

28. april 2023

*Dette forudsætningsnotat er en del af Klimastatus og -fremskrivning 2023 (KF23). KF23 er en såkaldt frozen policy fremskrivning, hvilket indebærer, at forudsætningerne for fremskrivningen afspejler et "politisk fastfrossent" fravær af nye tiltag på klima- og energiområdet ud over dem, som Folketinget har besluttet før 1. januar 2023 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

<b>Introduktion og opsummering .....</b>	<b>4</b>
1. Hvad omfatter energiforbrug i husholdninger og erhverv samt procesudledninger i KF? .....	4
2. Væsentlige ændringer i forudsætninger eller metode ift. KF22 .....	4
3. Hvordan indgår forudsætninger og modeller i beregning af udledningerne? ....	6
<b>Kapitel 1: IntERACT modellen .....</b>	<b>10</b>
1.1 IntERACTs rolle i det samlede modelkompleks.....	10
1.2 Metode og antagelser bag KF23 forløbet .....	10
1.2.1 Primære karakteristika for IntERACT .....	10
1.2.2 Metode og centrale antagelser .....	11
1.2.3 Hvordan laves baselinen til KF23.....	17
1.3 Kvalificering af KF23 forløbet.....	18
1.3.1 Modeludvikling siden KF22 .....	18
1.3.2 Kritiske antagelser og parametre i modellen.....	18
1.4 Kilder .....	20
<b>Kapitel 2: Husholdningernes opvarmning .....</b>	<b>21</b>
2.1 KF23 forløbet frem mod 2035 .....	21
2.2 Metode og antagelser bag KF23 forløbet .....	22
2.2.1 Generelle antagelser og metode .....	22
2.2.2 Frozen policy antagelser til KF23.....	29
2.3 Kvalificering af KF23 forløbet.....	30
2.3.1 Sammenligning med KF22.....	30
2.3.2 Usikkerhed .....	31
2.3.3 Planlagt udvikling fremadrettet.....	32

28. april 2023

2.4 Kilder .....	33
Kapitel 2 bilag.....	35
Bilag 2.1 Centrale og decentrale fjernvarmeområder .....	35
Bilag 2.2 Kobling imellem SMILE-model og IntERACT .....	36
Bilag 2.3 Nedrivningsrater for husholdninger i IntERACT .....	37
Bilag 2.4 Kommende bygningers varmeforbrug.....	38
Bilag 2.5 KF23 frozen policy for husholdningers opvarmning i IntERACT.....	39
<b>Kapitel 3: Husholdningernes el-forbrug til apparater .....</b>	<b>41</b>
3.1 KF23 forløbet frem mod 2035.....	41
3.2 Metode og antagelser bag KF23 forløbet .....	41
3.2.1 Generelle antagelser og metode .....	42
3.2.2 Frozen policy antagelser til KF23.....	48
3.3 Kvalificering af KF23 forløbet.....	48
3.3.1 Sammenligning med KF22.....	48
3.3.2 Usikkerhed .....	48
3.4 Kilder .....	50
<b>Kapitel 4: Datacentre .....</b>	<b>51</b>
4.1. KF23 forløbet frem mod 2035.....	51
4.2 Metode og antagelser bag KF23 forløbet .....	52
4.2.1 Generelle antagelser og metode .....	52
4.2.2 Frozen policy antagelser til KF23.....	53
4.2.3 Udnyttelse af overskudsvarme fra datacentre .....	53
4.3 Kvalificering af KF23 forløbet.....	53
4.3.1 Sammenligning med KF22.....	53
4.3.2 Usikkerhed .....	54
4.3.3 Planlagt udvikling fremadrettet.....	55
4.4 Kilder .....	55
Kapitel 4 bilag.....	56
Bilag 4.1: Resume af COWI analyse fra 2021 .....	56
Bilag 4.2 Metode bag Energinets fremskrivning af kapacitet og elforbrug til datacentre.....	58
<b>Kapitel 5: Cementproduktion .....</b>	<b>61</b>
5.1 KF23 forløbet frem mod 2035.....	61

28. april 2023

5.2 Metode og antagelser bag KF23 forløbet .....	62
5.2.1 Antagelser vedr. produktionsudvikling, brændselssammensætning og klinkerandele .....	63
5.2.2 Frozen policy antagelser til KF23 .....	68
5.3 Kvalificering af KF23 forløbet .....	69
5.3.1 Sammenligning med KF22 .....	69
5.3.2 Usikkerhed .....	70
5.3.3 Planlagt udvikling fremadrettet .....	71
5.4 Kilder .....	72
Kapitel 5 bilag: Model for cementproduktion i Danmark .....	73
<b>Kapitel 6: Energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri .....</b>	<b>74</b>
6.1 KF23 forløbet frem mod 2035 .....	74
6.2 Metode og antagelser bag KF23 forløbet .....	75
6.2.1 Generelle antagelser og metode .....	76
6.2.2 Frozen policy antagelser til KF23 .....	77
6.3 Kvalificering af KF23 forløbet .....	78
6.3.1 Sammenligning med KF22 .....	78
6.3.2 Usikkerhed .....	79
6.3.3 Planlagt udvikling frem mod KF24 .....	79
6.4 Kilder .....	80
Kapitel 6 bilag: Plante- og animalsk produktion i Landbrugsfremskrivningen .....	81
<b>Kapitel 7: F-gasser .....</b>	<b>82</b>
7.1 KF23 forløbet frem mod 2035 .....	82
7.2 Metode og antagelser bag KF23-forløbet .....	83
7.2.1 Generelle antagelser og metode .....	83
7.2.2 Frozen policy antagelser til KF23 .....	85
7.3 Kvalificering af KF23 forløbet .....	88
7.3.1 Sammenligning med KF22 .....	88
7.3.2 Usikkerhed .....	89
7.3.3 Planlagt udvikling fremadrettet .....	89
7.4 Kilder .....	89

28. april 2023

## 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. KF22.

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

Mio. ton CO <sub>2</sub> e	2019	2020
Husholdningers energirelaterede udledninger	2,1	1,8
Husholdningers F-gasser	0,0	0,1
Serviceerhvervs energirelaterede udledninger	0,6	0,6
Serviceerhvervs F-gasser	0,3	0,2
Fremstillingserhverv mv. energirelaterede udledninger	3,6	3,6
Fremstillingserhverv mv. procesudledninger (ekskl. F-gasser)	1,4	1,6
Fremstillingserhverv mv. F-gasser	0,0	0,0
Landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeris energirelaterede udledninger	1,4	1,4
<b>Energi-, proces- og F-gasudledninger fra forbrugssektorerne i alt</b>	<b>9,5</b>	<b>9,2</b>
<b>De samlede udledninger for alle sektorer</b>	<b>47,5</b>	<b>44,9</b>
Forbrugssektorerens andel af de samlede udledninger for alle sektorer	20 %	21 %

Kilde: KF22.

### 2. Væsentlige ændringer i forudsætninger eller metode ift. KF22

De generelle vækstantagelser anvendt på baggrund af Finansministeriets fremskrivning giver anledning til en lavere økonomisk vækst i KF23 end i KF22 for perioden 2021-2030 (jf. tabel 2).

*Tabel 2: Generelle vækstantagelser i KF23 sammenlignet med KF22*

År		2021-2025	2025-2030	2030-2035
BNP vækstrater	KF23	1,3 pct.	0,9 pct.	0,9 pct.
(gnsn. årlige vækstrater i pct. for delperioderne)	KF22	1,5 pct.	1,3 pct.	0,9 pct.

Kilde: Sektorforudsætningsnotat Priser og vækst kapitel 3 Økonomiske vækstforudsætninger.

Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022 vil endvidere alt andet lige øge omkostningerne ved at udlede CO<sub>2</sub>, fx fra afbrændingen af fossile brændsler.

28. april 2023

Det fører til, at konkurrerende teknologier, der ikke udleder CO<sub>2</sub>, 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 vil ske en vis strukturtilpasning, 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 KF23 indarbejdes endvidere et nyt industrimodul i IntERACT baseret på en ny detaljeret kortlægning af produktionserhvervenes energiforbrug og -energibesparelspotentiale. Konsekvensen af det nye datagrundlag skal konsolideres.

Husholdningernes samlede varmegrundlag for enfamiliehuse er steget marginalt i hhv. 2025 og 2030 ift. KF22. Årsagen er bygningspuljen, opdaterede BBR-data og flere opvarmede kvadratmeter jf. den opdaterede SMILE-fremskrivning som nævnt i kapitel 2.3.1.

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 KF23 sammenlignet med KF22*

		2025	2030	2035
Husholdningers varmegrundlag	KF23	139	140	139
(PJ)	KF22	138	138	139
Cementproduktion – grå cement	KF23	1508	1194	1240
(1000 tons cement ækvivalenter)	KF22	1911	1919	1924
Cementproduktion – hvid cement	KF23	740	614	649
(1000 tons cement ækvivalenter)	KF22	851	856	862
Landbrug – aktivitetsudvikling	KF23	98	98	97,5
(index 2015=100)	KF22	104,9	106,2	100,3

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

For F-gasser vil der i KF23 blive foretaget en opjustering af de forventede udledninger ift. KF22 ifølge de eksterne konsulenter, der udarbejder F-gasfremskrivningen for Miljøstyrelsen. Opjusteringen er baseret på, at fx kølemidler med F-gasser udfases langsommere end tidligere forventet, således at overgangen til alternative kølemidler sker senere. Fremskrivningen ændres således at reduktioner i forbruget af F-gasser først initieres efter 2025 for kommercielle kølemidler (og først efter 2030 for varmepumper). For yderligere beskrivelse af F-gasser se kapitel 6.

28. april 2023

### 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 KF23. Som læsevejledning til disse mere detaljerede kapitler følger her afslutningsvis et kort overblik over de forudsætninger og modeller, der indgår i disse kapitler.

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 energitjenester<sup>1</sup>)
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 varmepumper og som drivmiddel i medicinske astmainhalatorer mv.

---

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

28. april 2023

### Boks 1: IntERACT-modellen

IntERACT-modellen bruges til fremskrivning af husholdningernes og erhvervslivets endelige energiforbrug. Formelt består IntERACT af en energisystemsmodel (TIMES-DK), som kobles til en generel ligevægtsmodel via et iterativt link. Begrebet *energitjenester* er det centrale omdrejningspunkt i IntERACT, hvor energitjenester beskriver den ydelse eller funktion, som energiforbruget går til. IntERACT-modellen er nærmere beskrevet i kapitel 1.

Fremskrivningen af husholdningernes og erhvervslivets energiforbrug sker grundlæggende ved at kalibrere IntERACT-modellen til en række elementer i vækstforudsætningerne fra Finansministeriet, herunder BNP vækstforløbet, forholdet mellem privat og offentlig samt udviklingen i import, eksport og investeringer. 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.

For at afstemme udbud af og efterspørgsel efter el og fjernvarme itererer IntERACT med Ramses-modellen, der 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.

Endelig er det ift. forbrug af ledningsgas 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 (fald) i en sektors gasforbrug alt-andet-lige øge (mindke) udledningerne i andre gasforbrugende sektorer, da VE-andelen i ledningsgassen samtidig vil falde (stige). Læs eventuelt også kapitel 3 om biogasproduktion i sektorforudsætningsnotat Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer.

### Husholdninger

Husholdningernes energiforbrug er knyttet til deres varmebehov og deres apparatforbrug. Den fremskrevne udvikling i *husholdningernes varmebehov* 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 KF23 er beskrevet i kapitel 2.

Husholdningernes investeringer i energibesparende tiltag bestemmes endogen i KF ud fra bl.a. udviklingen i priser mv. Husholdningernes teknologivalg til

28. april 2023

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 også et elforbrug til en lang række forskellige apparater. *Husholdningernes apparatforbrug* 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.<sup>2</sup>

Serviceerhvervene tegner sig endvidere for langt hovedparten af F-gasudledningerne. 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 vigtig undtagelse er her udviklingen i *aktivitetsniveauet i cementproduktionen*, der fastlægges som del af forudsætningerne og indgår eksogent i cement-modulet. Energieffektiviseringer 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

---

<sup>2</sup> 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.



28. april 2023

brændselspriser og rammevilkår, herunder fx afgifter. Ud over energi-relaterede 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 Fødevareøkonomisk 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.

28. april 2023

## Kapitel 1: IntERACT modellen

### 1.1 IntERACTs rolle i det samlede modelkompleks

Fremskrivning af husholdningernes og erhvervslivets endelige energiforbrug finder sted i IntERACT modellen. Det endelige energiforbrug til vejtransport fremskrives dog andetsteds (se sektorforudsætningsnotatet for transport). Der laves desuden særskilte vurderinger af det forventede energiforbrug til datacentre (jf. kapitel 4 Datacentre), cementproduktion (jf. kapitel 5 "Cementproduktion") og brændselsproduktion (jf. sektorforudsætningsnotatet Produktion af olie, gas og VE-brændstoffer med henblik på bedst muligt at fange branchespecifikke forhold.

IntERACT tager udgangspunkt i økonomien og energisystemet, som det ser ud i dag. Derfra regnes der på, hvordan energiforbrugere forventes at reagere på energipriser, CO<sub>2</sub>-kvotepriser og den førte energipolitik, givet den forventede udvikling i den generelle økonomisk aktivitet samt udviklingen i tilgængelige energiteknologier. IntERACT leverer således energijefterspørgsel fordelt på brancher, teknologier, energiarter og -tjenester på tværs af både husholdninger og erhvervsliv.

Som led i fremskrivningen synkroniseres IntERACT også med forsyningsmodellen Ramses (jf. kapitel 1 "Ramses modellen" i sektorforudsætningsnotat El og fjernvarme), der repræsenterer udbudssiden for el og fjernvarme. IntERACT leverer estimater for efterspørgslen efter el og fjernvarme til forsyningsmodellen, der så kan give anledning til genberegning af produktionsmønstre og dermed opdateres priser på el og fjernvarme. Denne iteration sker et passende antal gange for at sikre konvergens mellem forbrug og produktion af el og fjernvarme på tværs af modellerne.

### 1.2 Metode og antagelser bag KF23 forløbet

#### 1.2.1 Primære karakteristika for IntERACT

IntERACT er en hybrid model, der integrerer en teknologirig beskrivelse af energisystemet i en generel ligevægtsmodelramme. IntERACT fokuserer på at beskrive samspillet mellem økonomi, energi og politik; fx hvordan energipolitik påvirker økonomien gennem energisystemet, og omvendt, hvordan økonomien påvirker og driver energisystemet.

Regulering, subsidier og afgifter har betydning for, hvordan forbrugssiden af energisystemet udvikler sig, hvilke anlæg der investeres i, hvordan de driftes, og hvor meget energi vil koste for erhvervsliv og husholdninger. Energipriser og teknologiomkostninger har betydning for husholdningers forbrugsvalg og

28. april 2023

virksomheders produktionsomkostninger, som kan påvirke erhvervenes økonomiske aktivitet. Den økonomiske aktivitet afgør i sidste ende, hvor meget energi, der er behov for. Disse sammenhænge er modelleret i den samlede IntERACT-model.

### *Energitjenester*

Begrebet energitjenester er det centrale omdrejningspunkt i IntERACT. Energitjenester beskriver den ydelse eller funktion, som energiforbruget går til. Det er i de fleste tilfælde energitjenester, der indgår i husholdningernes og virksomhedernes efterspørgsel (fremfor blot energiforbrug). Husholdningerne søger således at tilfredsstille deres behov for rumopvarmning, belysning og diverse apparatbaserede ydelser som fx madopbevaring, almen rengøring eller underholdning, og de vælger den billigste tilgængelige måde at få deres energitjenestebehov dækket på, under hensyn til den givne regulering.

Virksomhedernes energitjenester er defineret ud fra temperatur og funktion, fx højtemperatur procesvarme, rumopvarmning eller motoriseret drift. Ligesom husholdningerne vælger virksomhederne den billigste tilgængelige måde at få deres forskellige energitjenestebehov dækket på, under hensyn til den givne regulering. Da IntERACT omfatter en teknologirig beskrivelse af energiforbrugene tager modellen bl.a. hensyn til, at der er visse tjenester (fx højtemperatortjenester knyttet til særlige erhverv), der teknisk set ikke kan elektrificeres, samt forskelle i omkostninger ved teknologiskift afhængig af energitjenesten. Modellen indeholder desuden en opdeling af kvote og ikke-kvoteomfattet energiforbrug på energitjenestniveau baseret på kvotestatistikken. Energitjenesterne beskrives nærmere i afsnittet om TIMES-DK modellen nedenfor.

## **1.2.2 Metode og centrale antagelser**

### *Den samlede IntERACT model*

Formelt består IntERACT af en energisystemsmodel (TIMES-DK) som kobles til en generel ligevægtsmodel via et automatiseret iterativt link. Linket 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 dels, at der tages højde for makroøkonomiske vækstforløb fra Finansministeriet og dels, at økonomiske effekter fanges. Økonomiske effekter dækker over aktivitetseffekter (fx

28. april 2023

endogen erhvervsforskydning) samt priseffekter (fx substitutionsmuligheder mellem energitjenester og andre produktionsinput). Nærmere beskrivelse kan findes i dokumentationen til IntERACT-modellen [1].

#### CGE modellen

Den generelle ligevægtsmodel i IntERACT er en statisk generel ligevægtsmodel af en lille åben økonomi, hvor danske virksomheder er pristagere på verdensmarkedet. Der er 19 brancher i modellen, se tabel 2.1. Brancherne producerer hver en vare, som kan handles internationalt. Omverdenen er behandlet eksogent og modellen lukkes ved at antage, at handelsbalancen er eksogent baseret på den anvendte økonomiske fremskrivning fra FM. Udenrigshandel er repræsenteret med standard Armington-antagelser, hvor udlandets varer opfattes som imperfekte substitutter i forhold til danskproducerede varer.

Produktion er formuleret med profitmaksimerende virksomheder under perfekt konkurrence med konstant skalaafkast. Der er tre inputfaktorer i modellen: arbejdskraft, maskinkapital og bygningskapital. Maskinkapital og bygningskapital antages, med undtagelse af enkelte særlige brancher, at være af homogen karakter.

På forbrugssiden omfatter modellen en repræsentativ husholdning, der maksimerer nytten fra forbrug af varer under almindelig budgetbetingelse. Dertil antages et minimumsforbrug af specifikke forbrugsgrupper, fx mad, implementeret i modellen med brug af Stone-Geary minimumsforbrug.

Den offentlige sektor er repræsenteret i modellen som en offentlig agent, og budgetbetingelsen for den offentlige agent fastlægges ud fra fremskrivningen af det offentlige forbrug i den økonomiske fremskrivning fra Finansministeriet (jf. kapitel 3 i sektorforudsætningsnotat Priser og vækst). Det offentlige budget balanceres gennem de almindelige afgifter, energiafgifter og direkte skatter, der ligger på forbrug af varer og services, samt produktionsskatter (netto). Det offentlige budget lukkes endeligt med en *lump sum* overførsel fra/til den repræsentative husholdning.

Udviklingen i det aggregerede makroøkonomiske investeringsniveau er baseret på den anvendte økonomiske fremskrivning fra FM.

Energitjenester anvendes for de fleste brancher som den efterspurgte tjeneste i stedet for forbrug af brændsel. En aggregeringsfunktion sørger for at kombinere energivarer og kapital til selve energitjenesterne, baseret på information fra TIMES-DK modellen, således at varebalancerne for energivarer opfyldes. I ligevægtsmodellen er el- og fjernvarmesektoren repræsenteret, baseret på input fra Ramses-modellen. Således sikres, at el- og fjernvarmebranchen følger det forudsatte forløb fra Ramses-modellen i Klimafremskrivningen.

28. april 2023

Modellen er i KF23 kalibreret til nationalregnskabet, investeringsmatricer og energimatricer for 2019.

*Tabel 2.1: IntERACT-brancher ift. Nationalregnskabets 117-brancher*

IntERACT-Branche	NR117 branche	Modelleret i TIMES-DK	KF23 branche
Landbrug, Skovbrug, Gartneri og fiskeri	010000, 020000, 030000	Ja (som tre brancher) (Landbrug og skovbrug; Gartneri; og Fiskeri)	Landbrug Fiskeri
Cement og ikke-metallisk mineralogi	230010, 230020	Ja (som to brancher) (Cement; og Øvrig mineralogisk)	Fremstilling
Fødevareindustri	100010, 100020, 100030, 100040, 100050, 110000, 120000	Ja	Fremstilling
Metal-, maskin- og elektronikfremstilling	240000, 250000, 260010, 260020, 270010, 270020, 270030, 280010, 280020, 290000, 300000	Ja	Fremstilling
Kemisk industri	200010, 200020, 220000	Ja	Fremstilling
Farmaceutisk industri	210000	Ja	Fremstilling
Tekstil-, træ-, papir- og møbelfremstilling	130000, 140000, 150000, 160000, 170000, 180000, 310000, 320010, 320020, 330000	Ja	Fremstilling
Bygge- og anlægsvirksomhed	410009, 420000, 430003, 430004	Ja	Byggeri- og anlægsvirksomhed
Privat service	550000, 560000, 580010, 580020, 590000, 610000, 620000, 630000, 640010, 640020, 650000, 660000, 680010, 680030, 690010, 690020, 700000, 710000, 720001, 730000, 740000, 750000, 770000, 780000, 790000, 800000, 810000, 820000, 840021, 850041, 860020, 900000, 910001, 920000, 930011, 930020, 940000, 960000, 970000, 450020, 360000, 370000	Ja (som to brancher) (Detailhandel; og Engroshandel)	Privat service
Offentlig service	600000, 720002, 840010, 840022, 850010, 850020, 850030, 850042, 860010, 870000, 880000, 910002, 930012	Ja	Offentlig service
Detail- og engroshandel	450010, 460000, 470000, 950000	Ja	Privat service
Olie- og gasindvinding	060000, 080090, 090000	Nej*	-
Olieraffinaderier	190000	Nej*	-
El produktion og distribution	350010, 383900, 350030	Nej*	-
Gas fremstilling og distribution	350020	Nej*	-
Tog, busser og taxier	490010, 490020	Nej*	-
Fragt og postaktivitet	490030, 520000, 530000	Nej*	-
Sø- og lufttransport	500000, 510000	Nej*	-
Boligbenyttelse	680023, 680024	Ja	Husholdninger

*\*Branchen er modelleret i TIMES-DK, men anvendes ikke direkte i KF23*

28. april 2023

#### *TIMES-DK modellen*

TIMES-DK er en lineær optimeringsmodel for energisystemet, som i KF23 fremskriver både erhvervslivets og husholdningers energiforbrug. Modellen omfatter derudover resten af energisystemet. TIMES-DK modellen minimerer de samlede tilbagediskonterede systemomkostninger, under bibetingelse af efterspørgslen efter energitjenester, der i de fleste tilfælde leveres fra den generelle ligevægtsmodel. Omkostningerne er udregnet som summen af investeringsomkostninger, faste og variable drifts- og vedligeholdelsesomkostninger, samt afgifter og tilskud.

For erhvervene er eksisterende kapacitet, der konverterer energi til energitjenester estimeret ud fra:

- energistatistik [3],
- energimatricerne [2] og en
- kortlægning af erhvervslivets energiforbrug [8], samt
- antagelser om energieffektivitet, levetider og faste og variable drifts- og vedligeholdelsesomkostninger baseret på Teknologikatalog for individuel opvarmning [6] og Teknologikatalog for industriel procesvarme [7], samt
- ekspertvurderinger.

Antagelser om nye teknologier i erhverv er hovedsageligt funderet i Teknologikatalog for industriel procesvarme [7] og for energibesparelser i Kortlægning af erhvervslivets energisparepotentialer [9]. Både energisparepotentialer og erhvervslivets energiforbrug på slutanvendelser er blevet opdateret siden KF22, se afsnit 1.3.1.

For husholdninger er antagelserne om kapacitet, der konverterer energi til energitjenester baseret på Teknologikatalog for individuel opvarmning [6], Elmodel bolig [4] og egne beregninger. Modelleringen af husholdningers opvarmning og apparatforbrug er beskrevet yderligere i kapitel 2 Husholdningers opvarmning og kapitel 3 Husholdningers apparater.

Derudover er politiske tiltag, der har relevans for husholdninger og erhvervslivets energiforbrug, modelleret. Se kapitel 2, 3, 5 og sektorforudsætningsnotat Principper og politikker kapitel 2 for beskrivelse af hvilke politiske tiltag der er inkluderet.

TIMES-DK modellen fungerer således, at den opfylder et eksogent beskrevet energitjenestebehov, der kommer fra den generelle ligevægtsmodel. Det gør den ved at virksomheder og husholdninger enten anvender eksisterende energitjenestekapacitet, investerer i ny teknologi eller investerer i energibesparelser. Output fra TIMES-DK inkluderer blandt andet optimale

28. april 2023

investeringer i, og forbrug af, teknologier per år og region<sup>3</sup>, samt omkostninger, miljøudledninger og marginale og gennemsnitlige priser for brændsler og energitjenester.

Modelleringen af energitjenesteefterspørgslen for industri kræver en stor disaggregering af det endelige energiforbrug. Dette gøres ved at anvende Viegand Maagøes detaljerede kortlægning af erhvervslivets energiforbrug [3], der kortlægger erhvervslivets forbrug af energi i 42 brancher på 21 slutanvendelser, hvor 7 af anvendelserne er procesvarme. Disse er yderligere opdelt på 3 forsyningsformer og 4 temperaturintervaller. Forsyningsformerne angiver, om det er en slutanvendelse, hvor anvendelsen er en proces, der baserer sig på vand eller damp, eller om slutanvendelse baserer sig på om et brændsel brændes af direkte, fx en ovn.

For procesvarme aggregerer Energistyrelsen til 6 energitjenester for hver IntERACT-branche. De øvrige slutanvendelser aggregeres til 4 energitjenester. Dette sikrer en forholdsvis lav beregningstid i modellen samtidig med at det øger beskrivelsen af, hvad erhvervslivet anvender energien til, i forhold til udelukkende at se på brændsels- og energivareforbrug. I tabel 1.2 og tabel 1.3 gives et overblik over aggregeringen af erhvervslivets slutanvendelser i IntERACT.

*Tabel 1.2: Aggregering af procesvarme-slutanvendelser til energitjenester i IntERACT-modellen*

Slutanvendelser[3]	Temp/fors	Damp	Vand/væske	Direkte
Opvarmning/kogning	< 100°C	Indirekte Lavtemp.	Indirekte Lavtemp.	Direkte lavtemp.
Tørring	100°-150°C	Indirekte mellemtemp.	Indirekte mellemtemp.	Direkte mellemtemp.
Inddampning	150°-200°C	Indirekte Højtemp.	Indirekte Højtemp.	Direkte højtemp.
Destillation				
Brænding/sintring	>200°C	Indirekte Højtemp.	Indirekte Højtemp.	Direkte højtemp.
Smeltning/støbning				
Anden procesvarme*				

<sup>3</sup> Fordelt på Øst- og Vestdanmark.

28. april 2023

*Tabel 1.3: Aggregering af øvrige-slutanvendelser til energitjenester i IntERACT-modellen*

Slutanvendelse [3]	Energitjeneste (IntERACT)
It og anden elektronik	Belysning og IT-udstyr
Belysning	
Blæsere	Elektriske motorer
Hydraulik	
Køl/frys (ekskl. rumkøling)	
Pumpning	
Rumkøling	
Rumventilation	
Trykluft	
Øvrige elmotorer	
Anden elanvendelse	
Rumvarme	
Arbejdskørsel	Intern transport
Transport	<i>Dækket af transportmodellen</i>

#### *Realistisk adfærdsmodellering i TIMES-DK*

TIMES-DK er som nævnt en lineær optimeringsmodel. Et typisk karakteristika ved denne type model er tendensen til hjørneløsninger, hvor modellen ifm. optimeringen vælger kun at bruge én enkelt teknologi, fordi denne teknologi i modellen er billigere – og måske kun marginalt billigere – end alle de andre teknologier. Sådanne modelresultater stemmer typisk dårligt overens med virkeligheden. For at løse dette problem kan man bl.a. introducere forskellige typer af trægheder og begrænsninger i de lineære optimeringsmodeller. For at give en mere realistisk investeringsadfærd og robuste konverterings hastigheder er der derfor introduceret en række trægheder og adfærdsantagelser i TIMES-DK modellen:

- Virksomheder og husholdninger har tendens til at anvende det udstyr de allerede har installeret, hvorfor der i modellen anvendes en antagelse om minimumsanvendelse af eksisterende kapacitet. Minimumsforbruget er faldende over tid svarende til afskrivning af kapital på 10 pct. per år.
- Enkeltvirksomheder og husstande kan skifte fra den ene energiart til den anden forholdsvis hurtigt, men for hele brancher tager en omstilling tid. En øvre og nedre grænse for den årlige vækst i forbruget af en specifik energivare per energitjeneste og branche introduceres for at fange dette. Generelt er den øvre og nedre grænse sat til 10 pct. per år, med visse undtagelser.
- For at fange forskelle i virksomheders og husholdningers størrelser, processer og produktionsapparat, er centrale parametre for nye teknologier, såsom fx investeringsomkostninger og energieffektivitet, repræsenteret ved brug af en antagelse om normalfordeling omkring



28. april 2023

parametrene, så fx investeringsomkostninger distribueres omkring gennemsnittet.

- Barriereomkostninger, i form af såkaldte 'hurdle rates', er inkluderet for at fange, at husholdninger og virksomheders investeringsadfærd ikke kun fokuserer snævert på omkostningseffektivitet ift. de pengemæssige erhvervsomkostninger<sup>4</sup>. Disse barriereomkostninger inkluderer eksempelvis adgang til kapital, uopmærksomhed ift. nye teknologier, søgeomkostninger og risikoaversion.
- Optimeringshorisonten er repræsenteret ved at modellen har såkaldt rullende horisont og optimerer 10 år frem. Optimeringsøvelsen gentages med et overlap på 5 år frem i tid.

For yderligere modeldokumentation se [1].

### 1.2.3 Hvordan laves baselinen til KF23

Baselinen til klimafremskrivningen fastlægges ved først at opdatere datagrundlaget for modellens parametre<sup>5</sup> til seneste statistikår og nyeste fremskrivning af brændsels- og el- og fjernvarmepriser, afgifter og teknologidata. Fremskrivningen af brændselspriserne og CO<sub>2</sub>-kvoteprisen er dokumenteret i sektorforudsætningsnotat Priser og vækst i kapitel 1 Brændselspriser og kapitel 2 CO<sub>2</sub> kvotepris.

I KF23 kalibreres modellen til seneste statistikår, som er 2019 for den generelle ligevægtsmodel (I-O-tabel fra Danmarks Statistik) og 2021 for TIMES-DK (energistatistik fra Energistyrelsen).

Herefter kalibreres IntERACT til følgende elementer i vækstforudsætningerne fra Finansministeriet:

- BNP vækstforløb
- Forholdet mellem privat og offentlig forbrug låses til FMs vækstforløb.
- Udvikling i import, eksport og investeringer.
- For Landbrug, Skovbrug og Gartneri, fiskeri samt for Cementproduktion laves særskilte branchefremskrivninger.

De anvendte vækstforudsætninger til KF23 er nærmere beskrevet i forudsætningsnotaterne (jf. kapitel 5: Cementproduktion og kapitel 6: Energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri, samt sektorforudsætningsnotat Priser og vækst, kapitel 3: Økonomiske vækstforudsætninger).

<sup>4</sup> Hurdle rates er modelleret som en øget diskonteringsrente.

<sup>5</sup> Herunder bl.a. eksisterende energitjenestekapaciteter, emissionsfaktorer og effektiviteter.

28. april 2023

## 1.3 Kvalificering af KF23 forløbet

### 1.3.1 Modeludvikling siden KF22

Ud over den generelle opdatering af input til modellen er følgende større områder i modellen forbedret siden KF22:

I løbet af foråret 2022 er erhvervslivets energiforbrug blevet kortlagt på ny, og dette har givet anledning til omfattende recalibrering af erhvervslivets energiforbrug. Dette er nærmere beskrevet ovenfor, hvor der er flere energitjenester end der blev modelleret i KF22. Derudover er potentialerne for konverteringer væk fra fossile brændsler for forskellige teknologier, som fx procesvarmepumper også blevet revurderet.

Husholdningernes opvarmningsbehov og potentialer er blevet forbedret med ny og opdateret modellering af flere varmeområder. Herunder er serviceerhvervenes behov for opvarmning flyttet til at blive beskrevet via data for bygningsmassen fra BBR.

### 1.3.2 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 drivhusgasudledninger. Nedenfor fokuseres på få udvalgte:

- **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:** Potentialer 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 (jf. afsnit, 1.2.2). Disse antagelser har 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

**Klimastatus og –fremskrivning 2023**  
**Husholdningers og erhvervs energiforbrug og**  
**procesudledninger**  
Sektorforudsætningsnotat



28. april 2023

økonomiske aktivitet for hver branche. Vurderingen af de forskellige branchers økonomiske aktivitet er således af stor betydning for det samlede resultat.

28. april 2023

## 1.4 Kilder

[1] IntERACT modeldokumentation inklusiv dokumentation for valg af elasticiteter:  
<https://ens.dk/en/our-services/projections-and-models/models/documentation-interact>

[2] Input-output tabel (for 2019): og energimatricer:  
<https://www.dst.dk/en/statistik/emner/nationalregnskab-og-offentlige-finanser/produktivitet-og-input-output/input-output-tabeller?tab=tab>

[3] Energistatistikken  
<https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/energistatistik2021.pdf>

[4] Elmodel bolig (fremskrivning af fordelingen mellem forskellige apparattyper og deres effektivitet). <http://www.elm.big2great.online/>

[5] SMILE fremskrivning for boligefterspørgsel. <https://dreamgruppen.dk/smile/>

[6] Teknologikatalog for individuel opvarmning  
[https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology\\_data\\_catalogue\\_for\\_individual\\_heating\\_installations.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_catalogue_for_individual_heating_installations.pdf)

[7] Teknologikatalog for industriel procesvarme,  
[https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology\\_data\\_catalogue\\_for\\_industrial\\_process\\_heat\\_and\\_cc.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_catalogue_for_industrial_process_heat_and_cc.pdf)

[8] Kortlægning af erhvervslivets energiforbrug, (udgave fra 2022 afventer offentliggørelse)  
[https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Energibesparelser/kortlaegning\\_af\\_energiforbrug\\_i\\_virksomheder.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Energibesparelser/kortlaegning_af_energiforbrug_i_virksomheder.pdf)

[9] Kortlægning af erhvervslivets energisparepotentialer  
[https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Energibesparelser/kortlaegning\\_af\\_energisparepotentialer\\_i\\_erhvervslivet.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Energibesparelser/kortlaegning_af_energisparepotentialer_i_erhvervslivet.pdf)

[10] Afgiftssatser: [www.skat.dk](http://www.skat.dk)

28. april 2023

## Kapitel 2: Husholdningernes opvarmning

### 2.1 KF23 forløbet frem mod 2035

Formålet med dette notat er at gøre rede for, hvordan varmegrundlaget<sup>6</sup> estimeres og fremskrives.

Fremskrivning af husholdningernes energiforbrug til opvarmning (kaldt nettovarmeforbrug) sker i IntERACT-modellen (se kapitel 1). Nettovarmeforbruget beregnes ud fra et prædefineret, fremskrevet varmegrundlag. Varmegrundlaget fungerer som input til modellen, der fra dette udgangspunkt fremskriver husholdningernes samlede nettovarmeforbrug<sup>7</sup>, og fordeler bruttoenergiforbrug<sup>8</sup> på teknologier og energivarer.

IntERACT inkluderer alt energiforbrug, der anvendes til husholdningernes opvarmning, det vil sige både rumvarme og varmtvandsforbrug. Rumvarmen og varmtvandsforbruget behandles som et samlet varmebehov (jf. energitjenesten "rumvarme" i kapitel 1 IntERACT modellen).

Husholdningernes muligheder for at opfylde deres varmebehov 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 konkurrence om at leverer varmebehovet imellem individuelle og kollektive varmeløsninger. Dette er afspejlet i IntERACT-modellen.

Figur 2.1 viser det samlede fremskrevne varmegrundlag for hhv. enfamiliehuse og etageboliger for perioden 2019-2035, som indgår i KF23.

---

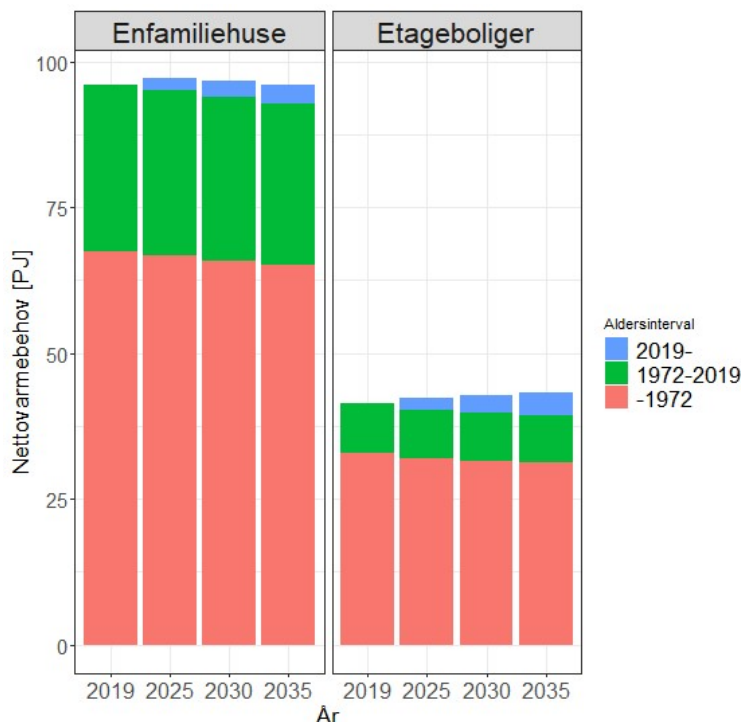
<sup>6</sup> Varmegrundlaget er det samlede varmebehov for husholdningerne, før påvirkning af konkurrence imellem diverse sektorer ift. pris- og indkomsteffekter mv. (se kapitel 1 IntERACT for uddybning).

<sup>7</sup> Nettovarmeforbruget definerer summen af den nyttiggjorte energi og lokale tab (fx i gas- og oliekedler og varmetab igennem isolation og ventilation mm.) i bygningen.

<sup>8</sup> Bruttoenergiforbruget angiver den mængde af energi en bestemt energitjeneste skal bruge for at kunne levere det samlede nettovarmebehov.

28. april 2023

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



Note: Aldersinterval referer de enkelte bygningers opførelsesår (før 1972: -1972, mellem 1972 og 2019: 1972-2019 og efter 2019: 2019-)

Som det fremgår af figuren, er det samlede varmegrundlag for enfamiliehuse svagt faldende, efter 2025. Årsagen er et fald for eksisterende boliger, som ikke udlignes af stigningen i kommende boligers nettovarmebehov. Modsat ses der en samlet stigning for etageboliger, da opførelsen af nye mere effektive etageboliger er højere end nedrivningen af dem. Varmegrundlaget anses for at være et nettovarmebehov for husholdningerne, og udgangspunktet er dermed ikke påvirket af eventuelle energiforbedrende tiltag, da sådanne alene vil have indflydelse på nettovarmeforbruget.

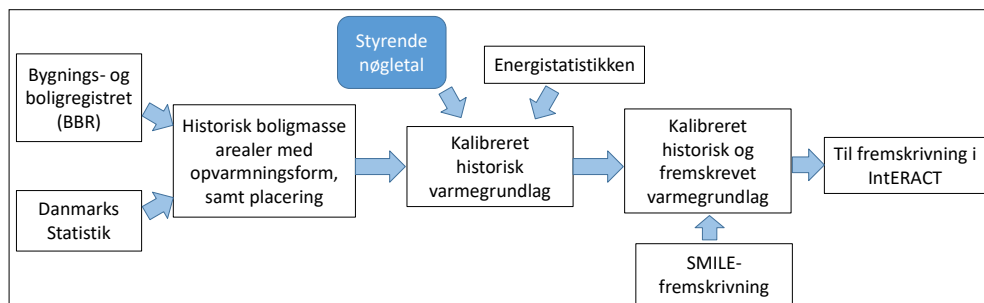
## 2.2 Metode og antagelser bag KF23 forløbet

### 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.

28. april 2023

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)
- fastlæggelse og kalibreringen af det historiske varmegrundlag (opgjort i PJ)
- fremskrivning af varmegrundlag, med udgangspunkt i det historiske varmegrundlag.

Det fremtidige varmegrundlag anvendes herefter som start-baseline i IntERACT fremskrivningen, der fastlægger fremskrivningen af nettovarmebehovet, som er varmebehovet, hvor der også tages højde for pris- og indkomsteffekter mv.

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 varmebehov 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 Vestdanmark.<sup>9</sup>
- 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

<sup>9</sup> Jf. elprisområderne i Danmark, som benyttet af blandt andet NordPool [1].

28. april 2023

varmeområde og dækker dermed de resterende geografiske områder, hvor fjernvarme ikke er tilgængeligt.

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 opvarmingsløsninger. [Dog vil der være mulighed for at udvide fjernvarme til husholdninger tæt på nuværende net]

- Bygningstyperne: Opdelingen i IntERACT er tilpasset Energistatistikens opdeling bygningstyperne er derfor defineret som enfamiliehuse og etageboliger. Bygningstypen specificerer blandt andet tilgængeligheden af forskellige teknologier der kan levere varmebehovet (energitjenester) 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 opdeles ud fra, om den enten er opført før eller efter indførelse af energikravet i bygningsreglementet fra 1972.<sup>10</sup> Derudover defineres en kommende boligmasse, som afspejler de strammere energikrav til fx klimaskærm i bygningsreglement 2018.

Tabel 2.1 viser hvilke dimensioner, der benyttes til at klassificere opdelingen af husholdningernes varmebehov i IntERACT.

*Tabel 2.1 Klassificeringen af husholdningernes varmebehov i IntERACT, der er opgjort i de fire dimensioner: Region, Geografisk placering ift. fjernvarmeområde, Bygningstype og Aldersinterval*

Region	Geografisk placering ift. fjernvarmeområde	Bygningstype	Aldersinterval
Vestdanmark Østdanmark	Central FJV	Enfamiliehuse	Før 1972
	Decentral FJV	Etageboliger	Efter 1972
	Individuel		Nye, efter 2019

Husholdningernes varmebehov aggregeres jf. detaljeringsniveauet i Tabel 2.1. Varmebehovet for hver af de 36 klassificeringer bruges i IntERACT-modellen til at beregne teknologiske løsninger, der kan levere varmen til de forskellige klasser af boliger. De teknologiske løsninger, som konkurrerer om at levere/reducere nettovarmebehovet i de enkelte klassificeringer er varmepumper, fjernvarme,

<sup>10</sup> Bygningsreglementet sætter krav for bygningers energiforbrug og er igennem tiden blevet strammet [3].



28. april 2023

træpillefyr, gasfyr, oliefyr mm. og energiforbedrende tiltag, der reducerer boligmassens varmebehov.

### 2.2.1.2 Den historiske boligmasse

Til fastlæggelse af den historiske boligmasse i IntERACT benyttes en række eksterne inputs, herunder geografisk placering, bygningsstørrelse, bygningstype samt nuværende opvarmningsform (jf. klassificeringen i Tabel 2.1). Disse eksterne inputs defineres ved brug af både bygnings- og boligregisteret (BBR) samt Danmarks Statistik (DST).

Det er her værd at bemærke, at BBR på trods af, at det ikke til hver en tid vil være fuldt opdateret, fortsat er det bedste data over bygningstyper mv. og derfor benyttes i IntERACT. Se eventuelt mere om BBR og usikkerhed i kapitel 3.2.

BBR bruges til at definere de eksisterende boligers størrelse, bygningstypen, fordelingen 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 (Bygningstype)

<b>BBR – BygAnvendelse</b>	<b>IntERACT - Bygningstype</b>
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 med den nuværende opvarmningsform på bygningsniveau oplyst af BBR. Koblingen gøres blandt andet for at sikre, at de enkelte boliger oplysninger om opvarmningsform jf. BBR er anført rigtigt ift.

28. april 2023

teknologi og energivarer. Dog skal 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, aldersinterval og geografi (regional placering og placering ift. fjernvarmeområder) benyttes BOL103 og BOL104 fra DST. Den historiske boligmasse indgår som input til IntERACT for, at modellen også kan tilbageskrive til det seneste statistikår til brug for sammenligningen med Energistatistikken.

### 2.2.1.3 Det historiske varmegrundlag

Husholdningernes nettovarmebehov 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 af beboere
- Påvirkningen fra eksterne parametre såsom klima (temperatur, solindstråling mm.).

Det nettovarmebehov som indgår i IntERACT benævnes (modelteknisk) varmegrundlaget. Varmegrundlaget for den eksisterende boligmasse defineres på baggrund af de overstående faktorer, der blandt andet er defineret af BUILD [4] og som indgår som data i IntERACT.<sup>11</sup> Dette kalibreres imod nettoenergiforbruget til opvarmning fra den seneste Energistatistik [5].

### 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' [6]. For mere information omkring SMILE-modellen henvises til afsnit 3.2.1.2 i kapitel 3 samt til DREAM-gruppens hjemmeside [6].

SMILE-modellen leverer en samlet fremskrivning af den gennemsnitlige boligmasse, som Energistyrelsen bruger til at fremskrive de definerede husholdninger (fra forrige afsnit). Udviklingen i boligmassen består af den

---

<sup>11</sup> BUILD ved Aalborg Universitet har et beregningsprogram til beregning af bygningers energibehov.

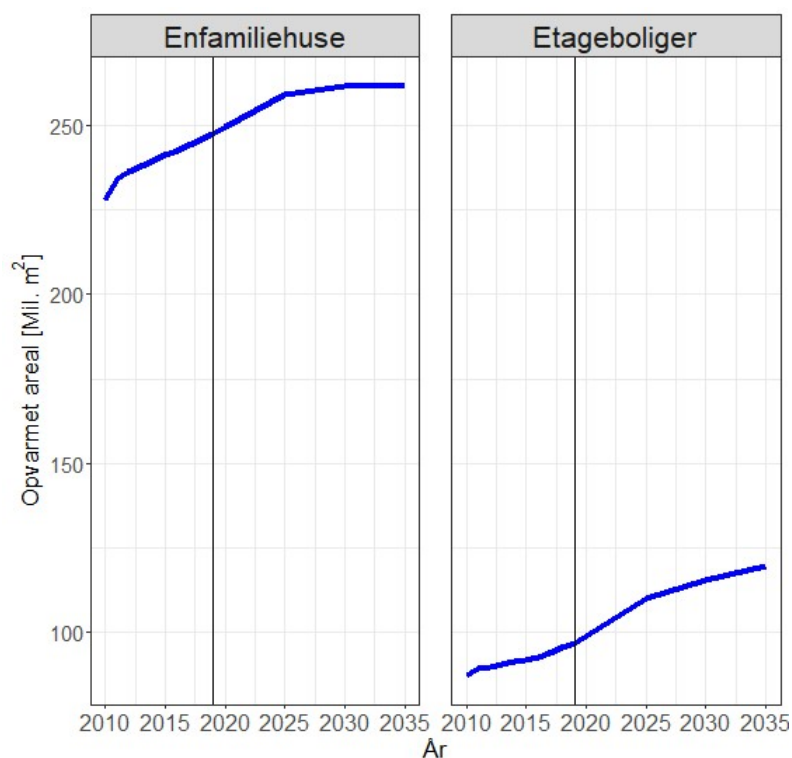
28. april 2023

eksisterende boligmasse tillagt nybyggeri og fratrukket nedrivning af eksisterende bygninger<sup>12</sup>. I SMILE er boligmassens udvikling et resultat af befolkningens efterspørgsel af boliger, baseret på blandt andet demografisk struktur, uddannelse, arbejdsforhold, geografi og boligpræferencer.<sup>13</sup>

Da SMILE-fremskrivningen og IntERACT ikke anvender samme basisår, tages der udgangspunkt i den årlige procentmæssige ændring af boligmassen fra SMILE, der antages ens imellem modellerne. Udviklingen af boligmasse i IntERACT følger således SMILE-fremskrivningen.

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

Figur 2.3 Fremskrivning af boligmassens samlede opvarmede areal i IntERACT.



Det forventes, at boligmassens areal vil stige, både fsv. enfamiliehuse og etageboliger – om end det synes at flade ud efter 2030 for enfamiliehuse. Jf. figur 2.3. Der forventes en stigning i både det opvarmede areal for etageboliger og

<sup>12</sup> Se bilag 2.3 for specifikation af nedrivningsrater den løbende nedskrivning i den nuværende boligmasse (Fig. 1)

<sup>13</sup> SMILE-modellen og IntERACT anvender ikke helt samme aggregering. Mappingen mellem SMILE- og IntERACT-kategorierne er vist i Tabel 2.5 i bilag 2.

28. april 2023

enfamiliehuse. For enfamiliehuse forventes den eksisterende boligmasses opvarmede areal langsomt at aftage grundet nedrivning.

Det bør 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 for den samlede boligmasse vil således bestå af varmebehovet for den eksisterende boligmasse på det pågældende tidspunkt. Varmebehovet fastlægges på baggrund af de enkelte boligers størrelse, stand og anvendelse og det kan fremadrettet enten dækkes af energibesparelser eller energitjeneste-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 journalen fra 2020 [7].

Varmegrundlaget for den kommende boligmasse fastlægges blandt andet ud fra nedenstående forventede nettovarmeforbrug per kvadratmeter (bygningernes energieffektivitet), som er udarbejdet i samarbejde med BUILD. Tabel 2.3 viser forventede nettovarmeforbrug per millioner kvadratmeter for nybyggeri opført i 2020. Som det fremgår af tabellen er nybyggeri underlagt strengere bygningsstandardskrav, herunder ift. varmekonsum. De forventede nettovarmeforbrug for boliger, der opføres senere end 2020 kan ses i bilag 2.3

Tabel 2.3 Nyopførte boligernes energieffektivitet opført i 2020

Region	Bygningstype	Geografisk område	Bygningers energieffektivitet [PJ/Mm <sup>2</sup> ]
Østdanmark	Enfamiliehuse	Decentral fjv.	0.185
Østdanmark	Enfamiliehuse	Central fjv	0.153
Østdanmark	Enfamiliehuse	Individuel opv.	0.185
Østdanmark	Etageboliger	Decentral fjv.	0.156
Østdanmark	Etageboliger	Central fjv	0.185
Østdanmark	Etageboliger	Individuel opv.	0.166
Vestdanmark	Enfamiliehuse	Decentral fjv.	0.185
Vestdanmark	Enfamiliehuse	Central fjv	0.153
Vestdanmark	Enfamiliehuse	Individuel opv.	0.185
Vestdanmark	Etageboliger	Decentral fjv.	0.156
Vestdanmark	Etageboliger	Central fjv	0.185
Vestdanmark	Etageboliger	Individuel opv.	0.166

Ved at følge overstående beskrevne metode er det nuværende og kommende varmebehov defineret jf. Figur 2.1. Således bruges BBR og SMILE til at fremskrive

28. april 2023

boligkvadratmetre. Disse kvadratmetre har tilhørende varmegrundlag, der via bygningernes stand afgør nettovarmebehovet. Størrelsen af energiforbruget der er nødvendig for at dække nettovarmebehovet beregnes i IntERACT ligesom modellen anviser den opvarmningsform der billigst dækker nettovarmebehovet. Heri ligger også, at IntERACT beregner eventuelle yderligere forbedringer, der reducerer nettovarmebehovet. Alle beregninger IntERACT foretager i denne forbindelse, er omkostningsminimering over både omkostninger for renoveringer, installation af nye fyr/varmepumpe/fjernvarme, forbrug af energivare (fx el eller gas) og dertil alle afgifter og tilskud til samme.

### 2.2.2 Frozen policy antagelser til KF23

Folketinget har indgået følgende aftaler i 2022, som skal udbrede fjernvarme og andre grønne opvarmningsmuligheder til husholdninger mfl.:

- Klimaaftale om grøn strøm og varme 2022 – Danmark kan mere II
- Aftale om målrettet varmecheck
- Delaftale om disponering af midler fra aftale om målrettet varmecheck og udfasning af sort varme
- Aftale om vinterhjælp.

I KF23 er der taget højde for (*Klimaaftale om grøn strøm og varme, 2022*) herunder tiltaget ”Øget forbrugerbeskyttelse”, som vurderes at indgå i den generelle fremskrevne trend for teknologivalg. Tiltaget består af initiativer som bl.a. skal begrænse prisstigningerne på fjernvarme (prisloft), fremrykke udrulningen af fjernvarme og øge investeringsikkerheden for nye grønne investeringer gennem en justering af substitutionsprisen. Derudover vil der blive gået dybere ind i de kommende kommunale varmeplaner, når disse er lagt, hvilket formentligt vil være forud for KF24. Det igangværende arbejde med disse varmeplaner indebærer en betydelig usikkerhed ift. fremskrivningen af opvarmningsformer i KF23.

I (*Aftale om målrettet varmecheck, 2022*) indgår en udvidelse af skrotningsordningen, der støtter varmepumper på abonnement. Udvidelsen betyder at husholdninger med træpillefyr også kan ansøge ordningen fra 1. december 2022. Denne justering er indregnet i KF23.

Fra (*Delaftale om disponering af midler fra aftale om målrettet varmecheck og udfasning af sort varme, 2022*) er der desuden indregnet den forhøjede pulje til afkoblingsordningen (fra gasfyr).

Fra (*Aftale om vinterhjælp, 2022*) indgår tiltaget ”skrotningsordning udvides med træpiller”, der støtter varmepumper på abonnement, så også husholdninger med træpillefyr kan få gavn af disse midler. Læs eventuelt mere om, hvordan politiske tiltag fra 2022, herunder øvrige tiltag fra ovenstående aftaler, er håndteret i KF23 i sektorforudsætningsnotat Principper og politikker.

28. april 2023

Foruden ovenstående nye tiltag fra 2022 er følgende tiltag også modelleret i KF23, på linje med i KF22 og KF21:

- Bygningspuljen
- Skrotningsordningen
- Fjernvarmepuljen
- Afkoblingsordningen.

I bilag 2.5 fremgår den konkrete modellering i IntERACT af de fire tiltag.

Derudover indgik Europa-Parlamentet og Rådet en foreløbig aftale om et separat kvotesystem "*ETS til vejtransport og opvarmning af bygninger*", som vil få betydning for husholdningens opvarmning. Den foreløbige aftale er stilet mod regulering af udledninger i forbindelse med brændstoffer anvendt i bygninger og til vejtransport, og er dermed rettet mod brændstofleverandører frem for brugerne. Det er forbundet med usikkerhed at skønne effekten af etableringen af et separat kvotehandelssystem for vejtransport og opvarmning af bygninger, idet det bl.a. er usikkert, hvad kvoteprisen for disse sektorer vil blive. Derfor indregnes aftalen ikke i KF23.

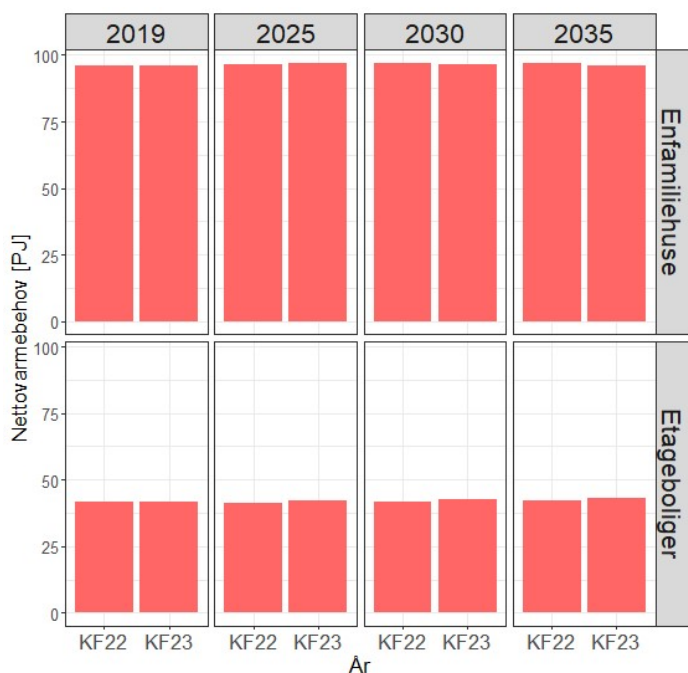
## 2.3 Kvalificering af KF23 forløbet

### 2.3.1 Sammenligning med KF22

En sammenligning af varmegrundlaget for husholdninger i hhv. KF22 og KF23 vises i figur 2.4. Figuren viser det samlede varmegrundlag i udvalgte år fordelt på bygningstyper.

28. april 2023

Figur 2.4 Sammenligning af samlede varmegrundlag for husholdninger i udvalgte år brugt i KF22 og KF23 opdelt på hhv. enfamiliehuse og etageboliger



Som det fremgår af figuren, er der ikke væsentlig forskel i nettovarmebehovet til hhv. KF22 og KF23.

At der er en lille forskel kan tilskrives opdateringen af BBR-data: idet BBR opdateres af boligejerne løbende, lægges et nyt træk fra BBR til grund sammen med SMILE-fremskrivningen, som samlet giver en anden forventning til udviklingen af boligmassen fremadrettet. Konkret forventer SMILE mere nybyggeri kombineret med en fastholdelse af nedrivningsraten, giver det samlet flere opvarmede kvadrater. Dette er også uddybet i bilag 2.2.

### 2.3.2 Usikkerhed

De anvendte BBR data kan være en kilde til usikkerhed. I KF23 anvendes BBR-data til fremskrivning af husholdningernes varmegrundlag. Ifølge Bekendtgørelse om ajourføring af Bygnings- og Boligregistret (BBR) har ejere af faste ejendomme har pligt til at påse, at den pågældende ejendom er registreret korrekt i BBR. [18] Dermed er det op til boligejerne selv at opdatere BBR. Egenindberetning som denne 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 [9].

28. april 2023

Dog er det en anerkendt udfordring, at især oliefyr er overvurderet i BBR<sup>14</sup>. 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 varmebehovet udvikles.

### 2.3.3 Planlagt udvikling fremadrettet

Der foreligger på nuværende tidspunkt ikke konkrete udviklingsplaner ift. metoden til fastlæggelse og fremskrivning af husholdningers varmegrundlag, udover løbende validering af denne. Til gengæld vil arbejdet med fjernvarmeudrulning og politiske tiltag for at fremme konverteringen væk fra olie og naturgas og overmod fjernvarme og varmepumper blive fulgt nøje. Til KF24 vil der blive gået dybere ind i de kommende kommunale varmeplaner.

---

<sup>14</sup> Forklaringen er, at det er bygningssejerne, der skal oplyse kommunerne (der registrerer oplysninger i BBR) om skift i opvarmningsform. Det sker ikke altid, når oliefyrsejere skifter opvarmningsform.



28. april 2023

## 2.4 Kilder

[1]: Nordpool. 2021. "Day-ahead overview". Nordpool, Tilgået November 12, 2021, <https://www.nordpoolgroup.com/en/maps/#/nordicnordic>

[2]: Bolig og planstyrelsen. 2021. "Planinfo". Erhvervsstyrelsen, Tilgået November 25, 2022, <https://planinfo.erhvervsstyrelsen.dk/plandatatdk>

[3]: Bygningsreglementet. "Bygningsreglementet.dk". Bygningsreglementet, Tilgået November 17, 2022, <https://byggningsreglementet.dk>

[4]: BUILD. 2021. "BYGNINGERS ENERGIBEHOV". Aalborg Universitet, Tilgået November 25, 2022, <https://build.dk/anvisninger/Pages/213-Bygningers-energibehov-6.aspx#/>

[5]: Energistyrelsen. 2022. "Månedlig og årlig energistatistik". Energistyrelsen, Tilgået November 25, 2022, <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>

[6]: DREAM-gruppen. 2022. "SMILE". DREAM-gruppen, Tilgået November 25, 2022, <https://dreamgruppen.dk/smile/>

[7]: 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, Tilgået November 25, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111785>

[8]: Retsinformation. 2002. "Bekendtgørelse om ejeres pligt til at give oplysninger til Bygnings- og Boligregistret (BBR)". Retsinformation.dk, Tilgået November 25, 2022, <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2002/1028>

[9]: Danmarks Statistik. 2021. "Præcision og pålidelighed", Danmarks Statistik, Tilgået November 25, 2022, <https://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/statistikdokumentation/boligopgoerelsen/praeecision-og-paalidelighed>

[10]: Retsinformation. 2020. "Bekendtgørelse om tilskud til energibesparelser og energieffektiviseringer i bygninger til helårsbeboelse". Retsinformation.dk, Tilgået November 25, 2022, <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/1467>

[11]: Retsinformation. 2020. "Bekendtgørelse om tilskud til individuelle varmepumper ved skrotning af olie- eller gasfyr (Skrotningsordningen)".

28. april 2023

Retsinformation.dk, Tilgået November 25, 2022,  
<https://www.retsinformation.dk/eli/Ita/2020/1415>

[12]: Retsinformation. 2020. "Bekendtgørelse om tilskud til projekter vedrørende udrulning af fjernvarmedistributionsnet". Retsinformation.dk, Tilgået November 12, 2021, <https://www.retsinformation.dk/eli/Ita/2020/2306>

[13]: Energistyrelsen. 2020 "Afkoblingsordningen", Energistyrelsen, Tilgået November 25, 2022, <https://ens.dk/service/tilskuds-stoetteordninger/afkoblingsordningen>

[14]: Finansministeriet. 2020, "Aftaler om finansloven for 2021", Finansministeriet, Tilgået November 25, 2022, <https://fm.dk/udgivelser/2020/december/aftaler-om-finansloven-for-2021/>

[15] Klima- energi- og forsyningsministeriet, 2018, "[Energiaftale 2018](#)". Tilgået 12. November 2022, <https://kefm.dk/media/6646/energiaftale2018.pdf>

[16] Klimaaf tale om grøn strøm og varme, 2022. "Klimaaf tale om grøn strøm og varme 2022 (Danmark kan mere II)" Tilgået den 25. November 2022, <https://kefm.dk/Media/637920977082432693/Klimaaf tale%20om%20gr%C3%B8n%20str%C3%B8m%20og%20varme%202022.pdf>

[17] Energistyrelsen. 2022, "Skrotningsordningen", Energistyrelsen, Tilgået 27. November 2022. <https://ens.dk/service/tilskuds-stoetteordninger/skrotningsordningen>

[18] [Retsinformation](#). 2022, "Bekendtgørelse om ajourføring af Bygnings- og Boligregistret (BBR)". Tilgået 27. november 2022. <https://www.retsinformation.dk/eli/Ita/2012/1010>

28. april 2023

## 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

28. april 2023

### 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 m2	
	40-59 m2	
	60-79 m2	
	80-99 m2	
	100-119 m2	
	119-159 m2	
	160-199 m2	
200- m2		
Personer i husstanden	1 person	
	2 personer	
	3 personer	
	4 personer	
	5 personer	
	6 eller flere	

28. april 2023

### Bilag 2.3 Nedrivningsrater for husholdninger i IntERACT

Eksisterende boligens 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  $y_{start}$ ,  $\Omega$  er nedrivningsraten.

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

28. april 2023

#### Bilag 2.4 Kommende bygningers varmekonsum

Dette bilag indeholder de resterende tabeller som beskriver hvilke nøgletal, der benyttes til at fastlægge varmebehovet for den kommende boligmasse for konstruktionsårene 2021-2030 og efter 2030 i hhv. Tabel 2.6 og Tabel 2.7. Disse er beregnet på baggrund af kommende, vedtagne bygningsstandarder.

*Tabel 2.6 Forventede nettovarmeforbrug for boliger opført i perioden 2021-2030*

Region	Bygningstype	Geografisk område	Bygningsår	Forventede netto-varmekonsum [PJ/Mm <sup>2</sup> ]
Østjylland	Enfamiliehuse	Decentral	2021-2030	0.163
Østjylland	Enfamiliehuse	Central	2021-2030	0.130
Østjylland	Enfamiliehuse	Individuel	2021-2030	0.163
Østjylland	Etageboliger	Decentral	2021-2030	0.133
Østjylland	Etageboliger	Central	2021-2030	0.163
Østjylland	Etageboliger	Individuel	2021-2030	0.144
Vestjylland	Enfamiliehuse	Decentral	2021-2030	0.163
Vestjylland	Enfamiliehuse	Central	2021-2030	0.134
Vestjylland	Enfamiliehuse	Individuel	2021-2030	0.164
Vestjylland	Etageboliger	Decentral	2021-2030	0.138
Vestjylland	Etageboliger	Central	2021-2030	0.160
Vestjylland	Etageboliger	Individuel	2021-2030	0.146

*Tabel 2.7 Forventede nettovarmeforbrug for boliger opført efter 2030*

Region	Bygningstype	Geografisk område	Bygningsår	Forventede netto-varmekonsum [PJ/Mm <sup>2</sup> ]
Østjylland	Enfamiliehuse	Decentral	>2030	0.165
Østjylland	Enfamiliehuse	Central	>2030	0.132
Østjylland	Enfamiliehuse	Individuel	>2030	0.166
Østjylland	Etageboliger	Decentral	>2030	0.135
Østjylland	Etageboliger	Central	>2030	0.165
Østjylland	Etageboliger	Individuel	>2030	0.146
Vestjylland	Enfamiliehuse	Decentral	>2030	0.165
Vestjylland	Enfamiliehuse	Central	>2030	0.135
Vestjylland	Enfamiliehuse	Individuel	>2030	0.166
Vestjylland	Etageboliger	Decentral	>2030	0.140
Vestjylland	Etageboliger	Central	>2030	0.162
Vestjylland	Etageboliger	Individuel	>2030	0.148

28. april 2023

### Bilag 2.5 KF23 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 og 2022.

*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 boligens drift.

Med Klimaaftale om grøn strøm og varme [16] 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 den efterfølgende fordeling aftales i 2023.

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. Tilskuds 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 [10].

*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. [17]

28. april 2023

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 [11].

*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 [12].

*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 [13]. 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 [14]. Dette giver dermed en forhøjet økonomisk profil ift. de forskellige puljer, som er opsummeret i Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Økonomisk profil, tilskudspuljer til udfasning af olie- og gasfyr

Mio. kr.	2023	2024	2025	2026	Total
Fjernvarmepulje	290,1	0	0	0	735
Skrotningsordning	38,2	36,2	23	23	146,6
Bygningspulje	331,3	394,4	221,2	192,5	1.554
Afkoblingsordning	133,8	99,4	99,4	99,4	617,8
Samlede puljemidler i alt (ekskl. afledt afgiftstab)	793,4	530,1	343,6	314,9	3.053,5

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



28. april 2023

## Kapitel 3: Husholdningernes el-forbrug til apparater

### 3.1 KF23 forløbet frem mod 2035

Dette kapitel beskriver udviklingen i elforbruget fra husholdningernes apparater i KF23. Kapitel 3.2.1 beskriver metode og antagelser samt drivere i udviklingen imens kapitel 3.2.2 konkluderer, at der ikke er vedtaget nye politiske tiltag fra 2022 som påvirker elforbruget fra husholdningernes apparatforbrug i KF23.

Forudsætningerne for husholdningernes apparatforbrug er ikke ændret ift. KF22. El-forbruget til apparater i KF23 vil dog blive påvirket af nyt økonomisk vækstforløb (jf. sektorforudsætningsnotat Priser og vækst kapitel 3), opdatering af datagrundlaget til Energistatistik 2021 samt af nye elpriser. Det bemærkes dog, at elprisen er resultat i KF23 og ikke en forudsætning. Elprisen er således et resultat af forudsætninger knyttet til både udbuds- som efterspørgselsiden i Energistyrelsens modelsetup.

### 3.2 Metode og antagelser bag KF23 forløbet

Fremskrivning af husholdningernes elforbrug til apparater sker vha. IntERACT-modellen<sup>15</sup>, 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 elforbruget til varmepumper håndteres i kapitel 2 mens husholdningernes elforbrug til transport håndteres i sektorforudsætningsnotat Transport.

De primære drivere 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.

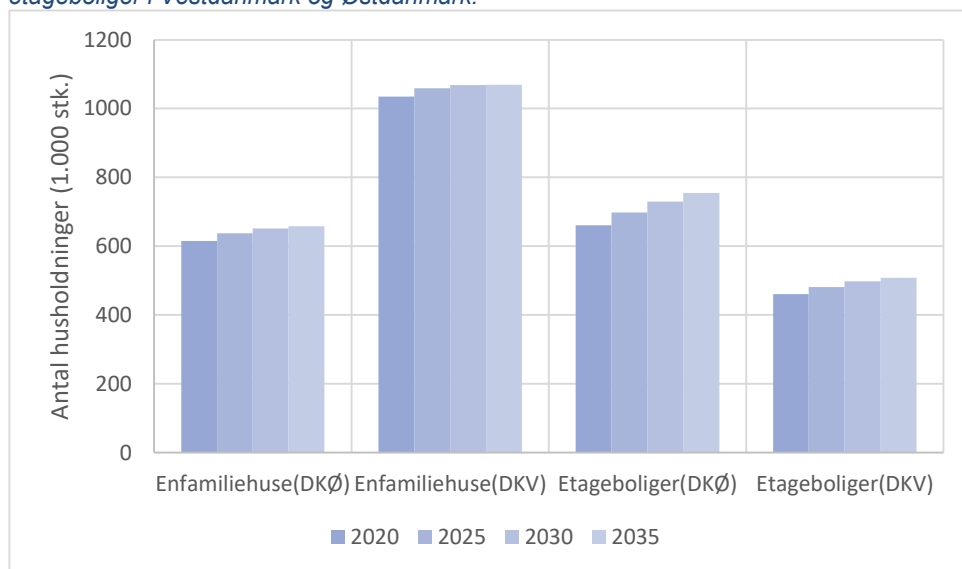
Figur 3.1 viser udviklingen i antallet af de to boligtyper, som vil blive lagt til grund for fremskrivningen af husholdningernes apparatforbrug i KF23. Som det fremgår af

<sup>15</sup> For en beskrivelse af IntERACT-modellen henvises til 1B KF23 modelnotat - IntERACT

28. april 2023

figuren så forudsættes antallet af husholdninger at stige frem mod 2040 i særlig grad for etageboliger i Østdanmark (DKØ).

Figur 3.1 Fremskrivningen af antal husholdninger i KF23 for hhv. enfamiliehuse og etageboliger i Vestdanmark og Østdanmark.



Kilder: Danmark Statistik BOL101 / SMILE-modellen

Note: BOL101: Boliger efter område, beboertype, anvendelse, udlejningsforhold, ejerforhold og opførelsesår

Andre væsentlige drivere i fremskrivningen af husholdningernes apparatforbrug 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:

- Apparatbestanden
- 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-fremskrivningen<sup>16</sup> fordelt på enfamiliehuse og

<sup>16</sup> 'SMILE-modellen' er DREAM-gruppens mikrosimuleringsmodel, der kan fremskrive og analysere langsigtede udviklinger i demografi, flyttemønstre, arbejdsmarkedstilhørsforhold,

28. april 2023

etageboliger opdelt i Danmark, øst og vest for Storebælt. Endelig har forudsætninger i form af indkomst- og substitutionselasticiteter i husholdningernes nyttefunktion betydning for husholdningernes 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 Ecodesign<sup>17</sup> krav.

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

---

uddannelsesniveaue, indkomst- og pensionsforhold og boligefterspørgsel. Det karakteristiske ved en mikrosimuleringsmodel er, at den tager udgangspunkt i enkelte individer frem for grupper af individer. Læs eventuelt mere på DREAM-gruppens hjemmeside [4].

<sup>17</sup> Ecodesign sætter krav til produkters 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.

28. april 2023

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-højtalere	Tablets
Støvsuger		Diverse

Ved aggregering af bestanden af apparater fra Elmodelbolig tages der højde for, hvordan sammensætning af apparatyper inden for hver apparattjeneste ændrer sig over tid. Således tages der i IntERACT højde for fx 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 den version af Elmodelbolig som indgik i KF22. Energistyrelsen modtog denne version den 24. januar 2022 og derfor var det ikke de tal som indgik i forudsætningsnotatet til KF22. KF22 forudsætningsnotatet var baseret på Elmodelbolig fra den 20. februar 2020. Tal i figurer og tabeller i dette KF23 forudsætningsnotat afviger derfor fra sidste års forudsætningsnotat om end tallene her er de samme som indgik i beregningerne til KF22. Elmodelbolig opdateres hvert andet år og næste opdatering forventes at ligge klar primo 2024.

### 3.2.1.2 Apparatbestand i IntERACT

Tabel 3.2 nedenfor angiver forudsætninger knyttet til bestanden af apparater per apparattjenester i 2020. Tallene er baseret på forudsætninger fra Elmodelbolig

28. april 2023

omkring den gennemsnitlige anvendelsesfrekvens for enfamiliehuse og etageboliger kombineret med tal for antallet af husholdninger fra Danmarks Statistik. Det forudsættes således fx, at der er ca. 8,5 mio. madlavningsapparater i enfamiliehuse, hvilket dækker over elbageovne, elkogepletter, mikrobølgeovne, elkedler, emhætter, espressomaskiner og kaffemaskiner.

*Tabel 3.2 Forudsætning omkring apparatbestand i 2020 (bestand i mio . per apparattjeneste)*

	Enfamiliehuse	Etageboliger	Total
Madlavning	8,5	5,4	13,9
Køl og frys	4,1	2,0	6,1
Belysning	41,3	14,4	55,7
Vask og rengøring	5,8	2,4	8,2
Computer	10,2	5,9	16,1
Underholdning	15,2	8,7	23,9

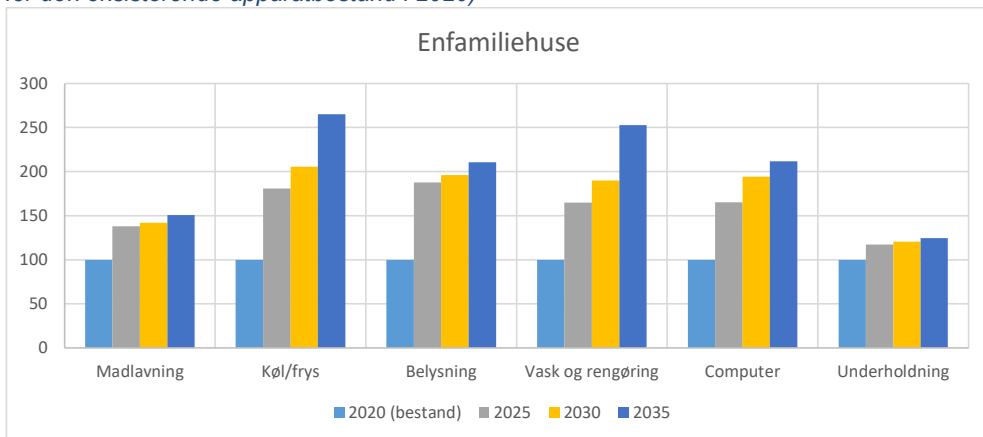
*Kilder: Elmodelbolig og Danmark Statistik (BOL101)*

### *3.2.1.2 Udviklingen i apparaternes effektivitet i IntERACT*

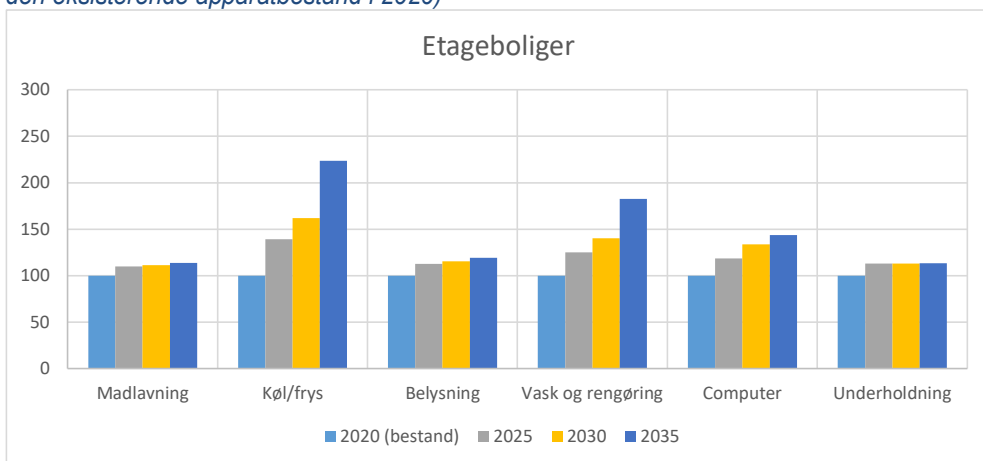
Det forudsættes i KF23, at apparater også fremadrettet vil blive mere energieffektive. Denne udvikling er i særlig grad drevet af gældende EU lovgivning (Ecodesign krav), som bl.a. betyder, at de mindst energieffektive produkter løbende fjernes fra det europæiske marked. Energieffektiviteten for nye apparater er baseret på Elmodelbolig. Figur 3.2 og figur 3.3 nedenfor illustrerer udviklingen i effektiviteten for nye apparater sammenholdt med den eksisterende apparatbestand i 2020. Det betyder, at 2020 (indeks 100) svarer til effektiviteten for den eksisterende apparatbestand i 2020. I de efterfølgende år afspejler indekset den relative effektivitetsforbedring ved køb af et nyt apparat i 2025 ift. effektiviteten af apparatbestanden i 2020.

28. april 2023

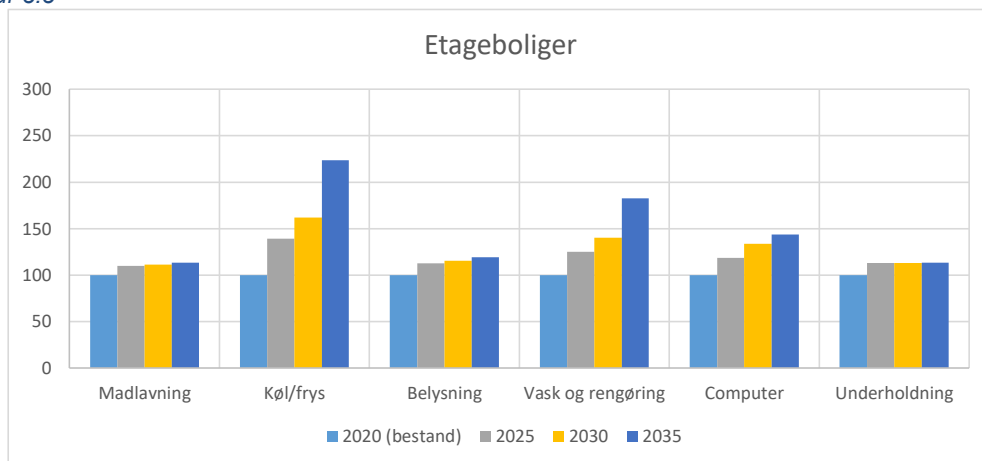
Figur 3.2 Effektivitetsudviklingen for nye apparater i enfamiliehuse (indeks 100 = effektivitet for den eksisterende apparatbestand i 2020)



Figur 3.3 Effektivitetsudviklingen for nye apparater i etageboliger (indeks 100 = effektivitet for den eksisterende apparatbestand i 2020)



Figur 3.2 og figur 3.3



28. april 2023

viser umiddelbart samme trend. Sammenholdt med effektiviteter 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 enfamiliehuse typisk har en højere repræsentation af fx tørretumblere og fryserne, 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 har tilknyttet en lang række karakteristika såsom uddannelse, arbejdsmarkedsstatus, familieforhold, bopælskommune og boligkarakteristika mv. Hver enkelt person i befolkningen udsættes hvert år 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, viste 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 2040 med ca. 250.000 husholdninger. Antallet af husholdninger forventes at stige i både enfamiliehuse og etageboliger. Dog forventes væksten i etageboliger at overstige væksten i enfamiliehuse frem mod 2040.

### 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.

28. april 2023

#### 3.2.1.4 Kalibrering og efterfølgende fremskrivning i IntERACT

Det samlede el-forbrug 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 KF23

Forudsætninger i dette notat knyttet til fremskrivningen af apparaters effektivitet er de samme i KF23 som anvendt i KF22. Disse forudsætninger stammer fra Elmodelboligs version fra den 24. januar 2022.

Ifm. den politiske aftale om vinterhjælp den 23. september blev det besluttet at lempe elafgiften til EU's minimumssats i seks måneder fra 1. januar 2023. Ift. KF23 vurderes en sådan midlertidig foranstaltning ikke at have væsentlig betydning for elforbruget til apparater. Til gengæld blev der vedtaget lempelser af den almindelige elafgift frem mod 2030 med *En ny reformpakke for dansk økonomi* og varige lempelser med *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022* som begge indgår i KF23.

### 3.3 Kvalificering af KF23 forløbet

#### 3.3.1 Sammenligning med KF22

Sammenlignet med KF22 er der ikke væsentlig ændringer i forudsætningsgrundlaget for apparater i KF23. 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 husholdningsindkomst. Ligeledes vil opdatering af datagrundlaget til Energistatistik 2021 kunne give anledning til ændringer sammenlignet med KF23.

#### 3.3.2 Usikkerhed

Ift. usikkerhed omkring elforbrug til apparater så har følgende fire forudsætninger særlig betydning for usikkerheden knyttet til husholdningers elforbrug til apparater. Det gælder forudsætninger knyttet til:

- 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, har kombineret med den estimerede indkomstelasticitet væsentlig betydning for fremskrivningen af el-forbruget til apparater i KF23.



28. april 2023

- Hvordan husholdningernes forbrug afhænger af priser. Her vil særligt fremskrivningen af el-prisen i KF23 have betydning for el-forbruget.
- Energieffektiviteten for nye apparater bidrager til usikkerheden. Fremskrivningen tager udgangspunkt i gældende Ecodesign regulering. Men 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 husholdningerne apparatforbrug ikke direkte at påvirke de danske CO<sub>2</sub>-udledninger. Indirekte kan reduktion i elforbruget til apparater bidrage til at reducerer CO<sub>2</sub>-udledninger knyttet til el-produktion i Danmark eller i udlandet. Derudover kan usikkerhed omkring husholdningernes apparatforbrug kan dog have betydning for den fremtidige forsyningsikkerhed.

28. april 2023

### 3.4 Kilder

[1]: Energistatistik 2021 <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>

[2] Elmodelbolig (fremskrivning af fordelingen mellem forskellige apparattyper og deres effektivitet). Tilgået 24. januar 2022.  
<https://electric-demand.dk/>

[3]: Danmark Statistik, BOL101, Tilgået November 12, 2022,  
<https://www.statistikbanken.dk/BOL101>

[4]: DREAM-gruppen. 2022. "SMILE". DREAM-gruppen, Tilgået November 12, 2022, <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](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/wp_18_interact_household_estimation.pdf)

28. april 2023

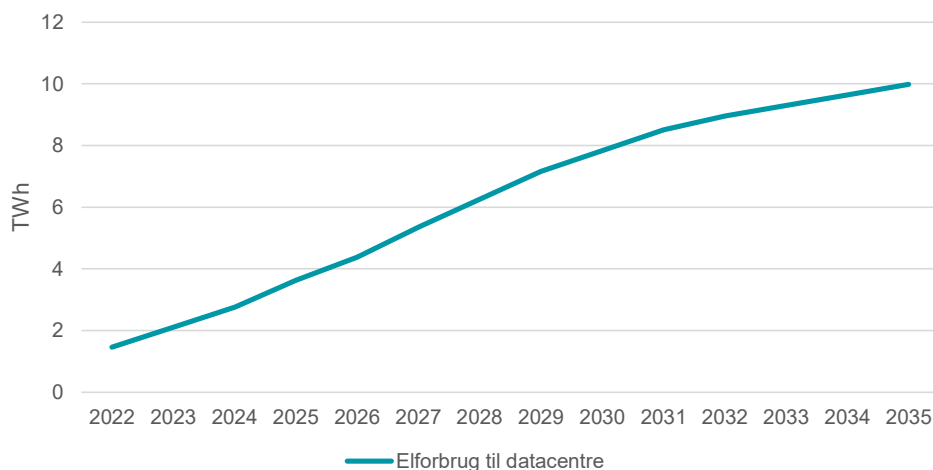
## Kapitel 4: Datacentre

### 4.1. KF23 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 4.1 herunder viser den forventede udvikling i elforbruget til datacentre, der indgår i KF23. Elforbruget forventes at stige væsentligt frem mod 2030, for så at aftage i vækst frem mod 2035. Samlet set vurderes det, at elforbruget til datacentre i Danmark vil stige til ca. 10 TWh i 2035.

Figur 4.1: Fremskrivning af elforbrug til datacentre



Der er flere grunde til, at der bliver bygget datacentre i netop Danmark. 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 forsyningsikkerhed 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.<sup>18</sup>

Datacentre indeles typisk i disse typer efter størrelse:

<sup>18</sup> Kilde til afsnit: COWI (2021).

28. april 2023

- 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.

## 4.2 Metode og antagelser bag KF23 forløbet

### 4.2.1 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 KF23 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 kapitlets bilag 1 for kort resume af rapporten. Denne tilgang vurderes efterhånden at være i den lave ende af udfaldsrummet på særligt mellemlang sigt som en konsekvens af antagelsen om en lineær udvikling. Nyere data fra Energinet peger på, at datacentrenes elforbrug kan stige hurtigere på det mellemlange sigt, end COWIs fremskrivning tilsiger.

Energinet har kendskab til nuværende datacenterprojekter og datacenterprojekter, der er på vej, men endnu ikke bygget, og fremskriver på baggrund af denne viden kapacitet og elforbrug til datacentre. Fremskrivningen opdateres årligt og er opdateret med nyeste viden i januar 2023. Se kapitlets bilag 2 for yderligere information. Den seneste opdatering indeholder et noget højere forventet elforbrug på kort sigt og et lidt højere forventet elforbrug på mellemlang og lang sigt, end

28. april 2023

opdateringen fra november 2022. 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 datacenterne 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 på særligt mellemlang sigt, mens Energinets fremskrivning vurderes at være en øvre grænse i forhold til forventet elforbrug, forudsættes det, at elforbruget til datacentre til KF23 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 fuldlasttimer på et år og deres elforbrug forventes således at være ufleksibelt. Samme antagelse blev anvendt i KF22.

#### **4.2.2 Frozen policy antagelser til KF23**

Ikke noget specifikt at bemærke.

#### **4.2.3 Udnyttelse af overskudsvarme fra datacentre**

Udnyttelsen af overskudsvarme fra datacentre indregnes i KF23 via eksisterende såvel som kendte, fremtidige projekter, som der er kendskab til fra Energiproducenttællingen og på baggrund af en generel antagelse om, at der på lang sigt vil blive udnyttet overskudsvarme fra datacentre svarende til 15 pct. af det samlede elforbrug til datacenterenes drift. Se også Sektorforudsætningsnotat om el og fjernvarme.

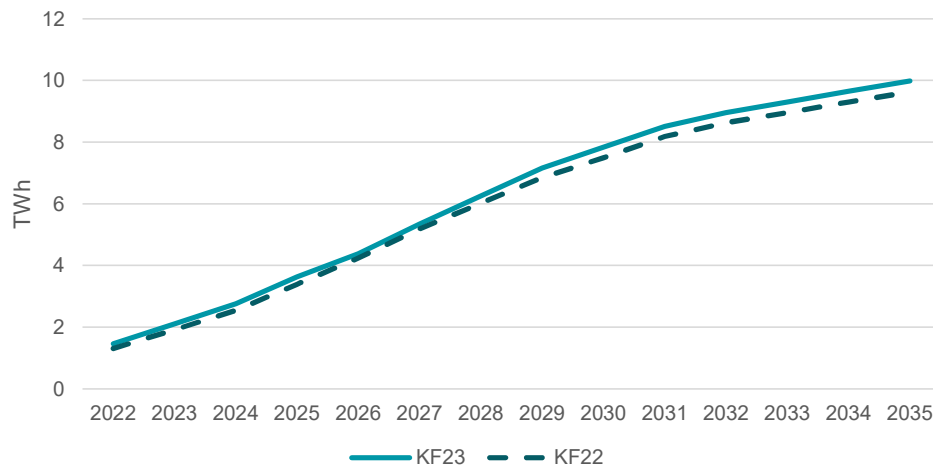
### **4.3 Kvalificering af KF23 forløbet**

#### **4.3.1 Sammenligning med KF22**

Som det fremgår af figur 4.2, vurderes elforbruget til datacentre i fremskrivningsperioden at være lidt højere end i KF22. Dette skyldes, at den seneste fremskrivning på baggrund af Energinets kendskab til datacenterprojekter er lidt højere i forhold til fremskrivningen fra november 2022, som beskrevet i afsnit 4.2.1.

28. april 2023

Figur 4.2: Sammenligning med sidste års fremskrivning



#### 4.3.2 Usikkerhed

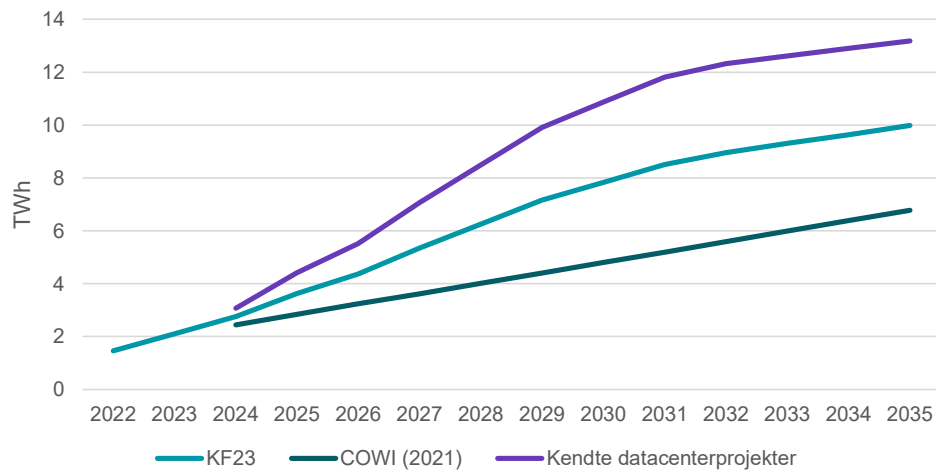
Der er stor usikkerhed forbundet med udbygningen af datacentre i Danmark, hvilket blandt andet skyldes, at udviklingen de seneste år har vist, at datacenterejerne hurtigt kan skifte fokus fra et land til et andet. Disse skift kan være baseret på forskellige parametre som fx elpriser, forsyningssikkerhed, 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. Virksomhedernes strategiske udvikling har også stor betydning, som det blandt andet sås sidst på året i 2022, hvor Meta besluttede ikke at opføre to ud af fem planlagte serverbygninger i deres datacenter ved Odense, fordi de fremover vil satse på en anden type datacentre. Meta satte også en mulig opførelse af et datacenter i Esbjerg på pause.

Som nævnt i afsnit 4.2.1, 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 4.3 illustrerer spændet for elforbrug til datacentre i Danmark.

28. april 2023

Figur 4.3: Illustration af spænd for elforbrug til datacentre



#### 4.3.3 Planlagt udvikling fremadrettet

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

## 4.4 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](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/cowi_-_udviklingen_for_datacentre_og_deres_indvirkning_paa_energisystemet.pdf)

28. april 2023

## Kapitel 4 bilag

### Bilag 4.1: 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.

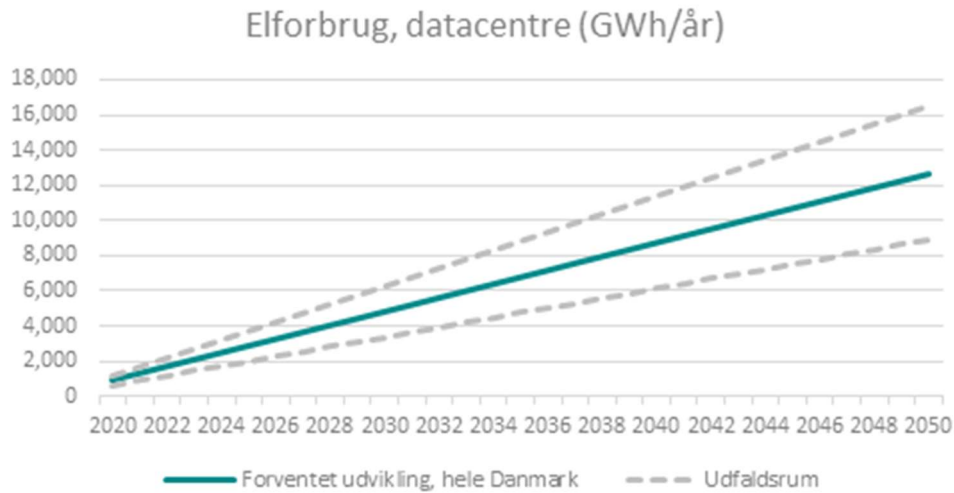
Elforbruget til datacentre forventes at stige kraftigt frem mod 2050. Det skyldes blandt andet, at den globale internettrafik generelt stiger, hvilket giver behov for, at datacentrene skal blive ved med at udvide deres serverkraft, og at Danmark fortsat forventes at være et attraktivt land for datacentre 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.



28. april 2023

Figur 4.4: 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.

28. april 2023

#### Bilag 4.2 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 Energinets viden om nuværende og 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 årligt 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 januar 2023. Fremskrivningen er lavet for 2022-2050, 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*

Kapaciteten til datacentre indfases efter Energinets viden om udbygning af datacentre og antages at foregå lineært over en årrække, der afhænger af det specifikke datacenter. Indfasningstakten varierer fra 5 til 20 år afhængigt af den information, der ligger for de respektive anlæg.

I tilfælde, hvor der er usikkerhed om idriftsættelsesåret, er der som udgangspunkt brugt 2025 for gruppe 2 datacentre og 2030 for gruppe 3 datacentre<sup>19</sup>. Indfasning af disse anlæg sker over 16 år, sådan at et anlæg i gruppe 2, der idriftsættes i 2025, vil forbruge el ved fuld kapacitet 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.

---

<sup>19</sup> For forklaring af grupper, se bilagets næste side.

28. april 2023

#### *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 anlægsstørrelse 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, men synes ikke 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.

Jo 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

28. april 2023

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 i elnettet. 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 derfor 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.

Det vil sige, at kapaciteten skal være til rådighed, men det er ikke nødvendigvis det samme, som at kapaciteten bliver udnyttet fuldt. Der er ikke nødvendigvis et 1:1 forhold mellem kapacitet og realiseret elforbrug til datacentre, men kapaciteten udgør en øvre grænse for elforbruget. Det er ikke sikkert, at elforbruget i denne fremskrivning realiseres. Men kapaciteten, som tillader elforbruget, skal være til rådighed.

28. april 2023

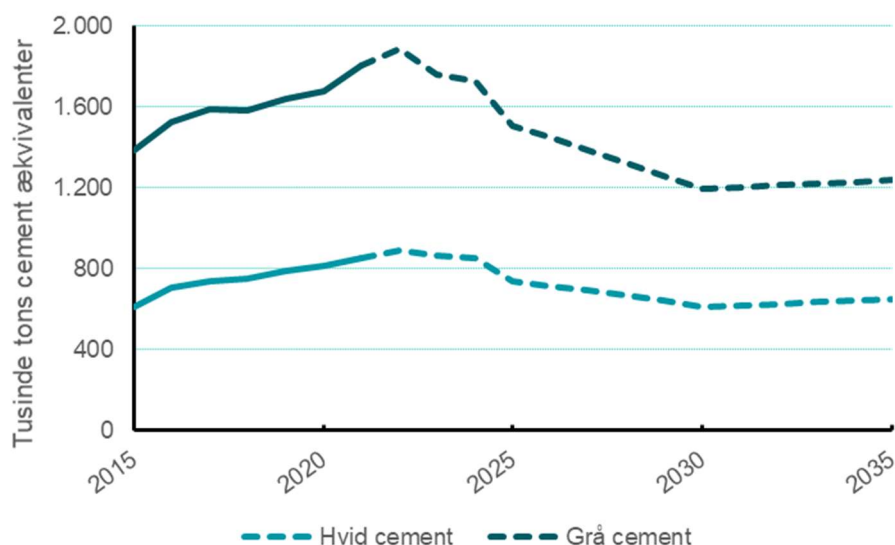
## Kapitel 5: Cementproduktion

### 5.1 KF23 forløbet frem mod 2035

Dette kapitel beskriver hvilke forudsætninger for cementproduktion, Energistyrelsen forventer at anvende i forbindelse med Klimastatus- og fremskrivning 2023 (herunder KF23). Udledninger fra cementproduktion vil bl.a. afhænge af produktionsniveauet, brændselssammensætningen og produktkarakteristika som fx klinkerandelene i cementproduktionen.

Figur 5.1 præsenterer det fremskrevne produktionsniveau for hhv. grå og hvid cement til KF23. Baggrunden for den forventede udvikling i cementproduktionen præsenteres i afsnit 5.2.1.1 i kapitlet.

Figur 5.1: Forventet cementproduktion i Danmark i KF23.



Den forventede udvikling i brændselssammensætning og klinkerandelene i KF23 præsenteres i afsnit 5.2.1.2 og 5.2.1.3 i kapitlet.

Sammenlignet med KF22 forudsætningerne for cementproduktion er de væsentligste ændringer:

- En større reduktion i produktionen af hvid og grå cement som følge af struktureffekter af *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022* skønnes at medføre reduktion i 2030 ift. KF22 på hhv. 38 pct. for hvid cement og 32 pct. for grå cement

28. april 2023

- Ændringer i forhold til minimumsforbrug af gas. Det antages i forbindelse med KF23 at gasforbruget ligger længere ude i fremtiden i forhold til sidste års KF, hvor gas allerede introduceres i 2022.
- Opdateret datagrundlag, der bl.a. implicerer en fremskrevet højere andel af fast biomasse. Generelt er den forudsatte andel af alternative brændsler, inklusiv biomasse, ændret til ca. 80 pct. mod ca. 73 pct. i 2035 i forbindelse med KF22.
- Opdaterede antagelser for FutureCEM således at denne forventes højere fremtidige markedsandele.

For yderligere sammenligning af KF23 og KF22 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 KF23 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, så som industriaffald og spildevandsslam.

Procesudledninger fra cementproduktion opstår fordi kalcinering af kalk til produktion af cementklinker – som anvendes til cementproduktion – frigiver CO<sub>2</sub>. 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. 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 1,8 millioner ton grå cement og mellem 0,7 og 0,8 millioner ton hvid cement.

Cementproduktion bliver behandlet som en særskilt branche i KF, da udledningerne fra cementproduktion udgør ca. [5] pct. af udledningerne i Danmark. 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).

28. april 2023

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 KF23 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. Struktureffekten for cementbranchen kan siges at afspejle en sandsynlighed for at produktionen lukker. I samarbejde med Skatteministeriet er det derfor 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 2023.

Beregningsmetode til opgørelse af effekter i regi af grøn skattereform er beskrevet i et dokumentationsnotat, der er offentliggjort i tilknytning til Ekspertgruppens første delrapport<sup>20</sup>. De præcise struktureffekter, som er beregnet ved denne metode, vil blive beskrevet i et særskilt notat.

#### 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 cementtypen, *jf. ovenfor*, de relative priser på mulige brændsler, herunder afgifter samt af CO<sub>2</sub>-kvoteprisen og tilgængeligheden af de enkelte brændsler. Den brændselssammensætning, der ligger til grund for fremskrivningen modelleres ud fra disse faktorer endogent i Energistyrelsens cementmodul til IntERACT-modellen, men undtagelser gøres for brændsler, der har særlig karakter eller er nye, som fx biomasse eller alternative brændsler (*jf. nedenfor*), der ikke bestemmes endogent.

I dag anvender Aalborg Portland primært petrokoks til produktion af hvide cementklinker, sammen med en lille andel alternative brændsler og en smule fast

<sup>20</sup> Ekspertgruppen for en grøn skattereform (2022): "Dokumentation og følsomhedsberegninger af effekter for erhverv og rumvarme". Dokumentationsnotatet kan findes på Skatteministeriets hjemmeside, skm.dk.

28. april 2023

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

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 relativ lav ift. alternativerne som fx petrokoks. 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 44-51 kg CO<sub>2</sub>/GJ de seneste tre år. Til sammenligning udleder naturgas 56,6 kg CO<sub>2</sub>/GJ. Visse dele af de alternative brændsler som fx tørret spildevandsslam og kød- og benmel regnes for biogent og dermed CO<sub>2</sub>-neutralt. Ifølge Aalborg Portland produceres den grå cement i dag med cirka 50 pct. alternative brændsler. Tilsvarende produceres den hvide cement med omkring 5-6 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 større for hvid cement end for grå cement.

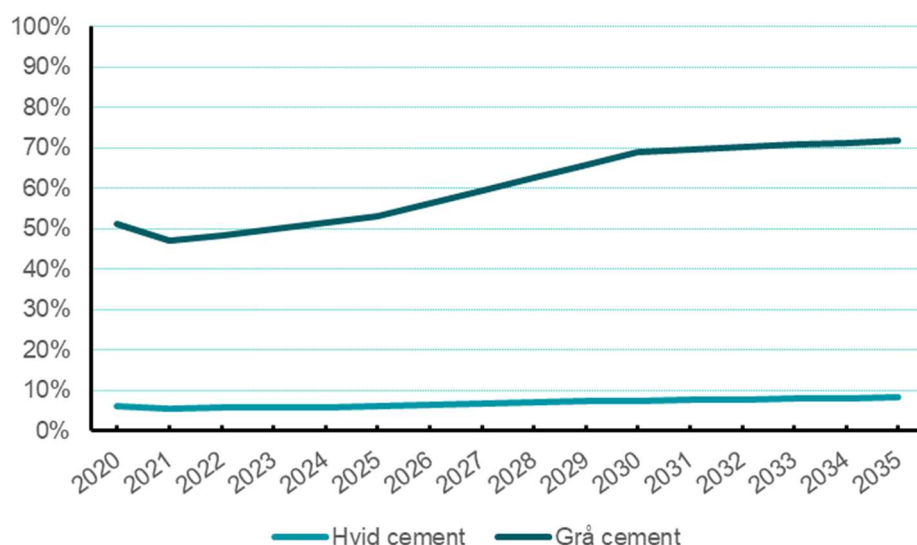
Grundet forventninger om en fremtidig konkurrencedygtig pris på alternative brændsler, samt investeringsplaner hos Aalborg Portland ift. håndtering og udnyttelse af alternative brændsler, er der i KF23 forudsat, at andelen af alternative brændsler til produktion af grå cement i gennemsnit stiger til knap 70 pct. i 2030 og 72 pct. i 2035 af det samlede brændselsforbrug hertil. For hvid cementproduktion forventes andelen af alternative brændsler at stige svagt frem mod 2035, da der er



28. april 2023

potentiale for en øget mængde af kød- og benmel samt savsmuld i brændsels sammensætningen. Figur 5.2 angiver den forudsatte udvikling af andelen af alternative brændsler, som bliver anvendt i hhv. den grå og hvide cementproduktion.

Figur 5.2: Forudsat udvikling af andelen af alternative brændsler i produktion af grå og hvid cement i Danmark i grundforløbet (efter energiindhold).



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

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 CO<sub>2</sub>-neutralt, hvorfor udnyttelsen er stigende på verdensplan.

Aalborg Portland anvender i dag cirka 2 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.

28. april 2023

Energistyrelsen forudsætter, 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 indgået en aftale med statens gasdistributionsselskab, Evida, og fået etableret gasinfrastruktur til fabrikken i 2022. 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, men 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 vurderer Energistyrelsen, med stor usikkerhed, at virksomheden trinvist vil starte med at ombygge de 5 ovnlinjer til produktion af *hvid* cement, i perioden 2024-2026. Det er senere end antagelsen bag brændselsammensætningen ved KF22, hvilket begrundes i de forventede gaspriser, som har været stigende i 2022. Ovnlinjen til produktion af *grå* cement forventes fuldt ombygget i 2025. Derved antages, at hele Aalborg Portlands produktion fra 2025 teknisk vil kunne dækkes af ledningsgas som brændselsinput. Det er dog ikke umiddelbart Energistyrelsens vurdering, at der fra 2025 udelukkende anvendes gas som brændselsinput, bl.a. pga. de nuværende geopolitiske forhold og dermed prisen på ledningsført gas. Det vil desuden være muligt at skifte mellem brændsler, samt at anvende et mix af forskellige typer brændsler – ligesom det er tilfældet i dag.

På baggrund af de relative priser på brændsler<sup>21</sup> og en forventning om et øget fokus på CO<sub>2</sub>-reduktioner, skønner Energistyrelsen, at ledningsgas vil udgøre minimum 20 pct. af det samlede energiforbrug til hvid cementproduktion i 2030. Dette lægges ind som et nedre minimum i IntERACT-modellen, hvorfor der i den endelige fremskrivning godt kan være et højere forbrug skulle relative priser gøre dette omkostningseffektivt.

---

<sup>21</sup> I skønnet for de relative brændselspriser indgår forventninger til brændselspris (herunder variation pba. sæsonudsving) og CO<sub>2</sub>-kvotepris. Hertil kommer nuværende udgiftsniveauer for de forskellige brændsler.

28. april 2023

#### 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>-udledningen fra energiforbruget og en reduktion i udledninger af CO<sub>2</sub> 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, CO<sub>2</sub>-kvoteprisen, energiafgifter og nye krav til drivhusgasudledninger i byggeriet. CO<sub>2</sub>-afgiften vedtaget i forbindelse med *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022* er også medvirkende til de ændrede forudsætninger for klinkerandele.

Energistyrelsen forudsætter i KF23, at denne cementtype vinder delvis indpas på markedet pga. de øgede krav og præferencer til mindre klimabelastende byggematerialer. Det bemærkes, at Aalborg Portland har fjernet prisforskellen mellem almindelig grå cement og FutureCEM pr. 1. september 2021. Energistyrelsen vurderer dog med betydelig usikkerhed, at denne prisudjævning er midlertidig, da produktionsprisen, givet omkostninger forbundet med udvikling af FutureCEM, er højere end for normal grå cement.

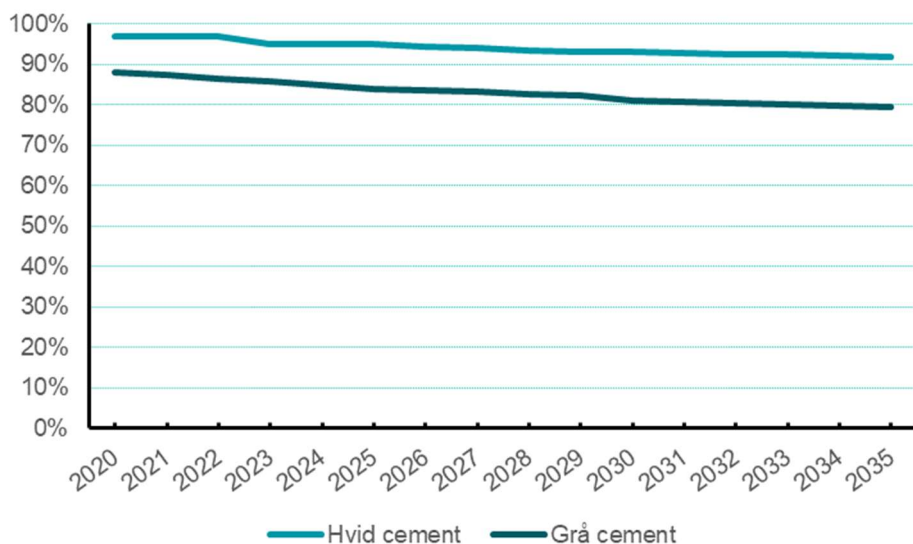
Efter dialog med Aalborg Portland, og baseret på dennes ordrer for de kommende år, samt pga. krav i byggeriet, skønnes således med betydelig usikkerhed, at der minimum produceres 9 pct. af denne type grå cement i 2023 og minimum 30 pct. i 2030, svarende til en produktion på mindst 150.000 tons cement i 2023 og mindst 330.000 tons cement i 2030. Herved reduceres andelen af cementklinker i grå cement til gennemsnitligt ca. 81 pct. frem mod 2030, hvilket er lidt lavere end i KF22 forudsætningerne, og med en hurtigere indfasning af salget af FutureCEM.

Figur 5.3 viser den forventede udvikling af gennemsnitlige andele af cementklinker i færdigproduktet for de to cementtyper (hvid og grå cement). Denne andel af

28. april 2023

cementklinker er bl.a. en central forudsætning for udviklingen i procesudledninger fra cementproduktion i Danmark.

Figur 5.3: 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. 0,54 ton CO<sub>2</sub> pr. ton produceret cementklinker til at beregne procesudledninger fra grå og hvid cement.

### 5.2.2 Frozen policy antagelser til KF23

Klimafremskrivningen er en frozen policy fremskrivning (jf. kapitel 1 i sektorforudsætningsnotat Principper og politikker) og i KF23 indgår tre aftaler med særlig betydning for udledningerne fra cementproduktion for KF23. Således indgik den daværende Regeringen og Aalborg Portland i september 2020

”Samarbejdsaftale mellem Regeringen og Aalborg Portland A/S om at sænke udledningen af drivhusgasser fra den danske cementproduktion”. Herudover blev der i december 2020 indgået en politisk aftale om første fase af en grøn skattereform (*Aftale om grøn skattereform fra 2020*), hvor også cementproduktion pålægges 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 CO<sub>2</sub>-beskatning. Der er således aftalt, at den samlede nationale punktbeskatning skal udgøre 125 kr./ton udledt CO<sub>2</sub> for mineralogiske, metallurgiske og kemiske processer fra og med 2030. Afgiften skal indføres fra

28. april 2023

2025. Alle disse aftaler – og samspillet mellem aftalerne – påvirker skønnet for de fremadrettede udledninger ved cementproduktion i KF23.

De ændrede rammevilkår sigter mod at reducere udledningen af drivhusgasser ved cementproduktion. De mest nærliggende tekniske tilpasningsmuligheder for at reducere CO<sub>2</sub>-udledninger er:

- Ændret brændselssammensætning:
  - Hvid cement: Omstilling fra petrokoks til gas i produktionen af hvid cement samt øge mængden af biogent brændsel.
  - Grå cement: Omstilling fra kul og petrokoks til alternative brændsler i produktionen af grå cement samt øge mængden af biogent brændsel.
- Udviklingen af nye cementtyper der indeholder en mindre mængde af cementklinker.
- Energieffektiviseringer.

For så vidt angår energieffektiviseringer er forøgelsen af energifgiften og introduktionen af den nationale CO<sub>2</sub>-beskatning i forbindelse med de to aftaler om en grøn skattereform for mineralogiske processer mv. direkte incitamenter til at gennemføre energieffektiviseringer i produktionen.

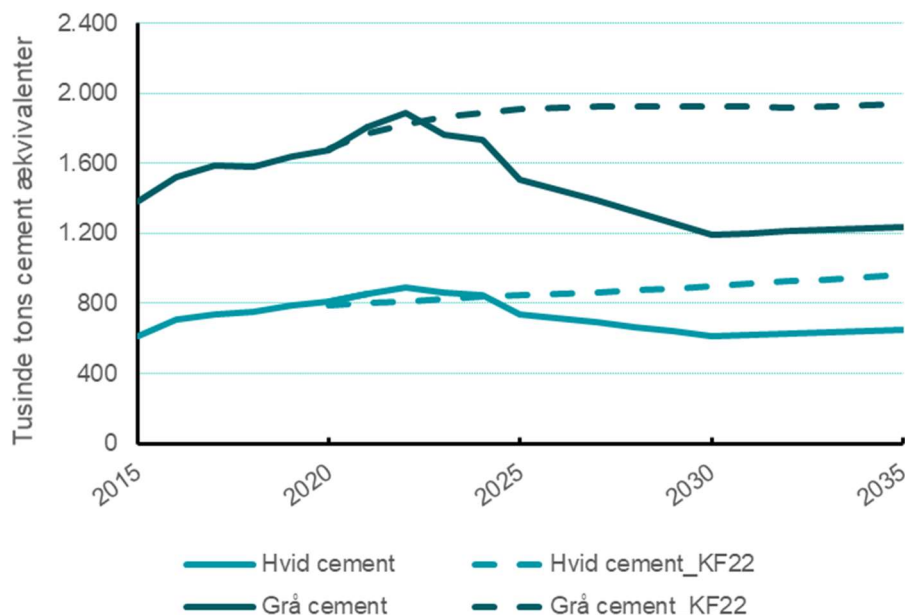
## 5.3 Kvalificering af KF23 forløbet

### 5.3.1 Sammenligning med KF22

De ændrede skøn for udledninger forbundet med cementproduktion mellem KF22 og KF23 skyldes primært ændrede forudsætninger vedrørende produktionsniveau på kort og længere sigt (jf. figur 5.4) samt ændrede forventninger for anvendelse af ledningsgas og fast biomasse.

28. april 2023

Figur 5.4: Sammenligning med KF22 af forudsatte produktionsniveauer for hvid og grå cement



De væsentligste forskelle er de ændrede forventninger til produktionen af cement som følge af *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022*. Således giver struktureffekterne af aftalen, anledning til et fald i produktionen af hvid cement i 2030 på ca. 32 pct. i KF23 i forhold til KF22. For grå cement reduceres produktionen med cirka 38 pct. For samlet cementproduktion forventes et fald på 36 pct. i efterspørgslen af dansk produceret cement i 2030 i forhold til KF22.

De ændrende forudsætninger vedrørende brændselssammensætningen skyldes bl.a., en ændring i antagelsen om, hvornår ledningsgas forventes at blive indfaset i cementproduktionen. Den forudsatte producerede mængde af cementprodukter med mindre klimabelastning for så vidt angår grå cement, forventes indfaset en anelse hurtigere end i KF22.

### 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 kan medføre udsving i enkeltår på produktionsniveauet i størrelsesordenen af 10-20 pct. Struktureffekter fra beregningerne i *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022* er derudover

28. april 2023

også usikre, og kan siges at afspejle en sandsynlighed for at produktionen lukker.. Ovenstående gør at der i KF23 derfor vil blive foretaget følsomhedsanalyser af produktionsniveauet af cement i Danmark fremadrettet.

### **5.3.3 Planlagt udvikling fremadrettet**

Modellen til fremskrivning af energiforbrug og drivhusgasudledninger for cementproduktion i Danmark, vil løbende blive udvidet og testet. Fx planlægges det at tilføje muligheden for CO<sub>2</sub>-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 og politiske incitament.

28. april 2023

## 5.4 Kilder

Cementir Holding: Board of Directors approves consolidated results as of 30 September 2022: [https://www.cementirholding.com/sites/default/files/press-release/2022-11/CH\\_Press%20release\\_Nine%20months%20results\\_30%2009%202022.pdf](https://www.cementirholding.com/sites/default/files/press-release/2022-11/CH_Press%20release_Nine%20months%20results_30%2009%202022.pdf)

Danmarks Statistik Tabel (november 2022): VARER1

Danmarks Statistik Tabel (november 2022): KN8Y

Danish Center for Environment and Energy (2022). Denmark's National Inventory Report 2022.

Aalborg Portland (2020): Miljøreddegørelse 2019.

<https://www.aalborgportland.dk/baeredygtighed/miljoeredegoerelsen/>

FLSmidth (2021): <https://www.cemnet.com/Articles/story/171337/clay-calcination-accelerating-cement-s-green-transition.html>

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 Available at: <https://ecra-online.org/research/technology-papers>

Global Cement and Concrete Association (2022): Getting the Numbers Right database. <https://gccassociation.org/sustainability-innovation/gnr-gcca-in-numbers/>

Cementir annual financial report (2021): [https://www.cementirholding.com/sites/default/files/documenti/2021-04/CH\\_AnnualReport2019%20singole.pdf](https://www.cementirholding.com/sites/default/files/documenti/2021-04/CH_AnnualReport2019%20singole.pdf)

DI Byg – Byggeprognose efterår 2022. Link:

<https://www.danskindustri.dk/brancher/di-byggeri/analyse-og-politik/analyser-af-bygge--og-anlagsbranchen/prognose-for-bygge--og-anlagsbranchen-efterar-2022/>



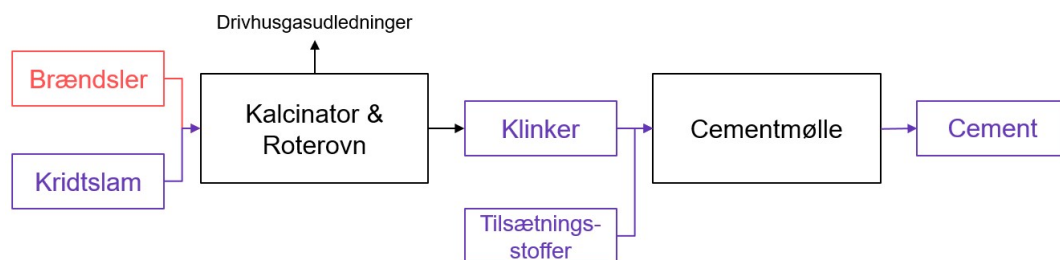
28. april 2023

## Kapitel 5 bilag: Model for cementproduktion i Danmark

Energistyrelsen har udviklet et modul til IntERACT-modellen, der fremskriver energiforbrug og drivhusgasudledninger separat for cementproduktion i Danmark. Modulet indgår direkte i styrelsens eksisterende IntERACT-model og er en energiteknisk og materialemæssig beskrivelse af, hvordan hhv. grå og hvid cement produceres. Modulet baserer sig, som resten af den energitekniske beskrivelse i IntERACT-modellen, på lineær optimering i TIMES-DK. Læs mere om IntERACT-modellen i kapitel 1.

Modellen er en simplificeret repræsentation af cementproduktionsprocessen. Både hvid og grå cement produceres overodnet set ved først at tørre en masse, som hovedsageligt består af kridt slam og sand, og sende denne såkaldte råmel videre til cyclonforvarmere. Herefter opvarmes massen til over 900 grader i kalcinatorer, hvor også procesudledninger hovedsageligt finder sted, og sendes til roterovne, hvor den afbrændes ved temperaturer på op mod 1500 grader. I Energistyrelsens model simplificeres denne del af cementprocessen til, at kridt slam og sand blandes og afbrændes til cementklinker. Herefter finmales cementklinker og blandes med ønskede mængder tilsætningsstoffer, såsom gips, kridtstøv, og andet. Processen i modellen er præsenteret i figur 5.7 forned:

Figur 5.7: Simpel diagramoversigt over Energistyrelsens cementmodel.



Modellen baserer sig hovedsageligt på inputdata fra Aalborg Portlands årlige Miljøreddegørelse (nyeste fra 2019), energiforbrug fra CO<sub>2</sub>-kvoteregistret, emissions- og produktionsdata fra DCE, Aalborg Portland Holdings årsrapport (seneste fra 2021), Cementirs<sup>22</sup> årsrapporter (nyeste fra 2021), Danmarks Statistiks køb og salg af varer, samt eksportstatistikken. Derudover anvendes teknologidata fra den europæiske cementorganisation (CEMBUREAU), den globale cementorganisation (GCCA) og fra FLSmidth. Energistyrelsen har derudover været i dialog med Aalborg Portland om antagelser og forudsætninger.

<sup>22</sup> Moderselskab for bl.a. Aalborg Portland A/S

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

### 6.1 KF23 forløbet frem mod 2035

Dette kapitel beskriver, hvilke forudsætninger Energistyrelsen anvender i Klimastatus og -fremskrivning 2023 (KF23) 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 KF23 (jf. afsnit 6.2.2).

I KF23 fremskrives energiforbruget til landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri som en samlet branche. Branchens økonomiske aktivitet er den centrale driver for energiforbruget. Den økonomiske aktivitet i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri drives primært af landbrugets produktion af planteprodukter og dyr; mens produktionen fra gartnerier, skovbrug og fiskeri udgør en mindre del (ca. 17 pct.)<sup>23</sup>. For at sikre konsistens med fremskrivningen af landbrugets plante- og dyreproduktion (se kapitel 1 og 2 i sektorforudsætningsnotat Landbrugsprocesser, landbrugsarealer og skov mv.) er den økonomiske fremskrivning for hele sektoren baseret på den økonomiske udvikling for plante- og dyreproduktion fra AGMEMOD-modellen<sup>24</sup>. Forudsætningen til den økonomiske aktivitet for landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri er angivet som indeks i Figur 6.1 og er baseret på udviklingen i salgsprodukter i mængder fra AGMEMOD.

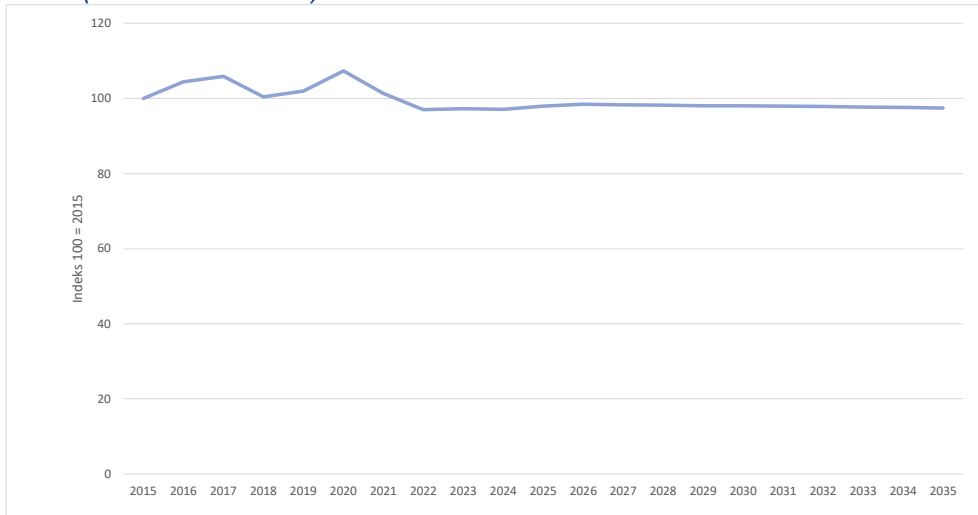
---

<sup>23</sup> Baseret på tal fra Danmark Statistik 2018's grønne nationalregnskab udgør landbruget inklusiv maskinstationer ca. 83 pct. af sektorens produktionsværdi, mens gartnerier udgør ca. 5 pct., skovbrug ca. 6 pct. og fiskeri ca. 6 pct.

<sup>24</sup> Se bilag til sektorforudsætningsnotatet for landbrugsprocesser, landbrugsarealer og skov mv. for en nærmere beskrivelse af AGMEMOD-modellen.



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 fra AGMEMOD-modellen. Opdateret november 2022.

Kilde: Jensen J.D. (2022) [1]

Som det fremgår af Figur 6.1 forudsættes den økonomiske aktivitet for landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri fra 2022 og frem at ligge ca. 2 procent point under udgangsniveauet i 2015. Dette afspejler fald i planteproduktionen og den animalske i AGMEMOD-modellen (for en nærmere beskrivelse af den bagvedliggende udvikling henvises til kapitel 1 i sektorforudsætningsnotat Landbrugsprocesser, landbrugsarealer og skov mv. og IFRO's landbrugsfremskrivning).

Forudsætningerne bag figuren er gengivet i bilag.

Sammenlignet med KF22 forudsætningerne for energiforbrug i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri er de væsentligste ændringer:

- Ny kortlægning af sektorens energiforbrug og besparelser [3]
- Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022 særligt for fiskeribranchen
- Ny landbrugsfremskrivning fra IFRO [1]

For sammenligning af KF23 og KF22 forløbene henvises til afsnit 6.3.1.

## 6.2 Metode og antagelser bag KF23 forløbet

Energiforbruget fra landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri fremskrives vha. Energistyrelsens IntERACT model (se kapitel 1 om IntERACT-modellen).

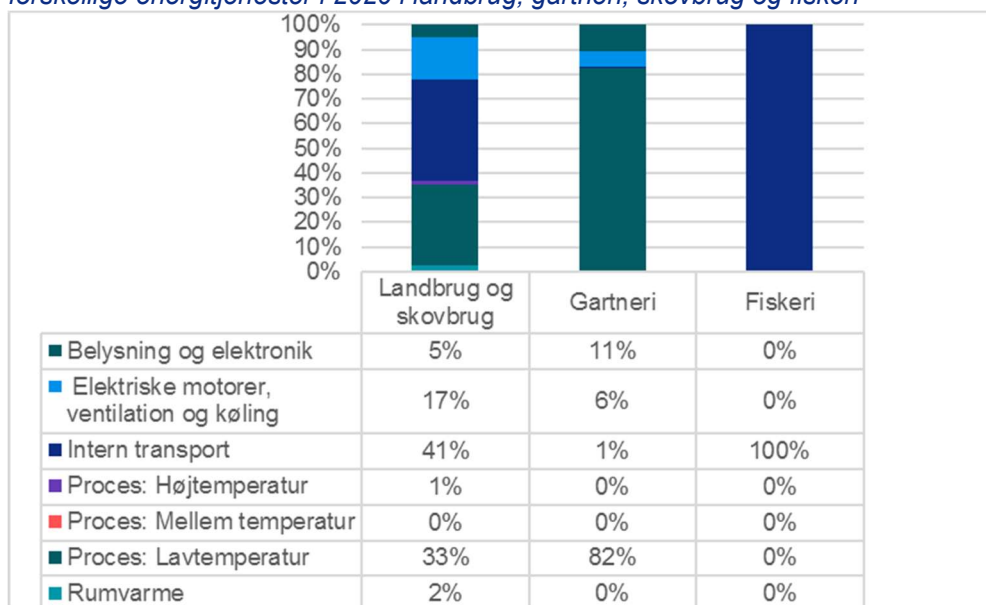
IntERACT tager udgangspunkt i økonomien og energisystemet, som det ser ud i dag, og regner derfra på, hvordan energiforbrugerne forventes at reagere på bl.a. energipriser og ført energipolitik givet den forventede udvikling i den økonomiske aktivitet for landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri. Modellen 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 Klimastatus og -fremskrivning KF23 bliver Energistatistik 2021 [2]. I IntERACT fordeles forbruget af forskellige energivarer (brændsler) fra Energistatistikken ud på forskellige energitjenester baseret på en ny, opdateret kortlægning af erhvervslivets energiforbrug (Viegand Maagø [2]). I IntERACT indgår følgende syv overordnede energitjenester: høj-, mellem og lavtemperaturproces; belysning og elektronik; elektriske motorer; ventilation og køling; rumopvarmning; og intern transport. Figur 6.2 viser fordelingen af det endelige energiforbrug på forskellige energitjenester for landbrug og skovbrug samt for gartneri og fiskeri i 2020.

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



Hovedparten af det endelige energiforbrug i landbruget går til intern transport (41 pct.), lavtemperatur proces (33 pct.) og elektriske motorer (17 pct.). Intern transport dækker over energiforbrug til traktorer og andre mobile landbrugs- og skovbrugsmaskiner. Lavtemperatur proces dækker i særlig grad over opvarmning af stalde, mens el til elektriske motorer afspejler elforbrug til ventilation og pumpning. 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 [4] samt Kortlægning af energiforbrug og opgørelse af energisparepotentialer i produktionserhvervene [3]. I KF23 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.]. Derudover har forudsætninger omkring brændselspriser, teknologiomkostninger, rammevilkår som afgifter og tilskudspuljer også betydning for branchens energitjenesteefterspørgsel gennem prisen på energitjenester. I IntERACT forudsættes en partiel egenpriselasticitet knyttet til energitjenesteefterspørgslen svarende til -0,2 baseret på T-T Analyse 2015 [5]. Det betyder at, hvis prisen på energitjenester i IntERACT stiger med 1 pct. så falder efterspørgsel efter energitjenester alt-andet-lige med 0,2 pct.

### 6.2.2 Frozen policy antagelser til KF23

*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 KF23. For landbrug og gartneri betyder det, at tilskudspuljer målrettet konverteringer væk fra anvendelse af fossil energi og til energieffektivisering af processer indgår i KF23. Modellering af tilskudspuljerne i IntERACT vil i KF23 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 (kilder [2,3]).

Aktiviteten i fiskeribranchen er i KF23 bestemt IFRO's landbrugsfremskrivning [1]. 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 KF23 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. Procent reduktion i brændselsforbruget.

År	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Grænsehandelseffekt	-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 ..

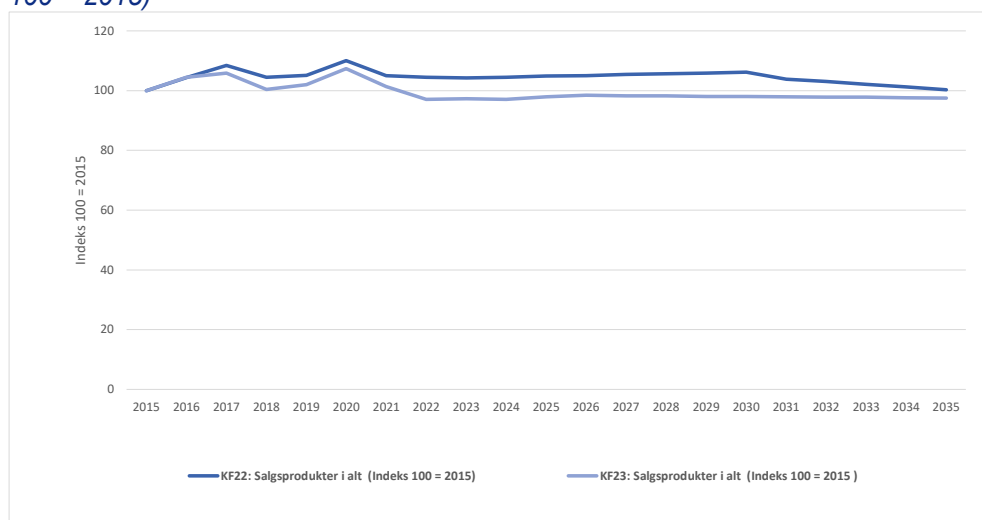
Beregningsmetode til opgørelse af effekter i regi af *Aftale om grøn skattereform for industri mv. fra 2022* er beskrevet i et dokumentationsnotat, der er offentliggjort i tilknytning til Ekspertgruppens første delrapport. Ekspertgruppen for en grøn skattereform (2022): "Dokumentation og følsomhedsberegninger af effekter for erhverv og rumvarme". Dokumentationsnotatet kan findes på Skatteministeriets hjemmeside, skm.dk. De præcise struktureffekter, som er beregnet ved denne metode, vil blive beskrevet i et særskilt notat fra skatteministeriet.

## 6.3 Kvalificering af KF23 forløbet

### 6.3.1 Sammenligning med KF22

I KF23 anvendes i lighed med KF22 kun én overordnet driver for alle tre brancher baseret på IFRO's landbrugsfremskrivning [1]. Figur 6.2 illustrer den anvendte driver til KF22 med den forventede driver til KF23. Baseret på Figur 6.3 vurderes aktiviteten i 2030 at være ca. 7 pct. lavere i KF23 sammenlignet med KF22.

Figur 6.3 Sammenligning af forudsætninger for den udviklingen i den økonomiske aktivitet for landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri mellem KF22 og KF23 (Indeks 100 = 2015)





I KF23 er der som nævnt anvendt ny viden i form af en mere detaljeret kortlægning af produktionserhvervenes energiforbrug fordelt på slutanvendelser, forsyningsform og temperaturkrav [3]. Denne kortlægning præsenterer samtidig potentialer og omkostninger for energibesparelser. Det mere detaljerede grundlag gør, at der er forskelle mellem hvad energien blev anvendt til i landbrug, skovbrug, gartneri og fiskeri i KF23 sammenlignet med KF22. Den nye kortlægning giver desuden et datagrundlag, der gør det muligt at opsplitte energiforbruget i den samlede sektor i 3 brancher: landbrug og skovbrug, gartneri, samt fiskeri, og de branchemæssige forskelle kan dermed bedre repræsenteres i KF23. Den nye kortlægning giver desuden en mere detaljerede forudsætninger for at vurdere potentialer for fx udbredelsen af elektriske varmepumper, da det er kortlagt hvilke temperaturkrav forskellige slutanvendelser har i hver branche.

### 6.3.2 Usikkerhed

Der er usikkerhed forbundet med at estimere anvendelsen af energi i landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri. Usikkerheden er bl.a. knyttet til aktivitetsniveauerne for landbrug, gartneri, skovbrug og fiskeri fremadrettet samt grænsehandelseffekter for fiskeri. Sektoren er særligt 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 fødevarermarkedet.

Der er også usikkerhed knyttet til den teknologiske udvikling. I KF23 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 KF24

Der vil løbende frem mod KF24 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. (2022) Fremskrivning af dansk landbrug frem mod 2040 – efteråret 2022

[Indsæt kilde]

[2]: Energistatistik 2021, ”Månedlig og årlig energistatistik”. Energistyrelsen, Udgives medio december, <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>

[3] Kortlægning af energiforbrug og opgørelse af energisparepotentialer i produktionserhvervene

[Forventes offentliggjort på [www.ens.dk](http://www.ens.dk) snarest]

[4] Teknologikatalog for industriel procesvarme, <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/teknologikataloger/teknologikatalog-procesvarme>

[5] KLEM-estimationer 1968-2013

[https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/wp17\\_-\\_klem-estimationer\\_1968-2013.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/wp17_-_klem-estimationer_1968-2013.pdf)



## Kapitel 6 bilag: Plante- og animalsk produktion i Landbrugsfremskrivningen

Prisindeks for salgsprodukter (Indeks 2020 = 100)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Planteproduktion i alt	103	95	100	103	110	100	112	138	112	107	105	104	105	105	105	106	107	108	108	109	110
Kvægproduktion i alt	90	85	106	103	98	100	108	103	102	101	101	101	101	101	102	102	102	102	102	102	102
Svineproduktion i alt	73	76	83	77	95	100	86	90	88	88	85	85	85	83	81	80	79	78	77	76	75
Fjerkræ og æg	89	93	94	95	99	100	97	103	105	105	106	107	108	109	109	110	110	110	110	110	109
Andre husdyr (får, heste, pelsdyr mv.)	100	100	100	100	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	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Planteproduktion i alt	26323	25244	27857	26306	29048	29690	28059	31826	27822	27182	26889	26677	26686	26715	26773	26856	27004	27155.34	27342.78	27534.17	27730.26
Kvægproduktion i alt	15730	15587	19289	19302	18732	18943	20021	18708	18958	19023	18996	19048	19004	18987	19022	19041	19057	19014.75	19008.33	18975.67	18949.03
Svineproduktion i alt	20189	22153	24163	20624	25321	27526	24356	24773	22331	21534	21312	21618	21502	20973	20602	20445	20212	19874.73	19636.71	19371.49	19141.67
Fjerkræ og æg	2489	2654	2581	2707	2914	2910	2662	2788	2825	2848	2865	2884	2903	2919	2933	2944	2938	2932.147	2926.524	2920.744	2915.129
Andre husdyr (får, heste, pelsdyr mv.)	4398	4649	4130	4202	2260	2717	1544	371	371	371	372	372	372	372	372	372	372	372	372	372	372
Kilde: AGEMEMOD																					
Salgsprodukter, mio. kr. (faste 2020-priser)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Planteproduktion i alt	25544	26654	27956	25473	26515	29690	24952	23083	24861	25431	25639	25662	25492	25490	25382	25369	25296	25249	25213	25155	25103
Kvægproduktion i alt	17503	18384	18219	18672	19055	18943	18511	18233	18606	18773	18795	18820	18779	18748	18732	18710	18694	18633	18605	18548	18496
Svineproduktion i alt	27802	29015	29052	26953	26582	27526	28438	27464	25499	24600	25002	25349	25425	25416	25417	25426	25479	25497	25512	25521	25523
Fjerkræ og æg	2794	2856	2741	2862	2932	2910	2752	2697	2702	2703	2701	2696	2690	2685	2681	2676	2674	2671	2669	2666	2663
Andre husdyr (får, heste, pelsdyr mv.)	4398	4649	4130	4202	2260	2717	1544	371	371	371	372	372	372	372	372	372	372	372	372	372	372
Salgsprodukter i alt (faste 2020-priser)	73642	76909	77968	73960	75085	79069	74653	71477	71668	71507	72136	72527	72386	72338	72212	72181	72142	72049	71998	71890	71785
KF23: Salgsprodukter i alt (Indeks 100 = 2015)	100.0	104.4	105.9	100.4	102.0	107.4	101.4	97.1	97.3	97.1	98.0	98.5	98.3	98.2	98.1	98.0	98.0	97.8	97.8	97.6	97.5

Kilde: Jensen, J.D. (2022) Note: Baseret på udviklingen i salgsprodukter for landbruget fra AGMEMOD-modellen / November 2022

## Kapitel 7: F-gasser

### 7.1 KF23 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.

F-gasser er en gruppe potente drivhusgasser, 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 CO<sub>2e</sub>, toppede i 2009<sup>25</sup> og forventes at være faldende frem mod 2035, jf. figur 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.<sup>26</sup>

International regulering på området omfatter bl.a. Montrealprotokollen 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.

Udledningerne fra F-gasser stammer i dag fra anvendelse af hhv. HFC-gasser og SF<sub>6</sub>. Godt 95 pct. af udledningen (målt i CO<sub>2e</sub>) stammer i dag fra HFC-gasser og ca. 5 pct. fra SF<sub>6</sub>. Ca. 40 pct. af udledningerne stammer fra kommercielle køleanlæg, ca. 25 pct. kommer fra MAC (aircondition i biler), mens aircondition i bygninger og varmepumper hver bidrager med ca. 10-15 pct. Højspændingsanlæg, inhalationsspray og kølebiler bidrager hver især med ca. 3-4 pct. Udledningerne sker både ved påfyldning, i driftsfasen og ved skrotning af fx køleanlæg.

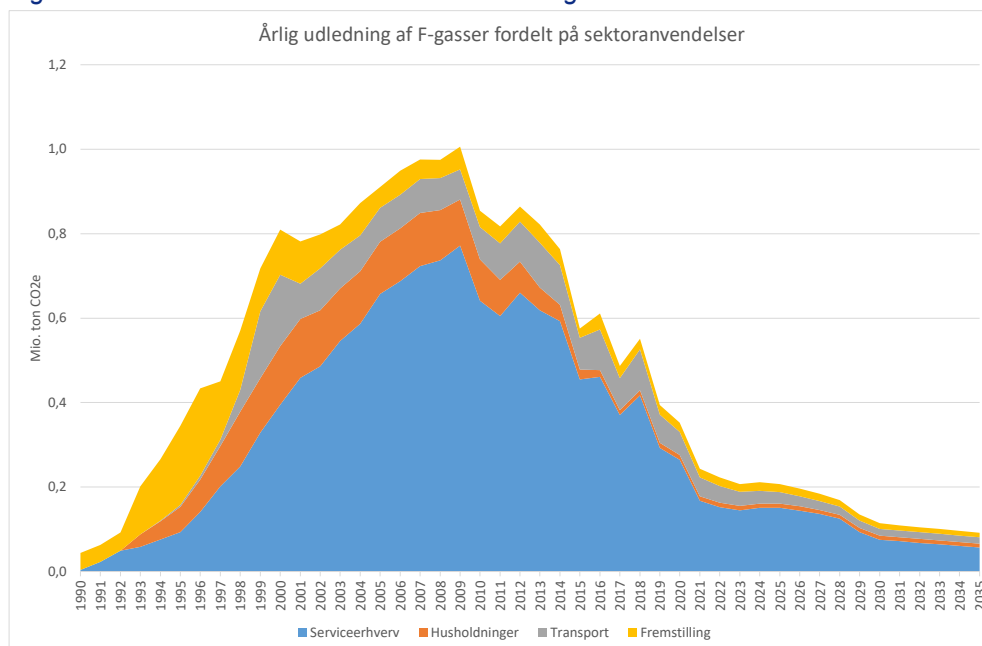
Figur 7.1 illustrerer, hvordan F-gasserne kan fordeles til KF23-sektorerne. Da der endnu ikke er offentliggjort en ny F-gasfremskrivning til KF23 er figuren baseret på

<sup>25</sup> 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.

<sup>26</sup> Forskellige F-gasser bidrager forskelligt til den globale opvarmning. Deres GWP-faktorer varierer i intervallet 4-23.500.

de i KF22 forventede F-gasudledninger. Figuren vil blive opdateret når der forligger en ny F-gasfremskrivning.

**Figur 7.1: Illustration af hvilke KF23-sektorer F-gasser vil blive allokeret til.**



*Note: Figuren er baseret på F-gasfremskrivningen til KF22, da F-gasfremskrivningen til KF23 endnu ikke er udarbejdet.*

På baggrund af, at udfasningen af kølemedler med F-gasser sker langsommere end tidligere forventet skønnes det i KF23 - under forudsætning af uændrede regler - at udledninger fra F-gasser vil ligge på et højere niveau i fremskrivningsårene end skønnet i KF22. Det forventes dog, at den igangværende revision af F-gasforordningen igen vil fremskynde udfasningen yderligere også i forhold til den oprindelige forventning.

## 7.2 Metode og antagelser bag KF23-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 SF<sub>6</sub> forventes stort set at bortfalde over den kommende årrække, bortset fra anvendelse i koblingsafbrydere i elsektoren samt et begrænset forbrug til udstyr og test i laboratorier. Afgiften af SF<sub>6</sub> 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 fortsat at være baseret på kølemidlet R-410A. 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 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" dvs. fremtidige forbrug svarer til sidste års registrerede forbrug

#### *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 hvornår der vil ske lækage af F-gasser ved påfyldning, drift og afskaffelse af eksisterende kilder (fx køleanlæg, airconditionanlæg 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 fremskrivning til KF23 forventes offentliggjort i januar 2023.

Fra og med KF22 er det forsøgt at fordele F-gasserne på de sektorer som afstedkommer udledningerne, jf. tabel 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). Men i KF23 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 KF23-sektorerne.

**Tabel 7.1: Allokering af F-gasser til sektorer i KF23.**

Sektorallokering i KF23	Pct. allokert	CRF nummerering	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 KF23

F-gasfremskrivningen er bestemt ud fra følgende specifikke antagelser:

- Steady state forbrug med 2021 som referenceår inklusive skæringsdatoerne for udfasning af specifikke stoffer, jf. pkt. bekendtgørelsen om visse industrielle drivhusgasser. Steady state er IPCC's metode reference, som angiver, at antagelse om fremtidige forbrug svarer til sidste års registrerede forbrug.
- 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. Der er sket en metodeændring i 2021, idet den tidligere anvendte metode kraftigt underestimerede det reelle registrerede forbrug



for efterfølgende år. Der har ikke været de fald i forbruget som umiddelbart har været forventet.

- 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 graderet 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. Der er sket en metodeændring i 2021, idet den tidligere anvendte metode kraftigt underestimerede det reelle registrerede forbrug for efterfølgende år. Der er ikke sket de fald i forbruget som umiddelbart har været forventet.
- 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): I fremskrivningen er der antaget et "steady state" salg af begge hovedtyper af varmpumper frem til 2030, hvorefter forbruget nedskrives med 20 pct. af forrige års forbrug de efterfølgende år.
- 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 varmpumper forventes anvendt alternative kølemidler som fx ammoniak eller CO<sub>2</sub>.

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 <sub>2e</sub> )	Antagelser om udledninger
<b>Stationær aircondition</b>	HFC-32	675	36,3	Stigning i luft/luft og luft/vand varmepumper Stop for HFC134 Overgang til HFC32 i luft/luft fra 2019.	24,6	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.
	HFC-125	3500	14,8		46,8	
	HFC-134a	1430	4,9		6,4	
<b>Kommercielle køleanlæg</b>	HFC-125	3500	4,8	Gradvis udfasning af HFC- 134a og overgang til lav- GWP-kølemidler.	15,1	0,5 pct. ved genpåfyldning 10 pct. fra stock 11,5 pct. ved afskaffelse Levetid 15 år Forbrug forventes stabilt frem til 2025, hvorefter det reduceres med 20 pct. årligt.
	HFC-134a	1430	3,5		4,5	
	HFC-143a	4470	3,9		18,8	
<b>Eludstyr</b>	SF6	22800	0,6	Konstant forbrug i koblinger i elsektoren. Kan stige pga. grøn omstilling. Dog er alternativer også under udvikling	14,6	0,5 pct. fra stock 5 pct. fra drift og vedligehold 0 pct. ved bortskaffelse Forbrug forventes stabilt.
<b>Inhalatorer til medicin</b>	HFC-134a	1430	5,9	Konstant forbrug ift. 2020	7,7	Emission = import/salg Salg opgøres pr. dose ud fra lægemiddelstatistikken. Forbrug forventes stabilt.
	HFC- 227ea	3350	0,8		2,8	
<b>Kølebiler</b>	HFC-32	675	0,2	Konstant ift. 2001-niveau	0,1	0,5 pct. ved påfyldning 17 pct. fra stock Levetid = 7 år 11,5 pct. ved afskaffelse Forbrug forventes stabilt
	HFC-125	3500	1,5		4,6	
	HFC-134a	1430	0,1		0,1	
	HFC-143a	4470	0,3		1,6	
<b>Mobil aircondition</b>	HFC-134a	1430	4,6	Trend er et faldende forbrug pga. MAC direktivet	6	Emission = import og salg til værksteder. Fremskrivningsmodel antager stabilt forbrug frem til 2025, derefter 20 pct. fald i forbrug pr år.

*Note: Alle tal i tabellen er baseret på F-gasfremskrivningen til KF22, da F-gasfremskrivningen til KF23 endnu ikke er udarbejdet.*

## 7.3 Kvalificering af KF23 forløbet

### 7.3.1 Sammenligning med KF22

Sammenlignet med KF22 forventes den væsentligste ændring at være, at der i F-gasfremskrivningen til KF23 vil blive foretaget en opjustering af de forventede udledninger baseret på, at fx kølemidler med F-gasser udfases langsommere end tidligere forventet, således at overgangen til alternative kølemidler sker senere. Fremskrivningen ændres således at reduktioner i forbruget af F-gasser først initieres efter 2025 for kommercielle kølemidler (og først efter 2030 for varmepumper).





### 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, stationære A/C anlæg i bygninger samt forbrug af F-gasser i mobile airconditionanlæg.

### 7.3.3 Planlagt udvikling fremadrettet

Der er ikke aktuelt planlagt nogen udvikling.

EU-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, 2022. Danish consumption and emission of F-gases in 2020, <https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2022/01/978-87-7038-379-0.pdf>.