der som nævnt ikke indregnes i KF23 CRF-opgørelsen, men fratrækkes partielt i mankoopgørelser mv. Det er her antaget, at reguleringen får effekt fra 2024, og ved korrektion for den skønnede effekt af metantabsreguleringen fås derfor et markant fald fra 2023 til 2024 i udledningerne forbundet med metanlækage fra biogasanlæg. KF23 korrektionen ift. effekten af metantabsreguleringen er opgjort ud fra en beregningsteknisk antagelse om, at alle biogasanlæg sænker metantabet til 1 pct. fra 2024. Det skal bemærkes, at reguleringen alene kræver, at opgraderingsanlæg skal nedbringe metantabet til 1 pct. fra 2023 til 2024, mens biogasanlæg pålægges at nedbringe metantabet mest muligt. Der er således usikkerhed forbundet med den forventede effekt af metantabsreguleringen, bl.a. fordi biogasanlæggene skal identificere og planlægge udbedring af eventuelle kilder til metantab. Der gennemføres et måleprojekt i 2025, med henblik på at dokumentere effekten af metantabsreguleringen.

Sammenlignet med KF22 ligger KF23 udledningerne fra produktion og olie, gas, og VE-brændstoffer relativt set væsentlig lavere, hvilket både skyldes nedjustering af indvindingsprognosen, samt effekten af grøn skattereform på raffinaderiernes

energiforbrug og udledninger. Indregning af den forventede effekt af metantabsreguleringen sænker KF23 udledningerne yderligere ift. KF22.

Fremstillingserhverv og bygge-anlæg

Udledningerne fra fremstillingserhverv og bygge-anlæg skønnes at falde fra 5,3 mio. ton CO₂e i 2021 til 4,0 mio. ton i 2025, 2,1 mio. ton i 2030 og 2,0 mio. ton CO₂e i 2035. Reduktionen skyldes bl.a. Grøn skattereform, som eksempelvis indfører en generel CO₂-afgift for både kvoteomfattede og ikke-kvoteomfattede virksomheder, der indføres fra 2025 og frem til 2030. Reformen medfører et øget incitament til konverteringer væk fra fossile brændsler samt energieffektiviseringer og forventes også at give anledning til større strukturelle ændringer inden for fremstillingserhvervene, særligt ses en større nedgang i indenlandsk produktion af cement. Derudover bidrager den stigende VE-andel i ledningsgassen også til reduktionen i sektorens udledninger.

Sammenlignet med KF22 udledningerne ligger KF23 udledningerne for fremstillingserhverv og bygge-anlæg markant lavere fra 2025 og frem. Dette afspejler i særlig grad CO₂-afgiftens forudsatte struktureffekt i cementproduktion, samt afgiftens effekt på konverteringer til vedvarende alternativer som el-varmepumper og biomasse.

Husholdninger og serviceerhverv

Husholdningernes udledninger skønnes at falde fra 1,7 mio. ton CO₂e i 2021 til 0,9 mio. ton i 2025, 0,4 mio. ton i 2030 og 0,3 mio. ton i 2035. Langt størstedelen af husholdningernes udledninger stammer fra individuel opvarmning, og faldet i udledningerne skyldes en kombination af konverteringer fra olie- og gasfyr til kollektiv fjernvarme eller individuelle varmepumper, den kraftigt stigende VE-andel i ledningsgassen for dem der fortsat har gasfyr, samt energieffektiviseringer, der gør at det samme behov kan dækkes med et mindre energiforbrug. Sammenlignet med KF22 ligger KF23 udledningerne fra husholdningerne lavere i hele fremskrivningsperioden. Det skal bemærkes, at kommunernes igangværende varmeplanlægning ikke er afspejlet i KF23.

Udledningerne fra servicesektoren skønnes at falde fra 0,8 mio. ton CO₂e i 2021 til 0,4 mio. ton CO₂e i 2025, 0,2 mio. ton CO₂e i 2030 og 0,1 mio. ton CO₂e i 2035. I starten af fremskrivningsperioden stammer hovedparten af servicesektorens udledninger fra individuel opvarmning, men i takt med at de energirelaterede udledninger falder kommer udledninger af F-gasser fra kølemidler anvendt i køle- og fryseanlæg og varmepumper til at udgøre en stadigt større andel af sektorens udledninger. Faldet i energi-relaterede udledninger kan dels tilskrives udfasning af ledningsgas gennem konvertering til varmepumper til rumvarme, dels den stigende VE-andel i ledningsgassen, der sænker udledningerne fra det resterende ledningsgasforbrug. Sammenlignet med KF22 ligger KF23 udledningerne fra servicesektoren lavere fra 2023 og frem.

El og fjernvarmesektoren

Udledningerne fra el- og fjernvarmesektoren skønnes at falde fra 5,0 mio. ton CO₂e i 2021 og 5,8 mio. ton CO₂e i 2022 til 1,2 mio. ton CO₂e i 2025. I 2030 og 2035 forventes sektoren at udlede blot 0,1 mio. ton CO₂e. Baggrunden for de kraftigt faldende udledninger er primært 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.

Energiø Bornholm indgår nu i KF23 grundforløbet (jf. Tillægsaftale om Energiø Bornholm 2022). Energiø Nordsøen samt de 4 GW havvind fra Klimaafale om grøn strøm og varme indgår som nævnt ikke i KF23 grundforløbet, men de system- og klimamæssige konsekvenser af den yderligere mængde havvind for den danske el- og fjernvarmesektor belyses i en følsomhedsberegning.

Sammenlignet med KF22 ligger KF23 udledningerne fra el og fjernvarmesektoren væsentlig højere i 2022 og 2024, mens de ligger en smule lavere i perioden frem mod 2032 (særligt i årene 2026 og 2027). Dette skal bl.a. ses i lyset af, at brændselssammensætningen i den termiske elproduktion er meget følsom over for ændringer i de relative brændselspriser og elprisen.

Affaldssektoren (inkl. affaldsforbrænding)

Udledningerne fra affaldssektoren udgjorde 2,4 mio. ton CO₂e i 2021 og skønnes at ligge på 2,5 mio. ton frem til 2024, hvorefter de skønnes at falde til 2,2 mio. ton i 2025, 1,7 mio. ton i 2030 og 1,2 mio. ton i 2035. Affaldssektoren omfatter både udledninger fra affaldsforbrænding, deponi, kompostering og spildevand (mens udledninger forbundet med metanlækage fra biogasanlæg som nævnt indgår i sektoren produktion af olie, gas og VE-brændstoffer i KF23).

Udledninger fra affaldsforbrænding udgjorde 1,6 mio. ton CO₂e i 2021 og stiger til 1,8 mio. ton i 2022. I KF23 falder udledningerne herefter til 1,5 mio. ton i 2025, 1,0 mio. ton i 2030 og 0,5 mio. ton i 2035. KF23 forløbet følger effektiviseringsvurderingen for konkurrenceudsættelse af affaldsforbrændingssektoren (jf. *Lovforslag om ny organisering af affaldsforbrændingssektoren*). KF23 forløbet indebærer en lavere tilgængelig forbrændingskapacitet over perioden 2025-2035 ift. KF22 (efter justering for udnyttelsesgrad). Styrket tilsyn med genanvendeligt erhvervsaffald (jf. *Opfølgende aftale om Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi*) skønnes endvidere at reducere de danske affaldsmængder ift. KF22 samt øge den fossile vægtandel i de tilbageværende danske affaldsmængder. Sammenlignet med KF22 skønnes udledningerne fra affaldsforbrænding i KF23 at være lavere i årene 2025-2026, og højere i årene 2027-2033.

Sammenlignet med KF22 ligger KF23 udledningerne fra deponi lavere, da DCE har nedjusteret estimerterne for mængden af deponeret organisk affald. Endvidere tager

KF23 højde for den forventede effekt af biocovers, der som nævnt fratrækkes partielt i mankoopgørelser mv.

CCS (carbon capture and storage)

CCS er formelt set en kilde til reducerede udledninger fra fossile punktkilder eller en kilde til negative udledninger, hvis teknologien anvendes til at indfange biogene udledninger eller CO₂ fra atmosfæren. CCS indgår igen i år som en ikke-sektorfordelt kilde til reduktion af udledningerne. I KF23 håndteres CCS derfor fortsat som en separat, ikke-sektorfordelt kilde til negative emissioner. At CCS ikke er sektorfordelt betyder samtidig, at CCS ikke indgår som en integreret del af systemberegningerne til KF23, hvorfor afledte effekter, fx ift. energiforbrug mv., ikke vil være afspejlet i fremskrivningens resultater.

CCS forventes at blive etableret som følge af Markedsbaseret tilskudspulje til CCUS (fra Klimaaftale for energi og industri, 2020), teknologineutralt udbud af negative emissioner (også kaldet NECSS-puljen fra Finansloven for 2022), samt den nye CCS pulje fra Grøn skattereform. Den forventede årlige CO₂-reduktionseffekt fra CCS er vist i tabel 2.3 nedenfor.

Tabel 2.3: Den indregnede årlige CO₂-reduktionseffekt fra CCS

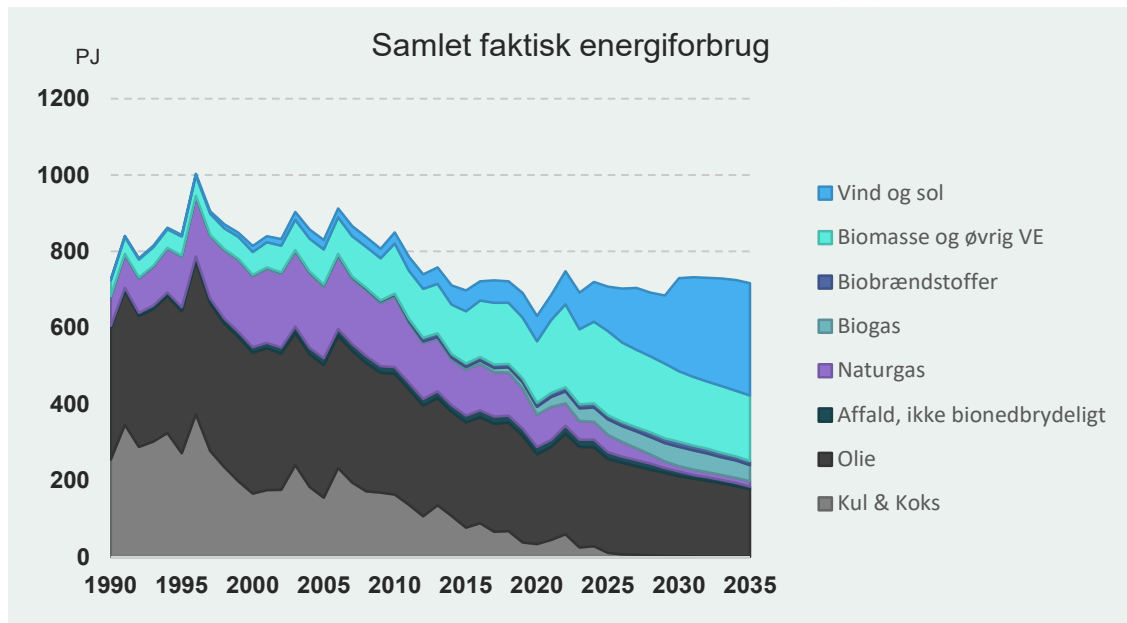
CO ₂ (mio. ton)	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
CCUS-pulje	0	0	0	0,0	0,4	0,4	0,4	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
NECSS-pulje	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0
Pulje fra Grøn skattereform	0	0	0	0	0,2	0,5	0,5	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Reduktionseffekt i alt	0	0	0	0,5	1,1	1,4	1,4	3,2	3,2	3,2	3,2	2,7	2,7	2,7

Kilde: KF23 forudsætningsnotat om CCS (2023)

Midlerne i CCUS-puljens første fase blev som nævnt tildelt til Ørsted den 15. maj 2023, og den forventede lagring på hhv. 0,034 mio. ton CO₂ i 2025, og herefter 0,43 mio. ton CO₂ om året er indregnet i opgørelsen af de samlede KF23 nettoudledninger. Effekten af CCUS-puljen håndteres i KF23 dog fortsat som en del af den samlede reduktionseffekt fra CCS (dvs. ikke sektorfordelt).

2.5 Samlet energiforbrug og VE-andele

Udviklingen i de energirelaterede udledninger afhænger både af det samlede energiforbrug og andelen af vedvarende energi i energiforbruget. Figur 2.6 viser sammensætningen af og udviklingen i det faktiske danske energiforbrug fra 1990 til i dag og videre frem mod 2035.

Figur 2.6: Det samlede faktiske energiforbrug fordelt på energiformer (PJ)

Note: Samlede faktiske energiforbrug omfatter også olie-gas indvinding i Nordsøen.

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. I overensstemmelse med FN opgørelsesreglerne opgøres forbrænding af biomasse som en nuludledning i den forbrugende sektor, da udledningen allerede er opgjort ifm. høsten af biomassen, men de biogene energirelaterede CO₂-udledninger indberettes som et såkaldt memo-item (jf. kapitel 3 i KF23 sektorforudsætningsnotater om Principper og politikker). De biogene CO₂-udledninger fra det samlede danske forbrug af biomasse til energirelaterede formål er vist i appendiks 6¹⁵.

VE-andele i ledningsgas, transportbrændstoffer og elforsyning

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.

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

Tabel 2.4: VE-andel i forbrug af el, ledningsgas og transportbrændstoffer samt samlet VE-andel

	2021	2025	2030	2035
VE-andel i elforbruget (RES-E)	73%	85%	117%	118%
VE-andel i ledningsgas	22%	50%	108%	127%
VE-andel i transportbrændstoffer	5%	6%	9%	9%
Samlet VE-andel (RES) (før salg)	42%	53%	71%	79%

Note: Samlet RES er her opgjort før statistisk overførsel mellem Danmark og andre EU-medlemsstater. For uddybning af Danmarks aftaler om statistisk overførsel af vedvarende energi til andre medlemsstater, se KF23 sektornotat 11B. For RES og RES-E er biogas og biomasse anvendt på store el- og varmeproducerende anlæg indregnet i hele året 2021. På grund af overgangen imellem EU direktiv for vedvarende energi fra RED-I til RED-II indregner EU VE-andelen alene biogas og biomasse i andet halvår af 2021.

Som det fremgår af tabel 2.4, er VE-andelen i ledningsgas stærkt stigende i fremskrivningsperioden, fra 22 pct. i 2021 til 50 pct. i 2025 og fra 2030 overstiger produktionen af opgraderet biogas forbruget af ledningsgas i KF23, hvorefter der ikke længere opgørelsesmæssigt er (fossile) udledninger forbundet med forbrug af ledningsgas. Dette er en væsentlig stigning ift. KF22, hvor VE-andelen i ledningsgassen lå på hhv. 38 pct. i 2025, 75 pct. i 2030 og 92 pct. i 2035. Ændringen skyldes i høj grad et markant fald i det samlede ledningsgasforbrug, som fremskrivningen viser fra 2024 ligger mellem 20-30 pct. under ledningsgasforbruget i KF22. Det skal her bemærkes, at fremskrivningen af ledningsgasforbruget er relativt følsomt over for den antagende udvikling i både priser og aktivitetsniveauer i industrien. Bemærk endvidere, at VE-andelen i ledningsgassen vil ændres for samtlige gasforbrugere såfremt forbruget af ledningsgas ændres¹⁶.

VE-andelen i transportbrændstoffer stiger fra 5 pct. i 2021 til 6 pct. i 2025 og 9 pct. i 2030¹⁷. 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 KF23 sektornotat 4B).

VE-andelen i elforsyningen (RES-E) er også stigende fra 63 pct. i 2021 til 117 pct. i 2030. 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. Det er i denne forbindelse værd at bemærke, at opfyldelse af målsætningen i PtX strategien

¹⁶ Dette skyldes, at VE-delen af ledningsgas består af opgraderet biogas, og den producerede mængde biogas er uafhængig af efterspørgslen, idet den i høj grad antages at være bestemt af støtteordningerne (jf. kapitel 3 i KF23 sektorforudsætningsnotatet om Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer, samt KF23 sektornotat 7B og 7C). 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.

¹⁷ Det skal her 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 bl.a. også elforbruget fra elektrisk vejtransport og elektrisk jernbanetransport indgår, igen med forskellige vægte.

samt etablering af bl.a. energiø Nordsøen, der som nævnt ikke indgår i KF23 grundforløbet, vil øge hhv. elforbruget og elforsyningen markant ift. niveauerne i KF23.

VE-andelen i det samlede energiforbrug, der beregnes som faktisk endeligt VE-forbrug i forhold til det udvidede endelige energiforbrug, stiger i KF23 fra 42 pct. i 2021 til 53 pct. i 2025, 71 pct. i 2030 og 79 pct. i 2035.

2.6 Status ift. Danmarks EU reduktionsforpligtigelser

Udover de nationale udledningsreduktionsmål i klimaloven er Danmark også underlagt udledningsreduktionsmål i EU i form af byrdefordelingsforpligtigelsen og LULUCF-forpligtigelsen¹⁸. Begge disse målsætninger er siden KF22 blevet strammet ifm. med EU's *Fit for 55-lovpakke*.

Byrdefordelingsforpligtigelsen

Byrdefordelingsforpligtigelsen omfatter de af Danmarks udledninger der ikke er omfattet af ETS1 og LULUCF. Det drejer sig om udledninger fra landbrugsprocesser, transport, ikke-energitunge erhverv, affald/spildevand, små fjernvarme- og kraftvarmeværker samt husholdninger. Mankoen ift. byrdefordelings-forpligtigelsen opgøres som den akkumulerede afvigelse fra en given reduktionssti for perioden 2021-2030. Reduktionsstien afhænger ikke mindst af det fastsatte 2030-reduktionsmål, og for Danmarks vedkommende er 2030-reduktionsmålet blevet strammet fra -39 pct. til -50 pct. ift. 2005-udledningen. Givet udviklingen i udledningerne i KF23 betyder dette, at den akkumulerede byrdefordelingsmanko for perioden 2021-2030 nu skønnes at ligge på ca. 16 mio. ton CO₂e efter indregning af de forventede effekter af hhv. metantabsreguleringen og biocovers.

LULUCF-forpligtigelsen

LULUCF-forpligtigelsen omfatter LULUCF-udledninger og -optag fra landbrugsarealer, skov og høstede træprodukter, samt fra 2026 også LULUCF-udledninger og -optag fra by- og vådområder. LULUCF-forpligtigelsen er opdelt i delperioderne 2021-2025, 2026-2029 samt 2030. Reduktionsmål for årene 2026-30 er blevet strammet betydeligt, og samtidig er LULUCF-opgørelsesreglerne også blevet strammet ved at fjerne muligheden for at overføre LULUCF-kreditter fra årene 2021-25 til årene 2026-30. Givet udviklingen i udledningerne i KF23 betyder dette, LULUCF-reduktionsforpligtigelsen for perioden 2021-25 forventes overopfyldt med ca. 13 mio. ton CO₂e, mens der forventes at være reduktionsmankoer for LULUCF-forpligtigelsen på hhv. ca. 9 mio. ton CO₂e for perioden 2026-2029 og ca. 2 mio. ton i 2030.

2.7 Usikkerhed

Som allerede nævnt i kapitel 1 er det vigtigt, at KF23 resultaterne læses med en bevidsthed om den usikkerhed, der knytter sig til fremskrivningen. Der er både tale om

¹⁸ For en uddybende gennemgang af disse EU-forpligtigelser samt mulighederne for at indfri reduktionsmankoerne henvises til kap. 11 samt KF23 sektornotat 11A.

den generelle usikkerhed, der altid vil være knyttet til at fremskrive drivhusgasudledningerne, og den specifikke usikkerhed, der knytter sig til udviklingen i energipriserne og -markederne samt eventuelle langtidseffekter af covid-19 pandemien.

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 (jf. fx elbiler i transport, begyndende skift væk fra fossile brændsler i fremstillingserhverv og omstilling fra naturgasfyrt til andre opvarmningsformer i husholdninger mv.). Der vil endvidere også være usikkerhed omkring størrelsen af effekten af CCS puljerne, der får stadigt større betydning for nettoudledningerne jo længere frem vi kommer i fremskrivningsperioden (jf. også KF23 forudsætningsnotat om CCS).

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

Covid-19 og energiforsyningskrisen

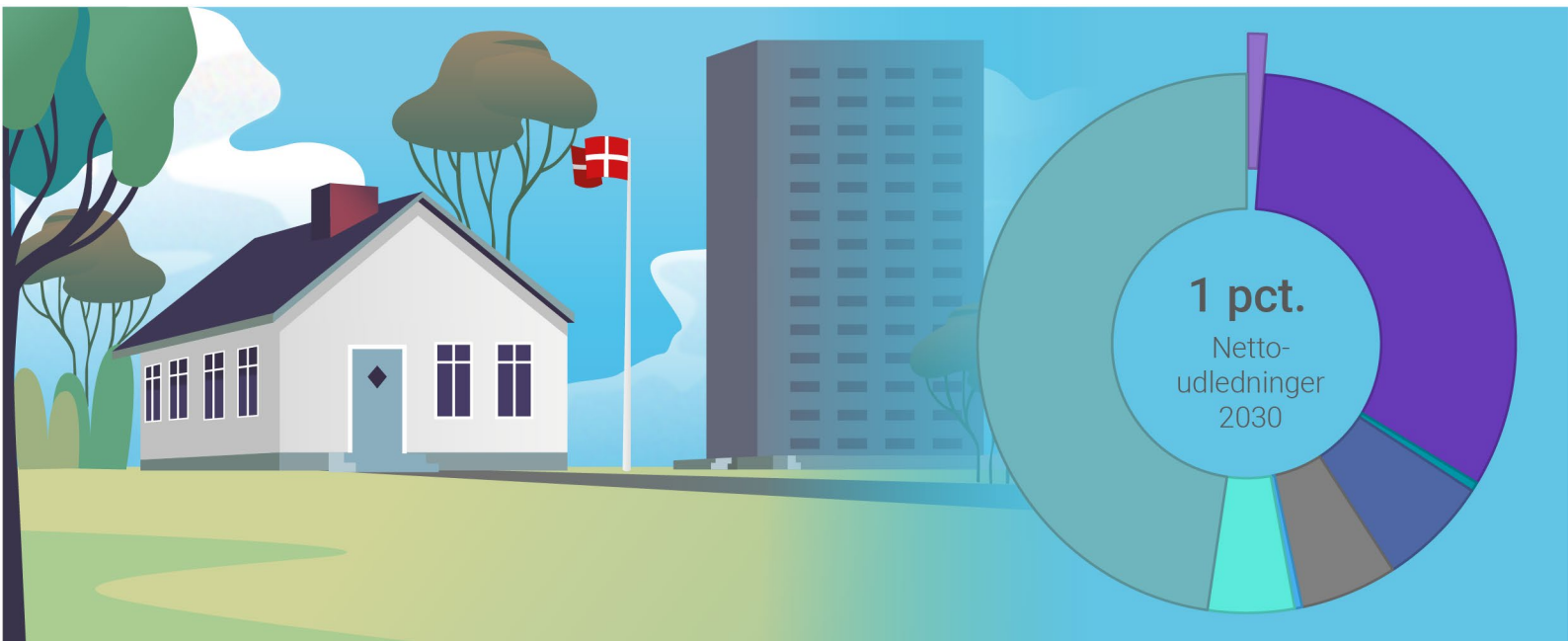
Der er fortsat usikkerhed knyttet til de mulige varige konsekvenser af covid-19-pandemien, herunder hvorvidt der på længere sigt vil komme uforudsete struktur- eller adfærdsændringer. Det skal i denne forbindelse særligt bemærkes, at 2021 er seneste statistik år i KF23, men at den bagvedliggende fremskrivning i mange tilfælde har taget udgangspunkt i 2019, der vurderes at være et mere hensigtsmæssigt og retvisende fremskrivningsgrundlag.

Udviklingen på energimarkederne og energiforsyningskrisen bidrager også til en øget usikkerhed i fremskrivningen. Der er dels betydelig usikkerhed om de fremtidige energipriser, der indgår i fremskrivningen, og usikkerheden på energimarkederne kan derudover også få betydning for husholdninger og virksomheders præferencer ift. valg af fx opvarmningsformer. Sådanne mulige skift i præferencer kan først aflæses efter nogle år. Da energiforsyningskrisen ikke blot er et dansk fænomen men også påvirker EU og resten af verden, kan internationale forsyningsmuligheder og -vanskeligheder endvidere også vise sig at få betydning for omstillingsmulighederne på et givent tidspunkt mv.

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.



3 Husholdninger

Husholdningssektoren består af alle borgere i Danmark. Der er ca. 5,9 mio. mennesker, som bor i ca. 2,7 mio. boliger¹⁹. Alle boliger har behov for opvarmning, og en del får dette behov dækket gennem kollektiv fjernvarmeforsyning, mens andre benytter individuelle opvarmningsformer som fx varmepumper eller gasfyr²⁰. Derudover anvender alle husstande en række el-apparater til bl.a. belysning, vask og rengøring, madlavning og madopbevaring samt til underholdning.

Husholdningssektorens drivhusgasudledninger er i KF23 begrænset til de udledninger, der knytter sig til individuel opvarmning samt gas-terrassevarmere, benzindrevne plæneklippere, m.v. og udledninger fra f-gasser. Husholdningssektorens udledninger fra disse kilder udgjorde 1,7 mio. ton CO₂e i 2021, svarende til ca. 4 pct. af Danmarks samlede udledninger.

Fremskrivningen viser, at sektorens udledninger er hhv. 0,9, 0,4 og 0,3 mio. ton CO₂e i 2025, 2030 og 2035 svarende til hhv. 3 pct., 1 pct. og 1 pct. af Danmarks samlede udledninger. Udviklingen i sektorens udledninger skyldes især, at opvarmningen af

¹⁹ 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.

²⁰ 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. Ud over varmepumper og gasfyr er følgende også kategoriseret som individuel opvarmningsformer: Biomassefyr, oliefyr samt solvarme.

husholdninger bliver mindre CO₂-intensiv. De primære årsager til de færre udledninger er:

- Konverteringer væk fra især olie- og gasfyr til kollektiv fjernvarme og individuelle varmepumper²¹
- Stigende VE-andel (bionaturgas) i ledningsgassen, hvilket reducerer udledningen for de husstande, der har gasfyr
- Energieffektiviseringer, som gør, at samme behov kan dækkes af mindre forbrug²².

3.1 Husholdningssektorens udledninger

Husholdningssektorens udledninger stammer fra en delmængde af sektorens energiforbrug, nemlig den del af energiforbruget, der omfatter:

- Individuel opvarmning særligt olie- og gasfyr²³
- Gas-terrassevarmere, benzindrevne plæneklippere og lignende (kategoriseret som "øvrige").

Derudover er der udledninger knyttet til individuelle varmepumper, idet disse anvender kølemidler, der kategoriseres som drivhusgasser (såkaldte *F-gasser*). Udledningerne sker både ved påfyldning, i driftsfasen og ved afskaffelse.

Udledningerne fra den øvrige del af husholdningernes energiforbrug "allokeres" til andre sektorer. Konkret gælder det udledningerne knyttet til husholdningernes brug af transport, der tæller med under transportsektoren (jf. kapitel 4) imens udledningerne fra affaldsforbrænding indgår under affaldssektoren (jf. kapitel 9). På samme måde opgøres udledningerne forbundet med el- og fjernvarmeproduktion under el- og fjernvarmesektoren (jf. kapitel 8) og det er uagtet om elektriciteten anvendes til elbiler, varmepumper eller belysning.

Med disse forudsætninger viser figur 3.1 husholdningernes samlede udledninger for perioden 1990-2035. Som det fremgår af figuren viser KF23, at sektorens udledninger falder med 80 pct. fra 2021 til 2030. Faldet fortsætter frem mod 2035, hvor husholdningernes udledning er 0,3 mio. ton CO₂e ifølge fremskrivningen.

Sammenlignes med KF22, er udledninger i KF23 reduceret yderligere i både 2025 og 2030. Fra 2021 til 2030 reduceres udledningerne med yderligere 8 procentpoint i KF23.

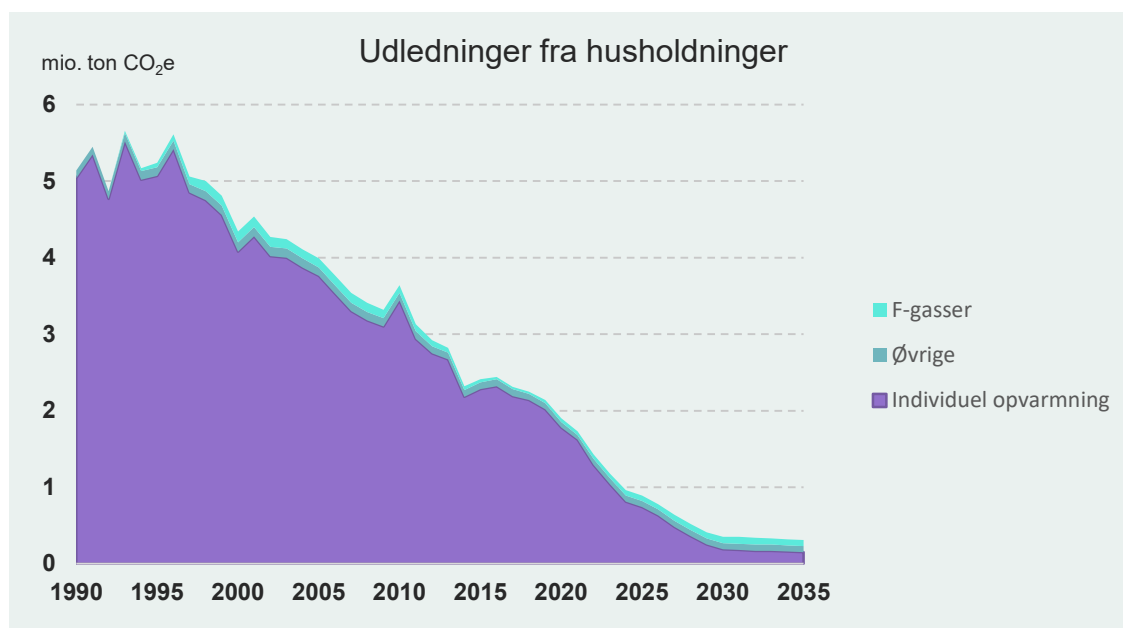
²¹ Dette reducerer udledningerne i husholdningssektoren fordi eventuelle udledninger knyttet til fjernvarme opgøres i kapitel 8 om el- og fjernvarme og indgår dermed ikke længere i dette kapitel.

²² Energieffektiviseringer er eksempelvis energiforbedringer af eksisterende boliger såsom isolering samt strengere energikrav i bygningsstandarder for nybyggeri. Ligesom konverteringen til fjernvarme og varmepumper i sig selv betyder, at husholdningernes varmebehov bliver opfyldt mere energieffektivt. Dertil kommer teknologiske forbedringer.

²³ Med individuelle opvarmningsformer menes "olie-, gas- eller biomassefyr samt individuelle varmepumper og solvarme. Udledningerne fra individuelle opvarmningsformer kommer primært fra olie- og gasfyr, som udleder CO₂ imens biomassefyr udleder lattergas og metan og varmepumper udleder *F-gasser*.

Den yderligere reduktion skyldes særligt en større nedgang i udledningerne fra individuel opvarmning herunder særligt fra den højere VE-andel i ledningsgassen i KF23. Reduktionen i udledningerne fra individuel opvarmning mere end opvejer stigningen i både husholdningernes udledningerne af f-gasser samt fra kategorien "øvrige".

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



Note: Kategorien "Øvrige" består af udledningerne fra gas-terrassevarmere, benzindrevne plæneklippere og lignende.

I de efterfølgende afsnit forklares herefter baggrunden for udviklingen i sektorens udledninger med særligt fokus på mållårene 2025 og 2030 samt slutår 2035.

3.2 Rammebetingelser mv. for husholdningssektoren

Udledningerne fra individuel opvarmning udgør langt størstedelen af udledningerne i husholdningssektoren (jf. figur 3.1) og i 2022 er der vedtaget en række politiske aftaler, som kan påvirke varmeforsyningen, herunder bl.a. *Klimaaftale om grøn strøm og varme 2022*, *Aftale om målrettet varmecheck* og *Aftale om vinterhjælp mv.* Fælles for aftalerne er, at de skal fremme fjernvarme og andre grønne opvarmningsmuligheder. En uddybning af, hvordan aftalerne indgår i beregningen af de fremtidige udledninger, fremgår af sektorforudsætningsnotatet *Husholdninger og erhvervs energiforbrug og procesudledninger, kapitel 2 Husholdningers opvarmning*.

Krigen i Ukraine og behovet for at udfase russisk gas har medført høje energipriser og øget politisk fokus på energiforbrug – også i husholdningssektoren.

3.3 Aktivitetsniveau, effektiviseringer og teknologiskift i husholdningssektoren

Selv om husholdningerne kun tegner sig for 4 pct. af de samlede udledninger i 2021, står sektoren for 27 pct. af det samlede endelige energiforbrug²⁴.

Der er i husholdningerne set en stigning i både konverteringer over imod mindre CO₂-udledende opvarmningsformer og energieffektiviseringer.

Konverteringer fra olie- og gasfyr til varmepumper og fjernvarme

Fremskrivningen viser, at udviklingen går mod mere fjernvarme og varmepumper på bekostning af olie- og gasfyr, som det kan ses i figur 3.2.

I 2022 er det knap halvdelen af alle bygninger anvendt til beboelse, som har fjernvarme som primær opvarmningsform²⁵. I 2030 vil det være 58 pct., der primært anvender fjernvarme, og stigningen fortsætter frem mod 2035 ifølge fremskrivningen.

For de individuelle opvarmningsformer viser fremskrivningen en stigning i varmepumper, mens færre bygninger anvendt til beboelse, opvarmes med oliefyr, gasfyr, biomassefyr mv. (træpiller, brænde og halm) eller elpaneler.

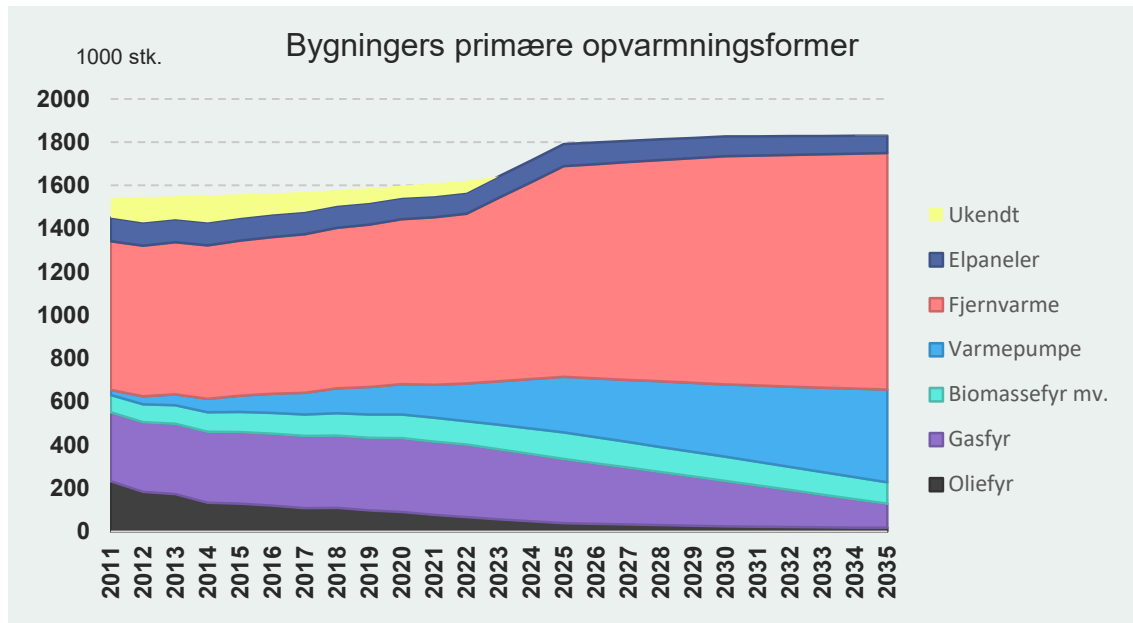
Varmepumper var den primære opvarmningsform i 11 pct. af bygningerne anvendt til beboelse i 2022 og fremskrivningen viser, at andelen stiger til 18 pct. i 2030 og 23 pct. i 2035.

Gas og olie var den primære opvarmningsform i hhv. 21 pct. og 4 pct. af bygningerne anvendt til beboelse i 2022 og fremskrivningen viser, at andelen falder til hhv. 6 pct. for gas og 1 pct. for olie i 2035. Det betyder, at der i 2030 vil være omkring 210.000 bygninger, anvendt til beboelse, som primært opvarmes med gas og omkring 23.000 som primært opvarmes med olie ifølge fremskrivningen. Imens der i 2035 vil være knap 17.000 bygninger, der anvendes til beboelse, som opvarmes med olie og godt 110.000, der opvarmes med gas jævnfør KF23.

Udviklingen kan påvirkes af kommende tiltag blandt andet som følge af 1) den igangværende kommunale varmeplanlægning og 2) virkemidler til at understøtte ambitionen om, at der fra 2035 ikke længere skal være boliger i Danmark, der opvarmes af gasfyr jf. *Klimaaftale om grøn strøm og varme fra 2022*.

²⁴ Dette skyldes ikke alene en stor andel af grøn energi, men også at udledningerne "allokeres" til produktionsstedet imens energiforbrug "allokeres" til forbrugsstedet. Det vil eksempelvis sige, at udledningerne fra el og fjernvarme "allokeres" til el- og fjernvarmesektoren, men når el og fjernvarme forbruges af husholdninger indgår energiforbruget i husholdningssektorens forbrug.

²⁵ 2022 er det seneste historiske år i dette data som er baseret på Danmarks Statistik, BBR-registeret samt Energistyrelsens beregninger.

Figur 3.2: Bygningers primære opvarmningsformer for 2011-2035 i 1.000 stk.

Kilde: Danmarks Statistik, statistikbanken og egne beregninger.

Note: Antal styk for fx året 2022 afspejler bygningers primære opvarmningsform ultimo 2021 osv. Der er nogen usikkerhed knyttet til antallet installationer i BBR, som Danmarks Statistiks opgørelser bygger på. Andre datakilder viser færre oliefyr og flere varmepumper end data fra BBR peger på. Derfor er antallet af oliefyr korregeret nedad i forhold til data i BBR og antallet af varmepumpeinstallationer er korregeret op ad ift. Danmarks Statistik. Denne korrektion medfører, at der en gruppe af bygninger, hvis opvarmningsform ikke kendes benævnt "Ukendt" i figur 5²⁶.

Energieffektivisering reducerer energiforbruget til opvarmning

Fremskrivningen viser, at i 2030 vil godt 80 pct. af reduktionen i udledningerne fra husholdningernes individuelle opvarmning komme fra et skift til andre opvarmningsformer samt en stigende VE-andel i ledningsgassen. De resterende knap 20 pct. kommer fra energieffektiviseringer af varmekonsumet.

Energieffektiviseringer kan bl.a. reducere varmetabet, og dermed behovet for "input" af varme. Varmetabet er reduceret fra 20 pct. i 1990 til 12 pct. i 2021. Konkret betyder det, at i 1990 blev en femtedel af den energi, som blev brugt til at producere rumvarme og varmt brugsvand til husholdninger, ikke nyttiggjort til opvarmning af bygningerne. I 2030 er varmetabet reduceret til 7 pct. ifølge fremskrivningen.

3.4 Usikkerhed

Husholdningerne består af mange forskellige aktører med forskellige præferencer. Fx vil den enkelte husholdnings vægtning af fx pris på hhv. installation, energiforbrug og

²⁶ Der er foretaget ændringer i forhold til opgørelsen i KF22 både metode- og datamæssigt. Metodemæssigt blev bygningerne med ukendt opvarmningsform henregnet til fjernvarme i KF22 imens det til KF23 er valgt at lave en særskilt kategori kaldt "Ukendt". Datamæssigt vurderes antallet af oliefyr til KF23 noget højere end i KF22. Det skyldes opdaterede tal for, hvor mange adresser, der er leveret olie til. Vurderingen af antallet af varmepumper er også justeret lidt op ad ift. Danmarks Statistik. På den baggrund kan data for KF22 og KF23 ikke sammenlignes direkte.

vedligeholdelse samt geografisk placering (i et fjernvarmeområde eller ej) påvirke, hvilken opvarmningsform husholdningen vælger.

Desuden kan præferencerne ændre sig over tid på måder, som kan være svære at forudse. Den samlede udvikling er summen af mange individuelle valg er derfor vanskelig at fremskrive.

Ydermere pågår arbejdet med kommunale varmeplaner, et arbejde som kan påvirke det antal husholdninger, som har mulighed for at skifte til fjernvarme. Disse varmeplaner vil der blive kigget nærmere på frem mod KF24.

Derudover er der datausikkerhed tilknyttet bl.a. BBR-data vedr. opvarmningsform samt usikkerhed om fremskrivning af parametre, som er vigtige for det fremtidige energiforbrug, som fx antallet af husholdninger, antal opvarmede kvadratmeter osv.



4 Transportsektoren

Medmindre vi cykler eller går, er al transport forbundet med et energiforbrug, der påvirker vores energisystem og dermed potentielt også udledningen af drivhusgasser. Transportsektorens udvikling og dertilhørende udledninger formes af vidt forskellige behov for at transportere mennesker og varer, den gældende regulering og politiske tiltag på området samt den teknologiske udvikling.

Transportsektoren omfatter både individuel og kollektiv persontransport samt godstransport fordelt på følgende transportkategorier²⁷:

- Vejtransport
- Banetransport
- Indenrigsluftfart
- Indenrigssøfart
- Øvrig transport (Forsvaret og fritidsfartøjer).

Transportsektoren udledte i 2019 13,5 mio. ton CO₂e. Som følge af covid-19 aftog efterspørgslen på transport og udledningerne faldt til 12,6 mio. ton CO₂e i 2021. Fremskrivningen viser, at udledningerne falder frem mod 2035, jf. tabel 1.

²⁷ 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 2023, som udkommer parallelt med KF23.

Tabel 4.1: Transportsektorens samlede udledninger

Mio. ton CO ₂ e	2019	2021	2025	2030	2035
Transportsektorens samlede udledninger	13,5	12,6	12,2	10,5	8,2
- heraf vejtransport	12,4	11,6	11,2	9,6	7,3
- heraf indenrigssøfart	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
- heraf banetransport	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0
- heraf indenrigsluftfart	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
- heraf øvrig	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Note: Tallene i tabellen er afrundet og en summering af udledningerne fra de enkelte transportkategorier kan derfor variere fra transportsektorens samlede udledninger.

Fremskrivningen viser, at transportsektorens samlede udledninger i 2030 vil være 10,5 mio. ton CO₂e, svarende til 36 pct. af Danmarks samlede udledninger, og at udledningerne vil falde yderligere til 8,2 mio. ton CO₂e i 2035.

Som det fremgår af tabel 4.1, står vejtransporten for langt størstedelen af de 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-brændstoffer²⁸ i benzin og diesel
- Forbedret energieffektivitet for nye konventionelle køretøjer.

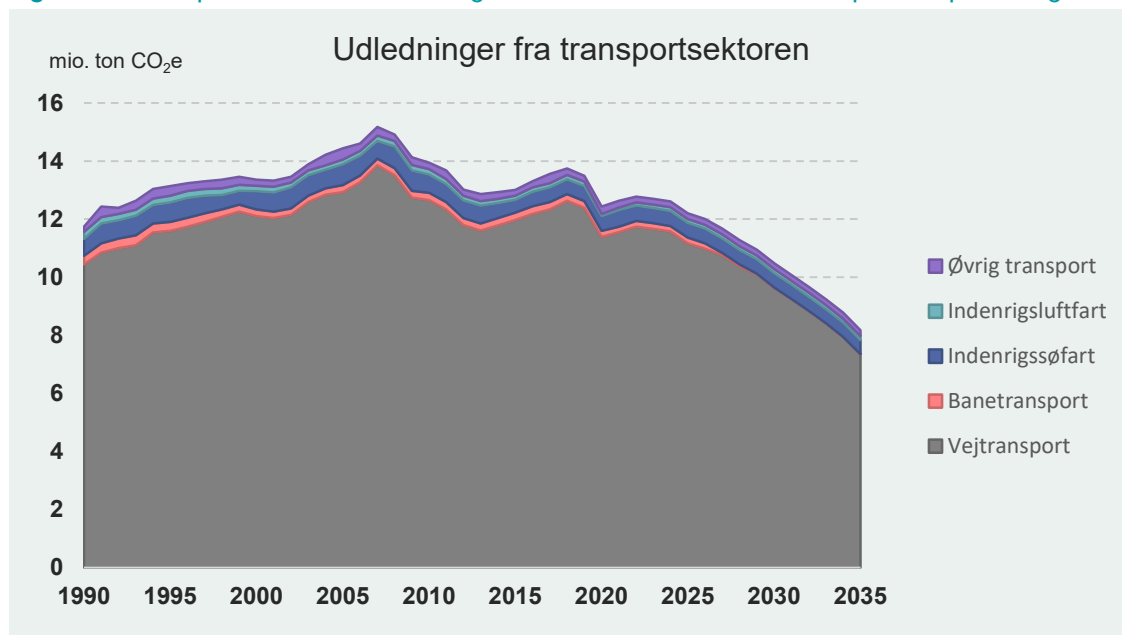
Til trods for et stadig voksende trafikarbejde i vejtransporten viser fremskrivningen, at udledningerne vil falde som følge af elektrificering, øget iblanding af VE-brændstoffer samt mere effektive konventionelle køretøjer.

4.1 Transportsektorens udledninger

Udviklingen i transportsektorens samlede drivhusgasudledninger for perioden 1990-2035 er vist i figur 4.1, hvor udledningerne er fordelt på transportkategorier.

²⁸ 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).

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



Alle udledninger fra transportsektoren er knyttet til sektorens energiforbrug. Sammenlignet med Klimastatus- og fremskrivning 2022 (KF22) viser fremskrivningen, at sektorens samlede udledninger vil aftage hurtigere, særligt i perioden 2030-2035. I 2030 vil sektorens udledninger være ca. 0,25 mio. ton CO₂e lavere ifølge KF23 end i KF22.

I det følgende redegøres der for udledninger i hhv. vejtransporten, banetransporten, indenrigsluftfarten og indenrigssøfarten.

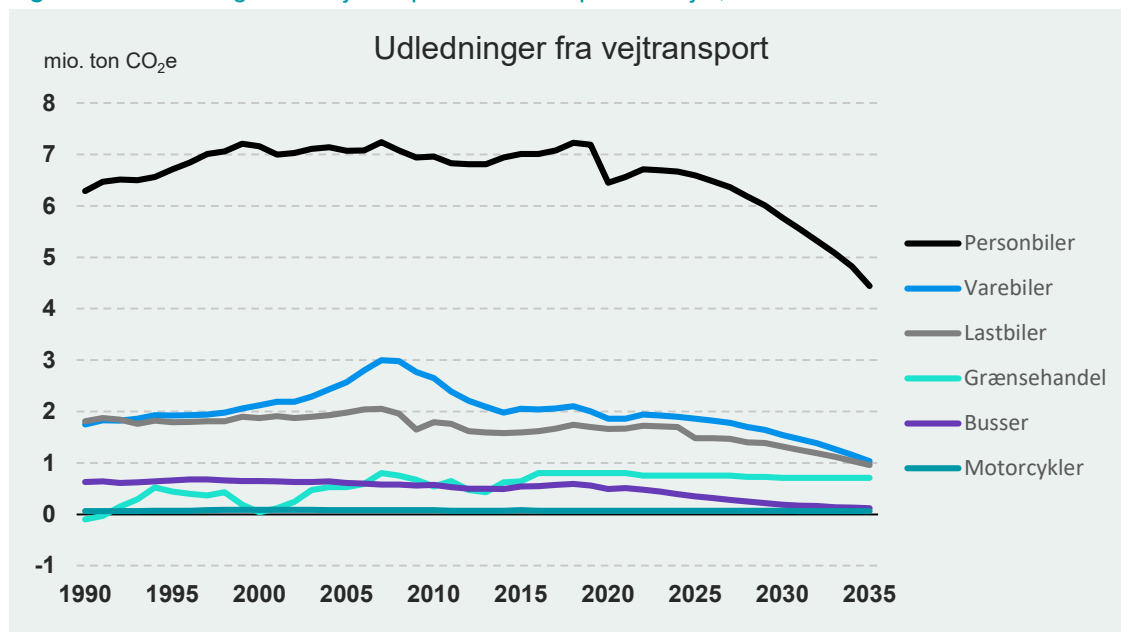
Udledninger fra vejtransporten

Vejtransporten står for langt størstedelen af transportsektorens udledninger. I 2019 udledte vejtransporten 12,4 mio. ton CO₂e svarende til 92 pct. af transportsektorens samlede udledninger. Udledningerne faldt til 11,4 mio. ton CO₂e i 2020 og 11,6 mio. ton CO₂e i 2021 primært som følge af covid-19. Fremskrivningen viser at, udledningerne fra vejtransporten atter vil stige i 2022 for derefter at aftage mærkbart på trods af en fortsat vækst i efterspørgslen på vejtransport. I 2025 vil udledningerne fra vejtransporten ifølge fremskrivningen være 11,2 mio. ton CO₂e og frem mod 2030 og 2035 falder udledningerne til hhv. og 9,6 og 7,3 mio. ton CO₂e.

Personbiler står for hovedparten af vejtransportens udledninger, 57 pct. i 2021, efterfulgt af varebiler og lastbiler.

Dette fremgår af figur 4.2, som viser udledningen af drivhusgasser fra vejtransporten opdelt på køretøjstyper samt grænsehandel²⁹. Personbilerne er samtidig den køretøjskategori, hvor faldet i udledningerne ifølge fremskrivningen er størst i absolutte tal.

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



På trods af den fortsatte stigning i trafikarbejdet viser fremskrivningen en reduktion i udledningen af drivhusgasser fra alle køretøjstyper, som kan tilskrives omstilling til eldrevne køretøjer, øget iblanding af VE-brændstoffer samt en fortsat energieffektivisering af konventionelle køretøjer. Indfasningen af eldrevne køretøjer beskrives nærmere i afsnit 4.3.

Udledninger fra banetransporten

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 ifølge fremskrivningen betydeligt efter 2025 i takt med, at fjern- og regionaltog, som står for hovedparten af udledningerne, elektrificeres. I 2030 viser fremskrivningen, at udledningerne fra banetransporten vil være 0,02 mio. ton CO₂e, altså blot en tiendedel af i dag, mens der i 2035 ingen udledninger vil være. De sidste dieseltog ventes udfaset lige efter 2030.

²⁹ 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 indenrigsluftfarten

Udledningerne fra indenrigsluftfarten faldt fra 0,15 mio. ton CO₂e i 2019, svarende til ca. 1 pct. af transportsektorens samlede udledninger, til 0,08 mio. ton CO₂e i 2020 og 0,09 mio. ton CO₂e i 2021 som konsekvens af covid-19. Aktiviteten i sektoren skønnes at vokse gradvist som følge af en stigende efterspørgsel på indenrigsflyvninger. Der er indlagt en forventning om, at aktiviteten i sektoren først i 2025 er tilbage på niveauet før covid-19. Fremskrivningen tager endvidere højde for, at brændstof anvendt til indenrigsluftfart fra 2025 pålægges en gradvist øget CO₂-afgift, som fastsat i 'Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022', hvilket medvirker til at dæmpe aktivitetsudviklingen. Derudover indgår en forventning om en generel energieffektivitetsforbedring. Fremskrivningen viser, at udledningerne fra indenrigsluftfarten stiger til 0,13 mio. ton CO₂e i 2025 og 0,14 mio. ton CO₂e i 2030, hvorefter udledningerne vil være uændrede. Iblanding af VE-brændstoffer vurderes ikke driftsøkonomisk rentabelt uden yderligere regulering, og der indgår derfor ingen anvendelse af VE-brændstoffer i indenrigsluftfarten i fremskrivningen.

Udledninger fra indenrigssøfarten

Udledningerne fra indenrigssøfart udgjorde i 2019 3,9 pct. af transportsektorens samlede udledninger. Fremskrivningen viser, at udledningerne vil være nogenlunde konstante i perioden frem til 2035 på et niveau omkring 0,5 mio. ton CO₂e. Der forventes dog ifølge fremskrivningen en lille reduktion i udledningerne som følge af elektrificering af en række mindre færgeruter, blandt andet drevet af udmøntning af pulje til grøn omstilling af indenrigsfærger, hvoraf 11 færger fik tilsagn om tilskud i 2021 og yderligere tre færger i 2022. Med pulje til grøn omstilling af indenrigsfærger i 2021 og 2022 erstattes 15 nuværende færger af 14 grønne eldrevne færger – enten gennem retrofit eller ved anskaffelse af nye færger. Endvidere vurderes indførelsen af en CO₂-afgift, jf. 'Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022', at øge incitamentet til investering i elfærger, når nye færger skal indkøbes. Der indgår i fremskrivningen ingen anvendelse af VE-brændstoffer, fx ammoniak eller metanol til indenrigssøfart, da dette ikke vurderes driftsøkonomisk rentabelt uden yderligere regulering. Selv med indførelse af den aftalte CO₂-afgift, vurderes VE-brændstoffer at være forbundet med en anseelig merpris, herunder krav til investeringer i infrastruktur mv.

4.2 Rammebetingelser mv. for transportsektoren

Siden KF22 er der vedtaget en række politiske aftaler med afgørende betydning for den forventede udvikling i transportsektorens udledninger. Dette gælder særligt vejtransporten, hvor følgende aftaler kan fremhæves:

- Forordning om CO₂-reduktionskrav for nye lette køretøjer: Målene i den eksisterende forordning, (EU) 2019/631, stiller krav til CO₂-udledningerne fra nye

person- og varebiler, der i forlængelse af EU's Fit for 55-pakke og Kommissionsforslag 2021/0197 (COD) er blevet strammet. Den reviderede forordning pålægger nu bilproducenterne at reducere de gennemsnitlige udledninger fra nye solgte person- og varebiler i EU med hhv. 55 pct. og 50 pct. i 2030 i forhold til niveauet i 2021 og 100 pct. i 2035 for både person- og varebiler. Kravet om 100 pct. reduktion i udledningerne udelukker i praksis salget af nye person- og varebiler med forbrændingsmotorer³⁰, herunder plug-in hybridbiler, i EU fra 2035 – og effekten af 100 pct. reduktionskravene i 2035 er medtaget. Revisionen af forordningen skønnes at medføre en acceleration i produktionen og salget af elektriske person- og varebiler, og i forhold til KF22 øges indfasningshastigheden af elbiler, som når en salgsandel på 100 pct. i 2035.

- Kilometerbaseret vejafgift for lastbiler (aftale fra juni 2022): Fra 2025 indføres en kilometerbaseret vejafgift for lastbiler i Danmark, som differentieres efter lastbilernes CO₂-udledning. Afgiften forventes at reducere og lægge en dæmper på udviklingen i lastbilernes samlede trafikarbejde og samtidig øge tilskyndelsen til investering i batterilastbiler, når eksisterende lastbiler skal udskiftes. Aftalen bidrager således med et lavere trafikarbejde og en højere andel batterilastbiler end i KF22.

Derudover bliver der med 'Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022' indført en gradvist stigende CO₂-afgift fra 2025, som bl.a. omfatter en delvis omlægning af afgifterne på brændstof til vejtransport fra en energiafgift til en CO₂-afgift.

Fastlæggelsen af den konkrete omlægning er under udarbejdelse. I aftalen indgår imidlertid, at der ikke skal ske en afgiftsstigning for benzin og diesel, hvorfor der ikke er indregnet en effekt af denne del af aftalen. Aftalen omfatter også brændstof anvendt til indenrigs sø- og luftfart. For indenrigssøfarten vurderes CO₂-afgiften at bidrage til at fremme elektrificeringen af indenrigsfærgerne, mens den for indenrigsluftfarten er med til at lægge en dæmper på udviklingen i aktivitetsniveauet. For både indenrigs sø- og luftfart vurderes CO₂-afgiften ikke at påvirke anvendelsen af VE-brændstoffer, da den ikke skønnes at give tilstrækkeligt incitament til yderligere anvendelse af VE-brændstoffer i forhold til fossile brændstoffer.

Det bemærkes endvidere, at fremskrivningen ikke tager højde for revisionen af EU's kvotehandelssystem vedrørende luftfart, beslutningen om at udvide kvotesystemet til at omfatte udledninger fra søfart fra 2024 samt oprettelsen af et særskilt kvotehandelssystem for brændstoffer til vejtransport og opvarmning af bygninger, som alle er en del af EU's 'Fit for 55'-pakke. Der foreligger endnu ikke tilstrækkeligt konkrete

³⁰ I revisionen af forordningen om CO₂-reduktionskrav har en åbning for salg af biler med forbrændingsmotor, der udelukkende drives med elektrobrændstof. Denne mulighed ventes kun at vedrøre nichekøretøjer uden for forordningens hovedfokus, og dermed ikke at få indflydelse på den generelle udvikling.

aftaletekster og det har på den baggrund ikke været muligt at vurdere og indregne eventuelle effekter.

4.3 Aktivitetsniveau, effektiviseringer og teknologiskift i transportsektoren

Faldet i udledningen af drivhusgasser fra transportsektoren, som fremskrivningen viser, er drevet af udviklingen i vejtransporten, som gennemgås nedenfor.

Udvikling i vejtransportens aktivitetsniveau

Vejtransportens aktivitet er opgjort som trafikarbejdet, dvs. antal kørte kilometer, som ifølge fremskrivningen vokser i takt med den generelle økonomiske vækst.

Fremskrivningen viser, at det samlede trafikarbejde for hele vejtransporten stiger med ca. 20 pct. fra 2021 til 2035. Mens personbilernes trafikarbejde stiger med ca. 23 pct., stiger lastbilers trafikarbejde betydeligt mindre i fremskrivningen, ca. 5 pct. over perioden. Det skyldes indførslen af en kilometerbaseret vejafgift for lastbiler i Danmark i 2025, som skønnes at reducere trafikarbejdet og dæmpe den efterfølgende vækst.

Udbredelse af nul- og lavemissionskøretøjer i vejtransporten

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 2022 blev der solgt lidt over 30.000 nye elbiler og lidt mere end 26.000 nye plug-in hybridbiler, svarende til hhv. 21 pct. og 18 pct. af nysalget. Udviklingen vurderes yderligere forstærket frem mod 2030 og 2035, bl.a. som følge af forordningen om CO₂-reduktionskrav for nye lette køretøjer. Salget af elbiler ventes ifølge fremskrivningen at stige til omkring 120.000 biler i 2030 og omkring 290.000 biler i 2035, svarende til ca. 55 pct. af nysalget i 2030 og næsten 100 pct. af nysalget i 2035³¹.

Salget af plug-in hybridbiler falder i hele fremskrivningsperioden primært som følge af, at afgiftslempelserne for plug-in hybridbiler udfases, og at udbuddet af elbiler ventes at stige betydeligt. Samtidig forventes elbilernes rækkevidde at øges og ladeinfrastrukturen forbedret, hvormed flere forbrugeres behov forudsættes at kunne dækkes af elbiler.

Revision af forordningen om CO₂-reduktionskrav for nye lette køretøjer betyder

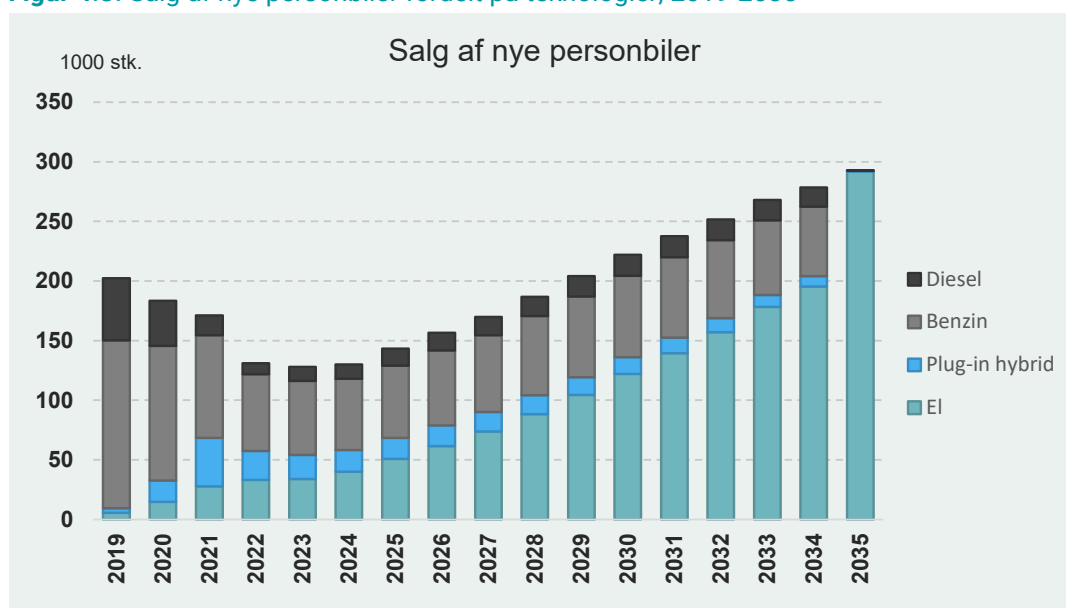
³¹ Da salget af nye biler dækker over nul år gamle biler (dvs. både nyregistrerede og importerede brugte biler på nul år) indgår der i fremskrivningen et meget lille salg af konventionelle biler og plug-in hybridbiler i 2035, som kommer fra importerede brugte biler (hvilket nødvendigvis må komme fra lande uden for EU, da forordningen om CO₂-reduktionskrav for nye lette køretøjer gælder på EU-niveau). Dette er et beregningsteknisk resultat som følge af antagelsen om udviklingen i brugtvgnsimporten og fordelingen af denne på teknologier.

endvidere, at der ikke kan sælges nye plug-in hybridbiler i EU fra 2035 og frem. I 2030 viser fremskrivningen, at salget af plug-in hybridbiler vil udgøre ca. 6 pct. af nysalget.

Der forventes fortsat at være bilister med særlige kørselsbehov og præferencer, eksempelvis hyppig langdistancekørsel, hvor elbiler kan være udfordret på kombinationen af egenvægt, rækkevidde og pris, og hvor konventionelle teknologier fortsat vil være attraktive. Det numeriske salg af nye benzin- og dieslbiler er ifølge fremskrivningen nogenlunde uændret til og med 2034, selvom salgsandelene falder, hvorefter kravet om 100 pct. reduktion i udledningerne fra nye biler i EU træder i kraft i 2035³².

Med disse forudsætninger vil fordelingen af nye personbiler på teknologier i perioden 2019-2035 se ud som i figur 4.3. Det bemærkes, at der i fremskrivningen sker en brat stigning i salgsandelen for nye elbiler fra 2034 til 2035 (og en tilsvarende brat udfasning af de øvrige teknologier). Det er dog usikkert, om udviklingen i perioden til og med 2034 vil gå langsommere end antaget, og stigningen i salgsandelen derfor vil være højere i 2035, eller om forordningen om CO₂-reduktionskrav for nye lette køretøjer i stedet vil medføre en hurtigere og mere konstant stigning i salgsandelen for elbiler hen mod 100 pct. i 2035.

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



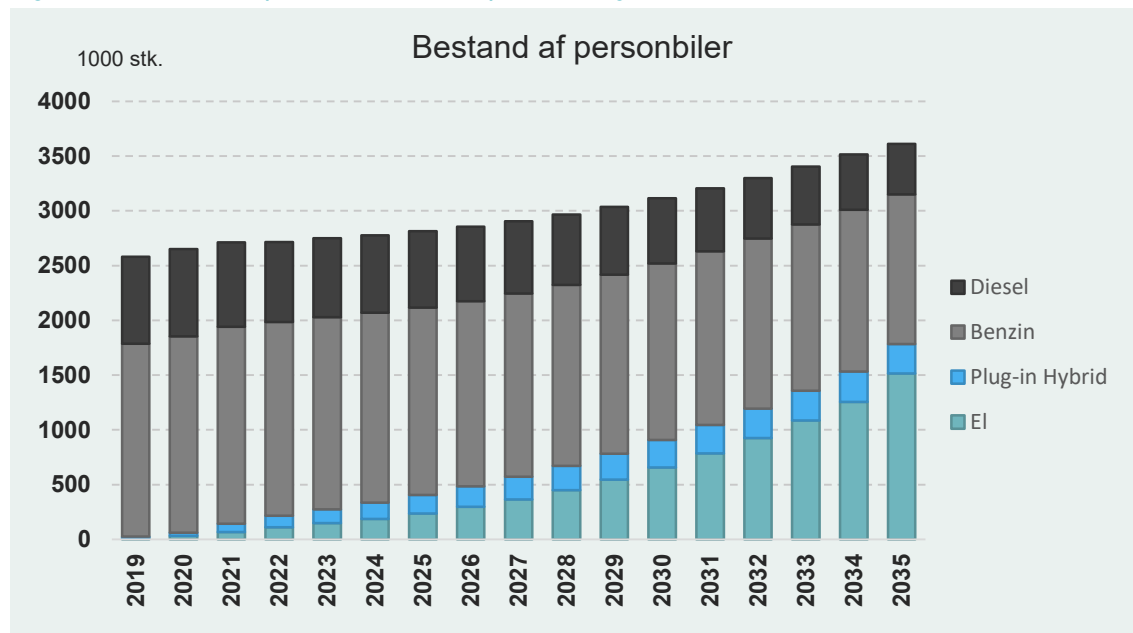
Kilde: Bilstatistik.dk (DBI IT A/S) for årene 2019-2022 (data er behandlet, så de passer til segmentopdelingen i Energistyrelsens fremskrivning).

³² Fremskrivningen af salget af nye biler med forbrændingsmotor i årene op til 2035 er særdeles usikker. Der kan både argumenteres for, at salget vil falde som følge af, at forbrændingsmotoren vil virke forældet, knyttet til bekymring for gensalgsværdier og store afskrivninger, men der kan også argumenteres for, at salget af konventionelle biler vil stige, da det er sidste mulighed for at købe en ny bil med forbrændingsmotor.

Som fremskrivningen ligeledes viser, jf. Figur 4.3, sker der en stigning i det samlede salg, hvilket bygger på en antagelse om et voksende bilejerskab i takt med økonomisk vækst og en øget befolkning kombineret med, at personbiler relativt bliver billigere at eje og anvende. Med revisionen af forordningen om CO₂-reduktionskrav for nye lette køretøjer er der dog betydelig usikkerhed omkring udviklingen i det samlede salg af nye personbiler, da CO₂-reduktionskravene kan skabe en række afledte effekter med betydning herfor, eksempelvis i forhold til brugtvognsimporten og den gennemsnitlige levetid for konventionelle biler.³³

Indfasningen af nye personbiler resulterer i en fremskrivning af bestanden som vist i figur 4.4.

Figur 4.4: Bestand af personbiler fordelt på teknologier, 2019-2035



Kilde: Bilstatistik.dk (DBI IT A/S) for årene 2019-2022 (data er behandlet, så de passer til segmentopdelingen i Energistyrelsens fremskrivning).

Fremskrivningen viser, at i 2030 vil bestanden af personbiler været steget til ca. 3,1 million, hvoraf el- og plug-in hybridbiler udgør godt 900.000, svarende til knap 30 pct. af personbilsbestanden. Heraf er godt 660.000 ifølge fremskrivningen rene elbiler, hvormed elbiler i 2030 udgør over 20 pct. af den samlede bestand af personbiler.

En tilsvarende udvikling mod flere eldrevne køretøjer ses i de øvrige køretøjskategorier. For både varebiler og lastbiler er udviklingen på nuværende tidspunkt bl.a. drevet af den eksisterende forordning om CO₂-reduktionskrav for hhv. lette nye køretøjer (person- og

³³ Der er dog en lang række andre faktorer, som bidrager til usikkerheden for udviklingen i det samlede salg, herunder prisudviklingen for biler, klimabevidsthed hos forbrugerne, udbygningen af den kollektive transport, vejinfrastruktur og parkeringsforhold i byerne.

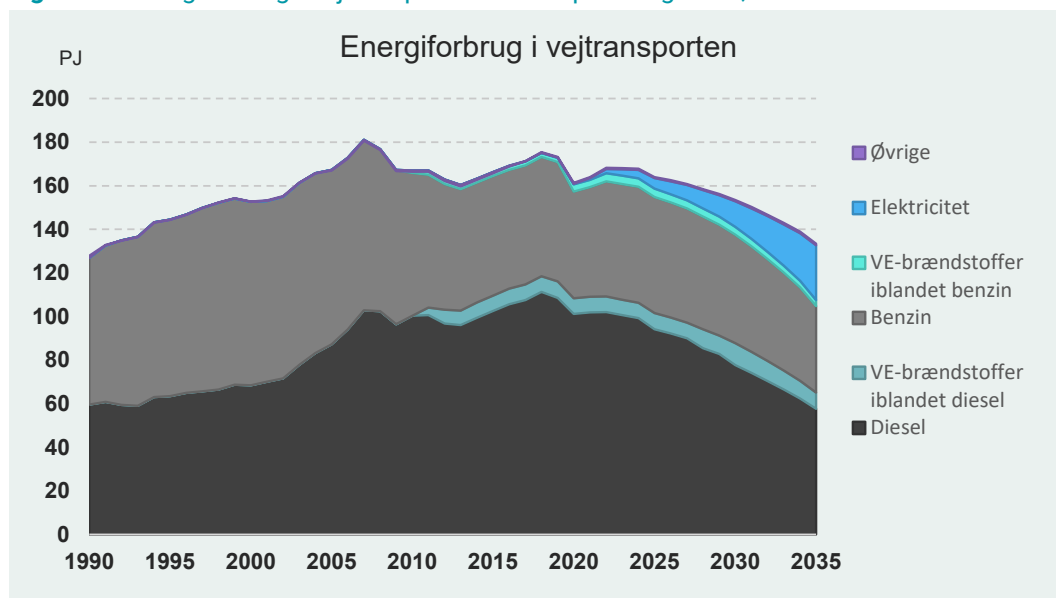
varebiler) og tunge nye køretøjer (lastbiler), som samtidig bidrager til en forbedret brændstofeffektivitet for nye konventionelle benzin- og dieselskøretøjer. Omstillingen til batterilastbiler forventes yderligere forstærket som følge af den kilometerbaserede vejafgift for lastbiler i Danmark, der differentieres efter lastbilernes CO₂-udledning. I 2035 viser fremskrivningen, at elvarebiler vil udgøre 100 pct. af nysalget, mens batterilastbiler vil udgøre ca. halvdelen af salget af alle nye lastbiler (svarende til hhv. 42 pct. af varebilsbestanden og 21 pct. af lastbilbestanden).

Det bemærkes, at der er stor usikkerhed forbundet med fremskrivningen af det samlede salg af nye køretøjer, fordelingen heraf på teknologier, og dermed også på de fremtidige køretøjsbestande.

Energiforbrug i vejtransporten

Vejtransportens energiforbrug er et produkt af aktiviteten i sektoren kombineret med køretøjernes energieffektivitet. Hittidige effektiviseringer af de konventionelle køretøjer har ikke været tilstrækkelige til at imødegå det stigende trafikarbejde, hvilket har resulteret i et øget energiforbrug. Da elektriske køretøjer er mere energieffektive end konventionelle køretøjer, vil denne tendens imidlertid blive brudt i fremskrivningsperioden og energiforbruget falder derfor frem mod 2035, som vist i figur 4.5. Det samlede energiforbrug fra vejtransporten falder ifølge fremskrivningen fra ca. 173 PJ i 2019 til 153 PJ i 2030 og 133 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. KF23 sektornotat 4B.

Figur 4.5: Energiforbrug i vejtransporten fordelt på energivarer, 1990-2035



4.4 Usikkerhed og følsomhedsberegninger

Fremskrivning af transportens energiforbrug og udledninger frem til 2035 er forbundet med betydelig usikkerhed. Det er vanskeligt at give en samlet usikkerhedsvurdering, idet fremskrivningen bygger på en række forudsætninger, som kan trække udviklingen i modsatte retninger. De overordnede faktorer, der driver transportsektorens energiforbrug og udledninger, er udviklingen i trafikomfanget, omstillingen til nye og mere energieffektive teknologier, herunder nul- og lavemissionskøretøjer, samt anvendelsen af VE-brændstoffer. For at belyse betydningen for udledningerne, er der lavet en række følsomhedsberegninger vedrørende indfasningshastigheden for hhv. elbiler (personbiler) og batterilastbiler samt udviklingen i det samlede trafikarbejde for vejtransporten.

På trods af de seneste års stigning i salget af elbiler, og en generel enighed blandt eksperter og bilproducenter om at elbiler vil drive omstillingen af personbiler, er der fortsat stor usikkerhed forbundet med tempoet for omstillingen. For at anskueliggøre betydningen for udledningerne er der beregnet to alternative salgsforløb for elbiler. Dels et forceret forløb, hvor omstillingen til elbiler går hurtigere end i grundforløbet, og dels et forsinket forløb, hvor omstillingen går langsommere. I begge forløb antages fortsat, at forordningen om CO₂-reduktionskrav, med et krav om 100 pct. reduktion i udledningerne fra nye biler i 2035, opfyldes.

I 2030 resulterer det forcerede forløb i en salgsandel for elbiler på 68 pct., mens andelen i det forsinkede forløb er 40 pct. De ændrede indfasningsforløb for elbiler giver anledning til en reduktion i udledningerne ift. grundforløbet i KF23 på cirka 0,13 mio. tons CO₂e i 2030 og 0,66 mio. tons i 2035 i det forcerede forløb og en stigning i udledningerne ift. KF23 grundforløbet på ca. 0,42 mio. ton i 2030 og 0,95 mio. i 2035 i det forsinkede forløb. Da udskiftningen af bilparken tager forholdsvis lang tid, er effekten på udledningerne i 2025 minimale.

Følsomhedsberegningerne og de tilhørende effekter er beskrevet mere uddybende i KF23 sektornotat nr. 4A.



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 mv.

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

Servicesektoren udledte i 2021 0,8 mio. ton CO₂e, svarende til knap 2 pct. af Danmarks samlede udledning. Fremskrivningen viser, at sektoren vil udlede hhv. 0,4, 0,2 og 0,1 millioner ton CO₂e i 2025, 2030 og 2035 svarende til ca. 1 pct. af de samlede danske udledninger i 2025 og under 1 pct. i 2030 og 2035.

Udviklingen i udledninger skyldes især følgende faktorer:

- Udfasning af ledningsgas gennem konvertering til varmepumper til rumvarme

- Stigende VE-andel (bionaturgas) i ledningsgassen, der sænker udledningen fra det resterende ledningsgasforbrug.

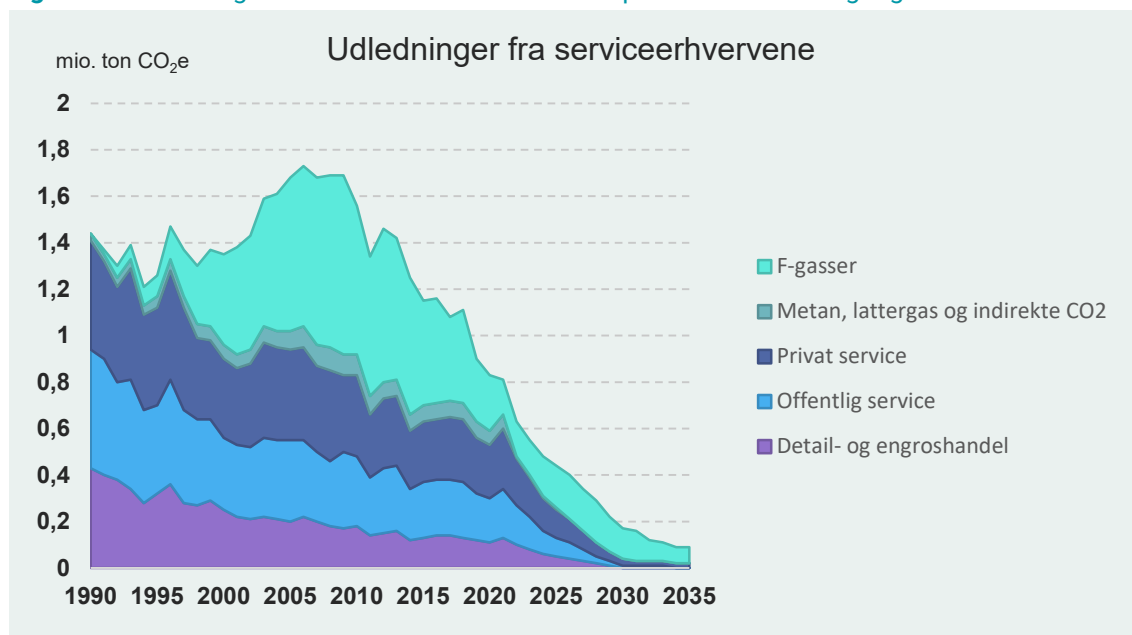
Datacentre hører under branchen privat service, og udbygges betydeligt i disse år. Datacentrene bidrager til et væsentligt øget elforbrug i servicesektoren i 2030, men udledningerne forbundet hermed indgår, som det også er tilfældet for sektorens øvrige el- og fjernvarmeforbrug, i kapitel 8 om el- og fjernvarmesektoren.

5.1 Servicesektorens udledninger

Størstedelen af sektorens energiforbrug er elforbrug, mens sektorens direkte 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, som nævnt indgår i opgørelsen af udledninger fra el- og fjernvarmesektoren.

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



Fremskrivningen af sektorens samlede udledninger viser et fald til 0,2 mio. ton CO₂e i 2030 og 0,1 mio. ton CO₂e i 2035. Det svarer til et fald på hhv. 79 og 89 pct. ift. 2021. Frem til i dag har reduktionerne særligt været drevet af skift fra oliefyrsbaseret 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 2021 udgjorde udledninger fra ledningsgas ca. 60 pct. af sektorens samlede udledning.

I 2030 viser fremskrivningen, at ledningsgassen vil være grøn, og der er derfor ingen udledning tilbage fra forbrug af gas.

Fremskrivningen for 2025 viser, at halvdelen af udledningen stammer fra rumvarme, med langt størstedelen heraf fra ledningsgas. Den tilbageværende udledning i 2030 er hovedsageligt fra f-gasser, og en mindre udledning fra rumvarme og intern transport, mens der i 2035 stort set alene er udledning fra f-gasser og afbrænding af affald til rumvarme.

5.2 Rammebetingelser mv. for servicesektoren

Ud over udledninger fra f-gasser er langt størstedelen af sektorens udledninger knyttet til rumvarme, og derudover er der en lille udledning fra procesvarme, hvor der i 2022 er vedtaget en række politiske aftaler, der kan påvirke energiforbruget.

For servicesektoren drejer det sig om følgende politiske aftaler, der tages højde for i KF23:

- *Klimaaftale om grøn strøm og varme 2022*
- *Aftale om grøn skattereform for industri mv.*

5.3 Aktivitetsniveau, effektiviseringer og teknologiskift i servicesektoren

Selvom servicesektoren ikke står for mere end 2 pct. af de samlede udledninger, så bruger sektoren 14 procent af Danmarks samlede endelige energiforbrug, stigende til 21 pct. i 2035.

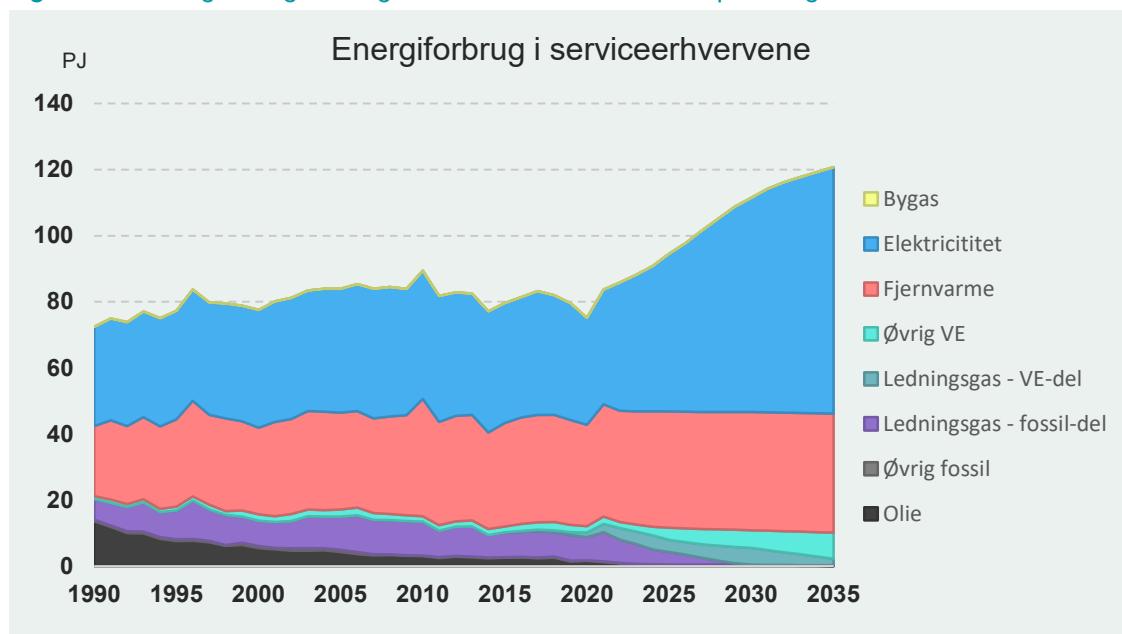
Som det fremgår af figur 5.2, viser fremskrivningen af det endelige energiforbrug i servicesektoren en stigning fra 84 PJ i 2021 til 121 PJ i 2035. På trods af forventning om stigende produktion inden for handel og privatservice, sker stigningen i servicesektorens energiforbrug hovedsageligt på grund af opførsel af datacentre. Det skyldes, at der samtidig forventes øget energieffektivisering, der modvirker en større stigning i energiforbruget i resten af sektoren.

I 2021 blev der brugt 4 PJ el i datacentre i Danmark, men det ventes at stige til ca. 28 PJ i 2030 og 36 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. Frem mod 2035 viser fremskrivningen et skift fra opvarmning via ledningsgas over mod mere fjernvarme og flere varmepumper, hvilket sammen med etablering af flere datacentre, er med til at give et større elforbrug.

I 2021 udgjorde el 41 pct. af sektorens endelige energiforbrug, hvilket med fremskrivningen er steget til 62 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 2021, men falder med fremskrivningen til 5 PJ i 2030 og 2 PJ i 2035, hvor ledningsgassen forventes at være grøn, og udledninger herfra derfor forsvinder helt. Reduktionen i gasforbruget skyldes primært konvertering fra gasfyr til varmepumper.

5.4 Usikkerhed

Inden for servicesektoren er der særlig stor usikkerhed forbundet med udbygning af datacentre, samt den fremtidige teknologiske udvikling og betydning heraf for datacentrenes elforbrug og forbrugsprofil³⁴. Dette påvirker dog ikke udledningerne fra servicesektoren, som beskrevet i dette kapitel, da udledningerne fra elproduktion ligger under el- og fjernvarmesektoren.

Ydermere pågår arbejdet med kommunale varmeplaner, et arbejde som kan påvirke, hvor stor en del af servicesektoren, som har mulighed for at skifte til fjernvarme. Disse varmeplaner vil der blive kigget nærmere på frem mod KF24.

³⁴ Der kan læses mere om forudsætningerne brugt til fremskrivning af elforbruget i KF23 forudsætningsnotat 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.

Som vist i tabel 6.1 udledte fremstillings- og bygge-anlægssektoren i 2021 5,3 mio. ton CO₂e svarende til ca. 11 pct. af Danmarks samlede udledninger. Fremskrivningen viser, at der i 2025, 2030 og 2035 udledes hhv. 4,0, 2,1 og 2,0 mio. ton CO₂e i sektorerne, hvilket fortsat svarer til 10-11 pct. af Danmarks samlede udledninger, eftersom de samlede udledninger også falder frem mod 2035. Den fremskrevne udvikling i sektorens udledninger skyldes særligt følgende forhold:

- Øget elektrificering og energieffektivisering, herunder højere grad af anvendelse af varmepumper til intern udnyttelse af overskudsvarme
- Øget VE-andel i ledningsgassen
- Fald i indenlandsk cementproduktion.

6.1 Fremstillings- og bygge-anlægssektorens udledninger

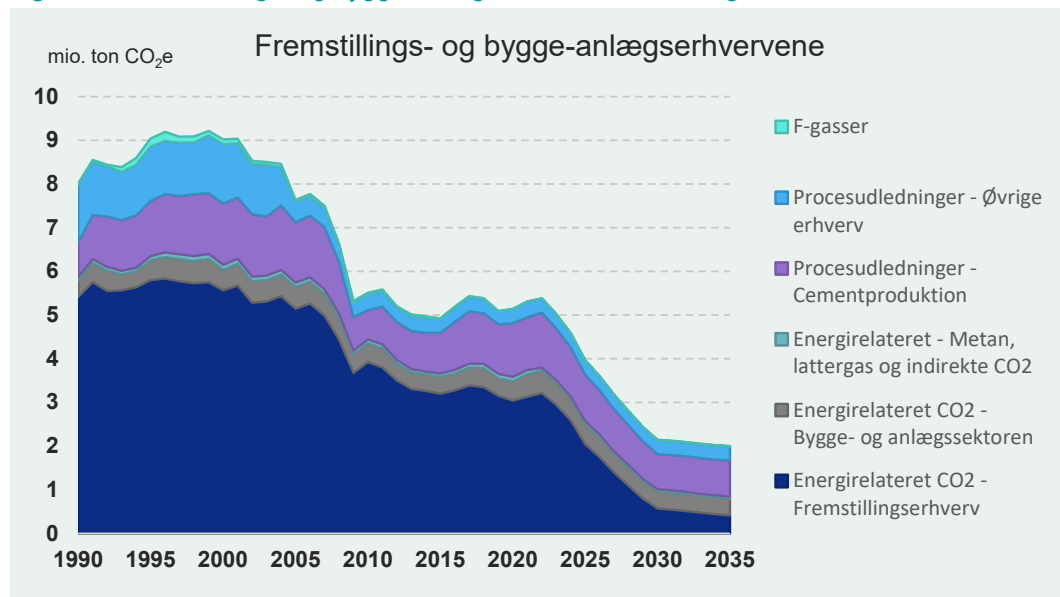
De samlede udledninger fra sektorerne omfatter både energirelaterede udledninger, procesudledninger samt en mindre andel F-gasser. Procesudledninger er udledninger, der fremkommer som produkt af en kemisk proces i produktionen.

Fremstillingserhvervene har en relativ stor andel af procesudledninger i forhold til andre sektorer. 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 transport³⁵.

Fremskrivningen viser, at fremstillings- og bygge-anlægssektoren frem mod 2035 gennemfører væsentligt større årlige CO₂e-reduktioner, end hvad der hidtil er set. Fra 2021 og frem til 2030 reduceres udledningerne med over 3 mio. ton CO₂e, svarende til knap 60 pct. eller gennemsnitligt næsten 10 pct. årligt, jf. figur 6.1.

Figur 6.1: Fremstillings- og bygge-anlægssektorens udledninger 1990-2035 i CO₂e



Fremskrivningen viser derudover, at udledningerne fra fremstillingserhverv og bygge-anlæg i hele perioden fra 2024-2035 forventes at være lavere i KF23 end i KF22. For årene 2022-2023 fremskrives højere udledninger i KF23 end i KF22, pga. det aktuelle

³⁵ Udledninger fra forbrug af el- og fjernvarme regnes ikke med i dette kapitel, da de indgår i opgørelsen af udledninger fra el- og fjernvarmesektoren (se kap 8).

skifte væk fra ledningsgas og over til kul og olie som konsekvens af de relativt høje priser på ledningsgas.

I de efterfølgende afsnit forklares baggrunden for udviklingen i sektorens udledninger med særligt fokus på målårene 2025 og 2030 samt fremskrivningens slutår 2035.

6.2 Rammebetingelser mv. for fremstillingserhverv og bygge-anlægssektoren

Fremskrivningen viser, at de samlede udledninger fra fremstillings og bygge-anlægserhvervene i KF23 er markant lavere end i KF22. Det skyldes bl.a. *Aftalen om en grøn skattereform for industri mv.* fra juni 2022, som eksempelvis indfører en generel CO₂-afgift for både kvoteomfattede og ikke-kvoteomfattede virksomheder. Denne indføres fra 2025 og frem til 2030, hvor den vil være fuldt indfaset. Reformen medfører et øget incitament til konverteringer væk fra fossile brændsler samt energieffektiviseringer. Det forudsættes også at reformen vil give anledning til større strukturelle ændringer inden for fremstillingserhvervene, særligt en større nedgang i indenlandsk produktion af cement. (Skatteministeriet, 2023).

6.3 Aktivitetsniveau, effektiviseringer og teknologiskift i fremstillingserhverv og bygge-anlægssektoren

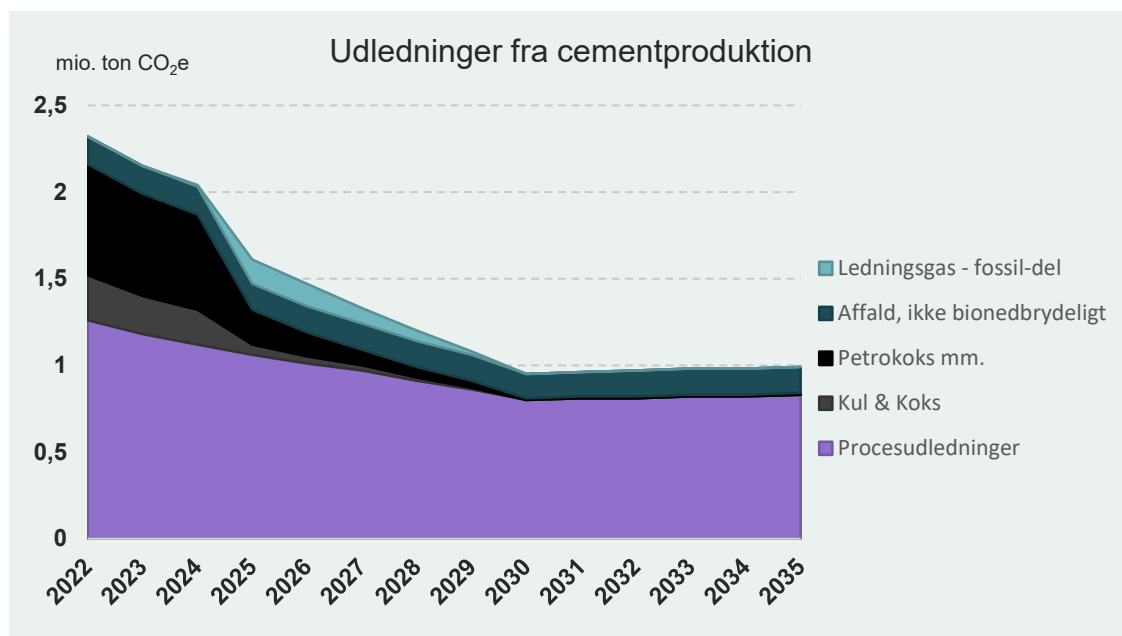
I KF23 fremskrives udledningerne fra fremstillings- og bygge-anlægserhvervene samlet set reduceret med 63 pct. fra 2022 til 2035. Det er særligt de energirelaterede udledninger, der reduceres frem mod 2035. Dette skyldes dels en reduktion af forbruget af olie og kul til fordel for biomasse og ledningsgas, hvor sidstnævnte forudsættes at være fossilfri i 2030. Hertil viser fremskrivningen en øget udnyttelse af overskuds- og omgivelsesvarme ved hjælp af varmepumper og energibesparelser at medføre en reduktion af sektorernes energirelaterede udledningerne.

Det lavere niveau for de samlede udledninger fra fremstillings og bygge-anlægserhvervene i KF23 i forhold til KF22 følger af flere forhold, hvoraf følgende tre kan fremhæves.

Det forudsættes i KF23, at der vil være et væsentlig fald i cementproduktionen sammenlignet med KF22, hvilket primært følger af de indregnede struktureffekter fra *Aftalen om en grøn skattereform for industri mv.* Fra 2021 til 2030 forudsættes cementproduktionen således at blive reduceret med ca. 32 pct. Det medfører, at procesudledningerne fra cementproduktion reduceres fra 1,2 mio. ton CO₂e i 2021 til 0,8 mio. ton CO₂e frem mod 2030. Fremskrivningen viser tilmed, at de energirelaterede udledninger fra cementproduktion reduceres frem mod 2030, fra ca. 1 mio. ton CO₂e i 2021 til 0,15 mio ton CO₂e i 2030.

Herefter vil udledningerne stagnere frem mod 2035, og vil hovedsageligt stamme fra afbrænding af fossilt affald, jf. figur 6.2.

Figur 6.2: Udledninger fra cementproduktion opdelt på brændsler og proces



KF23 viser derudover også en lavere vækst eller stagnering inden for fremstillings- og bygge-anlægserhvervene frem mod 2030 sammenlignet med KF22, hvilket alt andet lige medfører lavere udledning fra sektorerne.

6.4 Usikkerhed og følsomhedsberegninger

For fremstillings- og bygge-anlægssektorens udledninger er der bl.a. usikkerhed forbundet med aktivitetsniveauer, særligt for cementproduktion, hvor der i forbindelse med *Aftalen om en grøn skattereform for industri mv.* forudsættes en væsentlig produktionsnedgang. Der er derfor foretaget en følsomhedsberegning, som forudsætter fortsat produktion på dagens niveau i alle brancher. Konkret vil det sige, at cementproduktionen overordnet fastholdes på samme niveau som i 2022, samt at øvrige erhverv efterspørger en mængde energitjenester, der som minimum svarer til mængden af energitjenester, som de anvendte i 2022.³⁶ For cement er der også foretaget en følsomhed, som forudsætter, at produktionen af indenlandsk cement ophører og behovet for cement i Danmark i stedet opfyldes via import fra udlandet. Der er for øvrige brancher ikke foretaget en følsomhed på lavere produktion end det, der ligger til grund for KF23.

³⁶ Virksomhedernes energitjenester er defineret ud fra temperatur og funktion, som fx højtemperatur procesvarme, rumopvarmning eller motoriseret drift.

Resultatet af følsomhedsberegningerne præsenteres i tabel 6.1 herunder og viser, at de samlede udledninger i fremstilling og bygge-anlægssektoren med ovenstående forudsætninger er ca. 660.000 tons CO₂e højere, hvis produktionen i sektoren som minimum fortsætter på 2022-niveauet. Tabellen viser også, at udledningerne i sektoren ville være ca. 950.000 tons CO₂e lavere, hvis cementproduktion i Danmark ophører.

Tabel 6.1: Udledninger i fremstilling- og bygge-erhverv sammenlignet med følsomhedsberegning med fortsat produktion på dagens niveau samt stop for indenlandsk produktion af cement

Enhed: mio. ton CO ₂	KF23	KF23 – Fortsat produktion	KF23 – cementproduktion ophører
Samlet for fremstilling og bygge-anlæg	2,14	2,68	1,19
Fremstilling (ekskl. Cementproduktion)	0,80	0,98	0,80
Cementproduktion	0,95	1,27	0
Bygge-anlæg	0,39	0,43	0,39



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 Power-to-X-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 2021 2,5 mio. ton CO₂e svarende til 5 pct. af Danmarks samlede udledninger.

Fremskrivningen viser, at sektoren i 2025, 2030 og 2035 udleder hhv. 2,1, 1,9 og 1,8 mio. ton CO₂e inkl. korrektion ift. forventet effekt af metantabsregulering for biogas.

Den forventede udvikling i sektorens udledninger skyldes især følgende faktorer:

- Idriftsættelse af Tyra-komplekset mv. giver stigning i udledninger fra olie- og gasindvinding frem til 2024
- Aldrende olie- og gasfelter i Nordsøen giver fald i indvinding af olie og gas og dermed fald i dertilhørende udledninger
- Raffinaderiernes energiforbrug og udledninger falder i fremskrivningen som følge af aftalen om grøn skattereform
- Metantab fra biogasproduktion forøges i CRF-opgørelsen, som følge af stigende aktivitet. Når der tages højde for den skønnede effekt af metantabsreguleringen, reduceres metantabet fra 2024, hvorefter det igen vil

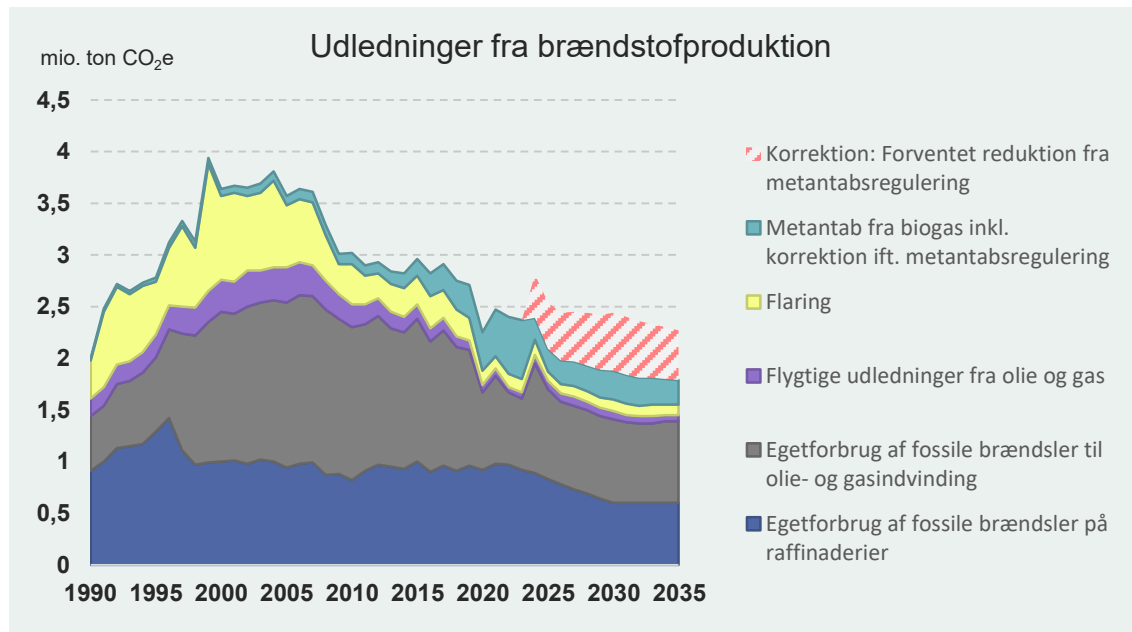
- forøges fra et lavere udgangspunkt, i takt med at produktionskapaciteten udvides.

Derudover påvirkes udviklingen i sektorens energiforbrug også af udbygningen af PtX (i form af elforbrug til elektrolyse). Drivhusgasudledningerne forbundet med dette energiforbrug opgøres under el- og fjernvarmesektoren i kapitel 8. Endelig har produktionen af biogas indvirkning på VE-andelen i ledningsgassen og dermed en fortrængningseffekt på drivhusgasudledninger fra forbrug af ledningsgas, som beskrevet 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, samt metantab fra biogasanlæg. 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. Endelig er brændstofproduktion i mindre omfang årsag til flygtige udledninger i form af fordampning, udslip ved utætheder mm.

Udviklingen i sektorens udledninger i 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 i dag og fremover. Reduktionen i udledningerne i 2020-2023 skyldes ombygning af produktionsplatformen ved Tyrafeltet, som derved er ude af drift. De øgede udledninger i 2024 hænger dels sammen med idriftsættelsen af Tyrakomplekset, dels idriftsættelsen af en række andre mindre projekter, hvor udledningerne er størst i begyndelsen af driftsfasen. Frem mod 2035 falder indvindingen af olie og gas grundet aldrende felter, mens det er forudsat, at udledningerne fra raffinaderierne falder som følge af indførslen af en CO₂-afgift (Aftale om grøn skattereform for industri, 2022).

Figur 7.1: Udledninger fra brændstofproduktion fordelt efter oprindelse

Note: Egetforbruget af fossile brændsler til raffinaderier er inkl. udledninger forbundet med el- og fjernvarmeproduktion på raffinaderierne. Udledningerne i figuren bygger på CRF-opgørelserne, dvs. før korrektion for forventet effekt af metantabsregulering, men de forventede reduktioner fra dette tiltag er identificeret eksplicit i figuren.

Indvinding af olie og gas

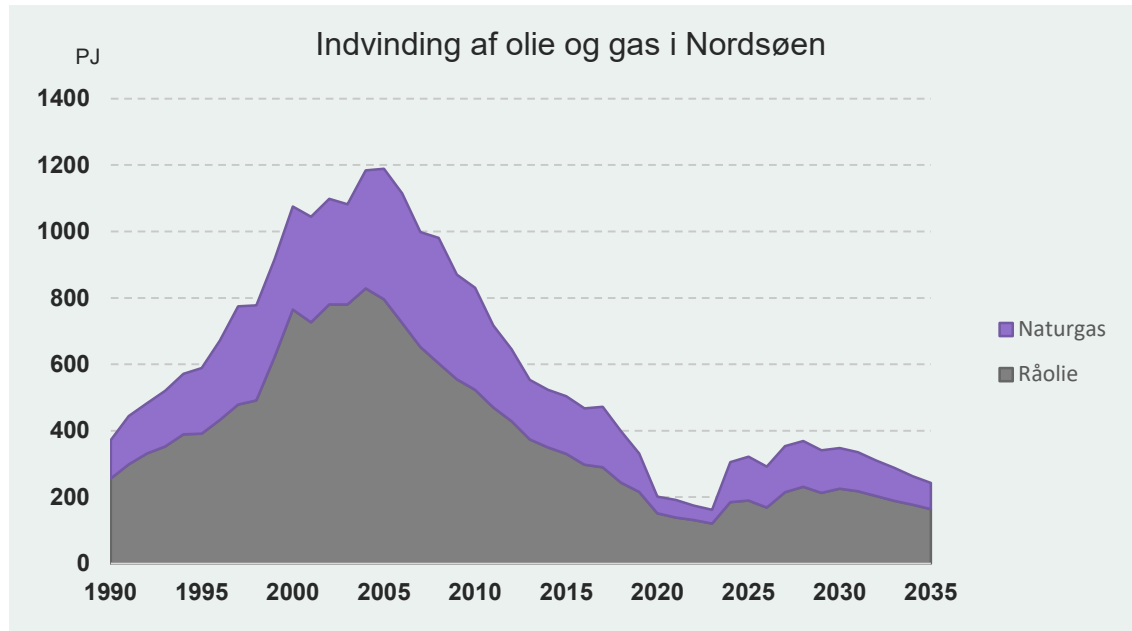
Udledningerne forbundet med olie- og gasindvinding hænger tæt sammen med aktivitetsniveauet i sektoren. Udledningerne fra olie- og gasindvinding er fremskrevet til ca. 0,9 mio. ton CO₂e i 2030, faldende til ca. 0,8 mio. ton CO₂ i 2035. Udledninger fra olie- og gasindvinding i Nordsøen skyldes dels energiforbruget 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 den forventede udvikling 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/år og herefter har været faldende.

Indvindingen af olie og gas forventes at stige frem mod 2028, bl.a. som følge af genopbygningen af anlægget på Tyrafeltet og idriftsættelsen af en række andre mindre projekter. Efter 2028 forventes indvindingen at falde grundet aldrende felter. Ifølge prognosen for indvindingen af olie og gas i Nordsøen, forventes det, at der indvindes knap 80 PJ gas og knap 165 PJ olie i Nordsøen i 2035.

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- 2024 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.

Figur 7.2: Indvinding af olie og gas i Nordsøen



Raffinaderier

Udledningerne fra raffinaderier er fremskrevet til ca. 0,6 mio. ton CO₂e i 2030 og i 2035. I KF23 skønnes det, at udledningerne fra raffinaderiernes energiforbrug falder som følge af både mindre produktion og omstilling af produktionen på grund af indførsel af en CO₂-afgift, jf. sektorforudsætningsnotat om indvinding af olie og naturgas samt raffinaderier. Der har i den seneste historiske periode været en svag stigning i aktiviteten. Udledningerne forbundet med denne meraktivitet er dog blevet modsvaret af reduktioner, som følge af løbende effektiviseringer. Som det fremgår af Figur 7.1, skønnes udledningerne fra raffinaderierne at være faldende frem til 2030, hvorefter de skønnes at være konstante i resten af fremskrivningsperioden. I KF23 følger forventningen til raffinaderiernes produktion og omstilling den partielle effekt opgjort i forbindelse med aftalen om en grøn skattereform (Aftale om grøn skattereform for industri, 2022). Som følge af aftalen forventes en nedgang i produktionen på raffinaderierne med 29 pct. i 2030, og et skift til mere energieffektivisering og brug af grønne alternativer til egetforbruget af raffinaderigas (Dokumentationsnotat, 2022).

Biogasproduktion

Biogassektorens drivhusgasudledninger består hovedsageligt af metantab, som følge af lækage fra biogasanlæggene. Tabsraten anslås til henholdsvis 2,9 pct. for biogasanlæg og 6,9 pct. på spildevandsrensaneanlæg, jf. KF23 sektornotat 7B: Biogas, PtX og VE-brændstoffer.

Ifm. Klimaaf tale om grøn strøm og varme er der vedtaget en regulering af metantabet fra biogasanlæg, som trådte i kraft den 1. januar 2023. Denne indgår som nævnt ikke i KF23 CRF-opgørelsen, men fratrækkes partielt i mankoopgørelser mv. Til KF23 er effekten af metantabsregulering opgjort ud fra en beregningsteknisk antagelse om, at alle biogasanlæg sænker metantabet til 1 pct. fra 2024, hvormed metantab fra biogasproduktion reduceres til hhv. 0,2 mio. ton CO₂e i 2025, 0,3 mio. ton CO₂e i 2030 og 0,2 mio. ton CO₂e i 2035.

Det skal bemærkes, at reguleringen alene kræver, at opgraderingsanlæg skal nedbringe metantabet til 1 pct. fra 2024, mens biogasanlæg pålægges at nedbringe metantabet mest muligt. Der er således usikkerhed forbundet med den forventede effekt af metantabsreguleringen, bl.a. fordi biogasanlæggene skal identificere og planlægge udbedring af eventuelle kilder til metantab. Der gennemføres et måleprojekt i 2025, med henblik på at dokumentere effekten af metantabsreguleringen.

PtX

PtX er i KF23 udelukkende inkluderet i form af elektrolysekapacitet til produktion af grøn brint. Eventuel viderekonvertering til andre e-brændstoffer såsom ammoniak og metanol indgår ikke i KF23. Det antages i KF23, at elektrolysekapaciteten udbygges til ca. 700 MW i 2025, ca. 900 MW i 2030 og ca. 1650 MW i 2035. Brintproduktionen ved elektrolyse ligger i fremskrivningen på ca. 10,8 PJ i 2030 og 20,3 PJ i 2035. Elforbruget knyttet til elektrolyse ligger i fremskrivningen på ca. 16,3 PJ i 2030 og 29,8 PJ i 2035.

7.2 Rammebetingelser mv. for produktion af olie, gas og VE-brændstoffer

Siden KF22 er der indgået aftale om en grøn skattereform for industri mv., ligesom der er set en stigning i brændselspriserne og EU's CO₂-kvotepris. Endelig er der indgået *Klimaaf tale om grøn strøm og varme 2022*, som justerer rammebetingelserne for biogasproduktion.

- Med aftalen om en grøn skattereform, bliver udledningerne fra både Nordsøen og raffinaderierne, der ellers tidligere har været afgiftsfritaget, pålagt en CO₂-afgift på 75 kr. pr. ton CO₂ i 2025 stigende til 375 kr. pr. ton i 2030. For indvinding fra Nordsøen, er aftalen indgået efter rettighedshaverne i rapporteringer har indmeldt deres forventninger til prognosen, men prognosen bygger på rettighedshavernes vurderinger af fremtiden, herunder effekter af politikker.
- For raffinaderier er aktivitetsniveauet bestemt ud fra de beregninger af struktureffekter, der blev anvendt i forbindelse med Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra juni 2022. De beregnede struktureffekter er i aftalen opgjort på baggrund af samme modelapparat, som er anvendt til *Ekspertgruppen for en grøn skatterefor ms første delrapport*. Struktureffekten for

raffinaderierne kan siges at afspejle en sandsynlighed for at produktionen lukker. I samarbejde med Skatteministeriet er det valgt, at struktureffekten i grundforløbet indregnes som en procentvis reduktion i produktionen ift. den forventede lineære baseline før aftalen (Skatteministeriet, 2023).

- For indvinding af olie og gas i Nordsøen og for raffinaderier, kan de øgede energipriser betyde en højere indtjening, og dermed give et øget incitament til at producere. Stigningen i energipriserne er sket efter, at de partielle effekter af en grøn skattereform er fundet, hvilket kan have betydning for raffinaderiernes lukkesandsynlighed, men denne effekt er ikke indregnet for raffinaderierne i KF23.
- Med *Klimaaftale om grøn strøm og varme*, blev det besluttet at fremrykke et af de seks støtteudbud for produktion af grønne gasser, som blev aftalt med *Klimaaftale for energi og industri mv.*, samt at reducere støttepuljen med ca. 30 mio. kr. Ydermere blev der vedtaget en regulering af metantab fra biogasanlæg, som trådte i kraft den 1. januar 2023. Den forventede effekt af metantabsreguleringen indregnes ikke i CRF-opgørelsen, men indlægges partielt i mankoopgørelser mv., jf. *KF23 Sektornotat 7B: Biogas, PtX og VE-brændstoffer*.
- *Aftale om udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer* (Power-to-X strategi) har introduceret en række tiltag, som skal fremme produktion af VE-brændstoffer. Tiltagene indgår i KF23 i en samlet helhedsvurdering. Det bemærkes, at mange tiltag anses som understøttende tiltag, som afventer konkretiseringen eller realisering af støttekapaciteter.
- *Aftale om udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer og Klimaaftale om grøn strøm og varme af 25. juni 2022* forventes herudover at forbedre rammebetingelserne for en øget udbygning af VE-kapacitet, der kan forsyne elektrolysekapaciteten til PtX. For at etablere et fungerende PtX-marked er adgang til en tilstrækkelig mængde grøn strøm en blandt flere vigtige forudsætninger.

7.3 Aktivitetsniveau, effektiviseringer og teknologiskift

Indvinding af olie og gas

Både prognosen for produktionen af olie og salgsgas samt det tilhørende vedr. egetforbrug og flaring inkluderer de direkte og de indirekte effekter af *Aftale om fremtiden for olie- og gasindvinding i Nordsøen* af 3. december 2020. De direkte effekter af aftalen på olie- og gasprognosen vedrører alene potentialerne med relation til efterforskning og teknologi. Derudover er der indirekte effekter af aftalen, herunder i form af yderligere reduktion af teknologi- og efterforskningsbidraget i den nyeste olie-gas produktionsprognose, der ligger til grund for egetforbrug og flaring i KF23. Dette

skyldes i høj grad, at der forventes et reduceret incitament i udviklingen af ny teknologi som følge af, at Nordsøaftalen har sat et sluttidspunkt for indvindingen i 2050 (Regeringen m.fl, 2020).

Raffinaderier

Ifølge aftalen om en grøn skattereform, medfører indførelsen af en CO₂-afgift en 29 pct. nedgang i aktiviteten på raffinaderierne i 2030. Forventningen om faldende aktivitetsniveau betyder, at egetforbruget af fossil energi og de tilhørende udledninger falder. Derudover er det forudsat, at aftalen fører til øget elektrificering og øget brug af VE-brændstoffer, der dermed reducerer udledningerne yderligere frem mod 2030 i forhold til KF22.

Biogasproduktion

Som følge af de ændrede rammebetingelser for biogasproduktion, lægges det til grund for fremskrivningen, at aktiviteten i sektoren vil forøges tidligere end det var tilfældet i KF22, idet støttemidler uddeles førend tidligere forventet. Dog medfører reduktionen af støttepuljen, at det samlede aktivitetsniveau finder et lavere leje end i KF22, jf. kapitel 3 i *KF23 Sektorforudsætningsnotat: Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer*, hvilket medvirker til at sænke det fremskrevne metantab fra biogasproduktion.

Det er i fremskrivningen antaget, at den forøgede aktivitet som følge af støtteudbuddene vil ske ved udbygning af produktionskapaciteten for biogas. Det kan dog ikke afvises, at en del af denne aktivitet vil vise sig i form af effektiviseringer af produktionen, eksempelvis i form af e-metanisering, jf. kapitel 3 i *KF23 Sektorforudsætningsnotat: Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer*.

PtX

De nye rammebetingelser for produktion af VE-brændstoffer gennem PtX, samt nye udmeldinger om tilsagn af støtte herunder gennem EU-finansiering forudsætter, at der i fremskrivningen er en højere produktion af brint end tidligere forventet.

Derudover antages det i fremskrivningen, at en voksende efterspørgsel efter PtX-produkter formentligt fra udlandet vil være med til at drive en fortsat stigende udbygning af PtX i Danmark frem mod 2035.

Forløbet afviger fra den målsatte kapacitet om 4-6 GW i 2030, som fremgår af *Aftale om udvikling og fremme om brint og grønne brændstoffer* af 15. marts 2022. Afvigelsen skyldes, at etableringen af mange af de udmeldte projekter er betinget af ændringer i de gældende rammevilkår og derfor ikke indgår i KF23. Konkrete tiltag, der stimulerer efterspørgslen af PtX-produkter, ændring i tariffer samt direkte linjer, som er igangsat, men ikke vedtaget endnu, samt øvrige forbedrede rammevilkår og en politisk

beslutning om rammevilkår for brintinfrastruktur vurderes at være vigtige for at understøtte et forløb, som opfylder målet om 4-6 GW PtX i 2030.

7.4 Usikkerhed og følsomhedsberegninger

Olie- og gasindvinding

Der er generelt usikkerhed om forventningen til indvinding af olie og gas, og usikkerheden er stigende når tidshorisonten udvides. Det er blandt andet usikkert hvorvidt de højere 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, særligt i lyset af dels effekt af indførsel af Grøn Skattereform, dels de højere priser på raffinerede olieprodukter, der ses som konsekvens af krigen i Ukraine.

Nedgangen i produktion for raffinaderierne kan siges at afspejle sandsynligheden for, at produktionen lukker. Lukkesandsynligheden er lagt ind som en 29 pct. aktivitetsnedgang i 2030. I stedet for at omsætte den skønnede lukningssandsynlighed til en egentlig produktionsnedgang, kan det antages, at der på raffinaderierne enten produceres på omtrent fuld kapacitet, eller slet ikke produceres. Der er derfor lavet tre følsomhedsanalyser. En hvor det antages at raffinaderierne fortsætter produktionen på det nuværende niveau, og to hvor det antages at det ene raffinaderi lukker i hhv. 2025 og 2030.

Fortsætter produktionen på det nuværende niveau vil udledningerne fra egetforbrug være hhv. 0,9 mio. ton CO_{2e} i 2025 og 0,8 mio. ton CO_{2e} i 2030, i stedet for de hhv. 0,8 og 0,6 mio. ton i KF23 grundforløbet. Ved lukning af et raffinaderi i 2025, vil udledningen falde til 0,5 mio. ton CO_{2e} i 2025, mens lukning af et raffinaderi i 2030 vil betyde en udledning fra egetforbruget af brændsler på 0,4 mio. ton. CO_{2e} i 2030.

Biogasproduktion

I tilgift til usikkerheden om den skønnede effekt af metantabsregulering, som beskrives i afsnit 7.1, er fremskrivningen af biogasproduktion er forbundet med visse andre usikkerheder. Eksempelvis ift. udbygningsraten af ny produktionskapaciteten og udnyttelsen af eksisterende anlæg, og hvordan disse påvirker den samlede aktivitet i sektoren. Der henvises til kapitel 3 i KF23 Sektorforudsætningsnotat for produktion af olie, gas og VE-brændstoffer for en gennemgang af, hvordan disse usikkerheder påvirker fremskrivningen af biogasproduktion.



8 El- og fjernvarme

El- og fjernvarmesektoren omfatter i KF23 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 9.³⁷ 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 2021 5,0 mio. ton CO₂e svarende til 10 pct. af Danmarks samlede udledninger. I 2025, 2030 og 2035 forventes sektoren at udlede hhv. 1,1 mio. ton, 0,1 mio. ton og 0,1 mio. ton CO₂e svarende til hhv. 3 pct., 0,4 pct. og 0,4 pct. af Danmarks samlede udledninger de pågældende år. Den forventede udvikling i sektorens udledninger skyldes flere forhold, herunder:

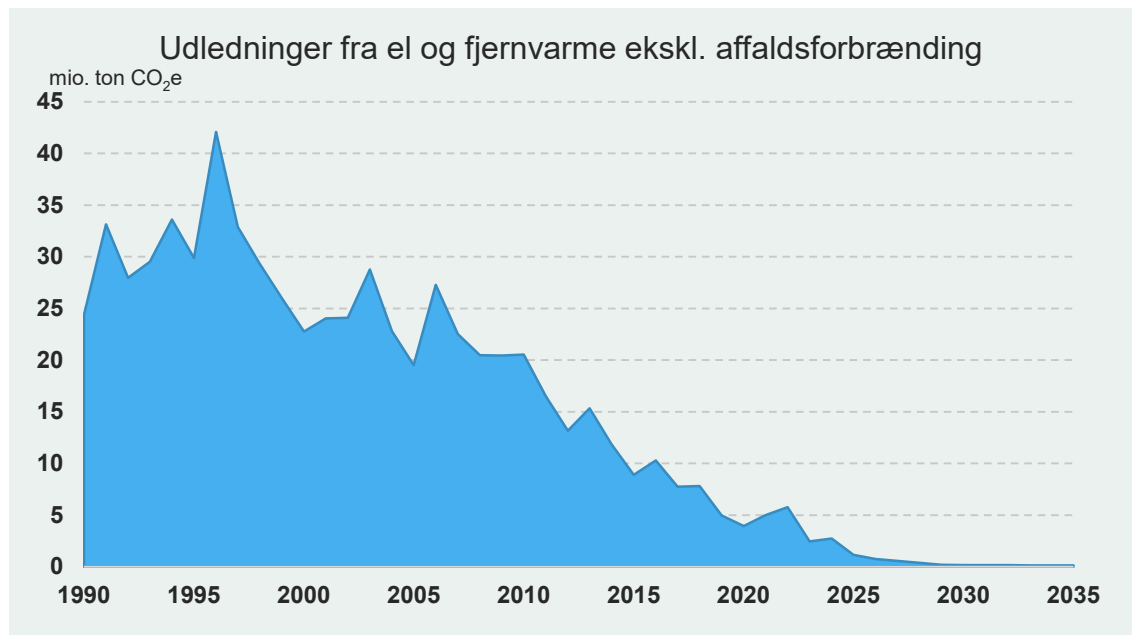
- Udfasning af de sidste kulfyrede kraftvarmeværker
- Fortsat udbygning med vindkraft og solceller
- Kraftig udbygning med varmepumper til produktion af fjernvarme
- Reduktion i kraftvarmeproduktion baseret på ledningsgas.

³⁷ Affaldsforbrændingsanlæg leverer også el og fjernvarme, men behandles i KF23 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 KF23 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 i CO₂e



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 fortsætter denne udvikling, og udledningen fra sektoren falder til ca. 0,1 mio. ton CO₂e i 2030, hvilket svarer til en reduktion på mere end 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. Elforbruget forventes således at stige markant i fremskrivningsperioden frem mod 2035.

I de efterfølgende afsnit forklares herefter baggrunden for udviklingen i sektorens udledninger med særligt fokus på målårene 2025 og 2030 samt slutår 2035.

8.2 Rammebetingelser mv. for El- og fjernvarmesektor

Der er indgået tre politiske aftaler i løbet af 2022, som påvirker el- og fjernvarmesektorens rammebetingelser:

- *Aftale om grøn skattereform for industri mv.* af 24. juni 2022
- *Klimaaftale om grøn strøm og varme 2022* af 25. juni 2022
- *Tillægsaftale om Energiø Bornholm 2022* af 29. august 2022.

I *Aftale om grøn skattereform for industri mv.* er der bl.a. blevet aftalt højere og mere ensartede CO₂-afgifter ved omlægning af energiafgifter, samt introduceret en bundpris for CO₂-afgiften. Den nye CO₂-afgifts effekt på el- og fjernvarmeproduktion er medregnet i KF23.

Med *Klimaaftale om grøn strøm og varme 2022* udbydes områder, der kan rumme yderligere mindst 4 GW havvind til etablering inden udgangen af 2030. Områderne udbydes under forudsætning af, at havvindmølleparkerne ikke belaster statens finanser negativt over projektperioden, og at der i relevant omfang er plads i elnettet. KF23 indeholder ikke de 4 GW yderligere havvind i grundforløbet, men medregner dem i et alternativt forløb. CO₂-effekten på Danmarks klimaregnskab i KF23's partielle følsomhed med det alternative forløb er marginalt anderledes. Klimaaftalen om grøn strøm og varme indeholder flere tiltag, som er relevant for el- og fjernvarmesektoren, og som implicit medregnes i forudsætninger til udbygningen med vedvarende energi. Dette er nærmere beskrevet i sektorforudsætningsnotatet om el og fjernvarme, hvordan fremskrivningen er betinget af tiltagene.

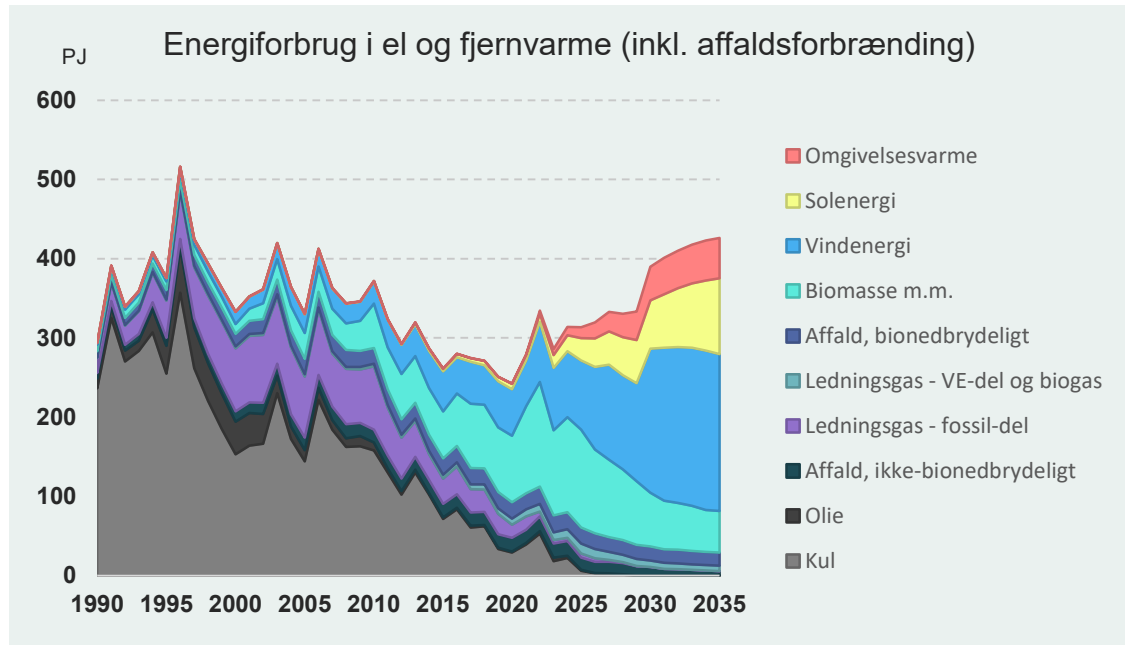
Tillægsaftalen om Energiø Bornholm 2022 er udgangspunkt for den politiske aftale mellem Danmark og Tyskland om tilkobling af Energiø Bornholm til Tyskland, og etableringen af udlandsforbindelsen er en forudsætning for, at Energiø Bornholm kan medregnes i KF23's grundforløb. Der blev desuden aftalt at øge kapaciteten til mindst 3 GW. De 3 GW består af 2 GW aftalt med *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020*, heraf 1 GW fra park 3 fra *Energiaftale 2018* samt 1 GW af de 2 GW aftalt med *Finansloven 2022*.

8.3 Aktivitetsniveau, effektiviseringer og teknologiskift i El- og fjernvarmesektor

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 fjernvarmsektorens energiforbrug fordelt på energiformer [PJ]



Overordnet bliver forbruget af fossile brændsler til el- og fjernvarmeproduktion i fremskrivningen reduceret med ca. 73 pct., 99 pct. og 99 pct. i hhv. 2025, 2030 og 2035 sammenholdt med forbruget i 2020. Reduktionen af forbruget af fossile brændsler inklusive den ikke-bionedbrydelige del af affald reduceres i fremskrivningen med 56 pct., 83 pct. og 91 pct. i hhv. 2025, 2030 og 2035 ift. forbruget i 2020. Den danske elproduktion vil således i fremtiden primært være baseret på sol- og vindenergi, og den resterende andel af el- og fjernvarmeproduktionen vil hovedsageligt være baseret på biomasse. Fossile brændsler anvendes alene på spids- og reservelastanlæg og som tilsatsfyring, og dette forstærkes af, at VE-andelen af ledningsgas vil stige yderligere og i 2030 nå 100 pct.

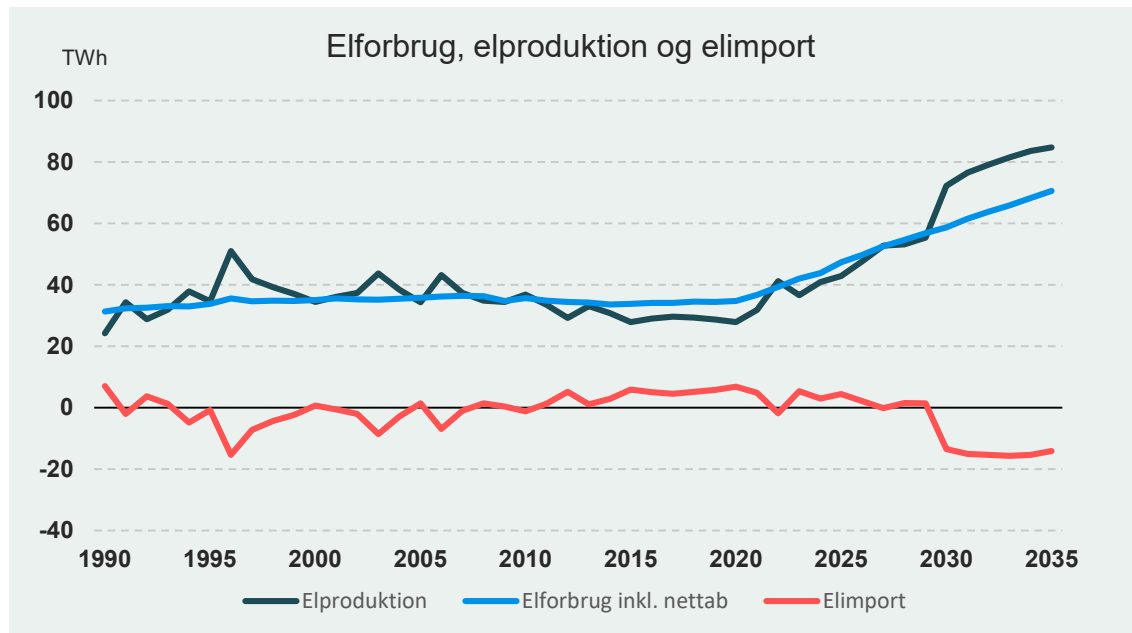
Sektorsamspil

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.

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



Det indenlandske elforbrug overstiger i fremskrivningen den indenlandske elproduktion i de fleste år frem mod 2030. Efter 2030 viser fremskrivningen et overskud af elproduktion grundet den kraftige indfasning af yderligere VE-kapacitet, herunder bl.a. etableringen af Energiø Bornholm. 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 fx store datacentre og PtX-anlæg. 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 stadig mindre for udledningerne.

Fluktuerende elproduktion og fleksibelt elforbrug

I en fremtid, hvor fluktuerende energikilder forventes at spille en stadig større rolle i elforsyningen, vil det ikke alene være en udfordring at sikre, at et stigende elforbrug ledsages af en fortsat VE-udbygning. Der vil også være en udfordring med, at produktionen på alle tidspunkter matcher forbruget, hvilket fx øget fleksibilitet på forbrugssiden og et samspil mellem sektorer kan bidrage til at løse.

I KF23 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 reduceres i fremskrivningen til hhv. ca. 65 pct., ca. 50 pct. og ca. 40 pct. i 2025, 2030 og 2035. Sammensætningen af elforbruget ser således markant anderledes ud frem mod 2030 og 2035 i fremskrivningen. Elforbruget til transport, elektrolyse og til dels fjernvarmeforsyning kan ligeledes i højere grad end det klassiske forbrug spille sammen med den fluktuerende elproduktion fra vind og sol.

8.4 Usikkerhed og følsomhedsberegninger

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 CO₂e, men sidst i fremskrivningsperioden, forventes sektorens udledninger at blive betydeligt mindre påvirkelige af vejrmæssige udsving. I 2030 medfører variationer i nedbørs-, temperatur- og vindforhold således kun variationer i størrelsesordenen på +/- 0,1 mio. ton CO₂e.

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 KF23 sektornotat 8A om el- og fjernvarmesektoren er der beskrevet flere følsomhedsanalyser. Nedenfor beskrives alene, hvordan fremskrivningen og særligt elbalancen kan blive påvirket, hvis Energiø Nordsøen og de 4 GW fra *Klimaaftalen om grøn strøm og varme af 25. juni 2022* (DKMII-parker) medtages i fremskrivningen. Ligeledes beskrives det, hvordan fremskrivningen kan blive påvirket, hvis Energiø Bornholm ikke realiseres.

Alternativt forløb med yderligere havvind

Dette alternative forløb indgår ikke i KF23-grundforløbet. De system- og klimamæssige konsekvenser af den yderligere mængde havvind for den danske el- og

fjernvarmesektor søges derfor belyst med en partiel følsomhedsberegning, hvor Energiø Nordsøen antages nettilsluttet i 2033, og hvor de 4 GW DKMII-parker antages nettilsluttet inden udgangen af 2030, mens det indenlandske elforbrug holdes uændret³⁸.

Følsomhedsberegningen med yderligere havvind viser, at VE-andelen i elforbruget stiger fra 117 pct. til 131 pct. i 2030 og fra 118 pct. til 162 pct. i 2035. En VE-andel i elforbruget, som er højere end 100 pct., betyder, at Danmark forventes at have et overskud af grøn elektricitet. Dette kan udnyttes til at nedbringe drivhusgasudledningen fra andre sektorer gennem direkte eller indirekte elektrificering, eller bidrage til at fortrænge fossil elproduktion i vores nabolande.

Følsomhedsberegningen viser også, at energierne alene har meget lille direkte betydning for den danske drivhusgasudledning³⁹. Årsagen til den lille effekt på de danske udledninger er det i forvejen meget begrænsede omfang af fossilbaseret elproduktion i Danmark. Den yderligere havvind fra Energiø Nordsøen og DKMII-parker forventes dog at have en positiv klimaeffekt i det europæiske elsystem, eftersom dansk eleksport vil fortrænge fossilbaseret elproduktion i udlandet, ligesom den yderligere havvind 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.

Partielt alternativt forløb på forsyningssiden med mindre havvindsudbygning

For at belyse effekten af mindre havvindskapacitet i det danske elsystem undersøges et alternativt forløb, hvor Energiø Bornholm ikke indgår. Energiø Bornholm indgår i grundforløbet med 3 GW fra 2030. I forbindelse med opførelsen af energiøen etableres to nye elforbindelser til og fra energiøen forbundet til hhv. Østdanmark og Tyskland. I det alternative forløb vil de to elforbindelser heller ikke indgå.

Beregningen med det alternative forløb viser ikke nævneværdige forskelle i drivhusgasudledningen. Der ses dog et fald i VE-andelen i elforbrug (RES-E). I 2030 og 2035 er VE-andelen hhv. 104 pct. og 102 pct. mod hhv. 117 pct. og 118 pct. i KF23 grundforløbet. Hvis Energiø Bornholm ikke realiseres, vil der alt andet lige være et mindre overskud af grøn strøm i Danmark.

³⁸ En beskrivelse af antagelserne bag det partielle alternative forløb på forsyningssiden med yderligere havvind findes i KF23 Sektornotat 8A.

³⁹ Effekten på de danske CO₂-udledninger sidst i fremskrivningsperioden vurderes at ligge på - 0,02 mio. ton CO_{2e}, se KF23 Sektornotat 8A.



9 Affaldssektoren (inkl. affaldsforbrænding)

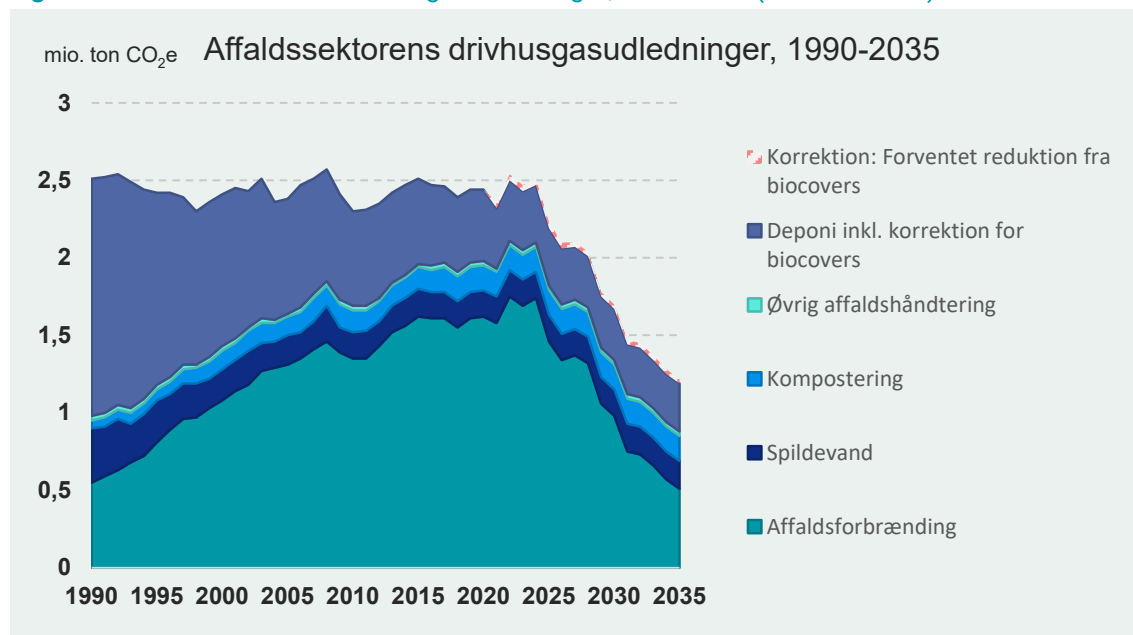
Affaldssektoren omfatter i KF23 behandling af affald og spildevand fra husholdninger, serviceerhverv og industri, samt kompostering af have- og parkaffald. Sektoren udledte ca. 2,3 mio. ton CO₂e i 2021 inkl. korrektion ift. forventet effekt af biocovers. I 2025, 2030 og 2035 forventes sektoren at udlede hhv. 2,2, 1,7 og 1,2 mio. ton CO₂e, svarende til 6 og 5 pct. af Danmarks udledninger. Udledningerne er knyttet til de konkrete mængder og typer af affald, samt hvordan dette behandles. Den forventede udvikling i sektorens udledninger og ændringer i forhold til KF22 skyldes især følgende faktorer:

- Ny effektvurdering af kapacitetstilpasning i affaldsforbrændingssektoren som følge af konkurrenceudsættelse (jf. *Lovforslag om ny organisering af affaldsforbrændingssektoren*)
- Ny fremskrivning af affaldsmængder og -behandlingsform, som følge af *opfølgende aftale om klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi*
- Revideret datagrundlag for deponerede affaldsmængder.

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 herfra har de seneste 10 år dækket omkring 20 pct. af Danmarks samlede fjernvarmeforsyning 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; 1990-2035 (mio. ton CO₂e)



Note: Forventede udledninger fra affaldsforbrænding er opgjort eksklusiv den forventede effekt af Aftale om grøn skattereform for industri mv. (2022). Udledningerne i figuren bygger på CRF-opgørelserne, dvs. før korrektion for forventet effekt af biocovers, men de forventede reduktioner fra dette tiltag er identificeret eksplicit i figuren.

Sektorens samlede udledninger for perioden 1990-2035 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, kompostering og behandling af spildevand. De energirelaterede udledninger består hovedsageligt af CO₂, mens de affaldsrelaterede udledninger fortrinsvis består af metan og lattergas.

Fremskrivningen viser, at sektorens samlede udledninger falder fra ca. 2,3 mio. ton CO₂e til 1,2 mio. ton CO₂e fra 2021-2035.

Sammenlignet med KF22 viser fremskrivningen en reduktion i sektorens udledninger på ca. 0,3 mio. ton CO₂e i 2025, en forøgelse på ca. 0,2 mio. ton CO₂e i 2030 og en reduktion på ca. 0,1 mio. ton CO₂e i 2035⁴⁰. Det bemærkes i den forbindelse, at datagrundlaget for deponerede affaldsmængder er blevet revideret til KF23. Revisionen medfører en reduktion af drivhusgasudledningerne fra deponi på ca. 0,1 mio. ton CO₂e årligt, som følge af et lavere historisk udgangspunkt.

9.2 Rammebetingelser mv. for affaldssektoren

Der er indgået tre politiske aftaler i løbet af 2022, som påvirker affaldssektorens rammebetingelser:

- Opfølgende aftale om klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi
- Aftale om udvidet producentansvar for emballage og engangsprodukter
- Aftale om selskabsgørelse af kommunernes levering af affaldsydelser.

I *Opfølgende aftale om klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* fastsættes opdaterede frister for kommunernes husstandsnaere indsamling af tekstilaffald. Derudover fastlægges rammebetingelser for et styrket affaldstilsyn, som skal sikre udsortering og øget genanvendelse af erhvervsaffald, samt prisloftsregulering af kommunernes affaldsgebyrer. På den baggrund har Miljøstyrelsen opdateret fremskrivningen af affaldsmængder og -behandling i Danmark. De skærpede rammevilkår forventes at reducere mængden af dansk, forbrændingseget affald med ca. 330.000 ton i 2030 i forhold til affaldsmængden i KF22.

Aftale om udvidet producentansvar for emballage og engangsprodukter fastlægger rammer og principper for det kommende producentansvar. Producentansvaret indgik som et virkemiddel i *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* (Klimaplanen) og har således været indregnet i klimafremskrivningen siden KF21. Udspecificeringen af rammebetingelserne har ikke givet anledning til ændrede forudsætninger i forhold til KF22.

Med *Aftale om selskabsgørelse af kommunernes levering af affaldsydelser* omorganiseres kommunerne således at driftsansvar og kundeforholdet til borgerne adskilles fra de kommunale myndighedsopgaver på affaldsområdet. Aftalen har til hensigt at udligne konkurrenceforvridning imellem private og kommunale leverandører af affaldsydelser og vurderes ikke at have en direkte klimaeffekt.

⁴⁰ I KF22 omfattede affaldssektoren drivhusgasudledninger forbundet med metan-tab på biogasanlæg. I KF23 indgår disse udledninger i kapitel 7, hvorfor de er fratrukket affaldssektorens KF22-udledninger i sammenligningen.

9.3 Aktivitetsniveau, effektiviseringer og teknologiskift i affaldssektoren

Med Klimaplanen blev det vedtaget, at indføre en udbudsmodel for affaldsforbrænding, hvor forbrændingsanlæggene fremover skal konkurrere om behandlingen af det forbrændingsegnete affald. Det indebærer konkret, at det forbrændingsegnete affald fra husholdninger skal sendes i udbud og anvisningsretten for forbrændingsegnet erhvervsaffald ophæves.

Når anlæggene skal konkurrere om affaldet, forventes det at medføre, at anlæg der ikke er konkurrencedygtige og dermed ikke rentable, vil udkonkurreres. Det vil dels øge incitamentet til effektiv affaldsforbrænding for at være konkurrencedygtig, og desuden at effektive anlæg potentielt kan udkonkurrere mindre effektive anlæg. På den baggrund skønnes en del af den danske kapacitet at lukke og den samlede danske kapacitet at reduceres frem mod 2035, jf. effektberegningen fra *Lovforslag om ny organisering af affaldsforbrændingssektoren*.

Miljøstyrelsen fremskriver et fald i mængden af forbrændingsegnet affald frem imod 2035, som følge af Klimaplanen og de opfølgende aftaler fra 2022. Det antages, at affaldsforbrændingsanlæg vil fylde resterende kapacitet op med importeret affald.

Der forventes hverken effektiviseringer eller ændringer i aktivitetsniveauet for deponi, kompostering, spildevandshåndtering eller øvrig affaldshåndtering. Drivhusgasudledningerne fra disse aktiviteter forventes således at holdes forholdsvis konstante frem imod 2035. Undtagelsen herfor er deponi, hvor drivhusgasudledningerne forventes reduceret i takt med, at tidligere deponeret biologisk materiale afgasser og der stort set ikke tilføres nyt biologisk materiale, som følge af forbuddet imod deponi af forbrændingsegnet affald.

9.4 Usikkerhed og følsomhedsberegninger

Der er betydelig usikkerhed forbundet med fremskrivningen af drivhusgasudledninger fra affaldssektoren, bl.a. den historiske mængde af deponeret affald og sammensætning heraf, mængden af komposteret have-/parkaffald, sammensætningen af forbrændingsegnet affald og kapacitetstilpasning som følge af konkurrenceudsættelsen.

Den mest betydelige usikkerhed består dog i den forventede effekt af konkurrenceudsættelse af affaldsforbrændingssektoren. Med henblik på at belyse forbrændingskapacitetens påvirkning på fremskrivningens resultat, er der gennemført tre følsomhedsberegninger til KF23:

- Et forløb uden kapacitetstilpasning
- Et forløb med høj import pris

-
- Et forløb med lav importpris og fuld kapacitetstilpasning til danske affaldsmængder.

I et forløb uden kapacitetstilpasning forøges affaldssektorens drivhusgasudledninger med hhv. 0,2 mio. ton CO₂e i 2025, 1,2 mio. ton CO₂e i 2030 og 1,5 mio. ton CO₂e i 2035.

I forløbet en høj importpris forøges sektorens CO₂e-udledninger med 0,1 mio. ton CO₂e i 2025, 0,3 mio. ton CO₂e i 2030 og 0,4 mio. ton CO₂e i 2035, set i forhold til KF23-grundforløbet.

I forløbet med lav importpris og med fuld kapacitetstilpasning som følge heraf, reduceres affaldssektorens drivhusgasudledninger 0,5 mio. ton CO₂e i 2025, ca. 0,4 mio. ton CO₂e i 2030 ift. KF23-grundforløbet. Effekten forbliver uændret i 2035, da kapaciteten i grundforløbet forventes tilpasset til de danske affaldsmængder på dette tidspunkt.

Herudover kan det nævnes, at en rapport fra COWI indikerer at mængden af affald, der komposteres, kan være betydeligt lavere, hvorfor udledningen fra kompostering kan være overestimeret med mere end 0,1 mio. ton CO₂e. Det er ved at blive undersøgt, om COWI-rapporten kan give anledning til at justere affaldsdata med henblik på at få en mere retvisende emissionsopgørelse.



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
- energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri.

Sektoren omfatter landbrugsprocesser, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri. Sektoren udledte i 2021 15,9 mio. ton CO₂e svarende til 34 pct. af Danmarks samlede udledninger. Dermed har sektoren reduceret udledningen med 32 pct. ift. 1990-udledningen.

I 2025, 2030 og 2035 forventes sektoren at udlede hhv. 17,4, 15,3 og 14,9 mio. ton CO₂e. I 2035 svarer det til 58 pct. af Danmarks samlede nettoudledninger. I 2035 ventes sektorens samlede udledning at være reduceret med ca. 36 pct. ift. 1990-udledningen. De overordnet set svagt faldende udledninger frem mod 2035 skyldes især følgende faktorer:

- Et fald i udledninger fra landbrugets processer, som skyldes færre antal kvæg og grise samt færre udledninger fra gødningshåndtering bl.a. som følge af implementering af nye, politiske tiltag på området
- Et fald i udledningen fra landbrugsarealer, som følge af udtag og vådgøring af kulstofrige landbrugsarealer
- Løbende energieffektiviseringer for bl.a. landbrugets maskiner og fiskeflåden, samt en forventet udbredelse af varmepumper, som vil reducere udledninger knyttet til lavtemperaturprocesser
- Aftagende årlig kulstofbinding i de danske skove samt i puljen af træprodukter bl.a. pga. foryngelse af gammel skov. Netto-CO₂-optaget i skove og træprodukter forventes at nærme sig nul i 2025, hvilket er årsagen til at hele land- og skovbrugssektorens samlede nettoudledning forøges i 2025 set ift. 2021.

Drivhusgasser relateret til energiforbruget i sektoren er ikke en del af reduktionsmålet for land- og skovbrugssektorens drivhusgasudledninger på 55-65 pct. i 2030 ift. udledningen i 1990, som vedtaget i aftalen om grøn omstilling af dansk landbrug. Sektorens drivhusgasudledninger, altså eksklusive udledninger relateret til energiforbruget, er i 2021 reduceret med 30 pct. og ventes i 2030 at være reduceret med 31 pct. Dermed forventes i 2030 at restere en manko på ca. 24-34 pct.-point ift. aftalens 2030-målsætning for sektorens udledninger.

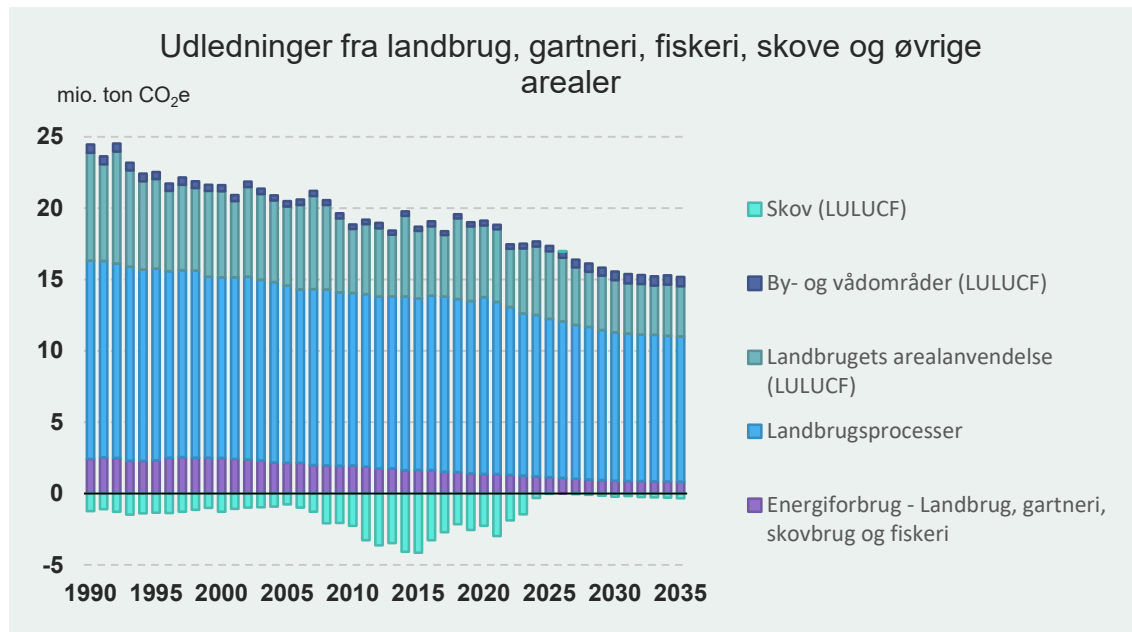
10.1 Samlede udledninger fra sektoren

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

Optaget af CO₂ i danske skove og den fortsatte kulstoflagring i høstede træprodukter afhænger af flere parametre. Skovenes optag afhænger bl.a. af størrelsen af skovarealet og det deraf følgende antal af træer og disse træers årlige CO₂-optag, samt af hvor meget kulstof, der fjernes når der høstes træer eller når træer, grene, nåle og blade i skoven rådner. Lagringen i træprodukter afhænger dels af, hvor mange træprodukter, der afskaffes, og dels af, hvor stor en andel af de høstede træer, der anvendes til træprodukter.

Energiforbruget i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri står for 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).

Sektorens udledninger omfatter både energirelaterede udledninger (CRF-1) samt landbrugsudledninger (CRF-3) og LULUCF-udledninger (CRF-4).

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

Sektorens samlede udledninger for 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 69 pct. af sektorens samlede nettoudledninger i 2035, mens LULUCF⁴¹ og energiforbruget fra landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri forventes at stå for hhv. ca. 24 pct. og 6 pct. De resterende udledninger stammer fra by- og vådområder, mens skove (inkl. høstede træprodukter) bidrager med et lille nettooptag.

Sammenlignet med KF22 er sektorens udledninger lavere i 2021, primært som følge af et stort nettooptag i skove, mens udledningen i 2025, 2030 og 2035 nu forventes at ligge på et højere niveau (hhv. 0,7, 0,2 og 0,4 mio. ton CO₂e), primært fordi der er sket en opjustering af DCE's estimat for udledningen fra landbrugets processer og for LULUCF-nettoudledningen.

I de efterfølgende afsnit forklares baggrunden for udviklingen i sektorens udledninger med særligt fokus på målårene 2025 og 2030 samt fremskrivningens slutår 2035.

⁴¹LULUCF står for "Land use, land use change & forestry" og kan oversættes til "arealanvendelse, arealanvendelsesændringer og skovbrug".

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 (CH₄) fra husdyrenes fordøjelse og fra gødningshåndtering, samt 2) lattergas (N₂O) fra gødningshåndtering og fra dyrkning af marker. For en nærmere beskrivelse af udledninger fra landbrugsprocesser henvises til sektornotat 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 CO₂. Kulstofpuljerne omfatter kulstofrig jord, mineraljord samt levende og død biomasse i frugtræer, bærbuske, markkrat og læhegn. Udledninger og optag opgøres som del af LULUCF-udledningerne, der også omfatter udledninger fra skov og øvrig arealanvendelse (bebyggelse og vådområder). Udledningen fra landbrugsarealer beskrives i sektornotat 10C.

Udledninger og optag fra skov:

Udledninger og optag fra skov samt høstede træprodukter opgøres ligeledes som del af LULUCF-udledningerne. Når skoven vokser optager den CO₂ i den stående levende biomasse, ligesom skovrejsning på landbrugsarealer på sigt kan bidrage til optag af CO₂ 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 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 lavtemperatur procesvarme. Energiforbruget er drevet af den økonomiske aktivitet i sektoren og påvirkes samtidig af den teknologiske udvikling samt løbende energieffektivisering. 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 sektornotat 10A.

10.2 Rammebetingelser mv. for land- og skovbrugssektoren

- Elementer fra aftalen om grøn omstilling i landbruget er indregnet i KF23 og var ligeledes indregnet i KF22. Det drejer sig bl.a. om den målrettede regulering, udtagning af kulstofrig jorde og ekstensivering
- Der forventes færre kvæg fremadrettet i KF23 i forhold til hvad der blev forventet i KF22 bl.a. pga. modelændringer
- Der er uændrede forventninger ift. KF22 til omfanget af udtag og vådgøring af kulstofrige arealer i landbruget baseret på de afsatte støttemidler fra ovennævnte aftale og fra Finansloven
- Der er sket opdateringer vedrørende hvorledes den fremskrevne afgrødesammensætning og udbytte indregnes, hvilket giver en forhøjet manko ift. KF22
- Der er uændrede forventninger ift. KF22 til skovrejsning og andre virkemidler, der bidrager til at øge nettooptaget af CO₂ i skove, baseret på midler afsat til skovrejsning mm.
- Incitamentet fra både Grøn Skattereform og klimaaftalens tilskudspulje forventes at tilskynde til en konvertering til varmepumper til opvarmning af stalde og væksthuse i landbrug og gartneri
- For fiskeriet er den danske fiskeflådes tankning i udlandet (grænsehandelseffekten) beregnet som en procentvis reduktion i brændstofforbruget i fiskeribranchen. Derudover forventes et nationalt CO₂-fortrængningskrav fra 2025 også at gøre sig gældende for intern transport, hvorfor der antages en stigende iblanding af VE-brændsler i de anvendte brændstoffer (se sektornotat 4B for detaljer om iblanding af biobrændsler i fossile brændstoffer i intern transport).

10.3 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 CO₂. Udledningerne fra landbrugsprocesser er reduceret fra 13,9 mio. ton CO₂e i 1990 til 12,1 mio. ton CO₂e i 2021. Denne udvikling forventes at fortsætte frem mod 2030, hvor udledningerne forventes at udgøre ca. 10,4 mio. ton CO₂e, hvilket svarer til en reduktion på ca. 25 pct. ift. 1990. Faldet i udledningerne fra 2021 til 2030 er primært drevet af et fald i udledningerne fra gødningshåndtering på 1,2 mio. ton CO₂e, bl.a. som følge af nye, politiske tiltag. Udledninger fra lattergas fra dyrkning af marker forventes også at falde med 0,4 mio. ton CO₂e primært pga. udtagning af dyrket landbrugsareal fra 2021-2030. Endelig forventes metanudledninger relateret til husdyrenes fordøjelse ligeledes at falde med 0,3 mio. ton CO₂e fra 2021-2030 pga. færre forventede kvæg og grise.

Husdyrenes fordøjelse

Udledningerne stammer hovedsageligt fra kvægproduktionen, hvoraf malkekvæg er den største kilde. De samlede udledninger fra husdyrenes fordøjelse forventes at falde

fra 4,1 mio. ton CO₂e i 2021 til 3,9 mio. ton CO₂e i 2030. Efter 2030 forventes udledningerne at falde yderligere med 0,1 mio. ton CO₂e i 2035.

Tabel 10.1 viser det forventede fald 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 sektorforudsætningsnotat 10B for detaljer).

Tabel 10.1: Antal af malkekvæg og øvrige kvæg, samt udledningen relateret til deres fordøjelse i 2021, 2025, 2030 og 2035

Dyrekategori	2021	2025	2030	2035
Malkekvæg	564.193	552.510	523.000	494.050
Øvrige kvæg	1.108.715	1.077.287	1.039.655	997.321
Fordøjelsesudledninger fra kvæg (mio. ton CO ₂ e)*	3,6	3,4	3,3	3,2

*Kvæg står for ca. 86 % af udledninger fra husdyrenes fordøjelse. Grise, heste, hjorte og fjerkræ udleder også mindre mængder metan ved fordøjelsen.

Der indgår i KF23 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 er en konsekvens af den indsats, erhvervet gør for at øge mælkeproduktionen, nemlig genetisk forædling, øget foderindtag samt optimeret fodersammensætning.

Gødningshåndtering

Udledninger fra gødningshåndtering udgjorde 3,7 mio. ton CO₂e i 2021 og forventes at falde til 2,6 mio. ton CO₂e i 2030. Efter 2030 forventes udledningerne kun at falde marginalt ved fravær af nye politiske tiltag. Udledningerne, som omfatter metan og lattergas fra stald og lager, stammer historisk set primært fra den danske griseproduktion.

Tabel 10.2: Antal producerede smågrise og slagtesvin og antal søer, samt udledninger relateret til deres gødningshåndtering i 2021, 2025, 2030 og 2035

Dyrekategori	2021	2025	2030	2035
Søer	1.041.809	959.472	931.209	894.539
Smågrise	34.249.801	32.621.758	32.866.845	32.685.062
Slagtesvin	20.454.275	19.096.629	19.309.604	19.031.039
Gødningsudledninger fra grise (mio. ton CO ₂ e)*	1,9	1,4	1,3	1,2

*Grise står for ca. 54% (2020) og 50% (2030) af udledninger fra gødnings-håndteringen. Kvæg står for 44% (2020) og 47% (2030).

Ud over et forventet fald i griseproduktionen fra 2021 frem mod 2035 (Tabel 10.2), skyldes faldende udledninger 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 ved udbringning samt luftrensning, og de påvirker lattergas- og metan-udledningen fra gødningshåndtering. Den forventede udvikling i brug af miljøteknologier er baseret på en vurdering udført af SEGES og beskrives nærmere i sektornotat 10B.

Lattergas fra dyrkning af marker

Lattergasudledninger fra dyrkning af marker stammer fra flere udledningskilder og afhænger især af, hvor meget kvælstof, der tilføres jorden. Udledningerne forventes at falde fra 4,3 mio. ton CO₂e i 2021 til 3,9 mio. ton CO₂e i 2030. Efter 2030 forventes udledningerne at stabiliseres på nogenlunde 2030-niveauet ved fravær af nye politiske tiltag. Faldet fra 2021 til 2030 skyldes bl.a. øgede forventninger til ekstensivering og permanent udtagning af landbrugsarealer, som følge af Landbrugsaftalen og implementeringen af EU's fælles landbrugspolitik (CAP) 2023-2027. Begge tiltag medfører et mindre forbrug af handelsgødning, som leder til en reduktion i lattergasudledninger fra marker.

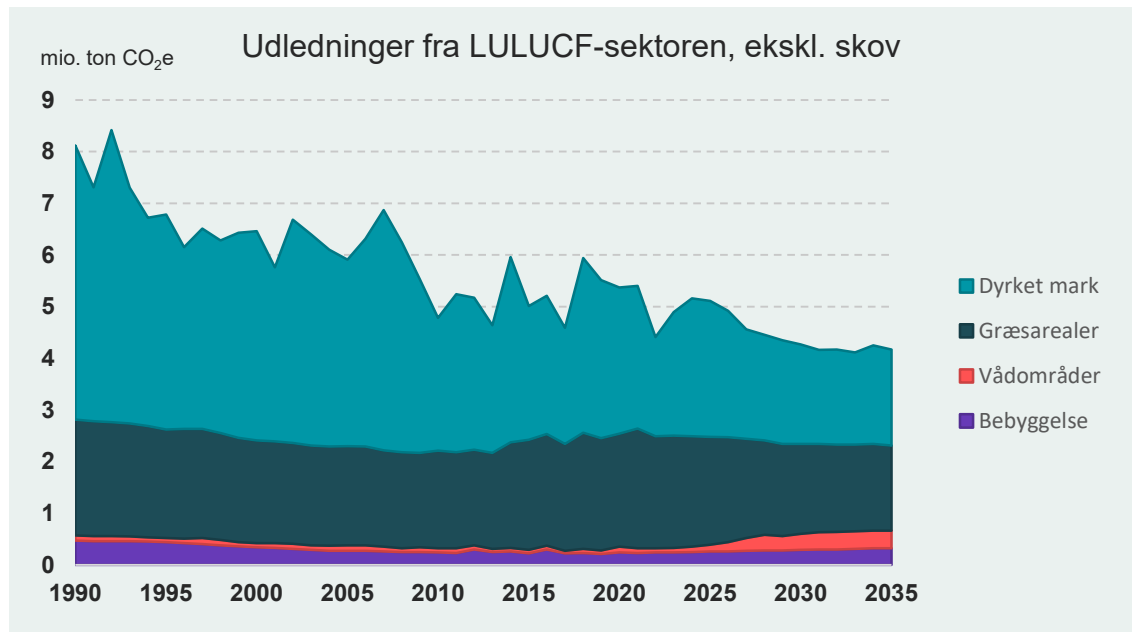
Tabel 10.3: Mængde kvælstof (kt N) og udledninger (mio. ton CO₂e) fra kunstgødning i 2021, 2025, 2030 og 2035

	2021	2025	2030	2035
Mængde kvælstof fra handelsgødning (kt N)	229	218	214	218
Udledninger fra handelsgødning (mio. ton CO ₂ e)*	1,0	0,9	0,9	0,9

*Handelsgødning står for 24 pct. af udledningerne fra lattergas fra dyrkning af marker i både 2021 og 2030.

10.4 Udledninger fra landbrugets arealanvendelse

De samlede udledninger fra landbrugets arealanvendelse er faldet fra 8,1 mio. ton CO₂e i 1990 til 5,4 mio. ton CO₂e i 2021, og forventes at falde med yderligere 1,2 mio. ton CO₂e, resulterende i en samlet udledning på 4,2 mio. ton CO₂e i 2035 (figur 10.2). Reduktioner fra 2021 og frem er drevet af Landbrugsaftalen af d. 5 oktober 2021, samt den danske CAP plan. Klart størstedelen af udledningerne fra landbrugets arealanvendelse kommer fra drænede kulstofrige jorde, som står for ca. 95 pct. eller 5,1 mio. ton CO₂e i 2021. Reduktionen i udledninger fra landbrugets arealanvendelse, der sker frem imod 2035, er således stærkt afhængig af udtagningen af de kulstofrige jorde.

Figur 10.2: Udledninger fra LULUCF-sektoren eksklusiv skov

Kilde: Energistyrelsen (2023a) på baggrund af tal fra DCE.

Ændringer siden KF22

Ift. KF22 forventes de samlede udledninger fra arealanvendelsen at være 0,26 mio. ton CO₂e højere i 2025, 0,27 mio. ton CO₂e højere i 2030 og 0,41 mio. ton CO₂e højere i 2035. Den øgede samlede udledning i KF23 ift. KF22 skyldes, at der er taget højde for efterafgrødearealet i den fremskrevne afgrødesammensætning, samt et mindre fald i den fremskrevne udbyttetstigning.

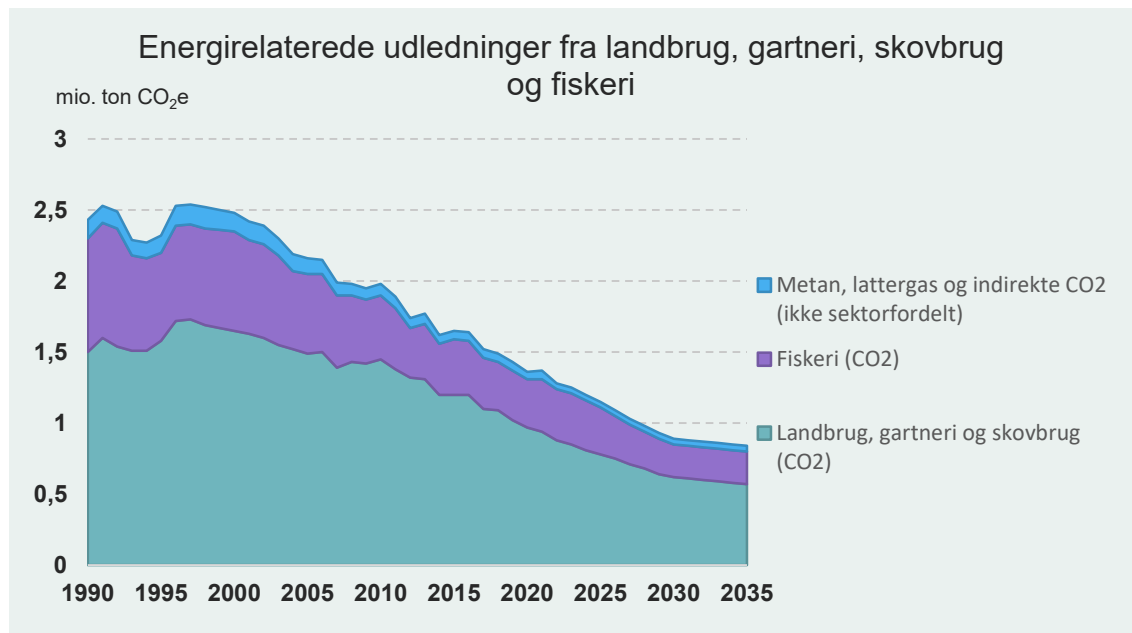
10.5 Udledninger og optag fra skove og høstede træprodukter

Der er ikke udarbejdet en ny skovfremskrivning til KF23. Skovfremskrivningen fra KF22 genbruges derfor i KF23. Som illustreret i figur 1 peger skovfremskrivningens hovedresultat på, at danske skove og træprodukter samlet set vil gå fra at have haft relativt store årlige nettooptag af drivhusgasser fra 1990 og frem til i dag, til fremadrettet at få betydeligt mindre årlige nettooptag. Gennemsnitligt set er der siden 1990 tale om årlige nettooptag på 1,9 mio. ton CO₂e, og i de seneste 10 år frem til og med 2021 var de gennemsnitlige årlige nettooptag på 3,1 mio. ton CO₂e. Frem mod 2035 ventes årlige nettooptag på gennemsnitligt 0,4 mio. ton CO₂e, og i årene 2025-2029 forventes en lille nettoudledning fra skovene isoleret set. Det forventede lave niveau af optag de næste 15 år begrundes med den historiske skovudvikling og aktuelle aldersstruktur og deraf følgende forventede tynding og fældning. Nettoudledningen fra skovene i 2025 opvejes dog af et lidt større nettooptag i puljen af høstede træprodukter. Skovfremskrivningen beskrives mere udførligt i KF23 sektornotat 10D.

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

De samlede energirelaterede udledninger er reduceret fra 2,4 mio. tons CO₂e i 1990 til 1,4 mio. tons CO₂e i 2021 og forventes at falde yderligere til 0,8 mio. tons CO₂e i 2035 i fravær af nye politiske tiltag (figur 10.3). Det forventede niveau i 2035 svarer altså ca. til en reduktion på 67% af niveauet i 1990.

Figur 10.3: Energirelaterede udledninger for 1990-2035 i mio. ton CO₂e (identisk med figur 1 i sektornotat 10A)



For landbrug, skovbrug og gartneri stammer de energirelaterede udledninger i 2021 fra brugen af gas- og dieselolie til intern transport og til lavtemperatursprocesser som opvarmning af stalde og væksthuse. Frem mod 2035 forventes udledningerne fra lavtemperatursprocesser at falde betydeligt som en konsekvens af konvertering til varmepumper. De energirelaterede udledninger i landbrug, skovbrug og gartneri forventes at være på 0,62 mio. ton CO₂e i 2030 og 0,57 mio. ton CO₂e i 2035. Det svarer til en reduktion på 43% ift. 2020 og 62% ift. 1990. Som konsekvens af udbredelsen af varmepumper forventes en stigende andel af udledningerne at stamme fra intern transport. Ud over konverteringen til varmepumper drives reduktionen af udledningerne også af en løbende energieffektivisering.

For fiskeriet stammer udledningerne i 2021 udelukkende fra brug af gas- og dieselolie til fiskekutterne. Fra 1990 til 2021 faldt fiskeriets energirelaterede udledninger fra 0,8 ton CO₂e til 0,34 mio. ton CO₂e. Udledningen forventes at falde yderligere til 0,23 mio. ton CO₂e i 2035; altså en reduktion på ca. 33% af udledningerne i 2021. Dette fald er drevet af en løbende tilpasning af fiskeflåden mod større og mere energieffektive kuttere, samt en lille indtrængning af VE-brændsler i flådens anvendte brændstoffer.

10.7 Usikkerhed og følsomhedsberegninger

Udledninger fra landbrugets processer

Opgørelse 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 udledningsberegningerne, er vanskelige at forudsige. Dette gælder fx udviklingen i antal husdyr og hektar afgrøder, som afhænger af markedsforhold i EU og forbrugerpræferencer.

Et eksempel på usikkerheden ved beregningsmetoder er, at i år implementeres standardværdier fra IPCCs 2019-retningslinjer i stedet for 2006-retningslinjer som er benyttet i tidligere opgørelser og fremskrivninger. Disse ændringer har medført en samlet stigning på 0,2-0,6 mio. ton CO₂e i KF23 sammenlignet med KF22.

I KF23 indregnes Landbrugsaftalen og den nationale CAP-plan. Da den konkrete implementering af nogle af disse aftaler endnu ikke er endeligt fastlagt, kan der i kommende klimafremskrivninger forekomme justeringer af forudsætningerne. Til KF23 har DCE beregnet bud på, hvordan udledningerne vil påvirkes, hvis det gældende fedtfordringskrav til konventionelle malkekvæg fra 2025 udskiftes med et krav om tilsætning af Bovaer. Der vil kunne forventes en reduktion af udledningerne på 0,4 mio. ton CO₂e i 2030, hvis der antages en 25 pct. reduktion af metanudledninger per malkeko ved tilsætning af Bovaer. Tilsætning af Bovaer kræver dog stadig flere nationale forsøg for kvalificering af sideeffekter.

Udledninger fra landbrugets arealanvendelse

Generelt vurderes det, at opgørelsen af udledninger og optag i LULUCF-sektoren er forbundet med en større usikkerhed end for de fleste andre sektorer i KF23. Det skyldes, at nettoudledninger og –optag er et resultat af små ændringer i meget store kulstofpuljer, hvilket er vanskeligt at måle, og af biologiske non-linære interaktioner, som bedst lader sig modellere ved relativt komplekse modeller.

Der er også usikkerhed om den nuværende antagelse om, at jorder med 6-12 pct. kulstof har en emission svarende til halvdelen af jorderne med >12 pct. kulstof, hvilket isoleret set kan betyde, at udledningen fra kulstofrig jord er højere end beregnet og dermed også, at udtagningseffekten potentielt er højere.

Der er i fremskrivningen af udledninger/optag fra mineraljorderne, og udtagningen af kulstofrig jorde foretaget følsomhedsanalyser, for at vurdere, hvor meget anderledes de samlede udledninger/optag vil være ved hhv. ændret udtagningshastighed for de kulstofrige jorde og ændret biomasse input på mineraljorderne. I KF23 antages en udtagelseshastighed af kulstofrige jorde på 3 år, ændres dette til 5 år, vil det give en samlet merudledning i 2026 på 0,24 mio. ton CO₂e, der falder frem imod 2030. I et

scenarie, hvor udtagelseshastighed er 7 år, vil den samlede udledning ligeledes stige med 0,24 mio. ton CO₂e og forsætte ind i 2030.

På mineraljorderne har følsomhedsanalyserne vist, at tilføjes der mindre biomasse vil det påvirket optaget af kulstof. For en detaljeret beskrivelse se KF23 sektornotat 10C.

Udledninger og optag fra skove

Generelt vurderes opgørelsen og fremskrivningen af udledninger og optag fra skove og fra puljen af høstede træprodukter samlet set at være forbundet med en større metodisk måleusikkerhed end for de fleste andre sektorer. Det skyldes, at nettoudledninger og -optag er et resultat af små relative ændringer i meget store kulstofpuljer. Det er vanskeligt at forudsige omfanget af trætilvækst samt træfældning der vil foregå i de enkelte år. Udviklingen i de årlige ændringer i skovens kulstofpulje er derfor behæftet med usikkerhed, og forskydninger i hugst vil kunne påvirke det faktiske forløb i årene, der kommer.

Der er i skovfremskrivningen foretaget følsomhedsanalyser for at vurdere, hvor meget anderledes skovens optag og udledninger forventeligt ville udvikle sig under forudsætning af fx yderligere øget årlig skovrejsning, ændret træartssammensætning i tilplantning/genplantning, ændret hugst mm.

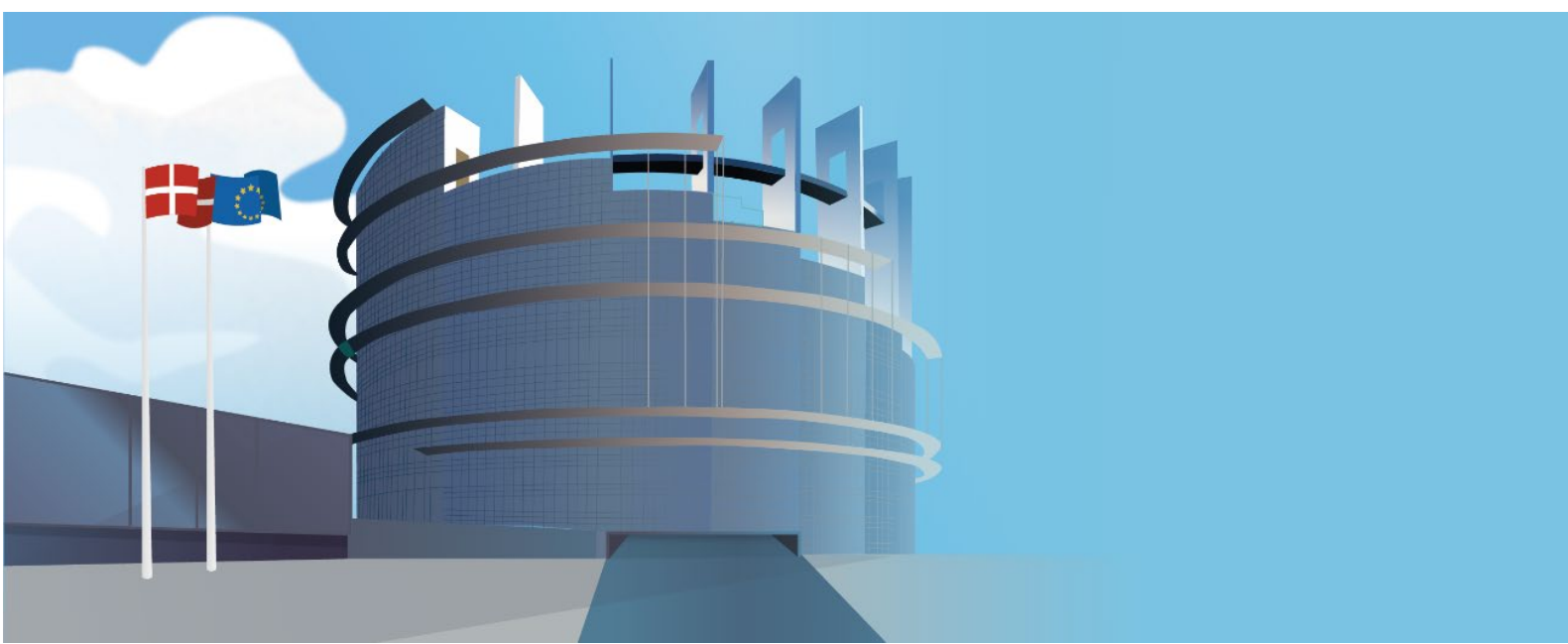
- A) Hvis der fx ved ny skovrejsning udelukkende plantes hurtigt voksende nåletræer, frem for en blanding af nål og løv, kan det årlige nettooptag blive øget med 0,3 mio. ton CO₂e i 2035.
- B) Ligeledes, hvis træer opnår en højere levealder, da vil det kunne give et højere nettooptag i de danske skove, indtil træerne fældes eller dør. Og omvendt, hvis mange træer fældes i enkelte år må det formodes at kunne medføre betydelige udledninger i de år. En følsomhedsberegning viser, at skovens nettooptag kan blive øget ca. 1 mio. ton CO₂e i 2030 såfremt der beregningsteknisk anvendes en antagelse om en øget overlevelsessandsynlighed og dermed levetid for træer i forskellige aldersklasser.

Energiforbruget i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri

På trods af opdateringer i modelgrundlaget for både den økonomiske fremskrivning og fremskrivningen af energiforbruget, er der betydelige usikkerheder forbundet med modelleringen af disse to. Desuden opererer både landbrug og fiskeri i et internationalt marked, og er derfor følsomme overfor international konkurrence og regulering. For eksempel er der stadig usikkerhed om udviklingen i fiskeriets aktivitet som konsekvens af usikkerheden om tildeling af fiskekvoter, samt den langsigtede konsekvens af Brexit for fiskeri.

Derudover hersker der også stadig stor tvivl om, hvornår elektriske motorer er parate til at konkurrere på et frit marked som alternativer til forbrændingsmotorer. Eftersom

intern transport i 2035 forventes at stå for langt den største del af de energirelaterede udledninger vil en elektrificering af den interne transport kunne reducere udledningerne forbundet med sektorens energiforbrug.



11 Danmarks EU forpligtigelser

Danmark har en række forpligtelser i EU under fællesskabets 2030-ramme for klima- og energipolitikken. Danmark er forpligtet til at:

1. Reducere drivhusgasudledningerne fra sektorerne omfattet af EU's Effort Sharing Regulation (herefter byrdefordelingsaftalen)⁴² og LULUCF-sektorerne i perioden 2021-2030. Det drejer sig bl.a. om drivhusgasudledninger fra landbrugs- og skovarealer (LULUCF), samt udledninger omfattet af byrdefordelingsaftalen fx udledninger fra landbrugsprocesser, transport, ikke-energitunge erhverv, affald/spildevand, små fjernvarme- og kraftvarmeværker samt husholdninger.
2. Opfylde en række forpligtelser vedrørende forbruget af vedvarende energi samt energieffektivisering⁴³.

I dette kapitel gøres status for udsigten til, at disse forpligtigelser kan forventes opfyldt med de rammebetingelser og tiltag, som indregnes i KF23⁴⁴.

⁴² Udledninger fra sektorer under byrdefordelingsaftalen har hidtil omfattet ikke-kvoteomfattede udledninger og har derfor været betegnet som "non-ETS udledninger". Da nye EU-regler medfører, at der om nogle år oprettes et kvotehandelssystem for en stor del af disse udledninger, benævnes disse udledninger nu som udledninger under EU's byrdefordelingsaftale.

⁴³ Jf. hhv. VE-direktiver (RED) og energieffektiviseringsdirektivet (EED).

⁴⁴ For en mere detaljeret gennemgang henvises til sektornotat 11a og 11b.

For så vidt angår Danmarks EU-fastsatte drivhusgasreduktionsmål er konklusionen, at det vil være nødvendigt at reducere udledningen yderligere i både ESR- og LULUCF-sektorerne for at nå de fastsatte mål.

For så vidt angår målene relateret til forbruget af vedvarende energi samt energieffektivisering er der i forlængelse af EU's nye drivhusgasmålsætning "Fit for 55" lagt op til at skærpe 2030-målsætningerne for både vedvarende energi og energieffektivitet betydeligt. Samtidig introduceres med vedtagelsen af det omarbejdede energieffektivitetsdirektiv en række nye forpligtende mål for medlemsstaterne. Det er endnu for tidligt at fastslå, i hvilket omfang allerede vedtagne politikker og virkemidler bidrager til opfyldelse af disse reviderede mål samt størrelsen på en eventuel manko.

11.1 Status for drivhusgasreduktionsforpligtelser: ESR og LULUCF

Danmarks EU-fastsatte forpligtelser til at reducere drivhusgasudledningerne fra ESR- og LULUCF-sektorerne er begge blevet strammet ganske betydeligt siden KF22. Ifølge KF23-fremskrivningen ser det ikke ud til, at forpligtelserne vil kunne indfris uden at foretage yderligere reduktionstiltag og/eller at anvende fleksibilitetsmekanismer.

Der forventes en manko ift. både ESR-forpligtelsen samlet set i perioden 2021-2030 og for LULUCF-forpligtelsen i perioden 2026-2029 og i 2030, som er to særskilte forpligtelser.

Tabel 11.1: Forventede mankoer for Danmarks EU-drivhusgasreduktionsforpligtelser

Forpligtelse	Akkumuleret manko (mio. ton CO ₂ e)
Byrdefordelingsaftalen 2021-2030	16
LULUCF 2021-2025	-13
LULUCF 2026-2029	9
LULUCF 2030	2

Note: En negativ manko angiver en overopfyldelse af forpligtelsen.

Udledningerne under byrdefordelingsaftalen forventes ifølge KF23 at være reduceret til ca. 25 mio. ton CO₂e i 2030, svarende til en reduktion på 38 pct. i forhold til 2005-niveauet. Det efterlader en manko på ca. 12 pct.-point ift. EU-forpligtelsen om en 50 pct. reduktion i året 2030. Dertil foretages, jf. kapitel 2, en partiel korrektion for den forventede effekt af den nye regulering af metanlækage fra biogasanlæg samt biocoverordningen, som samlet set forventes at reducere udledningen med 0,5 mio. ton CO₂e i 2025 stigende til 0,6 mio. ton CO₂e i 2030. På den baggrund kan den akkumulerede manko opgøres til ca. 16 mio. ton CO₂e for 2021-2030. Mankoen kan grundlæggende indfris på to måder, 1) ved yderligere nationale reduktioner og/eller 2)

ved brug af fleksibilitetsmekanismer. Danmark vurderes at have mulighed for reducere mankoen med ca. 12 mio. ton CO₂e ved brug af fleksibilitetsmekanismer i form af annullering af CO₂-kvoter og brug af LULUCF-kreditter. Dertil er der mulighed for at købe andre medlemslandes evt. overskydende emissionstilladelser.

LULUCF-reduktionsforpligtelsen for perioden 2021-25 forventes overopfyldt med udstedelse af ca. 13 mio CO₂e. LULUCF-kreditter til følge. Ift. LULUCF-forpligtelsen for perioden 2026-30 forventes der at opstå en reduktionsmanko på ca. 9 mio. ton CO₂e for perioden 2026 til 2029 og ca. 2 mio. ton i 2030. Derfor vil der forventeligt være behov for tiltag, der kan sikre indfrielse af mankoen. LULUCF-mankoen kan reduceres/indfries på flere måder. For det første kan LULUCF-udledningen reduceres yderligere, hvis der vedtages nye klimatiltag fx som led i indfrielse af Klimalovens drivhusgasreduktionsmål frem mod 2030. For det andet er det muligt at købe andre medlemslandes evt. overskydende LULUCF-kreditter fra perioden 2026-30. For det tredje kan overskydende danske udledningsrettigheder overføres til LULUCF-forpligtelsen, såfremt Danmark måtte reducere udledningerne omfattet af byrdefordelingsaftalen yderligere og dermed overopfylde reduktionsforpligtelsen under byrdefordelingsaftalen.

Det bemærkes, jf. beskrivelsen i afsnit 11.3, at der er stor usikkerhed om både opgørelsen og fremskrivningen af optag og udledninger i LULUCF-sektoren. Herudover er der usikkerhed om den konkrete målfastsættelse, da målene skal baseres på fremtidige udledninger og fremtidige rapporteringer af historiske udledninger som kan blive revideret bagudrettet. Disse usikkerheder gør samlet set, at der er stor usikkerhed forbundet med mankoopgørelsen for de to EU-fastsatte drivhusgasreduktionsforpligtelser.

11.2 Status for vedvarende energi og energieffektivisering

Tabel 11.2 nedenfor beskriver Danmarks eksisterende EU forpligtelser i forhold til vedvarende energi og gør status for, hvorvidt disse forpligtelser forventes opfyldt under KF23.

Tabel 11.2: Indikatorer og status på Danmarks EU forpligtelser

Indikator	Forpligtelse	Forventet status	Primær usikkerhed
VE-andel (RES)	Ambitiøst bidrag til EU's fælles VE-mål om 32 pct. samlet ⁴⁵	Opfyldt. Fremskrivningen medfører en forventet VE-andel på 71 pct. i 2030. Dette overstiger de 55 pct. som blev vurderet "tilstrækkeligt ambitiøst" af Kommissionen ved NECP-rapporteringen i 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 ⁴⁶	Opfyldt. RES-T forventes i fremskrivningen at nå 41 pct. i 2030	Elektrificeringsgrad og RES-E
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)	Forpligtelsen for 2022 forventes opfyldt , mens forpligtelserne for 2025 og 2030 ikke forventes opfyldt (jf. KF23 sektornotat 4B). Andelen af avancerede biobrændstoffer forventes i fremskrivningen at nå ca. 0,4 pct. i 2022, ca. 0,5 pct. i 2025 og 0,6-2,0 pct. i 2030.	
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 i fremskrivningen at overstige 60 pct. fra 2022, 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

Figur 11.1 viser, at den samlede VE-andel (RES) forventes at stige fra knapt 42 pct. i 2020 til 70 pct. i 2030. Heri er ikke taget højde for eventuel statistisk overførsel mellem Danmark og andre EU-medlemsstater⁴⁷. Eksempelvis indgik Danmark i 2020 aftaler om

⁴⁵ Som omtalt i indledningen, arbejdes der på at skærpe målsætningerne for både vedvarende energi og energieffektivitet på baggrund af EU's nye drivhusgasmålsætning "Fit for 55". I forlængelse heraf har Rådet og EU-parlamentet den 30/3 2023 indgået aftale om at skærpe målsætningen for RES i 2030 fra 32% til 42,5% (med mulighed for en yderligere forhøjelse på 2,5%).

⁴⁶ I aftalen nævnt ovenfor hæves målet for RES-T fra 14% til 29% (også alternativ målopfyldelsesmulighed – ikke relevant for DK).

⁴⁷ Medlemsstaterne kan jf. VE-direktivet aftale statistisk overførsel af vedvarende energi, hvilket har til formål at sikre et omkostningseffektivt samarbejde om projekter og støtteordninger, ligesom lande, der har svært ved at nå deres mål, kan "købe" fra lande, der overopfylder. Statistisk overførsel har alene betydning for RES og indgår dermed ikke i opgørelsen af de øvrige VE-andele efter VE-direktivet.

statistiske overførsler til Nederlandene, Belgien og Irland, hvilket indebar at den samlede danske VE-andel endte på knapt 32 pct. og ikke ovennævnte knapt 42 pct.

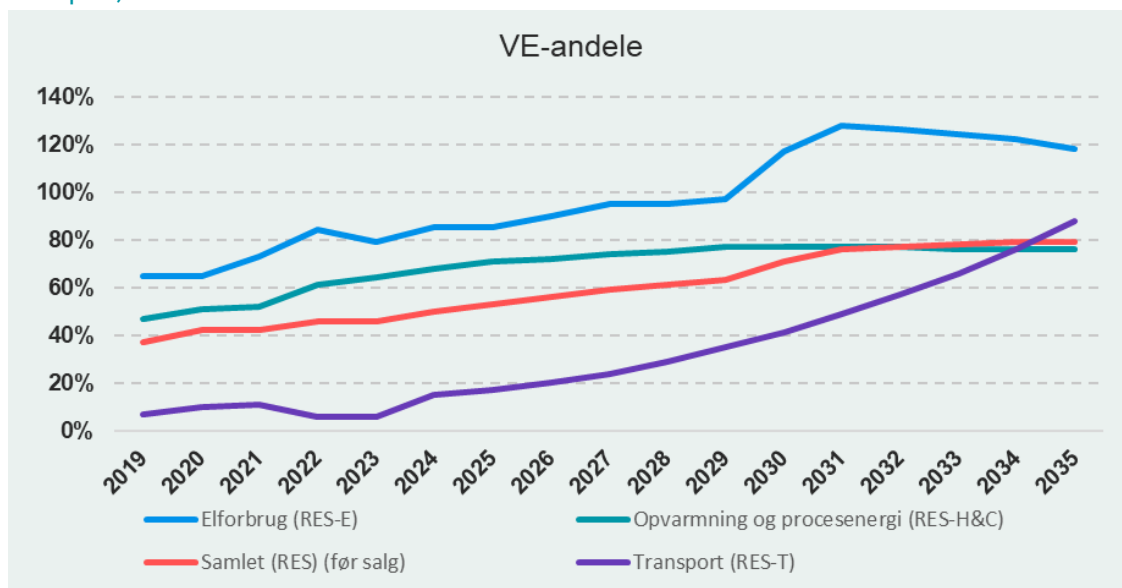
Fremskrivningen viser, at VE-andelen i elforbruget (RES-E) stiger fra 65 pct. i 2020 til 117 pct. i 2030 og toppe i 2031 på 128 pct. Herefter forventes et stigende elforbrug at overstige udbygningen med vedvarende energi i elforsyningen, således at VE-andelen falder til 118 pct. frem mod 2035⁴⁸.

VE-andelen i opvarmning og procesenergi (RES-H&C) stiger fra 51 pct. i 2020 til 77 pct. i 2030, for herefter at flade ud og ligge på ca. 76 pct. i 2035. Stigningen skyldes især en stigende andel af bionaturgas i ledningsgasforbruget samt øget anvendelse af varmepumper i husholdninger, industri og fjernvarme.

VE-andelen i transportsektoren (RES-T) beregnes i fremskrivningen at stige fra knapt 10 pct. i 2020 til 41 pct. i 2030, hvilket især skyldes iblanding af biobrændstoffer i diesel og benzin samt elektrificering af person- og varebiler og banetransport. Efter 2030 stiger RES-T yderligere for at nå 88 pct. i 2035. Bemærk dog, at beregningen af RES-T omfatter multiplikatorer på visse typer energiforbrug, bl.a. el og biobrændsler (for uddybning se bilag i KF23 sektornotat 11B). I vejtransporten, som udgør hovedparten af transportsektorens energiforbrug, udgør benzin og diesel således i fremskrivningen omkring 73 pct. af energiforbruget i 2035, mens el og VE-brændstoffer dækker hhv. 19 pct. og 8 pct. (jf. også KF23 sektornotat 4B om Forbrug og sammensætning af transportbrændstoffer).

⁴⁸ Se evt. KF23 Sektornotat 8B om Elforbrug.

Figur 11.1: VE-andele i samlet energiforbrug, elforbrug, opvarmning og procesenergi, samt transport, 2019-2035



Note: VE-andele er opgjort iflg. VE-direktivet/Eurostat. Samlet RES er opgjort før eventuelle statistiske overførsler mellem Danmark og andre EU-medlemsstater. Efter statistiske overførsler udgjorde RES 31,7 pct. i 2020. Den samlede VE-andel er korrigeret for salg af VE-andele. På grund af vanskeligheder i forbindelse med overgangen fra RED-I til RED-II tæller biomasse ikke med i første halvår i 2021 i EU's officielle opgørelser men alene i anden halvår. I KF23 er det valgt, at VE-bidrag fra biomasse tæller med i hele året 2021, da det vurderes mest retvisende for det danske energisystem. Denne korrektion ift. EU's opgørelser påvirker den samlede VE-andel, VE-andelen for el og VE-andelen for varme og køling. Bemærk endvidere, at beregningen af RES-T omfatter multiplikatorer på visse typer energiforbrug, men at disse ikke indgår ved beregning af den samlede VE-andel (RES).

Danmark har også EU-forpligtelser vedrørende energieffektivisering, som nu udvides bl.a. med det nyligt omarbejdede energieffektivitetsdirektiv (EED). Den primære målsætning er EU's samlede mål for energieffektivisering, som nu øges til en reduktion på 11,7 pct. i 2030 (sammenlignet med Kommissionens fremskrivning REF2020), hvilket svarer til et samlet bindende mål for EU for det endelige energiforbrug på 763 Mtoe og et vejledende mål for det primære energiforbrug på 992,5 Mtoe i 2030. Alle medlemsstater, herunder Danmark, er forpligtet til at indmelde et vejledende nationalt bidrag til opnåelsen af dette fælles EU-mål, som fastsættes efter en vejledende formel i direktivet. Hertil forventes Kommissionens fremskrivning (REF2020) at skulle opdateres senest ultimo 2023. Direktivet er endnu ikke trådt i kraft, og det er forsat for tidligt at fastslå det vejledende bidrag for Danmark, og om dette vil kunne opfyldes med allerede vedtagne politikker og virkemidler - dette vil blive behandlet i senere klimafremskrivninger.

Derudover, bl.a. til understøttelse af indfrielsen af EU-målsætningen, er Danmark (og andre medlemsstater) underlagt en række forpligtelser under bl.a. ECODESIGN, EED og Bygningsdirektivet (EBPD). Disse har til formål at genere energibesparelser og øge energieffektiviteten, hvor energispareforpligtelsen, fastlagt under EED, er en væsentlig

generel EE-forpligtelse for Danmark. Energispareforpligtelsen øges med det nye omarbejdede EED, hvilket betyder, at Danmark skal genere et større antal energibesparelser end under det tidligere direktiv. Det er ikke alle energibesparelser, der fremgår af klimafremskrivningen, der opgøres under Danmarks opfyldelse af energispareforpligtelsen. Der er særlige regler for, hvordan energibesparelser kan medtælles under forpligtelsen, hvorfor indfrielsen af forpligtelsen opgøres særskilt. Den forhøjede forpligtelse er ikke trådt i kraft endnu, og man skal nu se på, hvordan denne skal indfries.

11.3 Usikkerhed og følsomhedsberegninger

Byrdefordelings- og LULUCF-forpligtelserne

De akkumulerede mankoer ift. byrdefordelings- og LULUCF-drivhusgasreduktionsforpligtelserne er følsomme over for justeringer i de årlige udledninger.

De årlige udledninger under byrdefordelingsaftalen er især følsomme ift. husdyrbestanden, sammensætningen af bilparken, herunder udbredelsen af elbiler, samt udviklingen i VE-andelen i ledningsgas (der bl.a. påvirker udledningerne fra husholdninger og erhverv). Fx har det i en tidligere fremskrivning været vurderet, at en stigning eller et fald på 15 pct. af bestanden af malkekøer kan øge eller reducere den årlige udledning med ca. 0,5 mio. ton CO₂e. Hertil skal det bemærkes, at det separate kvotehandelssystem for bygninger og transport, som forventes etableret i 2027, ikke er indregnet, idet det på nuværende tidspunkt ikke er muligt at skønne effekten heraf.

Fsva. LULUCF-sektorerne er der betydelig usikkerhed om størrelsen af udledninger og optag. Det skyldes blandt andet, at der er stor usikkerhed forbundet med at estimere og fremskrive udledningen fra landbrugs- og skovarealer. Fx viser en følsomhedsberegning til KF23, at skovens nettooptag i fremskrivningen kan blive øget med ca. 1 mio. ton CO₂e i 2030, såfremt der anvendes en beregningsforudsætning om at træerne generelt opnår en øget alder førend de fældes. Omvendt kan udledningen fra landbrugsarealer vise sig at blive højere end forventet, hvis der sker forsinkelser ift. udtagning og vådlægning af kulstofrige landbrugsarealer.

Endelig er der usikkerhed om fastsættelsen af de præcise drivhusgasreduktionsmål, som for både ESR-forpligtelsen og LULUCF-forpligtelsen først skal fastsættes på et senere tidspunkt baseret på opdaterede udledningstal⁴⁹. Desuden er det endnu ikke afklaret i EU, om negative udledninger fra lagring af biogen CO₂ i undergrunden evt. skal kunne bidrage til målopfyldelsen.

⁴⁹ I den forbindelse er det på nuværende tidspunkt også usikkert i hvilket omfang lækket af metan fra Nordstream-gasrørledningerne i dansk økonomisk zone skal medregnes i forhold til Danmarks ESR-reduktionsforpligtelse i EU.

VE- og EE-forpligtelserne

VE-andele i de enkelte år er særlig følsomme over for havvinds og solcellers idriftsættelsestidspunkt. En partiel alternativ beregning hvor energiøen i Nordsøen samt 4 GW havvind fra Klimaafgrejning om grøn strøm og varme af 25. juni 2022 er inkluderet, viser endvidere, at VE-andelen i elforbruget (RES-E) øges til 131 pct. i 2030 og yderligere til 162% i 2035 (for uændret elforbrug).

Som tidligere nævnt, indgår der i kommissions udspil i forlængelse af EU's nye drivhusgasmålsætning "Fit for 55" forslag til at skærpe målsætningerne for både vedvarende energi og energieffektivitet. Hvordan stramningerne i forlængelse heraf konkret udmøntes er endnu ikke endeligt besluttet, og størrelsen af de enkelte medlemslandes bidrag til opfyldelsen af de nye mål er ej heller fastlagt.

Appendiks 1: Sammenhæng mellem Klimafremskrivningen (KF), Danmarks globale klimapåvirkning -Global afrapportering (GA), Scenarier til klimaprogrammet (KP) og Analyseforudsætninger til Energinet (AF)

	Klimafremskrivning (KF)	Danmarks globale klimapåvirkning – 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.

	Klimafremskrivning (KF)	Danmarks globale klimapåvirkning – Global afrapportering (GA)	Klimaprogram (KP) - Scenarier	Analyse-forudsætninger til Energinet
Fokus	Opgørelse af Danmarks samlede drivhusgas-udledninger i overensstemmelse med FN's opgørelsesmetoder (jf. kap. 3 i KF23 sektor-forudsætningsnotat om Principper og politikker). 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 bidrager til at reducere globale udledninger via en række forskellige myndighedsindsatser.	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 målsopnåelse, end dem som er udarbejdet til klimaprogrammet.	Fremskrivning af forbrug og produktion af el og gas i Danmark.

	Klimafremskrivning (KF)	Danmarks globale klimapåvirkning – Global afrapportering (GA)	Klimaprogram (KP) - Scenarier	Analyse-forudsætninger til Energinet
Tidshorisont	Historisk (fra 1990 til 2021 i KF23) og fremskrivning (fra 2022 frem til 2035 i KF23).	Historisk og aktuel status. Historiske dataserier varierer tidsmæssigt afhængigt af emnet, men i nogle tilfælde fra 1990 til seneste statistikår 2021 eller 2022. Der er i GA23 endvidere en fremskrivning af elhandelbalancens effekt på udenlandske emissioner frem til 2035 baseret på KF, en fremskrivning af nettoimporten af forskellige brændsler frem til 2030 baseret på KF, en fremskrivning af det forbrugsbaserede klimaaftryk frem til 2035, samt en fremskrivning af klimaaftrykket af offentlige indkøb frem til 2030.	Der udarbejdes scenarier for 2030 samt 2050. Scenarierne for 2030 skal ses som trædesten på vejen mod scenarierne for 2050.	Frem til 2050
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 KF23 er skæringsdatoen 1. januar 2023. (jf. også kap. 1.i KF23 sektorforudsætningsnotat om principper og politikker.			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.

	Klimafremskrivning (KF)	Danmarks globale klimapåvirkning – Global afrapportering (GA)	Klimaprogram (KP) - Scenarier	Analyse- forudsætninger til Energinet
Anvendelse	Til undersøgelse af i hvilket omfang Danmarks klima- og energimålsætninger og –forpligtelser vil blive opfyldt inden for rammerne af gældende regulering.	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-20233	https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/global-afrapportering-2022	https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/tekniske-analyser-til-baggrund-klimaprogram-2022 https://kefm.dk/aktuel/nyheder/2022/sep/nyt-klimaprogram-danmark-er-knap-trefjerdedele-af-vejen-til-klimamaalet	https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/analyseforudsætninger-til-energinet

Appendiks 2: Oversigt over KF23 sektornotater og sektorforudsætningsnotater

KF23 omfatter ud over hovedrapporten også 18 sektornotater og 10 sektorforudsætningsnotater og forudsætningsnotater. Disse fremgår af tabellerne nedenfor

Tabel A1.1: KF23 sektornotater

	Sektornotat
3A	Husholdninger
4A	Transport
4B	Forbrug og sammensætning af transportbrændstoffer
5A	Serviceerhverv
6A	Fremstillingserhverv og bygge-anlæg
7A	Indvinding af olie og naturgas samt raffinaderier
7B	Biogas, PtX og VE-brændstoffer
7C	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: KF23 sektorforudsætningsnotater og forudsætningsnotater

Sektorforudsætningsnotat	Kap. nr.	Kapitel
		Introduktion til KF23 forudsætningsmaterialet
Principper og politikker	Kap. 1	Principper for frozen policy
	Kap. 2	Politik og aftaler i KF23
	Kap. 3	Principper for udledningsopgørelse
Priser og vækst	Kap. 1	Brændselspriser
	Kap. 2	CO2-kvotepris
	Kap. 3	Økonomiske vækstforudsætninger
Transport	Kap. 1	Transportmodellen FREM
	Kap. 2	Modeller og metode for vejtransport
	Kap. 3	Forudsætninger for vejtransporten
	Kap. 4	Banetransport – Metode og forudsætninger

Sektorforudsætningsnotat	Kap. nr.	Kapitel
	Kap. 5	Indenrigssøfart – Metode og forudsætninger
	Kap. 6	Indenrigsluftfart – Metode og forudsætninger
	Kap. 7	Øvrige transport – Metode og forudsætninger
Husholdninger og erhvervs energiforbrug og procesudledninger	Kap. 1	IntERACT modellen
	Kap. 2	Husholdningernes opvarmning
	Kap. 3	Husholdningernes apparatforbrug
	Kap. 4	Datacentre
	Kap. 5	Cementproduktion
	Kap. 6	Energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri
	Kap. 7	F-gasser
Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer	Kap. 1	Olie-gas produktion
	Kap. 2	Raffinaderier
	Kap. 3	Biogasproduktion
	Kap. 4	Power-to-X
El og fjernvarme	Kap. 1	Ramses modellen
	Kap. 2	DH-Invest
	Kap. 3	Udenlandske elproduktionskapaciteter mv.
	Kap. 4	Danske interkonnektorer
	Kap. 5	Havvind
	Kap. 6	Landvind
	Kap. 7	Solceller
	Kap. 8	Termisk produktionskapacitet (ekskl. affaldsforbrænding)
Forudsætningsnotat		Affaldsforbrænding
Forudsætningsnotat		Øvrigt affald
Forudsætningsnotat		CCS
Landbrugsprocesser, landbrugsarealer og skov	Kap. 1	Landbrugsprocesser
	Kap. 2	Landbrugsarealer og øvrige arealer
	Kap. 3	Skov og høstede træprodukter
	Kap. 4	DCE's beregningsmetoder for landbrug og LULUCF

Appendiks 3: Oversigt over KF23-dataark

I forbindelse med KF23 offentliggøres også en række dataark. Disse er oplistet i tabellen.

Tabel A2.1: KF23 dataark

Filnavn	Beskrivelse
KF23 resultater - Tal bag figurer	Omfatter tal bag figurer i KF23 hovedrapporten og sektornotaterne
KF23 forudsætninger – Tal bag figurer	Omfatter tal bag figurer i KF23 forudsætningsnotaterne
KF23 CRF-tabel	- Emissionsopgørelse per drivhusgastype for årrækken 1990-2035. Statistiske år er faktiske år, mens fremskrivningsperioden er normalår - I KF23 anvendes Energistyrelsens historiske udledningstal. Totalerne er identiske med DCE's historiske udledningstal, men der er små forskelle i fordelingen af udledningerne på visse kategorier - KF23 er opgjort ved brug af de nye global warming potential faktorer fra IPCC's 5. Assessment Report (AR5).
KF23 CRF-tabel opdelt på ETS og ESR omfattede udledninger	- Emissionsopgørelse opdelt på henholdsvis kvoteomfattede (ETS) og ikke-kvoteomfattede (ESR) udledninger for årrækken 1990-2035. Statistiske år er faktiske år, mens fremskrivningsperioden er normalår - KF23 er opgjort ved brug af de nye global warming potential faktorer fra IPCC's 5. Assessment Report (AR5).
Energibalance	National energibalance for brændsler for årrækken 2015-2035.
Sektordataark	- El og fjernvarme - Elsystem timeserier - Transport - Landbrug - LULUCF.

Appendiks 4: Sammenhæng mellem KF23 sektorer og KF22 sektorer samt CRF-tabel

Sammenhæng mellem KF23 sektorer og KF22 sektorer

Ligesom i KF22 er udledningerne i KF23 fordelt på otte sektorer samt CCS. Den eneste ændring i sektorafgrænsningen mellem KF22 og KF23 er, at udledninger forbundet med metanlækage fra biogasanlæg.

Tabel A4.1: KF23 sektorer

KF23 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	Inkl. metanlækage fra biogasproduktion
El og fjernvarme	Ekskl. udledninger fra affaldsforbrænding
Affald og spildevand	Inkl. udledninger fra affaldsforbrænding, deponi, spildevand, kompostering, ekskl. metanlækage fra biogasanlæg.
Landbrug, landbrugsarealer, skove, gartneri og fiskeri	Inkl. sektorens energiforbrug

Note: Da CCS ikke er fordelt på sektorer i KF23 håndteres denne teknisk som en separat, negativ udledning.

Sammenhæng mellem KF23 sektorer og CRF-tabel

Sektorafgrænsningen i KF23 følger så vidt muligt kategorierne i CRF-tabellerne. Tabellen nedenfor viser således, hvordan drivhusgasserne CO₂, CH₄, N₂O, indirekte CO₂ under de forskellige CRF-kategorier er fordelt på KF23 sektorerne (her identificeret med kapitelnumre i hovedrapporten). F-gasser er fordelt på sektorer ud fra fordelingsnøglen vist i KF23 forudsætningsnotat 9C.

Tabel A4.2: Fordelingsnøgle for CRF-kategorier på KF23 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
1A3biii	Road transport - Heavy duty trucks	04
1A3biiix	Road transport - Busses	04
1A3biiiy	Road transport - Motorcycles and mopeds	04
1A3biv	Road transport - Bordertrade	04
1A3bx	Railways	04
1A3c	Domestic navigation	04
1A3d	Commercial and institutional	05
1A4ai	Commercial and institutional (mobile)	05
1A4aii	Residential	03
1A4bi	Residential (mobile)	03
1A4bii	Agriculture, forestry and aquaculture	10
1A4ci	Ag/for./fish. (mobile)	10
1A4cii	Military (mobile)	04
1A5bi	Recreational boats (mobile)	04
1A5bii	Fugitive emissions from oil	07
1B2a	Fugitive emissions from gas	07
1B2b	Fugitive emissions from flaring	07
1B2c	Mineral industry - excl. cement production	06
2A0	Mineral industry - cement production	06
2A1	Chemical industry	06
2B	Metal industry	06
2C	Non-energy products from fuels and solvent use	06
2D	Electronic industry	06
2E	Product uses as ODS substitutes	06
2F	Other product manufacture and use	06
2G	Other industrial processes	06
2H	Enteric fermentation	10
3A	Manure management	10
3B	Agricultural soils	10
3D	Field burning of agricultural residues	10
3F	Liming	10
3G		

CRF code	Description	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, Indirekte CO ₂
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	07
5C	Incineration and open burning of waste	09
5D1a	Emission, anaer. treat. Plants/Venting	07
5D1b	Waste water treatment and discharge - other	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: Beregning af KF23 netto-udledninger inkl. korrektioner ud fra KF23 CRF-opgørelsen

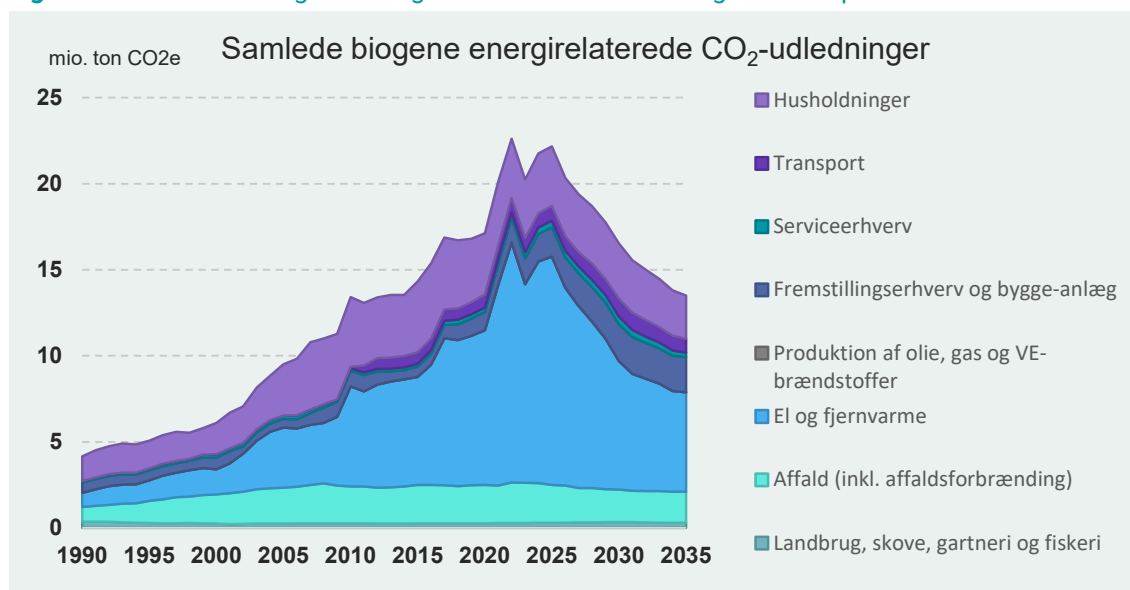
Tabel A5.1: Sammenhæng mellem KF23 netto-udledninger inkl. korrektion og KF23 CRF-opgørelse

Mio ton CO ₂ e	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
KF23 netto-udledninger i CRF-opgørelse	46,3	46,5	42,8	44,0	40,2	37,9	35,8	34,3	30,9	29,5	28,7	28,0	27,8	27,2	26,3
Partiel korrektion ift. metanlækage fra biogas	0,0	0,0	0,0	-0,4	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,6	-0,6	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Partiel korrektion ift. biocovers på deponi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
KF23 netto-udledninger inkl. partielle korrektioner	46,2	46,5	42,8	43,6	39,7	37,4	35,3	33,8	30,3	28,9	28,1	27,5	27,2	26,7	25,8

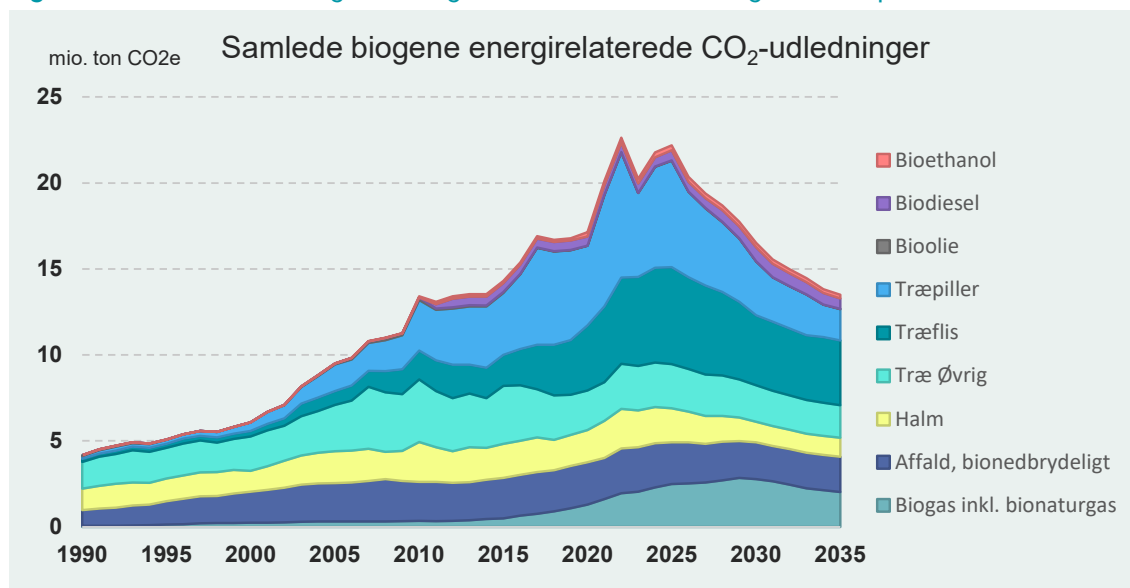
Appendiks 6: Samlede biogene energirelaterede CO₂-udledninger i KF23

Klimafremskrivningens opgørelse af sektorenes 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. sektorforudsætningsnotat Principper og politikker – Udledningsopgørelse). 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 2021, hvor de udgjorde 20,1 mio. ton CO₂. Frem mod 2025 skønnes de biogene energirelaterede CO₂-udledninger at udgøre i størrelsesordenen 22 mio. ton CO₂, undtagen i 2023 hvor de forventes at ligge på 20,3 mio. ton. Udsvingene i denne periode stammer hovedsageligt fra el- og fjernvarmesektoren, og skal ses i sammenhæng med udviklingen i de relative brændselspriser, som har stor betydning for brændselssammensætningen i el- og fjernvarmesektoren (jf. også KF23 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, om end el og fjernvarmesektorens andel af de samlede biogene energirelaterede CO₂-udledninger falder fra 60 pct. i 2025 til 45 pct. i 2030.

Figur A6.1: 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 ledningsgassen.

Figur A6.2: 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 afbrænding af biomasse.

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

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

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

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

Drivhusgasudledninger: Drivhusgasser omfatter kuldioxid (CO₂), metan (CH₄), lattergas (N₂O) samt F-gasser. Gasserne har forskellig drivhuseffekt, men omregnes til CO₂-ækvivalenter (forkortet CO₂e) ud fra gassens 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 som følge af forskelle i prisen indkøbes af privatpersoner og vognmænd m.fl. på den ene side af grænsen og forbruges på den anden side af grænsen.

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

Ikke-kvoteomfattede drivhusgasudledninger (non-ETS): Omfatter primært transport, landbrug, husholdninger, øvrige erhverv, affald og et antal mindre, decentrale kraftvarmewærker, dvs. talrige større og mindre udledningskilder. Reguleringen sker gennem national indsats i de enkelte lande, der har fået reduktionsmål relativt til 2005-udledningerne. Basisåret er 2005, hvilket skyldes, at det er det tidligste år, hvor der forelå data, der muliggjorde opdelingen mellem kvote- og ikke-kvoteomfattede udledninger.

ILUC-effekt: Når biomasse til biobrændstoffer dyrkes på et areal, der tidligere har været anvendt til fødevarer, vil 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 omlægges til produktion af fødevareafgrøder, 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.

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

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

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

Trafikarbejde: Antal kørte kilometer, som et køretøj tilbagelægger på et år.

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.

VE-brændstoffer: Brændstoffer produceret på grundlag af vedvarende energikilder og er i KF23 en fællesbetegnelse for både biomassebaserede brændstoffer (fx biodiesel og bioethanol) og brændstoffer produceret vha. elektrolyse (Power-to-X-teknologi).

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)

ESR: *EU's såkaldte "Effort Sharing Regulation" eller byrdefordelingsaftale*

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 (1 PJ = 1000 TJ = 1 mio. GJ = 1 mia. MJ)

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 (1 TWh = 1000 GWh = 1 mio MWh = 1 mia kWh)

VE: Vedvarende energi

Appendiks 8: Referencer

Hvert KF23 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 KF23 materialet. For liste over KF23 sektornotater og forudsætningsnotater se appendiks 1.

Aftale om finansloven for 2021, 6. december 2020, https://fm.dk/media/18513/aftale-om-finansloven-for-2021-og-aftale-om-stimuli-og-groen-genopretning_a.pdf.

Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug, 4. oktober 2021, https://fm.dk/media/25302/aftale-om-groen-omstilling-af-dansk-landbrug_a.pdf.

Aftale om grøn omstilling af vejtransporten, 4. dec. 2020, <https://fm.dk/media/18300/aftale-om-groen-omstilling-af-vejtransporten.pdf>.

Aftale om grøn skattereform, 8. dec. 2020, <https://fm.dk/media/18317/aftale-om-groen-skattereform.pdf>.

Aftale om grøn skattereform for industri mv., 22. juni 2022, <https://fm.dk/media/26070/aftale-om-groen-skattereform-for-industri-mv-a.pdf>.

Aftale om grøn strøm og varme, 25. juni 2022, <https://www.regeringen.dk/media/11470/klimaaftale-om-groen-stroem-og-varme.pdf>.

Aftale om kilometerbaseret vejafgift for lastbiler, 29. marts 2023, <https://www.skm.dk/aktuelt/presse-nyheder/pressemeddelelser/ny-aftale-om-kilometerbaseret-vejafgift-for-lastbiler-goer-danmark-groennere/>.

Aftale om klimalov, 6. december 2019, <https://kefm.dk/Media/1/D/aftale-om-klimalov-af-6-december-2019%20FINAL-a-webtilg%C3%A6ngelig.pdf>.

Aftale om målrettet varmecheck af 11. februar 2022, <https://kefm.dk/Media/637801888446028492/Aftaletekst%20m%C3%A5lrettet%20varmecheck.pdf>.

Aftalen om revision af EU's kvotehandelssystem, 20. april 2023, <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-9-2023-INIT/da/pdf>.

Aftale om vinterhjælp mv., 23. september 2022, <https://fm.dk/media/26374/aftale-om-vinterhjælp.pdf>.

Dokumentation og følsomhedsberegninger af effekter for erhverv og rumvarme, februar 2022, <https://www.skm.dk/media/10987/dokumentationsnotat.pdf>.

Energistyrelsen, Basisfremskrivning 2020,
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/basisfremskrivning_2020.pdf.

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

EU's Fit for 55-lovpakke, senest ajourført 27. april 2023,
<https://www.consilium.europa.eu/da/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>.

EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV (EU) 2018/2001 af 11. december 2018 om fremme af anvendelsen af energi fra vedvarende energikilder, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>.

EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV (EU) 2018/2002 af 11. december 2018 om ændring af direktiv 2012/27/EU om energieffektivitet Eurostat, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L2002&from=EN>.

Europa-Parlamentets og Rådets CO2-forordninger:

- (EU) 2019/631, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0631&from=EN>.
- (EU) 2019/1242, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R1242&from=DA>.

Europa-Parlamentets og Rådet forordninger om CO2-reduktionskrav:

- (EU) 2019/631, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX:32019R0631>
- (EU) 2021/0197, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52021PC0556>

og:

- 2021/0197 (COD), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0556&from=EN>
- (EU) 2019/1242: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX:32019R1242>

Finansloven for 2022, 22. december 2021,
<https://fm.dk/udgivelser/2022/februar/finansloven-for-2022/>.

Finansministeriets fremskrivning, 18. januar 2023,
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf23_sektorforudsætningsnotat_priser_og_vaekst.pdf.

Foreløbig aftale om revision af EU's kvotehandelssystem, 18. december 2022, <https://www.consilium.europa.eu/da/press/press-releases/2022/12/18/fit-for-55-council-and-parliament-reach-provisional-deal-on-eu-emissions-trading-system-and-the-social-climate-fund/>.

Foreløbig aftale om strengere CO2-emissionspræstationsstandarder for nye biler og varebiler, 25. januar 2023, https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/kf23_offentligt_hoeringsmoede_2023-01-25.pdf.

Fremtiden for olie- og gasindvinding i Nordsøen, 3. december 2020, <https://kefm.dk/Media/0/3/Nords%C3%B8aftale.pdf>.

Kilometerbaseret vejafgift for lastbiler, 24. juni 2022, <https://www.trm.dk/media/vzoegemf/aftaletekst-kilometerbaseret-vejafgift.pdf>.

Klimaaftale for energi og industri mv. 2020, 22. juni 2020, <https://www.regeringen.dk/publikationer-og-aftaletekster/klimaaftale-for-energi-og-industri-mv-2020/>.

Klimaaftale for energi og industri, 22. juni 2022, [https://kefm.dk/Media/8/8/aftaletekst-klimaaftale-energi-og-industri%20\(1\).pdf](https://kefm.dk/Media/8/8/aftaletekst-klimaaftale-energi-og-industri%20(1).pdf).

Klimaaftale om grøn strøm og varme 2022, et grønnere og sikrere Danmark, Danmark kan mere II, 25. juni 2022, <https://kefm.dk/Media/637920977082432693/Klimaaftale%20om%20gr%C3%B8n%20str%C3%B8m%20og%20varme%202022.pdf>.

Klimalov og bemærkninger til lovforslaget, 2020, <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>.

Klimaprogram, september 2022, <https://kefm.dk/Media/637995217763659018/Klimaprogram%202022.pdf>.

Lovforslag om ny organisering af affaldsforbrændingssektoren, 16. juni 2020, <https://www.ft.dk/samling/20222/lovforslag/l115/index.htm>.

LULUCF-forordning-revideret (EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS FORORDNING (EU) 2023/839 af 19. april 2023 om ændring af FORORDNING (EU) 2018/841 af 30. maj 2018 om medtagelse af drivhusgasemissioner og -optag fra arealanvendelse, ændret arealanvendelse og skovbrug i klima- og energirammen for 2030), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R08399>.

Opdateret kortlægning af energiforbrug og energibesparelser i produktionserhverv, august 2022, https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/kortlaegning_af_energiforbrug_i_produktion_serhvervene_2022.pdf.

Opfølgende aftale om Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi, 16. juni 2022, <https://www.regeringen.dk/media/9591/aftaletekst.pdf>.

"Rådet og Parlamentet indgår foreløbig aftale om direktivet om vedvarende energi", Pressemeddelelse fra Det Europæiske Råd om Rådets og Parlamentets aftale af 30/3 2023 om at øge andelen af vedvarende energi, <https://www.consilium.europa.eu/da/press/press-releases/2023/03/30/council-and-parliament-reach-provisional-deal-on-renewable-energy-directive/>.

Skatteministeriet. SKM Notat om effekter af Aftale om grøn skattereform i KF23, 2023, <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/klimastatus-og-fremskrivning-2023>.

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

Statistikbanken, Danmarks Statistik, Tabel BOL101: Boliger efter område, beboertype, anvendelse og tid. Antal boliger omfatter alene beboede boliger.

Tillægsaftale om Energiø Bornholm, 29. august 2022, <https://kefm.dk/Media/637973611483004267/Aftaletekst%20till%C3%A6gsaftale%20Energi%C3%B8%20Bornholm.pdf>.

"Tre danske indenrigsfærger får tilskud til grøn omstilling", Transportministeriet, 23. september 2022, <https://www.trm.dk/nyheder/2022/tre-danske-indenrigsfaerger-faar-tilskud-til-groen-omstilling>.

"11 danske indenrigsfærger får tilskud til grøn omstilling", Transportministeriet, Trafikstyrelsen, 22. december 2021, <https://www.trm.dk/nyheder/2021/11-danske-indenrigsfaerger-faar-tilskud-til-groen-omstilling/>.



Energistyrelsen

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43, 1577 København V

Telefon: 33 92 67 00

E-mail: ens@ens.dk

ISSN 2794-5839