



Metode og øvrige forpligtelser

Baggrundsnotat til Klimarådets *Statusrapport 2025*, kapitel 5

Indhold

1	Indledning	2
2	Bygningers energieffektivitet.....	3
2.1	Datakilder og -behandling.....	4
2.2	Propensity score estimation og stikprøvekorrektion	8
2.3	Klyngedannelse	9
2.4	Fremskrivning af energieffektiviteten	12
2.5	Resultater og udvalgte forpligtelser	14
2.6	Usikkerheder i fremskrivningen	16
3	Energispareforpligtelser.....	19
3.1	Danmarks bidrag til EU's overordnede energieffektiviseringsmål.....	19
3.2	Energispareforpligtelsen.....	20
4	Øvrige forpligtelser under bygnings- og energieffektiviseringsdirektivet.....	22
4.1	Energifattigdom	22
4.2	Fjernvarme- og fjernkølingssystemer	24
4.3	Datacentre	24
4.4	Offentlige indkøb	25
4.5	Nul-emissionsbygninger	25
4.6	Renoveringspas og energiattester	26
4.7	Solenergi i bygninger	27
	Bilag.....	28
	Referencer	32

1 Indledning

Klimarådet skal ifølge klimaloven årligt gøre status på Danmarks forpligtelser over for EU. Siden sidste år er to af EU's direktiver blevet omarbejdet med mere ambitiøse forpligtelser: energieffektiviserings- og bygningsdirektivet. Klimarådet har i kapitel 5 i *Statusrapport 2025* gjort status på, hvorvidt Danmark forventer at opfylde en række centrale, målbare forpligtelser under de to direktiver. I dette baggrundsnotat uddybes hvordan beregningerne er foretaget i hovedrapporten. Derudover kommenterer Klimarådet til sidst i baggrundsnotatet på en række andre forpligtelser i de to direktiver, som ikke behandles i *Statusrapport 2025*.

Tabel 1.1 indeholder en oversigt over hvilke forpligtelser, der bliver beskrevet i baggrundsnotatet. Baggrundsnotatet er struktureret på følgende måde: I afsnit 2 beskrives Klimarådets metoder og modeller, der anvendes til at vurdere opfyldelsen af forpligtelserne i energieffektiviseringsdirektivets artikel 5 og 6 samt bygningsdirektivets artikel 9. Disse forpligtelser sætter målsætninger for udviklingen i bygningernes energimæssige ydeevne (energieffektivitet). Der findes dog ikke et komplet overblik over energieffektiviteten i den danske bygningsmasse i dag, og derfor har Klimarådet udviklet en metode til at kortlægge bygningsmassens energieffektivitet samt en model til at fremskrive bygningernes energieffektivitet frem mod 2035.

I afsnit 3 uddybes vurderingen af energieffektiviseringsdirektivets artikel 4 og 8, som omhandler henholdsvis EU's fælles energieffektiviseringsmål og Danmarks energispareforpligtelse, jf. tabel 1.1. I afsnit 4 kommenteres der afslutningsvis på en række andre forpligtelser, som Klimarådet ikke har vurderet i forhold til opfyldelse.

Tabel 1.1 Oversigt over forpligtelser berørt i baggrundsnotat

Energieffektiviseringsdirektivet	Bygningsdirektivet (artikel)
EU's fælles energieffektiviseringsmål (artikel 4)	Energieffektivisering for boligmassen (artikel 9)
Energibesparelser i den offentlige sektor (artikel 5)	Energieffektivisering af ikke-boliger (artikel 9)
Energirenoveringer i den offentlige sektor (artikel 6)	Nul-emissionsbygninger (artikel 7, 11)
Energispareforpligtelsen (artikel 8)	Renoveringspas og energiattester (artikel 12, 19, 20, 23)
Energifattigdom (overordnet for begge direktiver)	Solceller på bygninger (artikel 10)
Fjernvarme- og fjernkølingssystemer (artikel 26)	
Datacentre (artikel 12)	
Offentlige indkøb (artikel 7)	

Kilde: Klimarådet.

2 Bygningers energieffektivitet

En bygnings energieffektivitet vurderes ud fra et beregnet primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år. Et faldende primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år er udtryk for, at bygningens energieffektivitet forbedres.

Vurderingen af bygningens beregnede energiforbrug beror overordnet på tre faktorer: For det første beregnes bygningens varmebehov pr. kvadratmeter, som blandt andet baseres på standardbetingelser for vejr, antal beboere, forbrugsvaner samt bygningens specifikke installationer i form af fx isolering og vinduestyper.¹ Med udgangspunkt i bygningens varmebehov beregnes herefter bygningens energiforbrug pr. kvadratmeter pr. år ved at korrigere for varmekildens konverteringseffektivitet. Det vil sige, hvor effektivt varmekilden konverterer et givent varmemiddel til varme.

Energiforbruget i bygningen udgør dog kun en andel af det samlede primærenergiforbrug. Det betyder, at opgørelsen af bygningens energieffektivitet også medtager det energiforbrug og -tab, der er forbundet med at producere og levere energi til bygningens varmekilde. Mere specifikt justeres det beregnede energiforbrug i bygningen til at tage højde for energiforsyningsens virkningsgrad ved hjælp en såkaldt primærenergifaktor. Primærenergifaktoren angiver mængden af primærenergi, der forbruges pr. energienhed leveret til bygningen. Dette er også illustreret i figur 2.1.



Figur 2.1 Bygningers primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år

Anm. 1: Bygningens energieffektivitet opgøres som primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år. Primærenergiforbruget kan opdeles i bygningens beregnede varmebehov pr. kvadratmeter pr. år, varmekildens konverteringseffektivitet samt primærenergifaktoren, som tager højde for energitabet i energiforsyningsystemet.

Kilde: Klimarådet.

Adfærdsændringer påvirker ikke bygningens energieffektivitet

Bygningens beregnede energiforbrug er ikke baseret på bygningens aflæste energiforbrug. I stedet anvendes en standardiseret og repræsentativ anvendelse af bygningen med henblik på at isolere effekten af bygningens installationer og fysiske karakteristika. En forbedring af en bygningens beregnede energiforbrug kan dermed kun ske ved ændringer af selve bygningens struktur eller tekniske installationer og ikke gennem adfærdsændringer i brugen af bygningen.

En bygningens energieffektivitet beregnes under energimærkeordningen af energikonsulenter

Bygningens primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år vurderes i praksis af en energikonsulent, når en bygning energimærkes under energimærkeordningen (EMO). Energiforsyningen indsamler relevant data på bygningen ved en

fysisk inspektion, som herefter indtastes i værktøjet BE18. BE18 er et beregningsprogram, der blandt andet bruges til at udregne energibehov og energiforbrug.

Klimarådet har anvendt en top-down-metode til at fremskrive bygningers energieffektivitet

Der er forskellige tilgange til at fremskrive bygningsmassens primærenergiforbrug pr. kvadratmeter. Med udgangspunkt i figur 2.1 kan man fx fremskrive udviklingen for hver af de tre delkomponenter – bygningens varmebehov, varmekildens konverteringseffektivitet og primærenergifaktoren – for herefter at beregne primærenergiforbruget. Denne metode kunne klassificeres som en bottom-up-tilgang.

Klimarådet har imidlertid anvendt en såkaldt top-down-metode, hvor primærenergiforbruget alene fremskrives. Det skyldes hovedsageligt to betragtninger: For det første er bottom-up-metoden mere datakrævende sammenlignet med en top-down-tilgang. Som minimum kræves der data på alle tre delkomponenter – data som Klimarådet ikke har haft adgang til. For det andet er den relative styrke ved bottom-up-metoden, at den synliggør årsagerne eller drivkræfterne bag udviklingen i bygningens energieffektivitet. Dette har dog ikke været et behov i *Statusrapport 2025*. Af disse to grunde er der anvendt en top-down-tilgang, hvor bygningens primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år fremskrives på baggrund af historiske trends. I afsnit 2.6 i nærværende baggrundsnotat gennemgås de centrale kilder til usikkerhed i Klimarådets fremskrivning.

Resten af afsnittet er struktureret som følger: Afsnit 2.1 præsenterer de to primære datakilder, som anvendes i analysen: EMO og Bygnings- og boligregisteret (BBR). Her redegør Klimarådet for, hvordan EMO-databasen, der danner grundlaget for vurderingen af bygningers energieffektivitet, ikke er repræsentativ for hele bygningsmassen på grund af en stikprøvebias. For at sikre et mere retvisende billede kombineres EMO-data med data for hele den danske bygningsmasse fra BBR. Derudover belyses det, at en bygning typisk kun er energimærket én gang i data. Dette besværliggør en vurdering af, hvordan bygningens energieffektivitet udvikler sig over tid. I afsnit 2.2 forklares metoden til at korrigere for stikprøvebias, mens afsnit 2.3 beskriver tilgangen til at udlede tidsvariationen i bygningers energieffektivitet.

I afsnit 2.4 beskrives metoden til at fremskrive bygningers energieffektivitet. Det primære element i modellen er en tidsseriemodel, der søger at afveje hensynet om at beskrive udviklingen i bygningers energieffektivitet over tid med de begrænsninger, som den begrænsede tidsvariation i datagrundlaget medfører. Derudover er en økonomisk betingelse indarbejdet i modellen, så en bygnings energieffektivitet ikke kan overstige det niveau, der kan opnås gennem økonomisk rentable energirenoveringer. Afsnittet redegør også for, hvordan modellens parametre kalibreres.

Afsnit 2.5 uddyber, hvordan Klimarådet har fortolket direktiverne og regnet på forpligtelserne i henhold til bygningernes energieffektivitet. Afslutningsvist kommenterer afsnit 2.6 på usikkerheden i Klimarådets fremskrivning samt betydningen af de mest centrale antagelser, der ligger bag den metodiske tilgang.

2.1 Datakilder og -behandling

Analysen af udviklingen i energieffektiviteten i den danske bygningsmasse er først og fremmest baseret på et datasæt fra EMO, som bygger på alle danske energimærker udstedt mellem 2014 og 2024. Datasættet indeholder blandt andet oplysninger om de energimærkede bygningers energieffektivitet målt som primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år. EMO-datasættet suppleres også med to datasæt fra BBR om bygningsmassens karakteristika og energiforbrug samt et datasæt fra Danmarks Adressers Web API (DAWA) med længde- og breddegrad på alle danske adgangsadresser. De fire datasæt er beskrevet i tabel 2.1 på næste side.

Tabel 2.1 Datasæt benyttet til kortlægning og fremskrivning af energieffektiviteten i den danske bygningsmasse

Datasæt	Beskrivelse	Kilde
Energieffektivitet i energimærkede bygninger.	Data fra alle udstedte energimærkerapporter for bygninger i Danmark fra 2014 til 2024. Datasættet indeholder blandt andet information om bygningernes energieffektivitet (målt som kWh primærenergi pr. m ² pr. år).	Energimærkeordningen (EMO), Energistyrelsen.
Karakteristika for den danske bygningsmasse.	Data bestående af karakteristika for alle bygninger og bolig-/erhvervsenheder i Danmark trukket i 2024. Datasættet indeholder blandt andet oplysninger om opførelsesår, areal, nuværende og tidligere varmekilder samt bygningsejer og – anvendelse.	Bygnings- og boligregisteret (BBR), Vurderingsstyrelsen.
Målerdata for energiforbrug i den danske bygningsmasse.	Data med afmålt energiforbrug i bygningsmassen fra 2014 til 2023. Datasættet er opdelt på elforbrug (inklusive forbrug til varmepumper) og varmetaforbrug for den enkelte bygning.	Bygnings- og boligregisteret (BBR), Vurderingsstyrelsen.
Længde- og breddegrad på alle danske bygninger	Data med længde- og breddegrad på alle danske adgangsadresser.	Danmarks Adressers Web API (DAWA), Dataforsyningen

Kilde: Klimarådet.

I det følgende beskrives hvordan de fire datasæt behandles og sammenflettes.

Energimærkeordningen (EMO)

EMO indeholder oplysninger fra alle energimærkerapporter om danske bygninger. Datasættet fra EMO består af godt 810.000 energimærker udstedt mellem 2014 og 2024. Hvis en bygning har fået opdateret sit energimærke, optræder bygningen flere gange i datasættet. For hvert energimærke findes der information relateret til bygningens energimærke som dato for energimærkning, gyldighed, og hvilket energimærke bygningen kan opnå ved rentable forbedringer.

Der er foretaget to vigtige justeringer af EMO data. Den første ændring er, at række- og kædehuse i samme bygning, men med forskellige energimærker, aggregeres til én samlet bygning med ét energimærke og en gennemsnitlig energieffektivitet. Det skyldes, at energieffektiviteten i kæde- og rækkehuse skal vurderes under ét som en samlet bygning i bygningsdirektivet. Primærenergiforbruget pr. kvadratmeter pr. år i hvert kæde- eller rækkehus vægtes med størrelsen på det opvarmede areal i huset ud af det samlede opvarmede areal i hele bygningen. Dermed udarbejdes der et skøn for primærenergiforbruget for hele bygningen. Aggregeringen betyder, at der bliver knap 53.000 energimærker færre svarende til 6,5 pct. af de oprindelige 810.000 energimærker.

Den anden vigtige justering består i, at en betragtelig andel af bygningerne optræder flere gange i datasættet med energimærker, som er registreret med korte tidsmæssige mellemrum. Det skyldes, at energimærkekonsulenterne har mulighed for at opdatere data i energimærkerapporten inden for en vis tidsperiode. Tidsperioden afhænger af bygningens størrelse. Fx har konsulenten 61 dage til at justere energimærkerapporten for bygninger under 10.000 kvadratmeter.² I praksis registreres der dog et nyt energimærke med et nyt identifikationsnummer, hver gang energikonsulenten opdaterer energimærkerapporten. Klimarådet har derfor frasorteret alle duplikationer af bygninger, der falder inden for den periode, som energikonsulenterne har til at rette energimærkedata. Det medfører, at der bliver knap 20.000 færre energimærker.

Det endelige EMO datasæt anvendt i analysen består af 739.028 energimærker fordelt på 682.545 bygninger. Dermed har en lille andel af bygningerne svarende til 8 pct. fået udarbejdet flere energimærker i dataperioden. Langt størstedelen (knap 98 pct.) af disse bygninger har fået udarbejdet to energimærkerapporter, og den gennemsnitlige tidsforskel mellem energimærkerne (for den samme bygning) er 5 år. Som beskrevet i boks 5.4 i *Statusrapport 2025*, så skyldes dette, at bygningsejer kun er forpligtet til at opdatere bygningens energimærke, når bygningen sælges eller udlejes, hvis der ikke foreligger et gyldigt energimærke inden for de seneste 10 år. Energimærkerne giver derfor som udgangspunkt kun et øjebliksbillede af bygningens energieffektivitet, og det er for langt størstedelen af bygningerne ikke muligt at følge udviklingen i energieffektiviteten over tid.

Bygnings- og boligregisteret (BBR)

BBR indeholder oplysninger på alle bygninger i Danmark herunder en opdeling af bygninger i bolig- og erhvervsenheder. Til denne analyse har Klimarådet fået lavet to udtræk fra BBR via Vurderingsstyrelsen: Det første udtræk består af et datasæt med karakteristika for hver bygning i Danmark, mens det andet datasæt indeholder faktisk (afmålt) energiforbrug på bygningsniveau.

For datasættet med karakteristika er den enkelte bygningsejer ansvarlig for at opdatere bolig- eller erhvervsenhedens karakteristika i BBR. Der er derfor stor variation i datakvaliteten for hver enkelt bygning i BBR. Klimarådet har så vidt muligt anvendt de variable i analysen, som vurderes at være tilstrækkeligt troværdige. Denne vurdering er foretaget på baggrund af dialog med Vurderingsstyrelsen. De udvalgte karakteristika består blandt andet af kategorier som adresse, bygningsejer, boligareal, erhvervsareal, varmekilde og bygningens anvendelse. Langt størstedelen af bygningers karakteristika er konstante over tid, men ændringer i en bygnings varmekilde og -middel er registreret i datasættet. Det udleverede data består af karakteristika fordelt på knap 4,8 millioner bygninger.

I forhold til det udleverede data fra Vurderingsstyrelsen er der i analysen set bort fra en række bygninger baseret på bygningernes anvendelseskode. Under artikel 9 i bygningsdirektivet er det muligt at undtage specifikke bygningstyper, men i skrivende stund er direktivet ikke implementeret i dansk ret. Det antages dog i analysen, at en række bygningstyper undtages fra forpligtelserne. Disse bygningstyper kan findes i tabel 2.2, og denne antagelse medfører, at antallet af observation falder med knap 45 pct.

Tabel 2.2 Oversigt over frasortering af bygninger i Klimarådets analyse

Bygningstype	Bygningsanvendelseskode	Kan udelukkes jf. artikel 9 i bygningsdirektivet?
Garager, carporte, drivhuse, faldefærdige bygninger, m.m.	910 - 990	Ja
Kirker og anden bygning til trosudøvelse for statsanerkendte trossamfund	414	Ja
Forsvarets bygninger	443, 451, 490	Ja
Sommerhuse, feriekolonier, kolonihavehuse, anneks i tilknytning hertil.	510, 520, 523, 540, 585	Ja, hvis de benyttes mindre end 4 måneder om året
Tribune i forbindelse med stadion.	534	Ikke defineret
Bygning til træning og opstaldning af heste	535	Ikke defineret
Landbrugsbygninger	210 - 219	Ja, hvis: - Der er en lokal aftale om energieffektivisering af bygninger i sektoren.

- Der ikke er varme- eller køling af bygningen.

Anm. 1.: Ved bygningsanvendelseskoden refereres til variabelen 'BygAnvendelse' i BBR-systemet. Alle BBR-koder for bygningsanvendelse kan findes på teknik.bbr.dk.

Kilde: Klimarådet samt Europa-Parlamentet og Rådet.³

Udover frasorteringen af bygningerne anvist i tabel 2.2 er der også set bort fra bygninger med et bolig- eller erhvervsareal på nul kvadratmeter. Det medfører, at antallet af observationer falder med knap 1 pct.

Baseret på bygningens adgangsadresse er datasættet fra BBR koblet med bygningens længde- og breddegrad, som er offentlig tilgængelig via DAWA. Det er gjort, fordi bygningens geografi er korreleret med bygningens pris, som igen er korreleret med bygningens energieffektivitet. Her udgør bygningens længde- og breddegrad en numerisk værdi af bygningens geografiske information, hvilket er mere effektivt at arbejde med i den anvendte metode sammenlignet med tekststrengen for bygningens adresse.

Klimarådet har også anvendt målerdata på det faktiske energiforbrug på bygningsniveau fra 2014 til 2023. Oplysningerne er indsamlet af Vurderingsstyrelsen fra diverse energiselskaber. For nogle kombinationer af varmekilder og lokation på bygninger har det ikke været muligt for styrelsen at indsamle oplysningerne. Det gælder fx bygninger med oliefyr på små øer. Kvaliteten af data om energiforbruget har ligeledes været stigende over tid i takt med, at Vurderingsstyrelsen har fået bedre målerdata. Fx manglede omkring 43 pct. bygningerne et registreret energiforbrug i 2014, imens omkring 10 pct. af bygningerne mangler et energiforbrug 2023.

Afslutningsvis frasorteres bygninger som hverken har et afmålt energiforbrug eller installeret varmekilde. Det skyldes, at forpligtelserne under bygningsdirektivet kun er relevante for bygninger med varme eller køling. Selvom der i BBR registreres om en bygning har en varmeinstallation, er denne information ikke angivet for en betydelig andel af bygningerne. Fx er der bygninger uden registreret varmekilde, som ellers har et relativt højt energiforbrug fordelt på el og/eller andre varmemidler. Dette kan tyde på, at bygningen faktisk har en varmekilde installeret. Klimarådet har her anvendt en konservativ tilgang og kun frasorteret bygninger, hvor der hverken er angivet en varmeinstallation eller målt et energiforbrug. Dette svarer til at 4 pct. af bygningerne frasorteres. Dette endelige datasæt fra BBR indeholder knap 1,8 millioner bygninger.

Sammenfletning af BBR- og EMO-data

De behandlede datasæt fra BBR og EMO sammenflettes for at identificere hvilke bygninger, der har et energimærke. Sammenfletningen sker som udgangspunkt på baggrund af bygningens ID, som er kombination af bygnings- og BFE-nummer samt årstal for udarbejdelse af energimærket. I alt 94,3 pct. af bygningerne i EMO-data kan matches med en bygning i BBR-data. Heraf er godt 93 pct. af bygningerne matchet baseret på bygningens ID-nummer, mens godt 1 pct. er matchet baseret på en fælles unik adresse i både BBR og EMO.

De resterende 5,7 pct. af EMO-data, som ikke kan identificeres i BBR, frasorteres i den følgende analyse. Som beskrevet i boks 5.4 i *Statusrapport 2025*, så udgør EMO-data ikke en repræsentativ stikprøve for hele den bygningsmasse, som er underlagt regulering under energieffektiviserings- og bygningsdirektivet. Det skyldes, at det i overvejende grad er bygningsejeren, som bestemmer, om bygningen er energimærket eller ej, jf. kravene om energimærkning beskrevet i boks 5.4 i *Statusrapport 2025*. For at kunne måle graden af stikprøvebias kræves det, at bygningen i EMO-data også kan matches med en bygning i BBR – af denne grund har det været nødvendigt at se bort fra de 5,7 pct. af EMO-data, som ikke kunne identificeres i BBR.

I det følgende afsnit forklares det, hvordan Klimarådet har estimeret sandsynligheden for at være energimærket. De estimerede sandsynligheder bruges til at korrigere for skævheden i EMO-data.

2.2 Propensity score estimation og stikprøvekorrektion

For at give et retvisende billede af den danske bygningsmasses energieffektivitet har det været nødvendigt at justere stikprøven af energimærker under EMO for en stikprøvebias. Dette er gjort ved at estimere sandsynligheden for, at en bygning er energimærket og dermed optræder i EMO-data – en såkaldt ”propensity score”. Sandsynligheden estimeres for hver bygning i BBR på baggrund af bygningens karakteristika og afmålte energiforbrug.

Maskinlæring (machine learning)

Der er anvendt en maskinlæringsmodel til at beregne sandsynligheden for, om en bygning har fået et energimærke eller ej. Denne metode er anvendt af fire grunde: For det første er dette en prædiktionsøvelse, og det er derfor oplagt at vælge en maskinlæringsmetode, når den kausale sammenhæng mellem bygningens karakteristika og stikprøveudfald ikke er central i denne sammenhæng. For det andet er sammenhængen mellem bygningens karakteristika og stikprøveudfaldet potentielt meget ikke-lineær. Ved at vælge en ikke-parametrisk maskinlæringsmetode er det muligt at lade den relativt store mængde data bestemme den funktionelle sammenhæng uden af antage en specifik parametrisk model. For det tredje er antallet af observationer relativt højt, og det er derfor muligt at træne modellen og teste dens præcision, som er nødvendigt for ikke-parametriske maskinlæringsmetoder.

Den specifikke anvendte maskinlæringsmetode er gradient boosting (GB). GB-metoden er en algoritme baseret på beslutningstræer på tilsvarende vis med fx ”random forest” (RF). Metoden kombinerer mange beslutningstræer i en iterativ proces for at opbygge en prædiktionsmodel. I hvert beslutningstræ finder algoritmen først den forklarende variabel, som bedst kategoriserer data. Herefter splittes data i flere grene baseret på den værdi, som bedst opdeler data med henblik på, at forudsige den afhængige variabel. I denne analyse tester algoritmen altså hvilken opdeling af variable, fx bygningens alder, lokation, varmeinstallation, mm. som bedst kan forklare, hvorvidt bygningen er energimærket eller ej.

Fordelen ved GB-metoden er, at den bygger beslutningstræerne iterativt og afhængigt af hinanden. Hvert nye beslutningstræ udvikles med henblik på at korrigere prædiktionsfejlene fra de tidligere beslutningstræer. Denne metode afviger altså fra fx RF, hvor et nyt beslutningstræ vælges uafhængigt af de andre træer.

GB har endvidere den fordel, at metoden kan håndtere de manglende værdier, hvilket gør den særligt velegnet til denne analyse. For mange af de udvalgte karakteristika mangles en registreret værdi for en betydelig andel af bygningerne. Fx er det afmålte energiforbrug ikke registreret for en stor del af bygningsmassen i 2014. Ved brug af andre metoder er det typisk nødvendigt enten at se bort fra observationer med manglende værdier eller udfylde de manglende værdier baseret på fx de hyppigste værdier for karakteristikaene. GB-metoden betragter i stedet de manglende værdier som en separat kategori og kan vælge at bruge kategorien til at forudsige stikprøvesandsynligheden, hvis den vurderes at korrelere med stikprøveudfaldet.

Stikprøvekorrektion

Ideelt set burde EMO-data være baseret på en tilfældigt udvalgt, stratificeret stikprøve. I en sådan tilgang ville bygningerne være inddelt i strata efter formål (boliger og bygninger uden boligformål) og ejerskab (offentligt- og ikke-offentligt ejerskab). Inden for hvert stratum ville bygninger blive udvalgt tilfældigt, og sandsynligheden for udvælgelse ville være ens for alle bygninger i gruppen. I statistiske termer ville stikprøveresultatet i hver strata følge en binomialfordeling med en uniform Bernoulli-sandsynlighed. Da EMO-data ikke stammer fra en tilfældigt udvalgt, stratificeret stikprøve, er formålet med at estimere stikprøvesandsynligheder at korrigere for eventuelle skævheder i dataindsamlingen.

Hver bygning, som er energimærket, vægtes på baggrund af den estimerede sandsynlighed for, at bygningen har fået tildelt et energimærke. Hvis en bygning har en lav sandsynlighed for at være energimærket, så får bygningen tildelt en høj vægt, da denne bygningstype er underrepræsenteret i EMO-databasen relativt til hele bygningsmassen. Hvis en bygning har en høj sandsynlighed for at være energimærket, så vægtes bygningen omvendt lavt. Denne metode kaldes også for invers stikprøvevægtning.

Vægtningen af de energimærkede bygninger – inden for en given kategori g (fx boliger) – kan beskrives matematisk som:

$$w_{i,g} \equiv \frac{\frac{1}{\hat{p}_{i,g}}}{\sum_i \frac{1}{\hat{p}_{i,g}}} \in (0,1), \sum_i w_{i,g} = 1 \quad (1)$$

Hvor $w_{i,g}$ er vægten for bygning i i kategori g , og $\hat{p}_{i,g}$ er den estimerede stikprøvesandsynlighed. Det bemærkes, at i en tilfældig stikprøve er vægtene indenfor gruppen ens for alle bygninger. Det er dog generelt tilfældet, at bygninger med lav energieffektivitet er underrepræsenterede i EMO-data. Uden korrektion for denne stikprøveskævhed ville man altså overvurdere bygningsmassen energieffektivitet. Det fremgår fx af figur 2.4, som illustrerer det gennemsnitlige primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år for boligmassen baseret på EMO-data med og uden stikprøvekorrektionen.

2.3 Klyngedannelse

Som beskrevet i afsnit 2.1 i dette baggrundsnotat er det kun 8 pct. af bygningerne i EMO, som er blevet energimærket flere gange i EMO-stikprøven. Da energimærket kun giver et øjebliksbillede af bygningens energieffektivitet er antallet af datapunkter, der viser tidsudvikling i energieffektiviteten, relativt begrænset. Derfor er det svært at slutte noget generelt om hastigheden, hvormed enkelte bygninger energiforbedres, og dermed hvorvidt Danmark står til at opfylde energieffektiviserings- og bygningsdirektivernes renoveringskrav.

For at beskrive udviklingen i bygningernes energieffektivitet grupperes energimærkede bygninger i repræsentative klynger, hvor bygningerne indbyrdes minder om hinanden. Klyngerne dannes på baggrund af bygningernes karakteristika, hvorefter der beregnes et gennemsnitligt primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år for klyngen. Aggregering af bygningerne i klynger giver tidsvariation i energieffektiviteten inden for klyngen, da sammenlignelige bygninger påvirker klyngens gennemsnitlige energieffektivitet alt efter hvilket år, bygningerne er energimærket. På baggrund af tidsvariationen inden for klyngen ekstrapoleres udviklingen i energieffektiviteten til de enkelte bygninger i klyngen. Den centrale antagelse er her, at den relative udvikling i energieffektiviteten er ens på tværs af bygningerne i den samme klynge.

Det bemærkes, at denne metode ikke egner sig til at beskrive udviklingen i energieffektiviteten for en specifik bygning, men bedre beskriver, hvordan energieffektiviteten udvikler sig i gennemsnit inden for en bestemt bygningskategori. Klyngedannelsen giver mulighed for at undersøge udviklingen over tid, men det understreges også, at den manglende tidsvariation i data giver anledning til betydelig usikkerhed i fremskrivningen. Dette kommenteres der på i afsnit 2.6.

Klyngedannelsesalgoritme

Til at danne bygningsklyngerne benyttes algoritmen MiniBatch KMeans, som også er en maskinlæringsalgoritme. MiniBatch KMeans egner sig særligt godt til store datasæt med et relativt højt antal klynger, hvilket gør sig gældende i dette tilfælde. Algoritmen opdeler datasættet i klynger baseret på deres nærhed til midtpunkter i data (mere specifikt den euklidiske afstand) og forsøger at minimere den totale kvadrerede afstand mellem datapunkter og klyngens midtpunkt. Ulempen ved brug af denne algoritme er især, at den kan være følsom over for outliers, og at den tager antallet af klynger for givet. Det vil sige, at antallet af klynger må fastlægges på forhånd og derfor ikke bestemmes af algoritmen.

I denne analyse eksisterer der en vigtig afvejning mellem to hensyn, når antallet af klynger skal fastlægges. For det første ønskes en høj grad af sammenlignelighed mellem bygningerne inden for en klynge, så hver klynge afspejler en veldefineret bygningstype. Dette taler for at vælge et relativt højt antal klynger med færre bygninger i hver. Omvendt bør antallet af bygninger i en klynge være tilstrækkeligt stort til at sikre et balanceret paneldatasæt og en vis heterogenitet i energimærkefordelingen, med henblik på at sikre en vis tidsvariationen i klyngens gennemsnitlige energieffektivitet. Når antallet af klynger øges, opstår der imidlertid en tendens til, at enkelte klynger kommer til at bestå af få bygninger, som ofte er energimærkede i de samme år. Det begrænser variationen over tid i den gennemsnitlige energieffektivitet. Ligeledes kan et højt antal klynger medføre, at bygninger med ensartede energimærker grupperes sammen, hvilket resulterer i en beskeden udvikling i energieffektiviteten over tid.

Inden klyngedannelsesalgoritmen grupperer bygningerne, har Klimarådet på forhånd opdelt bygningsmassen i to overordnede kategorier: boliger og bygninger uden boligformål. Det skyldes, at denne skelnen også er lavet i de to direktiver. Kategoriseringen af boliger er baseret på, om bygningen har et boligareal. Ligeledes kategoriseres alle bygninger, som har et erhvervsareal eller ikke er registreret som en bolig, som en bygning uden boligformål. Nogle

bygninger vil således være inkluderet i begge kategorier. Det skyldes, at nogle bygninger fx både består af en butik i stueetagen samt boliger i de øvrige etager.

Derudover placeres nybyggeri observeret i EMO-data i sin egen gruppe. Det skyldes både, at energieffektiviteten blandt disse bygninger antages at være konstant i fremskrivningsperioden, og at energieffektiviteten i nybyggeri ikke afspejler energirenoveringer i eksisterende bygninger. Hertil skal det også bemærkes, at forpligtelserne til bygningers energieffektivitet gælder for den eksisterende bygningsmasse pr. 1. januar 2020 i artikel 9 i bygningsdirektivet og pr. 1. januar 2024 i energieffektiviseringsdirektivets artikel 6. Der ses derfor helt bort fra nybyggeri opført efter forpligtelsernes referencedato.

Med udgangspunkt i denne opdeling inddeles de to kategorier, boliger og bygninger uden boligformål, i 25 klynger hver ved hjælp af MiniBatch KMeans. Klyngerne fordeles ligeligt mellem de to kategorier, selvom boligkategorien omfatter væsentligt flere bygninger. Den lige fordeling vurderes at være hensigtsmæssig, da bygningsmassen uden boligformål er relativt heterogen sammenlignet med boligmassen. I praksis baseres klyngerne på bygningernes karakteristika i det første observationsår. For at klyngerne afspejler en repræsentativ bygningstype vægtes hver observation i stikprøven med den inverse af den estimerede stikprøvesandsynlighed tilsvarende tælleren i ligning (1).

Klimarådet har tilstræbt at vælge et antal klynger, der balancerer de to modstridende hensyn belyst ovenfor. Valget af antallet af klynger er desuden foretaget med henblik på at finde en model, der både er enkel og stabil, uden at fremskrivningsresultaterne ændres væsentligt i forhold til scenarier med flere klynger. Hvis en model med flere klynger giver tilsvarende resultater som en model med færre klynger, har modellen med det laveste klyngeniveau altså været foretrukket med udgangspunkt i at simplificere modelstrukturen.

Udvalgte karakteristika til klyngedannelsen

Klyngedannelsen baseres på karakteristika, som er opstillet i tabel 2.3. Variablene er udvalgt primært på baggrund af datakvaliteten i BBR med henblik på at sikre, at karakteristikaene er defineret for hele EMO-datasættet.

Tabel 2.3 Variable i EMO- og BBR-datasættene, der benyttes til klyngedannelse

Variabeltype	Variable, der inkluderes i klyngedannelsen
Kategoriske variable	<ul style="list-style-type: none">- Bygningskategori- Bygningsanvendelse- Varmeinstallation
Kontinuerte variable	<ul style="list-style-type: none">- Opførelsesår- Erhvervsareal- Boligareal- Længdegrad- Breddegrad

Kilde: Klimarådet.

For de udvalgte variable omdannes kategoriske data til dummy-variable og alle variable normaliseres derefter, således at gennemsnittet af hver variabel er 0, og værdien 1 svarer til en enkelt standardafvigelse fra gennemsnittet. Det vil sige

$$\tilde{v}_{i,j} = \frac{v_{i,j} - \bar{v}_j}{\sigma_j}, \quad (2)$$

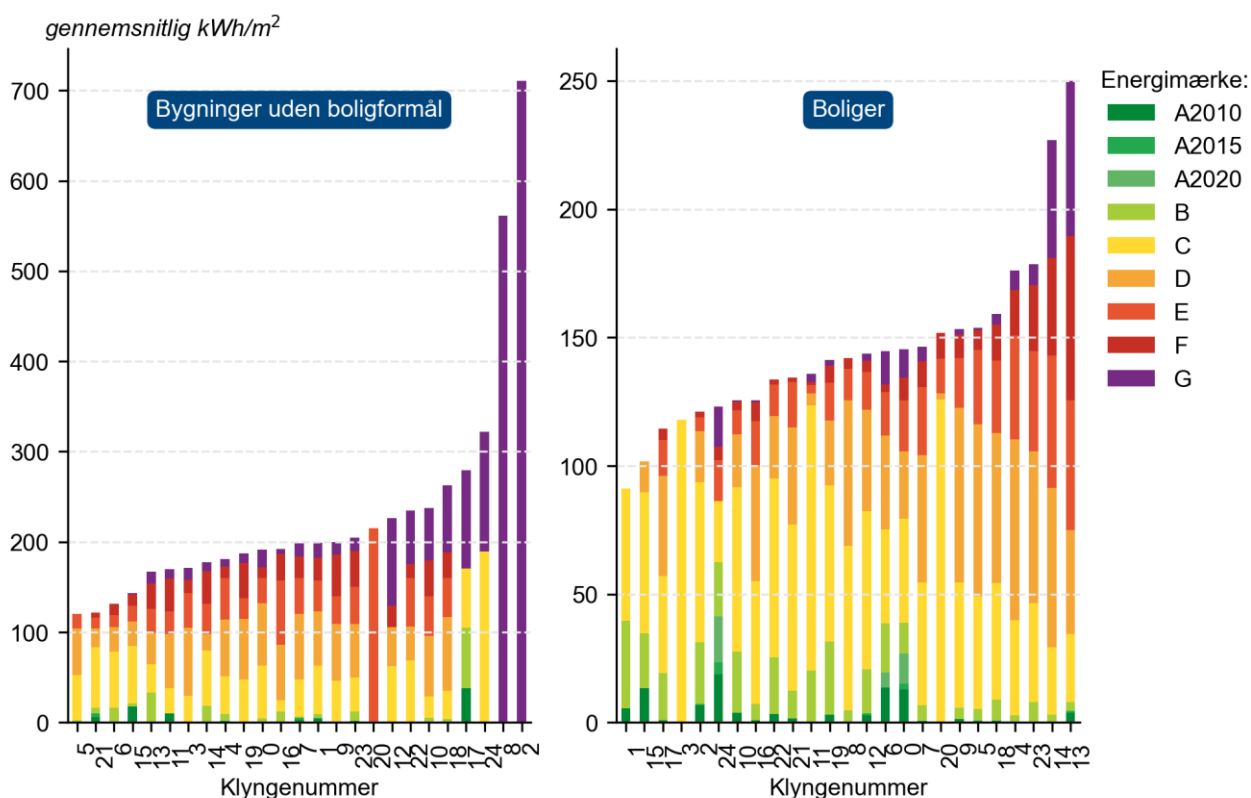
hvor $v_{i,j}$ er værdien for bygning i og karakteristikum j , og \bar{v}_j og σ_j er henholdsvis den gennemsnitlige værdi for og varians for karakteristikum j på tværs af alle bygninger. Dermed er $\tilde{v}_{i,j}$ den standardiserede variabelværdi.

Beskrivelse af klynger

Klyngedannelsen giver i alt 50 klynger af den danske bygningsmasse. En tabel med gennemsnitlige variable for alle klynger kan findes i bilaget nederst i dette notat. Tabellen viser også antallet af bygninger i klyngen. Fx består de mindste klynger typisk af bygninger uden boligformål med omkring 200 – 2.000 bygninger, mens de to største klynger består af omkring 1,4 mio. boliger. Her udgøres den ene klynge primært af boliger opført omkring 1910'erne, imens den anden klynge primært består af boliger fra 1950'erne og 60'erne.

Figur 2.2 viser primærenergiforbruget pr. kvadratmeter pr. år inden for og på tværs af klyngerne. Selvom bygningernes energieffektivitet ikke er blevet anvendt direkte i klyngedannelsen, fremgår to tendenser af figuren: For det første er de karakteristika, der anvendt til klyngedannelsen (se tabel 2.3), korreleret med bygningens energieffektivitet. Det ses ved, at primærenergiforbruget pr. kvadratmeter pr. år i varierer på tværs af klyngerne.

For det andet har klynger med en lavere energieffektivitet (altså højere primærenergiforbrug) en relativt højere andel af dårlige energimærker. Omvendt indeholder næsten alle klynger også en bred sammensætning af energimærker. Dette er bevidst og skyldes hensynet om at sikre en vis variation i energieffektiviteten over tid for at kunne give en realistisk beskrivelse af udviklingen i energieffektiviteten for den repræsentative bygningstype.



Figur 2.2 Gennemsnitlig primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år fordelt på klynger og tilhørende fordeling af energimærker i 2014

Anm. 1: Niveaue for søjlerne angiver det gennemsnitlige primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år, mens farveskalaen viser andelen af et givet energimærke indenfor klyngen. Begge værdier er vægtet med de estimerede stikprøvesandsynligheder baseret på ligning (1).

Anm. 2: Nybyggeri indgår ikke i figuren.

Kilde: Klimarådet.

2.4 Fremskrivning af energieffektiviteten

For at præcisere den anvendte fremskrivningsmodel introduceres variabelen $y_{i,t}$ som angiver det estimerede primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år for bygning i ved udgangen af år t . Til at starte med forudsættes det, at bygningens energiforbrug er et maksimum af to variable, $y_{i,t}^*$ og \underline{y}_i , det vil sige

$$y_{i,t} = \max\{y_{i,t}^*, \underline{y}_i\}. \quad (3)$$

Her er $y_{i,t}^*$ givet ved en tidsseriemodel, der er kalibreret til data. Variablen \underline{y}_i angiver bygningens minimale energiforbrug pr. kvadratmeter pr. år. Bygningens energimærkning angiver udover bygningens aktuelle energimærke også det teknisk mulige energimærke, som bygningen kan opnå, samt det bedste energimærke, der kan opnås med økonomisk rentable energireoveringer. Begge niveauer er beregnet af en energikonsulent. Det forudsættes, at en bygnings energiforbrug pr. kvadratmeter maksimalt kan reduceres til det niveau for energieffektiviteten, som er privatøkonomisk rentabelt. Dette er med til at sætte niveauet for \underline{y}_i . Nedenfor præciseres først tidsseriemodellen for $y_{i,t}^*$ og herefter beskrives kvantificeringen af \underline{y}_i .

Tidsseriemodellen

For at fange den tidsmæssige afhængighed i en bygningens energieffektivitet er det antaget, at $y_{i,t}$ kan beskrives ved en autoregressiv model:

$$y_{i,t}^* = \beta_j y_{i,t-1}, \quad \beta \in (0; 1]. \quad (4)$$

Her er β_j den såkaldte autoregressive parameter, som er specifik til den klynge, som bygning i befinder sig i. Under denne model kan energiforbruget pr. kvadratmeter i år t bestemmes ud fra energiforbruget året før, hvis parameteren β_j er kendt. Dette er en meget simpel beskrivelse af udviklingen i bygningens energieffektivitet. Det er dog nødvendigt med strenge forudsætninger, da datagrundlaget for bygningers energieffektivitet er sparsomt og ikke tillader en fleksibel model med mere generelle antagelser, som kan testes op mod data.

I dette afsnit beskrives det også, hvordan den autoregressive parameter β_j kalibreres til at fitte modellen i ligning (4) til data, men det antages *a priori*, at β_j er strengt større end nul og mindre end eller lig med ét.

Antagelsen $\beta_j \leq 1$ udelukker, at bygninger bliver mindre energieffektive over tid. Der kan argumenteres for, at bygningers konstruktion og installationer nedbrydes langsomt over tid, hvilket taler for, at energieffektiviteten kan være faldende i bygninger, som ikke reoveres over længere perioder. Denne tendens udelukkes dog i fremskrivningen på den baggrund, at datagrundlaget er begrænset i de tilfælde hvor β_j kalibreres til en værdi større end 1. Derfor kan det ikke nødvendigvis siges, at parameterværdien afspejler en generel tendens for en faldende energieffektivitet (eller stigende primærenergiforbrug pr. kvadratmeter). Hvis β_j sættes til 1, er bygningens energieffektivitet konstant over tid.

Afslutningsvis betyder en parameterværdi mellem 0 og 1, at bygningens primærenergiforbrug per kvadratmeter pr. år er faldende over tid. Dog falder energiforbruget mindre og mindre i absolutte enheder, mens den relative udvikling (vækstrate) i energieffektiviteten er konstant.

Økonomisk rentabelt energimærke

Ved udarbejdelse af en bygnings energimærke angiver energikonsulenten ligeledes hvilket energimærke, bygningen ville kunne opnå ved at gennemføre økonomisk rentable tiltag til forbedringer af bygningens energieffektivitet. Niveauet for det økonomisk rentable mindsteforbrug \underline{y}_i kan ikke entydigt bestemmes ud fra det energimærke, der kan opnås med økonomisk rentable forslag. Det skyldes, at energimærkerne er defineret over et interval for primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år.⁴ Til at illustrere den anvendte metode tages der her udgangspunkt i en bolig, som kan opnå et energimærke B. Her kan primærenergiforbruget målt i kWh/m²/år falde i intervallet

$$y_i \in \left[71,3 + \frac{1.650}{m_i^2}; 95 + \frac{2.200}{m_i^2} \right), \quad (5)$$

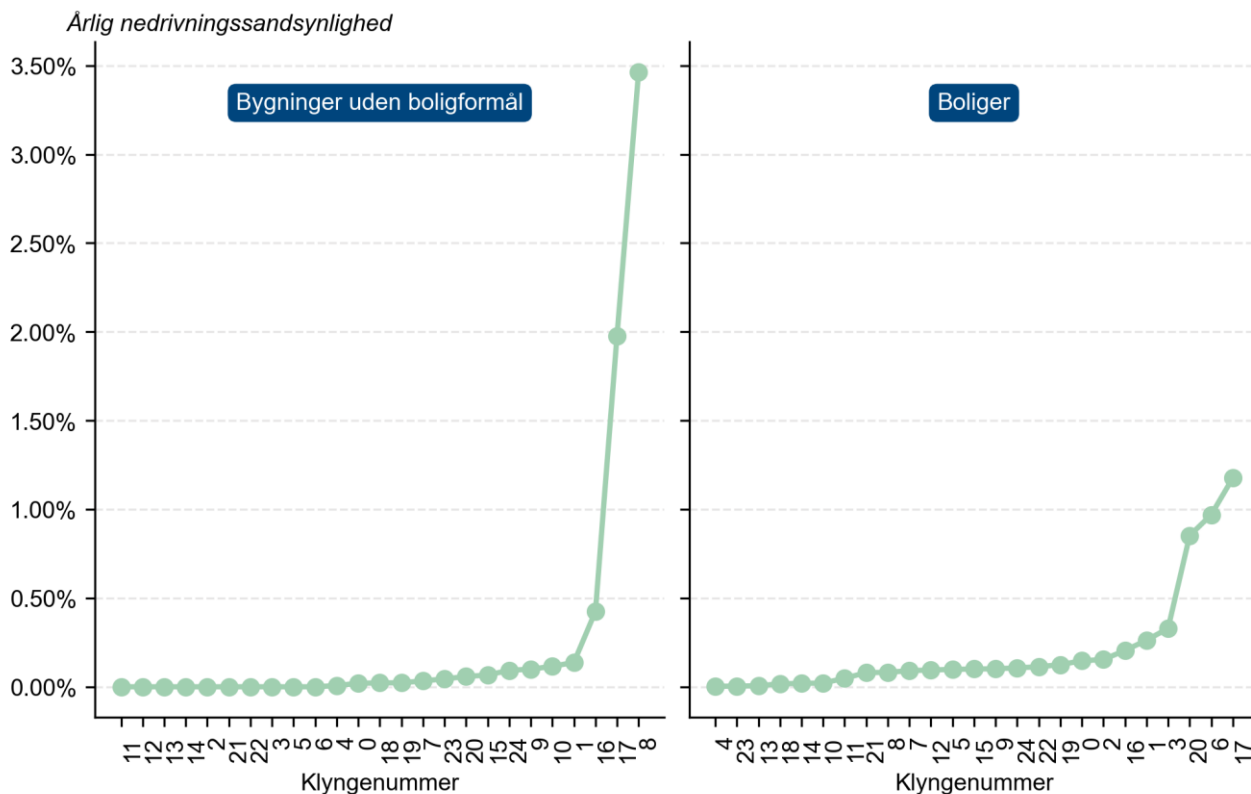
hvor m^2 angiver det opvarmede areal i boligen. Det er antaget, at y_i er givet ved den nedre grænse i intervallet for energimærket, som i eksemplet svarer til, at

$$\underline{y}_i \equiv 71,3 + \frac{1.650}{m_i^2}. \quad (6)$$

Stokastisk nedrivning

Modellen i ligning (3) har den ulempe, at den ikke tager højde for nedrivning, som ellers observeres i data. Hvis en bygning rives ned er bygningens energieffektivitet ikke længere defineret, og derfor er bygningen heller ikke længere omfattet af energieffektiviserings- og bygningsdirektivet.

Selvom bygningsejeren træffer beslutningen om nedrivning, så er årsagen til beslutningen ikke observerbar. Det antages derfor, at nedrivningsprocessen er stokastisk, men specifik til bygning i 's bygningsklynge. Helt konkret antages sandsynligheden for nedrivning i et givent år at følge en stationær Markov proces. For at lade denne sandsynlighed afspejle bygningens karakteristika er sandsynligheden specifik for bygningens klynge. Dermed er der i praksis tale om en vektor af Markov-sandsynligheder, som estimeres på baggrund af den vægtede EMO-stikprøve. De årlige nedrivningssandsynlighederne er illustrerede i figur 2.3.



Figur 2.3 Årlige klyngespecifikke nedrivningssandsynligheder

Anm. 1: Nedrivningssandsynlighederne er beregnede ved at dividere antallet af nedrivninger med antallet af observationer i klyngen.

Kilde: Klimarådet.

Kalibrering af fremskrivningsmodellen

Kalibreringen af fremskrivningsmodellen foretages på klynge- og ikke bygningsniveau. Det skyldes, at der kun er tidsvariation på klyngeniveau, som er beskrevet nærmere i afsnit 2.3. I kalibreringen af fremskrivningsmodellens parametre antages det, at ingen af de repræsentative bygningsklynger rammer det økonomiske rentable niveau \underline{y}_i . Derfor tages der udgangspunkt i ligning (4), hvor der laves transformationen

$$\Delta y_{j,t} = \pi_j y_{j,t-1}, \quad \pi_j = \beta_j - 1, \quad \Delta y_{j,t} \equiv y_{j,t} - y_{j,t-1}.$$

Her bestemmes parameteren π_j ved at minimere den kvadrede afstand mellem modellens prædiktion og data. Det optimale estimat for β er da givet ved

$$\hat{\beta}_j = 1 + \frac{\text{cov}(\Delta y_{j,t}, y_{j,t-1})}{\text{var}(y_{j,t-1})},$$

hvor tælleren er kovariansen, og nævneren angiver variansen.

Med den kalibrerede værdi $\hat{\beta}_j$ fremskrives primærenergiforbruget pr. kvadratmeter pr. år på bygningsniveau med udgangspunkt i ligning (3), (4) og nedrivnings sandsynligheder illustreret i figur 2.3.

2.5 Resultater og udvalgte forpligtelser

Modellens fremskrivning af den danske bygningsmasses energieffektivitet benyttes til at vurdere, hvorvidt Danmark forventes at opfylde følgende forpligtelser:

- Energieffektivisering i boligmassen.
- Energieffektivisering af bygninger uden boligformål (Minimum Energy Performance Standards, MEPS).
- Energirenoveringer i den offentlige sektor.

Dertil vurderes det, hvorvidt overholdelse af MEPS-kravene under bygningsdirektivet, artikel 9, kan bidrage til overholdelse af forpligtelsen om reduktioner i den offentlige sektors energiforbrug under energieffektiviseringsdirektivet, artikel 5. I de følgende afsnit gennemgås det hvordan Klimarådet har fortolket direktiverne og regnet på forpligtelserne.

Udviklingen i den gennemsnitlige energieffektivitet i boligmassen

Artikel 9 i bygningsdirektivet forpligter EU's medlemslande til at reducere primærenergiforbruget pr. kvadratmeter pr. år i boligmassen. Konkret skal det gennemsnitlige primærenergiforbrug i den eksisterende boligmasse være reduceret med 16 pct. i 2030 og 20-22 pct. i 2035 sammenlignet med 2020. Klimarådet har fortolket forpligtelsen således, at baseline for forpligtelsen er 1. januar 2020. Da Klimarådets data er ultimodateret, tages der udgangspunkt i 31. december 2019. Dertil beregner Klimarådet det gennemsnitlige primærenergiforbrug, hvor hver bygning vægtes med stikprøvevægtene defineret i ligning (1).

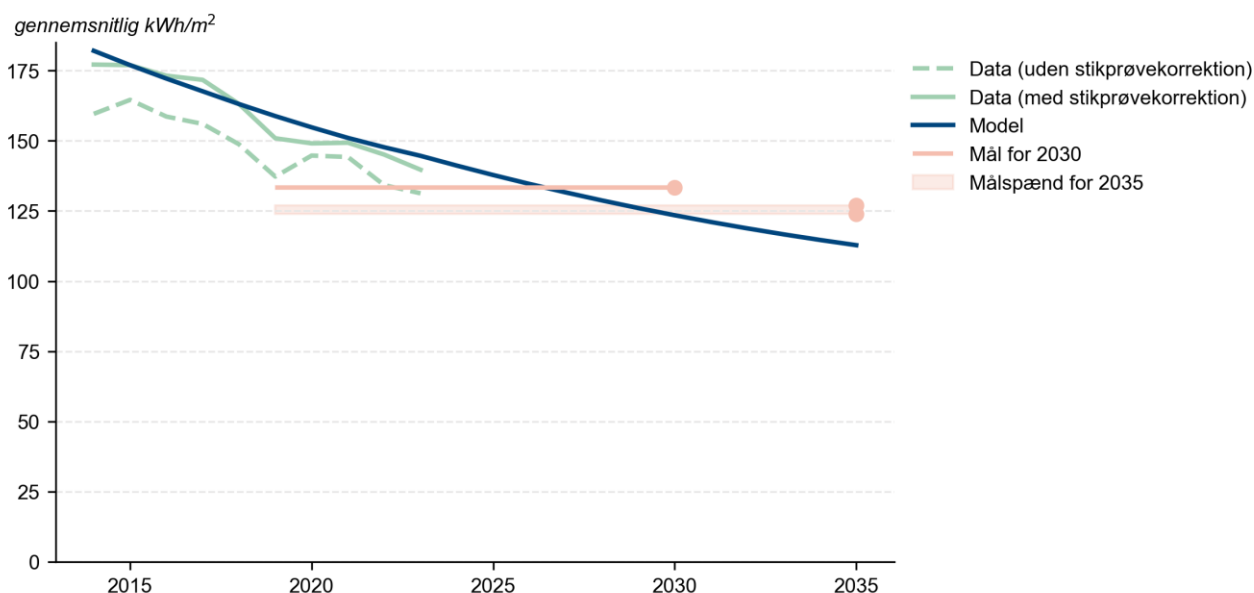
Under forpligtelsen er der ligeledes et krav om, at reduktionerne især skal ske i den mindst energieffektive del af bygningsmassen. Konkret tilsiger forpligtelsen, at 55 pct. af reduktionerne skal ske i de 43 pct. af bygningsmassen, som er mindst energieffektive.

Modelresultater

Figur 2.4 viser Klimarådets fremskrivning af den gennemsnitlige energieffektivitet i bygningsmassen samt udviklingen i den gennemsnitlige energieffektivitet i bygningsmassen ifølge data med og uden stikprøvekorrektion.

Stikprøvekorrektionen viser, at EMO-data generelt har bedre energieffektivitet (lavere kWh/m²) end den øvrige bygningsmasse. Dette resultat er forventet, da bygninger ofte energimærkes i forbindelse med forbedringer i boligen, fx ved salg eller større renoveringer.

Det gennemsnitlige primærenergiforbrug i boligmassen er ifølge Klimarådets beregninger på 159 kWh/m² pr. 31. december 2019. For at overholde forpligtelsen for boliger i EU's bygningsdirektiv skal det gennemsnitlige primærenergiforbrug reduceres til 133 kWh/m²/år i 2030 og 124-127 kWh/m²/år i 2035. Som vist i figur 2.4 forventes den gennemsnitlige energieffektivitet at være omkring 123 kWh/m²/år i 2030 og omkring 113 kWh/m²/år i 2035. Såfremt energieffektiviteten i boligmassen udvikler sig på samme måde, som den historisk har gjort, vil Danmark altså opnå forpligtelsen i både 2030 og 2035 med en væsentlig margin.



Figur 2.4 Udviklingen i boligmassens gennemsnitlige primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år

Anm. 1: Den blå linje viser fremskrivningen i den gennemsnitlige energieffektivitet i boligmassen målt i kWh pr. kvadratmeter pr. år.

Kilde: Klimarådet.

Der er endvidere foretaget en beregning af, om kravet om de mindst energieffektive boliger bliver opfyldt. I bygningsdirektivet er dette defineret som de 43 pct. af mindst energieffektive boliger, der skal bidrage med mindst 55 pct. reduktionen i det gennemsnitlige primærenergiforbrug i forhold til målkravene i 2030 og 2035. Beregningen tager derfor udgangspunkt i 57-percentilen af boligmassen målt på primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. Herefter beregnes denne gruppes andel af den samlede forbedring i energieffektiviteten i forhold til målsætningerne i 2030 og 2035. Ifølge Klimarådets fremskrivning opnås et godt stykke over 55 pct. reduktionerne i primærenergiforbruget i de 43 pct. mindst energieffektive boliger. Dermed efterleves forpligtelsen.

Minimumskrav for energieffektivitet for ikke-boligmassen (MEPS-krav)

For bygninger uden boligformål – nærmere bestemt offentlige bygninger og erhvervsjendomme – er der ligeledes et krav til udviklingen i energieffektiviteten under artikel 9 i EU's bygningsdirektiv. For disse bygninger lyder forpligtelsen, at alle bygninger skal overholde en minimumsstandard for den energimæssige ydeevne (*Minimum Energy Performance Standard*, MEPS). I 2030 er MEPS-kravet, at energieffektiviteten for de 16 pct. mindst energieffektive bygninger i 2020 skal forbedres til mindst samme niveau som den mindst energieffektive bygning i den resterende bygningsmasse. I 2033 stiger grænsen til 26 pct. og MEPS-kravet bliver dermed mere ambitiøs. Ifølge Klimarådets beregninger skal alle erhvervs- og offentlige bygninger have en gennemsnitlig energieffektivitet svarende til maksimalt 233 kWh/m²/år i 2030. MEPS-kravet reduceres til maksimalt 197 kWh/m²/år i 2033.

Det skal bemærkes, at MEPS-kravet er gældende for den enkelte bygning modsat forpligtelsen for boligmassen. Som tidligere beskrevet er energieffektiviteten i den enkelte bygning dog fremskrevet på baggrund af hvilken klynge, som

bygningen ligger i. Den anvendte metode kan derfor ikke identificere specifikke bygninger, som ikke kommer til at opfylde MEPS-kravene.

Bygningsdirektivet tillader, at MEPS-kravet enten fastsættes for bygninger uden boligformål som helhed eller separat for bestemte bygningstyper. I denne analyse er det antaget, at MEPS-kravet gælder for bygninger uden boligformål (erhvervs- og offentlige bygninger) som helhed.

Bidrag til reduktioner i den offentlige sektors energiforbrug

Den offentlige sektor er under EU's energieffektiviseringsdirektiv underlagt en forpligtelse om at reducere energiforbruget med 1,9 pct. årligt fra oktober 2025. Målsætningen er dog vejledende frem til 11. oktober 2027, hvorefter de årlige reduktioner i energiforbruget er et krav. Ifølge Regeringens *Køreplan for energieffektivitet* forventes Danmark ikke at overholde forpligtelsen i 2029 og 2030.⁵ Som vist i tabel 2.5, så forventes der at være en manko i 2030 på omkring 0,8 PJ uden yderligere politiske tiltag for at reducere energiforbruget. Der er ikke regnet på forpligtelsen efter 2030.

Tabel 2.5 Danmarks forpligtede reduktioner i det endelige energiforbrug i den offentlige sektor

	2021	...	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Endeligt energiforbrug (PJ)	31,0							
Forpligtet årlig reduktion (%)			0,4%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%
Forpligtede reduktioner i energiforbrug pr. år (PJ)			0,1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Forpligtet maksimalt energiforbrug i 2030 (PJ)								27,9
Forventet energiforbrug i 2030 (PJ)								28,7

Anm. 1: I 2025 skal energiforbruget kun reduceres med omkring 0,1 PJ, da forpligtelsen først er gældende fra 11. oktober 2025.

Anm. 2: Det endelige energiforbrug er i overensstemmelse med energieffektiviseringsdirektivet opgivet eksklusive overskudsvarme samt energiforbruget i forsvaret og den offentlige transport.

Kilde: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet⁶, og Europa-Parlamentet og Rådet⁷.

Det er på baggrund af analysen estimeret, hvor mange additionelle energibesparelser den offentlige sektor kan få ved at overholde MEPS-kravet. Som vist i figur 5.6 i *Statusrapport 2025*, så er omkring 15 pct. af bygninger, som ikke overholder MEPS-kravet i 2030 offentlige bygninger. De potentielle energibesparelser er beregnede under den forudsætning, at den offentlige sektor i 2029 og 2030 energirenoverer de offentlige bygninger, der ikke forventes at nå i mål i 2030. Energibesparelserne baseres på den teknisk mulige energibesparelse, det vil sige det teknisk beregnede forbrug målt i kWh/m²/år. Opfyldelsen af MEPS-kravet kan give energibesparelser i den offentlige sektor på op mod 0,9 PJ i 2030. Opfyldelse af MEPS-kravet kan dermed bidrage til opfyldelse af energispareforpligtelsen i den offentlige sektor.

Der er dog det vigtige forbehold, at beregningen ikke er korrigeret til at tage højde for eventuelle adfærdsændringer, som ofte reducerer energibesparelserne afledt af energieffektiviseringen (jf. boks 5.1 i *Statusrapport 2025*). Det skyldes, at energibesparelsen udelukkende baseres på den tekniske ændring i det beregnede primærenergiforbrug pr. kvadratmeter pr. år. Estimatet skal derfor ses som et optimistisk skøn for de energibesparelser, det offentlige kan opnå ved at opfylde MEPS-kravet.

2.6 Usikkerheder i fremskrivningen

Som fremhævet i boks 5.4 i *Statusrapport 2025* skal Klimarådets fremskrivning ses som et bud på den fremtidige energieffektivitet i bygningsmassen under antagelsen om, at forskellige bygningsklynger energieffektiviseres efter samme mønstre som de historiske. Det betyder også, at der er betydelige usikkerhed forbundet med fremskrivningen. Hvis de historiske forhold ændrer sig markant i fremskrivningsperioden, kan fremskrivningen vise sig at være unøjagtig. I dette afsnit berøres tre centrale forudsætninger, som giver anledning til usikkerhed:

- Udvikling i primærenergifaktorer.
- Udskiftning af varmekilde.
- Udvikling i varmebehovet.

Det bemærkes her, at fremskrivningsmetoden ikke forudsætter, at alle tre ovenstående elementer følger den historiske udvikling. I stedet skal produktet af de tre på aggregeret vis svare til den historiske udvikling, jf. figur 2.1. En analyse af den forventede udvikling i hver af delkomponenterne illustrerer dog usikkerhederne forbundet med fremskrivningen.

Afslutningsvis berøres også den begrænsede tidsvariation i datagrundlaget i en given bygnings energieffektivitet som et isoleret punkt, der giver anledning til usikkerhed.

Udvikling i primærenergifaktorer

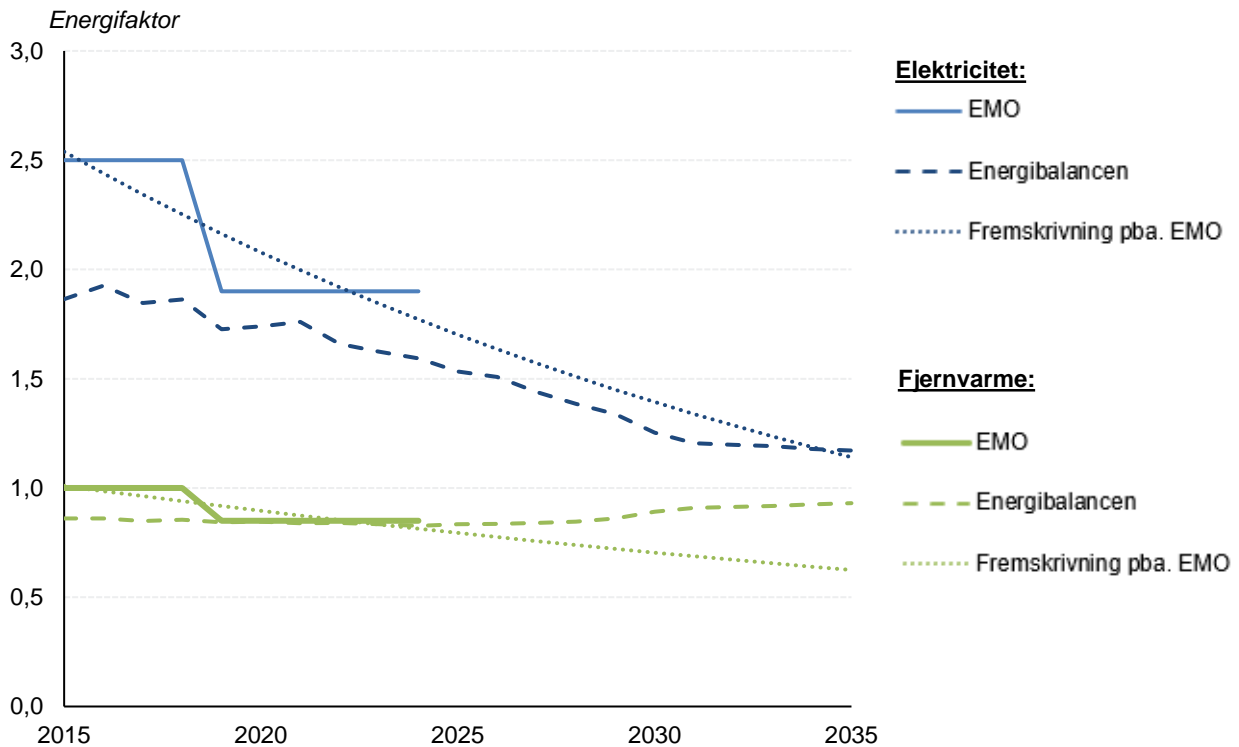
Som illustreret i figur 2.1 afhænger primærenergiforbruget pr. kvadratmeter pr. år af primærenergifaktorerne. Som beskrevet i afsnit 2.1 måler primærenergifaktoren forbruget af primærenergi i energiforsyningen pr. energienhed, der leveres til bygningen. Den tager derfor højde for energiforbrug og -tab, der er forbundet med at producere og levere energi til bygningens varmekilde.

Energifaktoren varierer for fjernvarme og el og er ellers 1 for øvrige energikilder i bygningsreglementet. I energimærkerapporterne leder primærenergifaktorerne kun til en ændring i energieffektiviteten, hvis energifaktoren ændres i bygningsreglementet. Figur 2.5 viser udviklingen i de anvendte primærenergifaktorer for el og fjernvarme i EMO repræsenteret ved de fuldt optrukne linjer. Det er endvidere muligt at ekstrapolere udviklingen de anvendte energifaktorer frem mod 2035. Det er illustreret ved den prikkede linje i figur 2.5. Selvom den anvendte metode ikke direkte baserer sig på primærenergifaktorer, svarer ekstrapoleringen tilnærmelsesvist til de implicite forudsætningerne bag fremskrivningen af primærenergiforbruget.

Udviklingen i energifaktorerne kan også estimeres ud fra energibalancen i *Klimastatus- og fremskrivning 2024*, hvilket også er vist i figur 2.5 som stiplede linjer. Her fremgår det, at både el- og fjernvarmefaktorerne forventes at nærme sig værdien 1 frem mod 2035. For elsektoren er der god overensstemmelse mellem den estimerede udvikling i energibalancen og den ekstrapolerede udvikling i primærenergifaktoren fra EMO-data i 2035. Det samme gælder dog ikke for fjernvarmesektoren, hvor primærenergifaktoren forventes at stige gradvist i takt med udrulningen af blandt andet varmepumper.

Hvis EMO-data opdateres til at afspejle energifaktorerne i energibalancen, vil forudsætningerne i Klimarådets fremskrivning omtrent svare til den forventede udvikling i elsektoren. For fjernvarmen vil primærenergifaktoren dog generelt blive undervurderet. Der er dog betydelig usikkerhed om, hvilket niveau primærenergifaktorerne fastsættes til i bygningsreglementet og dermed i EMO. Det giver anledning til usikkerhed i Klimarådets fremskrivning. Desuden vil konsekvenserne for opfyldelsen af forpligtelserne i energieffektiviserings- og bygningsdirektivet i sidste ende også afhænge af, hvor hurtigt fjernvarmen rulles ud.

Afslutningsvis skal det også bemærkes, at det i fremskrivningen er antaget, at bygninger ikke energirenoveres ud over det økonomisk rentable niveau. I beregningen af det mest rentable niveau for energieffektivisering er der ikke taget højde for en eventuel ændring i energifaktorerne over tid. Særligt for varmekilder baseret på el trækker dette fremskrivningen i en mere konservativ retning. Det skyldes, at en eventuel opdatering af energifaktorerne vil betyde, at rentable energirenoveringer ville forbedre energieffektiviteten yderligere, end der er estimeret i bygningens energimærkerapport.



Figur 2.5 Estimeret udvikling i primærenergifaktoren for fjernvarme og elektricitet fordelt på datakilder

Anm. 1: Energibalancen stammer fra *Klimastatus- og fremskrivning 2024*. Klimarådet har selv beregnet primærenergifaktoren på baggrund af energibalancen.

Anm. 2: Fremskrivningen af primærenergifaktoren i EMO-data er baseret på en eksponentiel tendenslinje. En eksponentiel fremskrivning er valgt, da denne metode tilnærmelsesvist ligner de underliggende forudsætninger i Klimarådet fremskrivningen.

Kilde: Klimarådets beregninger baseret på Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet.⁸

Udskiftning af varmekilde

Konvertering fra gas- og oliefyr til fjernvarme og varmepumper har en stor effekt på en bygnings energieffektivitet. Dette blandt andet beskrevet nærmere i boks 5.1 i *Statusrapport 2025*. Selvom Klimarådets fremskrivning ikke direkte anvender udskiftningen af varmekilde, er en vigtig indikation for, om fremskrivningen af bygnings energieffektivitet følger den historiske udvikling, hvorvidt udviklingen i skift af varmekilder frem mod 2035 følger den historiske udvikling. I *Klimastatus- og fremskrivning 2024* forventes udskiftningen af varmekilder baseret på olie og gas at gå hurtigere sammenlignet med de historiske tendenser. Det taler isoleret set for, at fremskrivningen overvurderer primærenergiforbruget pr. kvadratmeter. Der er dog generel usikkerhed omkring hastigheden hvormed gas- og oliefyr udskiftes.

Udvikling i varmebehovet

Der også usikkerhed om det fremtidige varmebehov pr. kvadratmeter. Det skyldes blandt andet, at det er svært at forudsige husholdningernes, erhvervenes, og det offentlige energirenovering af den eksisterende bygningsmasse. Fx har der i dataår være flere vigtige begivenheder, som fx COVID-19 pandemien og energikrisen, hvor flere investering blev rettet mod bygninger. Sådanne makroøkonomiske stød er problematisk at basere en fremskrivning på. Stødene er dog delvist håndteret gennem estimationen af stikprøvesandsynligheder, hvis særlige bygningstyper energimærkes i kriseårene. Fx har det ikke været muligt at spore betydelige afvigelser i paneldatasættet for bygningsklyngernes gennemsnitlige energieffektivitet som følge af COVID-19 og energikrisen. Der er dog generel usikkerhed, om det

anvendte data er informativt om den fremtidige udvikling i energirenoveringerne. Dette forbehold leder til det afsluttende punkt om usikkerheder forbundet med fremskrivning.

Begrænset tidsvariation i datagrundlaget

Klimarådet har anvendt EMO-data som det primære grundlag for at kortlægge og fremskrive bygningernes energieffektivitet. Der er dog betydelige begrænsninger ved dette datasæt.

Som beskrevet i afsnit 2.1 udgør EMO-data ikke en tilfældig stikprøve af bygningsmassen. Klimarådet har forsøgt at justere dette ved at vægte bygningernes med deres estimerede stikprøvesandsynligheder, jf. afsnit 2.2. Desuden er det kun muligt at følge udviklingen i bygningernes energieffektivitet for en lille andel af EMO-stikprøven, jf. afsnit 2.1. Her er det forsøgt at udlede udviklingen i energieffektiviteten for repræsentative bygningsklynger, som herefter ekstrapoleres til de enkelte bygninger, der er afspejlet i den repræsentative bygningstype. Dette giver – sammen med de relativt få antal år i stikprøven – anledning til usikkerhed omkring udviklingen i bygningernes energieffektivitet. Som beskrevet i afsnit 5.4 i Statusrapport 2025 er der et behov for, at data på bygningernes energieffektivitet forbedres. Det vil blandt andet give et bedre grundlag for at kortlægge og vurdere opfyldelse af forpligtelserne i relation til energieffektiviserings- og bygningsdirektivet.

3 Energispareforpligtelser

I denne sektion gives en uddybet beskrivelse af forpligtelserne: Danmarks bidrag til EU's overordnede energieffektiviseringsmål og Energispareforpligtelsen.

3.1 Danmarks bidrag til EU's overordnede energieffektiviseringsmål

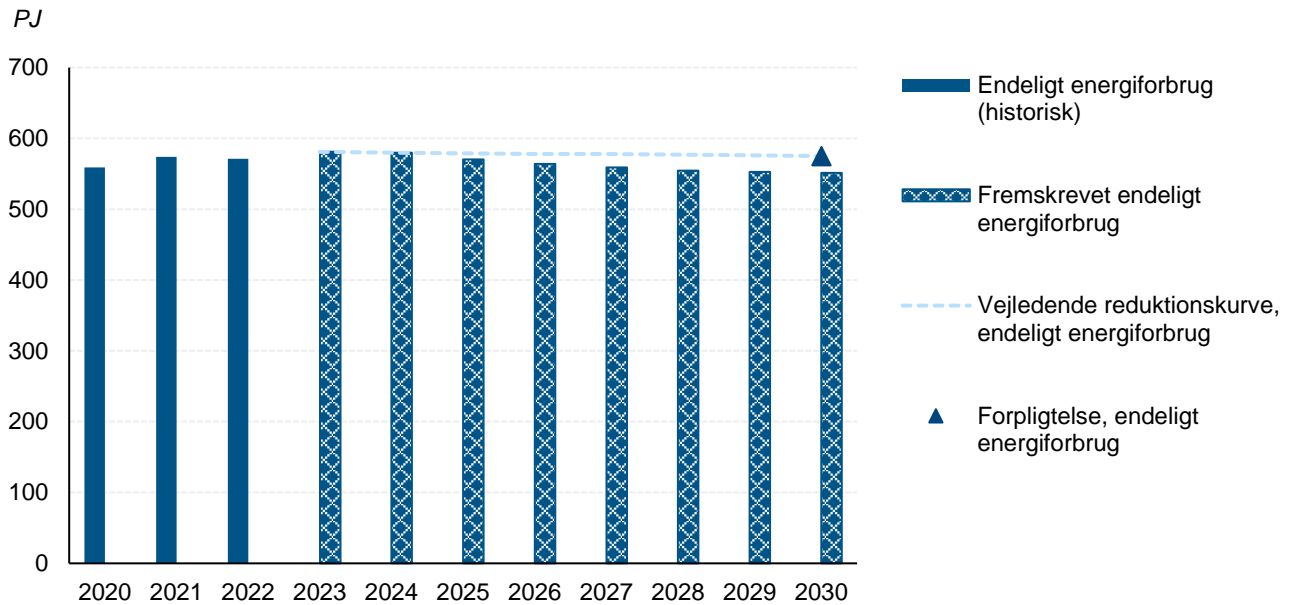
Forpligtelsen kan beregnes med to forskellige metoder

Et af de overordnede mål med den omarbejdede energispareforpligtelse er, at EU kan spare 11,7 pct. af sit endelige energiforbrug i 2030 sammenlignet med EU Kommissionens referencescenarie for 2030 (ref2020). EU er forpligtet til at nå dette mål. EU's medlemslande skal bidrage til forpligtelsen ved at reducere sit nationale energiforbrug i henhold til en beregning angivet i direktivets bilag 1. Beregningen baserer sig på fire forskellige faktorer. Den første er medlemslandenes tidligere forbedringer i energiintensiteten og reduktioner i energiforbruget i perioden 2017-19 sammenlignet med 2007-09. Den anden er BNP pr. indbygger, hvor medlemslande med et højt BNP pr. indbygger skal bidrage mere til forpligtelsen. Det tredje er energiintensiteten i medlemslandene. Det fjerde og sidste er medlemslandets potentiale for omkostningseffektive energibesparelser.

Danmark skal reducere sit endelige energiforbrug til 575 PJ i 2030, svarende til et fald på 10,9 pct. ift. ref2020.

Danmark forventes at opfylde forpligtelsen med en buffer

Ifølge *Klimastatus og -fremskrivning 2024* forventes Danmark at opnå et endeligt energiforbrug i 2030 på 550 PJ og derved opfylde forpligtelsen. Det er vist i figur 3.1.



Figur 3.1 Danmarks bidrag til opnåelse af EU's fælles forpligtelse for reduktioner i energiforbrug

Anm. 1. Det endelige energiforbrug er eksklusive omgivelsesvarme og forbrug til ikke-energi formål samt inklusive udenrigsflyvning jf. energieffektiviseringsdirektivets definition af endelige energiforbrug.

Anm. 2. Den vejledende reduktionskurve angiver en lineær reduktionsvej fra 2023 til 2030 som angivet i Danmarks indberetning til EU Kommissionen.

Kilde: Energistyrelsen⁹, Europa-Parlamentet og Rådet¹⁰ samt egne beregninger baseret på Klima- Energi- og Forsyningsministeriet¹¹.

3.2 Energispareforpligtelsen

Energispareforpligtelsen er et budgetmål

Energispareforpligtelsen forpligter det enkelte medlemsland til at reducere sit endelige energiforbrug. I det omarbejdede Energieffektiviseringsdirektiv er det enkelte medlemsland forpligtet til at reducere sit akkumulerede endelige energiforbrug i 2030 svarende til en reduktion på 0,8 – 1,9 pct. i perioden sammenlignet med det gennemsnitlige endelige energiforbrug fra 2016 til 2018. Som vist i tabel 3.1 svarer dette til, at Danmark skal spare 386 PJ af sit endelige energiforbrug over perioden.

Tabel 3.1 Danmarks energispareforpligtelse

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nye årlige energibesparelser ift. gennemsnitligt endeligt energiforbrug 2016-2018 (pct.)	0,8	0,8	0,8	1,3	1,3	1,5	1,5	1,9	1,9	1,9
Forpligtede besparelser i 2021 (PJ)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Forpligtede besparelser i 2022 (PJ)		5	5	5	5	5	5	5	5	5
Forpligtede besparelser i 2023 (PJ)			5	5	5	5	5	5	5	5
Forpligtede besparelser i 2024 (PJ)				8	8	8	8	8	8	8

Forpligtede besparelser i 2025 (PJ)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Forpligtede besparelser i 2026 (PJ)		9	9	9	9	9	9	9	9	
Forpligtede besparelser i 2027 (PJ)			9	9	9	9	9	9	9	
Forpligtede besparelser i 2028 (PJ)					12	12	12	12	12	
Forpligtede besparelser i 2029 (PJ)							12	12	12	
Forpligtede besparelser i 2030 (PJ)									12	
Akkumulerede forpligtede besparelser (PJ)	5	15	29	52	82	122	171	231	303	386

Anm. 1. Danmark er forpligtet til at opnå energibesparelser som giver en samlet energibesparelse for hele perioden på 386 PJ. Danmark er dermed ikke forpligtet til at nå de årlige besparelser.

Anm. 2. Energispareforpligtelsen er i direktivet opgjort i olieækvivalenter og i denne tabel omregnet til PJ med en faktor 41,868.

Kilde: Klimarådets beregninger baseret på Europa-Parlamentet og Rådet¹² og Energistyrelsen¹³.

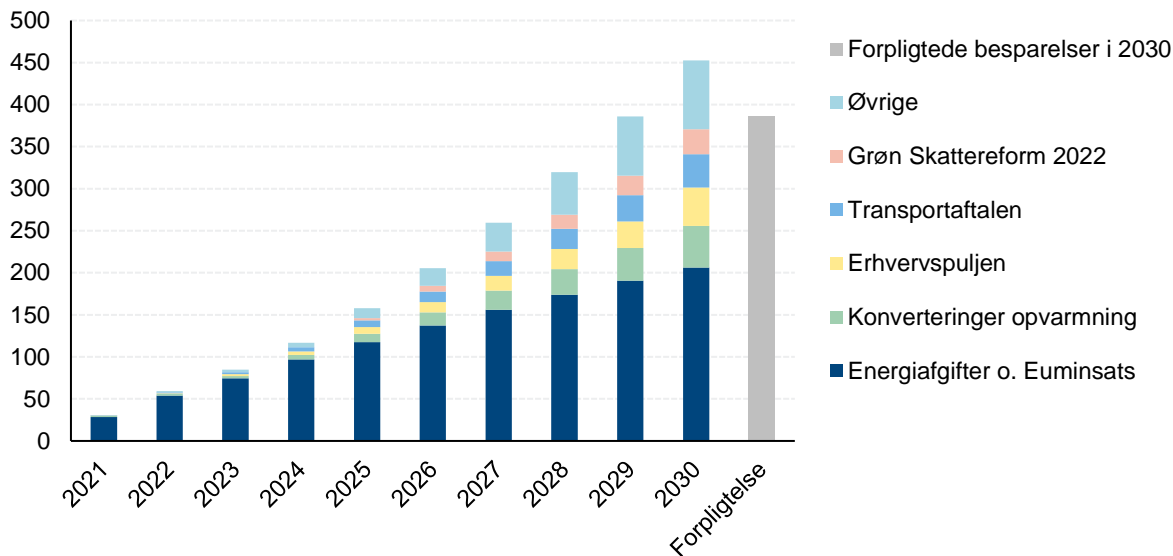
Energispareforpligtelsen er opgjort som et budgetmål. Tidlige besparelser har dermed en relativt stor betydning for de akkumulerede besparelser, da de tælles med henover hele perioden. Hvis besparelser fra første del af perioden viser sig ikke at blive opfyldt, kan det derfor potentielt blive svært og dyrt at opnå forpligtelsen, fordi det kræver relativt større besparelser i sidste del af perioden.

Forpligtelsen bliver overholdt via 13 politiske virkemidler

Regeringen har igennem *National Energy and Climate Plan* (NECP) redegjort for, hvordan Danmark forventes at overholde energispareforpligtelsen. I NECP præsenterer Danmark 13 implementerede politiske virkemidler som til sammen bidrager til overholdelse af Energispareforpligtelsen. Det er endnu uklart, hvorvidt EU Kommissionen forventer at korrigere Danmarks plan.

Virkemidlerne giver en akkumuleret besparelsen på 453 PJ. Dette betyder, at Danmark opfylder forpligtelsen med en buffer på omkring 67 PJ såfremt virkemidlerne bliver godkendt af Kommissionen. Næsten halvdelen af energispareforpligtelsen forventes at komme fra energiafgifter over EU's minimumssats. Derudover kommer besparelserne i det endelige energiforbrug især fra konvertering af varme, Erhvervspuljen, Transportaftale samt eksisterende bygninger. Se figur 3.2.

(PJ)



Figur 3.2 Politiske virkemidler indberettet til EU til opnåelse af energispareforpligtelsen

Anm. 1: Reduktioner i energiforbruget pba. implementering af virkemidlerne er angivet i pct. af de samlede forpligtede reduktioner på 381,1 PJ.

Anm. 2: Virkemidlenes samlede reduktioner på 468 PJ varierer fra Danmarks officielt indberettede reduktioner på 453 PJ. Dette skyldes en forskel i opgørelserne for de enkelte virkemidler og de samlede reduktioner i NECP.

Kilde: Klimarådet pba. Energistyrelsen.¹⁴

4 Øvrige forpligtelser under bygnings- og energieffektiviseringsdirektivet

I kapitel 5 om ”EU’s krav til energieffektivisering og -besparelser” i Klimarådets *Statusrapport 2025*, ser Klimarådet som nævnt tidligere på de mest centrale målbare forpligtelser for Danmark i to EU-direktiver: Energieffektiviserings- og bygningsdirektivet. Det betyder ikke, at de andre forpligtelser ikke er vigtige at forholde sig til.

I dette afsnit kommenterer Klimarådet på en række andre forpligtelser i direktiverne, som ikke er adresseret direkte i *Statusrapport 2025*. De er valgt ud fra, hvor Klimarådet tidligere har kommenteret eller er kommet med en anbefaling. Klimarådets tidligere anbefalinger kan også findes i Klimarådets virkemiddelkatalog.¹⁵

4.1 Energifattigdom

EU har længe haft fokus på at modvirke energifattigdom som en del af at fremme en retfærdig energiomstilling. Energifattigdom er et overordnet begreb i de to direktiver om energieffektivisering og bygninger, og der skal generelt tages hensyn til at modvirke energifattigdom, når der i medlemslandene tages politiske beslutninger om regulering inden for energiområdet. Dels skal det sikres, at husholdninger som lever i energifattigdom eller på grænsen af energifattigdom, ikke belastes økonomisk i overgangen til en grøn energiøkonomi. Og dels skal medlemslandene tilgodese disse husholdninger ved at lægge vægt på foranstaltninger inden for energieffektivisering, som kan forbedre levevilkårene og afhjælpe energifattigdom.

Energifattigdom omhandler husholdninger med lave indkomster og dårlige boliger

EU har ikke defineret entydige kriterier for energifattigdom på tværs af medlemslande. Det er derfor op til medlemslandene selv at udvikle nationale kriterier inden for rammerne af deres nationale kontekst. Der er dog i flere direktiver og henstillinger opstillet en række principper for betegnelsen energifattigdom.

Energifattigdom betegner ifølge EU overordnet set en husholdning, som kan bestå af en eller flere enkeltpersoner, som:

- har utilstrækkelig disponibel indkomst til at betale sine energiudgifter
- anvender en høj andel af sit budget til energiudgifter
- og/eller bor i en bolig med dårlig energieffektivitet.

Andelen af energifattige i Danmark opgøres i den nationale energi- og klimaplan

I *Danmarks nationale energi- og klimaplan 2024* opgøres andelen af husholdninger, der lever i energifattigdom. I Danmark sker opgørelsen ud fra tre kriterier (se boks 4.1), som kombineres på to forskellige måder:

1. Husholdninger med lav indkomst, som lever i boliger med en lav energimæssig ydeevne.
2. Husholdninger med lav indkomst, som lever i boliger med en lav energimæssig ydeevne, og hvor husholdningen samtidig har et højt energiforbrug.

I energi- og klimaplanen skønnes det, at der er mellem 28.000 og 29.000 husholdninger i gruppe 1 svarende til 0,9 pct. af alle husholdninger, mens der i gruppe 2 er mellem 7.000 og 29.000 husholdninger svarende til 0,2-0,9 pct.

Med energieffektiviseringsdirektivet forpligtes EU's medlemslande til at udvikle en handlingsplan for at nedbringe antallet af husholdninger, der lever i energifattigdom, hvis andelen er betydelig. Direktivet definerer ikke, hvad en betydelig andel vil sige.

Boks 4.1 Definition i Danmarks nationale energi- og klimaplan 2024 af lavindkomst, energimæssig ydeevne og højt energiforbrug¹⁶

- Lavindkomst: En husholdning er i lavindkomstgruppen, hvis indkomsten målt på disponibel indkomst vægtes i forhold til antal personer i husholdningen, er mindre end 50 pct. af medianindkomsten i befolkningen i et år.
- Energimæssig ydeevne: En bolig har lav energimæssig ydeevne, hvis boligen har energimærke E eller dårligere.
- Højt energiforbrug: En husholdning har et højt energiforbrug pr. person i husholdningen, hvis energiforbruget er opgjort som mindst det dobbelte af det danske medianforbrug.

Eksisterende social- og energipolitiske tiltag kan nedbringe andelen af energifattige

I Danmark eksisterer der ikke specifik politik eller planer for at nedbringe andelen af energifattige. Derimod understøtter en række eksisterende social- og energipolitiske tiltag energifattige i Danmark. Tiltagene dækker over ydelser til husholdninger i lavindkomstgrupper, fx enkeltudgifter og varmetillæg. Dertil kommer særlige varmepuljer, som skal støtte husholdninger i at energieffektivisere deres bolig. Det gælder fx skrotningsordningen, varmepumpepuljen og afkoblingsordningen.¹⁷

Klimarådet mener, at det er vigtigt at fastholde disse ordninger eller indføre lignende ordninger, der hjælper husholdninger i eller på grænsen til energifattigdom med at betale for investeringer i energieffektivitet. For en del husholdninger kan det nemlig være svært at finansiere fx boligrenovering eller skift af varmekilde, også selvom investeringerne på længere sigt kan spare husholdningen for energiudgifter.

Oplysning er en vigtig brik i den grønne omstilling og afhjælpning af energifattigdom

Udover økonomisk støtte lægger direktiverne også vægt på oplysning og bevidstgørelse. Det gælder generelt i alle sektorer, og også specifikt i forhold til at sikre teknisk støtte og rådgivning af vedrørende energieffektivisering af boliger og udskiftning af varmekilder. Særligt er der fokus på husholdninger ramt af energifattigdom.

Energimærkeordningen kan her være en vigtig brik, idet energimærker indeholder informationer om, hvordan en bolig kan energieffektiviseres, hvad det koster, og hvad der kan spares. Renoveringspas og energiattester behandles i afsnit 3.2 under bygningsdirektivet.

Energifattigdom handler også om kommunens bygninger, skoler og fritidshjem

For høje eller lave temperaturer, træk, fugt mv. er med til at reducere trivselen for de mennesker, som opholder sig i bygningerne. Indeklima kan også have betydning for sundhed og koncentrationsevne. Klimarådet mener derfor, at det er positivt, at bygningsdirektivet som noget nyt også stiller krav til kvaliteten af kommunale og regionale bygninger.

Klimarådet har tidligere anbefalet, at der stilles krav til de kommunale og regionale bygninger.¹⁸ Kommunerne kunne hjælpes til at prioritere energieffektivisering ved fx at undtage investeringer i energieffektivisering og bedre indeklima fra anlægsloftet. Det er endnu uvist, hvordan regeringen forventer at sikre overholdelse af energieffektiviseringsdirektivets krav til offentlige bygninger.

4.2 Fjernvarme- og fjernkølingssystemer

Energieffektiviseringsdirektivet dikterer en linje for brændselsmixet i fjernvarme- og fjernkølingssystemer hen imod en større og større andel vedvarende energi. I 2050 skal systemet udelukkende anvende vedvarende energi, spildvarme eller en kombination af vedvarende energi og spildvarme. Det betyder, at drivhusgasemissionen pr. varme- eller kuldeenhed skal være nul gram pr. kWh i 2050.

Danmark forventes at være i mål allerede i 2030. Brændselsforbruget i fjernvarmeproduktionen består i dag primært af vedvarende energikilder. I 2022 var andelen af træ og anden biomasse på 62 pct., mens solenergi, geotermi og varmpumper plus omgivelsesvarme kun stod for 5,2 pct. Olie, naturgas og kul stod for 14,8 pct.¹⁹ Forbruget af olie, kul og naturgas forventes helt udfaset i fjernvarmesektoren i 2030, hvorved andelen af vedvarende energikilder inklusive biogene produkter i 2035 i fjernvarmeforsyningen vil være på omkring 94 pct.²⁰

Klimarådet har tidligere anbefalet, at Danmark og EU undersøger, hvordan biomasse tæller med i opgørelsen af vedvarende energi. I dag antages biomasse CO₂ neutralt. Klimarådet anbefaler, at Danmark (og EU) ikke prioriterer biomasse i fjernvarme- og fjernkølingssystemerne, for at afhjælpe den stigende knaphed på bæredygtigt biogent kulstof.²¹

Derudover har Klimarådet tidligere anbefalet, at der opstilles bæredygtighedskrav i Danmark og EU til anvendelsen af biomasse. I 2020 indgik daværende S-regering en bred aftale om lovkrav om bæredygtig biomasse som trådte i kraft i 2021. Bæredygtighedskriterierne tager dog blandt andet ikke hensyn til de tidsforskydninger, der er i lagringen af kulstof i biomasse, og som bevirker, at skovens kulstoflagre ikke er konstante over tid. Det er således principielt vanskeligt at sikre klimabæredygtighed gennem bæredygtighedskrav, hvilket understreger nødvendigheden af at begrænse anvendelsen af biomasse.²²

4.3 Datacentre

Datacentre er storforbrugere af energi. Det gælder både i EU og i Danmark. I dag er der over 50 datacentre i Danmark, der tilsammen står for 1,3 pct. af Danmarks energiforbrug. Datacentrenes energiforbrug vil stige fremover blandt andet pga. brugen af kunstig intelligens, og i Klimastatus og -fremskrivningen fra 2024 forventes de at ramme 9,8 pct. af Danmarks samlede endelige energiforbrug i 2030.²³ Fremskrivningen er dog behæftet med stor usikkerhed.

Med energieffektiviseringsdirektivet indikerer EU, at en regulering kan være på vej. Til brug for en kommende regulering, skal ejere og operatører af større datacentre derfor senest 15. maj 2024 og hvert efterfølgende år offentliggøre oplysninger om blandt andet energiforbrug, strømforbrug og udnyttelse af spildvarme.

Datacentre udgør en væsentlig kilde til overskudsvarme. De producerer store mængder varme som et biprodukt af kølingen af servere og andet IT-udstyr, hvilket giver et stort potentiale for integration i varmforsyningen via fjernvarmesystemerne. Udnyttelsen af denne overskudsvarme kan således bidrage til at reducere afhængigheden af ikke-vedvarende energikilder og anvendelse af biogene produkter. Med kravet i EED om 100 pct. vedvarende energi i fjernvarme- og fjernkølingssystemet, bliver udnyttelse af overskudsvarme fra blandt andet datacentre et vigtigt element i opfyldelsen af direktiverne.

Samtidig lægger datacentre et betydeligt pres på elsystemet, og det er ikke altid givet, at det er rentabelt at udnytte al overskudsvarmen. For at integrere varmen kræves etablering af nye rør og installation af varmepumper, der kan hæve temperaturen til et niveau, der er egnet til fjernvarmenettet. Desuden kan transport af varme medføre betydelige energitab. Derfor kan det i mange tilfælde være mere rentabelt at placere varmepumper tættere på de steder, hvor varmen faktisk skal bruges, frem for ved overskudsvarmeproducenten.

Klimarådet har tidligere sat fokus på datacentres klimaaftryk og potentialet for at udnytte overskudsvarmen i fjernvarmektoren.²⁴

4.4 Offentlige indkøb

Ifølge energieffektiveringsdirektivet skal medlemslandene sørge for, at offentlige myndigheder kun indgår kontrakter og koncessioner om produkter og arbejder med høj energieffektivitet. I direktivet skærpes energikrav til en række produkter og services, og der indføres et princip om, at medlemsstaterne skal tænke energieffektivitet først, når de køber produkter og services. For at sikre dette, skal medlemslandene i deres nationale energi- og klimaplaner, rapportere hvilke foranstaltninger, der er sat i værk for at fjerne forhindringer for grønne offentlige indkøb. Det kan både være reguleringsmæssige og ikke-reguleringsmæssige

I Danmark implementeres kravene fra EU blandt andet gennem krav i udbudsaftaler fra SKI, Staten og Kommunernes Indkøbsservice og fra Statens Indkøb, og gennem krav i *Cirkulære om indkøb i staten*.²⁵

I takt med, at energiforbruget bliver grønnere, er det dog vigtigt med et ophæng og fokus på grønne indkøb, som ikke alene handler om produkternes energieffektivitet, men også om udledningen af drivhusgasser og andre miljøparametre. Klimarådet har som led i sine kommenteringsopgaver under klimaloven kommenteret regeringens arbejde med klimaaftrykket fra det offentlige og givet anbefalinger til en styrket indsats.

I 2022 stod de offentlige indkøb i Danmark for en udledning på ca. 14,3 mio. ton CO₂, og det forventes at stige til 15,6 mio. ton CO₂ i 2030.²⁶ Stigningen skyldes blandt andet en forventet stigning i klimaaftrykket fra byggeri og anlæg, som allerede i 2022 stod for en fjerdedel af det samlede klimaaftryk fra offentlige indkøb.²⁷

Grønne offentlige indkøb kan udover den direkte effekt på udledningen af drivhusgas også have afsmittende værdi på borgere og andre sektorer samtidig med, at efterspørgsel i det offentlige kan skabe udvikling af og markeder for grønne løsninger. Det er derfor vigtigt, at det offentlige går foran i den grønne omstilling.

I 2020 lancerede den daværende regering en strategi for grønne offentlige indkøb, *Grønne indkøb for en grøn fremtid*.²⁸ Strategien er dog uklar på flere punkter, herunder målet for drivhusgasreduktion for offentlige indkøb.²⁹

Klimarådet har tidligere anbefalet, at regeringen sætter et pejlemærke for klimaaftrykket fra offentlige indkøb, som skal følges op af konkret vejledning og værktøjer til kommuner, regioner og staten.^{30,31} De anbefalinger er fortsat relevante.

4.5 Nul-emissionsbygninger

Danske krav til livscyklusvurderinger af nybyggeri er inden for rammerne af direktivet

Bygningsdirektivet stiller krav om, at der udføres livscyklusvurderinger af alle nye bygninger fra senest 1. januar 2030. Det vil sige, at der tages hensyn til klimapåvirkningen ved både byggeri, forbrug og genbrug, genanvendelse og anden nyttiggørelse for hele bygningens livscyklus. Bygningsdirektivet indeholder ikke krav om specifikke grænseværdier for nye bygningers klimapåvirkning.

Det danske bygningsreglement indeholder allerede krav om, at nye bygningers klimapåvirkning skal vurderes, og at det skal ske over hele deres livscyklus. Bygningsreglementet fastsætter også grænseværdier for nye bygningers klimapåvirkning. Danmark lever således på forhånd op til EU's krav.

EU stiller krav om, at hele bygningsmassen skal være *nulemission* i 2050

Bygningsdirektivet indeholder et mål om, at alle bygninger, herunder den eksisterende bygningsmasse, skal være *nulemission* i 2050.

Nulemissionsbygninger defineres som bygninger, der har et lavt beregnet energiforbrug per kvadratmeter, og hvor der ikke er et forbrug af fossile brændsler i bygningen. Det er væsentligt at bemærke, at *nulemission* i EU's fortolkning ikke nødvendigvis betyder, at der ingen drivhusgasemissioner er fra bygningens livscyklus. EU vægter derimod bygningernes energimæssige ydeevne, når de bruges.

Det er op til EU's medlemslande at udarbejde en specifik, national definition, som beskriver de maksimale grænser for energiforbrug og drivhusgasudledninger.

Danmark lever op til krav om nulemissionsbygninger på den korte bane

Danmark ser ud til at kunne opfylde de kortsigtede krav om nulemission for nye bygninger i 2030. Det skyldes, at bygningsreglementets fastsatte grænseværdier og krav om livscyklusvurderinger og standarder for bygningers energiforbrug sikrer, at nye bygninger har et lavt beregnet energiforbrug. Derudover viser Klimarådets analyse i statusrapport 2025, at renoveringen af den eksisterende boligmasse har en hastighed, der opfylder bygningsdirektivets forpligtelser frem mod 2030.

På længere sigt er det mere usikkert, om Danmark er på rette vej mod målet om nulemission for hele bygningsmassen i 2050. Dette mål vil sandsynligvis kræve omfattende renovering af den eksisterende bygningsmasse. Der kan derfor være behov for et øget politisk fokus på at fremme renovering af den eksisterende bygningsmasse.

4.6 Renoveringspas og energiattester

Bygningsdirektivet stiller krav om indførelse af en ordning for renoveringspas for alle bygninger senest den 29. maj 2026. Ordningen kan være til frivilligt brug for ejere af bygningen eller obligatorisk. Renoveringspasset skal anvendes til at informere og hjælpe bygningsejere til renovering af bygningen og give mulighed for at forklare de bedste skridt til at omdanne bygningen til en nulemissionsbygning i god tid inden 2050. Renoveringspasset skal kunne tilgås digitalt.

Derudover skal der oprettes et system for attestering af bygningers energimæssige ydeevne. Energiattesten skal følge en skabelon beskrevet i direktivet senest i 2026 med definition af energiklasser A-G. Energiattester skal udstedes til alle nye bygninger, til bygninger, der har gennemgået en større renovering, og ved salg eller udlejning.

Danmark har en detaljeret energimærkeordning (EMO) som administreres af Energistyrelsen. Energimærker udstedes i forbindelse med salg og udlejning. Cirka en tredjedel af alle bygninger i Danmark er energimærkede. Som en del af energimærkeordningen, skal en energikonsulent udarbejde forslag til omkostningseffektive energieffektiviseringer med oplysning om både omkostninger, omkostningsbesparelser på sigt og den klimamæssige effekt af effektiviseringen. Danmark har dermed allerede et system for udarbejdelse af renoveringspas og energiattester, som sandsynligvis skal revideres i forbindelse med implementeringen af det nye bygningsdirektiv.

For at kunne efterleve bygningsdirektivets hovedformål om, at alle bygninger i 2050 er nulemission, er det vigtigt, at der eksisterer opdateret data af god kvalitet om bygningsmassen i Danmark. Det er særligt væsentligt, at der er viden om de mindst energieffektive bygninger i Danmark. Dette vil muliggøre opfølgning på, hvordan det går i forhold til direktivets forpligtelser og samtidig understøtte den nødvendige regulering. Derudover er det vigtigt at komme hurtigt i gang med kortlægningen af de mindst energieffektive bygninger og udarbejde renoveringspas, da mange energirenoveringsindsatser har en levetid på 25-30 år og dermed fra start skal være målrettet nulemission.

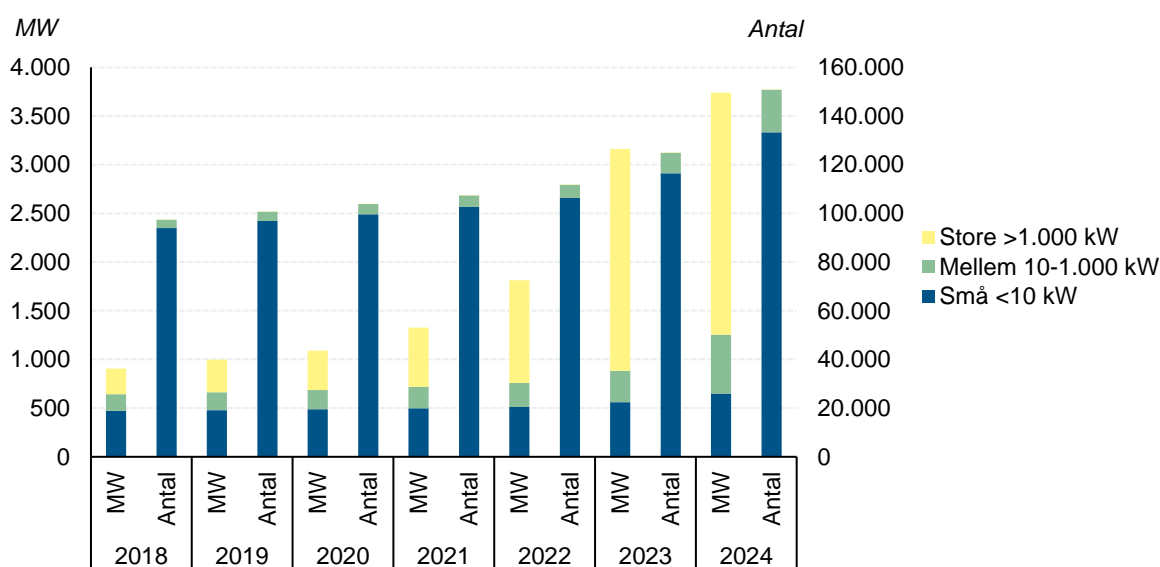
4.7 Solenergi i bygninger

Med bygningsdirektivet retter EU nu ekstra fokus mod solcelleanlæg på både nybyggeri og eksisterende bygninger. Senest 31. december 2030 skal der, hvis det er teknisk egnet og økonomisk og funktionelt gennemførligt placeres solceller på en stor del af alle bygninger. Undtaget er blandt andet eksisterende beboelsesbygninger.

Der er fart på etablering af markanlæg i Danmark, mens taganlæg halter efter

Kapaciteten fra solceller på tage i Danmark er i dag ifølge Plan- og Landdistriktsstyrelsen på 1.256 MW, hvilke er fordelt på knap 134.000 små anlæg på private boliger (anlæg mindre end 10 kW) og knap 17.500 anlæg placeret på industribygninger og offentlige bygninger (anlæg mellem 10-1.000 kW). Udbygningen i MW med solcelleanlæg fordelt på anlægsstørrelser er vist i figur 4.1 sammen med udbygningen fordelt på antal anlæg.

De mange små anlæg bidrager kun til en lille del af den producerede mængde energi, mens markanlæggene står for næsten 2.500 MW og altså 66 pct. af det samlede bidrag.



Figur 4.1 Akkumuleret installeret effekt fra solcelleanlæg fordelt på anlægsstørrelser i perioden 2018-2024 i MW og antal anlæg

Anm. 1: Data for 2024 er til og med oktober.

Kilde: Plan- og landskabsstyrelsen, Plandata, 2024.

Baseret på de seneste års udvikling forventer Energistyrelsen en kapacitet fra solenergi på tage på 4.300 MW i 2030 og 8.300 MW i 2035.³² Med i opgørelsen af solcelleanlæg er både private anlæg ejet af husholdninger og kommercielle anlæg ejet af fx erhvervet og installeret på offentlige bygninger. Til sammenligning forventer Energistyrelsen udbygning af markanlæg til 13.456 MW i 2030 og 18.456 MW i 2035.³³

Figur 4.1 viser ikke hvor mange anlæg der installeres på eksisterende bygninger, og hvor mange der installeres på nye bygninger. Ifølge den nationale energi- og klimaplan udgjorde andelen af nyopførte erhvervsbygninger med solceller ca. 60 pct. i perioden 2020-2022, mens det for boliger er omkring 20 pct. der har solceller.³⁴

Bygningsreglementet giver tilskyndelse til opførelse af solcelleanlæg på tage

Opførelse af solcelleanlæg på tage på nye bygninger motiveres blandt andet i dag gennem bygningsreglementet, hvor der stilles krav til energirammen. Det betyder, at der stilles krav til, hvor stort et energibehov en ny bygning må have.

Energianlæg som solceller kan forbedre en bygnings energimæssige ydeevne og kravene er dermed med til at styrke incitamentet til at opføre solcelleanlæg på bygningstage. Der er således ikke et direkte krav om etablering af solceller ved hverken nybyggeri eller renovering. Den danske energimærkeordning kan ligeledes motivere opsætning af solcelleanlæg på tage, idet solcelleanlæg er en af de forbedringer der kan foreslås til en bygning, hvis det er økonomisk rentabelt.

Der har tidligere eksisteret flere forskellige ordninger til støtte til etablering af solcelleanlæg på eksisterende bygninger. Dels gennem direkte tilskud til etablering og dels gennem håndværkerfradrag. Derudover har modellen for årsbaseret afregning af overskudsproduktion fra solcelleanlæg tidligere været en stærk driver for især opsætning af de små solcelleanlæg. I dag er afregningen lavet om til øjeblikksafregning.

I dag findes der ikke direkte tilskud til etablering på hverken private boliger eller erhvervsbygninger. Men med *Klimaaftale om mere grøn energi fra sol og vind på land* fra december 2023 blev det aftalt at videreføre puljen til vedvarende energi afsat med *Klimaaftale om grøn strøm og varme 2022* på ca. 179 mio. kr. i perioden 2024-2026 med henblik på at understøtte solceller i bymæssig bebyggelse.

Klimarådet har tidligere påpeget vigtigheden af i højere grad også at fokusere på solcelleanlæg på tage, idet der her ikke er lige så mange gener og direkte konkurrence med anden arealanvendelse.³⁵

Om den eksisterende lovgivning skaber nok incitament for private, det offentlige og industrien til at opføre solcelleanlæg og derigennem komme i mål i forhold til bygningsdirektivets forpligtelser, er svært at vurdere. Senest i 2029 skal det være sikret, at alle nye beboelsesbygninger opføres med solcelleanlæg, mens det for nye offentlige bygninger (over 250 kvadratmeter) gælder allerede i 2026 og for alle eksisterende offentlige bygninger (over 250 kvadratmeter) gælder i 2030. Hvor mange af nye og eksisterende bygninger der reelt falder ind under bygningsdirektivets bestemmelser, kommer blandt andet an på, hvordan begrebet ”økonomisk og funktionelt gennemførligt” fortolkes i dansk lovgivning.

Bilag

Tabel B.1 Bygningsklynger

Klynge	kWh/m ² /år	Erhvervs-areal	Bolig-areal	Opførelses-år	Bygningskategori	Bygningsanvendelse	Varmeinstallation	Klyngestørrelse
Boliger_1	55	139	169	2010	Bolig	Parcelhus	Fjern-/blokvarme	58.229
Boliger_3	56	43	173	2000	Bolig	Række-, kæde- og dobbelthus	Varmpumpe	10.177
Boliger_20	68	44	196	1994	Bolig	Række-, kæde- og dobbelthus	Varmpumpe	11.997
Boliger_15	69	87	165	2004	Bolig	Parcelhus	Fjern-/blokvarme	45.376
Boliger_0	83	153	184	1970	Bolig	Parcelhus	Varmpumpe	86.229
Boliger_17	84	1449	7911	1966	Bolig	Etagebolig	Fjern-/blokvarme	19.239
Andet_5	84	1297	9748	1966	Bolig	Etagebolig	Fjern-/blokvarme	6.492
Boliger_6	94	83	180	1970	Bolig	Parcelhus	Varmpumpe	72.911
Boliger_16	97	604	2481	1956	Bolig	Etagebolig	Fjern-/blokvarme	147.917
Andet_6	99	440	1579	1984	Bolig	Etagebolig	Fjern-/blokvarme	24.342

Boliger_24	99	43	218	1934	Bolig	Stuehus til landbrugsejendom	Varmepumpe	28.103
Boliger_21	100	200	153	1989	Bolig	Parcelhus	Fjern-/blokvarme	178.769
Boliger_2	103	70	162	1985	Bolig	Række-, kæde- og dobbelthus	Fjern-/blokvarme	265.956
Andet_24	105	483	407	1963	Erhvervs- og offentlige bygninger	Service og kontor	Varmepumpe	4.995
Boliger_22	109	64	201	1981	Bolig	Række-, kæde- og dobbelthus	Fjern-/blokvarme	100.675
Boliger_8	111	168	152	1984	Bolig	Parcelhus	Fjern-/blokvarme	135.097
Andet_21	112	406	1486	1984	Bolig	Etagebolig	Fjern-/blokvarme	32.066
Boliger_11	112	116	263	1976	Bolig	Række-, kæde- og dobbelthus	Fjern-/blokvarme	58.309
Boliger_10	113	59	172	1972	Bolig	Række-, kæde- og dobbelthus	Fjern-/blokvarme	253.490
Andet_13	113	47	200	1939	Bolig	Parcelhus	Varmepumpe	1.862
Andet_17	116	28620	3853	1986	Erhvervs- og offentlige bygninger	Transport og handel	Fjern-/blokvarme	2.887
Boliger_19	119	86	177	1976	Bolig	Række-, kæde- og dobbelthus	Fjern-/blokvarme	245.320
Boliger_7	121	189	582	1947	Bolig	Etagebolig	Fjern-/blokvarme	479.008
Boliger_9	125	762	148	1976	Bolig	Parcelhus	Fjern-/blokvarme	157.740
Andet_20	129	1145	142	1978	Erhvervs- og offentlige bygninger	Transport og handel	Varmepumpe	1.446
Boliger_12	129	98	164	1981	Bolig	Række-, kæde- og dobbelthus	Centralvarme	338.356
Boliger_5	135	117	156	1978	Bolig	Parcelhus	Centralvarme	464.965
Andet_3	137	221	1059	1905	Bolig	Etagebolig	Fjern-/blokvarme	135.131
Boliger_18	137	59	161	1980	Bolig	Parcelhus	Centralvarme	273.511
Andet_15	139	1977	306	1974	Erhvervs- og	Uddannelse	Fjern-/blokvarme	67.213

					offentlige bygninger			
Andet_7	150	2283	374	1975	Erhvervs- og offentlige bygninger	Service og kontor	Fjern-/blokvarme	54.853
Andet_11	152	46	180	1955	Bolig	Parcelhus	Fjern-/blokvarme	18.076
Andet_1	154	1367	344	1971	Erhvervs- og offentlige bygninger	Transport og handel	Fjern-/blokvarme	36.705
Boliger_4	155	489	147	1952	Bolig	Parcelhus	Fjern-/blokvarme	1.336.756
Andet_4	156	912	212	1969	Erhvervs- og offentlige bygninger	Service og kontor	Fjern-/blokvarme	35.212
Andet_0	158	906	209	1977	Erhvervs- og offentlige bygninger	Fritids- og idrætsaktiviteter	Fjern-/blokvarme	38.677
Boliger_23	159	58	152	1971	Bolig	Parcelhus	Centralvarme	185.713
Andet_9	159	584	206	1971	Erhvervs- og offentlige bygninger	Daginstitution	Fjern-/blokvarme	43.456
Andet_16	160	765	466	1968	Erhvervs- og offentlige bygninger	Andre institutioner	Fjern-/blokvarme	7.369
Andet_23	163	1807	419	1975	Erhvervs- og offentlige bygninger	Transport og handel	Centralvarme	52.318
Andet_19	175	1000	159	1948	Erhvervs- og offentlige bygninger	Kultur	Fjern-/blokvarme	19.610
Andet_14	175	1533	274	1974	Erhvervs- og offentlige bygninger	Industri	Centralvarme	3.533
Andet_12	176	482	130	1960	Erhvervs- og offentlige bygninger	Fritids- /feriebeboelse	Centralvarme	3.770

Andet_18	177	906	256	1877	Erhvervs- og offentlige bygninger	Service og kontor	Fjern-/blokvarme	52.943
Andet_22	180	49	188	1933	Bolig	Parcelhus	Centralvarme	29.773
Andet_10	182	1536	302	1957	Erhvervs- og offentlige bygninger	Sundhed	Fjern-/blokvarme	11.474
Andet_8	192	96793	1720	1983	Erhvervs- og offentlige bygninger	Transport og handel	Fjern-/blokvarme	213
Boliger_14	192	325	174	1913	Bolig	Parcelhus	Centralvarme	1.434.163
Boliger_13	206	136	149	1962	Bolig	Parcelhus	Elvarme	375.215
Andet_2	311	1152	205	1967	Erhvervs- og offentlige bygninger	Energiforsyning	Fjern-/blokvarme	194

Anm. 1.: For kontinuerte variable er klyngen gennemsnitlige værdi vist i tabellen. For kategoriske variable er den mest hyppige kategori vist i tabellen.

Kilde: Klimarådet.

Referencer

- ¹ Energistyrelsen, *Det viser energimærket*, i.d., (<https://ens.dk/analyser-og-statistik/det-viser-energimaerket>).
- ² Energistyrelsen, *Håndbog for Energikonsulenter*, 2023, (<https://www.hbemo.dk/haandbog-for-energikonsulenter-hb2023/bilag-1-introduktion-almindelig-bestemmelser/13-indberetning-af-energimaerkningen>).
- ³ Europa-Parlamentet og Ministerrådet, *Direktiv (EU) 2024/1275 om bygningers energimæssige ydeevne*, 2024.
- ⁴ Energistyrelsen, *Håndbog for Energikonsulenter*, 2023, (<https://www.hbemo.dk/haandbog-for-energikonsulenter-hb2023/bilag-1-introduktion-almindelig-bestemmelser/13-indberetning-af-energimaerkningen>).
- ⁵ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Køreplan for energieffektivitet*, 2024.
- ⁶ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Køreplan for energieffektivitet*, 2024.
- ⁷ Europa-Parlamentet og Rådet, *Direktiv (EU) 2023/1791 om energieffektivitet*, 2023.
- ⁸ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimastatus og -fremskrivning 2024*, 2024.
- ⁹ Energistyrelsen, *Endelig ajourføring af Danmarks nationale energi- og klimaplan for perioden 2021-2030*, 2024.
- ¹⁰ Europa-Parlamentet og Rådet, *Direktiv (EU) 2023/1791 om energieffektivitet*, 2023.
- ¹¹ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimastatus og -fremskrivning 2024*, 2024.
- ¹² Europa-Parlamentet og Rådet, *Direktiv (EU) 2023/1791 om energieffektivitet*, 2023.
- ¹³ Energistyrelsen, *Endelig ajourføring af Danmarks nationale energi- og klimaplan for perioden 2021-2030*, 2024.
- ¹⁴ Energistyrelsen, *Endelig ajourføring af Danmarks nationale energi- og klimaplan for perioden 2021-2030*, 2024.
- ¹⁵ Klimarådet, *Virkemiddelkatalog*, i.d., (<https://klimaraadet.dk/da/udforsk-vores-virkemiddelkatalog>).
- ¹⁶ Energistyrelsen, *Endelig ajourføring af Danmarks nationale energi- og klimaplan for perioden 2021-2030*, 2024.
- ¹⁷ Energistyrelsen, *Endelig ajourføring af Danmarks nationale energi- og klimaplan for perioden 2021-2030*, 2024.
- ¹⁸ Klimarådet, *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion*, 2020.
- ¹⁹ Energistyrelsen, *Energistatistik 2022 - Brændselsforbrug til fjernvarmeproduktion*, 2022.
- ²⁰ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimastatus og -fremskrivning 2024*, 2024.
- ²¹ Klimarådet, *Fra gas til grøn varme*, 2022.
- ²² Klimarådet, *Biomassens betydning for grøn omstilling*, 2018.
- ²³ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimastatus og -fremskrivning 2024*, 2024.
- ²⁴ Klimarådet, *Store datacentre i Danmark. Samfundsøkonomiske konsekvenser og krav til øget udbygning med vedvarende energi frem mod 2030*, 2019.
- ²⁵ Økonomistyrelsen, *Offentlig indkøber*, i.d., (<https://oes.dk/indkoeb/offentlig-indkoeb/>).
- ²⁶ Energistyrelsen, *Danmarks globale klimapåvirkning – global afrapportering 2024*, 2024.
- ²⁷ Energistyrelsen, *Danmarks globale klimapåvirkning – global afrapportering 2024*, 2024.
- ²⁸ Regeringen, *Grønne indkøb for en grøn fremtid – strategi for grønne offentlige indkøb*, 2020, (https://fm.dk/media/uwljq2t1/groenne-indkoeb-for-en-groen-fremtid-strategi-for-groenne-offentlige-indkoeb_web.pdf).
- ²⁹ Klimarådet, *Virkemiddelkatalog*, i.d., (<https://klimaraadet.dk/da/virkemiddel/retningslinjer-og-vaerktoejer-groenne-offentlige-indkoeb>).
- ³⁰ Klimarådet, *Danmarks globale klimaindsats. En styrkelse af klimalovens globale rammer*, 2023.
- ³¹ Klimarådet, *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion*, 2020.
- ³² Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *7. KF24 Sektorforudsætningsnotat El og fjernvarme*, 2024, (<https://www.kefm.dk/Media/638557749108686170/7.%20KF24%20Sektorforuds%C3%A6ttningsnotat%20El%20og%20ofjernvarme.pdf>).
- ³³ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *7. KF24 Sektorforudsætningsnotat El og fjernvarme*, 2024, (<https://www.kefm.dk/Media/638557749108686170/7.%20KF24%20Sektorforuds%C3%A6ttningsnotat%20El%20og%20ofjernvarme.pdf>).
- ³⁴ Energistyrelsen, *Endelig ajourføring af Danmarks nationale energi- og klimaplan for perioden 2021-2030*, 2024.
- ³⁵ Klimarådet, *Statusrapport 2022*, 2022.

