



3. maj 2024

Dette sektorforudsætningsnotat er en del af Klimastatus og -fremskrivning 2024 (KF24). KF24 er en såkaldt frozen policy fremskrivning, hvilket indebærer, at forudsætningerne for fremskrivningen afspejler et "politisk fastfrosset" fravær af nye tiltag på klima- og energiområdet ud over dem, som Folketinget som udgangspunkt har besluttet før 1. januar 2024 eller som følger af bindende aftaler. For yderligere information om frozen policy tilgangen, se kapitel 1 Principper for frozen policy i sektorforudsætningsnotatet Principper og politikker.

Indholdsfortegnelse

Introduktion og opsummering	4
1. Hvad omfatter energiforbrug i husholdninger og erhverv samt procesudledninger i KF?	4
2. Væsentlige ændringer i forudsætninger eller metode ift. KF23	4
3. Hvordan indgår forudsætninger og modeller i beregning af udledningerne?	6
Kapitel 1: IntERACT modellen	9
1.1 Hvad er IntERACT-modellen?	9
1.2 Hvordan anvendes IntERACT til KF24	10
1.2.1 Hvordan laves baselinen til KF24.....	10
1.2.2 Modeludvikling siden KF23	10
1.2.3 Kritiske antagelser og parametre i modellen.....	10
1.4 Kilder	12
Kapitel 2: Husholdningernes opvarmning	13
2.1 KF24 forløbet frem mod 2035	13
2.2 Metode og antagelser bag KF24 forløbet	14
2.2.1 Generelle antagelser og metode	14
2.2.2 Frozen policy antagelser til KF24	20
2.3 Kvalificering af KF24 forløbet.....	21
2.3.1 Sammenligning med KF23	21
2.3.2 Usikkerhed	22
2.3.3 Planlagt udvikling fremadrettet.....	22
2.4 Kilder	23
Kapitel 2 bilag.....	25
Bilag 2.1 Centrale og decentrale fjernvarmeområder	25

Bilag 2.2 Kobling imellem SMILE-model og IntERACT	26
Bilag 2.3 Nedrivningsrater for husholdninger i IntERACT	27
Bilag 2.4 KF24 frozen policy for husholdningers opvarmning i IntERACT	27
Kapitel 3: Husholdningernes elforbrug til apparater	30
3.1 KF24 forløbet frem mod 2035	30
3.2 Metode og antagelser bag KF24 forløbet	30
3.2.1 Generelle antagelser og metode	31
3.2.2 Frozen policy antagelser til KF24	35
3.3 Kvalificering af KF24 forløbet	35
3.3.1 Sammenligning med KF23	35
3.3.2 Usikkerhed	35
3.4 Kilder	36
Kapitel 4: Datacentre	37
1. KF24 forløbet frem mod 2035	37
2. Metode og antagelser bag KF24 forløbet	38
2.1 Generelle antagelser og metode	38
2.2 Frozen policy antagelser til KF24	39
2.3 Udnyttelse af overskudsvarme fra datacentre	39
3. Kvalificering af KF24 forløbet	39
3.1 Sammenligning med KF23	39
3.2 Usikkerhed	40
3.3 Planlagt udvikling fremadrettet	41
4. Kilder	41
5. Bilag	42
5.1 Resume af COWI analyse fra 2021	42
5.2 Metode bag Energinets fremskrivning af kapacitet og elforbrug til datacentre	43
Kapitel 5: Cementproduktion	47
5.1 KF24 forløbet frem mod 2035	47
5.2 Metode og antagelser bag KF24 forløbet	48
5.2.1 Antagelser vedr. produktionsudvikling, brændselssammensætning og klinkerandele	49
5.2.2 Frozen policy antagelser til KF24	54

5.3 Kvalificering af KF24 forløbet.....	54
5.3.1 Sammenligning med KF23.....	54
5.3.2 Usikkerhed	55
5.3.3 Planlagt udvikling fremadrettet.....	55
5.4 Kilder	56
Kapitel 6: Energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri	57
6.1 KF24 forløbet frem mod 2035.....	57
6.2 Metode og antagelser bag KF24 forløbet	58
6.2.1 Generelle antagelser og metode.....	58
6.2.2 Frozen policy antagelser til KF24.....	60
6.3 Kvalificering af KF24 forløbet.....	61
6.3.1 Sammenligning med KF23.....	61
6.3.2 Usikkerhed	61
6.3.3 Planlagt udvikling frem mod KF25	62
6.4 Kilder	63
Kapitel 6 bilag: Plante- og animalsk produktion i Landbrugsfremskrivningen	64
Kapitel 7: F-gasser	66
7.1 KF24 forløbet frem mod 2035.....	66
7.2 Metode og antagelser bag KF24-forløbet	68
7.2.1 Generelle antagelser og metode.....	68
7.2.2 Frozen policy antagelser til KF24.....	70
7.3 Kvalificering af KF24 forløbet.....	72
7.3.1 Sammenligning med KF23.....	72
7.3.2 Usikkerhed	73
7.3.3 Planlagt udvikling fremadrettet.....	73
7.4 Kilder	73

Introduktion og opsummering

1. Hvad omfatter energiforbrug i husholdninger og erhverv samt procesudledninger i KF?

I Klimafremskrivningen omfatter energiforbrug i husholdninger og erhverv energiforbrugene i KF-sektorerne husholdninger, serviceerhverv, fremstillingserhverv og bygge-anlæg, samt energiforbruget i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri. Herudover indgår også procesudledninger fra fremstillingserhvervene samt F-gas-udledninger fra alle husholdningerne og erhvervene.

For at illustrere størrelsesordenen af disse udledninger, er de forskellige typer udledninger fra forbrugssektorerne historisk vist i tabel 1 jf. KF23.

Tabel 1: Historiske udledninger forbundet med energiforbrug i husholdninger og erhverv samt procesudledninger og F-gasser

Mio. ton CO ₂ e	2020	2021
Husholdningers energirelaterede udledninger	1,8	1,7
Husholdningers F-gasser	0,1	0,1
Serviceerhvervs energirelaterede udledninger	0,6	0,7
Serviceerhvervs F-gasser	0,2	0,2
Fremstillingserhverv mv. energirelaterede udledninger	3,6	3,7
Fremstillingserhverv mv. procesudledninger (ekskl. F-gasser)	1,6	1,6
Fremstillingserhverv mv. F-gasser	0,0	0,0
Landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeris energirelaterede udledninger	1,4	1,4
Energi-, proces- og F-gasudledninger fra forbrugssektorerne i alt	9,2	9,4
De samlede udledninger for alle sektorer	46,0	46,3
Forbrugssektorenes andel af de samlede udledninger for alle sektorer	20 %	20 %

Kilde: KF23.

2. Væsentlige ændringer i forudsætninger eller metode ift. KF23

De generelle vækstantagelser anvendt på baggrund af Finansministeriets fremskrivning giver anledning til en mindre forhøjning af den økonomisk vækst i KF24 end i KF23 (jf. tabel 2).

Tabel 2: Generelle vækstantagelser i KF24 sammenlignet med KF23

År		2022-2025	2025-2030	2030-2035
BNP vækstrater (pct.)	KF24	1,13	0,84	1,00
(gnsn. årlige vækstrater i pct. for delperioderne)	KF23	0,79	0,90	0,94

Kilde: Sektorforudsætningsnotat Priser og vækst kapitel 3 Økonomiske vækstforudsætninger.

Der bliver taget højde for *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022* i KF24 ud fra samme metodetilgang som til KF23. Cementproduktionen er dog opdateret med seneste statistikår 2022 og prognose for 2023, samt der foretages en korrektion af fordelingen af hvid og grå cement med udgangspunkt i at fastholde den langsigtede fremskrivning fra KF23.

*Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022 vil alt andet lige øge omkostningerne ved at udlede CO₂, fx fra afbrændingen af fossile brændsler. Det fører til, at konkurrerende teknologier, der ikke udleder CO₂, alt andet lige bliver mere økonomisk attraktive, og der forventes derfor en vis konvertering og energieffektiviseringseffekt (såkaldte "tekniske effekter"). Derudover bliver fossil-intensive energitjenester dyrere, og der forventes derfor at ske en vis strukturlpasning, hvor aktiviteten i disse erhverv reduceres (såkaldte "struktureffekter"). Struktureffekten, og dermed aktiviteten, i cementproduktion, raffinaderisektoren, samt fiskeri, er baseret på samme regnemetode, som ekspertgruppen anvendte til beregningerne forud for *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022*.*

I KF24 indarbejdes endvidere et nyt industrimodul i IntERACT baseret på en ny detaljeret kortlægning af produktionserhvervenes energiforbrug og -energibesparelsespotentiale. Konsekvensen af det nye datagrundlag skal konsolideres.

Husholdningernes samlede varmegrundlag for enfamiliehuse er reduceret generelt ift. KF23. Reduktionen skyldes det observerede fald i energiforbruget til opvarmning i husholdninger i perioden 2020 til 2022 og antages at være et permanent fald.

For landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri forventes en lidt lavere økonomisk aktivitet i fremskrivningsperioden, som afspejler et fald i planteproduktionen og den animalske i AGMEMOD-modellen (jf. tabel 3 og kapitel 6.1).

Tabel 3: Udvalgte sektorspecifikke forudsætninger i KF24 sammenlignet med KF23

		2025	2030	2035
Husholdningers varmegrundlag (PJ)	KF24	135	135	135
	KF23	139	140	139
Cementproduktion – grå cement (1000 tons cement ækvivalenter)	KF24	1617	1520	1558
	KF23	1508	1194	1240
Cementproduktion – hvid cement (1000 tons cement ækvivalenter)	KF24	488	405	428
	KF23	740	614	649
Landbrug – aktivitetsudvikling (index 2015=100)	KF24	90	91	91
	KF23	98	98	97,5

Kilder: Husholdningernes varmegrundlag og cement: ENS, Landbrug: IFROs landbrugsfremskrivning.

For F-gasser vil der i KF24 blive foretaget en justering af de forventede udledninger ift. KF23. Der ses et mindre fald i udledningerne fra F-gasser i kommercielle anlæg, som følger af en hurtigere omstilling af eksisterende anlæg. For yderligere beskrivelse af F-gasser se kapitel 6.

ETS2 – ETS til bygninger, vejtransport og øvrige sektorer

Som en del af EU's Fit for 55-pakke er der oprettet et nyt særskilt kvotehandelssystem i EU, for bygninger, transport og øvrige sektorer (ETS2). Aftalen skal regulere udledninger fra brug af brændstoffer og pålægges brændstofleverandører fremfor brugerne. Med ETS2-direktivet udvider EU-medlemslandene de sektorudledninger, der er omfattet af kvotehandelsregulering. ETS2 bliver et særskilt kvotehandelssystem, hvor kvotepriser sættes uafhængigt af ETS1. Kravet om CO2-kvoter for brændstofleverandører træder i kraft fra 2027. I tilfælde af høje energipriser i 2026 kan EU udsætte ikrafttrædelsen til 2028. Baseret på de fremskrevne energipriser i sektorforudsætningsnotatet om priser og vækst vurderes priserne ikke at aktivere udsættelsesmekanismen, hvorfor ikrafttrædelsen i KF24 er sat til 2027, for mere information se sektorforudsætningsnotat - Priser og vækst.

Antallet af kvoter i ETS2 reduceres årligt på samme måde som for det eksisterende kvotehandelssystem, og kan kun handles på EU's kvotehandelsbørs. Kvoteprisen fremskrives af Finansministeriet og er nærmere beskrevet i KF24 forudsætningsnotatet priser og vækst.

3. Hvordan indgår forudsætninger og modeller i beregning af udledningerne?

I de efterfølgende kapitler dokumenteres de forudsætninger, der lægges til grund for fremskrivningen af udledningerne fra energiforbrug i husholdninger og erhverv samt procesudledninger i KF24. Som læsevejledning til disse mere detaljerede kapitler følger her afslutningsvis et kort overblik over de forudsætninger og modeller, der indgår i disse kapitler.

IntERACT-modellen bruges til fremskrivning af husholdningernes og erhvervslivets endelige energiforbrug. En kort beskrivelse af modellen til KF24 fremgår af kapitel 1.

De energirelaterede udledninger fra forbrugssektorerne stammer fra forbruget af fossile brændsler til energiformål. Generelt gælder, at sektorernes energiforbrug vil afhænge af:

1. Sektorens aktivitetsniveau (og den deraf afledte efterspørgsel efter såkaldte energitjenester¹)
2. Mulighederne for energieffektivisering
3. Mulighederne for at skifte teknologi/brændsel.

Procesudledninger er udledninger, som fremkommer som produkt af en kemisk proces, men er uafhængige af brændselsanvendelsen. Procesudledninger afhænger både af sektorens aktivitetsniveau samt produktion og/eller produktionstype (fx klinkerandelen i cementproduktion). F-gasser er en gruppe potente drivhusgasser, der bl.a. anvendes som kølemidler i køle- og fryseanlæg, i

¹ Begrebet energitjenester beskriver den ydelse eller funktion, som energiforbruget går til. For en yderligere beskrivelse af "energitjenester" se kapitel 1.2.1.

i varmepumper og som drivmiddel i medicinske astmainhalatorer mv.

Ift. forbruget af ledningsgas er det vigtigt at bemærke, at så længe mængden af grøn gas i ledningsgassen er under 100 pct. og mængden er bestemt ud fra støtteordningerne og dermed uafhængig af efterspørgslen efter ledningsgas, så vil en stigning eller fald i en sektors gasforbrug alt-andet-lige henholdsvis øge eller mindske udledningerne i andre gasforbrugende sektorer da VE-andelen i ledningsgassen påvirkes. Læs eventuelt også kapitel 3 om biogasproduktion i sektorforudsætningsnotat Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer.

Husholdninger

Husholdningernes energiforbrug består af energi til opvarmning og el til elforbrugende apparater. Den fremskrevne udvikling i husholdningernes *forbrug af energi til opvarmning* afhænger bl.a. af udviklingen i det samlede opvarmede areal, udviklingen i hvilken type bygninger folk bor i (fx etageboliger eller enfamilieshuse), samt udviklingen i bygningernes stand. Forudsætningerne for fremskrivningen af husholdningernes opvarmning i KF24 er beskrevet i kapitel 2.

Husholdningernes investeringer i energibesparende tiltag bestemmes endogent i KF ud fra bl.a. udviklingen i priser mv. Husholdningernes teknologivalg til opvarmning bestemmes også endogent i modellen ud fra potentialer for konverteringer til fjernvarme, teknologisk udvikling og ud fra udviklingen i priser mv.

Ud over energiforbrug til opvarmning har husholdningerne elforbrug en lang række forskellige apparater. Husholdningernes *elforbrug til apparater* bestemmes endogent i KF. Forudsætningerne knyttet til husholdningernes elforbrug er beskrevet i kapitel 3.

Serviceerhverv

Serviceerhvervenes energiforbrug omfatter først og fremmest energi til rumvarme samt el til belysning og elektronik og elektriske motorer inkl. ventilation og køling. Udviklingen i aktivitetsniveauerne i serviceerhvervene bestemmes generelt endogent i fremskrivningen ud fra den overordnede udvikling i BNP givet ved det generelle vækstforløb fra Finansministeriet. Udviklingen i energieffektivisering og skift af teknologi/brændsler bestemmes ligeledes endogent i fremskrivningen givet udviklingen i priser, teknologi, mv. For en beskrivelse af den generelle modellering af erhvervenes energiforbrug se kapitel 1 om IntERACT-modellen.

Datacentre forventes at udgøre en stigende andel af serviceerhvervenes elforbrug i fremskrivningsperioden. Udviklingen i *Datacentrenes elforbrug* afhænger af mange

andre parametre end energiforsyningen og fremskrives uden for modellen og indlægges som et eksogent elforbrug i Ramsesmodellen. Fremskrivningen af datacentrenes elforbrug er beskrevet i kapitel 4.²

Serviceerhvervene tegner sig endvidere for langt hovedparten af F-gas-udledningerne. Fremskrivningen af *F-gasudledningerne* og fordelingen af disse på sektorer er beskrevet i kapitel 7.

Fremstillingserhverv og bygge-anlæg

Energiforbruget i fremstillingserhverv og bygge-anlæg omfatter først og fremmest energi til høj-, mellem- og lavtemperatur procesvarme og rumvarme samt el til elektriske motorer (inkl. ventilation og køling). Ligesom for serviceerhverv bestemmes udviklingen i aktivitetsniveauer i fremstillingserhverv og bygge-anlæg generelt endogent i fremskrivningen.

En undtagelse er udviklingen i aktivitetsniveauet i cementproduktionen, der fastlægges som del af forudsætningerne og indgår eksogent i cement-modulet. Energi-effektiviseringer og brændselsmiks for cementproduktion bestemmes endogent i cement-modulet under hensyntagen til vurderinger af potentialer ift. fx udviklingen i forbruget af alternative brændsler og ledningsgas, og ud fra brændselspriser og rammevilkår, herunder fx afgifter. Ud over energirelaterede udledninger er der også procesudledninger knyttet til cementproduktion, og disse afhænger bl.a. af klinkerandelene i cementproduktionen. Forudsætningerne vedrørende aktivitetsniveau, brændselsmiks og klinkerandele i cementproduktionen er beskrevet i kapitel 5.

Energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri

Udviklingen i aktivitetsniveauet, der lægges til grund for fremskrivningen af energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri, kommer fra Landbrugsfremskrivningen fra Fødevarerøkonomisk Institut, som også ligger til grund for fremskrivningen af udledninger fra landbrugsprocesser og – arealer. Derudover indregnes grænsehandelseffekter fra *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022* for fiskeri på baggrund af tal fra Skatteministeriet. Forudsætningerne vedrørende energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri er beskrevet i kapitel 6.

² Elforbrug er ikke forbundet med udledninger i den forbrugende sektor, da udledningerne forbundet med el-produktion opgøres under el- og fjernvarmsektoren og affaldsforbrænding, men datacentrenes voksende elforbrug har betydning for det samlede danske elforbrug i fremskrivningsperioden.

Kapitel 1: IntERACT modellen

1.1 Hvad er IntERACT-modellen?

IntERACT-modellen bruges til fremskrivning af husholdningernes og erhvervslivets energiforbrug. Begrebet energitjenester er det centrale omdrejningspunkt i IntERACT, hvor energitjenester beskriver den ydelse eller funktion, som energiforbruget går til.

Formelt består IntERACT af en energisystemsmodel (TIMES-DK), som kobles til en generel ligevægtsmodel via et iterativt link, som sikrer absolut konvergens mellem de to modeller. TIMES-DK gør det muligt for IntERACT at fange den energiteknologiske sammensætning knyttet til virksomhedernes og husholdningernes energianvendelse ved at minimere de samlede tilbagediskonterede omkostninger for energisystemet frem til 2050. Således sikrer TIMES-DK, at omkostninger for de enkelte energitjenester i hver branche er minimeret gennem en portefølje af energiteknologiske løsninger og tilhørende energiforbrug fordelt på energivarer.

Integrationen af TIMES-DK med en generel ligevægtsmodel sikrer, at der tages højde for makroøkonomiske vækstforløb fra Finansministeriet og at økonomiske effekter fanges. Økonomiske effekter dækker over aktivitetseffekter (fx endogen erhvervsforskydning) samt prisseffekter (fx substitutionsmuligheder mellem energitjenester og andre produktionsinput). For udvalgte sektorer fastlægges aktivitetsniveau og/eller energiforbrug dog ud fra andre kilder – det gælder således bl.a. for datacentre, cementproduktion, og olie-gas indvinding.

I fremskrivningen af husholdningernes og erhvervslivets energiforbrug afstemmes udbud af og efterspørgsel efter el og fjernvarme imellem IntERACT-modellen og Ramses-modellen.³

For yderligere information om IntERACT-modellen se kilde [1] og [2] i kildelisten. I kapitel 1.2 herunder beskrives, hvordan IntERACT-modellen anvendes til KF24.

³ Ramses-modellen fremskriver produktionen af el og fjernvarme. Det skal her bemærkes, at forbrug af el og fjernvarme ikke er forbundet med udledninger i de forbrugende sektorer, idet udledninger forbundet med fjernvarmeproduktion i KF opgøres under el og fjernvarme samt affaldsforbrænding.

1.2 Hvordan anvendes IntERACT til KF24

1.2.1 Hvordan laves baselinen til KF24

Baselinen til Klimafremskrivningen fastlægges ved først at opdatere datagrundlaget for modellens parametre til seneste statistikår og nyeste fremskrivning af brændsels-, el- og fjernvarmepriser, CO₂-kvoteprisen⁴, afgifter og teknologidata.

I KF24 kalibreres modellen til seneste statistikår, som er 2019 for den generelle ligevægtsmodel, fordi den er baseret på I-O-tabel fra Danmarks Statistik [5]. For TI-MES-DK er det seneste statistikår 2022 baseret på Energistyrelsens energistatistik [3].

Herefter kalibreres IntERACT til følgende elementer i vækstforudsætningerne fra Finansministeriet⁵:

- BNP vækstforløb
- Forholdet mellem privat og offentligt forbrug låses til Finansministeriets vækstforløb.
- Udvikling i import, eksport og investeringer.

For landbrug, skovbrug, gartnerier og fiskeri samt for cementproduktion og raffinaderier laves særskilte branchefremskrivninger.⁶

1.2.2 Modeludvikling siden KF23

Ud over den generelle opdatering af input til modellen er følgende større områder i modellen forbedret siden KF23:

- For husholdninger og serviceerhverv modelleres bestanden af opvarmning i antal fyr og varmpumper frem for i MW som i KF23. Det gør det nemmere at følge udviklingen af konverteringer fra fx olie- eller gasfyr til varmpumper og fjernvarme.
- Ny politik er afspejlet herunder ETS II og de kommunale varmeplaner.

1.2.3 Kritiske antagelser og parametre i modellen

Der er mange væsentlige og kritiske antagelser og parametre, der er styrende for modelleringen af husholdningers og virksomheders energiforbrug og drivhusgasudledning. Nedenfor fokuseres på fire udvalgte:

⁴ Fremskrivningen af brændselspriserne og CO₂-kvoteprisen er dokumenteret i sektorforudsætningsnotat Priser og vækst i kapitel 1 Brændselspriser og kapitel 2 CO₂ kvotepris.

⁵ Læs yderligere om de anvendte vækstforudsætninger i sektorforudsætningsnotat Priser og vækst, kapitel 3: Økonomiske vækstforudsætninger.

⁶ Læs yderligere om cementproduktion i kapitel 5 og landbrug, skovbrug, gartnerier og fiskeri i kapitel 6 i dette sektorforudsætningsnotat.

- **Diskonteringsraten:** Diskonteringsraten i TIMES-DK er helt central for, hvordan aktørers adfærd spiller ind i den samlede minimering af tilbagediskonterede systemomkostninger. Energistyrelsen har antaget en selskabsøkonomisk diskonteringsrente på 10 pct. for virksomheder. Dette er bl.a. baseret på de høje krav til tilbagebetalingstider, som er observeret i virksomheder. For husholdninger er der ligeledes antaget en privatøkonomisk diskonteringsrente på 10 pct.
- **Teknologikataloger:** Potentialet for konverteringer samt omkostningen forbundet hermed er i høj grad afhængig af input fra teknologikatalogerne, hvorfor disse har stor betydning for det samlede resultat.
- **Modellering af træghed og adfærd:** Konverteringer er ud over selskabsøkonomiske betragtninger også bestemt af de antagelser, der er gjort for at fange træghed og adfærd i investeringsbeslutningen. Trægheden modelleres igennem diskonteringssatser, herunder hurdle rates samt vækstbegrænsninger i indfasningshastighederne af teknologi.⁷ Disse antagelser kan have en forholdsvis stor påvirkning på det samlede resultat.
- **Særskilte vurderinger af sektorudviklinger:** Energiforbrug og drivhusgasudledninger er i høj grad bestemt af behovet for energitjenester, der igen er afhængig af den økonomiske aktivitet for hver branche. Vurderingen af de forskellige branchers økonomiske aktivitet er således af stor betydning for det samlede resultat.

For yderligere beskrivelse af IntERACT-modellen samt dens parametre og antagelser se kilde [1], [2] og [4].

⁷ Læs eksempelvis mere om betydningen af hurdle rates i [4].

1.4 Kilder

[1] Yderligere IntERACT beskrivelser: <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/modeller>

[2] Dokumentation af IntERACT: <https://ens.dk/en/our-services/projections-and-models/models/documentation-interact>

[3] Energistatistikken 2022: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/energistatik_2022.pdf

[4] Exploring the role of households' hurdle rates and demand elasticities in meeting Danish energy-savings target.

Skrevet af: Kristoffer Steen Andersen, Catharina Wiese, Stefan Petrovic og Russell McKenna.

Udgivet i: Energy Policy, Volume 146, november 2020, 111785.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142152030505X>

[5] Danmarks Statistiks I-O tabeller: <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/oekonomi/nationalregnskab/input-output>

Kapitel 2: Husholdningernes opvarmning

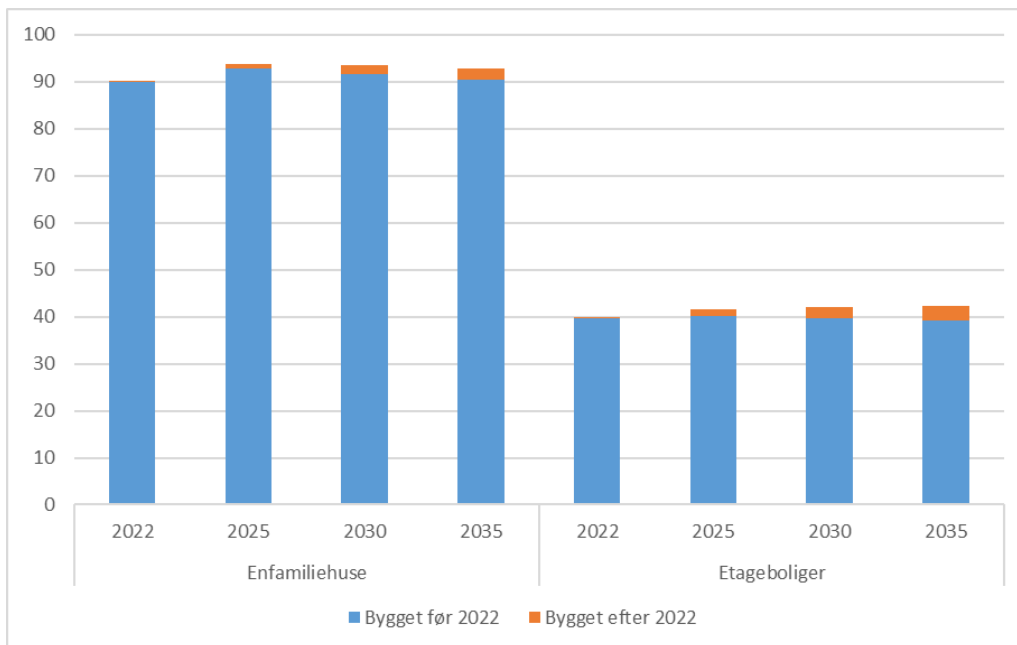
2.1 KF24 forløbet frem mod 2035

I kapitlet beskrives, hvordan energiforbruget til opvarmning af rum og varmt brugsvand fremskrives. Energitjenesten er husholdningerne ønske til et passende komfortniveau og kaldes for varmegrundlaget i kapitlet. Varmegrundlaget kan dækkes ved forbrug af energi eller ved energieffektiviseringer. Derudover bruges energi som følge af tab i varmeinstallationen, som ikke nødvendigvis er 100 pct. effektive. IntERACT-modellen beskriver, hvordan husholdningerne vælger en sammensætning af energi, energieffektiviseringer og opvarmningsteknologier, som kan dække varmegrundlaget. I det seneste statistikdækkede år måles varmegrundlaget som Energistatistikens nettoenergiforbrug. I fremskrivningsårene vil nettoenergiforbruget svare til det fremskrevne varmegrundlag fratrukket de energieffektiviseringer, der er sket siden udgangsåret. Det endelige energiforbrug er nettoenergiforbruget til lagt tab i varmeinstallationer.

Husholdningernes muligheder for at opfylde deres varmegrundlag afhænger af deres geografiske placering samt teknologiske og regulatoriske begrænsninger. Nogle husholdninger vil således kun have adgang til individuelle varmeløsninger (fx træpillefyr eller varmepumper), mens der for andre vil være mulighed for at dække varmegrundlaget både ved individuelle og kollektive varmeløsninger (ledningsgas eller fjernvarme). Dette er afspejlet i IntERACT-modellen.

Figur 2.1 viser det samlede fremskrevne varmegrundlag for hhv. enfamiliehuse og etageboliger for perioden 2022-2035, som indgår i KF24.

Figur 2.1: Samlet fremskrevet varmegrundlag for husholdninger (PJ).



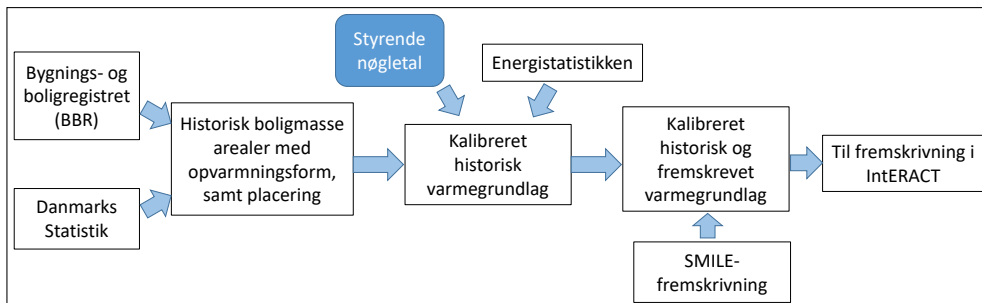
Som det fremgår af figuren, er det samlede varmegrundlag svagt stigende frem til 2025. Fra 2025 til 2035 er varmegrundlaget svagt faldende. Årsagen er et fald for eksisterende boliger, som ikke udlignes af stigningen i kommende boligernes varmegrundlag. Modsat ses der en samlet stigning for etageboliger, da opførelsen af nye mere effektive etageboliger er højere end nedrivningen af dem.

2.2 Metode og antagelser bag KF24 forløbet

2.2.1 Generelle antagelser og metode

Husholdningernes varmegrundlag bliver fastlagt ud fra af en række forskellige inputs. Figur 2.2 giver et overblik over metoden til fastlæggelse af det historiske og det fremskrevne varmegrundlag i husholdningerne, før dette efterfølgende fremskrives i IntERACT.

Figur 2.2 Overordnet metode til fastlæggelse af historisk og fremtidigt forventet varmegrundlag, der benyttes som input til fremskrivning i IntERACT.



Overstående kan opdeles i tre dele, der dækker hhv.

- Fastlæggelsen af den historiske boligmasse (opgjort i arealer og bygninger)
- Fastlæggelse og kalibreringen af det historiske varmegrundlag (opgjort i PJ)
- Fremskrivning af varmegrundlag med udgangspunkt i det historiske varmegrundlag

Afsnit 2.2.1.1 beskriver, hvordan boligmassen er klassificeret i IntERACT. Fastlæggelsen af den historiske boligmasse beskrives i afsnit 2.2.1.2, mens fastlæggelsen og kalibreringen af hhv. det historiske og det fremtidige varmegrundlag (herunder SMILE-fremskrivningen) beskrives i afsnit 2.2.1.3 og 2.2.1.4.

2.2.1.1 Klassificering af boligmassen i IntERACT

Til modellering af husholdningernes varmegrundlag er den samlede boligmasse i IntERACT klassificeret ift. region, geografiske placering ift. fjernvarmeområder, bygningstype og interval for bygningens alder:

- Region: Definerer elprisområder, og specificeres i Øst- og Vestdanmark⁸.
- Geografisk placering ift. fjernvarmevarmeområder: Defineres ud fra boligmassens placering ift. eksisterende centrale og decentrale fjernvarmeområder. Placeringen angiver tilgængeligheden af fjernvarme for boligen samtidig vil forskellig sammensætning af fjernvarmesystemer på tværs af fjernvarmeområder resulterer i forskellige priser for fjernvarme.

Det specificeres således, om den enkelte bolig enten ligger i eller uden for et centralt eller decentralt fjernvarmeområde. Boliger uden for fjernvarmeområder kategoriseres som værende i et individuelt varmeområde og dækker dermed de resterende geografiske områder, hvor fjernvarme ikke er tilgængeligt.

⁸ Jf. elprisområderne i Danmark, som benyttet af blandt andet NordPool [1].

Bemærk, at der i modellen tages udgangspunkt i eksisterende opbyggede forsyningsinfrastrukturer, samt at gasforsyning ikke udvides. Dermed vil eksisterende gasområder, fjerntliggende fra fjernvarme, kun kunne konvertere til individuelle opvarmningsløsninger. Det modelleres, om fjernvarmeselskaberne vil udvide fjernvarmeområderne tæt på de eksisterende net. Det udestår i skrivende stund at beslutte, hvordan kommunernes udmeldte fjernvarmeplaner skal modelleres.

- Bygningstyperne: Opdelingen i IntERACT er tilpasset Energistatistikens opdeling, og bygningstyperne er derfor defineret som enfamiliehuse og etageboliger. Bygningstypen specificerer blandt andet tilgængeligheden af forskellige teknologier, der kan dække varmegrundlaget for bygningerne, samt at bygningstyperne har forskellige omkostningsprofiler for opvarmningen. Med forskellige omkostningsprofiler menes, at etageboliger ofte få mere for pengene end enfamiliehuse gør pr. kW.
- Aldersintervallerne for den eksisterende boligmasse: Defineres ud fra boligernes opførelsesår. Den historiske boligmasse er defineret som boliger opført før året 2022, og den kommende boligmasse er defineret med opførelsesår efter 2022.

Tabel 2.1 opsummerer ovenstående kategorier.

Tabel 2.1 Klassificeringen af husholdningernes varmegrundlag i IntERACT

Region	Geografisk placering ift. fjernvarmeområde	Bygningstype	Aldersinterval
Vestdanmark Østdanmark	Central FJV	Enfamiliehuse	Før 2022
	Decentral FJV	Etageboliger	Efter 2022
	Individuel		

For hver af de 24 kategorier i tabel 2.1 bruges IntERACT-modellen til at beregne teknologiske løsninger, der kan levere varmen til boligerne. De konkurrerende teknologiske løsninger er varmepumper, fjernvarme, træpillefyr, gasfyr, oliefyr mm. og energiforbedrende tiltag.

2.2.1.2 Den historiske boligmasse

Den historiske boligmasse i IntERACT fastlægges ud fra oplysninger om geografisk placering, bygningsstørrelse, bygningstype (jf. klassificeringen i Tabel 2.1) samt nuværende opvarmningsform. Kilderne til disse oplysninger er især bygnings- og boligregisteret (BBR) samt Danmarks Statistik (DST).

BBR bruges til at definere de eksisterende boligens størrelse, bygningstype, fordeling af eksisterende opvarmningsformer for den eksisterende boligmasse samt bygningernes geografiske placering ift. fjernvarmeområder. Fjernvarmeområderne defineres som de fjernvarmeforsyningsområder, der er specificeret af Erhvervsstyrelsen i 'Plandata.dk' [2]. Om det enkelte fjernvarmeområde er centralt eller decentralt bestemmes ud fra Tabel 2.4 vist i dette kapitels bilag 2.1.

Bygningstypen omformuleres fra BBR-data til IntERACT-aggregering ud fra nøgle i tabel 2.2.

Tabel 2.2 Korrespondance mellem BBR (BygAnvendelse) og IntERACT (Bygnings-type)

BBR – BygAnvendelse	IntERACT - Bygningstype
110 (Stuehus til landbrugsejendom)	Enfamiliehuse
120 (Fritliggende enfamiliehus)	Enfamiliehuse
130 (Række-, kæde- eller dobbelthus (lodret adskillelse mellem enhederne))	Enfamiliehuse
140 (Etagebolig-bygning, flerfamiliehus eller to-familiehus)	Etageboliger
150 (Kollegium)	Etageboliger
160 (Boligbygning til døgninstitution)	Etageboliger
190 (Anden bolig til helårsbolig)	Etageboliger
510 (Sommerhus)	Enfamiliehuse

For at kunne aggregere boligmassen på dens nuværende opvarmningsform kobles forsyningsselskabers indmeldinger om leveret energi med den nuværende opvarmningsform på bygningsniveau oplyst af BBR. Koblingen sikrer, at de enkelte boligens opvarmningsform jf. BBR er anført rigtigt ift. teknologi og energivarer. Det understreges, at alle BBR-oplysninger ikke nødvendigvis har en oplyst opvarmningsform, samt at data fra forsyningsselskaber kan mangle. I tilfælde af manglende data er der blevet brugt en simpel statistisk metode til at imputere opvarmningsformen.

For at få en historisk boligmasse fordelt på hhv. bygningstype og geografi (regional placering og placering ift. fjernvarmeområder) benyttes tabellerne BOL103 og BOL104 fra Danmarks Statistiks statistikbank. Den historiske boligmasse indgår som input til IntERACT, så modellen også kan tilbageskrive til det seneste statistikår til brug for sammenligningen med Energistatistikken.

2.2.1.3 Det historiske varmegrundlag

Husholdningernes varmegrundlag er afhængigt af en række forskellige faktorer, deriblandt:

- Bygningstypen
- Størrelsen på boligen: Samlet antal opvarmede kvadratmeter
- Den nuværende stand af boligen: Varmekilder, isoleringsstandard, osv.
- Det gennemsnitlige antal beboere
- Påvirkningen fra eksterne parametre såsom klima (temperatur, solindstråling mm.)

Varmegrundlaget for den eksisterende boligmasse defineres på baggrund af de overstående faktorer, der blandt andet er defineret af BUILD [3], og som indgår som data i IntERACT.⁹ Dette kalibreres imod nettoenergiforbruget til opvarmning fra den seneste Energistatistik [4].

2.1.4 Fremskrivning af varmegrundlag

Fremskrivningen af husholdningernes fremtidige varmegrundlag tager udgangspunkt i udviklingen af den kommende boligmasse ift.:

- Bygningstype
- Deres samlede opvarmede areal
- Deres forventede stand

Energistyrelsen tager her udgangspunkt i en fremskrivning af boligmassen fra DREAM-gruppen baseret på deres 'SMILE-modellen' [5]. For mere information omkring SMILE-modellen henvises til afsnit 3.2.1.2 i kapitel 3 samt til DREAM-gruppens hjemmeside [5].

Fremskrivningen fra SMILE-modellen omfatter en fremskrivning af den gennemsnitlige boligmasse, som Energistyrelsen bruger til at fremskrive de bygningskategorier, der er defineret ovenfor. Udviklingen i boligmassen består af den eksisterende boligmasse tillagt nybyggeri og fratrukket nedrivning af eksisterende bygninger¹⁰. I SMILE er boligmassens udvikling et resultat af befolkningens efterspørgsel af boliger, baseret på blandt andet demografiske strukturer, uddannelse, arbejdsforhold, geografi og boligpræferencer.¹¹

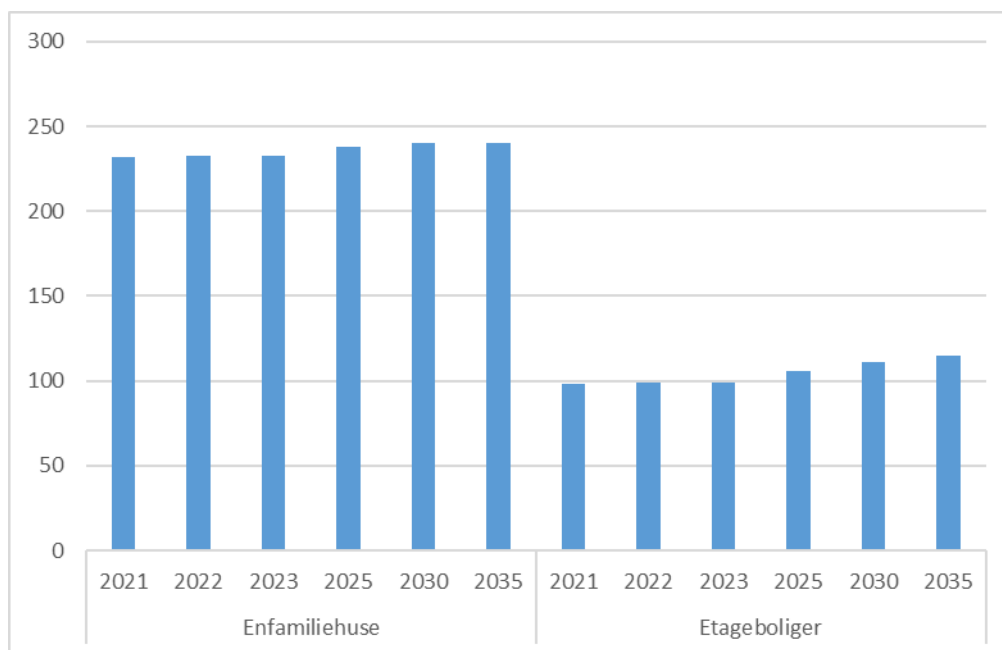
⁹ BUILD ved Aalborg Universitet har et beregningsprogram til beregning af bygningers energibehov.

¹⁰ Se bilag 2.3 for specifikation af den anvendte formel for nedrivningen af eksisterende boliger. Der er anvendes en årlig nedskrivningsrate på 0,0025.

¹¹ SMILE-modellen og IntERACT anvender ikke helt samme aggregering. Mapping mellem SMILE- og IntERACT-kategorierne er vist i Tabel 2.5 i bilag 2.

Figur 2.3 viser IntERACTs fremskrivning af det opvarmede areal fordelt på bygningstyper.

Figur 2.3 *Fremskrivning af boligmassens samlede opvarmede areal i IntERACT, mio.kvm.*



Det forventes, at boligmassens areal vil stige både fsva. enfamiliehuse og etageboliger – om end det skønnes at flade ud efter 2030 for enfamiliehuse jf. Figur 2.3. Der forventes en stigning i både det opvarmede areal for etageboliger og enfamiliehuse. For enfamiliehuse forventes den eksisterende boligmasses opvarmede areal langsomt at aftage grundet nedrivning.

Det bemærkes, at fremskrivningen i Figur 2.3 ikke er vist ift. fordelingen i aldersintervaller. Dette skyldes blandt andet, at SMILE-modellen ikke anvender samme fordeling i aldersintervaller som IntERACT. SMILE giver således kun de totale arealer fordelt på bygningstype og geografi.

Det fremskrevne varmegrundlag fastlægges på baggrund af de enkelte boligers størrelse, stand og anvendelse, og det kan fremadrettet enten dækkes af energibesparelser eller teknologier fx varmepumper eller fjernvarme. Metoden til definering af den nuværende stand og herunder energibesparelspotentialer for boligmasse er uddybet i en videnskabelig artikel fra Energy Policy [6].

Varmegrundlaget for den kommende boligmasse fastlægges blandt andet ud fra nedenstående forventede nettovarmebehov per kvadratmeter (bygningernes ener-

gieffektivitet), som er udarbejdet i samarbejde med BUILD. Tabel 2.3 viser forventede nettovarmebehov per millioner kvadratmeter for nybyggeri opført i 2022. Som det fremgår af tabellen er nybyggeri underlagt strengere bygningsstandardskrav, herunder ift. varmekonsum.

Tabel 2.3 Nyopførte boligers energieffektivitet opført i 2022

Bygningstype	Geografisk område	Bygningers energieffektivitet [PJ/Mm ²]
Enfamiliehuse	Decentral fjv.	0.185
Enfamiliehuse	Central fjv	0.153
Enfamiliehuse	Individuel opv.	0.185
Etageboliger	Decentral fjv.	0.156
Etageboliger	Central fjv	0.185
Etageboliger	Individuel opv.	0.166

Ved overstående beskrevne metode er det nuværende og kommende varmegrundlag defineret jf. Figur 2.1. Således bruges BBR og SMILE til at fremskrive boligkvadratmetre. Disse kvadratmetre har tilhørende varmegrundlag, der via bygningernes stand afgør nettovarmebehovet.

2.2.2 Frozen policy antagelser til KF24

I Tillægsaftale til Aftale om inflationshjælp og i Aftale om finansloven for 2024 er aftalt flere midler til afkoblingspuljen og fjernvarmepuljen. Dette og øvrige ændringer i tilskudspuljerne, herunder adskillelsen af bygningspuljen i en energieffektiviserings- og varmepumpepulje, indarbejdes, samt ændringer fra VE på land aftalen. Se overblik over puljemidler i bilag 2.4.

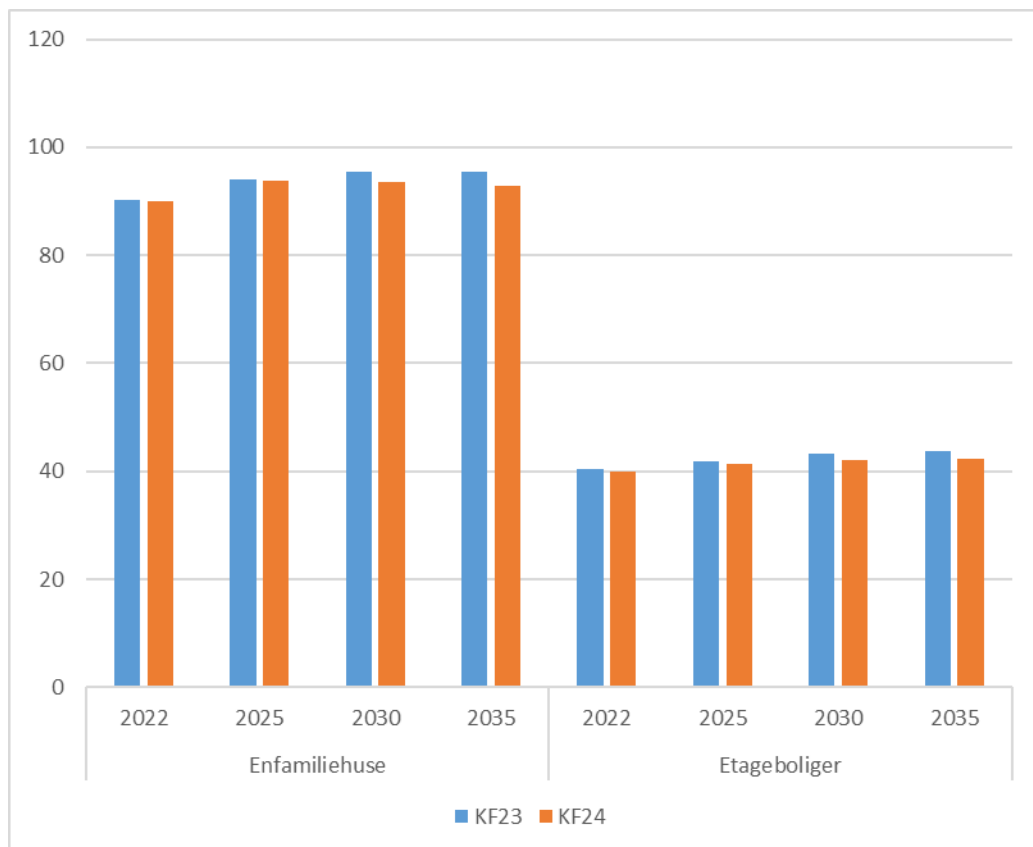
Aftalen fra *Klimaafale om grøn strøm og varme, 2022* omfattede krav om, at kommuner skulle udmelde, hvilke områder der kunne forvente at blive udbygget med fjernvarme. Mange af disse varmeplaner eksisterer, men det udestår at afgøre, hvordan de skal indarbejdes i fremskrivningen.

2.3 Kvalificering af KF24 forløbet

2.3.1 Sammenligning med KF23

Varmegrundlaget for husholdninger i hhv. KF23 og KF24 er vist i figur 2.4. Figuren viser det samlede varmegrundlag i udvalgte år fordelt på bygningstyper.

Figur 2.4 Sammenligning af samlede varmegrundlag for husholdninger i udvalgte år brugt i KF23 og KF24 opdelt på hhv. enfamiliehuse og etageboliger, PJ.



Som det fremgår af Figur 2.4, er der ikke væsentlig forskel i varmegrundlaget til hhv. KF23 og KF24 i 2025 men i 2030 og 2035 er det lidt lavere i KF24.

2.3.2 Usikkerhed

De anvendte Bygnings- og Boligregistret (BBR) data er en kilde til usikkerhed. I KF24 anvendes BBR-data til fremskrivning af husholdningernes varmegrundlag. Ifølge Bekendtgørelse om ajourføring af BBR har ejere af faste ejendomme har pligt til at påse, at den pågældende ejendom er registreret korrekt i BBR [17]. Dermed er det op til boligejerne selv at opdatere BBR. Egenindberetning kan medføre tvivl om, hvorvidt oplysninger, der bliver meldt til BBR, er opdaterede og korrekte fx ift. antallet af værelser eller skift af opvarmningsform mm. Det skal dog understreges, at graden af uoplyste eller ukorrekte informationer ifølge DST anses at være meget lille, grundet et tæt samarbejde imellem BBR-myndigheden og Folkeregisteret i de enkelte kommuner [8]. Dog er det en anerkendt udfordring, at især oliefyr er overvurderet i BBR. Som løsning hertil laves der i KF-sammenhæng fx en korrektion af antallet af oliefyrs installationer fra BBR ved at sammenholde BBR-installations-registeret med BBRs oplysninger for leveret olie, som er lovpligtigt oplyst af olieselskaberne. Registreringen af leveret energi er dog også forbundet med usikkerhed, men stemmer forholdsvis godt overens med oplysninger fra spørgeskemaundersøgelser.

BBR-parametre som opvarmningsform, energiforbrug og boligareal har en stor betydning for blandt andet fordelingen af opvarmningsformer ift. eksisterende kapaciteter i IntERACT. Endvidere kan disse parametre have betydning for, hvordan eksempelvis fjernvarme kan konverteres, samt hvorledes varmegrundlaget udvikles.

2.3.3 Planlagt udvikling fremadrettet

Modelleringen af opvarmningen er i skrivende stund ved at blive forbedret, så antallet af bygninger, og ikke kun arealet, indgår som et vigtigt input. Ændringen vil dels gøre modellen kvalitativt bedre, og dels erstatte den ad-hoc-efterberegning af fordelingen af bygninger på opvarmningsformer, der tidligere har være lavet.

I sidste års beregning blev foretaget en vurdering den økonomiske rentabilitet for udvidelse af fjernvarmeområder i nærheden af de eksisterende områder. Beregningen foretages også i år, men det overvejes i skrivende stund, hvordan der derudover skal tages højde for kommunernes udmeldte varmeplaner.

2.4 Kilder

- [1]: Nordpool. 2021. "Day-ahead overview". Nordpool. <https://www.nordpoolgroup.com/en/maps/#/nordic>
- [2]: Bolig og planstyrelsen. 2021. "Planinfo". Erhvervsstyrelsen. <https://planinfo.erhvervsstyrelsen.dk/plandatadk>
- [3]: BUILD. 2021. "BYGNINGERS ENERGIBEHOV". Aalborg Universitet. <https://build.dk/anvisninger/Pages/213-Bygningers-energibehov-6.aspx#/>
- [4]: Energistyrelsen. 2022. "Månedlig og årlig energistatistik". Energistyrelsen. <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energi-statistik>
- [5]: DREAM-gruppen. 2022. "SMILE". DREAM-gruppen. <https://dreamgruppen.dk/smile/>
- [6]: Kristoffer Steen Andersen, Catharina Wiese, Stefan Petrovic og Russell McKenna, "Exploring the role of households' hurdle rates and demand elasticities in meeting Danish energy-savings target", Energy Policy, Volume 146, November 2020, 111785, ISSN 0301-4215. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111785>
- [7]: Retsinformation. 2002. "Bekendtgørelse om ejeres pligt til at give oplysninger til Bygnings- og Boligregistret (BBR)". Retsinformation.dk. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2002/1028>
- [8]: Danmarks Statistik. 2021. "Præcision og pålidelighed", Danmarks Statistik. <https://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/statistikdokumentation/boligopgoerelsen/praecision-og-paalidelighed>
- [9]: Retsinformation. 2020. "Bekendtgørelse om tilskud til energibesparelser og energieffektiviseringer i bygninger til helårsbeboelse". Retsinformation.dk. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/1467>
- [10]: Retsinformation. 2020. "Bekendtgørelse om tilskud til individuelle varmepumper ved skrotning af olie- eller gasfyr (Skrotningsordningen)". Retsinformation.dk., <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/1415>
- [11]: Retsinformation. 2020. "Bekendtgørelse om tilskud til projekter vedrørende ud-ruining af fjernvarmedistributionsnet". Retsinformation.dk. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/2306>

[12]: Energistyrelsen. 2020 "Afkoblingsordningen", Energistyrelsen.
<https://ens.dk/service/tilskuds-stoetteordninger/afkoblingsordningen>

[13]: Finansministeriet. 2020, "Aftaler om finansloven for 2021", Finansministeriet.
<https://fm.dk/udgivelser/2020/december/aftaler-om-finansloven-for-2021/>

[14] Klima- energi- og forsyningsministeriet, 2018, "[Energiaftale](#) 2018".
<https://kefm.dk/media/6646/energiaftale2018.pdf>

[15] Klimaaf tale om grøn strøm og varme, 2022. "Klimaaf tale om grøn strøm og varme 2022 (Danmark kan mere II)".
<https://kefm.dk/Media/637920977082432693/Klimaaf tale%20om%20gr%C3%B8n%20str%C3%B8m%20og%20varme%202022.pdf>

[16] Energistyrelsen. 2022, "Skrotningsordningen", Energistyrelsen.
<https://ens.dk/service/tilskuds-stoetteordninger/skrotningsordningen>

[17] Retsinformation. 2022, "Bekendtgørelse om ajourføring af Bygnings- og Boligregistret (BBR)".
<https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2012/101>

Kapitel 2 bilag

Bilag 2.1 Centrale og decentrale fjernvarmeområder

Energiproducenttællingens (EPT) definition af centrale og decentrale områder benyttes til at klassificere om fjernvarmeområder i IntERACT er centrale eller decentrale.

Fjernvarmeområdet i IntERACT tilknyttes et specifikt fjernvarmenet i EPT, der dermed klassificerer varmeområdet i IntERACT til at være enten centralt eller decentralt.

Nedenstående tabel viser hvilke fjernvarmenet, der i EPT anses for at være centrale. Resterende fjernvarmenet anses som værende decentrale.

Tabel 2.4 EPT centrale fjernvarmenet, der knyttes til IntERACT fjernvarmeområder

Fjernvarmenet_Nr.	Fjernvarmenet Navn
2	Storkøbenhavns Fjernvarme
31	Kalundborg Fjernvarme
68	Rønne Fjernvarme
79	Odense Fjernvarme
81	TVIS
126	Esbjerg-Varde Fjernvarme
163	Herning-Ikast Fjernvarme
206	Århus Fjernvarme
217	Randers Fjernvarme
295	Aalborg Fjernvarme

Bilag 2.2 Kobling imellem SMILE-model og IntERACT

SMILE-modellens fremskrivning af boligefterspørgslen (på hhv. geografisk region, boligkategori, boligstørrelse, personer i husstanden) aggregeres til IntERACTs detaljeringsniveauer på følgende måde.

Tabel 2.5 IntERACTs aggregeringen af SMILE parametre

Parameter	SMILE aggregering	IntERACT aggregering
Geografisk region	København	Østdanmark
	Storkøbenhavn	Østdanmark
	Nordsjælland	Østdanmark
	Bornholm	Østdanmark
	Østsjælland	Østdanmark
	Syd- og vestsjælland	Østdanmark
	Fyn	Vestdanmark
	Sydjylland	Vestdanmark
	Østjylland	Vestdanmark
	Vestjylland	Vestdanmark
Boligkategori	Parcel	Enfamiliehus
	Række	Enfamiliehus
	Fritid	Enfamiliehus
	Etage	Etagebolig
Boligstørrelse (opvarmet areal)	0-39 m ²	
	40-59 m ²	
	60-79 m ²	
	80-99 m ²	
	100-119 m ²	
	119-159 m ²	
	160-199 m ²	
Personer i husstanden	200- m ²	
	1 person	
	2 personer	
	3 personer	
	4 personer	
	5 personer	
	6 eller flere	

Bilag 2.3 Nedrivningsrater for husholdninger i IntERACT

Eksisterende boligers areal nedskrives i takt med nedrivningsrate efter følgende formel:

$$KVA_{b,a,y} = NVA_{b,a,start} * (1 - \Omega_{b,a})^{y-y_{start}}$$

Lig. 1

KVA står for det kommende opvarmede areal for bygningstype b, i aldersinterval a, i år y. NVA står for det nuværende opvarmede areal i start året y_{start} , Ω er nedrivningsraten.

I IntERACT anvendes en årlig nedrivningsrate på 0,0025 af de eksisterende boligers areal.

Bilag 2.4 KF24 frozen policy for husholdningers opvarmning i IntERACT

For boligmassen i IntERACT er der generelt modelleret fire politikker, som tager hensyn til frozen policy. Dette dækker over nedenstående puljer:

- Bygningspuljen
- Skrotningsordningen
- Fjernvarmepuljen
- Afkoblingsordningen

Ovenstående puljer og ordninger blev for første gang åbnet i hhv. 2020 og 2021, og var dermed også repræsenteret i klimafremskrivning 2021, 2022 og 2023.

Bygningspuljen blev vedtaget med Energiaftalen 2018. Puljen er målrettet energibesparelser i helårsboliger og puljen giver blandt andet tilskud ved skift til varmepumper, isolering af klimaskærm samt optimering af boligers drift.

Med Klimaaftale om grøn strøm og varme [15] blev det besluttet at puljen målrettes:

- 1) Tiltag til konvertering fra olie-, gas- og biokedler, samt elvarme til varmepumper eller konvertering til varmepumper
- 2) Energibesparende tiltag.

Fordelingen mellem 1) og 2) vil være 70-30 af de allokerede midler i 2023 og fordeling af fremtidige år aftales efterfølgende.

Specifikt for varmepumper kan der i Bygningspuljen ikke gives tilsagn til helårsboliger beliggende i fjernvarmeområder eller områder besluttet udlagt til fjernvarme. Bygningspuljen afspejles blandt andet i IntERACT ved at give tilskud til konvertering fra ikke-varmepumpe-løsninger til varmepumpeløsninger, samt tilskud til energibesparende tiltag for boliger, der ikke ligger inden for fjernvarmeområder. Tilskud til energibesparende tiltag vil også være tilgængeligt inden for fjernvarmeområder. Størrelserne af tilskud er defineret efter de beskrevne tilskud i bekendtgørelsen angående energibesparelser og energieffektiviseringer i bygninger til helårsbolig [9].

Skrotningsordningen stammer fra Energiaftalen 2018, og blev fremrykket til 2020 som følge af Klimaaftale for Energi og industri mv. 2020. Ordningen giver tilskud til

virksomheder, der udbyder varmepumper på abonnement. Formålet er at nedsætte varmekundens initialinvestering på en varmepumpeløsning, når der konverteres fra (skrotter) enten olie- eller gaskedel til en varmepumpe. Ligesom for Bygningspuljen kan der ikke gives tilsagn til helårsboliger beliggende i fjernvarmeområder eller områder besluttet udlagt til fjernvarme [16].

Skrotningsordningen er implementeret i IntERACT ved at eksisterende olie- og gaskedler kan udskiftes til en investeringsmæssigt billigere leasing-varmepumpe. Investeringsbesparelserne er opsat efter de beskrevne tilskud i bekendtgørelsen angående tilskud til individuelle varmepumper ved skrotning af olie- eller gasfyr [10].

Fjernvarmepuljen giver støtte til udrulning af fjernvarmenet i nye fjernvarmeområder. Fjernvarmeselskabers konverteringsprojekter støttes med et fast beløb per husstand, for det antal husstande, der udgør minimumstilslutningen. Det forventes, at fjernvarmeselskaberne anvender støtten til at sænke forbrugerpriserne for de forbrugere, der tilslutter sig fjernvarmen.

I IntERACT fastsættes der en bestemt mængde rumvarme i de individuelle områder, der anses som særlig interessant for konvertering til fjernvarme. Disse vil have muligheden for at skifte til en fjernvarmeløsning med tilføjelse af et tilskud svarende til det, der er beskrevet i bekendtgørelsen for udrulning af fjernvarme [11].

Afkoblingsordningen gives til private husholdninger med et eksisterende gasfyr, som ønsker at skifte til en anden alternativ energitjeneste. Tilskuddet dækker afkoblingsgebyret, der skal betales til gasdistributionsselskabet, som svarer til ca. 8.000 kr. Tilskuddet kan gives på tværs alle overstående tilskudsordninger, som beskrevet af Energistyrelsen [12]. I IntERACT afspejles dette ved at nedsætte omkostningerne for at skifte fra gasfyr til en anden energitjeneste.

Ovenstående puljer, der blev vedtaget ifm. *Energiaftale 2018* og *Klimaafale for energi og industri mv. 2020*, har i forbindelse med *Finansloven for 2021* fået afsat flere midler både til udfasning af olie- og gasfyr, og Bygningspuljen [13]. Dette giver dermed en forhøjet økonomisk profil ift. de forskellige puljer, som er opsummeret i Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Økonomisk profil, tilskudspuljer til udfasning af olie- og gasfyr

Mio. kr.	2023	2024	2025	2026
Fjernvarmepulje	380,1	150	0	0
Skrotningsordning	38,2	5,2	23	23
Bygningspulje (varmepumpe og energieffektiviseringspuljen)	331,3	384,4	221,2	192,5
Afkoblingsordning	133,8	99,4	99,4	99,4
Samlede puljemidler i alt (ekskl. Afledt reduceret provenu)	793,4	530,1	343,6	314,9

Den samme økonomiske profil er også indsat i IntERACT, som loft på tilskuddene.

Kapitel 3: Husholdningernes elforbrug til apparater

3.1 KF24 forløbet frem mod 2035

Dette kapitel beskriver udviklingen i elforbruget til husholdningernes apparater i KF24. Kapitel 3.2.1 beskriver metode og antagelser samt drivkræfter bag udviklingen, i kapitel 3.2.2 konkluderer, at der ikke er vedtaget nye politiske tiltag fra 2024, som påvirker elforbruget fra husholdningernes apparat i KF24.

Forudsætningerne for husholdningernes elforbrug til apparater er ikke ændret ift. KF23. Elforbruget til apparater i KF24 vil dog blive påvirket af nyt økonomisk vækstforløb jf. sektorforudsætningsnotat Priser og vækst kapitel 3, opdatering af datagrundlaget til Energistatistik 2022 samt af elpriserne, der bestemmes endogent i fremskrivningen

3.2 Metode og antagelser bag KF24 forløbet

Fremskrivning af husholdningernes elforbrug til apparater sker vha. IntERACT-modellen¹² og er baseret på en række forudsætninger, der beskrives i dette kapitel. Husholdningernes forbrug af el-apparater i IntERACT inkluderer seks typer apparattjenester:

- Madlavning
- Køl og frys
- Belysning
- Vask og rengøring
- Computer
- Underholdning

Bemærk at elforbruget til varmepumper håndteres i kapitel 2, mens husholdningernes elforbrug til transport håndteres i sektorforudsætningsnotat Transport.

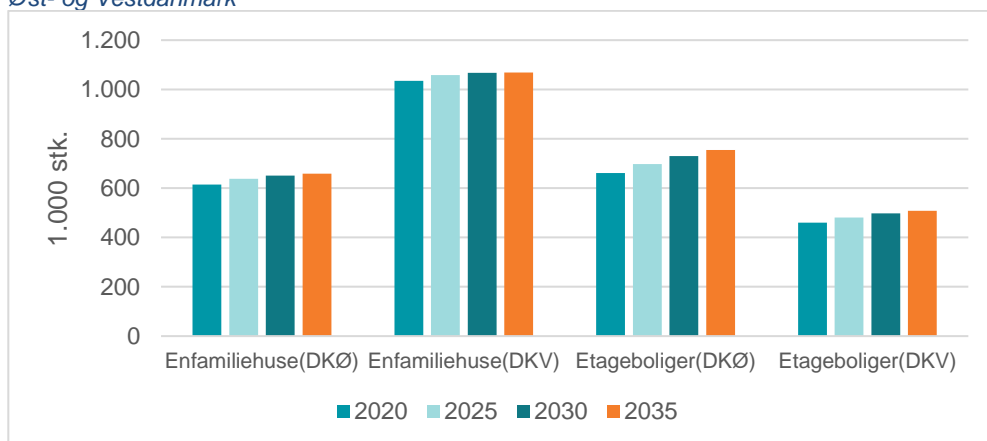
De primære drivkræfter i IntERACTs fremskrivning af husholdningernes forbrug af el-apparater er husholdningernes indkomst samt fordelingen af husholdninger mellem boligtyper. Ved fremskrivningen af el-apparat-bestanden skelnes der i IntERACT mellem to boligtyper, enfamiliehuse og etageboliger opdelt regionalt i Vest- og Østdanmark.

Figur 3.1 viser udviklingen i antallet af de to boligtyper, som vil blive lagt til grund for fremskrivningen af husholdningernes apparatforbrug i KF24. Som det fremgår af

¹² For en beskrivelse af IntERACT-modellen henvises til 1B KF24 modelnotat – IntERACT.

figuren, forudsættes antallet af husholdninger at stige frem mod 2035 i særlig grad for etageboliger i Østdanmark (DKØ).

Figur 3.1 Fremskrivning af antal husholdninger i KF24 for enfamiliehuse og etageboliger i Øst- og Vestdanmark



Kilde: SMILE-modellen.

Andre væsentlige drivkræfter i fremskrivningen af husholdningernes elforbrug til apparater omfatter udviklingen i apparatbestand per husholdning samt udviklingen i apparaternes effektivitet. Fastlæggelsen af disse tre typer forudsætninger samt hovedprincipperne i den efterfølgende IntERACT fremskrivning præsenteres i delkapitel 3.2.1 nedenfor.

3.2.1 Generelle antagelser og metode

I IntERACT-modellen drives udviklingen i elforbruget til apparater af en kombination af forudsætninger knyttet til:

- Apparatbestand
- Udviklingen i apparaternes effektivitet
- Husholdningernes efterspørgsel efter apparattjenester, som afhænger af priser og indkomst.

Den historiske apparatbestand og effektivitet samt fremskrivningen af apparaternes effektivitet er baseret på Elmodelbolig (se uddybende information om Elmodelbolig i afsnit 3.2.1.1 nedenfor). Fremskrivningen af apparatbestanden er drevet af antallet af husholdninger fra SMILE-fremskrivningen¹³ fordelt på enfamiliehuse og etageboliger opdelt i Danmark, øst og vest for Storebælt. Endelig har forudsætninger i form

¹³ 'SMILE-modellen' er DREAM-gruppens mikrosimuleringsmodel, der kan fremskrive og analysere langsigtede udviklinger i demografi, flyttemønstre, arbejdsmarkedstilhørsforhold, uddannelsesniveau, indkomst- og pensionsforhold og boligefterspørgsel. Det karakteristiske ved en mikrosimuleringsmodel er, at den tager udgangspunkt i enkelte individer fremfor grupper af individer. Læs eventuelt mere på DREAM-gruppens hjemmeside [4].

af indkomst- og substitutionselasticiteter i husholdningernes nyttefunktion betydning for deres anvendelse af apparater i IntERACT.

3.2.1.1 Elmodelbolig

Elmodelbolig er Energistyrelsens statistikværktøj for el-forbrugende apparater mm. i den danske boligsektor. Statistikværktøjet er baseret på spørgeskemaundersøgelser foretaget hvert andet år siden 1974. Hvert spørgeskema inkluderer ca. 2.000 husstande, som repræsentativt er fordelt over Danmarks boligtyper mv. Værktøjet opererer med ca. 30 apparattyper beskrevet ved deres udbredelse, anvendelsesfrekvens og brugsadfærd samt størrelses- og levetidsfordelinger. Ved fremskrivningen af nye apparaters effektivitet tager Elmodelbolig højde for effekten af EU's Ecodesign¹⁴ krav.

Apparattyper i Elmodelbolig aggregeres til seks overordnede apparattjenester i IntERACT. Aggregeringsnøglen fra Elmodelbolig til apparattjenester i IntERACT fremgår af Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Aggregeringsnøgle fra Elmodelbolig til apparattjenester i IntERACT

Madlavning	Belysning	Underholdning
Elbageovn	Lavenergipærer	Video
Elkogeplader	Lys-glødelamper	Stereoanlæg
Mikrobølgeovn	Lysstofrør	TVdiverse
Elkedel	Halogenpærer	Hobby_diverse
Emhætte	Diodepærer	Bluray.afspiller
Espressomaskine		DVD.afspiller
Kaffemaskine	Computer	Surround.sound.anlæg
Køl/frys	PCere	Kanalselector/.settopbox
Kombiskab	Bærbar.PC	LCD.TV.
Kummefryser	PCdiverse	Plasma.TV
Køleskab.m..boks	Inkjetprinter	LED.TV
Køleskab.u..boks	Laserprinter	CRT.TV
Skabsfryser	Scanner	Digital.fotoramme
Vask/Rengøring	Multifunktionsmaskine	Spillekonsol.-.Xbox
Opvaskemaskine	Trådløst.netværk	Spillekonsol.-.PS
Tørretumbler	Ekstern.harddisk	Spillekonsol.-.Wii
Vaskemaskine	PC-højttalere	Tablets
Støvsuger		Diverse

¹⁴ Ecodesign sætter krav til produktens energieffektivitet, når de bringes i omsætning i EU. Produkter omfattet af reglerne skal overholde mindstekrav til energieffektivitet, krav vedrørende andre væsentlige miljøforhold samt eventuelt krav til funktion og kvalitet.

Ved aggregering af bestanden af apparater fra Elmodelbolig tages der højde for, hvordan sammensætning af apparattyper inden for hver apparattjeneste ændrer sig over tid. Således tages der i IntERACT for eksempel højde for, at LED-TV fremadrettet vil udgøre en større andel af apparattjenesten underholdning, mens antallet af LCD-TV vil falde.

Bemærk, at forudsætninger i figurer og tabellen nedenfor er baseret på en opdateret version af Elmodelbolig fra oktober 2023. Data fra ElModelbolig indeholder historisk apparatbestand, faktisk apparatbestand i 2022 samt en fremskrivning af apparaternes effektivitet.

3.2.1.2 Apparatbestand i IntERACT

Tablet 3.2 nedenfor angiver forudsætninger knyttet til bestanden af apparater per apparattjeneste i 2022. Tallene er baseret på forudsætninger fra Elmodelbolig omkring den gennemsnitlige anvendelsesfrekvens for enfamiliehuse og etageboliger kombineret med tal for antallet af husholdninger fra Danmarks Statistik. Det forudsættes således, at der for eksempel er ca. 8,6 mio. madlavningsapparater i enfamiliehuse, hvilket dækker over elbageovne, elkogepåder, mikrobølgeovne, elkedler, emhætter, espressomaskiner og kaffemaskiner.

Tablet 3.2 Forudsætning omkring apparatbestand i 2022 (bestand i mio. per apparattjeneste)

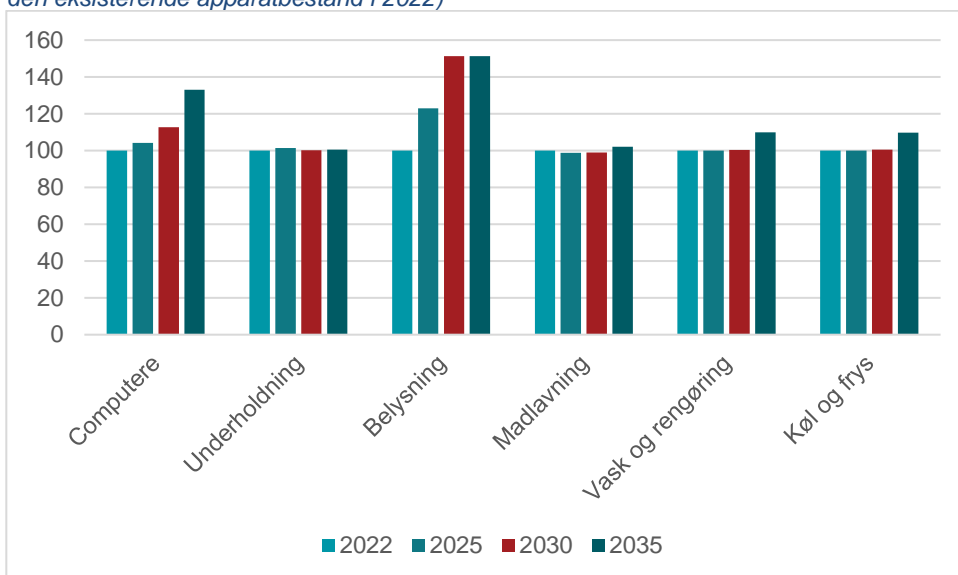
Apparattjenestegruppe	Etageboliger	Enfamiliehuse	Total
Computere	5,4	9,5	14,9
Underholdning	8,1	14,3	22,5
Belysning	13,4	38,1	51,6
Vask og rengøring	2,6	6,0	8,5
Køl og frys	2,1	4,1	6,2
Madlavning	5,2	8,6	13,9

Kilder: Elmodelbolig og Danmark Statistik (BOL101)

3.2.1.2 Udviklingen i apparaternes effektivitet i IntERACT

Det forudsættes i KF24, at apparater også fremadrettet vil blive mere energieffektive. Denne udvikling er i særlig grad drevet af gældende EU lovgivning (Ecodesign krav), som bl.a. betyder, at de mindst energieffektive produkter løbende fjernes fra det europæiske marked. Energieffektiviteten for nye apparater er baseret på Elmodelbolig. Figur 3.3 nedenfor illustrerer udviklingen i effektiviteten for nye apparater sammenholdt med den eksisterende apparatbestand i 2022. Det betyder, at 2022 (indeks 100) svarer til effektiviteten for den eksisterende apparatbestand i 2022. I de efterfølgende år afspejler indekset den relative effektivitetsforbedring ved køb af et nyt apparat i 2025 ift. effektiviteten af apparatbestanden i 2022.

Figur 3.3 Effektivitetsudviklingen for nye apparater i etageboliger (indeks 100 = effektivitet for den eksisterende apparatbestand i 2022)



Effektivitetsudviklingen for nye apparater fordelt på etageboliger og enfamiliehuse viser umiddelbart samme udvikling. Sammenholdt med effektiviteten af den eksisterende bestand finder den største effektivitetsforbedring af apparater sted for køl/frys, vask og rengøring samt for computere. Sammenholdes udviklingen i effektiviteten på tværs af enfamiliehuse og etageboliger fremgår det, at der generelt forventes en mindre effektivitetsforbedring for apparattjenesten i etageboliger ift. i enfamiliehuse. Dette afspejler, at der er relativt mange tørretumblere og fryserne i enfamiliehuse, og at der dermed er et større effektiviseringspotentiale ved at udskifte ældre og ineffektive apparater i enfamiliehuse til sammenligning med etageboliger.

3.2.1.2 SMILE-modellen

Som tidligere nævnt forudsættes efterspørgslen efter apparattjenester at være delvist drevet af antallet af husholdninger og deres fordeling på boligtype. Antallet af husholdninger er i fremskrivningen fastsat med input fra SMILE-modellen. SMILE er en dynamisk mikrosimuleringsmodel, som belyser livsforløbet for hvert enkelt nuværende og fremtidigt medlem af den danske befolkning. Der tages udgangspunkt i registerdata. Det betyder, at startbefolkningen repræsenterer den faktiske danske befolkning opgjort på individniveau, hvor hvert individ er tilknyttet en lang række karakteristika såsom uddannelse, arbejdsmarkedsstatus, familieforhold, bopælskommune og boligkarakteristika mv. Hver enkelt person i befolkningen udsættes årligt for en række forskellige hændelser, der eksempelvis kan være dødsfald, flytning, påbegyndelse af uddannelse eller skifte i arbejdsmarkedstilknytning. Hvis hændelsen vurderes at indtræffe, overgår den enkelte person til en ny tilstand. På denne baggrund dannes et livsforløb for hvert individ. For mere information omkring SMILE-modellen henvises til DREAM-gruppen [4].

Figur 3.1 i afsnit 3.2 viser udviklingen i antallet af husholdninger for henholdsvis enfamiliehuse og etageboliger i Øst- og Vestdanmark baseret på input fra SMILE-modellen og Danmarks Statistik. Som det fremgår af denne figur, forudsættes antallet af husholdninger at stige fra 2020 til 2035 med ca. 100.000 husholdninger. Antallet af husholdninger forventes at stige i både enfamiliehuse og etageboliger. Dog forventes væksten i etageboliger at overstige væksten i enfamiliehuse frem mod 2035.

3.2.1.3 Valg af elasticiteter

Indkomst og substitutionselasticiteter er baseret på *Estimation af forbrugssystem til IntERACT* [5], et konsulentprojekt udført i 2019. Konkret forudsættes en indkomstselasticitet for el til apparater på 0,13 og en partiel egenpriselasticitet på el-til-apparater svarende til -0,15. Det betyder, at en stigning i husholdningernes indkomst på 1 pct. alt-andet-lige øger efterspørgsel efter apparattjenester med 0,13 pct. Mens et fald i prisen på apparattjenester på 1 pct. alt-andet-lige medfører en vækst i efterspørgslen efter apparattjenester på 0,15 pct.

3.2.1.4 Kalibrering og efterfølgende fremskrivning i IntERACT

Det samlede elforbrug til apparater i husholdningerne baseres på den seneste Energistatistik [1], som fordeles ud fra antallet af apparater fra Elmodelbolig [2] og antallet af husholdninger i enfamiliehuse og etageboliger, øst og vest for Storebælt, baseret på Danmark Statistik [3] og SMILE-modellen [4].

3.2.2 Frozen policy antagelser til KF24

Forudsætninger i dette notat knyttet til fremskrivningen af apparaters effektivitet stammer fra Elmodelboligs version fra 2022.

3.3 Kvalificering af KF24 forløbet

3.3.1 Sammenligning med KF23

Sammenlignet med KF23 er der ikke væsentlige ændringer i forudsætningsgrundlaget for apparater i KF24. Det skønnes dog, at et lavere økonomisk vækstforløb (jf. sektorforudsætningsnotat Priser og vækst) alt-andet-lige vil bidrage til et svagt lavere elforbrug til apparater via en lavere husstandsindkomst. Ligeledes vil opdatering af datagrundlaget til Energistatistik 2022 kunne give anledning ændringer sammenlignet med KF23.

3.3.2 Usikkerhed

Ift. usikkerhed omkring elforbrug til apparater har følgende fire forudsætninger særlig betydning:

- Den fremtidige fordeling af antal husholdninger mellem enfamiliehuse og etageboliger. Denne fordeling bidrager til usikkerhed, fordi husholdninger i

etageboliger typisk ejer færre apparater og har et lavere elforbrug sammenlignet med husholdninger i enfamiliehuse. Relativt flere husholdninger i etageboliger bidrager dermed umiddelbart til et mindre elforbrug til apparater og tilsvarende omvendt.

- Den økonomiske vækst og deraf følgende husstandsindkomst kombineret med den estimerede indkomstelasticitet har væsentlig betydning for fremskrivningen af elforbruget til apparater i KF24.
- Hvordan husholdningernes forbrug afhænger af priser. Her vil særligt fremskrivningen af elprisen i KF24 have betydning for elforbruget.
- Energieffektiviteten for nye apparater bidrager til usikkerheden. Fremskrivningen tager udgangspunkt i gældende Ecodesign regulering. Nye strammere Ecodesign krav vil kunne reducere apparaternes elforbrug yderligere.

Da elforsyningen frem mod 2035 i stadig større grad forventes at være baseret på VE-teknologi, skønnes usikkerhed omkring husholdningernes apparatforbrug ikke direkte at påvirke de danske CO₂-udledninger. Indirekte kan reduktion i elforbruget til apparater bidrage til at reducere CO₂-udledninger knyttet til el-produktion i Danmark eller i udlandet. Derudover kan usikkerhed omkring husholdningernes apparatforbrug have betydning for den fremtidige forsyningsikkerhed.

3.4 Kilder

[1]: Energistatistik 2023 <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>

[2] Elmodelbolig, 2023. (fremskrivning af fordelingen mellem forskellige apparatyper og deres effektivitet). <https://electric-demand.dk/>

[3]: Danmark Statistik, BOL101, Tilgået oktober 16, 2023, <https://www.statistikbanken.dk/BOL101>

[4]: DREAM-gruppen. 2022. "SMILE". DREAM-gruppen, Tilgået november 12, 2023, <https://dreamgruppen.dk/smile/>

[5] T-T Analyse, 2019: Estimation af forbrugssystem til IntERACT https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/wp_18_interact_household_estimation.pdf

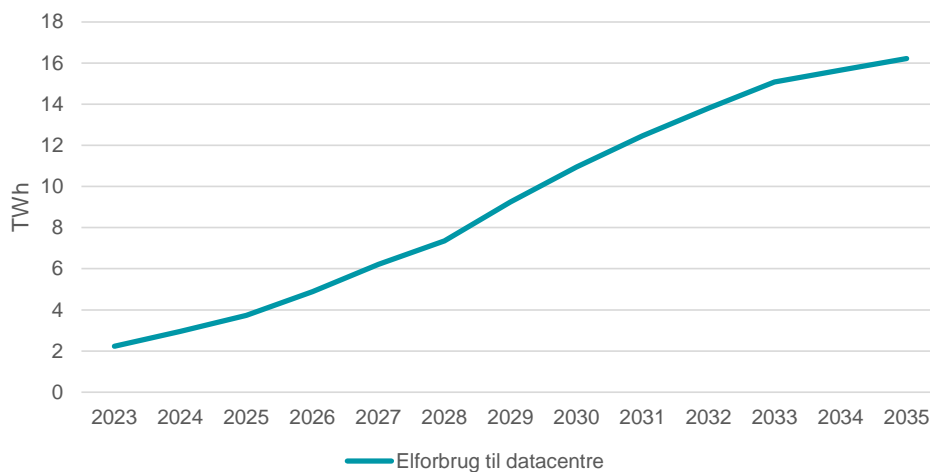
Kapitel 4: Datacentre

1. KF24 forløbet frem mod 2035

Frem til 2015 har datacentre været nærmest ikke-eksisterende i det danske energisystem, men en stigende global efterspørgsel efter datatrafik og stigende datamængder generelt har medført, at flere store og små aktører har fundet det nødvendigt at etablere datacentre.

Datacentre bruger relativt store mængder elektricitet. Figur 1 herunder viser den forventede udvikling i elforbruget til datacentre i KF24. Elforbruget forventes at stige væsentligt i hele perioden, men væksten forventes at aftage efter 2033. Samlet set vurderes det, at elforbruget til datacentre i Danmark vil stige til 16,2 TWh i 2035.

Figur 1: Fremskrivning af elforbrug til datacentre



Danmark vurderes umiddelbart at være et attraktivt sted at placere et datacenter. Danmark har gode dataforbindelser til resten af verden via internationale datakabler samt et attraktivt forretningsmiljø med få procedurer og et stabilt politisk miljø, som er med til at holde risici forbundet med store investeringer nede. Hertil har Danmark et velfungerende elmarked med høj forsyningssikkerhed og en høj VE-andel i elforsyningen, som kan give datacenteroperatørerne en mere grøn profil. Desuden tilbyder det danske klima relativt lave temperaturer, hvilket reducerer behovet for køling af serverbygninger.¹⁵

Datacentre inddeles typisk i disse typer efter størrelse:

¹⁵ Kilde til afsnit: COWI (2021).

- Enterprise datacentre (op til 10 MW) er ejet og drevet af private virksomheder og offentlige institutioner og er typisk placeret i virksomhedens egne bygninger.
- Co-location (op til 50 MW) drives af en professionel operatør, der udlejer plads, elektricitet og køling til andre virksomheder, som har behov for at få opbevaret data. Denne type kaldes også for et datahotel.
- Hyperscale har en størrelse på over 50 MW. Denne type tager lang tid at etablere og udvides typisk over en længere årrække. Der er foreløbig etableret tre hyperscale datacentre i Danmark: Meta (tidligere Facebook) i Odense, Apple ved Viborg og Google i Fredericia.

Udviklingen går i retning af, at stadig flere virksomheder flytter dataaktiviteter fra egne, mindre enterprise datacentre til de større co-location datacentre, som kan tilbyde bedre datasikkerhed samt sikre, at GDPR-lovgivningen overholdes i forbindelse med opbevaring af data.

2. Metode og antagelser bag KF24 forløbet

2.1 Generelle antagelser og metode

Fremskrivning af datacentrenes elforbrug er forbundet med stor usikkerhed, fordi aktørerne på markedet af konkurrencehensyn ikke er transparente om deres elforbrug. Energistyrelsen følger imidlertid udviklingen tæt og får løbende udarbejdet fremskrivninger af det forventede elforbrug til datacentre i Danmark. Energistyrelsens fremskrivning af elforbrug til datacentre i KF24 er baseret på to fremskrivninger, som anvender hver deres tilgang.

I januar 2021 angav COWI en forventet udvikling i elforbrug til datacentre frem til 2050 (COWI, 2021). Fremskrivningen er baseret på en vurdering af mængden af datatrafik globalt og hvor mange datacentre, der vurderes at placere sig i Danmark. Udviklingen er antaget lineær. Se bilag 5.1 for kort resume af rapporten. Denne tilgang vurderes efterhånden at være i den lave ende af udfaldsrummet. Nyere data fra Energinet peger på, at datacentrenes elforbrug kan stige hurtigere, end COWIs fremskrivning tilsiger.

Energinet har kendskab til nuværende datacenterprojekter og datacenterprojekter, der er på vej, men endnu ikke bygget, og fremskiver på baggrund af denne viden kapacitet og elforbrug til datacentre. Fremskrivningen opdateres årligt og er opdateret med nyeste viden i december 2023. Se bilag 5.2 for yderligere information. Den seneste opdatering indeholder et betragteligt højere forventet elforbrug på særligt mellemlang og lang sigt, end opdateringen fra december 2023. Denne tilgang vurderes som en øvre grænse for det forventede elforbrug, idet den angiver den kapacitet, der skal være til rådighed for datacentre i elnettet, men ikke nødvendigvis det elforbrug, som datacentrene kommer til at have. For datacentre er der nemlig stor

usikkerhed om, hvornår behovet for at udnytte kapaciteten opstår, da det i stor grad afhænger af, hvordan deres forretning udvikler sig.

Da COWIs fremskrivning af forventet elforbrug vurderes at være i den lave ende af udfaldsrummet, mens Energinets fremskrivning vurderes at være en øvre grænse i forhold til forventet elforbrug, forudsættes det, at elforbruget til datacentre til KF24 lægger sig midt imellem det lave forløb fra COWI's fremskrivning og det høje forløb fra Energinets fremskrivning.

På baggrund af COWIs analyse fra 2021 antages datacentre at have 8.760 fuldlast-timer på et år og deres elforbrug forventes således at være uflexibelt. Samme antagelse blev anvendt i KF23.

2.2 Frozen policy antagelser til KF24

Ikke noget specifikt at bemærke.

2.3 Udnyttelse af overskudsvarme fra datacentre

Udnyttelsen af overskudsvarme fra datacentre indregnes i KF24 via eksisterende såvel som kendte, fremtidige projekter og på baggrund af en generel antagelse om, at der på lang sigt vil blive udnyttet overskudsvarme fra datacentre. Se også Sektorforudsætningsnotat om el og fjernvarme.

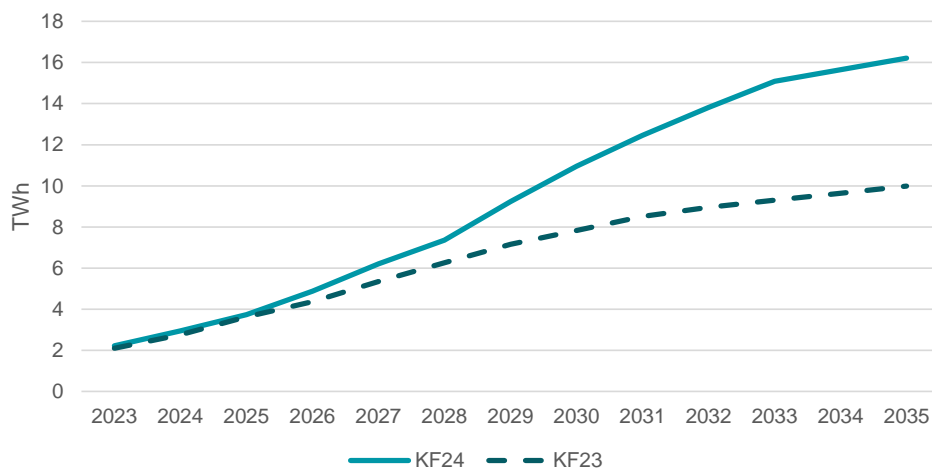
3. Kvalificering af KF24 forløbet

3.1 Sammenligning med KF23

Som det fremgår af figur 2, vurderes elforbruget til datacentre i fremskrivningsperioden at være lidt højere end i KF23 på kort sigt og betragteligt højere på lang sigt. Dette skyldes, at den seneste fremskrivning på baggrund af Energinets kendskab til datacenterprojekter er betragteligt højere på særligt mellemlang og lang sigt i forhold til fremskrivningen fra december 2023, som beskrevet i afsnit 2.1.

Det højere forventede elforbrug til datacentre skyldes, at der er nye datacentre med i fremskrivningen i forhold til sidste år, og at nogle operatører udvider datacentre, som allerede er en del af fremskrivningen. De nye datacentre er både af typen cloud datacentre (samme type som de eksisterende datacentre) og en ny type datacentre, der skal bruges til AI. Derudover indfases datacentrenes kapacitet hurtigere end tidligere, sådan at det nu antages, at et datacenter udnytter sin fulde kapacitet i løbet af fem til ti år mod tidligere over en periode på op til 20 år. Ændringen skyldes, at det nu vurderes, at datacentre ønsker at udnytte deres forretning hurtigere. Generelt afspejler det højere forventede elforbrug til datacentre et mere data-drevet samfund, og at vores databehov i Danmark og Europa bliver større og større.

Figur 2: Sammenligning med sidste års fremskrivning



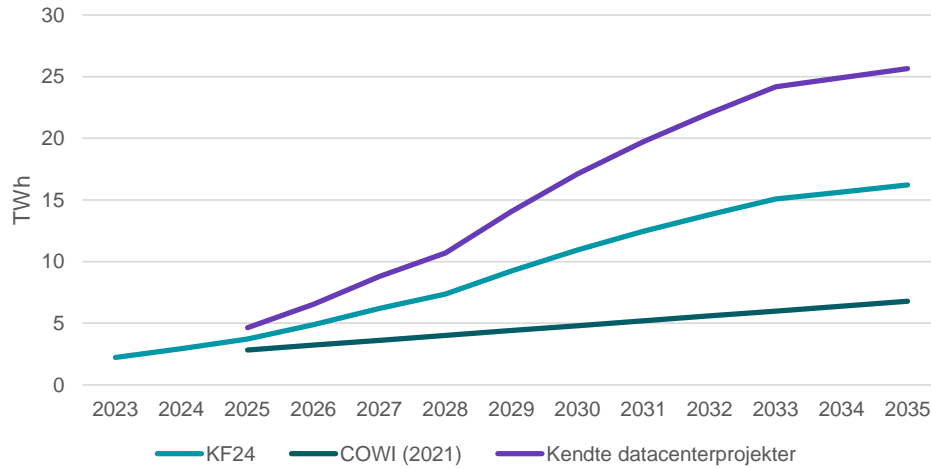
3.2 Usikkerhed

Der er stor usikkerhed forbundet med udbygningen af datacentre i Danmark. Det skyldes blandt andet, at udviklingen de seneste år har vist, at datacenterejerne hurtigt kan skifte fokus fra det ene land til det næste. Disse skift kan være baseret på forskellige parametre som fx elpriser, forsyningsikkerhed, økonomiske vilkår, internationale dataforbindelser og tilgængelighed af grøn strøm.

Herudover er der stor usikkerhed omkring den fremtidige teknologiske udvikling og betydning heraf på datacentrenes elforbrug og forbrugsprofil. Der er endvidere væsentlig usikkerhed forbundet med, hvor hurtigt et datacenter går fra at blive tilkøbt elnettet, og til at den fulde kapacitet bliver udnyttet.

Som nævnt i afsnit 2.1, så vurderes forløbet fra COWIs seneste fremskrivning fra 2021 at være et nedre skøn, hvorimod fremskrivningen på baggrund af Energinets kendskab til datacenterprojekter vurderes at være et øvre skøn for udviklingen af fremskrivningen. Figur 3 illustrerer spændet for elforbrug til datacentre i Danmark.

Figur 3: Udfaldsrum for elforbrug til datacentre



3.3 Planlagt udvikling fremadrettet

Fordi elforbruget fra datacentre placeret i Danmark vurderes at være af betragtelig størrelse, vil Energistyrelsen løbende holde øje med udviklingen.

4. Kilder

COWI. (2021). *Udviklingen af datacentre og deres indvirkning på energisystemet*. Energistyrelsen.

Hentet fra https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/cowi_-_udviklingen_for_datacentre_og_deres_indvirkning_paa_energisystemet.pdf

5. Bilag

5.1 Resume af COWI analyse fra 2021

COWI har for Energistyrelsen i slutningen af 2020 undersøgt den seneste forventede udvikling i elforbruget til datacentre i Danmark samt set indledende på muligheder for fleksibilitet i datacentrenes elforbrug og muligheder for at udnytte overskudsvarme fra datacentrene. Analysen skal ses som et tillæg til den tidligere analyse fra 2018.

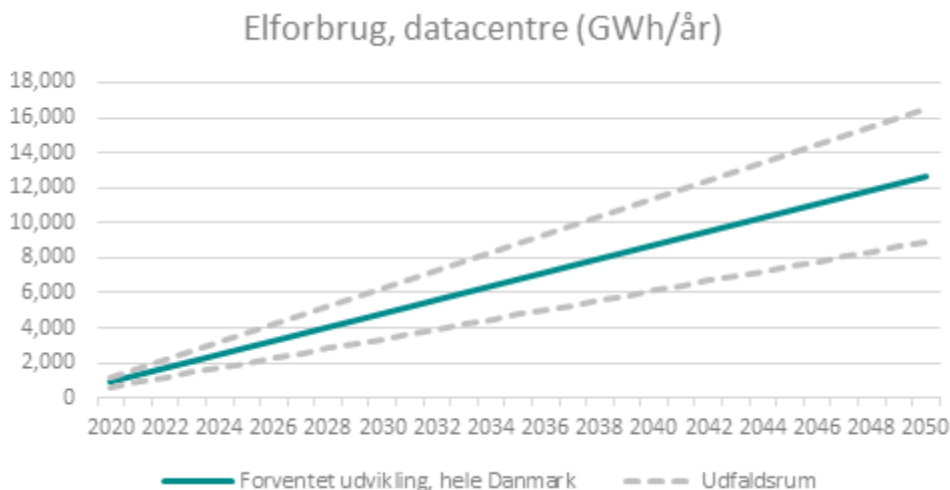
Ved hjælp af litteraturbaserede fremskrivninger af globale datamængder, tilgængelige internationale og nationale analyser om datacentre samt COWIs viden om datacentres karakteristika og parametre, der er afgørende for valg af datacentres placering, har COWI fremskrevet en langsigtet udvikling for elforbrug til datacentre i Danmark. Den langsigtede udvikling er baseret på en simpel lineær fremskrivning af antallet af datacentre, som tager udgangspunkt i den hidtidige udvikling og tilgængelig viden om allerede planlagte datacentre.

Da den tidligere analyse fra 2018 blev udarbejdet, var syv store datacentre planlagt i Danmark. Status primo 2021 er, at tre store datacentre er idriftsatte, mens planer om to store datacentre er trukket tilbage. Der er endnu ingen konkrete planer om at bygge de to resterende store datacentre, men planerne er heller ikke trukket tilbage. Herudover er der planer om at bygge nye datacentre. Der ser ud til at være en tendens i branchen til, at man går fra at opføre relativt få af de store datacentre og mod i stedet at opføre flere datacentre, mindre datacentre og datacentre, som er placeret tættere på slutbrugeren.

Elforbruget til datacentre forventes at stige kraftigt frem mod 2050. Det skyldes blandt andet, at den globale internettrafik generelt stiger, hvilket giver behov for, at datacentrene skal blive ved med at udvide deres serverkraft, og at Danmark fortsat forventes at være et attraktivt land for datacentre at placere sig i. Selvom elforbruget til datacentre forventes at stige, forventes det at være en del lavere end i den tidligere analyse fra 2018, fordi nogle af de dengang planlagte store datacentre nu er trukket tilbage.

Det samlede elforbrug fra datacentre forventes at være ca. 4,8 TWh i 2030, 8,8 TWh i 2040 og 12,7 TWh i 2050. Hvor den tidligere analyse fra 2018 opererede med flere scenarier for datacentres elforbrug, fokuserer den nuværende analyse på en lineær fremskrivning af elforbruget, svarende til hovedscenariet fra den tidligere analyse.

Figur 4: Forventet udvikling i elforbrug til datacentre i Danmark (GWh). Kilde: COWI.



COWI angiver en usikkerhed på den forventede udvikling i elforbruget til datacentre på +/- 30 pct. Usikkerheden er fastsat med inddragelse af internationale studier og begrundes blandt andet med, at hvis bare ét stort datacenter trækkes tilbage eller etableres, kan det resultere i en ændring svarende til 30 pct. af det fremskrevne elforbrug i 2040.

5.2 Metode bag Energinets fremskrivning af kapacitet og elforbrug til datacentre

Dette bilag beskriver, hvordan fremskrivningen af elforbrug til datacentre fremkommer på baggrund af Energinets kendskab til nuværende og kommende datacenterprojekter (oplysninger om kapaciteter, idriftsættelse, benyttelsestid, udbygningstid for datacentre mv.).

Kapacitet til datacentre

Behovet for kapacitet i elnettet til datacentres elforbrug er baseret på oplysninger om kommende datacentre, som stammer fra dialog med aktører og netvirksomheder. Større datacentre indgår i dialog med Energinet om at blive tilsluttet på transmissionsnettet. Mindre datacentre, som ønskes tilsluttet distributionsnettet, meldes ind til Energinet hvert kvartal af netvirksomhederne. Fremskrivningen omfatter små datacentre med kapacitet omkring 1 MW og op til store datacentre i hyperscalestørrelse.

Fremskrivningen af kapacitet og elforbrug til datacentre opdateres årligt og er opdateret med nyeste viden i december 2023. Fremskrivningen er lavet for 2023-2050, men der er ikke kendskab til nye projekter efter 2030, hvorfor fremskrivningen ikke tager højde for nye, ukendte projekter, der måtte komme herefter. Den fortsatte

stigning efter 2030 skyldes at datacentre, der allerede er en del af fremskrivningen, fortsat øger deres elforbrug.

Indfasning af kapacitet

Indfasningen af kapacitet antages at foregå lineært over en årrække, der afhænger af kendskabet til det specifikke datacenter. Der er generelt meget usikkerhed om indfasning af kapaciteten på datacentre. Indfasningstakten varierer meget og er afhængig af den information, der findes for de respektive anlæg. Energinet forventer fremadrettet, at datacentres kapacitet indfases over 5 til 10 år.

I tilfælde, hvor der er usikkerhed om idriftsættelsesåret, er der som udgangspunkt brugt 2025 for gruppe 2 datacentre og 2030 for gruppe 3 datacentre¹⁶. Hvis der ikke konkret viden om en forventet indfasningstakt, er der antaget 5 år for gruppe 2 datacentre og 10 år for gruppe 3 datacentre. Det resulterer i at gruppe 2 datacentre vil forbruge el med fuld kapacitet i 2030 og gruppe 3 datacentre i 2040.

I tråd med andre fremskrivninger og modelinputs, der bruges i forbindelse med Analyseforudsætninger til Energinet, bruges 1. januar hvert år som skæringsdato. Det vil sige at kun kapacitet, der er indfaset pr. 1. januar, forbruger i det pågældende år.

Omregning fra kapacitet til elforbrug

De indfasede kapaciteter omregnes til elforbrug under antagelse af 8.760 fuldlasttimer på et år. Antagelsen om antal fuldlasttimer fremgår af *Udviklingen af datacentre og deres indvirkning på energisystemet* (COWI 2021).

Der laves to fremskrivninger af elforbruget til datacentre. Den ene fremskrivning omfatter den fulde kapacitet, der er kendskab til, mens den anden fremskrivning tager hensyn til, hvor langt det enkelte anlæg er i projekteringsfasen. På den baggrund inddeles projekterne i tre grupper. De større datacentre inddeles afhængigt af hvor langt i tilslutningsprocessen, det pågældende anlæg er. Dette vurderes på baggrund af datacentrenes dialog med Energinet. Inddelingen i grupper for de mindre datacentre er baseret på netvirksomhedernes indmelding for status.

- Anlæg i **gruppe 1** er nettilsluttede eller har indgået nettilslutningsaftale (etableringsfasen) eller modningskontrakt (modningsfasen). I modningsfasen designes en konkret løsning og indhentes de nødvendige tilladelser, sådan at Energinet er klar til at stikke spaden i jorden og bestille nødvendige komponenter, når modningsfasen er afsluttet. Herefter indleder en nettilslutningsaftale etableringsfasen, hvor datacentrets anlæg nettilsluttes og nødvendige netforstærkninger etableres.
- Anlæg i **gruppe 2** har vist særlig interesse og er i screeningsproces (screeningsfasen). Det vil sige, at Energinet – med udgangspunkt i en konkret an-

¹⁶ For forklaring af grupper, se bilagets næste side.

lægsstørrelse og typisk en plan fra datacentrets side om forventet gradvis opskalering af elforbruget mod datacentrets ønskede kapacitet – anviser tilslutningspunkt og identificerer netforstærkninger, der er nødvendige for at kunne tilbyde datacentret deres ønskede kapacitet.

- Anlæg i **gruppe 3** har vist interesse og er i tidlig dialog med Energinet eller netvirksomhederne, men synes mindre sandsynlige på nuværende tidspunkt.

Der er yderligere et par datacentre, som har vist interesse, men som vurderes som så usikre, at de ikke indgår i fremskrivningen.

Desto længere et anlæg er i projekteringsfasen, jo større sandsynlighed er der for, at anlæggets fulde kapacitet realiseres. På den baggrund antages det i fremskrivningen, at 100 pct. af elforbruget til datacentre i gruppe 1 realiseres, mens 50 pct. af elforbruget til datacentre i gruppe 2 og 25 pct. af elforbruget til datacentre i gruppe 3 realiseres.

Sammenhæng mellem kapacitet og elforbrug til datacentre i fremskrivningen

Efter modningsfasen er afsluttet, kommer etableringsfasen, hvor der indgås nettilslutnings- og etableringsaftale med datacentret. Nettilslutningsaftalen er bl.a. en aftale om levering af konkret kapacitet samt om forventet udbygning af datacentret og gradvis opskalering af datacentrets elforbrug. Der er således ikke nødvendigvis behov for, at den fulde kapacitet er klar ved datacentrets nettilslutning. Datacentrets anlæg nettilsluttes og nødvendige netforstærkninger etableres. Datacentret betaler for omkostninger i etableringsfasen.

Når etableringsfasen er fuldført og anlægget er tilsluttet, har datacentret afholdt samtlige omkostninger, som Energinet vurderer nødvendige for at kunne indpasse datacentrets fulde ønskede kapacitet frem til og i den nærmeste station på relevant spændingsniveau¹⁷. Datacentret har derfor en rimelig forventning om, at kapaciteten er til rådighed, når de har behov for den.

For datacentre er der dog stor usikkerhed om, hvornår behovet for at udnytte kapaciteten opstår, da det i stor grad afhænger af, hvordan deres forretning udvikler sig. De voksende datamængder og det deraf følgende stigende behov for opbevaring og behandling af data, kan gå både langsommere og hurtigere end forventet. Energinet er nødt til at sikre, at datacentrets ønskede kapacitet er til rådighed til enhver tid. Hvis Energinet ikke sikrer dette og afgiver kapaciteten til andre netkunder, risikerer datacentret at skulle vente op mod 5 år på yderligere netudbygninger, før de kan benytte den kapacitet, de har betalt for at have adgang til.

¹⁷ Hvis der kræves udbygning eller forstærkning i det bagvedliggende elnet, afholder Energinet omkostningerne hertil via tariffene.

Det vil sige, at kapaciteten skal være til rådighed, men det er ikke nødvendigvis det samme, som at kapaciteten bliver udnyttet fuldt. Det er ikke sikkert, at elforbruget i denne fremskrivning realiseres. Men kapaciteten, som tillader elforbruget, skal være til rådighed.

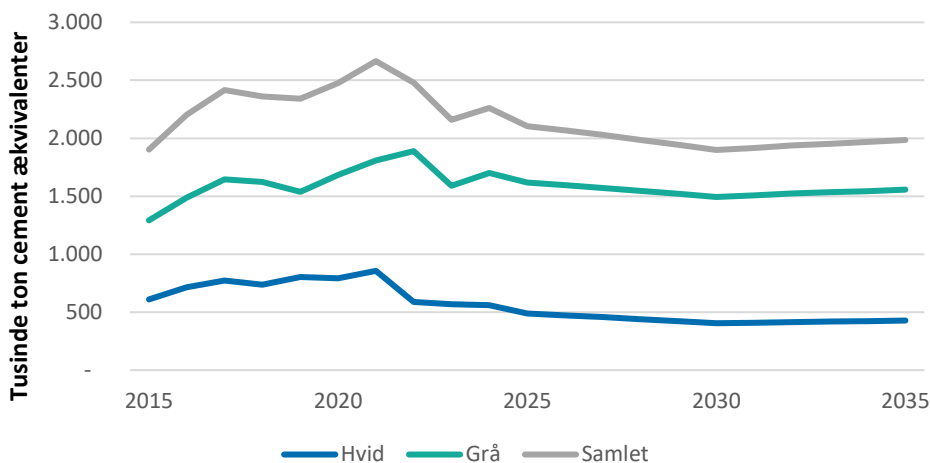
Kapitel 5: Cementproduktion

5.1 KF24 forløbet frem mod 2035

Dette kapitel beskriver hvilke forudsætninger for cementproduktion, der forventes anvendt i forbindelse med Klimastatus- og fremskrivning 2024. Udledninger fra cementproduktion vil bl.a. afhænge af produktionsniveauet, brændselssammensætningen og produktkarakteristika som fx klinkerandelene i cementproduktionen. Fremskrivningen af aktiviteten er baseret på effektivurdering fra Grøn Skattereform.

Figur 5.1 præsenterer det fremskrevne produktionsniveau for hhv. grå og hvid cement til KF24. Baggrunden for den anvendte udvikling i cementproduktionen præsenteres i afsnit 5.2.1.1 i kapitlet.

Figur 5.1: Forventet cementproduktion i Danmark i KF24.



Den forventede udvikling i brændselssammensætning og klinkerandelene i KF24 præsenteres i afsnit 5.2.1.2 og 5.2.1.3 i kapitlet.

Sammenlignet med KF23 forudsætningerne for cementproduktion er den væsentligste ændring et opdateret datagrundlag bl.a. med 2022 og forventninger til 2023 produktionsniveauer. Resultatet var en væsentlig mindre produktion af hvid cement i 2022 end forudsat i KF23, idet salget af hvid cement til det amerikanske marked er flyttet fra Aalborg Portland i Danmark til søsterselskaber udenfor Danmark [10],

samt produktion af grå cement i de 3 første kvartaler af 2023 har leveret på et lavere niveau end 2022¹⁸.

For yderligere sammenligning af KF24 og KF23 forløbene henvises til afsnit 5.3.1.

Bemærk endvidere at mulige reduktionsmuligheder i cementproduktion gennem CCS ikke indgår særskilt her, men CCS beskrives generelt i sektorforudsætningsnotatet CCS.

5.2 Metode og antagelser bag KF24 forløbet

Ved cementproduktion udledes både drivhusgasser relateret til forbruget af fossile brændsler (dvs. energirelaterede udledninger) og til selve produktionen (dvs. procesudledninger). De energirelaterede udledninger fra cementproduktion i Danmark henføres til forbrug af fossile brændsler som bl.a. petrokoks, kul og alternative brændsler, såsom industriaffald og spildevandsslam.

Procesudledninger fra cementproduktion opstår fordi kalcinering af kalk til produktion af cementklinker – som anvendes til cementproduktion – frigiver CO₂. Andelen af cementklinker i producerede cementtyper påvirker derfor de samlede drivhusgasudledninger ved cementproduktion. I Danmark produceres i dag to typer cement hhv. hvid og grå cement. De to cementtyper adskiller sig fra hinanden (ud over farveforskellen) ved at have forskellige andele af cementklinker og brændselskrav. Andelen af cementklinker udgør ca. 88 pct. for grå cement og ca. 97 pct. for hvid cement. Der findes kun én producent i Danmark, Aalborg Portland, som i gennemsnit over de seneste 5 år har produceret mellem 1,5 og 1,9 millioner ton grå cement og mellem 0,6 og 0,9 millioner ton hvid cement.

Cementproduktion bliver behandlet som en særskilt branche i KF, da udledningerne fra cementproduktion udgør ca. 4 pct. af udledningerne i 2022 i Danmark, jf. KF23. I Danmark produceres cement kun af Aalborg Portland, som er den største punktudleder i Danmark. Fremskrivningen af energiforbrug og drivhusgasudledninger for cementproduktion i Danmark baseres derfor udgangspunktet på oplysninger og antagelser om Aalborg Portlands produktion.

Selve modellen til fremskrivning af energiforbrug og drivhusgasudledninger fra cementproduktion i Danmark er præsenteret i bilaget (jf. afsnit 5.5).

¹⁸ Kvartal rapportering fra Cementier https://www.cementirholding.com/sites/default/files/documenti/2023-11/9M%202023%20Results%20presentation_6%2011%202023.pdf

I de følgende underafsnit beskrives mere indgående metode samt antagelser og forudsætninger vedrørende produktionsniveau, brændselssammensætning og klinkerandel, som udgør de udslagsgivende faktorer ift. de samlede udledninger ved cementproduktion.

5.2.1 Antagelser vedr. produktionsudvikling, brændselssammensætning og klinkerandele

5.2.1.1 Forudsat udvikling af cementproduktion i Danmark

Aktiviteten i cementbranchen er i KF24 primært bestemt ud fra de beregninger af struktureffekter der blev anvendt i forbindelse med *Aftale om grøn skattereform for industri mv.* fra 2022. De beregnede struktureffekter er i aftalen opgjort på baggrund af samme modelapparat som er anvendt til Ekspertgruppen for en grøn skattereforms første delrapport. Effekter på erhvervsstrukturen udgøres dels af grænsehandelseffekter, dels af forskydning af produktion fra CO₂-intensive virksomheder mod ikke-CO₂-intensive, herunder via udflytning af produktion. I samarbejde med Skatteministeriet er det valgt, at struktureffekten i grundforløbet indregnes som en procentvis reduktion i produktionen ift. den forventede baseline før aftalen. Aktivitetsniveauet bestemt med denne metode vil blive suppleret af følsomhedsberegninger. Figur 5.1 i starten af kapitlet viser den forudsatte aktivitet i cementbranchen i Klimafremskrivningen 2024.

Beregningsmetode til opgørelse af effekter i regi af grøn skattereform er beskrevet i et dokumentationsnotat, der er offentliggjort i tilknytning til Ekspertgruppens første delrapport¹⁹. De præcise struktureffekter, som er beregnet ved denne metode er beskrevet i et særskilt notat²⁰.

Der er en historiske nedgang i produktionen af hvid cement i 2022, der forventes at være permanent, derfor korrigeres fordelingen af cementtyperne for at følge den strukturelle effekt jf. Grøn skattereform. De langsigtede antagelser i Grøn skattereform om CO₂ reduktioner bibeholdes, men der korrigeres for fald i produktion af cement på kort sigt og approksimeres til at følge grøn skattereform i 2030. For hvid cement ses et permanent fald, som følger af ændringer i det internationale marked. Grå cement ligger på et mere stabilt niveau, dog med en mindre reduktion mod 2030, som følger af Grøn skattereform.

¹⁹ Ekspertgruppen for en grøn skattereform (2022): "Dokumentation og følsomhedsberegninger af effekter for erhverv og rumvarme". Dokumentationsnotatet kan findes på Skatteministeriets hjemmeside, skm.dk.

²⁰ https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/skm_notat_om_effekter_af_aftale_om_groen_skattereform_for_industri_mv_til_kf23.pdf

5.2.1.2 Forudsætninger for udviklingen i brændselssammensætningen

De energirelaterede udledninger fra cementproduktion varierer på baggrund af, hvilke brændsler der anvendes i produktionen. Brændselssammensætningen i cementovnene bestemmes bl.a. af:

- 1) Cementtypen, *jf. ovenfor*, og de tekniske muligheder for anvendelse af forskellige brændsler til hhv. grå og hvid cement,
- 2) De relative priser på mulige brændsler, herunder afgifter samt af CO₂-kvoteprisen og tilgængeligheden af de enkelte brændsler,
- 3) Den brændselssammensætning, der ligger til grund for fremskrivningen modelleres ud fra disse faktorer endogent i Energistyrelsens cementmodul i IntERACT-modellen.

I dag anvender Aalborg Portland primært petrokoks til produktion af hvide cementklinker, sammen med en lille andel alternative brændsler og en smule fast biomasse i form af savsmuld, samt kød- og benmel. Energiforbruget til produktion af grå cementklinker udgøres af alternative brændsler, kul, en mindre andel petrokoks og fast biomasse. Forskellen skyldes, at der er strengere krav til brændslerne til hvid cement, da de ikke må farve det hvide kridt, end der er til grå cement. I forbindelse med hvid cementproduktion er der fx også krav til certificering af denne cementtype, bl.a. med et maksimalt indhold af jern i den færdige cementblanding, som gør det vanskeligt at omstille til alternative brændsler som industrielt affald. Nedenfor uddybes antagelser vedr. alternative brændsler og biomasse, da netop disse er meget forskelligartede brændsler, og kræver ekstra opmærksomhed ift. udnyttelse til cementproduktion.

Alternative brændsler

Nedenstående afsnit vurderes løbende med input fra industrien

Alternative brændsler er kendetegnet ved ikke at være produceret med hensigten at blive anvendt som brændsler. Det er ofte industriaffald, dækchips, tørret spildevandsslam, samt kød- og benmel. Da der er relativt høje omkostninger forbundet med bortskafning og/eller genanvendelse af disse typer brændsler er prisen ofte relativt lav ift. alternativerne som fx kul. Idet disse typer alternative brændsler ikke er designet til afbrænding i en cementovn, kræves der mekanisk håndtering og præparering af brændslerne, inden de kan afbrændes.

Forsyningen af alternative brændsler kan være ustabil og indholdet varierende. Dette kan udgøre en udfordring i cementproduktionen, idet nogle alternative brændsler øger koncentrationen af uønsket kemi, som kan skade klinkerprocessen. Desuden udgør hensyntagen til regler for maksimalt indhold af kemiske stoffer i slutproduktet, fx klor, en væsentlig barriere for øget udnyttelse af alternative brændsler.

Emissionsfaktoren for alternative brændsler hos Aalborg Portland varierer mellem 40-51 kg CO₂/GJ de seneste tre år ifølge EU's CO₂-kvoteregister [9]. Til sammenligning udleder naturgas 56,6 kg CO₂/GJ. Visse dele af de alternative brændsler som fx tørret spildevandsslam og kød- og benmel regnes for biogent og dermed CO₂-neutralt. Ifølge Aalborg Portland produceres den grå cement i dag med cirka 50 pct. alternative brændsler. Tilsvarende produceres den hvide cement med omkring 6-7 pct. alternative brændsler i dag. De øvrige brændsler der anvendes til produktionen af både hvid og grå cement har en emissionsfaktor væsentlig over den for alternative brændsler. Derved er udledningerne fra energiforbruget pr. produceret cementenhed betydeligt større for hvid cement end for grå cement.

Forbruget af industrielt affald, også kaldet RDF eller SRF, bestemmes endogent i modellen, med et separat mindsteforbrug for grå og hvid cement. Grundet forventninger om en fremtidig konkurrencedygtig pris på industrielt affald, samt investeringsplaner hos Aalborg Portland ift. håndtering og udnyttelse af industrielt affald, forventes dog et højere forbrug end mindsteforbruget.

Der er bag den præsenterede udvikling forudsat, at gevinster ved øget brug af alternative brændsler, hovedsageligt gennem lavere brændselsrelaterede omkostninger, overstiger meromkostningerne. Der er stor usikkerhed forbundet med skøn for prisudviklingen for alternative brændsler samt omkostningerne forbundet med anvendelse af alternative brændsler, hvorfor der vil blive foretaget en følsomhedsanalyse på andelen af alternative brændsler.

Biomasse

Nedenstående afsnit vurderes løbende med input fra industrien

Biomasse kan anvendes til cementproduktion, men er, ligesom alternative brændsler, traditionelt set ikke blevet anvendt grundet den kemiske kompleksitet i cementproduktion, og er herudover også et forholdsvist dyrt brændsel. Dog er det defineret som CO₂-neutralt, hvorfor udnyttelsen er stigende på verdensplan.

Aalborg Portland anvender i dag cirka 2,5 pct. fast biomasse i form af savsmuld, træchips og andet rest-træ, ud over den biomassefraktion, der er indeholdt i alternative brændsler. Biomasseforbruget til hvid cementproduktion er begrænset af, at krav til farven gør, at hovedsageligt savsmuld kan anvendes. For grå cementproduktion kan flere typer biomasse anvendes.

Det forudsættes, med stor usikkerhed, at Aalborg Portland fortsat forsøger at øge anvendelsen af fast biomasse. Forbruget i modellen forudsættes derfor at stige til ca. 7 pct. i 2030.

Ledningsgas

Der har ikke tidligere været anvendt gas som brændsel til cementproduktion i Danmark. Årsagen hertil er ikke tekniske hensyn, men at der ikke har været trukket en gasledning til cementfabrikken. Aalborg Portland har dog fået etableret ledningsinfrastruktur til skel ved Evida i 2023. Aalborg Portland binder sig ikke umiddelbart til et specifikt forbrug af ledningsgas. Et forbrug af gas i ovnlinjerne vil kræve en ombygning, hvor der installeres det nødvendige udstyr og brændere til at håndtere og brænde gassen i roterovnen, ledningsføring fra skel til ovne, samt andet gas-infrastruktur, men gas vil kunne anvendes til produktionen af både hvide og grå cementklinker. Indpasning af gas vil dog også ændre partikel- og kemiforhold i ovnene, hvorfor det vil kræve tests for at sikre, at cementklinkersammensætningen fortsat overholder diverse standarder.

Efter dialog med Aalborg Portland vurderes det med stor usikkerhed, at virksomheden trinvis vil starte med at ombygge produktionen i løbet af 2025 og 2026. Det antages, at hele Aalborg Portlands produktion fra 2027 teknisk vil kunne dækkes af ledningsgas som brændselsinput. Det vil desuden være muligt at skifte mellem brændsler, samt at anvende et mix af forskellige typer brændsler – ligesom det er tilfældet i dag.

5.2.1.3 Tekniske forudsætninger for klinkerandele

Færdige cementprodukter består af såkaldte cementklinker og andre alternative bindemidler. Produktionen af cementklinker er for det første meget energikrævende, og for det andet frigives CO₂ ved selve processen gennem brænding af kalksten. En reduktion af mængden af klinker i det færdige cementprodukt vil således bidrage både til en reduktion af CO₂-udledningen fra energiforbruget og en reduktion i udledninger af CO₂ fra selve den kemiske proces. Ifølge Energistyrelsens oplysninger udgør andelen af cementklinker for danskproduceret grå cement i dag i gennemsnit ca. 88 pct. og for hvid cement i gennemsnit cirka 97 pct.

Man kan reducere mængden af cementklinker i det færdige produkt ved at tilsætte andre bindestoffer, såsom kalcineret ler, kridtstøv, askeprodukter, pulveriseret sten eller gips.

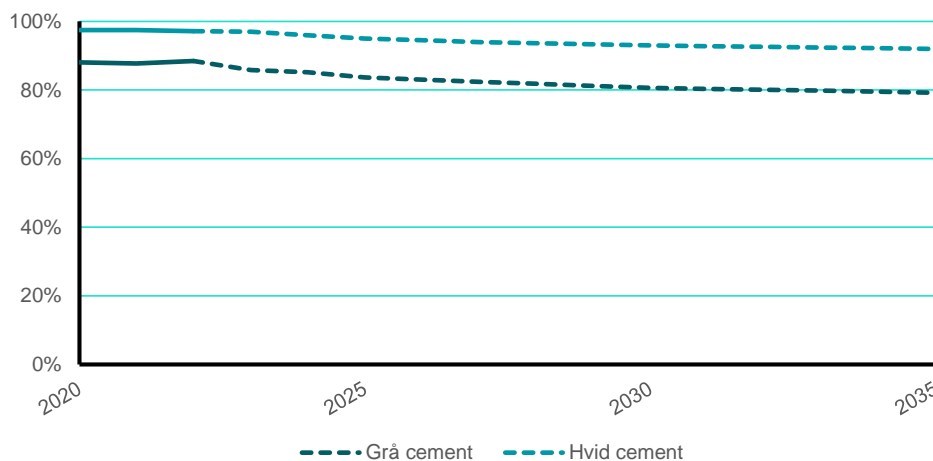
Aalborg Portland har gennem de seneste år udarbejdet en produkttype, FutureCEM, hvor en delmængde af cementklinker bliver erstattet med kalcineret ler og tørret kridt i færdigproduktet. Produkttypen FutureCEM er en grå cement der forventes at kunne udgøre en direkte substitut til en stor andel af de traditionelle typer grå cement. Det skønnede produktionsniveau for denne nye cementtype bestemmes i modellen ud fra relative priser på brændsler, CO₂-kvoteprisen, energifgifter og nye krav til drivhusgasudledninger i byggeriet. CO₂-afgiften vedtaget i forbindelse med *Aftale om grøn skattereform for industri mv.* fra 2022 er også medvirkende til de ændrede forudsætninger for klinkerandele.

Det forudsættes i KF24, at denne cementtype vinder delvis indpas på markedet pga. de øgede krav og præferencer til mindre klimabelastende byggematerialer. Det bemærkes, at der ikke forventes en prisforskel mellem almindelig grå cement og FutureCEM.

Efter dialog med Aalborg Portland, og baseret på dennes ordrer for de kommende år, samt pga. krav i byggeriet, skønnes således med betydelig usikkerhed, at denne type grå cement minimum udgør 11 pct. af den samlede produktion af grå cement i 2023 og minimum 29 pct. i 2030. Det svarer til en produktion på mindst 175.000 tons cement i 2023 og mindst 350.000 tons cement i 2030. Herved reduceres andelen af cementklinker i grå cement til gennemsnitligt ca. 80 pct. frem mod 2030, hvilket er lidt lavere end i KF23 forudsætningerne, og med en hurtigere indfasning af salget af FutureCEM.

Figur 5.2 viser den forventede udvikling af gennemsnitlige andele af cementklinker i færdigproduktet for de to cementtyper (hvid og grå cement). Denne andel af cementklinker er bl.a. en central forudsætning for udviklingen i procesudledninger fra cementproduktion i Danmark.

Figur 5.2: Forudsat udvikling af gennemsnitlige klinkerandele i produktion af grå og hvide cementtyper (i pct.). Figuren viser forudsatte maksimale klinkerandele.



Udviklingen i procesudledninger vil således afhænge af, i hvilket omfang det gennemsnitlige klinkerindhold i færdigproduktet nedsættes. På baggrund af den forudsatte udvikling af produktion af grå og hvide cementklinker som beskrevet ovenfor, anvendes en gennemsnitlig emissionsfaktor fra kalcinering på ca. 0,55 ton CO₂ pr. ton produceret cementklinker til at beregne procesudledninger fra grå og hvid cement.

5.2.2 Frozen policy antagelser til KF24

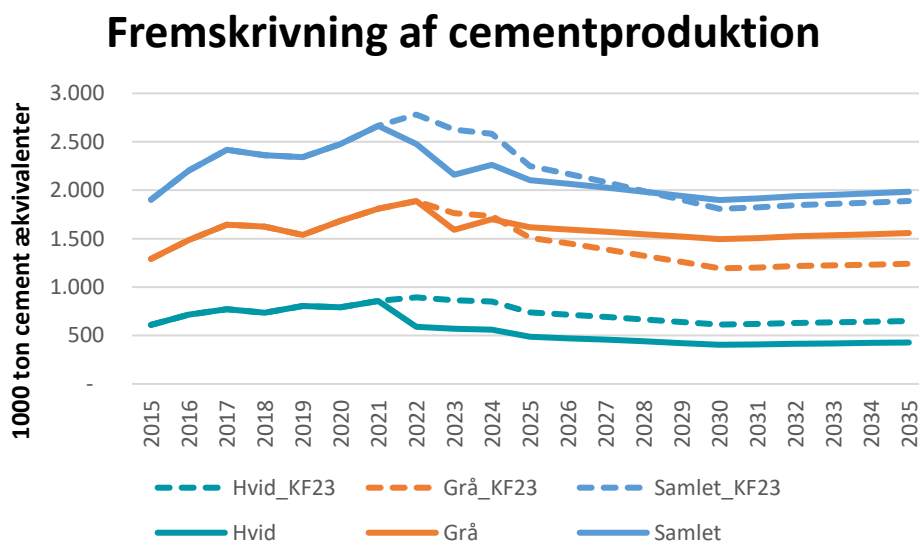
I KF24 indgår *Aftale om grøn skattereform* fra 2020 som pålægger cementproduktion en energifgift fra og med år 2025. Denne omlægges og forhøjes i forbindelse med *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022* om en mere ensartet national CO₂-beskatning. Der er således aftalt, at den samlede nationale punktbetaling skal udgøre 125 kr./ton udledt CO₂ for mineralogiske, metallurgiske og kemiske processer, herunder cementproduktion, i 2030. Afgiften skal indføres fra 2025.

5.3 Kvalificering af KF24 forløbet

5.3.1 Sammenligning med KF23

De ændrede skøn for udledninger forbundet med cementproduktion mellem KF23 og KF24 skyldes primært ændrede forudsætninger vedrørende produktionsniveau for hvid cement på kort og længere sigt (jf. Figur 5.3) samt ændrede forventninger for anvendelse af ledningsgas.

Figur 5.3: Sammenligning med KF23 af forudsatte produktionsniveauer for hvid og grå cement



Den væsentligste forskel i aktivitet skyldes opdateret datagrundlag bl.a. med 2022-produktionsniveauet for hvid cement og det forventede fald i produktionen af grå cement i 2023. Aalborg Portlands produktion af hvid cement faldt markant som følge af, at salget af hvid cement til det amerikanske marked er flyttet fra Aalborg Portland i Danmark til søsterselskaber udenfor EU, hvorved antages et permanent fald i omsætningen. Faldet i grå cement i 2023 formodes af Aalborg Portland selv at skyldes blandt andet en midlertidig nedgang i byggebranchen, hvorefter produktionen stiger igen. I KF24 forudsættes en stigning i produktionen i 2024 med en efterfølgende tilpasning af produktionen, som følger af grøn skattereform.

De ændrende forudsætninger vedrørende brændselssammensætningen skyldes bl.a. en ændring i antagelsen om, i hvilket omfang ledningsgas inklusiv afgifter mm. forventes at blive rentabelt.

5.3.2 Usikkerhed

Der er som nævnt væsentlig usikkerhed forbundet med forventningerne til produktionsniveau, efterspørgsel efter cementtyper med lavere klinkerandele, brændselsmiks mv.

Ift. produktionsniveauer vil produktionsudsving som følge af særligt store ordrer bl.a. være relevant i forhold til en normalproduktion repræsenteret i grundforløbet i Klimafremskrivningen. Udsving i efterspørgslen, lagre og import kan medføre udsving i enkeltår på produktionsniveauet. Struktureffekter fra beregningerne i *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022* [1] er derudover også usikre, og kan siges at afspejle en sandsynlighed for at produktionen lukker. Ovenstående gør at der i KF24 derfor vil blive foretaget følsomhedsanalyser af produktionsniveauet af cement i Danmark fremadrettet.

5.3.3 Planlagt udvikling fremadrettet

Fremskrivning af energiforbrug og drivhusgasudledninger for cementproduktion i Danmark vil løbende blive udviklet for at imødekomme faktisk ændringer i produktionsmønstre og tekniske anlæg, f.eks. undersøges muligheden for CO₂-fangst og -lagring. Der er vil endvidere løbende blive fulgt op på udviklingen af drivhusgasudledninger knyttet til dansk cementproduktion frem mod KF24, herunder særligt udvikling i markedsforhold.

De politiske aftaler om omstillingsstøtte og CCS-pulje, hvor Aalborg Portland formodes at have en rolle, er ikke inddraget i fremskrivningen, jf. frozen policy, hvorfor der foreligger en usikkerhed om langsigtede investeringer og omstilling af brændsler til cementproduktionen.

Implementeringen af CBAM vil kunne påvirke produktionen af hvid cement fra Aalborg Portland og potentielt medføre en stigning i produktionen. Der er fortsat behov for yderligere metodeudvikling for, at tiltaget vil kunne indgå i KF, hvorfor dette ikke er inkluderet i KF24.

5.4 Kilder

- [1] Skatteministeriet ” Effekter af Aftale om grøn skattereform for industri mv”
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/skm_notat_om_effekter_af_af-tale_om_groen_skattereform_for_industri_mv_til_kf23.pdf
- [2] Danmarks Statistik Tabel (november 2023): VARER1
- [3] Danmarks Statistik Tabel (november 2023): KN8Y
- [4] FLSmidth (2021): <https://www.cemnet.com/Articles/story/171337/clay-calcination-accelerating-cement-s-green-transition.html>
- [5] European Cement Research Academy; Cement Sustainability Initiative, Ed. Development of State of the Art-Techniques in Cement Manufacturing: Trying to Look Ahead; CSI/ECRA Technology Papers 2017. Duesseldorf, Geneva, 2017
<https://ecra-online.org/research/technology-papers>
- [6] Global Cement and Concrete Association (2022): Getting the Numbers Right database. <https://gccassociation.org/sustainability-innovation/gnr-gcca-in-numbers/>
- [7] Cementir annual report (2023): https://www.cementirholding.com/sites/default/files/documenti/2023-05/CH_Annual%20report%202022.pdf
- [8] Aalborg Portland Holdings årsrapport <https://www.aalborgportland.dk/wp-content/uploads/2023/04/APH-Annual-Report-2022.pdf>
- [9] EU's CO₂-kvoteregister (ikke offentliggjort)
- [10] Cementir Holding N.V. 2022 First Half results July 27th, 2022 https://www.cementirholding.com/sites/default/files/documenti/2022-07/H1%202022%20Results%20presentation_27%2007%202022_final.pdf

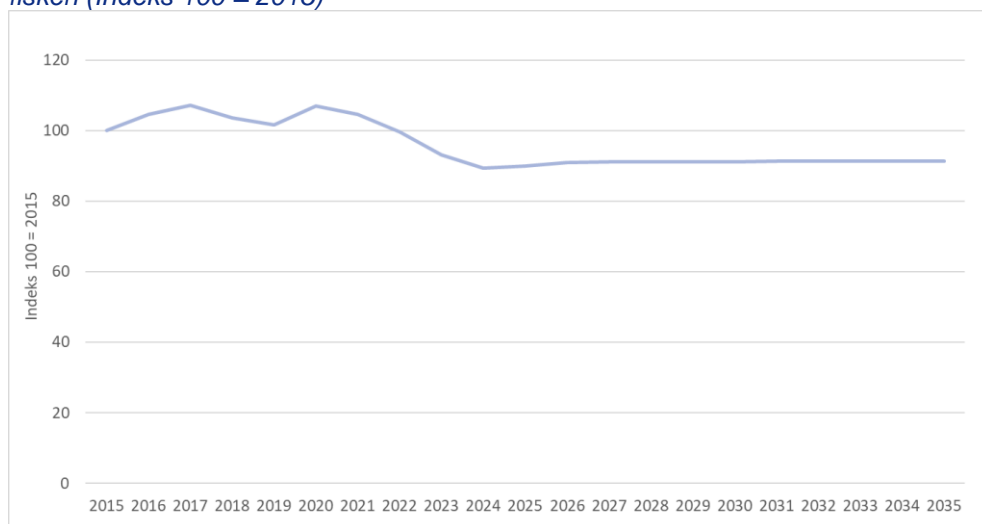
Kapitel 6: Energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri

6.1 KF24 forløbet frem mod 2035

Dette kapitel beskriver, hvilke forudsætninger Energistyrelsen anvender i Klimastatus og -fremskrivning 2024 (KF24) til at fremskrive energiforbruget i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri, herunder generelt om metoder og antagelser vedrørende fremskrivning af energiforbruget (jf. afsnit 6.2.1) samt politik der indgår i frozen policy for KF24 (jf. afsnit 6.2.2).

I KF24 fremskrives energiforbruget til landbrug og skovbrug, gartneri samt fiskeri som tre forskellige brancher i IntERACT-modellen. Fælles for de tre brancher er, at deres økonomiske aktivitet er den centrale driver for energiforbruget. I figur 6.1 ses indeks over den økonomiske aktivitet for branchen. Aktiviteten er baseret på udviklingen i salgsmængder for plante- og dyreproduktion fra AGMEMOD-modellen jf. IFRO's landbrugsfremskrivning. Den metode sikrer konsistens med tilgangen i sektorforudsætningsnotat Landbrugsprocesser, landbrugsarealer og skov mv. kapitel 1 og 2.²¹

Figur 6.1 Udviklingen i den økonomiske aktivitet for landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri (Indeks 100 = 2015)



Note: Baseret på udviklingen i salgsprodukter for landbruget (i faste priser) fra AGMEMOD-modellen. Opdateret januar 2024.

Kilde: Jensen J.D. (2023) [2]

Som det fremgår af Figur 6.1 forudsættes den økonomiske aktivitet for landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri i 2030 at ligge ca. 9 procent under udgangsniveauet i

²¹ Se bilag til sektorforudsætningsnotatet for landbrugsprocesser, landbrugsarealer og skov mv. for en nærmere beskrivelse af AGMEMOD-modellen.

2015. Dette afspejler særligt et fald i salgsprodukter fra kategorien "Andre husdyr" samt svineproduktion i AGMEMOD-modellen. Kategorien "Andre husdyr" består af salg af bl.a. får, heste og pelsdyr såsom mink. Fra 2020 til 2021 sås en produktionsnedgang på 92 pct. i denne kategori grundet produktionsstopet af mink. Det ovenstående fald opvejes ikke af den stigning der forventede i salgsprodukter fra plante- og kvægproduktionen fra 2015 og frem mod 2030.

På kort sigt fra det seneste statistikår 2022 til 2024 viser resultaterne fra AGMEMOD-modellen et fald i såvel plante- som animalsk produktion, fra 2025 og frem stabiliseres udviklingen i salgsprodukter i landbruget ifølge modellens fremskrivning. (For en nærmere beskrivelse af den bagvedliggende udvikling henvises til sektorforudsætningsnotat Landbrugsprocesser, landbrugsarealer og skov mv. og IFRO's landbrugsfremskrivning.) Forudsætningerne bag figuren er gengivet i bilag.

- Sammenlignet med KF23 forudsætningerne for energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri er den væsentligste ændring, at den nye landbrugsfremskrivning fra IFRO er indarbejdet inklusive kategorien "Andre husdyr" [2].

For sammenligning af KF24 og KF23 forløbene henvises til afsnit 6.3.1.

6.2 Metode og antagelser bag KF24 forløbet

Energiforbruget fra landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri fremskrives vha. Energistyrelsens IntERACT-model.²² IntERACT tager udgangspunkt i økonomien og energisystemet, som det ser ud i dag, og regner derfra på, hvordan energiforbrugerne forventes at reagere på bl.a. energipriser og ført energipolitik givet den forventede udvikling i den økonomiske aktivitet for landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri. Modellen tager desuden højde for den forventede teknologiske udvikling baseret på Energistyrelsens teknologikataloger. IntERACT leverer således energiefterspørgsel for sektoren fordelt på teknologier, energiarter og energitjenester.

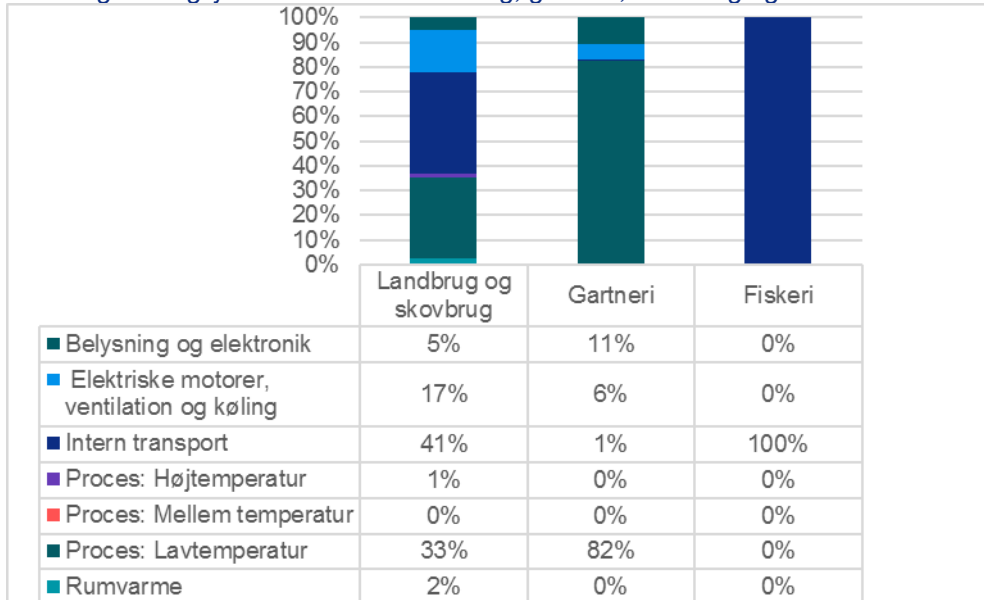
6.2.1 Generelle antagelser og metode

Udgangspunktet for KF24 bliver Energistatistik 2023 [3]. I IntERACT fordeles forbruget af forskellige energivarer (brændsler) fra Energistatistikken ud på forskellige energitjenester baseret på kortlægningen af erhvervslivets energiforbrug (Viegand Maagø [4]). I IntERACT indgår følgende syv overordnede energitjenester: procesenergi fordelt på hhv. høj-, mellem og lavtemperatur; belysning og elektronik; elektriske motorer, ventilation og køling; rumvarme og intern transport.

Figur 6.2 viser fordelingen af KF23's endelige energiforbrug på forskellige energitjenester for landbrug og skovbrug samt for gartneri og fiskeri i 2020.

²² Læs mere om IntERACT-modellen på <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/modeller>.

Figur 6.2 Andel af det samlede endelige energiforbrug, som forudsættes at gå til de forskellige energitjenester i 2020 i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri



Note: "Intern transport" dækker over energiforbrug til traktorer og andre mobile landbrugs- og skovbrugsmaskiner. "Proces: Lavtemperatur" dækker i særlig grad over opvarmning af stalde, mens kategorien "Elektriske motorer, ventilation og køling" også indeholder pumpning.

Kilde: Viegand Maagø [4] samt KF23 modelresultater.

Hovedparten af det endelige energiforbrug i landbruget går til intern transport (41 pct.), lavtemperatur proces (33 pct.) og elektriske motorer, ventilation og køling (17 pct.). Endeligt er der en mindre del af energiforbruget (ca. 6 pct.) som går til belysning, samt til høj- og mellemtemperatur processer.

Langt hovedparten af gartneriernes endelige energiforbrug (82 pct.) går til lavtemperatur proces knyttet til opvarmning af væksthuse. Belysning til væksthuse udgør 11 pct. af det endelige energiforbrug. Derudover går en mindre del af energiforbruget til elektriske motorer (fx ventilation) og intern transport (fx gaffeltrucks).

Energiforbruget til fiskeri anvendes i altovervejende grad til intern transport, dvs. som input til fiskeflåden.

Teknologiomkostninger og de teknologiske omstillingsmuligheder er, hvor muligt, baseret på Teknologikatalog for industriel procesvarme [5] samt *Kortlægning af energiforbrug og opgørelse af energisparepotentialer i produktionserhvervene* [4]. I KF24 er heterogeniteten af intern transport knyttet til landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri forsøgt afspejlet med input fra bl.a. maskinproducenter og DCE (Nationalt Center for Miljø og Energi).

Frem mod 2035 er forudsætninger omkring den økonomiske aktivitet, herunder international efterspørgsel og udbud af landbrugsprodukter, den primære driver for branchens energiforbrug jf. Figur 6.1. Derudover har forudsætninger omkring brændselspriser, teknologiomkostninger, rammevilkår som afgifter og tilskudspuljer også betydning for branchens efterspørgsel efter energitjenester gennem disses pris. I IntERACT forudsættes en partiel egenpriselasticitet knyttet til energitjeneste-efterspørgslen svarende til -0,2 baseret på T-T Analyse 2015 [6]. Det betyder at, hvis prisen på energitjenester i IntERACT fx lavtemperatur procesvarme stiger med 1 pct. så falder efterspørgsel efter lavtemperatur procesvarme alt-andet-lige med 0,2 pct. i brancherne landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri.

6.2.2 Frozen policy antagelser til KF24

Energiaftale af 29. juni 2018, Klimaaf tale for energi og industri mv. 2020, samt Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022 indgår i KF24. For landbrug og gartneri betyder det, at tilskudspuljer målrettet konverteringer væk fra anvendelse af fossil energi og til energieffektivisering af processer indgår i KF24. Modellering af tilskudspuljerne i IntERACT vil i KF24 afspejle den bedst tilgængelige viden fra administrationen af gældende tilskudspuljer og de ændrede tildelingskriterier vedtaget 1. november 2022. Potentialet for energieffektivisering og konvertering samt de dertilhørende omkostninger er baseret på en række konsulentrapporter [3] og [4].

Aktiviteten i fiskeribranchen er i KF24 bestemt IFRO's landbrugsfremskrivning [2]. Udledningerne fra fiskeribranchen opgøres som udledninger fra salg af brændstof i Danmark. Udledningen fra de brændsler, som tankes i udlandet, vil ikke tælle med i opgørelsen af danske udledninger. Størrelsen af denne grænsehandelseffekt fastlægges på baggrund af de struktureffekter, som blev beregnet ifm. *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022*, og indregnes i KF24 som en procentvis reduktion i brændselsforbruget for en given aktivitet i fiskeribranchen. Grænsehandelseffekten præsenteres i tabel 6.1 nedenfor.

Tabel 6.1: Grænsehandelseffekt for fiskeri. Procentvis reduktion i brændselsforbruget.

År	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Grænsehandelseffekt (pct.)	-3	-5	-10	-13	-15	-18	-20	-23	-23	-23	-23	-23	-23

Kilde: Skatteministeriet baseret på modelapparat som er anvendt til Ekspertgruppen for en grøn skattereforms første delrapport.

Beregningsmetoden til opgørelse af effekter i regi af *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022* er beskrevet i et dokumentationsnotat, der er offentliggjort i tilknytning til Ekspertgruppens første delrapport. Ekspertgruppen for en grøn skattereform (2022): "Dokumentation og følsomhedsberegninger af effekter for erhverv

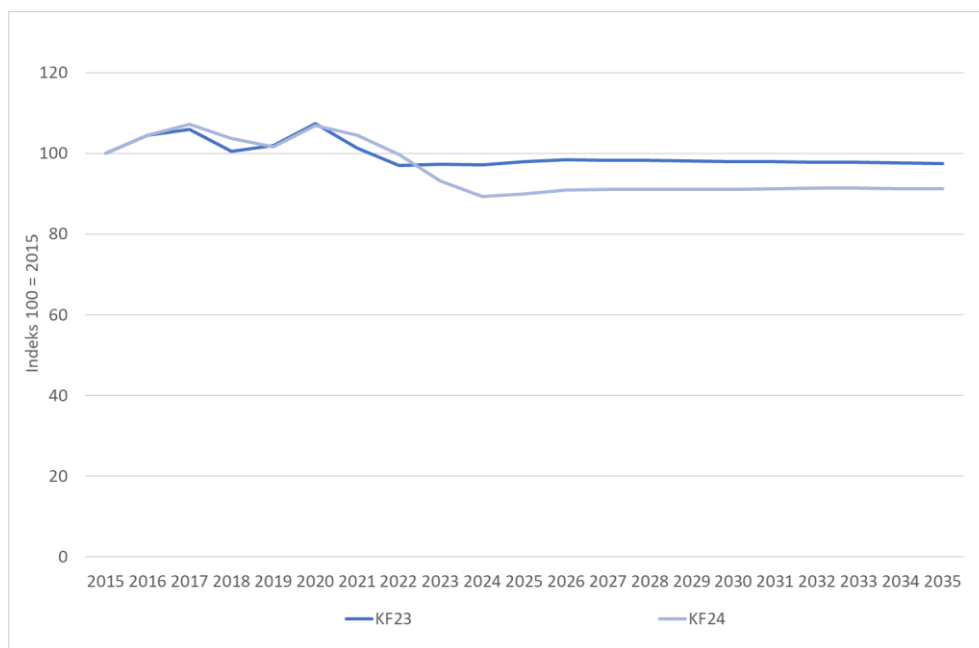
og rumvarme". Dokumentationsnotatet kan findes på Skatteministeriets hjemmeside, skm.dk. De præcise struktureffekter, som er beregnet ved denne metode, er beskrevet i et særskilt notat fra Skatteministeriet [7].

6.3 Kvalificering af KF24 forløbet

6.3.1 Sammenligning med KF23

I KF24 anvendes i lighed med KF23 kun én overordnet driver for alle tre brancher, baseret på IFRO's landbrugsfremskrivning [2]. Figur 6.2 illustrerer den anvendte driver til KF23 med den forventede driver til KF24. Baseret på Figur 6.3 vurderes aktiviteten i 2030 at være ca. 4 pct. lavere i KF24 sammenlignet med KF23.

Figur 6.3 Sammenligning af forudsætninger for udviklingen i den økonomiske aktivitet for landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri mellem KF23 og KF24 (Indeks 100 = 2015)



Note: Baseret på udviklingen i salgsprodukter for landbruget (i faste priser) fra AGMEMOD-modellen. Opdateret januar 2024.

Kilde: Jensen J.D. (2023) [1] og Jensen J.D. (2024) [2]

6.3.2 Usikkerhed

Der er usikkerhed forbundet med at estimere anvendelsen af energi i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri. Usikkerheden er særligt knyttet til aktivitetsniveauerne for landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri fremadrettet samt grænsehandelseffekter for fiskeri. Sektoren er følsom over for ændrede markedsforhold, og sådanne ændringer kan derfor have en betydelig effekt på aktiviteten og dermed energiforbrug

og udledninger såvel negativt som positivt. Fx hersker der fortsat betydelig usikkerhed om, hvordan fiskeflådens aktivitet vil udvikle sig fremadrettet i lyset af Brexit og tildeling af fiskekvoter. Krigen i Ukraine bidrager også til usikkerhed ift. det globale fødevaremarked.

Der er også usikkerhed knyttet til den teknologiske udvikling. I KF24 regnes med en vis elektrificering af branchens behov for intern transport. En sådan elektrificering vil bidrage til at reducere sektorens energirelaterede udledninger. Det er dog fortsat usikkert, hvornår elektriske alternativer til traktorer, mejetærskere, mv. er markedsmodne og dermed et reelt alternativ til tilsvarende maskiner baseret på forbrændingsmotorer.

6.3.3 Planlagt udvikling frem mod KF25

Der vil løbende frem mod KF25 blive arbejdet med at forbedre modelleringen af sektorens interne transport, som udgør et stort energiforbrug, og er hovedkilden til de energirelaterede drivhusgasudledninger.

6.4 Kilder

- [1] Jensen J.D. (2023) Fremskrivning af dansk landbrug frem mod 2040efteråret 2022, IFRO, udgivet primo 2023. [https://ifro.ku.dk/forskning/sektion_forbrug/?pure=da%2Fpublications%2Ffremskrivning-af-dansk-landbrug-frem-mod-2040--efteraaret-2022\(ddc699af-41c6-4b24-8925-e4583a67ddd0\).html](https://ifro.ku.dk/forskning/sektion_forbrug/?pure=da%2Fpublications%2Ffremskrivning-af-dansk-landbrug-frem-mod-2040--efteraaret-2022(ddc699af-41c6-4b24-8925-e4583a67ddd0).html)
- [2] Jensen J.D. (2024) Fremskrivning af dansk landbrug frem mod 2040 – efteråret 2023, IFRO, forventes udgivet primo 2024.
- [3]: Energistatistik 2022, ”Månedlig og årlig energistatistik”. Energistyrelsen, Udgivet december 2023. <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>
- [4] Kortlægning af energiforbrug og opgørelse af energisparepotentialer i produktionserhvervene.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/kortlaegning_af_energisparepotentialer_i_produktionserhvervene_2022.pdf
- [5] Teknologikatalog for industriel procesvarme.
<https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/teknologikataloger/teknologikatalog-procesvarme>
- [6] KLEM-estimationer 1968-2013.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/wp17_-_klem-estimationer_1968-2013.pdf
- [7] Notat fra skatteministeriet vedr. de præcise struktureffekter for fiskerisektoren.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/skm_notat_om_effekter_af_af-tale_om_groen_skattereform_for_industri_mv._til_kf23.pdf

Kapitel 6 bilag: Plante- og animalsk produktion i Landbrugsfremskrivningen

Prisindeks for salgsprodukter (Indeks 2020 = 100)	2015	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Planteproduktion i alt	110	100	110	150	119	113	111	109	109	109	110	110	111	111	112	113	114
Kvægproduktion i alt	90	100	108	146	110	104	101	101	102	102	102	102	102	103	103	103	103
Svineproduktion i alt	73	100	86	94	103	99	96	95	94	92	91	90	89	88	87	85	84
Fjerkræ og æg	89	100	97	111	106	107	109	110	112	114	115	117	118	119	120	120	121
Andre husdyr (får, heste, pelsdyr mv.)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kilde: AGEMEMOD																	
Salgsprodukter, mio. kr. (løbende priser)	2015	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Planteproduktion i alt	26.323	29.591	32.185	41.066	31.823	27.422	27.166	27.253	27.338	27.355	27.444	27.552	27.687	27.869	28.077	28.288	28.510
Kvægproduktion i alt	15.730	18.943	20.533	28.088	20.733	19.322	18.670	18.736	18.733	18.748	18.788	18.825	18.870	18.907	18.897	18.852	18.821
Svineproduktion i alt	20.189	27.545	24.176	24.512	22.523	22.192	21.892	22.011	21.824	21.376	21.151	21.018	20.905	20.711	20.408	20.090	19.812
Fjerkræ og æg	2.489	2.985	2.976	3.803	3.591	2.857	2.894	2.929	2.965	3.002	3.039	3.076	3.097	3.119	3.136	3.149	3.159
Andre husdyr (får, heste, pelsdyr mv.)	4.398	2.553	214	256	250	208	207	207	206	206	205	205	205	205	205	205	204
Kilde: AGEMEMOD																	

Kapitel 6 bilag: Plante- og animalsk produktion i Landbrugsfremskrivningen (tabel fortsat)

Salgsprodukter, mio. kr. (faste 2020-priser)	2015	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Planteproduktion i alt	23.849	29.591	29.320	27.288	26.637	24.234	24.510	24.973	25.069	24.996	24.943	24.939	24.967	25.012	25.035	25.035	25.038
Kvægproduktion i alt	17.503	18.943	18.984	19.192	18.899	18.593	18.463	18.463	18.451	18.442	18.430	18.425	18.411	18.395	18.374	18.322	18.276
Svineproduktion i alt	27.802	27.545	28.228	25.963	21.949	22.500	22.820	23.072	23.202	23.266	23.332	23.379	23.450	23.498	23.519	23.532	23.531
Fjerkræ og æg	2.794	2.985	3.077	3.435	3.399	2.663	2.660	2.654	2.649	2.643	2.638	2.633	2.629	2.625	2.621	2.618	2.615
Andre husdyr (får, heste, pelsdyr mv.)	4.398	2.553	214	256	250	208	207	207	206	206	205	205	205	205	205	205	204
Salgsprodukter i alt (faste 2020-priser)	76.346	81.617	79.823	76.135	71.133	68.198	68.660	69.369	69.578	69.553	69.548	69.580	69.662	69.735	69.754	69.711	69.665
KF24: Salgsproduk- ter i alt i faste pri- ser (Indeks 100 = 2015)	100	107	105	100	93	89	90	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91

Kapitel 7: F-gasser

7.1 KF24 forløbet frem mod 2035

Dette kapitel beskriver de antagelser, der lægges til grund for fremskrivningen af udledningerne af de såkaldte F-gasser.

Fremskrivningen af den forventede F-gasudledning udarbejdes årligt for Miljøstyrelsen af eksterne konsulenter. Til brug for KF24 har konsulenten fremsendt et endnu ikke offentliggjort udkast til en rapport der beskriver den historiske F-gasudledning samt et udkast til en opdateret F-gasfremskrivning. Der tages i dette notat udgangspunkt i disse.

F-gasser er en gruppe potente drivhusgasser med varierende men meget høje globale opvarmingspotentialer (såkaldte GWP-værdier) pr. vægtenhed sammenlignet med CO₂, der anvendes som kølemidler i køle-, fryse- og varmepumpeanlæg, som anvendes i en række sektorer, herunder industri, detailhandel, transport, husholdninger og serviceerhverv. F-gasser anvendes også som drivmiddel i medicinske astmainhalatorer og til div. specialopgaver, f.eks. i industrielle produkter i elsektoren.

Udledningen af F-gasser steg i 1990'erne og i starten af 2000'erne. Udledningerne målt på deres CO₂e toppede i 2009²³ og forventes at være faldende frem mod 2035, jf. figur 7.1. Faldet skyldes primært, at man pga. regulering har substitueret til andre gasser med lavere eller ingen emissionsfaktorer som kølemidler, samt at man er overgået til at anvende F-gasser med en lavere klimaeffekt (lavere GWP-værdier).²⁴ Opgørelsen af bestanden og udledningen af F-gasser baseres bl.a. på informationer om import og eksport samt antagelser om levetider, afskaffelse, genvinding, emissionsfaktorer og GWP-værdier baseret på IPCC-guidelines. Udledningsopgørelsen og fordelingen af F-gasser på anvendelser er behæftet med usikkerhed.

International regulering på området omfatter bl.a. Montrealprotokollen, som forpligter medlemslandene til at reducere udslip af gasser, der er skadelige for ozonlaget, og EU's MAC-direktiv, som regulerer brugen af F-gasser i transportsektoren, samt EU's F-gasforordning, som fastsætter en kvote for udledningen af F-gasser i EU, fastlægger forbud mod anvendelse af de mest klimabelastende F-gasser samt krav til genvinding.

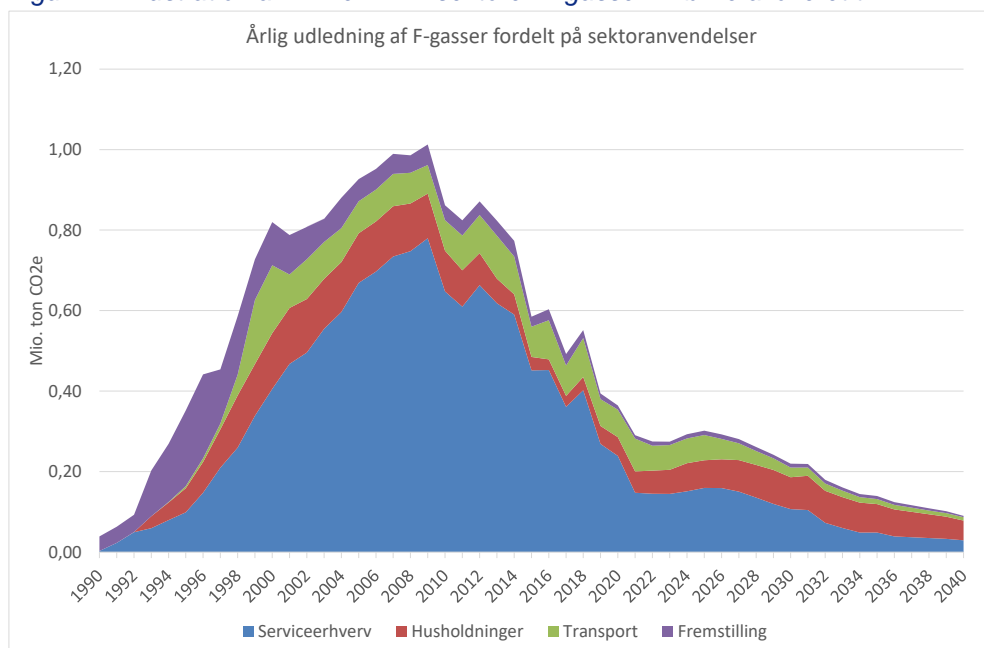
²³ Baggrunden for at udledningerne ikke steg efter 2009 er at anlæg af nye stationære HFC-baserede kølesystemer blev forbudt pr. den 1. januar 2007, hvor det dog fortsat var tilladt at genopfylde eksisterende kølesystemer.

²⁴ Forskellige F-gasser bidrager forskelligt til den globale opvarmning. Deres GWP-faktorer varierer i intervallet 4-23.500.

Udledningerne af F-gasser stammer i dag fra anvendelse af hhv. HFC-gasser og SF₆. Godt 95 pct. af udledningen (målt i CO₂e.) stammer i dag fra HFC-gasser og ca. 5 pct. fra SF₆. Ca. 38 pct. af udledningerne stammer fra kommercielle køleanlæg, ca. 20 pct. kommer fra MAC (aircondition i biler), mens aircondition i bygninger og varmepumper hver bidrager med hhv. 14 pct. og 16 pct. Højspændingsanlæg, inhalationsspray og kølebiler bidrager hver især med ca. 4 pct. Udledningerne sker både ved påfyldning, i driftsfasen og ved skrotning af fx køleanlæg.

Figur 7.1 illustrerer, hvordan F-gasserne kan fordeles til KF24-sektorerne. Da der endnu ikke er offentliggjort en ny F-gasfremskrivning til KF24, er figuren baseret på de i KF23 forventede F-gasudledninger. Figuren vil blive opdateret, når der forligger en ny F-gasfremskrivning.

Figur 7.1: Illustration af hvilke KF24-sektorer F-gasser vil blive allokeret til.



Note: Figuren er baseret på F-gasfremskrivningen til KF24.

7.2 Metode og antagelser bag KF24-forløbet

7.2.1 Generelle antagelser og metode

Som led i *Klimaaftale for energi og industri mv.* af juni 2020 blev det besluttet at stramme reglerne for at anvende F-gasser i visse køleanlæg, at forhøje afgiften på F-gasser samt ophæve bagatelgrænsen for afgiften af F-gasser. Stramning af regler og afgiftsforhøjelser er trådt i kraft i 2021.

På baggrund af teknologiske fremskridt, samt en skærpet EU-regulering, afgifter og national regulering af F gasser forventes det, at mere klimavenlige teknologier i stigende grad vil erstatte de mest klimaskadelige F-gasser frem mod 2035.

De væsentligste antagelser angående F-gasser er følgende:

- Emission af SF₆ forventes stort set at bortfalde over den kommende år-række, bortset fra anvendelse i koblingsafbrydere i elsektoren samt et begrænset forbrug til udstyr og test i laboratorier. Afgiften på SF₆ steg fra 600 kr./kg til ca. 4.300 kr./kg pr. 1. juli 2021 som følge af *Klimaaftale for energi og industri mv.* af juni 2020.
- Forbruget af F-gasser i Danmark er baseret på registreret import af F-gasser i bulk eller produkter.
- Forbruget af F-gasser til installation af nye luft-vand varmepumper og vedligeholdelse af eksisterende varmepumper vil være stigende. For luft-vand varmepumper har der været en intensiv stigning i salget de senere år. Luft-vand varmepumperne er antaget at overgå til kølemidlet R-290 frem mod 2026, som følger af F-gas regulering.
- Forbruget af F-gasser til installation af nye luft-luft varmepumper vil være stigende, men samtidig overgå til lav-GWP-kølemidler. For luft-luft varmepumper har der været en intensiv stigning i salget de senere år. Samtidig er de nye luft-luft varmepumper overgået til lav-GWP kølemidlet R-32. I fremskrivningen er der antaget et "steady state" salg af begge hovedtyper af varmepumper frem til 2030, hvorefter forbruget nedskrives med 20 pct. af forrige års forbrug de efterfølgende år.
- Forbruget af F-gasser i inhalationsspray forventes at stige moderat. Fremskrivningsmodellen baserer sig på "steady state".

Udarbejdelsen af fremskrivningen og fordelingen af emissioner på sektorer

Fremskrivningen baseres på IPCC retningslinjer og emissionsfaktorer for beregning af F-gasudledninger, herunder 1) antagelser om hvilke år der vil ske lækage af F-gasser ved påfyldning, drift og afskaffelse af eksisterende kilder (fx køleanlæg, air-

conditionanlæg mm) og 2) hvornår eksisterende kilder erstattes af alternativer, herunder med anvendelse af nye typer kølemidler med lavere GWP-faktor. I forhold til afskaffelsen er der tillige antagelser om, hvor stor en andel af F-gasserne der destrueres. Den nye historiske F-gasopgørelse til KF24 forventes offentliggjort i januar 2024 af Miljøstyrelsen.

Fra og med KF22 er det forsøgt at fordele F-gasserne på de sektorer, som afstedkommer udledningerne, jf. Tabel 7.1. Tabellen viser i tredje og fjerde kolonne, at udledningen af F-gasser ved rapportering til FN skal opdeles på en række CRF-sektorer (FN's Common Reporting Format, CRF). I KF-regi opdeles udledningerne i stedet på færre sektorer. Første kolonne i tabellen viser de sektorer F-gasserne kan henføres til og anden kolonne viser, hvor stor en andel af udledningerne i CRF-sektorerne, der kan allokeres til hver af KF24-sektorerne.

Tabel 7.1: Allokering af F-gasser til sektorer i KF24.

Sektorallokering i KF24	Pct. al- lokeret	CRF num- merering	CRF sektor
Fremstilling	100%	2C4	Magnesium production
Fremstilling	100%	2E5i	Fibre optics
Serviceerhverv	100%	2F1a	Commercial Refrigeration
Serviceerhverv	20%	2F1b	Domestic Refrigeration
Husholdninger	80%	2F1b	Domestic Refrigeration
Transport	100%	2F1d	Transport Refrigeration
Transport	100%	2F1e	Mobile Air-Conditioning
Serviceerhverv	75%	2F1f	Stationary air-conditioning
Fremstilling	25%	2F1f	Stationary air-conditioning
Husholdninger	100%	2F2a	Closed Cells
Fremstilling	100%	2F2b	Open Cells
Husholdninger (forbrug)	100%	2F4a	Metered Dose Inhalers
Fremstilling	100%	2F4b	Other aerosols
Fremstilling	100%	2F5	Solvents
Serviceerhverv (elsektor)*	100%	2G1	Electrical Equipment
Serviceerhverv (lufthavne og kontorbyggeri)	100%	2G2c	Soundproof Windows
Husholdninger (forbrug)	100%	2G2d	Adiabatic Properties: Shoes and Tyres
Serviceerhverv (universiteter)	20%	2G2e	Other uses of SF6
Fremstilling (laboratorier)	80%	2G2e	Other uses of SF6

7.2.2 Frozen policy antagelser til KF24

F-gasfremskrivningen er bestemt ud fra følgende specifikke antagelser:

- Steady state forbrug med 2022 som referenceår inklusive skæringsdatoerne for udfasning af specifikke stoffer, jf. pkt. bekendtgørelsen om visse industrielle drivhusgasser.
- Medium og stor kommerciel køling (2.F.1.a): Forbrug af HFC-134a og HFC-404a er steady state frem til 2025, hvorefter forbrug nedskrives med 20 pct. årligt.
- Mellemstore og store kommercielle kølemidler – lav-GWP kølemidler (2.F.1.a): Forbrug af HFC-449 og HFC-452 er steady state-forbrug med seneste registrerede forbrug som referenceår.
- Stand-alone husholdningskøling (2.F.1.b): Steady state-forbrug med seneste registrerede forbrug som referenceår frem til 2025. Derefter nedskrives forbruget med 20 pct. pr. år.
- Transportkøling (2.F.1.d): Steady state forbrug med seneste registrerede forbrugsår som referenceår.
- Mobile Aircondition, MAC (2.F.1.e): Steady state-forbrug med seneste registrerede forbrug som referenceår frem til 2025. Derefter 20 pct. reduktion pr. år. Denne antagelse er lavet med henvisning til en gradueret øget effekt af MAC-direktivet, der kræver, at der kun anvendes mere klimavenlige kølemidler (HFO'er) i nye personbiler introduceret på EU-markedet.
- Stationær aircondition (2.F.1.f): Forbrug af HFC-134a, HFC-404a, HFC-407c og HFC-410a er steady state frem til 2025, hvorefter forbrug nedskrives med 20 pct. årligt.
- Stationær aircondition – kølemidler med lav GWP (2.F.1.f): Forbrug af HFC-449 og HFC-452 er steady state-forbrug med seneste registrerede forbrug som referenceår.
- Varmepumper (2.F.1.f): Beregningen af HFC gasser fra varmpumper er fremskrevet på baggrund af salget i Danmark. Fremskrivningen af HFC-32 i luft-luft varmpumper er steady state-forbrug med seneste registrerede forbrug som referenceår. Fremskrivningen af HFC i luft-vand varmpumper er baseret på en overgang fra HFC-32 til det naturlige kølemiddel R290 med fuldt skifte i 2026. Fremskrivningen af HFC-410 i øvrige luft-vand varmpumper er steady state-forbrug med seneste registrerede forbrug som referenceår.

- Medical Doze Inhalors and Aerosol Spray (2.F.4): Steady state-forbrug med seneste registrerede forbrug som referenceår.
- Koblingsafbrydere i elsektoren (2.G.1): Stabilt forbrug med seneste registrerede forbrug som referenceår.
- For meget store varmepumper forventes anvendt alternative kølemidler som fx ammoniak eller CO₂.

Tabel 7.2 nedenfor opsummerer de væsentligste beregningsforudsætninger for tilbageværende F-gasser i 2030.

Tabel 7.2: Opsummering af de væsentligste beregningsforudsætninger for tilbageværende F-gasser i 2030.

Anvendelses andele af udledning i 2030	Primære gasser	GWP	Mængde* 2030 (t)	Trend	Udledning 2030 (kt CO ₂ e)	Antagelser om udledninger
Stationær air-condition	HFC-32 HFC-125 HFC-134a	675 3170 1300	57,4 17,3 8,3	Stigning i luft/luft og luft/vand varmepumper Stop for HFC134 Overgang til HFC32 i luft/luft fra 2019.	38,8 54,9 10,8	0,2 pct. ved påfyldning 3 pct. fra stock 11,5 pct. ved afskaffelse Levetid: 15 år Forbrug til klimaanlæg forventes stabilt frem til 2025, hvorefter det reduceres med 20 pct. om året. For varmepumper forventes forbrug at være steady state frem til 2030, hvorefter det reduceres med 20 pct. årligt.
Kommercielle køleanlæg	HFC-125 HFC-134a HFC-143a	3170 1300 4800	5,7 18,4 4,9	Gradvis udfasning af HFC-134a og overgang til lav-GWP-kølemidler.	18,0 24,0 23,4	0,5 pct. ved genpåfyldning 10 pct. fra stock 11,5 pct. ved afskaffelse Levertid 15 år Forbrug forventes stabilt frem til 2025, hvorefter det reduceres med 20 pct. årligt.
Eludstyr	SF6	23500	0,6	Konstant forbrug i koblinger i elsektoren. Kan stige pga. grøn omstilling. Dog er alternativer også under udvikling	13,0	0,5 pct. fra stock 5 pct. fra drift og vedligehold 0 pct. ved bortskaffelse Forbrug forventes stabilt.

Anvendelses andele af udledning i 2030	Primære gasser	GWP	Mængde* 2030 (t)	Trend	Udledning 2030 (kt CO ₂ e)	Antagelser om udledninger
Inhalatorer til medicin	HFC-134a HFC-227ea	1300 3350	6,7 0,8	Konstant forbrug ift. 2020	8,7 2,9	Emission = import/salg Salg opgøres pr. dose ud fra lægemiddelstatistikken. Forbrug forventes stabilt.
Kølebiler	HFC-32 HFC-125 HFC-134a HFC-143a	677 3170 1300 4800	0,6 1,8 0,1 0,2	Konstant ift. 2001-niveau	0,4 5,6 0,1 1,0	0.5 pct. ved påfyldning 17 pct. fra stock Levetid = 7 år 11,5 pct. ved afskaffelse Forbrug forventes stabilt
Mobil aircondition	HFC-134a	1300	13	Trend er et faldende forbrug pga. MAC direktivet	17	Emission = import og salg til værksteder. Fremskrivningsmodel antager stabilt forbrug frem til 2025, derefter 20 pct. fald i forbrug pr år.

Note: Tabellen er baseret på F-gasfremskrivningen til KF24.

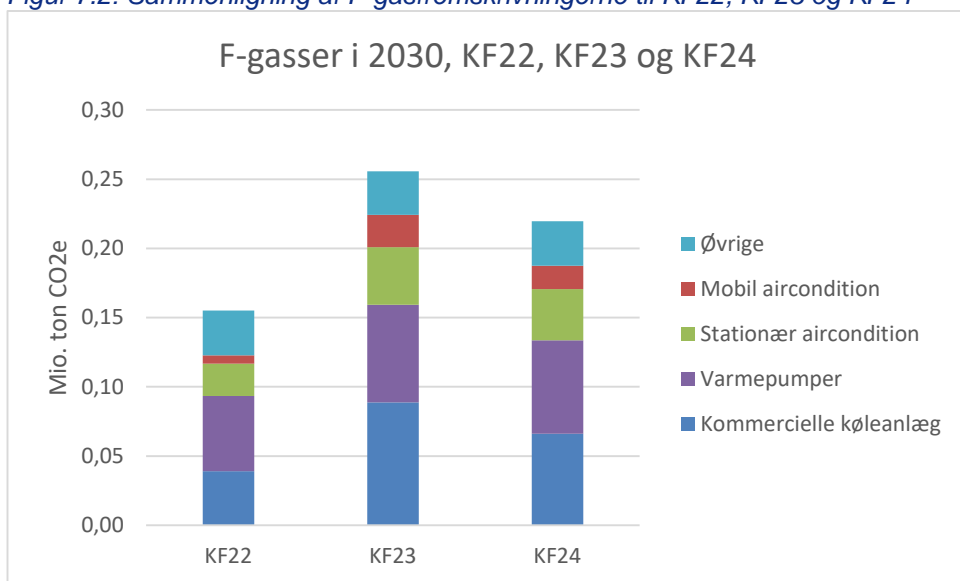
7.3 Kvalificering af KF24 forløbet

7.3.1 Sammenligning med KF23

Sammenlignet med KF23 er der foretaget ændringer i fremskrivningen af HFC'er i varmepumper. I fremskrivningen af HFC-32 enkelbloksenheder forventes afviklingen at ske lineært frem imod 2026, hvor bestanden antages at blive fuldt erstattet af R290 enheder.

Som det ses af figur 7.2 forventes der en lavere 2030-udledning fra kommercielle køleanlæg i KF24 end det var tilfældet i KF23, hvorfor der forventes en lavere samlet udledning af F-gasser.

Figur 7.2: Sammenligning af F-gasfremskrivningerne til KF22, KF23 og KF24



7.3.2 Usikkerhed

Den primære usikkerhed i fremskrivningen af F-gas emissioner relaterer sig til det forventede fremtidige forbrug af F-gasser i køleanlæg særligt i detailhandlen og industrien afhængigt af hvor hurtigt gamle køleanlæg udskiftes, stationære A/C anlæg i bygninger samt forbrug af F-gasser i mobile airconditionanlæg afhængigt af hvor hurtigt ældre køretøjer udskiftes.

7.3.3 Planlagt udvikling fremadrettet

Europa-Kommissionen har foreslået opstramninger af EU-reguleringen af F-gasser som led i bestræbelserne på at indfri EU's klimalovs drivhusgasreduktionsmål. Det forventes, at den igangværende revision af F-gasforordningen vil fremskynde udfasningen af F-gasser. Når forslaget er vedtaget i EU kan effekten heraf indregnes i efterfølgende fremskrivninger.

7.4 Kilder

Miljøstyrelsen, 2024. Danish consumption and emission of F-gases in 2022, endnu ikke udgivet.

Provice (Miljøstyrelsens F-gaskonsulent), Udkast til F-gasfremskrivning til KF24.