

Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion

Retning og tiltag for de næste ti års klimaindsats i Danmark



Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion

Retning og tiltag for de næste ti års klimaindsats i Danmark

Udgivet i marts 2020

Klimarådet

Nybrogade 2

1203 København K

+45 22 68 85 88

mail@klimaraadet.dk

klimaraadet.dk

ISBN-13: 978-87-998744-8-4

• • • • • • • • • • • • • • • •

• • • • • • • • • • • • • • • •

• • • • • • • • • • • • • • • •

• • • • • • • • • • • • • • • •

Indhold

1. Indledning, konklusioner og anbefalinger	7
2. Hvad indebærer en hensigtsmæssig klimaindsats mod 2030?	24
2.1 Danmarks nye klimamål – 70 pct. reduktion i 2030	26
2.2 En omkostningseffektiv grøn omstilling.....	29
2.3 En klimapolitik med klimaneutralitet senest i 2050 for øje	33
2.4 National klimaindsats under hensyntagen til kulstoflækage	36
3. Klimaindsatsens implementeringsspor – de kendte omstillingselementer.....	42
3.1 Gas	46
3.2 Transport.....	49
3.3 Jordbrug.....	55
3.4 Bygninger.....	59
3.5 El og fjernvarme.....	63
3.6 Industri	67
3.7 Miljø	72
3.8 Det samlede potentiale	74
4. Virkemidler til at realisere implementeringssporet.....	78
4.1 Drivhusgasafgift	80
4.2 Kul.....	88
4.3 Grøn strøm.....	90
4.4 Grøn varme.....	92
4.5 Elbiler	96
4.6 Lavbundsjorder	101
4.7 Affald.....	103
4.8 Energieffektivisering.....	104

Klimarådet.

4.9 Biogas	108
4.10 Offentlige beslutninger	109
5. Klimaindsatsens udviklingsspor – de nye omstillingselementer	116
5.1 Vi skal tænke nyt for at indfri 70-procentsmålet.....	116
5.2 CCS og CCU.....	118
5.3 Vejtransportens muligheder for yderligere reduktioner	124
5.4 Ændrede fødevarer og nye produktionsmåder i landbruget.....	131
5.5 Øvrige omstillingselementer i udviklingssporet	134
5.6 Det sidste stykke til 70 pct.	139
6. Et mål for reduktion af drivhusgasudledningen i 2025.....	143
6.1 En omkostningseffektiv klimaindsats mod 2030 kræver rettidig omhu	144
6.2 Sammenhæng med Parisaftalen og den globale temperaturmålsætning.....	145
6.3 Hvor langt kan vi realistisk set nå i 2025?.....	147
6.4 Klimarådets anbefaling til et 2025-mål.....	149
Referencer	150

Hvem er Klimarådet?

Klimarådet er et uafhængigt ekspertorgan, der i henhold til klimaloven rådgiver om, hvordan omstillingen til et klimaneutralt samfund kan ske på en omkostningseffektiv måde, så vi i fremtiden kan leve i et Danmark med meget lave udledninger af drivhusgasser og samtidig fastholde velfærd og udvikling. Klimarådet har desuden til opgave at vurdere udviklingen i klimaindsatsen i forhold til Danmarks klimamål.



• • • • •

Indledning, konklusioner
og anbefalinger

• • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

1. Indledning, konklusioner og anbefalinger

Den 6. december 2019 indgik et bredt flertal i Folketinget en aftale om en ny klimalov for Danmark, som skal afløse den eksisterende klimalov fra 2014. Den nye klimalov opstiller en ramme for dansk klimapolitik baseret på bindende delmål hvert femte år frem mod målet om klimaneutralitet senest i 2050.¹ Loven forventes at blive vedtaget i foråret 2020.

Danmark har fået et nyt klimamål for 2030

I 2030 skal Danmark reducere sine drivhusgasudledninger med 70 pct. i forhold til niveauet i 1990. Med 70-procentsmålet og det langsigtede mål om klimaneutralitet senest i 2050 er det første gang, at Danmark ved lov sætter mål for de samlede danske udledninger, og på den måde repræsenterer målene en ny retning for dansk klimapolitik. Det vil kræve en markant indsats at opfylde 70-procentsmålet i 2030, som er emnet for denne rapport. I de første 30 år siden 1990 skønnes Danmark at have reduceret udledningerne med ca. 38 pct., og det betyder, at næsten halvdelen af opgaven skal løses i de næste ti år. Der venter os dermed en betydelig reduktionsindsats i det nye årti, som vil kunne mærkes i de fleste dele af det danske samfund.

70-procentsmålet skal sikre, at Danmark bliver et foregangsland på klimaområdet. Men selvom målet er krævende, peger tidligere beregninger fra Klimarådet på, at 70 pct. i 2030 og klimaneutralitet senest i 2050 ikke er mere ambitiøst end nødvendigt. Målet svarer nemlig nogenlunde til, hvad der skal til, hvis Danmark skal kunne siges at levere sit bidrag til at begrænse den globale temperaturstigning til 1,5 grader. Aftalen om den nye klimalov understreger netop, at det er en politisk prioritet, at Danmark arbejder aktivt for denne målsætning.

Én af Klimarådets vigtigste opgaver med den nye klimalov er fortsat at rådgive om, hvordan Danmark hensigtsmæssigt kan opfylde sine nationale mål og internationale forpligtelser på klimaområdet. Derfor vil Klimarådet de kommende år have fokus på, hvordan Danmark kan nå de 70 pct. i 2030, og denne rapport er første skridt i den proces. Målet i 2030 skal dog ikke ses isoleret, og Klimarådet vil i sin rådgivning også have øje for de længere perspektiver frem mod klimaneutralitet senest i 2050. Fremover forpligter den kommende klimalov Klimarådet til mindst én gang årligt at komme med anbefalinger til den fremadrettede klimainsats og over tid etablere et egentligt katalog over mulige virkemidler.

Denne rapport anskueliggør en vej til at nå 70 pct. med forbehold for, at Danmark selvfølgelig vil skulle tilpasse kursen undervejs, i takt med at vi bliver klogere på omkostninger og potentialer. Vejen mod 2030 skal være omkostningseffektiv, men den skal også pege i retning af det langsigtede mål om klimaneutralitet, ligesom den skal tage højde for såkaldt kulstoflækage, hvor reduktioner i udledningerne fra danske territorier fører til større udledninger i andre lande. Rapporten har både fokus på de såkaldte omstillingsselementer, som er de konkrete ændringer i produktion og adfærd, der skal drive omstillingen mod et samfund med færre udledninger af drivhusgasser, og på de politiske virkemidler, som skal realisere de forskellige omstillingsselementer.

Der vil være omkostninger ved at nå målet i 2030

Der er ikke tvivl om, at det vil koste det danske samfund noget at opfylde 70-procentsmålet, men det kommer næppe til at slå bunden ud af dansk økonomi, hvis det gøres fornuftigt. Klimarådets grove overslag viser, at den samfundsøkonomiske omkostning pr. år ved at opfylde målet gradvist vil stige gennem 2020'erne og i 2030 nå 15-20 mia. kr. sammenlignet med et forløb, hvor Danmark ikke gør mere end den politik, der allerede er vedtaget. Denne omkostning svarer til under én pct. af BNP.

Det vil altid være forbundet med betydelig usikkerhed at vurdere omkostningerne ved en så stor samfundsændring, som 70-procentsmålet udgør. Klimarådets overslag skal derfor tages med dette generelle forbehold, ligesom heller ikke alle større positive og negative samfundsøkonomiske aspekter er forsøgt inkluderet i overslaget. Det indgår fx ikke, at der kan være omkostninger for samfundsøkonomien forbundet med konkrete virkemidler som fx afgifter og tilskud. Omvendt indgår det heller ikke, at der kan være mulige gevinster ved, at dansk erhvervsliv kan opnå en førerposition på et voksende verdensmarked for grønne produkter.

Op til én pct. af BNP er et stort beløb, der kræver løbende politisk prioritering, men det er ikke et beløb, der truer dansk velstand. Det er dog vigtigt, at vi tilrettelægger klimainsatsen mod de 70 pct. og senere klimaneutralitet så billigt for samfundet som muligt, så Danmark kan fremstå som et eksempel til efterfølgelse. Ved at vise at det er

muligt at gennemføre en veltilrettelagt omstilling uden unødigt store omkostninger, vil Danmark kunne bane vejen for, at andre lande tilsvarende kan hæve deres ambitionsniveau.

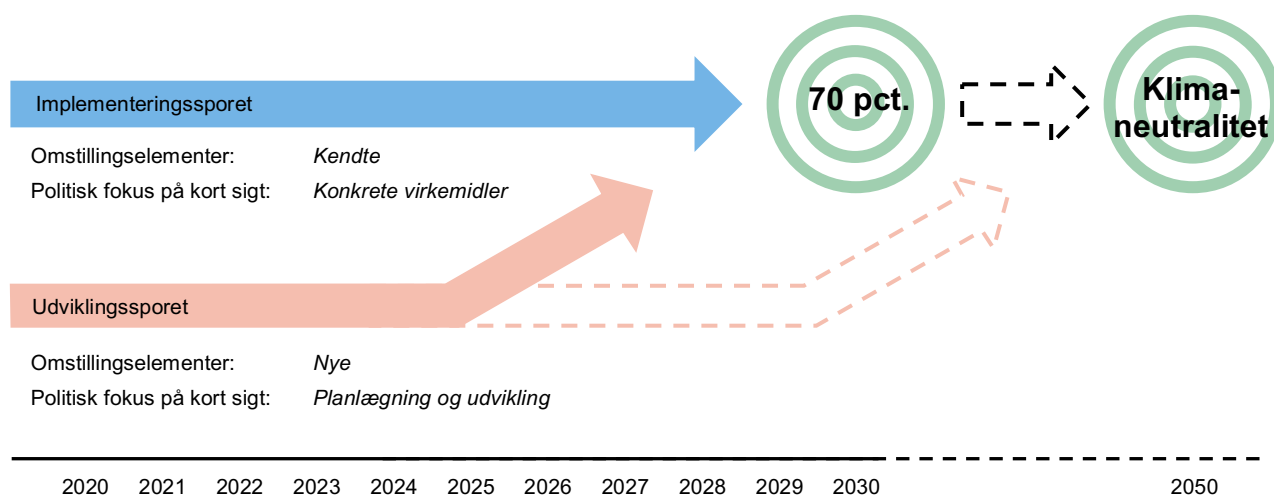
Ud over vurderingen af de samlede, samfundsøkonomiske omkostninger skal udfordringen ved at gennemføre en så stor omstilling også måles på andre parametre. Det kan fx være størrelsen af de betydelige investeringer i ny teknologi, der skal gennemføres på kort tid, konsekvenserne for de offentlige finanser eller omfanget af uensartede økonomiske byrder på tværs af virksomheder og borgere. Disse andre aspekter af omstillingen er ikke analyseret i dybden i denne rapport, der i højere grad har fokus på at pege på omkostningseffektive reduktionspotentialer og virkemidler og dermed på at begrænse den samlede regning for Danmark.

De konkrete valg af virkemidler og finansiering vil påvirke, hvem der umiddelbart vil mærke omstillingen. Det kan derfor blive nødvendigt med supplerende tiltag for at sikre den sociale balance, som også er nævnt i forslaget til den nye klimalov. Omkostningseffektive virkemidler til drivhusgasreduktion bør dog stadig være fundamentet for at sikre en hensigtsmæssig og nødvendig omstilling. Fra dansk side bør man endvidere presse på for, at EU som helhed vedtager så ambitiøse fælles klimamål som muligt med tilhørende virkemidler, da det vil bidrage til lavere globale udledninger og lette omkostningerne for danske virksomheder og Danmark som helhed på vejen mod 70 pct. dansk reduktion i 2030.

Vejnen mod 70 pct. kan med fordel tænkes i to spor

Rapporten deler omstillingen og målopfyldelsen op i to spor. Det første spor kan ses som en skærpet indsats inden for det, vi som samfund allerede gør nu. Her er der blandt andet tale om øget anvendelse af kendte omstillingselementer med fokus på tekniske reduktioner af drivhusgasudledningerne, hvor en grøn teknologi erstatter eller begrænser brugen af en sort teknologi, men hvor vi dybest set producerer og forbruger nogenlunde de samme ting. Det gælder fx udskiftning af en benzinbil med en elbil eller et oliefyr med en varmepumpe. I dette spor skal reduktionerne tage mere fart allerede nu. Det kræver politisk implementering i form af konkrete virkemidler som for eksempel en ændret afgiftsstruktur, og derfor går sporet i denne rapport under betegnelsen *implementeringssporet*.

Parallelt hermed løber et andet spor, der kræver udvikling af nye og mere ukendte omstillingselementer, hvor uprøvede teknologier skal i spil, og hvor danskernes vaner og forbrug skal ændres mere gennemgribende i en klimavenlig retning. Dette spor betegnes *udviklingssporet*, hvilket understreger, at det kortsigtede politiske fokus her bør være på investering i den strategiske udvikling og planlægning af, hvordan disse omstillingselementer kan yde det nødvendige bidrag inden 2030. Frem mod 2030 og videre frem mod 2050 skal de enkelte omstillingselementer i udviklingssporet løbende overgå til implementeringssporet i takt med, at elementerne bliver udviklet, afprøvet og kommercialiseret, og i takt med, at nye virkemidler tages i brug for at realisere dem. Begge spor er af hastende karakter og kræver en lang række politiske tiltag. Vi har kun ti år til at nå 70-procentsmålet, og det skal gøres på en måde, der samtidig bidrager til klimaneutralitet senest i 2050. Der skal altså både implementeres og udvikles nu.



Figur 1.1 Illustration af implementerings- og udviklingssporet i Klimarådets rapport

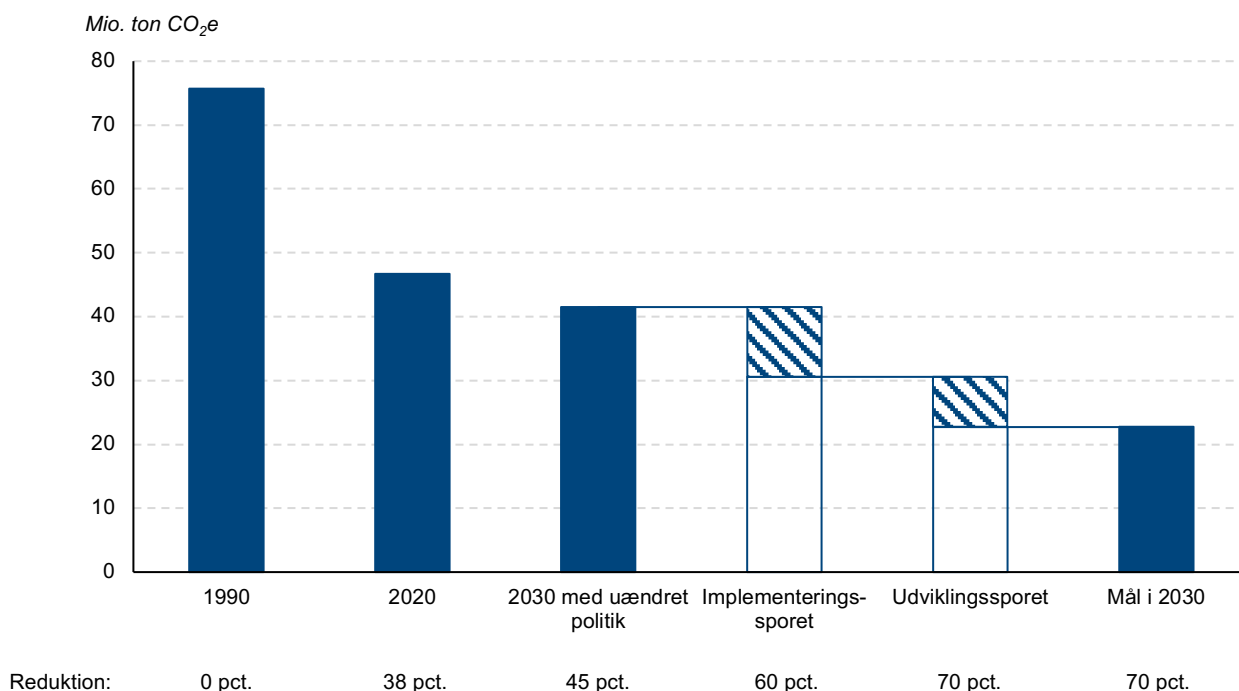
Anm.: Den stiplede sorte pil angiver, at omstillingselementerne i implementeringssporet skal fortsætte og skaleres op fra 2030 og frem mod 2050, mens den stiplede røde pil illustrerer, at udviklingssporet skal løbe videre frem mod 2050, og at nogle elementer i dette spor måske ikke bliver implementerbare inden 2030, men kan blive det i årene efter.

Kilde: Klimarådet.

Opdelingen af klimaindsatsen i to separate spor er et gennemgående træk i denne rapport og er illustreret i figur 1.1. Man kan i praksis ikke trække sondringen så skarpt op, da der vil være omstillingselementer i udviklingssporet, hvor konkrete virkemidler med fordel kan iværksættes på kort sigt, fx inden for forbrugeradfærd, mens andre kræver langsigtet, strategisk udvikling i de kommende år. Mange virkemidler vil på samme måde fremme både implementerings- og udviklingssporet, men de to spor giver en god model for, hvordan vi bør gå til det kommende arbejde med at indfri 70-procentsmålsætningen med sigte også på det langsigtede mål.

Vi skal tænke nyt for at nå 70 pct.

Implementeringssporet kræver ikke umiddelbart, at vi skal tage helt uprøvede teknologier i brug eller ændre vaner i betydeligt omfang. Derfor er det også naturligt at starte med at stille spørgsmålet: Hvor langt kan vi komme ad implementeringssporet ved bare at gøre mere af alt det, vi allerede er begyndt på? Svaret er, at vi på den måde kommer et stykke ad vejen mod 70 pct. drivhusgasreduktioner, men langt fra kommer i mål. Klimarådets beregninger viser, at vi når til ca. 60 pct. reduktion, hvis vi bruger kendte omstillingselementer, hvor den gennemsnitlige omkostning pr. reduceret ton CO₂e holdes under 1.000 kr. for de fleste elementer. Der mangler således omkring 10 procentpoint for at nå 70 pct., som vist i figur 1.2.



Figur 1.2 Danske nettoudledninger af drivhusgasser fra 1990 til målet i 2030

Anm.: Søjlen for 2020 angiver den forventede udledning i henhold til basisfremskrivningen.

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019* og Klimarådet.

Hvis Klimarådets bud på omstillingen i implementeringssporet gennemføres, er kul helt udfaset i el- og fjervarmeproduktionen i 2030, der kører omkring 1 mio. elbiler rundt på de danske veje, der er sket betydelige energieffektiviseringer i industriens energiforbrug, gasforbruget til blandt andet boliger og industriens processer dækkes næsten helt af grøn gas, og landbruget har taget de mest oplagte redskaber i brug til at reducere udledningerne fra jorder, dyrehold og gødning. En liste over elementerne i omstillingen kan ses i tabel 1.1.

Tabel 1.1 Omstillingselementer og reduktioner i implementeringsporet

Sektorer	Omstillingselementer				
Gas	1,1	Mere biogas i naturgasnettet (0,8)	Opgradering fremfor elproduktion (0,3)		
Transport	2,3	Elbiler (1,5)	Elvarebiler (0,5)	CO ₂ -neutrale lastbiler (0,2)	CO ₂ -neutrale rutebusser (0,1)
Jordbrug	2,3	Udtagning af kulstofrige jorder (1,4)	Forbedret gyllehåndtering (0,4)	Ændret foder til malkekvæg (0,2)	Omlægning af produktionsarealer (0,4)
Bygninger	1,5	Energireovering af bygninger (0,2)	Varmepumper (0,7)	Tilslutning til fjernvarme (0,5)	
El og fjernvarme	1,7	Sortering af plast (0,7)	Kuludfasning (0,7)	Udfasning af olie og gas (0,3)	
Industri	1,9	Energibesparelser (0,4)	Elektrificering, herunder varmepumper (0,5)	Biomasse til proces (0,3)	Grøn cement og omstilling fra kul og koks til gas (0,7)
Miljø	0,2	Reduktion af udslip fra biogasanlæg (0,2)			
I alt	10,9				

Anm. 1: Tallene i tabellen angiver reduktionen i 2030 i mio. ton CO₂e relativt til basisfremskrivningen.

Anm. 2: Grundet afrunding afviger det samlede reduktionspotentiale visse steder fra summen af de enkelte elementer.

Kilde: Klimarådet.

Klimarådet foreslår en bred virkemiddelpakke med en drivhusgasafgift som bærende element

Det kræver politiske virkemidler at realisere omstillingselementernes reduktionspotentialer. I første omgang skal der virkemidler til at drive omstillingen i implementeringsporet, og her ligger en væsentlig del af denne rapport's fokus. Det skal imidlertid understreges, at udviklingsporet også kræver konkrete indsatser her og nu, men disse vil have mere strategisk karakter i form af forskellige former for investeringer i teknologiudvikling på både grundlæggende og mere implementeringsnære niveauer.

Klimarådet foreslår en bred virkemiddelpakke, hvor et hovedelement er en generel drivhusgasafgift baseret på et princip om, at forureneren betaler. Afgiften skal ikke kun omfatte CO₂, men alle former for drivhusgasudledninger, og skal løbende indføres frem mod 2030, hvor den bør have et væsentligt højere niveau end den nuværende CO₂-beskatning. Klimarådets bud på, hvad der skal til for at nå 70 pct. er en afgiftssats i omegnen af 1.500 kr. pr. ton i 2030.

En sådan generel afgift er et omkostningseffektivt virkemiddel, der samtidig understreger princippet om, at forureneren betaler. Det nuværende afgiftssystem på energiområdet er i dag en 'rodebutik' af forskellige afgifter og tilskud. Klimarådet foreslår, at hele systemet reformeres med CO₂-ækvivalenter (CO₂e) som omdrejningspunkt og med ensartede afgiftssatser på tværs af sektorer, dog med fradrag for kvoteprisen i de kvoteomfattede sektorer. CO₂-ækvivalenter er en måde at omregne de forskellige drivhusgasser som CO₂, metan og lattergas mm. til samme målestok. Større ensartethed i betalingen for udledningen af drivhusgasser er en forudsætning for, at disse udledninger kan reduceres omkostningseffektivt. En drivhusgasafgift vil også have afledte reduktionseffekter gennem ændret forbrugssammensætning. Dette vil formentlig især have betydning i personbiltransporten i form af mindre kørsel afhængigt af den forventede samlede afgiftsomlægning af transportsektoren i løbet af perioden.

Afgiften vil i princippet også skulle omfatte landbrug, arealanvendelse og skov, som under ét betegnes jordbrugssektoren, og som i dag stort set ikke betaler for drivhusgasudledningerne. Det, der gør jordbruget specielt, er, at det er svært at opgøre udledningerne præcist for den enkelte bedrift, og det er derfor påkrævet at udvikle retvisende bedriftsregnskaber, før sektoren kan indgå i det generelle afgiftssystem. Allerede nu skal landmændene dog tilskyndes til at begrænse deres udledninger. Det kan ske med en mere simpel afgift baseret på observerbare størrelser som fx antal dyr og gødningsmængder og med fradrag for verificerbare klimainitiativer, eller det kan ske med egentlige krav eller tilskud, som tilskynder landmændene til at tage klimavenlig teknologi i brug.

En generel og ensartet drivhusgasafgift vil umiddelbart betyde, at mange danske industrivirksomheder og landbrugsbedrifter vil få øget deres afgiftsbetaling betragteligt ved et uændret produktionsmønster. Det er imidlertid også hensigten, idet afgiften skal tilskynde til mere klimavenlig produktion, men det giver samtidig en betydelig risiko for kulstoflækage, hvor afgiften forværrer dansk konkurrenceevne og risikerer i en vis udstrækning at flytte produktion og udledninger til andre lande. Derfor bør den generelle afgift suppleres med en mulighed for at give fradrag til særligt udsatte brancher i international konkurrence. Ved at tage hensyn til lækage bliver det understreget, at den danske klimaindsats skal ses i et globalt perspektiv, men samtidig pointerer Klimarådet, at jo mere konkurrenceudsatte danske virksomheder friholdes for at bidrage til reduktionsindsatsen, jo mere skal andre dele af samfundet gøre, og jo dyrere bliver det umiddelbart for Danmark som helhed at opfylde 70-procentsmålet.

Klimarådets forslag til en drivhusgasafgift vil ikke ramme alle borgere og virksomheder ens, og det kan skabe bekymring for, at stigende drivhusgasafgifter får en social slagside. Meget tyder dog på, at Klimarådets forslag til en grøn afgiftsreform samlet set næppe vil ramme de laveste indkomstgrupper hårdest. Klimarådets forslag til en drivhusgasafgift vil dog især kunne mærkes for almindelige borgere, ved at prisen på benzin og diesel løbende vil stige frem mod 2030, da en generel drivhusgasafgift også vil skulle omfatte kørsel baseret på fossile brændsler. Afhængigt af hvad drivhusgasafgiften sættes til pr. ton CO₂, kan prisen ved standeren ende med at stige med over 4 kr. pr. liter i slutningen af årtiet målt i dagens prisniveau. Dette kan være problematisk særligt for personer, som fx af hensyn til deres arbejde har behov for en bil og måske har vanskeligt ved at skifte til en elbil.

Fordelingseffekter bør i Klimarådets optik ikke stå i vejen for at bruge afgifter som et effektivt klimainstrument. Fordelingseffekterne bør dog være kendte, når den politiske drøftelse finder sted, da man dermed bedre kan skabe rammerne for omfordeling andre steder i samfundet for at imødegå, hvad der politisk eventuelt måtte ses som uretfærdige følger af klimapolitikken. Fordelingseffekterne kan imødegås ved, at noget af afgiftsprovenuet fx tilbagebetales i form af en grøn check eller ved at iværksætte andre politiske eller sociale indsatser, der ikke er kædet direkte sammen med klimaområdet.

Sektorspecifikke virkemidler skal supplere en generel drivhusgasafgift

En afgift på drivhusgasser kan ikke stå alene i praksis, da der findes en række barrierer, som en afgift ikke vil fjerne. Visse områder kræver statslig koordinering eller tilbagerulning af regulering, der står i vejen for den grønne omstilling, mens traditionelle økonomiske incitamenter bare ikke er tilstrækkelige på andre områder. Det kan være, fordi markedsmekanismerne ikke fungerer godt nok, eller fordi aktørerne ikke reagerer tilstrækkeligt på de økonomiske incitamenter til trods for, at det umiddelbart ville være en fordel. Derfor anbefaler Klimarådet også en lang række konkrete virkemidler på specifikke områder. Samlet set lægger Klimarådet en bred virkemiddelpakke frem fordelt på ti politikområder, hvortil kommer en betydelig forsknings- og udviklingsindsats for at skubbe på elementerne i udviklingssporet. Enkelte virkemidler er fremhævet i det følgende for nøglesektorerne el og varme, industri, transport og jordbrug, mens hele pakken, der også omhandler tiltag inden for biogas, affald og offentlige indkøb, kan ses i boks 1.1.

Kul er stadig én af de helt store udledningskilder i dansk økonomi. På **el- og varmeområdet** findes dog efterhånden så gode klimavenlige alternativer, at der ikke er grund til at blive ved med at bruge kul meget længere. Derfor anbefaler Klimarådet, at kul helt udfases fra de tilbageværende kulfyrede værker i Odense og Aalborg snarest muligt og inden 2025. Måske vil dette ske automatisk som følge af en højere afgift på drivhusgasser, men der bør sideløbende fra statens side gennemføres initiativer, der sikrer, at det rent faktisk sker. Aftalen om den nye klimalov udtrykker et ønske om klimaindsats på den korte bane, og her er kuludfasning en lavhængende frugt. Udfasning af kulkraft gør det endnu vigtigere, at udbygningen med elproduktion baseret på vedvarende energi accelereres, da elektrificering af transport, opvarmning og industri samtidig fører til et øget elforbrug. Det taler dermed for at fremrykke planlagte udbud af havvindmølleparker og for at vedtage nye udbud.

Øget elektrificering af samfundet forventes sammen med øget udbygning af især vindmøller, solceller og varmepumper at føre til et gradvist reduceret forbrug af biomasse. Dog kan det ikke udelukkes, at visse dele af omstillingen vil kræve ny biomasse i en overgangsperiode. Fremrykning af kuludfasning behøver ikke føre til øget brug af biomasse, men hvis det gør, skal det sikres, at denne biomasse, ligesom al øvrig biomasse anvendt til energiformål, lever op til krav om klimabæredygtighed. Biomasse, der ikke lever op til kravene, bør regnes som et fossilt brændsel, der pålægges CO₂-afgift ud fra et administrativt fastsat CO₂-indhold og bør ikke kunne modtage tilskud.

Industriens udledninger kan reduceres væsentligt med en mere effektiv udnyttelse af energien. Tidligere har indsatsen for energieffektivisering i industrien været drevet af en aftaleordning for energiintensive virksomheder, som i flere evalueringer er blevet vurderet som virkningsfuld. Et væsentligt element i aftaleordningen er, at virksomhederne får lempet deres afgifter, mod at de gennemfører omkostningseffektive energibesparelser og indfører et energiledelsessystem, som sikrer en fremadrettet og langsigtet tilgang til energieffektivisering i virksomhederne. Den nuværende aftaleordning er under afvikling, fordi industrivirksomheder næsten ikke betaler afgifter længere, men Klimarådet anbefaler, at ordningen bliver fornyet med særligt fokus på CO₂-reduktioner. Tilskyndelsen til at deltage i ordningen kunne være lempelser i den generelle drivhusgasafgift ud over de fradrag, som gives til konkurrenceudsatte brancher.

Skal udledningerne fra **transportsektoren** nedbringes væsentligt, er det helt afgørende, at danskerne begynder at købe elbiler i stedet for de traditionelle benzin- og dieseldrevne personbiler. Salget af elbiler i Danmark går stadig trægt sammenlignet med vores nabolande til trods for betydelige afgiftslempelser. En del af forklaringen bundes i bekymringen for, om bilen kan lades op, når der behov. Her spiller staten en vigtig rolle, og Klimarådet anbefaler, at der udarbejdes en national strategi på området, der sikrer den nødvendige udbygning af ladeinfrastrukturen og et transparent og velfungerende marked for opladning.

Det mest oplagte reduktionstiltag i **jordbruget** er at holde op med at dyrke de kulstofrige lavbundsjord. Når dræningen af disse jorder ophører, bremses frigivelsen af jordens kulstof til atmosfæren i form af CO₂. Klimarådet anbefaler, at der sættes yderligere fokus på at udtage disse jorder, men rådet understreger samtidig, at der skal arbejdes for større videnskabelig sikkerhed for effekterne, og at den nuværende ordning skal forbedres, hvis den skal være rigtig effektiv. Her ligger der et vigtigt myndighedsarbejde på den helt korte bane.

Vi skal allerede nu i gang med udviklingssporet

Vi når ikke 70-procentsmålet, hvis vi udelukkende forfølger de kendte omstillingslementer og virkemidler i implementeringssporet. Som nævnt efterlader sporet umiddelbart et hul på omkring 10 procentpoint for at nå 70 pct., og derfor er det vigtigt allerede nu at igangsætte en række politiske tiltag, der på sigt kan bringe udviklingssporets omstillingslementer i spil. Dette spor drejer sig blandt andet om helt nye teknologier, der endnu kun er på demonstrationsstadiet, om et helt andet produktfokus i industrien og landbruget og om, at borgere og virksomheder skal ændre forbrugsmønstre og transportadfærd. Denne omstilling vil formodentlig blive sværere og møde forhindringer af både teknisk, økonomisk og kulturel karakter. Samtidig er det mindre tydeligt, hvilke omstillingselementer der bør sættes på for at komme helt i mål. Derfor vil det blive nødvendigt at sætte mange skibe i søen, hvoraf formodentligt kun en del af dem, som Klimarådet peger på, vil kunne levere reelle reduktioner til overkommelige omkostninger inden 2030. Men de kan stadig være nødvendige at sætte i gang for at nå klimaneutralitet senest i 2050.

Udviklingssporet vil i første omgang kræve strategisk sigte fra statens side i samarbejde med de virksomheder, der skal udvikle omstillingselementerne. Det kræver fokus på forskning og udvikling, demonstration og markedsmodning, ny og understøttende regulering samt et livtag med de vaner i samfundet, der gør, at vi vælger sorte frem for grønne alternativer. Udviklingssporet vil næppe levere nævneværdige reduktioner på denne side af 2025, men det er uhyre vigtigt, at vi ikke venter på, at implementeringssporet er gennemført, før vi tænker over, hvordan reduktionsindsatsen herefter skal fortsætte, og begynder på tiltag til fremme af omstillingen i udviklingssporet. Netop på grund af den indbyggede forsinkelse er det afgørende, at vi starter på udviklingssporet nu. Klimarådet understreger derfor behovet for, at der hurtigst muligt igangsættes det nødvendige strategiske udviklingsarbejde for blandt andet at afklare, om de forskellige muligheder kan virke i stor skala og til en rimelig pris.

De sidste 10 procentpoint til målet på de 70 pct. svarer til ca. 8 mio. ton CO₂e. Tabel 1.2 viser en liste over mulige omstillingselementer, der kan bidrage til at lukke dette hul. Omstillingselementernes potentialer er forbundet med en betydelig usikkerhed, men giver sammenlagt langt mere end de 8 mio. ton, hvis de alle blev indfriet. Vi kan dog ikke forvente, at alle omstillingselementerne vil kunne leve op til deres mulige potentiale inden 2030 og muligvis heller ikke på sigt. Derfor indeholder tabellen også en sandsynlighedsvurdering af, om teknologien og adfærdens bag de enkelte omstillingselementer udvikler sig tilstrækkeligt til, at potentialet kan realiseres, uden at det bliver urimeligt dyrt. Med de underliggende, illustrative sandsynligheder vurderer Klimarådet, at det er muligt at nå 70 procentmålet i 2030. Det understreges dog, at andre sandsynlighedsestimater vil kunne give andre resultater, og

at det generelt er yderst vanskeligt at vurdere sandsynlighederne for, at de enkelte potentialer vil kunne indfries inden 2030.

Tabel 1.2 Omstillingselementer og reduktioner i udviklingssporet

	Reduktionspotentiale i 2030 mio. ton CO ₂ e	Sandsynlighed
CCS på biogas	1,2	Høj
CCS på affaldsanlæg	1,1	Høj
CCS på industrianlæg	1,2	Høj
CCS på biomassekraftvarmeanlæg	1,0	Høj
Flere elbiler (1,5 mio. i 2030)	0,8	Lav
Effekt af CO ₂ -afgift på antal kørte km	0,7	Høj
Yderligere reduktion af antal kørte km	0,8	Lav
Yderligere reduktioner fra den tunge transport	0,2	Medium
Ændrede fødevarer og ny teknologi i landbruget	2,0	Medium
Elektrificering af boreplatforme	0,5	Medium
Elektrificering og brint på raffinaderier	0,3	Høj
Hydrogenering af diesel	0,3	Lav
Brint i gasnettet	0,1	Medium
Elektrificering og brint til indenrigsfærger og -fly	0,2	Medium
Elektrificering af motorvejsnettet – ellastbiler	0,2	Lav
Øget udbygning med biogas	0,9	Høj
Mindre dieselforbrug i bygge- og anlægssektoren	0,1	Høj
Mindre dieselforbrug i landbrugs- og skovmaskiner	0,2	Medium
Pyrolyse til biokoks og produktion af brændsler	4,0	Lav
Samlet reduktionspotentiale	15,8	
Sandsynlighedsvægtet reduktionspotentiale	8	

Anm. 1: Sandsynlighedsvurderingen går på, om udviklingen når et tilstrækkeligt stadie til, at omstillingselementets potentiale kan realiseres, uden at omkostningerne bliver urimeligt høje.

Anm. 2: Det sandsynlighedsvægtede potentiale er udregnet med sandsynlighederne 10 pct. for *Lav*, 50 pct. for *Medium* og 90 pct. for *Høj*. For omstillingselementet *Effekt af CO₂-afgift på antal kørte km* er sandsynligheden dog sat til 100 procent.

Anm. 3: Der er generelt et begrænset overlap mellem de forskellige potentialer. Men fx vil flere elbiler og færre kørte bil-km have et overlap.

Kilde: Klimarådet.

Klimarådet peger på fangst og lagring af CO₂ som afgørende for at nå 70-procentsmålet

I udviklingssporet vil Klimarådet gøre særligt opmærksom på *CO₂-fangst og lagring* (CCS) som et element, der umiddelbart er svært at komme uden om. CCS har et betydeligt reduktionspotentiale, prisen er overkommelig med en størrelsesorden på 1.000 kr. pr. ton, og teknologien eksisterer allerede i større demonstrationsprojekter flere steder i verden. Derfor anbefaler Klimarådet, at Danmark begynder at forberede sig på en fremtid, hvor CCS spiller en betydelig rolle i klimaindsatsen. Det skal dog understreges, at CCS i Klimarådets optik kun er én brik ud af de mange, der skal til for at opfylde 70-procentsmålet, og at CCS ikke betyder, at vi fremover ikke behøver at bekymre os om brugen af fossile brændsler.

Første del af CCS-processen består i at indfange CO₂ i høj koncentration fra fx en skorsten. De mest sandsynlige kilder inden 2030 er biogasanlæg, affaldsforbrænding, større industrianlæg som fx Aalborg Portland og eventuelt

nyere biomassefyrede kraftvarmeværker. I anden del af processen komprimeres den indfangede CO₂ og transporteres med skib, lastbil eller rørledning til lagre i undergrunden, som både kan være på land og til havs.

Skal Danmark for alvor gøre brug af CCS, kræver det, at der udarbejdes en egentlig national strategi for området. Det vil fx kræve statslig planlægning på udpege de områder, hvor CO₂'en skal lagres. Det kræver også, at der udvikles en egentlig regulering på området om forhold, såsom 1) hvem der må etablere infrastruktur til transport og lagring af CO₂ og under hvilke rammer, 2) hvem der har det juridiske ansvar for, at CO₂'en forbliver i undergrunden og hvor længe, og 3) hvordan CO₂-lagring indpasses i afgiftssystemet, herunder tilskud til lagring af CO₂ fra ikke-fossile kilder. Endelig skal det afklares, hvordan forskellige former for CO₂-lagring indgår i FN's drivhusgasopgørelser.

Et alternativ til CCS er *CO₂-fangst og brug* (CCU), hvor den indfangede CO₂ bliver brugt til produktion af kulstofbaserede brændsler ved at tilsætte brint – i stedet for at blive lagret. Disse brændsler kan erstatte fossile brændstoffer i fx skibe og fly. Ved forbrændingen af de nye brændsler udledes CO₂'en igen, men udledningen af CO₂ fra fossile brændsler er sparet, så samlet set er klimaeffekten den samme som ved CCS. Klimarådets beregninger peger dog på, at CCS umiddelbart er billigst. Samtidig giver CCU alene mulighed for at opnå CO₂-neutralitet, mens CCS på sigt giver mulighed for samlede negative udledninger, hvis flyenes og skibenes energi helt eller delvist kan leveres af kulstoffrie energiformer som fx ren brint og ammoniak.

Transport samt fødevarer og landbrug er andre nøgleområder i udviklingssporet

Trafikken og antallet af biler på de danske veje forventes at stige betydeligt frem mod 2030, så selv med 1 mio. elbiler, som Klimarådet har regnet med i implementeringssporet, falder transportens udledninger kun lidt. Bilernes levetid gør, at hver benzin- eller diesebil, der bliver solgt i morgen, med stor sandsynlighed kører på de danske veje i 2030. Med stop for nye benzin- og diesebiler fra 2030 er sporet dog lagt mod en næsten helt CO₂-neutral bilpark i 2050. Men i forhold til 70 pct. reduktion i 2030 er det værd at overveje, om elektrificeringen af transporten kan gå endnu hurtigere. En mulighed er at sigte efter 1,5 mio. elbiler i 2030, hvis vi for alvor skal reducere antallet af fossilbiler, hvilket er forudsætningen for, at transporten leverer et større bidrag til 70-procentsmålet. Det vil formodentlig kræve et afgiftssystem, der i meget høj grad tilskynder til køb af elbiler. En anden mulighed er at begrænse trafikken. Her vil Klimarådets forslag til markant højere afgifter på benzin og diesel bidrage, men det kan i mindre omfang også ske ved øget brug af kollektiv trafik eller øget samkørsel, hvor de samme antal rejsende samles i færre biler. Markant højere benzin- og dieselpriiser vil fremme den kollektive trafik på bekostning af privatbilismen, mens samkørsel i større skala kræver platforme til at matche biler og passagerer og forbedrede rammevilkår til at understøtte samkørsel.

Fødevarer og landbrug er et område, hvor de gode tekniske redskaber ikke står i kø. Derfor bør vi allerede nu overveje, hvordan vi kan udvikle dansk landbrug og omlægge danskernes fødevarerforbrug i en retning, der er bæredygtig og konsistent med den langsigtede ambition om klimaneutralitet. Denne proces indeholder to forskellige tilgange, som skal i gang nu: 1) En teknisk tilgang, som ser på nye teknologier i landbruget og helt nye måder at producere fødevarer på, og 2) en forbrugerrettet tilgang, som skal få danskernes fødevarer vaner til at gå i en mere klimavenlig og plantebaseret retning.

Der er tale om en betydelig omstilling af en nøglebranche i dansk økonomi, og det vil kræve strategisk planlægning, forskning og udvikling hos både myndigheder, forskningsinstitutioner og branchen selv. Omvendt vil det potentielt kunne give nye, danske styrkepositioner til et stigende globalt marked for klimavenlige fødevarer.

Klimarådet anbefaler, at reduktionen i 2025 skal ligge mellem 50 og 54 pct.

Denne rapport har primært blikket rettet mod 2030. Men et centralt spørgsmål i de kommende forhandlinger om en klimahandlingsplan bliver, hvor hurtigt reduktionen af drivhusgasudledningerne skal ske på den lidt kortere bane. Den politiske aftale om en ny klimalov understreger som nævnt behovet for klimahandling på kort sigt, og derfor skal der i forbindelse med disse forhandlinger fastsættes et interval for et indikativt drivhusgasmål for 2025.

Formålet med et drivhusgasmål i 2025 kan være at sikre, at Danmark følger en omkostningseffektiv reduktionsprofil mod 2030, så vi indfaser omstillingen gradvist med de billigste reduktioner først og samtidig undgår at udskyde indsatsen til få år inden 2030, hvilket kan vise sig unødigt dyrt. Men formålet kan også være at sikre betydelige reduktioner i de akkumulerede danske udledninger fra 2020 til 2030, så Danmark derved yder sit

bidrag til at holde den globale temperaturstigning nede. Det er i praksis vanskeligt at konkludere, hvor ambitiøst et dansk 2025-mål skal være, for at dansk klimapolitik er konsistent med et globalt 1,5-gradersmål, men ikke desto mindre vil vores bidrag til et sådant mål være større, jo mindre Danmark udleder på vejen mod 2030.

Hvis de danske drivhusgasreduktioner følger en lineær udvikling mod målet i 2030, vil vi have reduceret med 54 pct. i 2025 sammenlignet med 1990. En lineær udvikling kan synes naturlig, men forudsætter, at der adskillige år i forvejen vedtages virkemidler, der kan realisere reduktionerne. Det skyldes, at der ofte er en væsentlig tidsforskydning mellem politik og effekt. Med udgangspunkt i den politik, der er vedtaget i dag, tyder fremskrivningerne ikke på, at vi kan forvente betydelige fald i drivhusgasudledningerne frem mod 2025, og det sætter en grænse for, hvor stor reduktion der realistisk kan nås på kun fem år. Klimarådets omstillingsselementer i implementeringssporet giver en reduktion i dette tidsperspektiv på 50 pct., hvis de implementeres hurtigst muligt, og hvis Energistyrelsens basisfremskrivning ikke ændrer sig væsentligt. Derfor anbefaler rådet, at Danmark tilstræber en reduktion i 2025 på mindst 50 pct. i forhold til 1990.

Den øvre grænse for et 2025-mål skal ses som et loft for de ambitioner, der bør indgå i den kommende klimahandlingsplan, hvis ikke klimaindsatsen skal blive unødigt dyr, set i lyset af at der kun er fem år til 2025. En lineær reduktionssti fra 2020 til 2030 vil give et reduktionsmål på 54 pct. i 2025. I det perspektiv ser Klimarådet på nuværende tidspunkt ikke tungtvejende grunde til at sigte efter en reduktion på over 54 pct. Derfor er Klimarådets anbefaling, at dette bliver den øvre grænse, således at intervallet hedder 50 til 54 pct. Skal målet i 2025 sættes højere end 54 pct., kræver det betydelig politisk betalingsvillighed.

Et vigtigt formål med 2025-målet er, at det skal fungere som en indikator for, om klimaindsatsen er på rette spor til at kunne opfylde 70-procentsmålet i 2030. Målet i 2025 bør dog suppleres med øvrige indikatorer, som mere specifikt holder øje med, om den nødvendige politik for at nå 2030-målet er på plads, så omstillingselementerne kan udrulles tilstrækkelig hurtigt.² Det er særligt relevant for omstillingselementerne i udviklingssporet, der reelt først vil kunne bidrage med reduktioner efter 2025.

En række initiativer kan sættes i gang med det samme

Jo længere tid der går, før politikerne udmelder nye rammevilkår, jo større er risikoen for, at der foretages investeringer, der ikke peger frem mod målet i 2030. Det drejer sig fx om valg af løsninger i varmesektoren. Samtidig vil det blive sværere at realisere en betydelig klimaindsats inden 2025. Klimarådet anbefaler derfor, at det overvejes at gennemføre eller påbegynde en række af de virkemidler, der foreslås i denne rapport, i form af en akutpakke. Pakken består af tiltag eller klare tilkendegivelser, som umiddelbart kan iværksættes. Pakken kan fx bestå af:

Politiske beslutninger, der med fordel kan vedtages umiddelbart:

- Reduktion af elvarmeafgiften.
- Ophævelse af de regler, der binder visse varmekunder til naturgas.
- Opjustering af CO₂-prisen i de samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger.
- Fremrykning af udbud af energiaftalens anden havvindmøllepark.

Hertil kommer elementer, der kræver en yderligere indsats i form af analysearbejde og planlægning, som med fordel kan finansiereres og igangsættes snarest muligt:

- Strategi og plan for udrulning af ladeinfrastruktur til elbiler.
- Analysearbejde, der kan lede til en strategi for CCS i Danmark.
- Opprioritering af arbejdet med udarbejdelse og implementering af model for landbrugets bedriftsregnskaber.

Endelig foreslås områder, hvor der er brug for bred politisk tilkendegivelse af den ønskede retning, så aktørerne kan igangsætte planlægning derefter. Det drejer sig om:

- Udmelding om, at der fra 2030 iværksættes initiativer, så der reelt ikke længere sælges personbiler, som helt eller delvist drives af benzin eller diesel.

- Fremrykning af det nuværende kulstov i 2030 for el og fjernvarme, så det træder i kraft snarest muligt og inden 2025. Forslaget bør fremsættes snarest muligt af hensyn til, at selskaberne, der ejer kulkraftværkerne, og øvrige aktører har bedre mulighed for at planlægge omstillingen.

Forslagene i listen ovenfor indgår alle i Klimarådets forslag til en samlet klimaindsats frem mod 2030. Tiltagene er udvalgt til at kunne indgå i en mindre pakke, der kan iværksættes umiddelbart, fordi de skønnes at have begrænsede statsfinansielle effekter på den korte bane, fordi der i Klimarådets optik ikke er megen tvivl om, at disse virkemidler skal være en del af opfyldelsen af 70-procentsmålet, og fordi der risikeres at blive foretaget fejlinvesteringer, hvis ikke der allerede nu gives klare politiske signaler om centrale virkemidler.

Rapporten fokuserer primært på udledningerne i Danmark

70-procentsmålet vedrører de danske territoriale udledninger, og derfor har denne rapport i udgangspunktet en national afgrænsning. Men klimaproblemet er globalt, og derfor lægger den nye klimalov også op til, at Danmarks påvirkning af de globale udledninger bør være et fokuspunkt. Af samme grund har denne rapport også som nævnt fokus på at begrænse omfanget af kulstoflækage, selv om det kan betyde, at 70-procentsmålet så kan blive dyrere at opfylde. Klimarådet vil i senere analyser adressere de danske bidrag til reduktioner af de globale udledninger.

Rapportens kapitel 2 giver en overordnet introduktion til det nationale 70-procentsmål og de kriterier, som Klimarådet lægger til grund for en hensigtsmæssig målopfyldelse. Kapitel 3 vurderer reduktionspotentialerne i implementeringssporet med kendte omstillingselementer, mens kapitel 4 giver anbefalinger til virkemidler, der kan understøtte disse omstillingselementer. Kapitel 5 beskriver mulige elementer i udviklingssporet, som skal tage os det sidste stykke til 70 pct., og til sidst præsenterer kapitel 6 Klimarådets anbefaling til et indikativt mål for 2025. Yderligere beregninger og beskrivelser kan findes i de tilhørende baggrundsnotater på Klimarådets hjemmeside.

Boks 1.1: Klimarådets anbefalede virkemiddelpakke

Klimarådet foreslår en pakke af virkemidler, der skal understøtte realiseringen af reduktionspotentialerne i implementeringssporet, men som også skal skabe fundamentet for nogle af elementerne i udviklingssporet. Pakken er Klimarådets indspil til de kommende forhandlinger om en klimahandlingsplan, hvoraf nogle af disse med fordel kan implementeres hurtigst muligt. Der er både tale om gentagelser af Klimarådets tidligere virkemiddelanbefalinger, men også om nye virkemidler.

Drivhusgasafgift

Fundamentet i Klimarådets virkemiddelpakke er en generel afgift på det, som 70-procentsmålet handler om, nemlig udledning af drivhusgasser. Den generelle afgift placeres som udgangspunkt på alle former for drivhusgasudledning, og prisen sættes i forhold til mængden, der udledes. En sådan afgift er et omkostningseffektivt virkemiddel, der samtidig understreger princippet om, at forureneren betaler.

- Afgiftssystemet på klima- og energiområdet bør reformeres, så fokus lægges på drivhusgasser, så en fremtidig, ensartet drivhusgasafgift har et niveau, der er væsentlig højere end summen af energi- og CO₂-afgiften i dag. Afgiftsniveauet bør annonceres nu og indføres løbende over en årrække, for at virksomheder og borgere tidligt kan tilpasse sig til de højere afgifter.
- Virksomheder i brancher med stor international konkurrence bør gives et bundfradrag for at begrænse kulstoflækage. Bundfradraget kan i visse brancher med fordel gøres produktionsafhængigt, så reduceret produktion sænker fradraget. For disse brancher bør fradraget modsvares af en tilsvarende afgift på forbruget af branchens produkter, uanset om de er dansk eller udenlandsk produceret. Det kan især være aktuelt for varer som oksekød og cement, som handles internationalt og har et stort klimaaftryk.
- Afgifter og fradrag skal også gælde landbruget, når der er udviklet et nogenlunde retvisende regnskab for den enkelte bedrifts udledninger. På den korte bane skal landbruget tilskyndes til mere klimavenlig produktion

gennem en mere simpel afgiftsmodel eller en bred vifte af virkemidler som fx krav til bestemte grønne teknologier og tilskud til deres implementering.

- Regeringen bør i fremlæggelsen af sit årlige klimaprogram også lave et skøn for den nødvendige forhøjelse af drivhusgasafgiften, hvis udviklingssporets tiltag ikke ser ud til at give den forventede effekt. En sådan afgiftssats kan illustrere, hvad der kræves for at nå 70-procentsmålet, og skabe troværdighed om målet, også hvis det kræver skrappe virkemidler.

Kuludfasning

Kul benyttes stadig i 2030 ifølge basisfremskrivningen, men hvis Danmark hurtigt kommer af med kullet, er der betydelige reduktioner at hente allerede inden 2025.

- Der bør vedtages et stop for afbrænding af kul til el- og fjernvarmeproduktion snarest muligt og inden 2025, i lyset af behovet for hurtige reduktioner og den relativt lave pris på kuludfasning. Dette stop bør effektueres gennem et decideret forbud eller gennem andre rammevilkår, der enten umuliggør fortsat kuldrift, eller gør kul klart mindre attraktivt end alternativerne.

Grøn strøm

Øget elektrificering af energiforbruget kræver, at elproduktion baseret på vedvarende energi udbygges sideløbende. I denne udbygning spiller særligt havvind en nøglerolle, og det kræver aktiv deltagelse fra myndighedernes side.

- Udbud og idriftsættelse af havvindmølleparker vedtaget i regi af energiaftalen fra 2018 bør fremrykkes, og der bør vedtages yderligere udbud af i første omgang 3 GW havvindmølleparker til idriftsættelse snarest muligt. Denne kapacitet modsvarer det ekstra elforbrug til omstillingselementerne i implementeringssporet. Der bør samtidig forberedes yderligere udbud til det ekstra elforbrug, der følger af omstillingselementerne i udviklingssporet.
- De nuværende udbud af projekter med landvind, kystnær havvind og sol bør fortsætte i auktioner, så længe der ikke etableres betydelig kapacitet af hver af teknologierne på markedsvilkår.
- Der bør sikres tilstrækkelige midler til behandling af klagesager, så udbygningen med vedvarende energiprojekter ikke strandede i sagsbehandling. Det vil sikre, at udbygningen med fornuftige vind- og solprojekter kan ske hurtigt, når de økonomiske rammevilkår er på plads.
- Regeringen bør udarbejde en strategi for udbredelse af energilagring og fleksibelt elforbrug, som kan sikre balancen i elforsyningen, bidrage til at sikre forsyningen i perioder uden sol og vind og understøtte en reduktion af brændselsfyrede anlæg.
- Regeringen bør udarbejde en ny kompensationsmodel for transmissionsprojekter, der kan sikre folkelig accept i lokalområderne af etableringen af yderligere højspændingsluftledninger.

Grøn varme

For at accelerere udfasningen af fossile brændsler og fremme brugen af blandt andet varmepumper på varmeområdet er det nødvendigt med en række initiativer.

- Afgiften på elektricitet anvendt til opvarmning bør sænkes til 10 øre pr. kWh i 2022 og videre til 5 øre pr. kWh i 2023 som konsekvens af lavere støtte til elproduktion baseret på vedvarende energi.
- Der bør indføres fleksible tariffer i elnettet, der er tidsmæssigt og regionalt differentierede, så de afspejler de faktiske omkostninger til brug af både transmissions- og distributionsnet.
- I forlængelse af de første to punkter anbefaler Klimarådet desuden, at kraftvarmekravet og brændselsbindingerne på fjernvarmeområdet udfases.

- Afgiften på certificeret overskudsvarme bør afskaffes.
- CO₂-prisen i de samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger, der anvendes ved godkendelse af fjernvarmeprojekter, skal afspejle omkostningerne ved at opfylde 70-procentsmålet.
- De regler, der binder visse varmekunder til naturgas, bør fjernes hurtigst muligt.
- Regeringen bør se på reglerne for afkobling fra naturgasnettet med henblik på at gøre det billigere for borgerne at udfase deres naturgasfyr.

Elbiler

En essentiel del af reduktionen af transportens udledninger er at udskifte benzin- og dieslbiler med især elbiler. En række initiativer kan hjælpe denne proces i gang.

- Det bør hurtigst muligt annonceres, at der fra 2030 iværksættes initiativer, så der reelt ikke længere sælges personbiler, som helt eller delvist drives af benzin eller diesel, hvilket dermed inkluderer opladningshybrider.
- Det nuværende batterifradrag til elbiler i registreringsafgiften bør gøres permanent. Det udløber dermed ikke med udgangen af 2022, som de nuværende regler tilsiger, men det bør aftrappes i takt med, at prisen på batterier falder.
- Køb af en elbil bør udløse et fast tilskud uanset bilens størrelse. For at opnå en samlet set positiv effekt på salget skal tilskuddet i starten være mindst 50.000 kr., men nedtrappes gradvist i takt med salget af elbiler og ikke fra år til år. Også opladningshybridbiler bør modtage et tilskud, der bør sættes som en andel af tilskuddet til en ren elbil. Der bør gives tilskud til mindst 100.000 biler for at sikre, at markedet er tilstrækkeligt modent, før støtten udfases. Elbiler og opladningshybridbiler bør samtidig omfattes fuldt ud af reglerne for registreringsafgiften.
- Utilstrækkelig ladeinfrastruktur udgør en selvstændig barriere for elbilerne, og derfor bør der findes virkemidler, der kan forbedre ladeinfrastrukturen. Der bør udarbejdes en pakke med en række tiltag for at skabe et mere gennemsigtigt og konkurrencepræget marked for ladning af elbiler. Pakken bør blandt andet adressere ligestilling af elafgifter for alle elbillister samt bedre muligheder og rammevilkår for at opstille ladestander. Der bør også sikres en tilstrækkelig ladeinfrastruktur i både byer og på motorvejsnettet. Dette kan fx ske ved at lave et udbud for hurtig- og lynladere ved bestemte placeringer, hvor udbuddet kan resultere enten i en afgift til staten eller i støtte til operatøren.

Lavbundsjorder

Den nuværende udtagningsordning for kulstofrige lavbundsjorder skal spille en mere væsentlig rolle i fremtiden end i dag. Det kræver dog, at ordningen løbende forbedres, hvis den for alvor skal få effekt.

- Der bør så hurtigt som muligt skabes bedre viden om emissionsfaktorer og faktiske arealforhold. Udtagningen af lavbundsjorder bør dog ikke sættes i bero, indtil denne viden foreligger.
- Udtagningsordningen bør organiseres, så den er tilstrækkeligt fleksibel til at kunne håndtere den nye viden om forskellige jordtypers emissionsfaktorer, i takt med at den bliver tilgængelig.

Affald

Skal udledningerne fra forbrænding af affald reduceres, kræver det fokus på sortering og genanvendelse af plastaffald, således at den samlede mængde, der brændes af, mindskes. Det kræver klare krav fra offentlig side.

- Der bør i forbindelse med den kommende affaldsplan stilles krav til virksomhederne om, at de enten selv sorterer og håndterer deres affald eller skal tilvælge de kommunale affaldsordninger, og at de lovgivningsmæssigt får mulighed herfor.

- Der bør udarbejdes ny regulering, der sikrer, at plastemballage reelt kan genanvendes.
- Det bør overvejes, om den ikke-genanvendelige andel af den udsorterede plast kan oplagres i Danmark, indtil det kan sikres, at plasten kan behandles forsvarligt. Dermed mindskes risikoen for, at plasten bliver brændt af uden CCS eller ender på ukontrollerede lossepladser i udlandet.

Energieffektivisering

En samfundsøkonomisk fornuftig og balanceret omstilling til vedvarende energi kræver, at der gennemføres energibesparelser, hvor det er samfundsøkonomisk fornuftigt. Det kræver i nogle tilfælde bedre tilskyndelser og ændrede rammevilkår.

- Industriens energispareordning, den såkaldte aftaleordning, bør genindføres med særligt fokus på CO₂-besparelser.
- Bygningsreglementets krav om energieffektivisering ved ombygninger bør håndhæves gennem stikprøvekontrol kombineret med bøder eller påbud, hvis reglementet ikke overholdes.
- Der bør ydes hjælp til optimering af bygningers tekniske installationer fx gennem bedre information om energisparepotentialerne og tilbud om gratis energitjek.
- Finansieringsløsninger gennem energiservice-virksomheder (ESCO) bør fremmes fx ved at give mere vejledning om ordningen med eksempler fra konkrete cases i Danmark.
- Der bør stilles krav til energirenovering af kommunale og regionale bygninger. Samtidig bør det undersøges, om man kan undtage investeringer i energieffektivisering og bedre indeklima fra anlægsloftet, hvis disse investeringer betaler sig hjem inden for en given periode.

Biogas

Biogas skal spille en prominent rolle frem mod 2030 for at sikre udfasningen af naturgas. Biogas får betydelig støtte i dag, og det er vigtigt, at denne støtte indrettes hensigtsmæssigt, så den samlede grønne omstilling ikke fordyres unødigt.

- Der bør igangsættes et eller flere udbud af biogasproduktion, så den samlede produktion stiger til omkring 35 PJ i 2025. Hvor meget ekstra biogasproduktion, der konkret skal udbydes, kan fastsættes, når der er klarhed over, hvor stor en udbygning, der bliver realiseret med de nuværende støtteordninger.
- Støtteordningen til elproduktion med brug af biogas bør ændres, så den giver de korrekte samfundsøkonomiske incitamentter til kun at anvende biogas til elproduktion, når vinden ikke blæser, eller solen ikke skinner. Dette kan være i form af et reduceret tilskud oven i markedsprisen på el svarende til støtten til ny, anden vedvarende energi, som fx havvind.
- Der bør snarest muligt indføres krav om at reducere udslip fra biogasanlæg til et minimum, og kun biogasanlæg, der opfylder kravene, bør kunne modtage støtte.
- Der bør udføres præcise målinger af udslippene fra biogasanlæggene, således at lækageraten i Danmarks officielle emissionsopgørelser til EU og FN kan ændres baseret på denne konkrete dokumentation.

Offentlige beslutninger

Den offentlige sektor er den største aktør i Danmark og kan vise vejen på klimaområdet ved at gå foran. Samtidig er det langt fra altid sikret i dag, at klimahensyn tænkes tilstrækkeligt ind i de offentlige beslutningsprocesser.

- Alle danske kommuner og regioner bør udarbejde klimastrategier, der giver klare retningslinjer for klimavenlige valg i fx kantiner, transport, byggeri og indkøb. Strategierne bør følges op af monitorering, så det er tydeligt, om strategierne følges og målsætningerne nås.

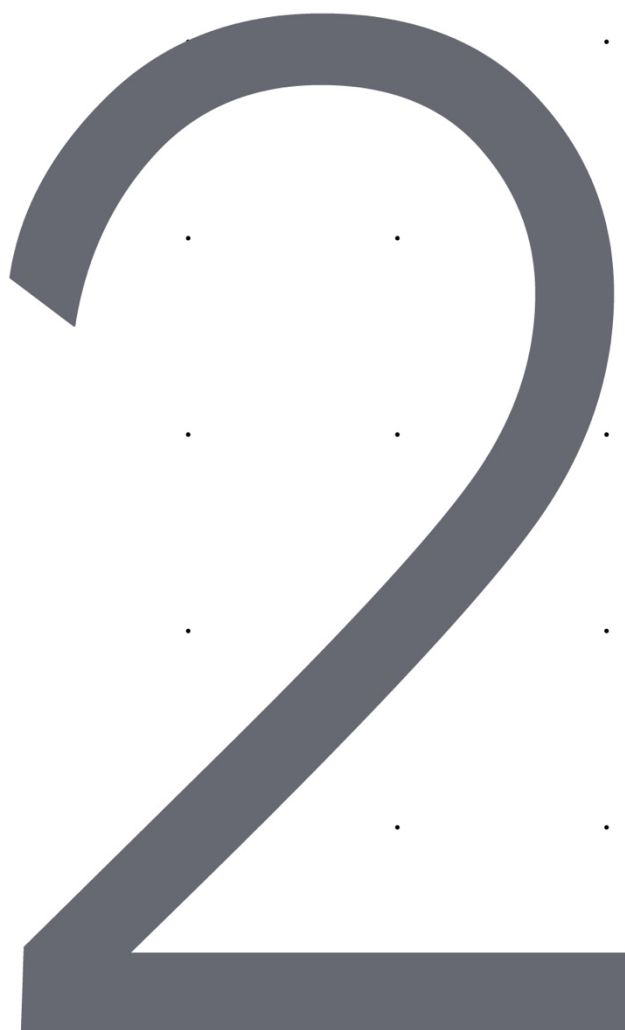
- Staten bør videreudvikle retningslinjer og værktøjer for grønne indkøb, som kommuner og regioner kan benytte sig af. Det gælder fx et værktøj til at beregne kommunens klimaaftryk, både inden og uden for kommunens territorium.
- Alle relevante lovforslag, men også større offentlige anlægsinvesteringer og øvrige beslutninger om infrastruktur, bør konsekvensberegnes for klimaeffekter.
- Samfundsøkonomiske beregninger, der understøtter beslutninger om offentlige projekter, bør udføres med en pris på drivhusgasser, der er konsistent med 70-procentsmålet. Prisen skal efter Klimarådets vurdering op i nærheden af 1.500 kr. pr ton. Det svarer til skønnet for de marginale omkostninger for de omstillingselementer, der skal bruges for at indfri 70-procentsmålet.

Forskning, udvikling og ændrede vaner

For at realisere reduktionspotentialerne i udviklingssporet anbefaler Klimarådet, at der sættes fokus på en massiv og strategisk indsats inden for forskning og udvikling samt demonstration og markedsmodning af nye teknologier, der skal tage os det sidste pæne stykke til 2030-målet. Det gælder især inden for CO₂-fangst og lagring af CO₂, på landbrugs- og fødevarerområdet, i transportsektoren med fokus på den tunge vejtransport, skibe og fly og i industrien.

For særligt at påvirke forbrugernes mad- og transportvaner, anbefaler Klimarådet, at det som supplement til CO₂-afgiften overvejes at indføre 1) afgifter på klimabelastende fødevarer, 2) miljøzoner i byer for at fremme salget af CO₂-neutrale lastbiler og 3) incitamenter til øget samkørsel.

Endelig anbefaler Klimarådet, at regeringen indfører en afgift på flyrejser. Selv om denne kun vil have en marginal effekt på danske udledninger, vurderes det at være et vigtigt instrument for at nedbringe drivhuseffekten fra luftfarten, som omtalt i tidligere analyser fra Klimarådet.



• • • • • •

Hvad indebærer en hensigtsmæssig
klimaindsats mod 2030?

• •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

2. Hvad indebærer en hensigtsmæssig klimaindsats mod 2030?

Et stort flertal i Folketinget indgik i december 2019 en aftale om en ny klimalov, og udkastet blev sendt i høring i januar. Loven vil i sin formålsparagraf komme til at indeholde to danske klimamål.³ Det langsigtede mål er, at Danmark skal være klimaneutralt senest i 2050, således at eventuelle udledninger af drivhusgasser modsvares af et mindst lige så stort optag. Dette mål blev Folketingets partier enige om allerede i energiaftalen fra 2018, men nu bliver det lovfæstet. Klimaloven kommer også til at indeholde et delmål på vejen mod klimaneutralitet, nemlig målet om 70 pct. reduktion af de danske drivhusgasudledninger i 2030 sammenlignet med 1990.

70-procentsmålet er omdrejningspunktet for denne rapport, som i dette kapitel forholder sig til målet på et overordnet plan, mens de efterfølgende kapitler beskriver mere dybdegående, hvordan målet kan nås, og hvilke initiativer, der skal sættes i gang. Afsnit 2.1 beskriver udfordringens størrelse og udlægger de principper, der bør være styrende for målopfyldelsen. Principperne udfoldes derefter i detaljer i de efterfølgende tre afsnit.

2.1 Danmarks nye klimamål – 70 pct. reduktion i 2030

Målet om 70 pct. reduktion af de danske drivhusgasudledninger var på bordet i regeringsforhandlingerne efter folketingsvalget i juni 2019 og blev efterfølgende en del af forståelsespapiret mellem regeringen og støttepartierne.⁴ Senere har langt de fleste af Folketingets partier støttet op om målet, ligesom mange erhvervsorganisationer og NGO'er også bakker op om de 70 pct.

I aftalen om en ny klimalov hedder det, at *”Aftaleparterne er enige om, at Danmark skal have en bindende klimalov med et mål om 70 pct. reduktion af drivhusgasudledningerne i 2030 ift. 1990”*.¹

70-procentsmålet kræver accelereret grøn omstilling

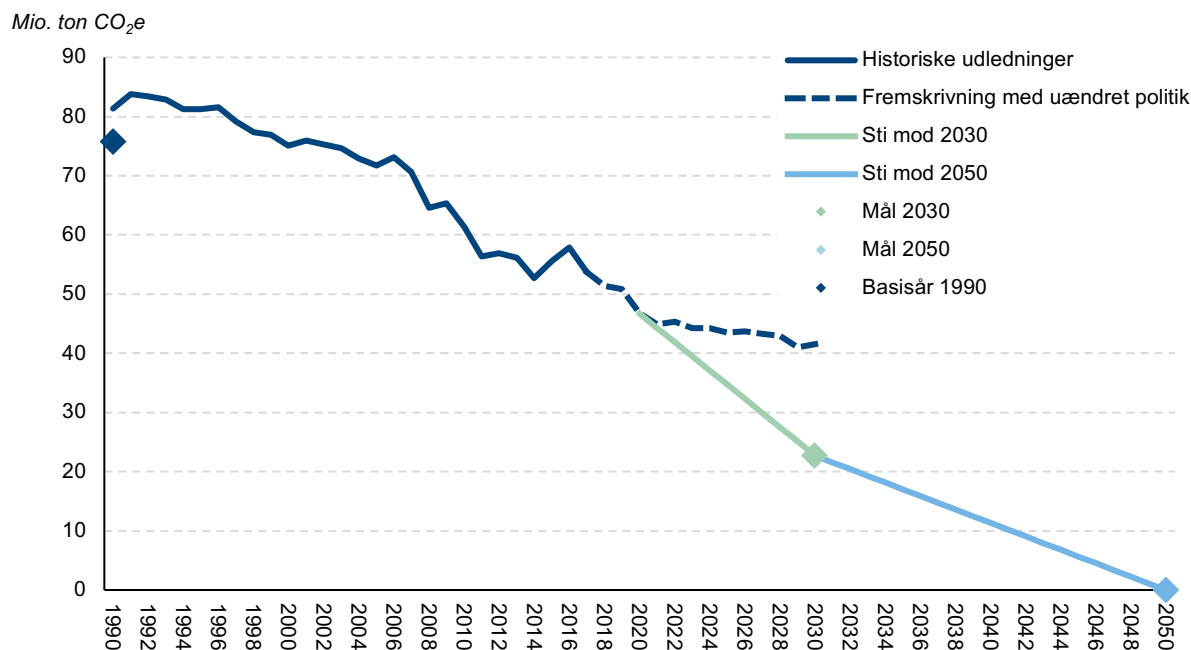
Når man opgør de danske drivhusgasudledninger, skal man gøre det i henhold til FN's opgørelsesmetoder, hvilket bemærkningerne til klimalovsudkastet også understreger. Det betyder blandt andet, at udledninger og optag fra arealanvendelse og skov, den såkaldte LULUCF-sektor, skal inkluderes. Dermed var de samlede, faktiske danske udledninger i 1990 75,2 mio. ton CO₂e.⁵ Dog har FN traditionelt opgjort udledningerne i 1990-basisåret en lille smule anderledes, nemlig til 75,7 mio. ton CO₂e. Da Danmark umiddelbart følger FN's metodik, er det Klimarådets opfattelse, at det er de 75,7 mio. ton, som de 70 pct. reduktion skal opgøres i forhold til.

2017 er det seneste år med konsoliderede, historiske tal for den samlede danske drivhusgasudledning i *Energistatistik 2018*.⁶ I dette år udledte Danmark 51,0 mio. ton CO₂e, hvilket svarer til en reduktion på 33 pct. i forhold til 1990, altså næsten halvvejs til de 70 pct. Dog var udledningen i 2017 særligt lav på grund af det års vejrforhold, og hvis der korrigeres for vejrudsving, bliver udledningen 53,7 mio. ton, svarende til en reduktion på 29 pct. Danmark har vedtaget politikker, der yderligere begrænser udledningerne i forhold til 2017, og i 2020 vurderer Energistyrelsen, at reduktionen kommer op på 38 pct. i forhold til 1990. De danske udledningstal fremgår af figur 2.1.

DCA på Aarhus Universitet, der er den relevante myndighed på området, har i efteråret 2019 meddelt, at de opgjorte udledninger fra LULUCF-sektoren har været fejlbehæftede på grund af en regnefejl i opgørelsen af arealet af kulstofholdige lavbundsjord.⁷ Det betyder, at udledningerne umiddelbart er mellem 1,4 og 1,8 mio. ton CO₂e højere pr. år i årene 1990 til 2018 end hidtil antaget. Samtidig har DCA påpeget, at udledningerne fra den enkelte lavbundsjord kan være vurderet for højt. Det er dog endnu ikke klart, hvordan dette påvirker udledningerne fremadrettet samt i basisåret, og hvordan det dermed stiller opgaven med at nå 70-procentsmålet. Derfor er der igangsat et arbejde, som skal sikre retvisende emissionsfaktorer.⁸ Dette arbejde er endnu ikke færdigt, så i denne rapport har Klimarådet valgt at benytte udledningerne fra LULUCF-sektoren, som de fremgår af *Basisfremskrivning 2019*.

Hvis Danmark skal nå målet om 70 pct. reduktion, skal udledningerne i 2030 ned på 22,7 mio. ton CO₂e. Energistyrelsens basisfremskrivning forventer en udledning i 2030 på 41,5 mio. ton, hvis der ikke vedtages ny

politik. Opgaven er derfor at finde yderligere reduktioner for knap 19 mio. ton i 2030. Her skal det i øvrigt bemærkes, at 70-procentsmålet vil blive opgjort som et gennemsnitsmål over tre år for at minimere udsving i enkeltår, dvs. et gennemsnit af årene 2029-2031.



Figur 2.1 Danske drivhusgasudledninger inklusive udledninger fra arealanvendelse og skov fra 1990 til 2050

Anm. 1: De historiske udledninger er korrigeret for elhandel som følge af udsving i vejret. 1990 var særligt vådt, hvorfor Danmark importerede megen vandkraft fra Norge i stedet for dansk kulkraft. Det er årsagen til, at den historiske, korrigerede udledning i 1990 overstiger basisåret, som i henhold til FN's regler ikke korrigeres.

Anm. 2: Alle udledninger er inklusive arealanvendelse og skov (LULUCF). Det gælder også basisåret 1990, som normalt i opgørelserne til FN opgøres eksklusive LULUCF.

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019*.

Tallene bag figur 2.1 viser, at Danmark har reduceret udledningerne med i gennemsnit 1,5 mio. ton CO₂e årligt fra 2010 til 2020. I det regnestykke skal det bemærkes, at udledningen i 2020 er et forventet tal, men at det næppe er muligt at påvirke tallet væsentligt med ny politik vedtaget i indeværende år. Derimod skal omstillingshastigheden i det næste årti – fra 2021 til 2030 – forøges betydeligt til ca. 2,4 mio. ton CO₂e om året, hvis 70-procentsmålet skal nås. Det er altså nødvendigt at accelerere den grønne omstilling.

Til gengæld er det muligt at sænke hastigheden (opgjort i tons CO₂e om året) en smule igen frem mod 2050, hvor Danmark senest skal være klimaneutral. Hvis reduktionshastigheden i stedet fastholdes efter 2030, svarer det cirka til, at målet om klimaneutralitet nås allerede i 2040.

70-procentsmålet skal opfyldes med indenlandske reduktioner

Bemærkningerne til klimalovforslaget understreger, at kun indenlandske reduktioner kan tælle med i opfyldelsen af 70-procentsmålet. Det betyder helt konkret, at blandt andet følgende ikke kan medregnes:

- EU's fleksibilitetsmekanismer til brug for medlemslandenes reduktionsforpligtelser i ikke-kvotesektoren. Det gælder blandt andet muligheden for at annullere kvoter i EU's kvotesystem.

Klimarådet.

- Klimakreditter fra projekter, der reducerer udledningen af drivhusgasser i andre lande.
- Danske initiativer, der reducerer udledninger i international luft- og skibsfart.
- Eksport af elektricitet eller brændsler baseret på vedvarende energi, som fortrænger fossile brændsler i udlandet.

Hvis det skulle blive klart, at målet ikke kan nås med indenlandske reduktioner, åbner klimalovsforslagets bemærkninger for, at aftaleparterne kan beslutte at igangsætte initiativer, hvor klimagevinsten fortrinsvis sker i udlandet. I det tilfælde vil udenlandske reduktioner kunne medregnes i det danske mål.

Den nye klimalov er ikke kun nationalt fokuseret. Aftaleteksten indeholder en ambition om, at Danmark også skal påvirke andre landes klimaindsats gennem fx myndighedssamarbejde, eksport af grønne teknologier og vedvarende energi, og ved at Danmark er en global drivkraft i international klimapolitik. Derfor skal der udarbejdes en global klimastrategi for Danmark, der ud over de nævnte punkter også skal have fokus på Danmarks bidrag til reduktioner i blandt andet international luft- og skibsfart.

Klimaloven betoner derfor både den nationale og den internationale indsats, men det umiddelbare princip i loven er, at de to områder skal holdes adskilt. Det skal altså som udgangspunkt ikke være muligt at kompensere for manglende national handling ved at henvise til globalt rettede initiativer. På den måde kan man undgå, at 70-procentsmålet udvandes af globale indsatser, hvor de reelle effekter kan være meget vanskelige at opgøre. Men betoningen af det globale understreger også, at Danmark har et klimaansvar, der ligger ud over egne grænser.

Klimarådet lægger vægt på tre aspekter i målopfyldelsen

Udkastet til den nye klimalov indeholder en række guidende principper, som klimaindsatsen skal ske under hensyntagen til. Fx skal indsatsen tage hensyn til den danske konkurrenceevne, ligesom det understreges, at ”*dansk erhvervsliv skal udvikles og ikke afvikles*”, som det formuleres i lovudkastet. Med udgangspunkt i disse principper lægger Klimarådet i denne analyse vægt på tre aspekter, når rådet giver sine anbefalinger til klimaindsatsen og valget af omstillingselementer og virkemidler, som defineret i boks 2.1.

- **Omkostningseffektivitet:** Aftalen om den nye klimalov understreger, at Danmarks klimamål skal indfris så omkostningseffektivt som muligt. Det vil sige, at vi umiddelbart skal vælge de omstillingselementer, der har den laveste pris pr. reduceret ton CO₂e frem mod 2030.
- **Fremtidsperspektiv:** De omstillingselementer, vi tager i brug inden 2030, skal også helst være dem, vi skal bruge i den videre omstilling frem mod 2050. Ellers risikerer vi at skulle gennemføre omstillingen to gange, hvilket ikke er omkostningseffektivt. Dermed udvider dette aspekt den mere snævre tilgang til omkostningseffektivitet fra punktet ovenfor.
- **Begrænset kulstoflækage:** Som klimaloven pointerer, er det vigtigt at undgå, at klimapolitikken leder til markant øgede udledninger uden for Danmarks grænser. Det er dette fænomen, der ofte betegnes kulstoflækage.

I de næste afsnit foldes de tre aspekter ud. Samtidig udgør de det implicite fundament, når Klimarådet i kapitel 3 udvælger omstillingselementer, der kan indgå i implementeringssporet.

I tillæg til de tre nævnte aspekter nævner klimaloven også eksplicit politiske prioriteter som bæredygtig erhvervsudvikling, dansk konkurrencekraft, sunde offentlige finanser, beskæftigelsen, velfærdssamfundet og den sociale balance. Disse aspekter indgår ikke direkte i denne rapport, men er taget med i overvejelserne, når Klimarådet har vurderet det relevant.

Boks 2.1: Ordforklaring

I denne analyse benytter Klimarådet følgende terminologi:

- **Omstillingselementer:** Klimavenlige ændringer af forbrug eller produktion. Der kan være tale om ny teknologi, effektiviseringer, produktionsomlægninger, ændret forbrugeradfærd eller lignende. Klimarådet introducerede ordet i sin hovedrapport fra 2017.9
- **Virkemidler:** Politiske tiltag, der kan realisere omstillingselementerne.

Man kan således sige, at omstillingselementerne fortæller, hvad der skal ske, mens virkemidlerne angiver, hvordan vi får det til at ske.

2.2 En omkostningseffektiv grøn omstilling

Få vil modsætte sig, at klimaindsatsen skal være omkostningseffektiv. Selvfølgelig skal vi bruge samfundets ressourcer mest effektivt, og der er ingen grund til at bruge flere penge end højst nødvendigt på at reducere udledningen af drivhusgasser. Men uenighederne opstår, når omkostningseffektivitet skal defineres i forhold til, hvilke omkostninger der skal regnes med.

Normalt forbinder man omkostningseffektivitet med de samfundsøkonomiske omkostninger, når det handler om klimapolitik. Det drejer sig om de umiddelbare omkostninger til investeringer i grønne teknologier og drift af disse sammenlignet med det sorte alternativ. Men hertil bør lægges potentielle gevinster og tab, som ikke nødvendigvis er markedsomsatte, fx visuelle gener ved vindmøller, forbedret biodiversitet og rekreative værdier ved plantning af skov, øgede rejsetider ved ændrede transportformer, mindsket støj- og luftforurening ved elbiler, osv.

Det kan være vanskeligt at sætte kroner og ører på alle omkostninger, men det gøres i dag i stigende omfang og anbefales også i vejledninger til projektevalueringer fra både EU og finansministeriet. Hvis man af forskellige årsager ikke medtager alle potentielle gevinster og tab, betyder det ikke, at de konsekvenser, der holdes ude af beregningerne, er irrelevante. Hvis man ikke indregner dem direkte, er det vigtigt på anden vis at analysere og beskrive konsekvenserne af dem mere kvalitativt.

Klimarådet fokuserer i første omgang på reduktioner på op til 1.500 kr. pr. ton CO₂e

Det er altid relevant at spørge, hvor dyre reduktioner der skal til for at nå 70 pct. reduktion i 2030. Der er ingen tvivl om, at 70-procentsmålet er udfordrende og af en sådan størrelse, at det bliver nødvendigt at tage omstillingselementer i brug, som vi tidligere har anset som værende dyre målt pr. reduceret ton CO₂e.

I kapitel 3 angives prisen på de udvalgte omstillingselementer. Prisen er dog forbundet med en vis usikkerhed, og derfor opererer kapitlet med fem omkostningskategorier, som vist i tabel 2.1. Opdelingen i kategorierne svarer til den, Klimarådet benyttede i sin hovedrapport fra 2017. Kapitel 3 gør hovedsagligt kun brug af omstillingselementer og tilhørende potentialer med en gennemsnitlig pris på under 1.000 kr. pr. ton reduceret CO₂e. Klimarådet skønner, at denne grænse for de gennemsnitlige omkostninger nogenlunde svarer til en marginalomkostning på op til 1.500 kr. pr. ton, hvilket angiver prisen for det sidste ton i det givne potentiale. Boks 2.2 redegør for forskellen mellem gennemsnitlige og marginale omkostninger.

Tabel 2.1 Gruppering af den samfundsøkonomiske omkostning i kategorier

Omkostning (kr. pr. ton CO ₂ e)	Omkostningskategori
Under 0	Meget billigt
0 – 400	Billigt
400 - 1.000	Medium
1.000 - 2.000	Dyrt
Over 2.000	Meget dyrt

Anm.: Omkostningerne skal opfattes som gennemsnitstal for det relevante reduktionspotentiale.

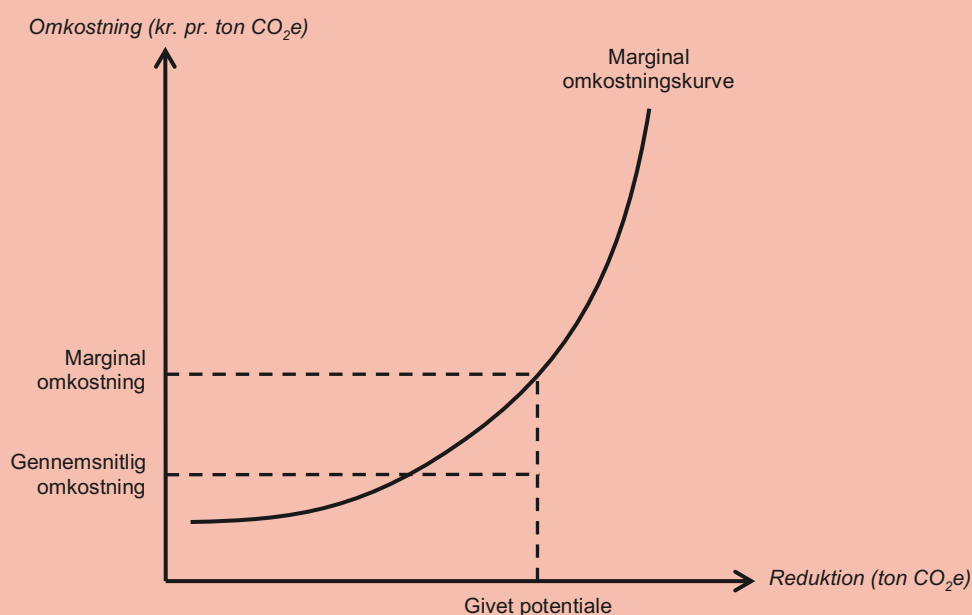
Kilde: Klimarådet.

Vi kan med al sandsynlighed ikke holde os under 1.000-1.500 kr. pr. ton for alle nye tiltag, hvis 70-procentsmålet skal nås. Fx medregner Ea Energianalyse reduktioner, der nærmer sig 2.000 kr. pr. ton i en analyse for Dansk Industri.¹⁰ I kapitel 5 inkluderer Klimarådet omstillingselementer, der i gennemsnit er dyrere end de 1.000. kr. pr. ton, eller hvor prisen endnu er ukendt. Det er svært at sætte en entydig øvre grænse for omkostningerne for de omstillingselementer, der skal inddrages i en plan for opfyldelse af 70-procentsmålet, fordi andre aspekter end blot prisen også skal tænkes ind, fx hensynet til kulstoflækage, hvilket kan retfærdiggøre at gøre brug af dyrere omstillingselementer. Men Klimarådets anbefalinger til klimaindsatsen i resten af denne rapport har hele tiden omkostningen pr. ton CO₂e med som et centralt aspekt i henhold til klimalovens princip om omkostningseffektivitet.

Boks 2.2: Omkostninger for omstillingselementer

Denne rapport benytter næsten udelukkende omkostningsestimater fra andre studier. Disse estimater angiver typisk gennemsnitsomkostningen pr. reduceret ton CO₂e ved at anvende et givet omstillingselement i et omfang svarende til et givet reduktionspotentiale. Fx hvis reduktionspotentialet for en given teknologi er 100.000 ton CO₂e om året, angiver omkostningen den gennemsnitlige omkostning pr. ton for at reducere udledningerne med 1 mio. ton over perioden 2021-2030. Den marginale omkostning angiver derimod prisen ved at øge reduktionen med yderligere ét ton CO₂e. Som oftest vil den marginale omkostning være voksende, som figuren neden for viser. Det betyder, at jo flere ton CO₂e, der reduceres ved et givent omstillingselement, jo dyrere bliver det at reducere udledningerne yderligere med det specifikke omstillingselement.

Et eksempel er udtagning af lavbundsjorder, der med det nuværende reduktionspotentiale kategoriseres som billigt. Men hvis udtagningen skal udvides, vil der skulle tages mere produktive jorder ud, og dermed bliver det dyrere. Den marginale omkostning stiger altså.



Hvis man vil mindske de samfundsøkonomiske omkostninger ved at nå et bestemt reduktionsmål, kræver det, at brugen af de enkelte omstillingselementer tilpasses, så de marginale omkostninger er ensartede på tværs af elementerne. Det er svært at sikre det princip i praksis, da man sjældent har en fuld omkostningskurve som vist i figuren, og ofte kender man kun ét eller få punkter på kurven. Derfor skal Klimarådets forslag i denne rapport ikke ses som en fuldt ud omkostningseffektiv målopfyldelse, men som et sandsynligt bud på, hvordan en omkostningseffektiv opfyldelse af 70-procentsmålet kan se ud.

Det er usikkert, hvad det koster at indfri 70-procentsmålet

Der vil være omkostninger ved at indfri målet om 70 pct. reduktion i 2030. Som allerede skitseret i teksten ovenfor er dette dog ganske vanskeligt at udregne præcist, da det ikke er indlysende, hvordan regnestykket skal stilles op, og hvilke omkostninger der skal regnes med. Der er heller ikke en entydig vej til målet i 2030, og alle veje vil med al sandsynlighed komme til at gøre brug af teknologier, som ikke er fuldt udviklede endnu. Det vil derfor være svært at sætte en eksakt pris på omkostningerne, ligesom det er svært at forudsige ændringer i forbrugeradfærden.

I dag findes der kun få offentlige studier af den samlede, samfundsøkonomiske regning ved at nå klimamålet i 2030. CEPOS har vurderet beløbet til 26 mia. kr. om året i 2030 baseret på et meget groft skøn over, hvad

reduktionen af de påkrævede ca. 19 mio. tons CO₂e vil kræve.¹¹ Ea Energianalyse har for Dansk Industri vurderet omkostningen til at være ca. 10 mia. kr. om året i gennemsnit frem mod 2030, men hvor visse omstillingsomkostninger i fx landbruget ikke er medregnet.¹⁰ De to studier benytter vidt forskellige metoder, da CEPOS fx sætter omkostningen pr. ton CO₂ fortrængt med elbiler til over 5.000 kr., mens det tilsvarende tal hos Ea Energianalyse ligger omkring 1.000 kr. Forskellen skyldes, at CEPOS ud over de rent umiddelbare omkostninger ved køb og drift af en elbil relativt til en benzinbil også medregner den mindre brugsværdi ved en elbil, som den i dag kommer til udtryk gennem afgiftssystemet. Den nuværende bilbeskatning indeholder en betydelig tilskyndelse til at købe elbiler, og da elbilsalget alligevel går trægt, konkluderer CEPOS, at elbiler giver mindre brugsværdi til ejeren.

Klimarådets overslag for den samlede regning baseret på denne rapport beskrives i boks 2.3 og lander på ca. 16 mia. kr. årligt i 2030 i faste priser. Det svarer til et stykke under én procent af Danmarks forventede BNP om ti år. Her skal det understreges, at udviklingen i BNP ikke nødvendigvis er det samme som den generelle velstandsudvikling, men andelen på under en procent giver ikke desto mindre et fingerpeg om, at den samlede omkostning er overkommelig for samfundet som helhed.

Der er dog omkostninger, som ikke er med i de 16 mia. kr., og som er værd at have for øje. Fx er det vigtigt at tage højde for omkostningerne ved de politiske virkemidler i form af afgifter, tilskud og lignende tiltag, som skal realisere de nødvendige udledningsreduktioner. Disse virkemidler kan potentielt have betydelige statsfinansielle konsekvenser og forvride samfundsøkonomien, hvis tilskud fx finansieres med højere indkomstskatter. Desuden skal man ikke undervurdere, at omstillingen kræver meget store investeringer i ny vedvarende energi, i ny infrastruktur, i energibesparelser, nye teknologier samt forskning og udvikling. Endelig er det vigtigt at huske, at klimaindsatsen i udviklingssporet skal starte ud i flere forskellige retninger, hvor ikke alle vil give gevinst i form af reduktioner. Det kan føre til yderligere omkostninger.

Der kan dog også være forhold, som trækker i modsat retning. Fx er det muligt, at en ambitiøs dansk klimaindsats inden 2030 vil styrke danske virksomheders position på verdensmarkedet for grønne løsninger, hvilket kan give et højere økonomisk afkast, end man ellers typisk ville kunne opnå. Det er også sandsynligt, at markante reduktioner inden 2030 vil lette opgaven efter 2030 med at nå målet om klimaneutralitet senest i 2050. Det betyder, at en del af de omkostninger, vi skal afholde inden 2030 for at indfri 70-procentsmålet træder i stedet for omkostninger, der skulle være afholdt mellem 2030 og 2050. Det gælder fx energireovering, som kun vil skulle foretages én gang inden 2050.

Omstillingen vil føre til nye arbejdspladser i nogle sektorer og tab af arbejdspladser i andre sektorer og generelt give anledning til uensartede virkninger på tværs af forskellige virksomheder og husholdninger. Disse andre aspekter af omstillingen er ikke analyseret i dybden i denne rapport, der har mest fokus på at begrænse den samlede samfundsøkonomiske regning for Danmark, herunder at pege på omkostningseffektive virkemidler. Det vil dog generelt være muligt at kompensere for uønskede fordelingsmæssige effekter gennem indkomstudlignende instrumenter.

Endelig er det helt centralt, at vi fra dansk side presser på for, at EU som helhed vedtager så ambitiøse fælles klimamål og tilhørende virkemidler som muligt, da det vil bidrage til lavere globale udledninger og lette omkostningerne for danske virksomheder og Danmark som helhed, på vejen mod 70 pct. reduktion i 2030.

Boks 2.3: Samfundsøkonomisk omkostning ved at indfri 70-procentsmålet

Denne rapport bruger basisfremskrivningen som referencescenarie. Derfor skal den samfundsøkonomiske omkostning ved at indfri 70-procentsmålet ses som meromkostningen i forhold til den reduktionsindsats, der sker med de nuværende rammevilkår.

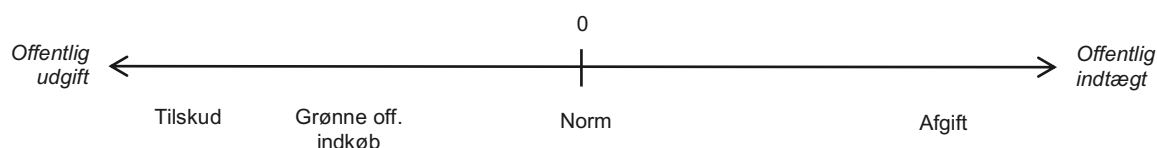
Den samlede regning udgøres af to dele. Den ene del består af omkostningen ved de kendte omstillingselementer i implementeringssporet, som kapitel 3 udvælger, og som giver omkring 60 pct. reduktion i 2030. Den anden del er baseret på prisen på de omstillingselementer, der skal tage os resten af vejen, og som præsenteres i kapitel 5. Usikkerheden her er betydelig, blandt andet fordi mange af de nødvendige teknologier ikke er færdigudviklede endnu. Mens CCS forventes at koste omkring 1000 kr. pr. ton, har Klimarådet i sit overslag sat prisen på den øvrige reduktion i udviklingssporet til et gennemsnit på 1.500 kr. pr. ton. Regnestykket er for året 2030 opsummeret nedenfor i tabellen.

	Gennemsnitlig omkostning <i>kr. pr. ton CO₂e</i>	Reduktion <i>mio. ton CO₂e</i>	Omkostning i alt <i>mia. kr.</i>
Implementeringssporet	500	11	6
Udviklingssporet:			
- CCS	1.000	4	4
- Øvrige elementer	1.500	4	6
I alt	800	19	16

Note: 2020-priser.

Indfrielse af 70-procentsmålet giver også anledning til samfundsøkonomiske omkostninger i årene inden 2030, da det vil kræve en gradvis reduktionsindsats igennem hele 2020'erne at nå målet i 2030.

Endelig skal det understreges, at tallene ovenfor vedrører samfundsøkonomi, som er et mål for den samlede velstand for alle danske aktører. Konsekvenserne for de offentlige finanser er noget andet og vil afhænge af, hvilke virkemidler der tages i anvendelse. Hvis omstillingen i høj grad baseres på afgifter, kan det være, at 70-procentsmålet i sig selv vil give en indtægt til staten. Baseres omstillingen derimod på tilskud, vil det modsatte være tilfældet. Decideret normregulering i form af krav eller forbud koster i første omgang ikke statskassen noget, mens øget klimafokus i offentlige indkøb, udbud og investeringer ofte vil betyde en merudgift for stat, regioner og kommuner sammenlignet med ikke-klimavenlige alternativer. Disse eksempler er illustreret i figur 2.2.



Figur 2.2 Illustration af konsekvenserne for de offentlige finanser ved forskellige typer virkemidler

Kilde: Klimarådet.

2.3 En klimapolitik med klimaneutralitet senest i 2050 for øje

Klimapolitikken frem mod 2030 er første skridt på vejen mod klimaneutralitet senest i 2050. Et klimaneutralt samfund vil være markant anderledes, end det vi kender i dag. Selv om det er vanskeligt at give et klart svar på,

hvordan et Danmark uden nettoutledninger ser ud, begynder konturerne af en langsigtet løsning at tegne sig. Mens vi med god sandsynlighed ved, hvad de langsigtede løsninger vil blive på nogle områder, er der dog væsentlige usikkerheder på andre. Ikke desto mindre udstikker et blik mod 2050 vigtige sigtelinjer for den omstilling, der på kort sigt skal bringe os i mål i 2030. Det vil i de fleste tilfælde samlet set være omkostningseffektivt at prioritere de omstillingslementer, som også har effekt på længere sigt, da de vil lette omstillingen efter 2030. Dette afsnit skitserer et pejlemærke, som klimaindsatsen kan sigte efter, og som har været guidende for Klimarådet i resten af denne rapport.

Klimarådets 2050-vision lægger vægt på elektrificering med vind og sol som centrale energikilder

Der er mange bud på, hvordan et klimaneutralt samfund senest i 2050 kan se ud. Fx har EU-Kommissionen, Energistyrelsen, Ingeniørforeningen og Klimakommissionen alle lavet scenarier for en grøn energiforsyning i 2050.¹² De fleste analyser peger på, at elektricitet skal spille en nøglerolle som energibærer og afløse fossile brændsler i en lang række sektorer. Særligt i persontransporten tegner elbiler sig til at blive en vinderteknologi, mens der også er perspektiv i eldrevne vare- og lastbiler, enten med batteri eller køreledninger. Indirekte elektrificering med brint eller el-baserede brændsler kan blive et alternativ for de tungeste køretøjer samt skibe og fly. El-baserede brændsler produceres ved, at elektriciteten omdannes til brint via elektrolyse, som efterfølgende kan kombineres med kulstof eller kvælstof og skabe syntetiske brændsler. På varmeområdet vil eldrevne varmepumper spille en nøglerolle i både fjernvarmen og den individuelle opvarmning. Endelig er der et betydeligt potentiale for elektrificering af industriens processer, hvor også indirekte elektrificering kan komme på tale. Et nyligt studie peger dog på, at direkte elektrificering som hovedregel er billigere end indirekte elektrificering i alle sektorer, hvis det ellers er teknisk muligt.¹³

Øget elforbrug kræver også øget elproduktion baseret på vedvarende kilder. Her vil vind- og solkraft komme til at spille en meget væsentlig rolle fremadrettet, ligesom det allerede er tilfældet i dag, og fortsatte prisfald på vindmøller og solceller vil yde et betydeligt bidrag til elektrificeringen. Danmark har adgang til nogle af de bedste ressourcer for havvind i verden, nemlig i Nordsøen og Østersøen, hvilket taler for en betydelig udbygning med vindmøller til havs.

Traditionel kraftvarme mister betydning

Stigende mængder elektricitet baseret på vind og sol vil i vid udstrækning kunne fortrænge brændselsbaseret elproduktion. Det vil også betyde et mindre fokus på kraftvarme, som traditionelt har været rygraden i det danske energisystem. Brændselsbaserede kraftværker skal primært fungere som backup for vind og sol i perioder, hvor vinden ikke blæser og solen ikke skinner, hvis de da ikke udkonkurreres af udveksling af elektricitet over store afstande med andre lande, energilagere i form af fx batterier eller fleksible forbrugsløsninger.

Klimarådet forventer, at biomasse til kraftvarme gradvist vil blive reduceret i takt med, at eksisterende fjernvarmeaftaler udløber, og at rammevilkår tilpasses, så de bedre afspejler samfundsøkonomien. På den måde vil alternative løsninger som varmepumper, geotermi og overskudsvarme vinde frem. I stedet bør biomassen bruges de steder, hvor den gør mest gavn, og hvor elektrificering er vanskelig. Det gælder især materialer og brændstoffer til skibe, fly og dele af den tunge transport. Biomasse er på globalt plan en begrænset ressource, som kun i begrænset grad vil kunne dække det danske energibehov.

På affaldsområdet har Danmark historisk brændt affald af til energiformål, men i en klimaneutral fremtid vil affaldsmængderne højst sandsynligt være mindre. Affaldsmængderne skal reduceres ved i højere grad at tænke i genanvendelse af produkter og mindre madspild. Dette taler for, at den danske kapacitet til forbrænding af affald bliver reduceret i fremtiden.

Boligerne skal være intelligente og bygget af klimavenlige materialer

Et større elforbrug fra blandt andet elbiler og individuelle varmepumper i 2050 skaber behov for, at dette forbrug bliver smart og fleksibelt. Det skal minimere de samlede omkostninger til vedvarende elproduktion og udbygning af elnettet. Mange bygninger vil kunne levere noget af denne fleksibilitet og bidrage til balanceringen af det samlede energisystem. Det kan muligvis ske med etableringen af solceller på tagene af disse bygninger kombineret med batterier, elbiler og varmepumper. Intelligent styring af alle disse enheder vil derfor være et essentielt element i fremtidens energisystem.

Energibesparelser er også en del af denne ligning, så længe det er samfundsøkonomisk optimalt at reducere energiforbruget fremfor at etablere og transportere ny energiproduktion. De fleste 2050-scenarier indeholder solide energibesparelser, der mindsker behovet for udbygning med energiproduktion baseret på vedvarende energi.

Men vi skal ikke kun nedbringe energiforbruget i boliger og bruge energien smart. Lige så vigtigt er valget af fremtidens byggematerialer. Vi er formentlig allerede i dag nået til det punkt, hvor nye bygningers udledninger fra materialeforbrug og byggeri overstiger udledninger fra energiforbruget i bygningernes levetid. Det fordrer et øget fokus på klimabelastningen fra byggematerialer. Fx kan træ og andre plantematerialer tænkes at dække en del af det fremtidige behov og dermed delvist erstatte CO₂-intensive materialer som beton og stål.

Fremtidens fødevarer skal i højere grad være plantebaserede

I 2050 skal fødevarerforbruget og -produktionen i hele verden se markant anderledes ud. For at kunne brødføde en stigende verdensbefolkning, og samtidig sikre et rimeligt niveau af natur og drikkevandsbeskyttelse, skal fremtidens fødevarer produceres langt mere ressourceeffektivt. Det betyder, at kosten i langt højere grad end i dag skal være plante- og/eller laboratoriebaseret. Produktionen af kød giver mellem 10 og 50 gange højere udledninger pr. gram protein end bælgfrugter, og derudover lægger den animalske produktion, inklusiv dyrkning af foder, beslag på næsten 80 procent af de globale landbrugsarealer¹⁴. Dertil kommer trækket på vandressourcer og den generelle miljøbelastning ved dyrkning af foder og håndtering af dyrenes gødning. En fastholdelse af nuværende produktionsmønstre vil ikke flugte med klimamål og FN's bæredygtighedsmål.

Gennem udvikling af forarbejdnings teknologien, bioraffinering og stammecellebaseret produktion vil planter i stigende grad erstatte animalsk input til fødevarerproduktionen og sammen med kostændringer vil dette medvirke til at nedbringe udledningerne og miljøbelastningerne. Når miljøomkostninger indregnes, vil plantebaseret fødevarerproduktion i 2050 kunne give betydeligt billigere produkter, sammenlignet med de animalsk baserede. Dette vil kunne drive en mere plantebaseret fødevarerefterspørgsel globalt og i Danmark

Oversat til en dansk kontekst peger dette på en fødevarerproduktion, der i højere grad baserer sig på højteknologisk, bæredygtig dyrkning af arealer, hvor plantebaserede råvarer går både til direkte forbrug og bruges som input til bioraffinering, til forædlede fødevarer, i medicinalindustrien, i den kemiske industri og til energiproduktion. Med bioraffinering kan der produceres plantebaserede proteiner, der kan erstatte animalske ingredienser i fødevarer til konsum. Plantebaserede proteiner kan også bruges som dyrefoder eller input til stamcellebaseret kød- og mælkeproduktion. Dette vil kunne reducere efterspørgslen efter animalske produkter og frigøre arealer, hvor der i dag dyrkes foder til den animalske produktion. Disse arealer vil kunne bruges til fx yderligere plantebaseret fødevarerproduktion, produktion af energiforgrøder eller omlægning til naturarealer og skovrejsning med fokus på miljøgevinstene, øget biodiversitet, grundvandssikring og rekreative værdier.

Negative udledninger bliver et nøgleområde inden 2050

Det er næppe samfundsøkonomisk optimalt at reducere alle udledninger til nul. Det gælder fx i landbruget. De tilbageværende udledninger skal derfor kompenseres via optag af CO₂, såkaldte negative udledninger. Danmark kan suge CO₂ ud af atmosfæren gennem skovrejsning, optag af kulstof i jorder, skovlandbrug, biokoks eller lagring af kulstof fra biogene kilder eller luft. Skal Danmark være klimaneutral, skal disse redskaber anvendes i betydeligt omfang og bane vejen for en klimanegativ fremtid efter 2050, hvilket stort set samtlige klimascenarier fra FN's klimapanel, IPCC, peger på bliver nødvendigt for at begrænse temperaturstigningen til 1,5 grader.

Danmarks undergrund er i forhold til europæisk niveau relativt velegnet til lagring af CO₂. Det giver gode muligheder for at udnytte CCS-teknologien, hvor CO₂ indfanges fra skorstenen og pumpes ned i undergrunden. CCS vil formentlig især være relevant på store industrianlæg og i forbindelse med affaldsforbrænding og opgradering af biogas. Hvis CCS tages i anvendelse i stor skala, kan en helt ny infrastruktur komme på tale i form af et net af rørledninger til transport af CO₂.

Danmark kan blive grøn energiekseportør

Danmark bør frem mod 2050 overveje, om en dansk klimaindsats kan hjælpe den grønne omstilling i resten af Europa. Danmark kan fx tænkes at få en rolle som eksportør af grøn energi til vores omverden på grund af det store havvindpotentiale. Det kan fx ske ved, at Danmark lægger havbund til vindmøller, der leverer grøn strøm til

lande som Tyskland eller Polen, og ved at Danmark producerer brint eller flydende brændsler med elektricitet som et vigtigt input. Danske virksomheder skal her konkurrere på et internationalt marked for grønne brændsler, der må forventes at blive meget stort.

Samtidig bør det overvejes, om Danmark skal tillade import og lagring af andre landes CO₂. Det kan vise sig at give god mening både økonomisk og klimamæssigt, hvis det tillader andre lande at komme af med deres CO₂ til en lavere pris, end de ville kunne i deres eget land. Omvendt bør det vurderes, om Danmark med fordel kan afsætte sin CO₂ i andre lande, hvis disse har endnu bedre muligheder for lagring. Her skal risikoen for, at CO₂'en slipper ud fra undergrunden igen, naturligvis tages i betragtning.

2.4 National klimaindsats under hensyntagen til kulstoflækage

Målet om 70 pct. reduktion vedrører udledningerne fra dansk territorium. Men da drivhusgasser påvirker det globale klima på samme måde uanset oprindelsesland, er det nødvendigt med et globalt perspektiv på klimaindsatsen. Danske klimatiltag har indflydelse på udledningerne i andre lande i både positiv og negativ retning, og det er vigtigt at have disse effekter for øje, hvis den danske indsats skal have størst muligt globalt aftryk.

Kulstoflækage bør være i fokus i den danske omstillingsindsats

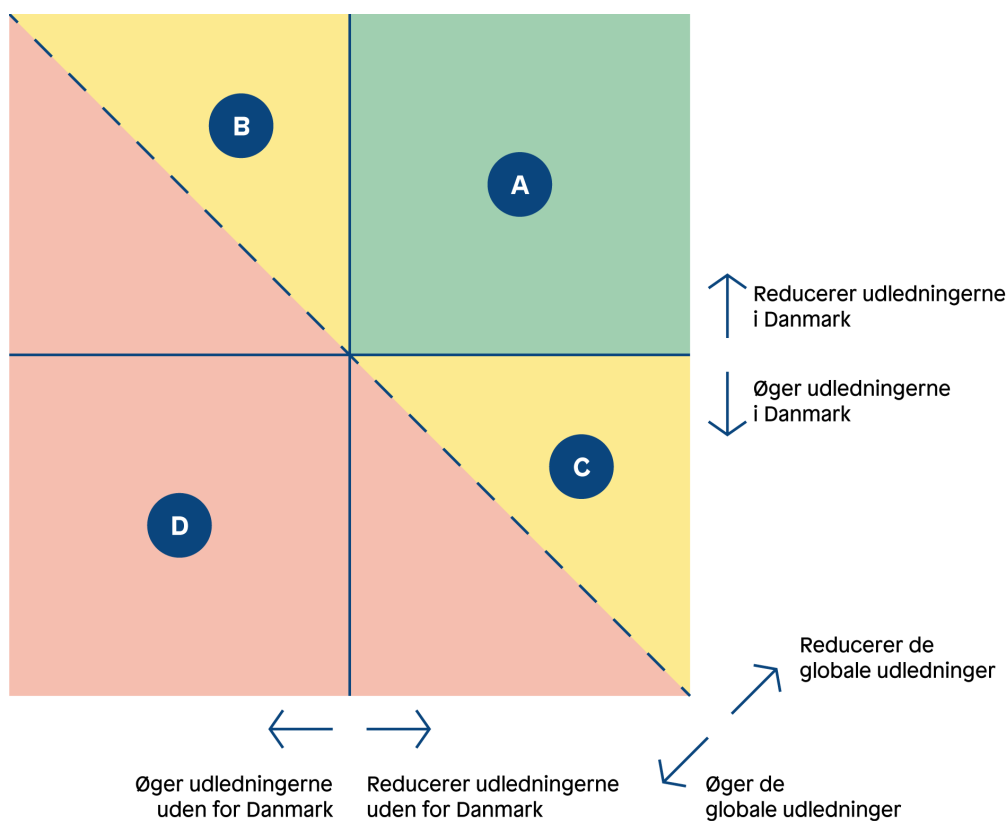
Kulstoflækage betegner det fænomen, at en skrap drivhusgasregulering i fx Danmark blot får en del af produktionen og dermed udledningerne til at flytte til andre lande med mere lempelig regulering. Det kan enten ske ved, 1) at virksomhederne flytter deres produktionsfaciliteter udenlands, 2) at danske virksomheder helt lukker på grund af den skrappe regulering eller 3) at danske virksomheders produktion reduceres. I de to sidste tilfælde opstår lækagen ved, at udenlandske virksomheder øger produktionen svarende til hele eller dele af den danske produktionsnedgang. Dette kan i nogle tilfælde bevirke en højere udledning pr. produceret enhed, hvis Danmark er mere effektiv end den tilsvarende udenlandske producent. Hertil kan der være lækage igennem markedet for fossile brændsler, hvilket vil sige, at hvis Danmark bruger mindre sort energi, så vil det til en vis grad modsvares af en stigning i forbruget af fossile brændsler i andre lande.

Fokuseres der snævert på at reducere de danske territoriale udledninger, er der ingen grund til at tage højde for lækage. Men hvis dansk klimapolitik skal bidrage til den globale klimaindsats på bedst mulig måde, er fokus på lækage et afgørende element. Dette fokus har Klimarådet haft i sit hidtidige arbejde, og det er også en intention i aftalen om en ny klimalov, hvor det hedder, at *"...vi skal sikre os, at danske tiltag ikke blot flytter hele drivhusgasudledningen uden for Danmarks grænser."*

Aftalen om den nye klimalov giver ikke præcise instrukser om, hvordan man skal balancere hensynet til at reducere de territoriale danske udledninger billigt muligt i forhold til risikoen for lækage. Klimarådet mener, at risikoen for lækage er én af flere omkostninger ved et givent virkemiddel. Denne risiko skal indgå på linje med øvrige omkostninger som en del af beslutningsgrundlaget i prioriteringen af omstillingsselementer og virkemidler. Derfor er der taget hensyn til lækage i valg af omstillingsselementer i kapitel 3 og i de anbefalinger til virkemidler, som Klimarådet giver i kapitel 4.

Danske initiativer påvirker indenlandske og udenlandske udledninger forskelligt

Figur 2.3 giver et bud på, hvordan der systematisk kan tænkes over kulstoflækage. Forskellige omstillingsselementer kan placeres i et koordinatsystem, hvor den lodrette akse angiver bidraget til at reducere de danske, territoriale udledninger, mens den vandrette akse viser bidraget til reduktioner uden for Danmarks grænser. På begge akser kan bidraget både være positivt og negativt. Den diagonale, stiplede linje udgør en tredje akse, således at de globale udledninger givet ved summen af danske og udenlandske udledninger reduceres over akse og øges under akse.



Figur 2.3 Skabelon til vurdering af reduktionspotentialet i Danmark og i udlandet for forskellige omstillingselementer

Anm.: Eksempler på omstillingselementer i de enkelte bogstavindikerede områder gives i teksten nedenfor.

Kilde: Klimarådet.

Figur 2.3 er inddelt i fire områder angivet med bogstaver. Nedenfor præsenteres eksempler på omstillingselementer i hvert område.

- A. **Her reduceres udledninger både i Danmark og i udlandet.** Det vil ofte være tilfældet, hvis Danmark reducerer forbruget af en vare, som har stort klimaaftryk, og som har producenter på hjemmemarkedet, fx cement. Forbrugsreduktionen vil i de fleste tilfælde føre til både en produktionsnedgang i Danmark og mindre import fra udlandet. Effekten kan dog i en vis grad blive udvandet ved, at andre lande muligvis vil aftage en del af den produktion, som Danmark ikke længere forbruger. Denne form for lækage betegnes som kulstoflækage på forbrugssiden, se også Boks 2.4.
- B. **Her reduceres danske udledninger, mens udledningerne i udlandet stiger i mindre grad.** Det vil ofte være tilfældet, hvis Danmark reducerer produktionen af et produkt med høj udledningsintensitet som cement. En del af den danske produktion vil blive overtaget af udenlandske fabrikker og dermed lede til kulstoflækage på produktionssiden. Boks 2.4 beskriver i matematiske termer, hvad der bestemmer lækagen på henholdsvis produktions- og forbrugssiden.
- C. **Her reduceres de globale udledninger, selv om Danmark oplever en forøgelse af de territoriale udledninger.** Det kan ske ved dansk produktion af flybrændstof fra biogas, som så anvendes internationalt. I et scenarie, hvor biogas ikke kan dække hele det danske gasforbrug frem mod 2030, så der ikke er biogas i overskud, vil kanalisering af biogasressourcen til international transport umiddelbart øge danske udledninger

ved øget brug af naturgas. Den samlede, globale klimaeffekt kan dog være positiv, hvis det fortrængte fossile flybrændstof er mere klimaskadeligt end naturgas.

- D. **Her øges de globale udledninger som følge af danske initiativer.** Et eksempel på dette er 1.-generationsbiobrændstof baseret på fx palmeolie som erstatning af benzin og diesel. Selv om dette omstillingselement reducerer danske udledninger i regnskabsmæssig forstand, øges de globale udledninger, fordi denne type biobrændstof set i et globalt livscyklusperspektiv er mere klimaskadeligt end benzin og diesel.¹⁵

Omstillingselementer i forskellige områder af figur 2.3 kan kombineres for at modvirke lækageeffekter i udlandet. Fx vil reduceret dansk produktion af cement i kombination med en tilsvarende nedgang i dansk cementforbrug ikke påvirke balancen mellem udbud og efterspørgsel på det internationale cementmarked.

Boks 2.4: Kulstoflækage

Hvis Danmark reducerer den hjemlige produktion af en udledningsintensiv vare, som handles på verdensmarkedet, vil udbuddet falde, og verdensmarkedsprisen stige. Den højere pris tilskynder udenlandske producenter til at øge deres produktion, hvilket giver anledning til øgede udledninger i udlandet og dermed kulstoflækage. Lækageraten måles som forøgelsen af udlandets udledninger for hvert ton reduktion af de danske udledninger.

Lækageraten afhænger især af, hvor meget verdensmarkedsprisen umiddelbart forøges af det mindre danske udbud, og hvor meget den udenlandske produktion vil stige på grund af den højere pris. Disse størrelser kaldes henholdsvis forbrugets priselasticitet (ε_F) og produktionens priselasticitet (ε_P). Under forudsætning af, at den konkrete vare produceres lige klimabelastende i både Danmark og udlandet, kan lækageraten i en simpel, partiel model beregnes til:

$$\text{Lækage på produktionssiden} = \frac{\varepsilon_P}{\varepsilon_P + \varepsilon_F}$$

Ligningen viser, at lækagen bliver særlig stor, hvis udlandets produktion reagerer meget på stigende priser (ε_P stor), og hvis forbruget er meget lidt prislelsomt (ε_F lille), således at mindre dansk produktion bare bliver udskiftet med produktion fra andre lande.

Lækage kan også opstå på forbrugssiden, hvis Danmark reducerer forbruget af et klimaskadeligt produkt og dermed umiddelbart sænker verdensmarkedsprisen. Her måler lækageraten, hvor meget forbruget og dermed udledningerne fra den tilhørende produktion stiger i udlandet for hvert ton reduktion af udledningerne foranlediget af dansk forbrug. Lækageraten er da:

$$\text{Lækage på forbrugssiden} = \frac{\varepsilon_F}{\varepsilon_P + \varepsilon_F}$$

Forbrugslækagen er stor, hvis forbrugere i andre lande reagerer meget på den lavere pris (ε_F stor) og dermed køber de varer, som danskerne ikke gør, og hvis produktionen og dermed udledningerne er meget lidt følsomme over for lavere priser (ε_P lille).

Kulstoflækagen afhænger også af udlandets klimapolitik

Eksemplerne ovenfor tager udgangspunkt i, at dansk påvirkning af udlandets udledninger først og fremmest sker gennem ændringer i verdensmarkedsprisen på internationalt handlede varer som fx cement og olie. Men

påvirkningen kan også ske gennem andre kanaler. Klimaloven betoner, at Danmark skal være et foregangsland på klimaområdet, og en betydelig dansk klimaindsats kan fx i internationale klimaforhandlinger inspirere andre lande til at øge deres ambitioner. Danmark kan også være et foregangsland på konkrete områder ved at demonstrere en omkostningseffektiv reduktionsindsats eller ved at udvikle og modne teknologi, der kan gøre omstillingen billigere uden for landets grænser. Dette har fx været tilfældet med vindkraft.

I det hele taget er det næppe retvisende at antage, at udlandets klimaindsats ikke påvirkes af danske tiltag. Stort set alle verdens lande har meldt klimamål til FN, og i mange lande er målene reelt bindende. Det betyder, at hvis dansk klimapolitik leder til kulstoflækage og dermed øgede udledninger i et af disse lande, vil landet være nødt til at stramme klimaindsatsen op i en anden sektor, hvis det stadig skal kunne overholde sit klimamål. På den måde reducerer bindende klimamål risikoen for kulstoflækage. I en situation, hvor alle verdens lande har bindende klimamål, vil der slet ikke være lækage.

En yderligere politisk påvirkning af lækagen sker gennem det europæiske kvotesystem. Systemet indebærer, at hvis Danmark reducerer udledningerne i de kvoteomfattede sektorer, frigiver vi i et vist omfang kvoter, som kan bruges i andre lande, hvilket øger lækagen.¹⁶ På den korte bane er denne effekt ganske beskeden, da overskydende kvoter i systemet slettes i en særlig reserve, men på længere sigt kan kvotesystemet potentielt give anledning til betydelige lækageeffekter.

Det er grundlæggende svært at sætte tal på omfanget af lækage i forskellige sektorer, men Det Miljøøkonomiske Råd har givet et bud ud fra antagelser om omverdenens klimapolitik.¹⁷ Studiet viser, at hvis resten af verdens lande lever op til deres løfter givet i regi af Parisaftalen, vil en dansk reduktion af udledningerne i de energiintensive industrier som fx cement med ét ton CO₂ føre til en forøgelse af udlandets udledninger med 0,76 ton. Det er især de langsigtede effekter i kvotesystemet, der giver den betydelige lækagerate, og dermed bygger tallet også på en antagelse om, at kvotesystemet ikke ændres markant i løbet af de næste 20-30 år. Dette virker usandsynligt, idet den nye Kommission allerede har fremlagt planer for at revidere kvotesystemets regler og ambitionsniveau.¹⁸ I landbruget, som ikke er omfattet af kvotesystemet, vil stigningen i udlandets udledninger kun være 27 procent, såfremt de fleste af verdens lande lever op til Parisaftalen. I begge tilfælde er den danske reduktion skabt af en afgift, men hvis andre virkemidler som fx tilskud i stedet bruges, kan lækageraterne blive betydeligt mindre eller helt elimineret.

Denne rapport er primært afgrænset til de territoriale udledninger

Denne rapport har 70-procentsmålet som omdrejningspunkt. Det betyder, at fokus er afgrænset til de danske territoriale udledninger. Derfor præsenterer kapitel 3 og 5 henholdsvis kendte og nye muligheder for at reducere de udledninger, som målet vedrører, mens kapitel 4 giver anbefalinger til virkemidler, der kan gennemføre disse omstillingsselementer. Kapitlerne tager hensyn til muligheden for lækage i både udvælgelsen af omstillingsselementerne og i udformningen af virkemidlerne.

Klimarådet har i andre sammenhænge udtalt sig om udledningerne forbundet med danske aktiviteter, som ligger uden for landets grænser eller som på anden måde ikke indgår i det officielle, danske drivhusgasregnskab. Det gælder fx Klimarådets analyse af luftfarten, der primært er international, og hvis udledninger derfor stort set ikke tæller med i de danske udledninger.¹⁹ Et andet eksempel er Klimarådets rapport om biomasse fra 2018, der stiller skarpt på kulstofoptaget i de udenlandske skove. Mange af de danske træpiller kommer fra udenlandske skove, og spørgsmålet er, hvorvidt kulstofoptaget i de udenlandske skove kan kompensere for den reelle CO₂-udledning fra danske biomassekraftværker.²⁰ Klimarådets syn på biomasse præsenteres kort i boks 2.5.

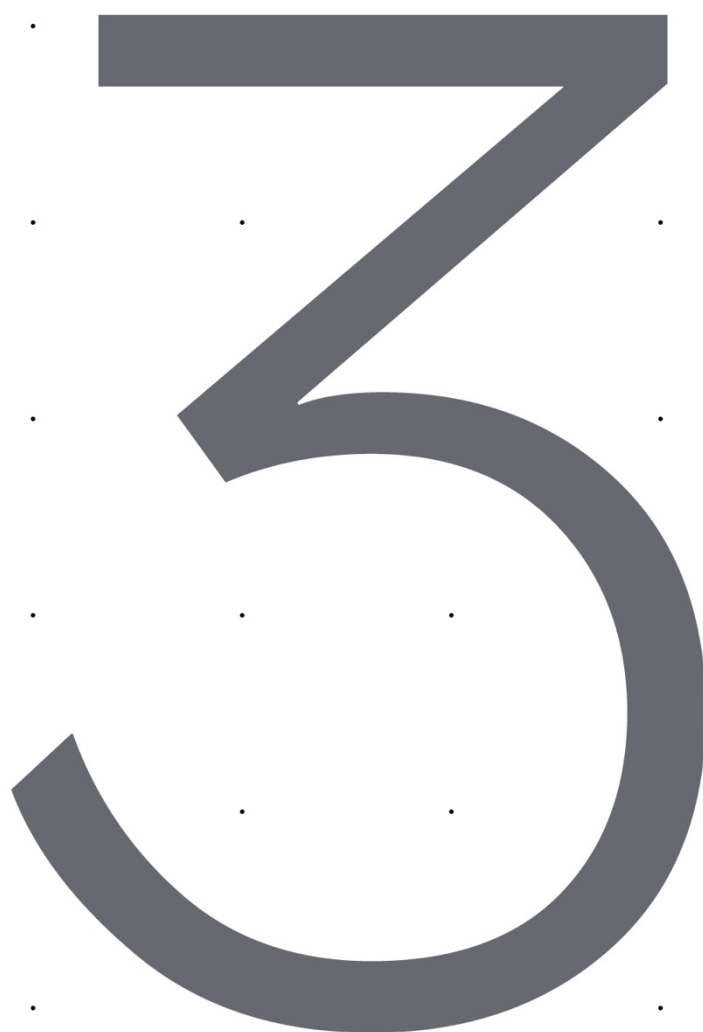
Klimarådets mener, at dansk klimapolitik både skal have de nationale og de globale udledninger for øje. Det nationale perspektiv følger naturligt af, at Danmark har et territorielt ansvar i henhold til FN-systemet, mens det er vigtigt at kigge på det globale perspektiv, fordi drivhusgasser påvirker det globale klima på samme måde uanset oprindelsesland. Ofte vil de to hensyn være i modstrid med hinanden, og i disse tilfælde betoner Klimarådet en afbalanceret klimaindsats, der fx ikke bare reducerer danske udledninger på bekostning af udledning uden for landets grænser.

Boks 2.5: Biomassens klimaaftryk

Brug af biomasse og andre biogene brændsler regnes i Danmark som CO₂-neutralt i henhold til de internationale regler på området, også selv om der kommer CO₂ ud af danske skorstene, når der anvendes biomasse. Biomassens udledninger skal i stedet bogføres som en forværring af balancen for skov og arealanvendelse (LULUCF) i det land, hvor biomassen høstes. I henhold til bemærkningerne til den kommende klimalov, vil biomasse tælle som CO₂-neutralt i målopfyldelsen af 70-procentsmålet, og derfor benytter denne rapport samme forudsætning.

Klimarådet har dog i rapporten *Biomassens betydning for den grønne omstilling* fra 2018 sat spørgsmålstegn ved, om de internationale regler er tilstrækkelige til, at biomassens klimaaftryk bogføres korrekt. Samtidig finder rådet det ikke godtgjort, at de frivillige danske regler på området tager tilstrækkelig hånd om, at særligt importerede træpiller ikke har ført til en forværring af kulstofbalancen i de skove, hvor biomassen kommer fra. Derfor har Klimarådet anbefalet en strammere myndighedskontrol med den biomasse, der anvendes i Danmark.

Hvis dele af den anvendte biomasse ikke er tilstrækkeligt bæredygtige, mener Klimarådet ikke, at de bør tælle som vedvarende energi, og udledningerne fra afbrændingen bør derfor også indgå i den danske drivhusgasopgørelse. Da biomasse har spillet en markant rolle i den danske grønne omstilling i de seneste ti år, kan en sådan ændret opgørelsespraksis betyde, at det bliver markant sværere at opfylde 70-procentsmålet. Men hvis man ikke ændrer reguleringen af biomasse, vil der kunne stilles spørgsmålstegn ved om, Danmark reelt har reduceret udledningerne med 70 pct., når det ikke er muligt at vide, om den anvendte biomasse reelt er klimaneutral.



• • • • • •

Klimaindsatsens implementeringsspor
– de kendte omstillingselementer

• •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

3. Klimaindsatsens implementeringsspor – de kendte omstillingselementer

Omstillingen mod 70 pct. reduktion af drivhusgasudledninger i 2030 kræver, at vi som samfund skal accelerere den omstilling med kendte teknologier og praksisser, som vi allerede er i gang med, men den kræver også, at vi skal udvikle og planlægge omstillingens nye og mere ukendte teknologier samt de større ændringer i adfærd, vaner og forbrugsmønstre.

Når talen falder på grøn omstilling, tænker mange på, at fossilbaseret teknologi erstattes med tilsvarende grøn teknologi. Det kan være, at oliefyret skiftes ud med en varmepumpe, og at benzinbilen fravælges til fordel for en elbil. Eller det kan være energieffektiviseringer, der tillader den samme komfort, men med mindre energiforbrug. Fælles for alle disse teknologiske muligheder er, at de gør os i stand til at opretholde noget nær vores nuværende adfærd og forbrugsmønstre, og i det lys er de tiltalende for mange. Mange af de kendte omstillingselementer, som denne rapport identificerer, har et fokus på teknologiske muligheder. Men særligt inden for jordbruget eksisterer der også en række omstillingselementer, der ikke omhandler teknologier, men derimod ændrede praksisser som fx udtagning af lavbundsjord og omlægning til vedvarende græs eller energipil.

I dette kapitel starter Klimarådet med at analysere, hvor langt vi kan komme med kendte omstillingselementer på vejen mod 2030. Det drejer sig om ændringer, vi allerede i større eller mindre omfang er begyndt på i dag. Brugen af de kendte omstillingselementer er den nemmeste del af omstillingen, hvis vi vurderer den i et politisk og økonomisk perspektiv, og derfor starter analysen der.

Men som denne analyse vil vise, er det langt fra nok blot at tage de kendte omstillingselementer i brug, hvis 70-procentsmålet skal opfyldes. Kapitel 3 behandler kun det ene spor i den nødvendige omstilling, nemlig implementeringssporet, der skal sikre reduktioner af de danske udledninger på den korte bane. Sideløbende skal andre og formodentlig også sværere omstillingselementer tages i brug. Det gælder både teknologier, der endnu er på et tidligt udviklingsstadium, og som kræver yderligere forskning, udvikling og demonstration, inden de er kommercielt tilgængelige i fuld skala, og det gælder større og mere gennemgribende ændringer af adfærd, vaner og forbrugsmønstre. Disse elementer beskrives i kapitel 5.

Reduktionspotentialerne er vurderet relativt til basisfremskrivningen

Dette kapitel foretager en screening af, hvor meget Danmark kan reducere udledningerne frem mod 2030 med kendte og primært teknologiske omstillingselementer. Udvælgelsen af elementer er baseret på de principper, der skitseres i kapitel 2, hvilket vil sige:

- Ingen af de nævnte potentialer vurderes at være *meget dyre*, således at de fleste ligger i kategorien *billig* eller *medium*, mens kun et enkelt er i kategorien *dyrt*, jf. tabel 3.1.
- Alle omstillingselementer peger frem mod det langsigtede mål om klimaneutralitet senest i 2050.
- Ingen af omkostningselementerne vurderes at have store lækageeffekter.

Udgangspunktet for kapitlets beregninger er Energistyrelsens *Basisfremskrivning 2019*, som bygger på historiske data til og med 2017 og herefter fremskriver udviklingen til og med 2030. Denne fremskrivning angiver forventningen til de danske udledninger frem til 2030, hvis der ikke vedtages ny politik. Med udgangspunkt i dette referencescenarie vurderer Klimarådet potentialerne for yderligere drivhusgasreduktioner ud over dem, der er indeholdt i fremskrivningen. Udvælgelsen af omstillingselementer og vurderingen af potentialer tager i vidt omfang udgangspunkt i eksisterende studier. Energistyrelsen udkom i november 2019 med *Energistatistik 2018*, og her indgår historiske tal for energiforbruget og udledningerne i 2018. I de følgende afsnit præsenteres dog de historiske data fra basisfremskrivningen for at sikre konsistens med de præsenterede værdier for 2030.

Virkemidler skal realisere kapitlets potentialer

Kapitlets reduktionspotentialer realiseres ikke af sig selv. Det kræver ny politik at levere reduktioner ud over basisfremskrivningen, der som nævnt skitserer udviklingen i fravær af ny politik. Derfor skal kapitlets omstillingselementer realiseres ved hjælp af politiske virkemidler. Kapitel 4 præsenterer en pakke af virkemidler, der primært er målrettet de kendte omstillingselementer, som dette kapitel fokuserer på. Men virkemidlerne vil også tilskynde til adfærdsmæssige ændringer og skabe markeder for nye teknologier.

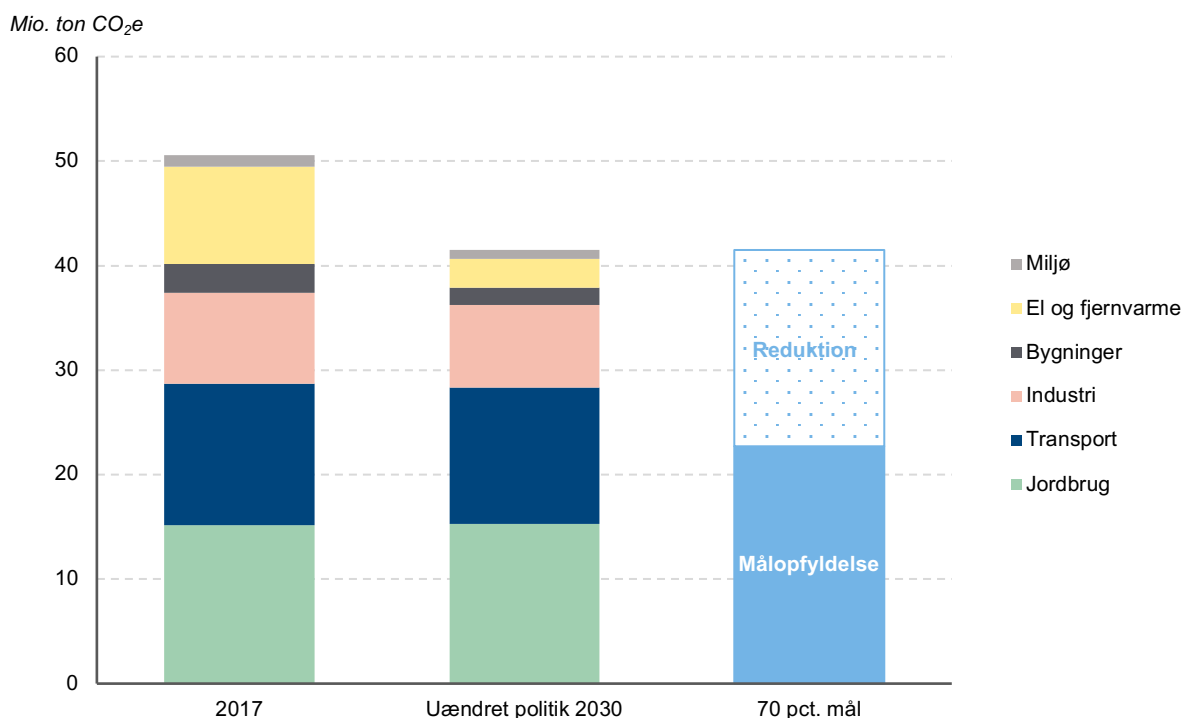
Rækkefølgen med først at beskrive omstillingselementer og dernæst virkemidler er et analytisk greb, der letter fremstillingen, selvom det ikke er helt uproblematisk. De to begreber hænger uløseligt sammen, og ofte afhænger det fordelagtige i et omstillingselement af, om der findes et godt virkemiddel, der kan forløse potentialet. Fokus på sammenhængen mellem teknologi, adfærd og virkemidler er et eksempel på den systemtænkning, der er nødvendig, hvis den grønne omstilling skal gennemføres mest hensigtsmæssigt.

De danske udledninger opdeles i seks sektorer, men med tværgående tænkning

Kapitlet starter med et tværgående afsnit om grøn gas, der sammen med besparelser kan reducere udledninger i mange forskellige sektorer, hvor der i dag anvendes fossil naturgas, ligesom bioforgasning kan nedbringe landbrugets metanudledninger. Derfor behandles gas specifikt i afsnit 3.1. Herefter opdeler kapitlet de danske udledninger i seks sektorer, som hver især gennemgås i afsnit 3.2 til 3.7. Det drejer sig om transport, jordbrug (landbrug samt arealanvendelse og skov), bygninger (herunder privat og offentlig service), el- og fjernvarme, industri samt miljø (herunder deponering af affald, biologisk affaldsbehandling og spildevand). Den skarpe sektoropdeling letter den analytiske fremstilling i lyset af, at langt de fleste omstillingselementer er sektorspecifikke. Men også i gennemgangen af de enkelte sektorer er det afgørende at have systemtænkning for øje. Fx vil en øget produktion af vedvarende energi i el- og fjernvarmesektoren påvirke CO₂-besparelsen af et energispareinitiativ i bygningerne eller i industrien. Kapitlet vil derfor løbende understrege, når der er vigtige interaktioner mellem de forskellige sektorer at tage hensyn til.

Danmark skal reducere udledningerne med yderligere 19 mio. ton CO₂e i 2030 for at nå de 70 pct.

Figur 3.1 viser den forventede udvikling i de enkelte sektorer i basisfremskrivningen sammenlignet med 70-procentsmålet. Fremskrivningen viser et reduktionsbehov på yderligere 19 mio. ton CO₂e i 2030, hvis der ikke vedtages ny politik. Figuren viser desuden, at reduktionen i udledningerne frem mod 2030 primært vil ske i el- og fjernvarmesektoren, mens udledningerne i transportsektoren og jordbruget forventes at forblive nogenlunde på 2017-niveau uden yderligere tiltag.



Figur 3.1 Forventet udvikling i udledningerne af drivhusgasser fordelt på sektorer og drivhusgasmål i 2030

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019* og Klimarådet.

Tendensen i udledningerne afspejler sig også i energiforbruget fordelt på energiformer. I 2030 forventes det samlede bruttoenergiforbrug at være på ca. 780 PJ, hvilket er nogenlunde på samme niveau som i 2017. Heraf vil olieforbruget udgøre 273 PJ, forbrug af gas 75 PJ (heraf 19 PJ biogas og 56 PJ naturgas), kul 13 PJ og fossilt affald 18 PJ, mens resten vil være baseret på vedvarende energi som biomasse, vind og sol.

Generelt vil indfrielsen af 70-procentsmålet medføre væsentlige ændringer i vores nuværende energiforbrug. En del af omstillingen skal ske gennem elektrificering, hvor der i dag anvendes gas. Samtidig indebærer andre omstillingselementer øget brug af gas. I boks 3.1 beskrives Klimarådets metode til at vurdere klimaeffekterne ved ændret el- og gasforbrug.

Boks 3.1: Behandling af gas- og elforbrug i rapporten

Elforbrug

I beregningerne i denne rapport antager Klimarådet, at udbygningen med vindkraft og solceller accelereres, så den både kompenserer for den brændselsbaserede elproduktion, der falder bort, og samtidig følger med en stigende efterspørgsel på elektricitet. Dette kan ske enten gennem statslige udbud eller gennem udbygning på markedsvilkår. Af denne årsag regnes øget elforbrug ved elektrificering som drivhusgasneutralt. Klimarådet beregner et samlet, øget elforbrug ved gennemførelse af omstillingselementerne, som kan danne grundlag for beslutninger om øgede udbud af havvind. Omstillingselementerne i dette kapitel kræver en øget udbygning på ca. 3 GW havvind. Omstillingselementerne i udviklingssporet kræver yderligere udbygning, hvis størrelse afhænger af, hvilke elementer der realiseres.

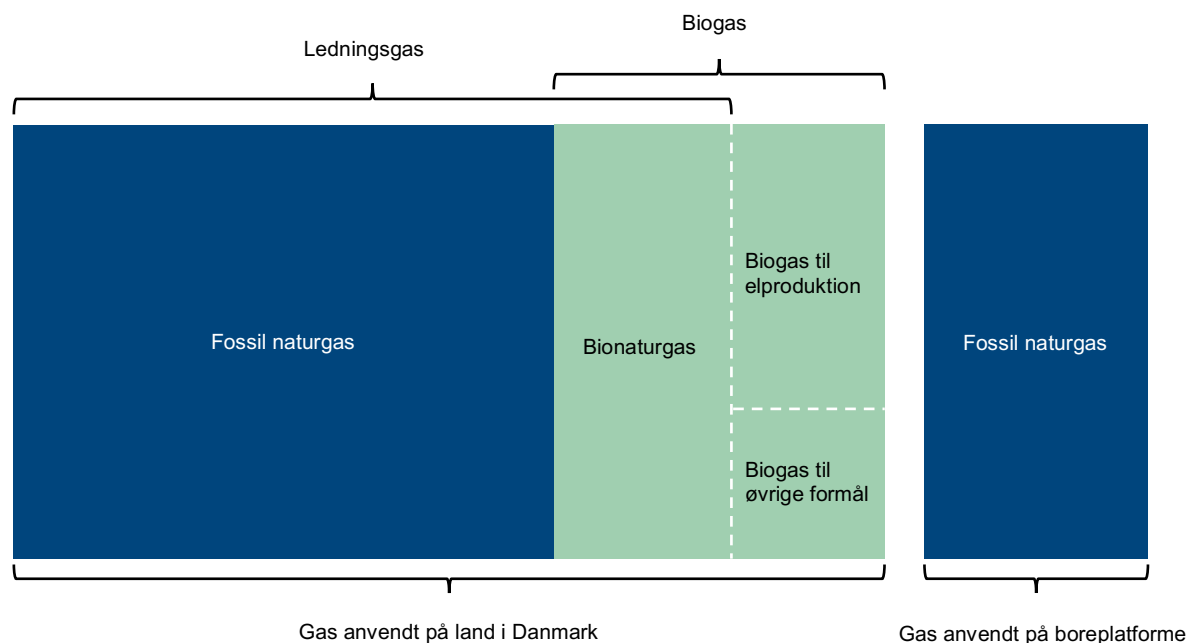
Gas

Bionaturgas indgår som en del af den samlede ledningsgas, der leveres til gasforbrugerne. Når der spares på ledningsgassen et sted, vil det ved en given mængde bionaturgas i nettet betyde, at biogasandelen bliver højere et andet sted. Derfor regnes alle gasbesparelser som naturgasbesparelser i de enkelte sektorer. På samme måde regnes al yderligere produktion af grøn gas som en fortrængning af naturgas i Danmark. Dette vil være tilfældet indtil der er opnået 100 pct. grøn gas i gassystemet. Med de omstillingselementer, som beskrives i denne rapportes implementeringsspor, nås dette punkt ikke inden 2030, men kraftige reduktioner i forbruget og en fortsat udbygning af biogas resulterer i, at naturgas kun vil udgøre en mindre del i 2030. I implementeringssporet antager Klimarådet en udbygning af biogas, der i 2030 udgør 40 PJ. Omkostningerne ved udbygning og opgradering af mere biogas skal hele tiden holdes op imod de samfundsøkonomiske omkostninger ved at reducere forbruget af naturgas og ved alternative anvendelser af biogassen.

3.1 Gas

Gas behandles her i sit eget afsnit, da anvendelsen af gas i høj grad går på tværs af sektorer. I dag anvendes gas til el- og varmeproduktion, olie- og gasindvinding, i industrien og i meget begrænset omfang i transportsektoren og til øvrige forbrug som komfurer. Vores nuværende gasforbrug dækkes primært af naturgas, men en stigende andel forsynes fra biogasanlæg. Figur 3.2 viser de forskellige typer af gas, som udgør det samlede danske gasforbrug. Størstedelen af gassen anvendes i dag i anlæg og fyr placeret på land, men et relativt stort forbrug finder også sted i forbindelse med olie- og gasindvinding på boreplatforme i Nordsøen. På boreplatformene anvendes der udelukkende fossil naturgas. På land er størstedelen af den anvendte gas såkaldt ledningsgas, der transporteres via gasnettet. Størstedelen af denne gas er i dag fossil naturgas, men en stigende del udgøres af bionaturgas, der er biogas opgraderet til naturgaskvalitet. En mindre mængde biogas, der ikke opgraderes, anvendes i rå form til elproduktion og til øvrige formål som procesenergi og varmeproduktion.

Hvis der ikke vedtages nye politikker, forventer Energistyrelsen i basisfremskrivningen, at det samlede gasforbrug falder svagt frem mod 2030, og at biogasproduktionen stiger svagt i begyndelsen af perioden, indtil de nuværende støtteordninger udløber. Det forventes dermed, at biogas udgør 25 pct. af den samlede ledningsgas i 2030. Ud over de ca. 19 PJ biogas, der bliver opgraderet og født ind i gasnettet i basisfremskrivningen, går 6 PJ til elproduktion og 1 PJ direkte til proces, varme og transport. I basisfremskrivningen antages det, at allerede idriftsatte biogasanlæg producerer videre som i dag ud fra en forudsætning om, at støtteordningerne fortsætter uforandret.



Figur 3.2 De forskellige typer af gas i Danmark

Anm.: Figuren er illustrativ, og kassernes størrelser angiver ikke præcist forholdet mellem forbruget af de forskellige typer gas.

Kilde: Klimarådet.

Omstillingselementer og potentialer

I sektorgennemgangen i de kommende afsnit gennemgås forskellige omstillingselementer, der samlet set reducerer gasforbruget som bidrag til opfyldelse af 70-procentsmålet. Det samlede forbrug af ledningsgas vil tæt på halveres fra 2020 til 2030, hvis alle omstillingselementerne i dette kapitel implementeres, hvilket vil betyde, at forbruget af ledningsgas reduceres til godt 43 PJ. Denne reduktion inkluderer et meget stort fald i den nuværende gasanvendelse og en delvist modgående bevægelse, nemlig et skift fra kul og koks til gas i dele af industrien. Efter reduktioner på forbrugssiden udgør de samlede udledninger fra det danske forbrug af ledningsgas ca. 1,3 mio. ton CO₂e i 2030. En stor del af denne udledning kan elimineres i 2030, hvis man øger den samlede biogasproduktion til 40 PJ og hvis man opgraderer den biogas, der i dag anvendes til direkte elproduktion, som vist i tabel 3.1.

Tabel 3.1 Reduktionspotentialer fra kendte tiltag i gassektoren

Omstillingselement	Reduktionspotentiale <i>mio. ton CO₂e</i>		Samfundsøkonomiske omkostninger	Bemærkninger
	2025	2030		
Øget biogasproduktion til gasnettet	0,6	0,8	Dyrt	Afledte effekter i jordbrug på ca. 0,1 mio. ton CO ₂ e er inkluderet under jordbrug
Opgradering af biogas, der i dag anvendes til elproduktion	0,2	0,3	Billigt	Dette er kun muligt, hvor der er naturgasnet i nærheden, men dette vurderes at være tilfældet de fleste steder
I alt	0,8	1,1		

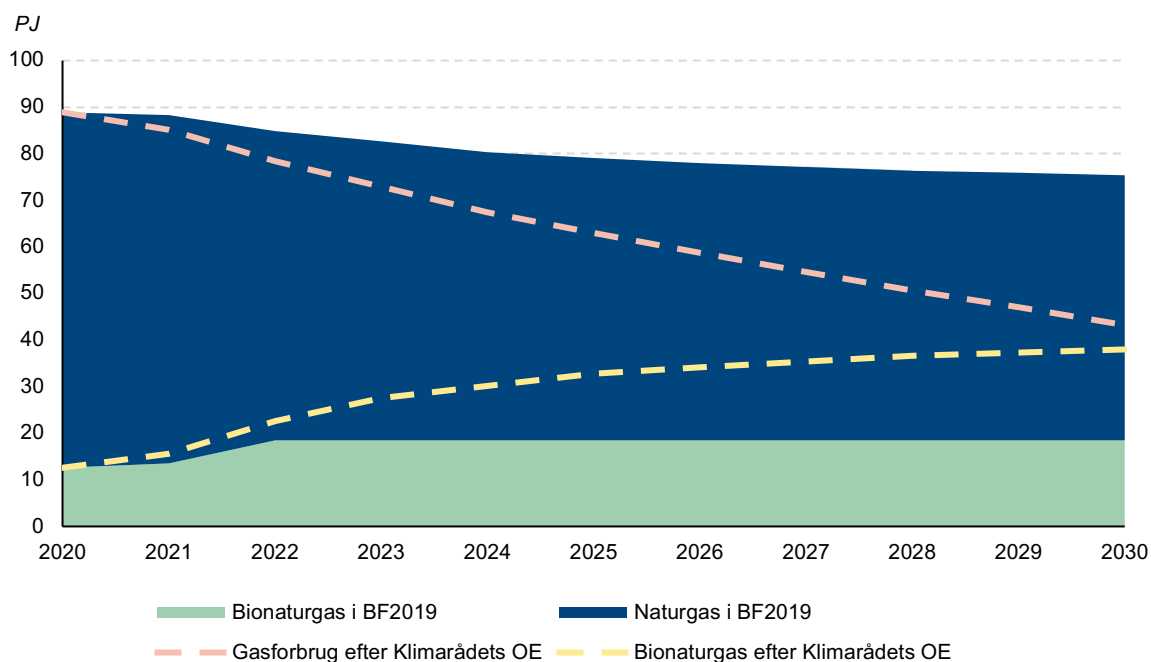
Anm.: Kategoriseringen af de samfundsøkonomiske omkostninger følger tabel 2.1.

Kilde: Klimarådet.

NIRAS har for Klimarådet identificeret et potentiale for yderligere produktion af biogas til samlet 48 PJ, hvilket er 22 PJ mere end hvad der udbygges i basisfremskrivningen. Dette potentiale kan udbygges løbende frem mod 2030 og forventes at have en samfundsøkonomisk omkostning på 1.500-2.000 kr. pr. ton CO₂e.²¹ På baggrund af den høje skyggepris har Klimarådet valgt kun at regne med ca. to tredjedele af dette potentiale.

Hertil kommer, at de 6 PJ biogas, der i dag anvendes direkte til elproduktion ved biogasanlægget i stedet kan opgraderes til naturgaskvalitet og fødes ind i gasnettet. NIRAS skønner, at langt størstedelen af anlæggene ligger i nærheden af gasnet og derfor kan tilsluttes uden større omkostninger. Elproduktionen, som i dag leveres af biogas, kan samfundsøkonomisk leveres langt billigere ved brug af vind og sol og varmeproduktionen ved varmepumper. Ca. 200 MW havvind og varmepumper vil kunne levere den tilsvarende energi. Samtidig kan gasmotorkapaciteten eventuelt bevares som backup til timer med særligt høje elpriser. Dette omstillingselement kræver en omlægning af støtteordninger, men vil samfundsøkonomisk være en fordel.

I rapportens implementeringsspor antages det, at biogasproduktionen i 2030 udgør 40 PJ. Dette inkluderer basisfremskrivningens 27 PJ samlede biogasproduktion, hvoraf 19 PJ er bionaturgas. Sammen med de store besparelser i gasforbruget kan det betyde, at der er et nettoforbrug af fossil naturgas i det danske energisystem på kun omkring 3 PJ i 2030. Figur 3.3 viser udviklingen i gasforbrug og -produktion fordelt på bionaturgas og naturgas i gasnettet i henholdsvis basisfremskrivningen og efter gennemførelse af omstillingselementerne i denne rapport's implementeringsspor.



Figur 3.3 Udviklingen i forbrug og produktion af ledningsgas fordelt på naturgas og bionaturgas i basisfremskrivningen og med gennemførelse af omstillingselementer i implementeringsspor

Anm. 1: *BF2019* angiver basisfremskrivningen og *Klimarådets OE* angiver den forventede udvikling ved gennemførelse af alle omstillingselementer til reduktion af gasforbruget i kapitel 3.

Anm. 2: I figuren er der ikke vist det direkte biogasforbrug til elproduktion og øvrige formål samt det gasforbrug, som finder sted i forbindelse med olie- og gasindvinding i Nordsøen.

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019* og Klimarådet.

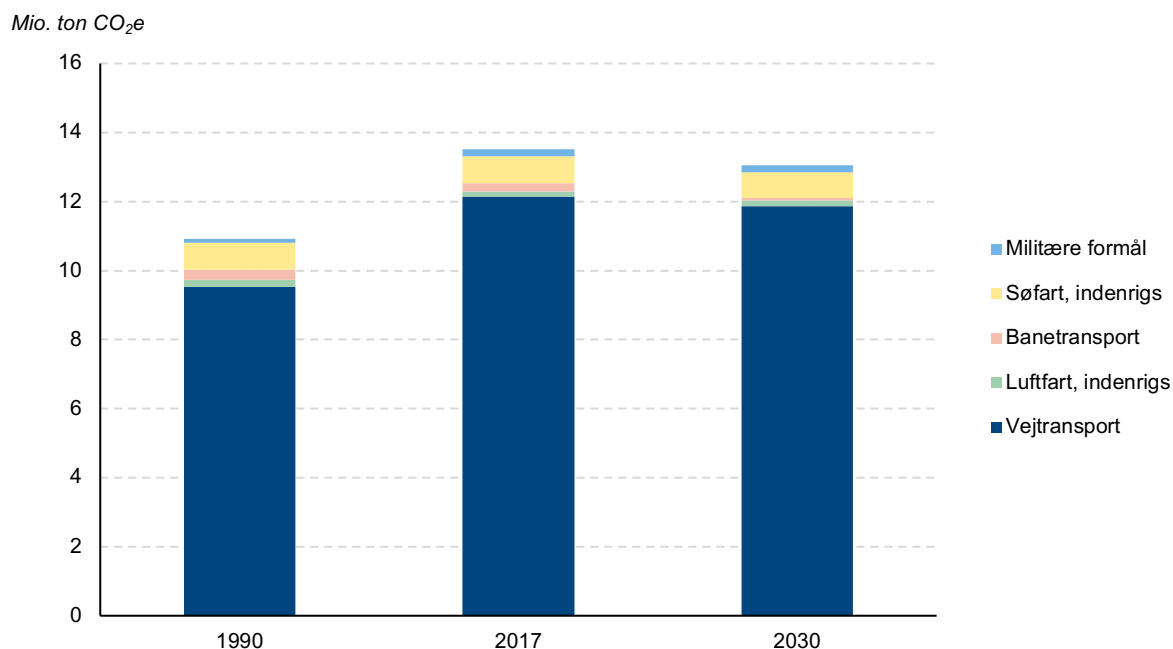
Biogasproduktionen vil potentielt kunne øges yderligere, så hele gasforbruget kan dækkes af biogas i 2030. Omkostningerne vurderes dog som nævnt at være ca. 1.500 kr. pr. ton CO₂e eller højere, hvorfor der i denne rapportes implementeringsspor ikke antages en udbygning svarende fuldt ud til det tekniske potentiale, som identificeret af NIRAS. Potentialerne ved en yderligere biogasproduktion indgår i rapportens udviklingsspor, som er beskrevet i kapitel 5. Ved en fortsat reduktion i gasforbruget til fx opvarmning eller i industrien efter 2030, vil gasforbruget kunne dækkes fuldt ud af biogas. Og hvis det skulle lykkes at øge biogasproduktionen yderligere eller omvendt spare endnu mere på gasforbruget, så kan overskydende biogas fx konverteres til flydende brændsler til den tunge transport.

3.2 Transport

Transportens udledninger stammer fra afbrænding af diesel, benzin og andre fossile brændstoffer i køretøjer, skibe og fly. Det er alene brændstof solgt i Danmark samt den indenlandske skibs- og luftfart, der tæller med i de danske udledninger. Udledningerne fra international skibs- og luftfart er ikke omfattet af 70-procentsmålet, men de er betydelige, og der bør derfor tages hånd om disse udledninger i forbindelse med Danmarks internationale klimastrategi. Klimarådet undersøgte i efteråret 2019 mulighederne for regulering af luftfarten og vurderede, at Danmark som et første skridt med fordel kunne indføre en passagerafgift, ligesom der findes i Sverige eller Tyskland.¹⁹

Forventede udledninger og forudsætninger i *Basisfremskrivning 2019*

Transportsektoren udledte i alt 13,5 mio. ton CO₂e i 2017. I basisfremskrivningen forventes denne udledning at være stort set uændret i 2030, nemlig 13,1 mio. ton CO₂e, hvilket er et fald på 3 pct. i forhold til 2020. Den forventede udledning i 2030 svarer til ca. 30 pct. af Danmarks samlede udledninger. Udledningerne kommer fra personbiler, varebiler, lastbiler, busser, samt banetransport, indenrigsflugt, indenrigssøfart og øvrige militære formål. Vejtransporten er dominerende og udgjorde ca. 90 pct. af udledningerne i 2017, hvoraf personbiler stod for den største andel med ca. 49 procentpoint, mens varebiler og den tunge transport (lastbiler og busser) stod for henholdsvis 13 og 28 procentpoint. Transportens udledninger er vist i figur 3.4.



Figur 3.4 Historiske og fremskrevne drivhusgasudledninger fra transporten

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivningen 2019*.

Der er en række forskellige udviklinger i basisfremskrivningen, der er værd at holde øje med. Den væsentligste er udviklingen i antallet af fossilbiler og elbiler. En generel forventning om stigende transportarbejde forventes at give en samlet stigning i bilparken på knap 600.000 biler sammenlignet med 2020. Så selv om der ifølge basisfremskrivningen kommer op mod 300.000 elbiler i 2030, så kommer der også omtrent lige så mange flere benzin- og dieslbiler. Elbiler bruges her som fællesbetegnelse for batteribiler, opladningshybrider og brintbiler. Biler bliver løbende skiftet ud, og derfor forventer basisfremskrivningen, at der bliver solgt i alt 2,7 mio. personbiler de næste ti år, hvoraf blot ca. 10 pct. forventes at være elbiler.

Ud over udviklingen inden for bilbestanden sker der også ændringer i de øvrige transportformers udledninger, blandt andet:

- EU-regulering stiller krav til øget effektivitet i personbilerne, og benzin- og dieslbiler vurderes i basisfremskrivningen at blive 13 pct. mere effektive i 2030 i forhold til 2020 som følge af denne regulering.
- På baggrund af EU-krav vurderes det i basisfremskrivningen, at fossildrevne varebiler og lastbiler bliver henholdsvis ca. 12 pct. og 28 pct. mere effektive i 2030 i forhold til 2020.
- 55 pct. af rutebusserne antages i 2030 at være omstillet til biodiesel, el, brint eller gas.

- Elektrificering af flere togstrækninger medfører et fald i dieselforbruget. I alt reduceres udledningerne med 0,2 mio. ton CO₂ fra 2020 til 2030.

Teknologiske omstillingselementer og potentialer

Med den lette vejtransports dominerende andel af transportens udledninger er flere nulemissionspersonbiler og varebiler det umiddelbart mest relevante redskab til omstilling af transportsektoren. Hertil kommer en begyndende omstilling af den tunge transport som lastbiler og busser. Omstillingen til CO₂-neutrale køretøjer er nødvendig for, at Danmark kan blive klimaneutral på lang sigt, mens effektiviseringer af benzin- og dieselmotorer også kan bidrage med reduktioner. Effektiviseringer er dog ikke et omstillingselement, der peger frem mod klimaneutralitet i 2050. Der findes også alternativer til private biler, som fx cykel og kollektiv transport. Et skifte væk fra bilen indebærer dog ændrede vaner, hvilket kan være vanskeligt at påvirke via politiske virkemidler. I kapitel 5 skitseres en række muligheder, ligesom der estimeres et potentiale for at overflytte billister til andre transportmidler.

Reduktionspotentialerne beregnet i det følgende er i tillæg til det, som allerede indgår i basisfremskrivningen. Øvrige reduktionspotentialer, som indebærer enten større og mere uprøvede teknologier eller mere gennemgribende ændringer i adfærd, som fx logistikforbedringer for godstransporten og omstilling af den indenlandske skibstrafik, behandles i kapitel 5. I kapitel 5 behandles også muligheden for at reducere antallet af kørte kilometer, som sandsynligvis vil ske som følge af den drivhusgasafgift, som foreslås i kapitel 4.1. I det følgende beskrives reduktionspotentialerne ved de kendte, teknologiske omstillingselementer, der er vist i tabel 3.2. Listen skal ikke ses som udtømmende for alle potentielle omstillingselementer inden for transporten. Der er her fokuseret på omstillingselementer rettet mod de største udledningskilder. Beregningen af reduktionspotentialerne er nærmere beskrevet i *Baggrundsnotat om transportsektoren*, som kan findes på Klimarådets hjemmeside.²²

Tabel 3.2 Reduktionspotentiale fra kendte tiltag i transportsektoren

Omstillingselement	Reduktionspotentiale mio. ton CO ₂ e		Samfundsøkonomiske omkostninger	Bemærkninger
	2025	2030		
Elbiler	0,2	1,5	Medium	I alt ca. 1 mio. elbiler i 2030
Elvarebiler	0,0	0,5	Billigt	I alt ca. 100.000 elvarebiler i 2030
CO ₂ -neutrale lastbiler	0,0	0,2	Billigt	De samfundsøkonomiske omkostninger afhænger af teknologi.
CO ₂ -neutrale rutebusser	0,0	0,1	Medium	
I alt	0,3	2,3		

Anm. 1: Kategoriseringen af de samfundsøkonomiske omkostninger følger tabel 2.1.

Anm. 2: Tallene er afrundede i tabellen, og de afrundede tal summerer derfor ikke nødvendigvis til tallet i nederste række.

Kilde: Klimarådet.

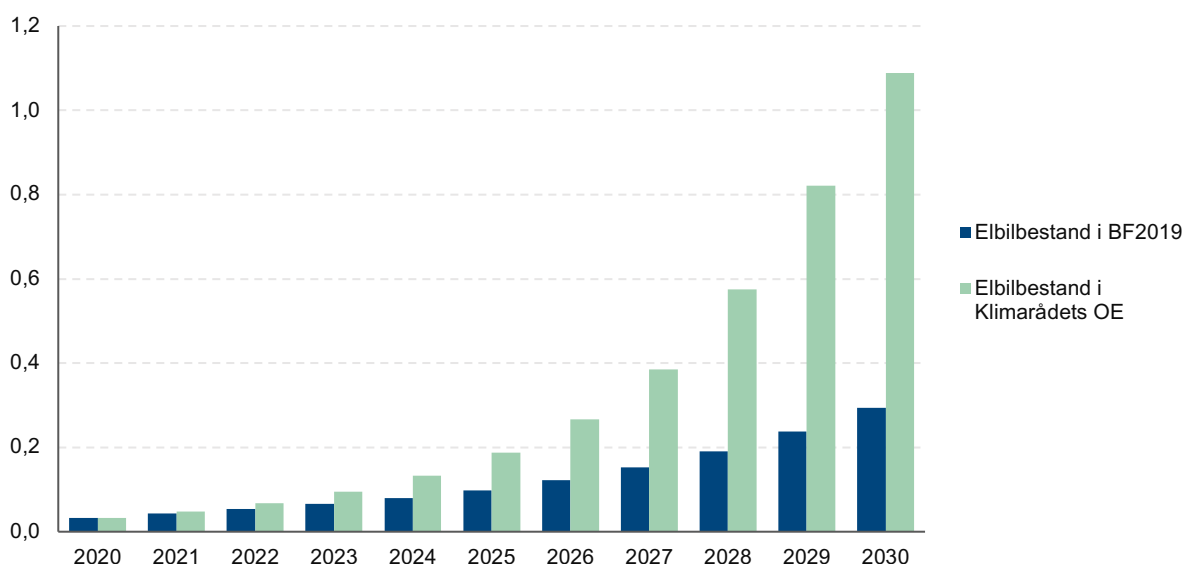
Der skal markant flere elbiler på vejene

Elbiler er lige nu det bedste bud på nulemissionsbiler inden 2030²³, og de er allerede nu et forholdsvis almindeligt syn på mange danske veje med en samlet bestand på lidt over 15.000 elbiler ved starten af 2019.²⁴ Elbiler kan være 100 pct. eldrevne, det vil sige *rene elbiler* eller såkaldte *opladningshybrider*, som kan få energi både fra stikkontakten og fra benzin eller diesel. I øjeblikket stiger salget af elbiler i Danmark, hvilket skyldes faldende priser på batterierne i elbilerne, lave afgifter på elbiler og flere elbilmodeller på markedet.

Det tekniske potentiale for elbilernes mulighed for at fortrænge fossile biler inden 2030 er begrænset af bilers relativt lange levetid. I gennemsnit lever en bil ca. 15 år, og det er dermed urealistisk og særdeles dyrt, hvis samtlige danske personbiler i 2030 skal køre på el, da det indebærer skrotning eller eksport af et stort antal biler med lang restlevetid. Klimarådet har tidligere vurderet 500.000 elbiler som værende et realistisk potentiale for, hvad Danmark kan nå i 2030, men med 70-procentsmålet kan det imidlertid blive svært at komme udenom at indfase væsentligt flere elbiler. Klimarådet har i denne rapport analyseret et scenarie, hvor andelen af salget af elbiler stiger relativt stejlt i anden halvdel af 2020'erne, og hvor salget af elbiler i 2030 er oppe på praktisk talt 100 pct. Scenariet giver ca. 1,1 mio. elbiler, hvoraf det antages, at ca. 80 pct. er rene elbiler og 20 pct. er opladningshybridbiler indtil år 2030, hvor der ikke længere bør sælges biler, der kører helt eller delvist på fossile brændsler ifølge Klimarådets analyse fra 2018.²⁵ Hybridbiler spiller med denne fordeling en relativt mindre rolle end i basisfremskrivningen.

En øget elektrificering af personbiler vil kunne bidrage med ca. 0,2 mio. ton CO₂e-reduktioner i 2025 og 1,5 mio. ton CO₂e i 2030 i forhold til basisfremskrivningen. Figur 3.5 viser udviklingen i antal elbiler under disse antagelser sammenlignet med basisfremskrivningen.

Mio. elbiler og varebiler



Figur 3.5 Udvikling i elbilbestanden i basisfremskrivningen sammenlignet med Klimarådets scenarie

Anm. 1: I figuren tages der højde for, at nogle af de biler der købes i 2020'erne skrottes eller eksporteres inden 2030. Dette gælder både for elbiler og benzin- og dieselmotorer, og det betyder, at der reelt skal sælges lidt flere elbiler end de 1,1 mio. elbiler, der eksisterer i 2030.

Anm. 2: Basisfremskrivningens udvikling er angivet med BF2019, mens OE angiver Klimarådets omstillingselement.

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019* og Klimarådet.

Det er dyrere at købe en elbil i dag end en konventionel bil, når der ses bort fra afgifter. I 2017 vurderede Klimarådet i *Omstilling frem mod 2030*, at en omstilling med elbiler havde en samfundsøkonomisk omkostning inklusive sideeffekter på ca. 900 kr. pr ton CO₂e, bilen reducerer. Ea Energianalyse har i deres baggrundsanalyse for DI vurderet de samfundsøkonomiske omkostninger til 700kr. pr. ton CO₂e, hvis der skal indføres 500.000 elbiler og ca. 1.100 kr. pr ton CO₂ i gennemsnit, hvis der skal indføres 1.000.000 elbiler.¹⁰ Til sammenligning vurderer Bloomberg New Energy Finance, at elbiler allerede kan blive konkurrencedygtige med nye benzin- og dieselmotorer på indkøbsprisen i midten af 2020'erne i flere bilsegmenter.²⁶ Da elbiler har lavere driftsomkostninger end benzin- og dieselmotorer, indebærer dette, at der kan opnås en samfundsøkonomisk besparelse ved at skifte til

elbiler i nogle segmenter, hvis man ser bort fra eventuelle andre barrierer for bilkøbernes valg af elbilen, som fx manglende ladeinfrastruktur.

Det trækker selvfølgelig de samfundsøkonomiske omkostninger op, når man regner med et markant højere potentiale for antallet af elbiler, og samtidig vil udviklingen i batteripriser, som ser ud til at falde lidt hurtigere end tidligere antaget, trække omkostningsestimater ned. Overordnet set vurderer Klimarådet omkostningen til *medium*.

Varebilerne vil i høj grad følge samme udvikling som elbilerne

Varebiler minder om personbiler i forhold til mulighederne for at omstille til CO₂-neutrale drivmidler, og det er forventningen, at varebiler vil følge nogenlunde samme udvikling som elbiler. I 2020 forventes der at være lidt under 400.000 varebiler, hvoraf ca. 0,5 pct. er eldrevne. Salget af elvarebiler ligger på omkring 2 pct. af nye varebiler i 2019, og ligesom for elbilerne forventes der i basisfremskrivningen en stigning i salget på op til 17 pct. i 2030, hvilket er en lidt mindre salgsandel end for personbilerne, som forventes at komme op på 22 pct. EU-reguleringen sætter både krav til effektivisering af varebilerne samt mål for andelen af nul- og lavemissionsvarebiler på 15 pct. i 2025 og 30 pct. i 2030 af nysalget.

Potentialet for elvarebiler er stort, og Klimarådet har analyseret et scenarie, hvor salgsandelen for elvarebiler stiger nogenlunde som for elbiler. Det betyder, at salget af elvarebiler praktisk talt er 100 pct. i 2030. Det betyder, at der kører ca. 130.000 elvarebiler på vejene i 2030, svarende til 30 pct. af bestanden i 2030. Den øgede omstilling til elvarebiler reducerer udledningerne med ca. 0,5 mio. ton CO₂e i 2030.

Forventningerne til elvarebilerne er, at det bliver meget billigt at indfase dette omstillingselement. Ea Energianalyse har vurderet de samfundsøkonomiske omkostninger ved elvarebiler og opladningshybridvarebiler til at være under 0 kr. pr ton CO₂ set over hele perioden 2021-2030, og fra 2024 og frem er der ligefrem samfundsøkonomiske gevinster i deres scenarie.¹⁰ Lignende studier fra udlandet viser nogenlunde samme konklusion, nemlig at elvarebiler ser ud til at blive konkurrencedygtige med det fossile alternativ.²⁷ Det skyldes hovedsageligt, at elvarebiler har en høj effektivitet, og derfor er omkostningerne til selve kørslen lavere end for en fossilvarebil. Scenariet i denne rapport antager en salgsandel i 2030 for elvarebiler på 100 pct., mens Ea Energianalyses scenarie har en salgsandel i 2030 på ca. 60 pct. Det må forventes, at omkostningerne bliver højere, jo flere elvarebiler, der skal indfases, hvorfor det ikke er sikkert, at prisen pr. ton CO₂ vil være under 0 kr., når op mod 100 pct. af salget skal være elvarebiler. Samlet set vurderes elvarebiler at være et *billigt* omstillingselement.

Det er usikkert, hvilken type omstilling der er bedst i den tunge vejgodstransport

Lastbiler er stort set udelukkende drevet af diesel i dag. I 2019 forventes ca. 93 pct. af energiforbruget at komme fra diesel, mens ca. 7 pct. kommer fra iblandede biobrændstoffer, og dertil kommer et lille forbrug af gas. Dette billede forventes ikke at ændre sig frem mod 2030 ifølge basisfremskrivningen. Der er derfor umiddelbart et potentiale for at sætte gang i omstillingen af den tunge godstransport, og der findes en række forskellige, alternative drivmidler, som kan erstatte diesel. Det gælder blandt andet biodiesel, biogas, naturgas, el fra batterier, el fra køreledninger, brint og andre former for CO₂-neutrale brændstoffer.

Der er fordele og ulemper ved de forskellige alternativer, men Klimarådet vurderer i denne analyse ikke, hvilken teknologi som er mest fordelagtig. Det skyldes blandt andet, at transporterhvervet i høj grad er internationalt, og derfor handler teknologivalget for lastbiler i Danmark i høj grad af, hvilke teknologier der vælges i udlandet. Danske virkemidler vil være stort set ubetydelige i forhold til teknologiudviklingen inden for lastbiler. Det kræver en større analyse at finde ud af, hvilke teknologier der er mest fordelagtige at satse på i Danmark, og en sådan analyse er ikke foretaget i forbindelse med denne rapport. For at udregne et potentiale tages der her udgangspunkt i ellastbiler som et eksempel på en teknologi. Samtidig vil potentialet være begrænset af ellastbilernes rækkevidde og kapacitet, hvilket alt andet lige giver et lavere skøn, som der er større sandsynlighed for at kunne nå. Potentialet er beregnet til ca. 0,2 mio. ton CO₂e i 2030.

Omkostningerne ved omstillingselementet er vanskelige at vurdere, da de forskellige teknologier har forskellige omkostninger, som i høj grad også vil variere mellem de forskellige segmenter. Flere kilder peger på, at ellastbiler er et billigt omstillingselement for især de mindre lastbiler.¹⁰ CONCITO vurderer, at ellastbiler via batterier og køreledninger er den mest lovende teknologi for en langsigtet omstilling af transporten.²⁸ Andre mener dog, at

ellastbiler kun bliver konkurrencedygtige på denne side af 2040 med yderligere incitamenter.²⁹ Biogaslastbiler, som ofte bliver diskuteret som en løsning, vurderes af Ea Energianalyse at være dyrt tiltag, mens Klimarådet tidligere har vurderet biogaslastbiler til at have medium samfundsøkonomiske omkostninger. Det skal dog bemærkes, at mængden af biogas, som er til rådighed i Danmark, er begrænset. Det betyder, at et yderligere forbrug af biogas vil føre til et højere forbrug af naturgas andre steder, i det omfang biogas ikke dækker det fulde gasforbrug. Boks 3.1 beskriver, hvordan gasforbrug behandles i rapporten.

Jo flere ellastbiler eller andre CO₂-neutrale lastbiler, der skal presses ind inden 2030, jo højere er omkostningen for den ekstra lastbil. Det skyldes, at starter man med de lavthængende frugter, som i dette tilfælde er distributionskørsel med mindste lastbiler, så bliver det dyrere og dyrere, når større lastbiler og længere ture skal omstilles. For at opnå potentialet nævnt oven for er det ikke nok kun at omstille distributionskørslen med mindre lastbiler, og derfor vil omkostningerne være højere i forhold til de vurderinger, der nævnes i forrige afsnit. Samlet set vurderer Klimarådet, at de samfundsøkonomiske omkostninger ved at indfri potentialet vil være i kategorien *medium*.

Omstillingen af rutebusser er kommet i gang

Den kollektive transport er godt i gang med den grønne omstilling. Som tidligere nævnt er store dele af jernbanen på vej til at blive elektrificeret, ligesom der arbejdes på at indsætte batteritog på de strækninger, det ikke kan betale sig at elektrificere med ledninger. For bustrafikken viser basisfremskrivningen en betydelig stigning i antallet af CO₂-neutrale rutebusser i form af elbusser, biogasbusser og busser, der kører på biodiesel. Busser der kører på biodiesel er dog ikke nødvendigvis en bæredygtig langsigtet løsning.¹⁵ I 2030 forventes der i basisfremskrivningen stadig at være ca. 2.500 dieselbusser svarende til 45 pct. af rutebusserne. Der er dermed stadig et potentiale for at reducere udledningerne fra busserne. Ud over rutebusser er der også en udledning fra turistbusser på ca. 0,1 mio. ton CO₂ i 2030, og sandsynligvis kan kun en lille del af udledningen reduceres, da turistbusser generelt kører længere ture, hvor fx batterier kan være en vanskelig løsning. Et samlet potentiale for turistbusser vil derfor sandsynligvis være mindre end 0,1 mio. ton CO₂, men der er ikke kigget nærmere på dette potentiale i denne rapport.

I alt forventes udledningen fra rutebusser at blive ca. 0,2 mio. ton CO₂e i 2030. Hvis man fra 2023 kun udbyder rutebusser, der ikke kører på diesel, vil udledningen i 2030 være reduceret med ca. 0,1 mio. ton CO₂e. Et stop i 2023 giver trafikselskaberne og kommunerne mulighed for at indrette de fremtidige udbud med fokus på salg af elbusser, brintbusser, biogasbusser eller lignende, samtidig med at der undgås at skulle laves om i eksisterende kontrakter og udbud.

Selv med 100 pct. salg af CO₂-neutrale busser fra 2023 vil der stadig være dieselbusser tilbage i 2030, hvis ikke trafikselskaberne ønsker at ændre i eksisterende kontrakter, hvilket kan være dyrt. Hvis busserne bliver udfaset tidligere, fx efter ti års levetid mod den forventede levetid på ca. 12 år, vil udledningerne reduceres yderligere med ca. 0,05 mio. ton CO₂e.

Klimarådet vurderede i 2018 elbusser til at have samfundsøkonomiske omkostninger i kategorien *medium*, hvilket vil sige under 1.000 kr. pr ton CO₂e, elbusser fortrænger. Dette er baseret på de seneste udbud, som indikerer, at meromkostningen ved elbusser er relativt begrænset ved omkring 3-11 pct.³⁰ Ligeledes viser analyser fra Norge, at omkostningerne ved at omstille til 100 pct. eldrevne busser frem mod 2028 er ca. 1 pct. højere end ved dieselbusser.³¹ Den begrænsede meromkostning skal også ses i lyset af markante reduktioner i andre eksternaliteter såsom støj og luftforurening. Grunden til at omkostningsvurderingen ikke er lavere, skyldes at det må forventes at blive dyrere, når fx elbusser eller andre CO₂-neutrale busser skal køre i mindre befolkede egne, hvor distancerne er længere og driftstimerne potentielt er færre.

3.3 Jordbrug

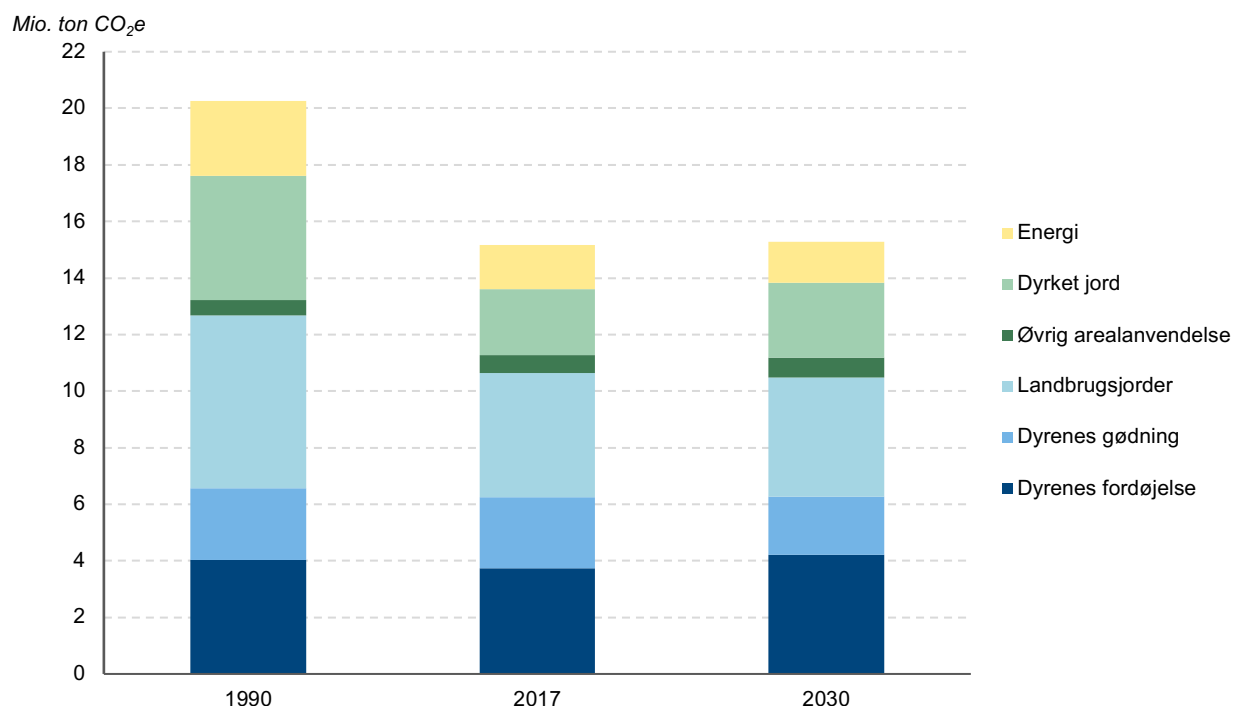
I dette kapitel beskrives drivhusgasudledningerne og reduktionsmuligheder fra jordbrugssektoren, som omfatter landbrug, arealanvendelse og skov, herunder de energirelaterede udledninger fra landbrug og skovbrug. Desuden er fiskerierhvervets energirelaterede udledninger inkluderet, men ikke nærmere beskrevet her.

Forventede udledninger og forudsætninger i *Basisfremskrivning 2019*

De historiske og fremskrevne udledninger fra jordbrug vises i figur 3.6. De omfatter landbrug, arealanvendelse og skov samt energirelaterede udledninger fra land-, skovbrug og fiskeri. Af figuren fremgår det, at landbrugets udledninger samlet set forventes at være omtrent de samme i 2030, som de var i 2017.

Figuren viser også, at udledningerne fra dyrenes fordøjelse forventes at stige frem til 2030. Det skyldes, at antallet af malkekvæg forventes at stige fra 570.000 i 2017 til 629.000 i 2030. Antallet af slagtesvin og smågrise forventes at være omtrent uændret, mens antallet af søer forventes at falde med ca. 18 pct. Udledningerne fra dyrenes gødning forventes at blive reduceret, ved at et stigende antal bedrifter har gyllekøling, forsuring i stald, hyppig udmugning mv. Der er dog stadig et uudnyttet potentiale på dette område. Ydermere medtages en reduktion i udledningerne fra bioforgasset gødning.

Fremskrivningen af udledningerne fra arealanvendelse og skov er forbundet med en betydelig usikkerhed, hvilket gør det vanskeligt præcist at kvantificere et bidrag herfra. Niveaue for udledningerne forventes under disse usikkerheder at være nogenlunde konstant frem til 2030, hvilket alt i alt bevirker, at de samlede udledninger fra jordbrugssektoren forventes at være konstante uden yderligere tiltag.



Figur 3.6 Historiske og fremskrevne drivhusgasudledninger fra landbrug, arealanvendelse og skov

Anm. 1: De blå kasser er udledninger fra landbruget (dyrenes fordøjelse, håndtering af gødning fra dyr samt lattergasudslip i forbindelse med dyrkning af landbrugsjorder). Kategorien *Landbrugsjorder* dækker både over lattergasudledninger fra jorderne og øvrige udledninger som fx fra kalkning af jorderne. De grønne kasser er udledninger/optag i skove og jorder som følge af arealanvendelse (også kaldet LULUCF-sektoren). Kategorien *Øvrig arealanvendelse* dækker over CO₂-udledninger fra græsarealer samt optag af CO₂ i jorder og skove.

Anm. 2: Opgørelsen af udledninger følger basisfremskrivningens opgørelsesmetode, hvormed en delmængde af gasforbruget, som indgår i energiforbruget, udgøres af bionaturgas.

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019*.

Figur 3.6 tager ikke hensyn til de nyeste emissionsopgørelser fra januar 2020, som blandt andet retter en fejl i opgørelsen af arealet af lavbundsjorder. Det skyldes dels, at de officielle fremskrivninger endnu ikke er opdateret.

Kendte omstillingselementer i jordbrugssektoren kan bidrage med 2,3 mio. ton i 2030

Klimarådet har tidligere vurderet en række omstillingselementer i jordbrugssektoren på baggrund af blandt andet virkemiddelrapporten fra Danish Center for Food and Agriculture ved Aarhus Universitet (DCA).^{9,15} De omstillingselementer, som umiddelbart vurderes som mest relevante er vist i tabel 3.3. Andre og umiddelbart sværere elementer til omstilling af jordbruget er omtalt i kapitel 5. Beregningen af reduktionspotentialerne er nærmere beskrevet i *Baggrundsnotat om jordbrugssektoren*, som kan findes på Klimarådets hjemmeside.³²

Tabel 3.3 Reduktionspotentiale fra kendte tiltag i jordbrugssektoren

Omstillingselement	Reduktionspotentiale mio. ton CO ₂ e		Samfundsøkonomiske omkostninger	Bemærkninger
	2025	2030		
Udtagning af kulstofrige jorder	0,5	1,4	Billigt	Reduktionspotentiale kan ændre sig med ny opgørelse af antal lavbundslandjorder og emissionsfaktorer.
Forbedret gyllehåndtering	0,2	0,4	Dyrt (biogas) Billigt (forsuring) Billigt (hyppig udslusning)	Se også afsnit 3.1 for vurderingen af biogas.
Ændret foder til malkekvæg	0,1	0,2	Medium	
Omlægning af produktionsarealer	0,1	0,4	Medium	100.000 ha., hvoraf 50 pct. omlægges til skovrejsning, 25 pct. til græs og 25 pct. til energipil.
I alt	0,9	2,3		

Anm. 1: Kategoriseringen af de samfundsøkonomiske omkostninger følger tabel 2.1.

Anm. 2: Grundet afrunding afviger det samlede reduktionspotentiale fra summen af de enkelte elementer.

Kilde: Klimarådet.

Udtagning af kulstofrige jorder har det største kendte reduktionspotentiale

Mange lavbundslandjorder er karakteriseret ved at være rige på organisk kulstof. Jorderne har tidligere ligget under vand, og de iltfattige forhold har forhindret, at døde planter rådne bort, men i stedet er blevet ophobet som kulstofrig tørv. Når jorderne drænes og dyrkes, kommer ilten fra luften i kontakt med tørv, der rådner og frigiver drivhusgasser. Denne proces bremses, og udledningerne reduceres, hvis arealerne igen oversvømmes. Foruden reduktion af drivhusgasudledninger kan udtagning af kulstofrige jorder have potentiale til at mindske kvælstofudvaskning til vandmiljøet og, afhængigt af den alternative arealanvendelse, øge biodiversiteten. Omvendt er der en risiko for at øge fosforudledningerne til vandmiljøet visse steder, så det er vigtigt, at denne risiko håndteres. Der er ligeledes en risiko for midlertidigt øgede metanudledninger fra arealerne, omend dette endnu ikke er fuldt afdækket.

DCA har vurderet det samlede reduktionspotentiale til 1,4 mio. tons CO₂e i 2030, hvilket svarer til, at der udtages knap 50.000 ha. lavbundslandjord. Denne vurdering er baseret på et samlet lavbundslandareal på ca. 110.000 hektarer, som også er det areal, der ligger til grund for udledningerne i *Basisfremskrivning 2019*. Potentialet for udtagning er mindre end det samlede lavbundslandareal, hvilket skyldes, at en betydelig andel af lavbundslandjorderne anvendes til højt værdiproduktion. Disse lavbundslandjorde vurderes som meget dyre at udtage. Det anførte potentiale er således

jorder, der generelt er lavtydende, og som visse steder kun med stort besvær kan indgå i landbrugsproduktionen. DCA opjusterede i efteråret 2019 arealet af dyrkede lavbundsjorder til ca. 171.000 ha.³³ Det vil øge udledningerne fra lavbundsjorderne – og dermed nok også reduktionspotentialt – men på grund af de aktuelle usikkerheder er det stadig uklart, hvad det endeligt betyder. Derfor har Klimarådet valgt at holde fast i det tidligere vurderede reduktionspotentialt, indtil nye tal foreligger. Klimarådet foreslår i afsnit 4.6, at der fremover udvikles en ny ordning for udtagning af lavbundsjorder. Der er konservativt antaget en indfasning af reduktionspotentialt, så ca. en tredjedel af potentialt opnås i 2025, mens hele potentialt antages at kunne være opnået i 2030.

Forbedret gyllehåndtering indebærer udnyttelse til biogas, forsuring, hyppig udslusning og køling

Udledningerne fra gylle kan nedbringes på forskellig vis gennem håndtering og behandling. Afgasning af husdyrgødning medvirker til en reduktion af udledningen af metan fra gylle og gødningslagre. Som beskrevet i afsnit 3.1 vurderes der at være et potentialt for yderligere udbygning med biogas frem mod 2030, ud over det som ligger i basisfremskrivningen. Klimaeffekten ved fortrængning af fossile brændsler er anført i afsnit 3.1. I dette afsnit ses der på den del af reduktionseffekten, der vedrører håndteringen af gylle, og som derfor falder inden for landbrugssektoren. Det er antaget, at yderligere 10 mio. ton gylle bioforgasses for at bidrage til denne udbygning.

Det er herudover antaget, at en større andel af gyllen kan blive forsuret. Forsuring består af tilsætning af svovlsyre til gyllen i stalden, hvorved landmanden både kan reducere ammoniakfordampningen og udledningen af drivhusgasserne metan og lattergas. Forsuring af gyllen udelukker i praksis, at gyllen også kan bruges til biogas.³⁴ Gylleforsuring i stalden er derfor relevant de steder, hvor biogas ikke er økonomisk fornuftigt, men det kan ikke ske i økologiske jordbrug, hvor tilsætning af svovlsyre ikke er tilladt. Endvidere kan udledningerne fra gylle nedbringes, hvis gyllen enten udsluses fra staldene hyppigt eller køles. I begge tilfælde reduceres afdampningen af metan fra gyllen.

De samfundsøkonomiske omkostninger ved bioforgasning er i kategorien *dyrt*. Ved forsuring er omkostningerne vurderet som *billig* i forbindelse med investeringer i nye staldanlæg.³⁵ Afhængigt af indretningen af gyllesystemet er det muligt at udvide en del af de eksisterende stalde med et forsøringsanlæg. Det er dog ikke sikkert, at en udvidelse vil give mening fra et økonomisk perspektiv, når man tager højde for de store anlægsomkostninger ved en udvidelse.³⁵ Den samlede omkostning ved hyppig udslusning er i kategorien *billig*, hvis systemet installeres, når der bygges nye stalde, eller de gamle renoveres.

Den samlede effekt ved implementeringen af en kombination af ovenstående gyllehåndteringstiltag er beregnet til ca. 0,4 mio. ton CO₂e i 2030.

Ændret foder til kvæg kan reducere metanudledningen

En stor del af udledningen fra landbruget kommer fra drøvtyggenes fordøjelse, idet der dannes metan i maven på koen, når foderet nedbrydes. Ved at tilsætte mere plantefedt til foderet kan denne metanudledning mindskes. Det forventes, at udledningen af metan fra maven kan reduceres med ca. 8 pct. ved tilsætning af fedt til foderet.³⁵ Her skal man dog være opmærksom på, at tilsætning af plantefedt til foderet kan øge indholdet af metan i husdyrgødningen, hvilket dog kan udlignes, hvis gyllen afgasses. På samme måde kan der være et klimaaftryk i udlandet forbundet med plantefedtproduktionen, der ikke er medregnet i reduktionspotentialt, og som man bør tilstræbe at minimere. I 2030 forventes et reduktionspotentialt på 0,2 og 0,1 mio. ton CO₂e for henholdsvis malkekøer og øvrigt kvæg.

De samfundsøkonomiske omkostninger ved ændret fodersammensætning skønnes at være knap 1.000 kr. pr. ton CO₂e for malkekøer, mens omkostningen for øvrigt kvæg endnu er ukendt.³⁵ De samfundsøkonomiske omkostninger afhænger overvejende af forskellen i prisen på korn og plantefedt.

Omlægning af produktionsarealer til græs, skov eller energipil kan lagre CO₂ på både kort og lang sigt

Omlægningen af landbrugsproduktionsarealer til andre formål vil kunne spille en central rolle i fremtidens indsats for at nå Danmarks klimamål, men måske i endnu højere grad i forhold til at nå en lang række andre miljømål. Beskyttelse af særligt sårbare miljøzoner, hensyn til grundvand og rekreative områder, biodiversitet, etablering af større sammenhængende naturområder eller spredningskorridorer for dyr og planter er alle hensyn, der i flere situationer vil have en langt højere samfundsøkonomisk værdi end klimaeffekten. Det er derfor afgørende, at

omlægningen af produktionsarealer ses som led i en samlet prioritering af brugen af de danske arealer, frem for som et isoleret virkemiddel til at nå en enkelt klimamålsætning.

Man bør være varsom med at anvende gennemsnitlige reduktionsomkostninger ved omlægning, når man foretager den politiske rådgivning. Dette hænger sammen med, at en betydelig del af værdien ved omlægning netop stammer fra de øvrige mål for miljø og rekreative områder. Denne værdi afhænger i høj grad af, hvilke arealer der helt konkret er tale om. Eksempelvis har det Miljøøkonomiske Råd peget på, at den rekreative værdi af naturområder svinger mellem 1.000 kr. pr. ha og 25.000 kr. pr. ha, alt efter hvor de ligger.³⁶ En indsats for artsbeskyttelse, biodiversitet, spredningskorridorer og grundvandsbeskyttelse vil typisk også hænge sammen med ret specifikke arealer. I disse situationer vil værdien af omlægning være meget høj, eftersom effekten på den specifikke målsætning vil være høj. Omvendt vil der være arealer, hvor eksempelvis den rekreative værdi vil være meget lav, eller hvor miljøgevinsterne konkret er meget begrænsede ved omlægning. En gennemsnitsbetragtning af reduktionsomkostningerne er derfor ikke nødvendigvis det mest hjælpsomme værktøj til at dirigere indsatsen.

Klimarådet vurderer, at der vil være potentiale for omlægning af mindst 100.000 ha. landbrugsjord, gradvist frem mod 2030, med en reduktionsomkostning i kategorien *medium*, når værdien af øvrige mål som rekreation og miljøbeskyttelse inddrages i prissætningen. Vurderingen bygger blandt andet på tidligere potentiale vurderinger fra Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi (IFRO), DCA og det Miljøøkonomiske Råd. Som eksempel på, hvordan det omlagte areal kan anvendes, er der i denne beregning allokeret 50.000 ha. til skovrejsning, hvilket flugter med det nationale mål for en fordobling af skovarealet ved udgangen af århundredet. 25.000 ha. overgår til permanent græs, og 25.000 ha. overgår til produktion af flerårige energifgrøder, fx energipil.

På basis af tal fra DCA og IFRO har Klimarådet beregnet et reduktionspotentiale. Klimagevinsten kommer fra mindre lattergasudledning som følge af reduceret gødskning, reduceret dieselforbrug samt opbygning af kulstofpuljen i jord og biomasse. Klimaeffekten er anført i tabel 3.4.

Tabel 3.4 Klimaeffekten ved arealomlægning af landbrugsjord

Ton CO ₂ e pr. ha pr. år	Reduceret lattergas	Reduceret dieselforbrug	Kulstofbinding	Total
Græs	1,2	1,1	0,5	2,8
Skovrejsning	0,8	0,7	4,1	5,6
Energifgrøder	0,35	0,35	0,66	1,4

Anm.: For skovrejsning har det ikke været muligt at finde værdier for reduktion i lattergas og dieselforbrug. Der er antaget et niveau midt mellem niveauerne for hhv. græs og energifgrøder. Kulstofbindingen ved skovrejsning kan formentligt øges gennem målrettet forvaltningspraksis.

Kilde: IFRO,³⁷ DCA³⁸ og Klimarådet.

Fuldt indfaset vil en omlægning af 100.000 ha. produktionsarealer i landbruget til skovrejsning, permanent græs og flerårige energifgrøder kunne bidrage med en samlet reduktion på ca. 0,4 mio. ton CO₂e i 2030, inklusive effekten af kulstofbinding. Justering i fordeling mellem omlægningstyper og samlet arealstørrelse vil påvirke reduktionseffekten. Det skal bemærkes, at det er usikkert, hvor længe arealerne omlagt til græs vil fortsætte med at opbygge kulstoflagret i jorden, idet der på sigt vil opnås en ny, naturlig ligevægt. Derimod vil skovarealerne fortsætte med at binde CO₂ i årene efter 2030, sandsynligvis med en højere hastighed, og bidraget i 2050 vil således være betydeligt større.

En prioritering af de danske arealer har potentielt klimaeffekter ud over landets grænser. Energipil vil kunne fortrænge anden biomasse, og bidrager derfor ikke umiddelbart til at opfylde den nationale målsætning. I stedet vil en øget dansk biomasseproduktion principielt set kunne fortrænge noget andet biomasse, produceret enten

herhjemme eller i udlandet, hvilket vil kunne have en global klimaeffekt, alt efter hvilken biomasse der fortrænges. Denne effekt er ikke kvantificeret og indgår ikke i denne analyse.

Uanset hvordan arealerne anvendes, er det værd at bemærke, at der i større eller mindre grad vil være en lækageeffekt, hvis den samlede, globale landbrugsproduktion skal opretholdes. Dette hensyn bør indgå i udpegningen af de arealer, der skal omlægges, således at man eksempelvis prioriterer de jorder, der er dårligst ydende, og dermed har den laveste lækage.

3.4 Bygninger

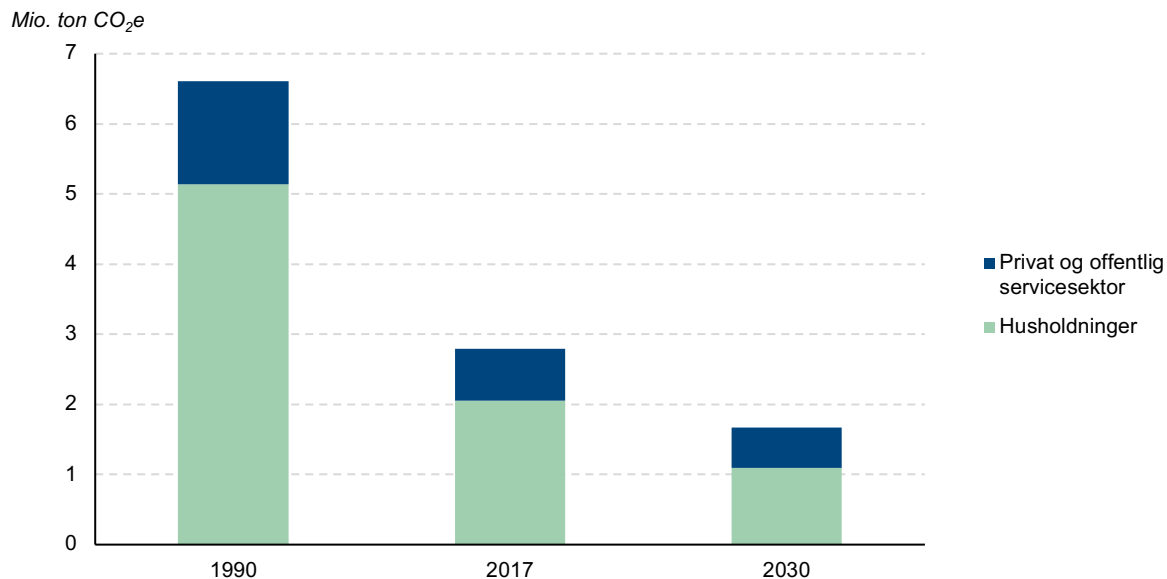
I dette afsnit behandles udledninger fra bygninger, herunder husholdninger og den private og offentlige servicesektor. Udledninger fra bygninger stammer primært fra individuelle olie- og gasfyr, der bruges til at varme rum og brugsvand op. Foruden de direkte udledninger fra individuelle fyr og anlæg, bidrager bygningers fjernvarme- og elforbrug også indirekte til udledninger i el- og fjernvarmesektoren, i det omfang strømmen og fjernvarmen produceres ved fossile brændsler. Udledningerne fra el- og fjernvarmeproduktionen er behandlet i afsnit 3.5. Tiltag som energirenovering af bygninger reducerer derfor både udledningerne fra individuelle fyr såvel som udledningerne i el- og fjernvarmesektoren, når der anvendes fossile brændsler her.

Forventede udledninger og forudsætninger i *Basisfremskrivning 2019*

Drivhusgasudledninger fra bygninger er siden 1990 reduceret markant fra ca. 6,5 mio. ton CO₂e til 2,9 mio. ton i 2017 på grund af både energibesparelser og på grund af en løbende erstatning af oliefyr med naturgasfyr, fjernvarmeinstallationer, træpillefyr og senest også varmepumper.

Langt størstedelen af danske bygninger opvarmes med fjernvarme, mens naturgasfyr og oliefyr, ifølge Danmarks Statistik, udgør størstedelen af de individuelle varmeinstallationer.³⁹ Data for antallet af varmeinstallationer i Danmark er dog ikke fuldstændigt opdateret, og der findes derfor ikke præcise opgørelser for det. Udledningerne fra bygninger afhænger specielt af antallet af individuelle fyr, der anvender især naturgas og olie. Flere nyere analyser vurderer, at omkring 400.000 boliger har naturgasfyr, mens antallet af boliger med oliefyr opgøres til mellem 70.000 og 140.000.^{40, 41, 42} Variationerne i opgørelserne af oliefyr skyldes blandt andet, at mange fyr stadig står i bygningerne og dermed indgår i forskellige opgørelser og registre, selvom de ikke er aktive eller ikke længere er den primære varmeløsning.

Basisfremskrivningen forventer, at energiaftalens energisparepulje vil føre til årlige energibesparelser i bygninger i størrelsesordenen 0,3 PJ indtil 2024. Dertil kommer de besparelser, som ligger i bygningsreglementet. Disse estimeres til 0,5 PJ om året i hele perioden 2020-2030. Energibesparelser får en stadigt mindre betydning for drivhusgasudledningen i takt med, at individuelle varmeinstallationer og fjernvarme omstilles til vedvarende energi. I basisfremskrivningen forventes varmepumper at bidrage med en stigende andel af varmeproduktionen i både husholdninger og i den private og offentlige sektor. I husholdninger stiger varmeproduktionen fra varmepumper således i gennemsnit med ca. 7 pct. fra 2020 til 2030 på bekostning af især træpille-, olie- og gasfyr. Samlet set forventes udledningerne fra bygninger at blive reduceret til 1,7 mio. ton CO₂e i 2030 med allerede vedtaget politik, se figur 3.7.



Figur 3.7 Historiske og fremskrevne drivhusgasudledninger fra bygninger og privat og offentlig service

Anm.: Opgørelsen af udledninger følger basisfremskrivningens opgørelsesmetode, hvormed en delmængde af gasforbruget udgøres af bionaturgas. Det betyder, at udledningerne i figuren er reduceret med biogasandelen.

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019*.

Omstillingselementer og potentialer

Energibesparelser, varmepumper og øget fjernvarmetilslutning er nogle af de omstillingselementer, vi allerede kender i dag, og som Klimarådet vurderer er blandt de mest relevante elementer for at reducere drivhusgasudledningerne fra bygninger yderligere. Potentialerne ved disse er vist i tabel 3.5. Potentialerne i tabellen er additionelle i forhold til basisfremskrivningen og til hinanden og kan således lægges sammen.

Tabel 3.5 Reduktionspotentiale fra kendte tiltag til reduktion af udledninger fra bygninger

Omstillingselement	Reduktionspotentiale <i>mio. ton CO₂e</i>		Samfundsøkonomiske omkostninger	Bemærkninger
	2025	2030		
Energibesparelser i eksisterende bygninger	0,0	0,2	Meget billigt	Estimat for de samfundsøkonomiske omkostninger er baseret på en antagelse om, at energirenovring sker samtidig med øvrige renoveringer. Potentialet inkluderer også optimering af bygningsinstallationer.
Varmepumper	0,4	0,7	Medium	De samfundsøkonomiske omkostninger afhænger af, om det er oliefyr (<i>meget billigt</i>) eller gasfyr (<i>medium/dyrt</i>), der erstattes. Samlet set vurderes omkostningerne at være i kategorien <i>medium</i> .
Tilslutning til fjernvarme	0,3	0,5	Billigt / Medium	De samfundsøkonomiske omkostninger afhænger af de lokale forhold og produktionsanlæg i de specifikke fjernvarmeområder og kan variere relativt meget.
I alt	0,6	1,5		

Anm. 1: Kategoriseringen af de samfundsøkonomiske omkostninger følger tabel 2.1.

Anm. 2: Grundet afrunding afviger det samlede reduktionspotentiale fra summen af de enkelte elementer.

Kilde: Klimarådet.

Det samme olie- eller gasforbrug kan selvsagt ikke både konverteres til fjernvarme og til varmpumper. Potentialerne for reduktion af drivhusgasudledninger ved hvert af tabellens omstillingselementer er derfor afhængige af udbredelsen af de øvrige elementer. Tabel 3.5 viser Klimarådets umiddelbare vurdering af potentialerne for reduktion af drivhusgasudledninger fra bygninger i 2030 fordelt på de enkelte omstillingselementer. En anderledes fordeling vil resultere i andre potentiale vurderinger for hvert omstillingselement, men vil samlet set resultere i den omtrent samme samlede reduktion af drivhusgasudledningerne på omkring 1,5 mio. ton CO₂e.

I det følgende afsnit beskrives potentialerne ved energirenovring, hvorefter potentialerne ved omstilling af den samlede varmeforsyning beskrives.

Energibesparelser i eksisterende bygninger er i mange tilfælde god samfundsøkonomi

Bygninger står for næsten 40 pct. af det samlede energiforbrug^{43, 6}, og der er fortsat et betydeligt potentiale for energibesparelser især i den ældre boligmasse. Godt 65 pct. af bygningsarealet er opført før 1980, og altså inden bygningsreglementet for nye bygninger for alvor blev strammet.⁴³ Ifølge Statens Byggeforskningsinstitut bruger bygninger bygget før 1950 i gennemsnit 500 kWh pr. m² årligt, mens bygninger, der er bygget efter 1960'erne og 1970'ernes bygningsreglement, bruger 260-340 kWh pr. m². Til sammenligning bruger nye bygninger i dag under 40 kWh pr. m² årligt.⁴⁴

EA Energianalyse har foretaget en opdateret analyse af det samfundsøkonomiske potentiale for energibesparelser frem mod 2030 og 2050⁴⁵ og vurderer, at der er et samlet samfundsøkonomisk besparelspotentiale på 15-21 pct. i 2030 sammenholdt med energiforbruget i erhverv og husholdninger i 2017. Endvidere har EA Energianalyse for Danfoss vurderet, at det samlede reduktionspotentiale er ca. 0,2 mio. ton CO₂e, hvis optimering af bygningsinstallationer og bygningsrenovering prioriteres før omstilling af varmeforsyning.⁴⁶ De samfundsøkonomiske omkostninger ved at realisere et potentiale på 0,2 mio. ton er negative, men det bemærkes,

at potentialet ikke kan skaleres uden at medføre en betydelig stigning i prisen, da yderligere besparelser kræver, at dyrere renoveringstiltag tages i brug.¹⁰

Selvom CO₂-reduktionspotentialet er relativt begrænset, vil investeringer i energibesparelser og optimering af bygningsinstallationer, herunder smart styring af bygningernes el- og varmesystemerne, gøre den grønne omstilling billigere. Det gælder så længe den samfundsøkonomiske pris herved er lavere end de samlede omkostninger ved at bygge og forsyne med vedvarende energi. I takt med øget elektrificering stiger vigtigheden af intelligent styring af husholdningernes energiforbrug via fx fleksible tariffer, så man undgår udbygninger af elnettet, der ikke er optimale. Den intelligente styring skal også fungere som buffer i et system med meget store mængder vind og sol. Dette vil også gøre den grønne omstilling billigere.

Hurtig udfasning af olie- og naturgasfyr kan reducere bygningers udledninger betydeligt inden 2030

Klimarådet vurderer i rapporten *Omstilling frem mod 2030*, at det er muligt at udfase olieforbrændende fyr fuldstændigt frem mod 2030. Oliefyr anvendes her som en samlet betegnelse for både olieforbrændende fyr og for ovne, der anvender petrokoks og som anvendes til opvarmning. En udfasning af olieforbrændende fyr i 2030 vil indebære en forceret skrotning af eksisterende olieforbrændende fyr. Bygninger med olieforbrændende fyr ligger ofte uden for fjernvarme- og gasnettene, og det er derfor ikke muligt at bruge disse forsyninger som opvarmningsalternativer. Oliefyrene skal derfor primært erstattes af andre individuelle løsninger som varmepumper og træpillefyr.

Basisfremskrivningen antager, at forholdsvis mange olieforbrændende fyr bliver udskiftet frem mod 2030. Bygningernes samlede olieforbrug til opvarmning udgjorde i 2017 omkring 10 PJ, hvilket i fremskrivningen forventes reduceret til 3,2 PJ.

Klimarådet har i denne rapport antaget, at de resterende olieforbrændende fyr omstilles til varmepumper. Det kan dog ikke udelukkes, at nogle vil vælge at skifte til træpillefyr i stedet fx af økonomiske grunde eller til fjernvarme og gas, såfremt der er mulighed for dette i området. Dette har dog kun mindre betydning for det samlede reduktionspotentiale fra bygninger ved udfasning af olieforbrændende fyr, som er på ca. 0,2 mio. ton CO₂e i 2030. Både varmepumper og træpillefyr er samfundsøkonomisk billigere end olieforbrændende fyr, hvorfor omstillingen indebærer negative skyggepriser. Varmepumper er dog billigere end træpillefyr set over levetiden.

Potentiale vurderingen for udfasning af naturgasfyr tager udgangspunkt i et scenarie, hvor naturgasforbruget reduceres med 70 pct. fra i dag og frem mod 2030. En sådan udvikling kræver i praksis, at der fra 2021 og frem kun installeres meget få nye gasfyr, og at flere fyr formentligt skal erstattes, inden de har nået deres fulde tekniske levetid fx i forbindelse med udrulning af fjernvarme. Ea Energianalyse regner i forbindelse med Dansk Industris *2030-plan* på et tilsvarende scenarie, hvori halvdelen af de udfasede naturgasfyr tilsluttes fjernvarme, mens den resterende halvdel konverteres til varmepumper.¹⁰ Nærværende rapportens potentiale vurdering forudsætter en tilsvarende lige fordeling mellem fjernvarme og varmepumper som alternativ til de udfasede naturgasfyr. Ved en antagelse om, at både el- og fjernvarmeforsyningen i 2030 altovervejende er baseret på vedvarende energikilder, vil en ændring i forholdet mellem varmepumper og fjernvarme ikke have nævneværdig betydning for potentialet for drivhusgasreduktion. Det samlede reduktionspotentiale for udfasning af naturgasfyr vurderes til ca. 1,1 mio. ton CO₂e i 2030, som er ligeligt fordelt mellem varmepumper og fjernvarme.

I potentiale vurderingen antages det, at de gasfyr, der ikke bliver tilsluttet fjernvarme, bliver erstattet med rene varmepumper. Det kan dog ikke udelukkes, at nogle af varmepumperne kan blive installeret som gashybridvarmepumper, da disse kan blive privatøkonomisk attraktive sammenlignet med både naturgasfyr og varmepumper.^{47, 48} Centralt i den økonomiske vurdering her er investeringsomkostningen til gashybridvarmepumpen i forhold til den rene, elbaserede varmepumpeløsning. Gashybridvarmepumper kombinerer et gasfyr og en varmepumpe og anvender varmepumpen det meste af tiden, mens gasfyret kun bidrager i kolde måneder. Fordelen ved gashybridvarmepumper er, at de i spidslastperioder kan bidrage til at balancere elnettet, mens ulempen er, at der skabes et lock-in af gasforbrug til opvarmning.

En række analyser når frem til, at fjernvarme med fordel kan erstatte en delmængde af de eksisterende naturgasfyr. Det skyldes, at fjernvarmen vil kunne udvides med samfundsøkonomiske omkostninger, der svarer til gasfyr – i nogle tilfælde billigere og i andre en smule dyrere. På den baggrund vurderes omstillingen til fjernvarme fra naturgasfyr at falde i kategorien *billig* eller *medium*, afhængigt af de lokale forhold i fjernvarmeområdet.

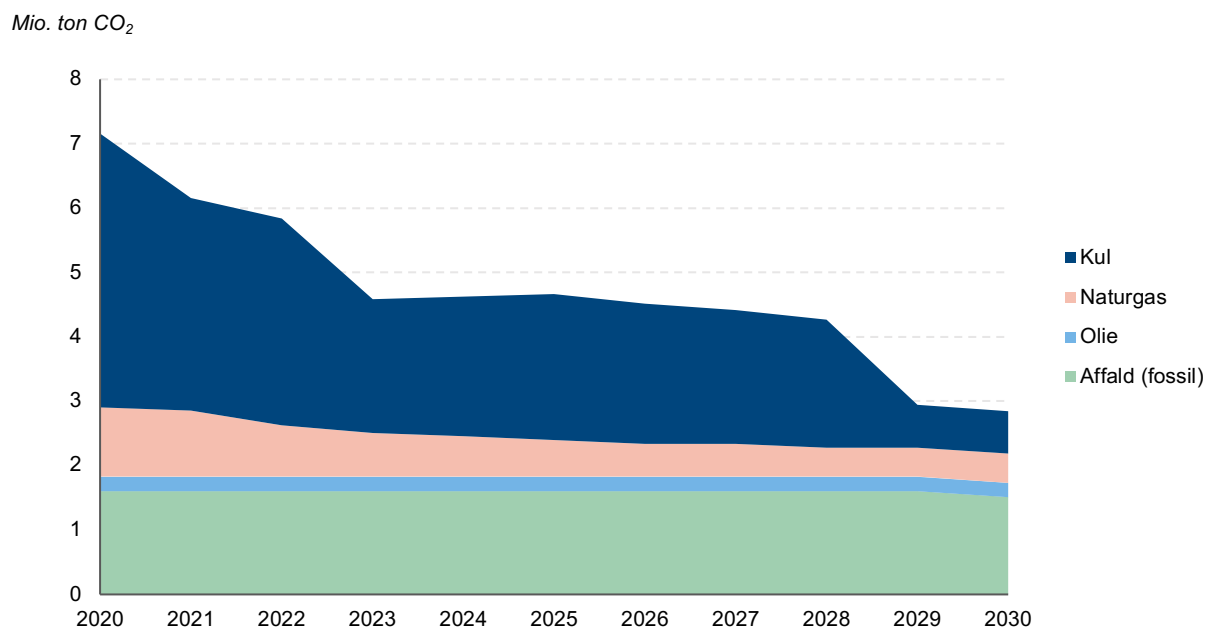
Ea Energianalyse estimerer i deres baggrundsanalyse til Dansk Industris *2030-plan*, at omkostningerne ved udskiftningen af gasfyr med varmepumper ligger i et niveau, der svarer til denne rapportes *medium* og *dyre* omkostningskategori, alt efter hvor stor en andel af naturgasfyrene der udfases før 2030. En udfasning i dette omfang inden 2030 er en meget stor omstilling både praktisk og økonomisk, og der kan således være tilfælde, hvor omkostningerne forbundet med omstillingen er høje, fx ved nedtagning af gasfyr, som endnu har en lang teknisk levetid. Omvendt vurderes udskiftningen af oliefyr med varmepumper at indebære en samfundsøkonomisk gevinst. Med dette udgangspunkt vurderer Klimarådet, at den samlede omstilling til varmepumper samlet set vil kunne realiseres med *medium* samfundsøkonomiske omkostninger.

3.5 El og fjernvarme

Dette afsnit ser på produktionen af el og fjernvarme. Fjernvarmen produceres relativt lokalt, mens el kan udveksles over landegrænser. Danmark er kraftigt forbundet til vores nabolande gennem elkabler, og dansk elproduktion er derfor i betydelig grad afkoblet fra det danske forbrug. Der er derfor en betydelig risiko for lækage, hvis elproduktionen på fossile brændsler bare afvikles i Danmark. Dette kan dog modvirkes ved at etablere mere vedvarende energi. Tilsvarende kan danske investeringer i vedvarende energi i princippet reducere udledninger i udlandet.

Forventede udledninger og forudsætninger i *Basisfremskrivning 2019*

Udledningerne fra el og fjernvarme er historisk set faldet kraftigt og forventes fortsat at falde frem mod 2030. Det er drevet af udfasning af kulkraft og en mindre gasanvendelse. Særligt vindkraft og biomasse har overtaget el- og fjernvarmeproduktionen. Udledningerne fra afbrænding af fossilt affald og olie forventes at forblive stort set konstante, hvilket kan ses af figur 3.8.



Figur 3.8 Fremskrevne drivhusgasudledninger fra produktionen af el og fjernvarme

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019*.

Basisfremskrivningen antager, at Ørsted stopper med kulfyring på alle sine værker i 2023, og at det kulfyrede Esbjergværk dermed lukkes. I 2029 forventes Nordjyllandsværket at være lukket, mens Fynsværket ikke lukkes før efter 2030 ifølge basisfremskrivningen.

En høj kvotepris er afgørende for udbygningen af vedvarende energi på markedsvilkår, da det mindsker kulkraftværkernes rentabilitet. I basisfremskrivningen antages en CO₂-kvotepris, der stiger fra 122 kr. pr. ton i dag til 192 kr. pr. ton i 2030. Kvoter handles imidlertid allerede i dag til ca. 190 kr. pr. ton, hvorfor basisfremskrivningen formentlig undervurderer økonomien i udfasningen af kul.⁴⁹

Basisfremskrivningen bygger desuden på et meget konservativt bud på udbygningen af vedvarende energi i vores nabolande. Basisfremskrivningens scenarie for udlandet (det såkaldte Sustainable Transition-scenarie⁵⁰) fanger ikke den eksplosive udbygning af blandt andet landvind i Norden, der finder sted i disse år med lav eller ingen støtte. Fx forudsætter scenariet 11 GW vindkraft i Sverige i 2030, mens Svensk Vindenergi forventer, at der er opført over 14 GW før udgangen af 2022.⁵¹ Dette øgede udbud af elproduktion lægger pres på priserne og vil forringe økonomien i kulkraft.

I Danmark udbygges solceller i basisfremskrivningen fra det nuværende niveau på omkring 1 GW til i alt 5 GW i 2030. Havvindudbygningen følger energiaftalen fra 2018 og forventes også at nå en samlet kapacitet på 5 GW i 2030. Landvindkapaciteten topper i 2024 og falder derefter svagt på grund af udløb for de teknologineutrale udbud og nedtagningen af gamle møller. Desuden forventes en udbygning til 0,85 GW varmepumper, og solvarmekapaciteten fordobles, så solvarme udgør 3,5 pct. af fjernvarmen i 2030.

Omstillingselementer og potentialer

Nedenfor beskrives de kendte omstillingselementer, som umiddelbart vurderes relevante i el- og fjernvarmesektoren. Reduktionspotentialerne er vist i tabel 3.6 og er ekstra i forhold til forudsætningerne i basisfremskrivningen. Potentialerne kan lægges sammen, da der ikke skønnes at være overlap mellem de tiltag, der reducerer udledningen fra de forskellige kraftvarmeanlæg, som hver især erstattes af andre anlæg til el- og varmeproduktion.

Tabel 3.6 Reduktionspotentiale fra kendte tiltag i el- og fjernvarmesektoren

Omstillingselement	Reduktionspotentiale mio. ton CO ₂ e		Samfundsøkonomiske omkostninger	Bemærkninger
	2025	2030		
Øget udsortering af plast fra affald	0,4	0,7	Medium	Udsortering af 65 pct. af plast i affald til forbrænding
Kuludfasning før 2025	1,7	0,7	Billigt	Kræver omstilling/lukning af Fynsværket og Nordjyllandsværket
Udfasning af olie og naturgas med 50 pct.	0,2	0,3	Medium	
I alt	2,2	1,7		

Anm. 1: Kategoriseringen af de samfundsøkonomiske omkostninger følger tabel 2.1.

Anm. 2: Grundet afrunding afviger det samlede reduktionspotentiale fra summen af de enkelte elementer.

Kilde: Klimarådet.

El- og fjernvarmeproduktionen på fossile brændsler kan erstattes af mere vindkraft og solceller, varmepumper, overskudsvarme, elkedler, geotermi og ellagrning og evt. øget tilførsel af biomasse på affaldsforbrændingsanlæg til

erstatning af plastik. Udbygningen med vind og sol skal både dække bortfaldet af fossil elproduktion og gradvis erstatte biomassebaseret varme- og kraftvarmeproduktion.

Omstillingselementerne i implementeringssporet, som behandles i dette kapitel, inkluderer en stor grad af elektrificering. For at dække dette ekstra elforbrug samt dække reduktionen i el- og varmeproduktion på fossile brændsler og biomasse kræves en udbygning med vedvarende elproduktion svarende til ca. 3 GW havvind.

Effekten i udlandet er ikke analyseret nærmere, men afhænger af politiske og markeds-mæssige beslutninger i vores nabolande. Et dansk kulstop vil formentlig føre til øget vindkraftudbygning på markedsvilkår i vores nordiske nabolande, lidt mere gasfyring i Storbritannien og et lidt højere gas- og kulforbrug i Tyskland. Samlet vurderes et dansk kulstop dog at være en klar gevinst for klimaet.

Øget udsortering af plast fra affald har et stort reduktionspotentiale, men reel genanvendelse bør sikres
I 2016 afbrændte 22 dedikerede og 4 multifyrede forbrændingsanlæg i Danmark 3,5 mio. ton affald⁵² (hvoraf ca. 10 pct. er importeret affald) og udledte 1,4 mio. ton CO₂e fra den fossile del af affaldet. Hertil kommer to specielle affaldsforbrændingsanlæg, nemlig Aalborg Portland og EcoKem, hvoraf sidstnævnte er et forbrændingsanlæg for farligt affald. Udledningerne fra forbrændingen af affald på disse to anlæg udgør 0,3 mio. ton CO₂e om året, hvoraf det meste kommer fra Aalborg Portland, hvis udledninger er nærmere beskrevet under afsnittet om industri. I perioden 2010-2015 producerede affaldsforbrændingsanlæggene 20-24 pct. af fjernvarmeforbruget i Danmark og knap 5 pct. af den danskproducerede el.⁵³

Plast udgør ca. 80 pct. af den fossile CO₂-udledning fra affaldsenergianlæg, svarende til 1,1 mio. ton CO₂e. Resten kommer fra tekstiler lavet af olie fx nylon, akryl og polyester og fra andet fossilt baseret materiale. Et relevant omstillingselement er derfor at fjerne plasten fra den del af affaldet, der går til forbrænding, det såkaldte restaffald.

I 2018 blev EU's direktiver for henholdsvis affald⁵⁴ og emballage⁵⁵ opdateret. Opdateringen sætter fremadrettet større krav til sortering og genanvendelse af affald, herunder til udsortering og genanvendelse af plastik. Direktiverne indebærer fx, at der reelt skal genanvendes 55 pct. af plastikemballageaffald i 2030. Disse krav indgår ikke i den seneste basisfremskrivning, der derfor i 2030 forventer en næsten uændret udledning fra affaldsforbrændingsanlæg, nemlig 1,6 mio. ton i 2030.

Ifølge Dansk Affaldsforening kan en målrettet indsats med en kombination af virkemidler bidrage til at reducere andelen af plast, der forbrændes, med ca. 65 pct. i 2030, svarende til en reduktion i CO₂-udledningen fra forbrændingsanlæg på ca. 0,7 mio. tons pr. år i 2030. Det er i potentialeberegningerne til denne rapport antaget, at potentialet indføres lineært, hvormed omkring halvdelen af potentialet nås i 2025.

De samfundsøkonomiske omkostninger ved øget udsortering af plast er tidligere blevet vurderet til omkring 1.000 kr. pr. ton CO₂e.⁵⁶ I denne beregning blev det antaget, at knap 45 pct. af plast i dagrenovation blev udsorteret, og at det kun var plasten, der blev sorteret fra og ikke andre affaldsfraktioner. Den relativt høje pris skyldes især omkostninger til indkøb af erstatningsbrændsler for plast og høje driftsomkostninger. Omkostningerne opvejes kun i begrænset omfang af indtægter fra salg af plast samt besparelser på forbrændingsanlæg. Hvis der samtidig udsorteres andre værdifulde affaldsfraktioner, kan sorteringsomkostningerne fordeles på flere fraktioner, hvilket kan medvirke til at reducere den samfundsøkonomiske omkostning for udsortering af plast.

Kuludfasning inden 2025 kan bidrage med betydelige reduktioner på kort sigt

En accelereret omstilling væk fra kul har potentiale til at levere betydelige reduktioner over perioden 2021-2030. Med de udmeldte planer fra Ørsted, er det alene Fynsværket og Nordjyllandsværket, der er kulfyrede efter april 2023.

Fjernvarme Fyn, der ejer Fynsværket, arbejder med et scenarie for kulstop senest i 2025, der indebærer en udbygning med varmepumper, elkedler, biomasse og store energilagere. Det vurderes i den sammenhæng om værket kulfyrede blok 7 skal omstilles til spidslast gasfyring. Denne omstilling reducerer udledningerne relativt til basisfremskrivningen med 0,5 mio. ton CO₂e pr. år i 2025, når man kombinerer det med øvrige løsninger, der dækker bortfaldet i el- og varmeforsyning fra kul. Det tal stiger til 0,7 mio. ton i 2030, i takt med yderligere omstilling af el- og varmeproduktionen.

Aalborg Forsyning, der ejer Nordjyllandsværket, har i øjeblikket planer om at holde Nordjyllandsværket i drift til 2028, hvor et geotermianlæg senest kan stå klar til at levere varme til byen. Klimarådet vurderer dog, at der er et betydeligt potentiale for at øge varmeproduktionen fra varmepumper og øge leverancen af overskudsvarme fra Aalborg Portland, som i forvejen leverer store dele af fjernvarmen i Aalborg. Hvis det ikke skulle være muligt at dække hele varmebehovet herved, kan der evt. suppleres med varme fra gaskedler indtil geotermianlægget går i drift. Hvis lukningen af Nordjyllandsværket fører til tilsvarende ændringer i brændselsforbrug som omstillingen af Fynsværket, vil dette umiddelbart give en reduktion relativt til basisfremskrivningen på ca. 1,2 mio. ton CO₂e per år.

Figur 3.9 viser ændringen i udledninger relativt til basisfremskrivningen, hvis kul udfases på Fynsværket ved udgangen af 2021 og på Nordjyllandsværket ved udgangen af 2023. Det vil umiddelbart resultere i en reduktion på 1,7 mio. ton CO₂e i 2025 og en reduktion på 0,7 mio. ton CO₂e i 2030 sammenlignet med basisfremskrivningen. Figuren viser altså, at en fremrykket kuludfasning især har et stort potentiale i 2025. Klimarådet vurderer, at den samfundsøkonomiske omkostning ved kuludfasning før 2025 vil være relativt billig givet de nuværende priser på vedvarende energi.



Figur 3.9 Ændrede udledninger ved kuludfasning fra udgangen af 2023

Kilde: Klimarådet.

Varmepumper og andre grønne løsninger kan erstatte op til 50 pct. olie og naturgas

Ud over kul og affald er det særligt naturgas, der er den væsentligste kilde til drivhusgasudledninger i el- og fjernvarmeproduktion. Hertil kommer en mindre del olie. Basisfremskrivningen forudsætter et relativt stort fald i brugen af naturgas til kedler i de førstkommande år og derefter et fald i naturgas brugt til kraftvarme.

Større anvendelse af varmepumper og elpatroner kan reducere brugen af naturgas i fjernvarmesystemerne yderligere. Udbredelsen af varmepumper kræver dog, at der findes nært tilgængelige varmekilder. Dette kan være overskudsvarme fra virksomheder, grundvand, spildevand eller havvand. Der høstes i disse år vigtige erfaringer med etablering af større varmepumper.

Samtidig kan batterier eller langtidslagre i form af fx varme sten bidrage til at reducere driften på naturgaskraftvarmeanlæg og over tid udkonkurrere dem, da disse løsninger om en årrække kan tænkes at dække spidslasten i energisystemet billigere end gas, som vist i Dansk Energis *Elpris Outlook 2019*.⁵⁷ Dette gælder særligt,

hvis rammevilkårene afspejler en høj pris på CO₂. Øget transmissionskapacitet til vores nabolande kan også bidrage til at reducere behovet for reservekapacitet i elsystemet og dermed reducere behovet for gaskraft.

Klimarådet vurderer samlet set, at varmepumper og andre grønne løsninger kan reducere drivhusgasudledningerne med 0,3 mio. ton CO₂e i 2030. De samfundsøkonomiske omkostninger vurderes at ligge i kategorien *medium*.

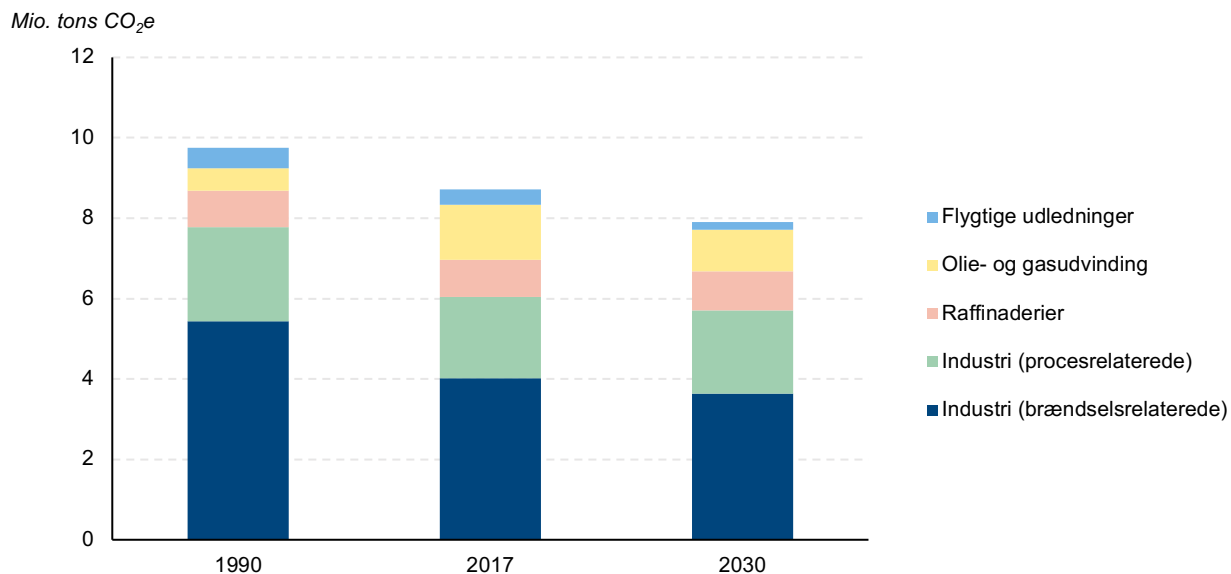
3.6 Industri

Dette afsnit ser på mulighederne for at reducere udledningerne fra industrien. Industrien kan overordnet set opdeles i petrokemisk industri, som udvinder og producerer olie og gas, og fremstillingsindustri, som producerer alle øvrige varer.

Forventede udledninger og forudsætninger for industrien i *Basisfremskrivning 2019*

Drivhusgasudledningerne fra industri kan overordnet set opdeles i tre kilder. Som det første stammer omkring 73 pct. af udledningerne i 2017 fra afbrænding af fossile brændsler. Den anden store kilde er procesrelaterede udledninger, som udgør omkring 23 pct. af industriens udledninger. Procesrelaterede udledninger stammer ikke fra afbrændingen af brændsler men fra fx kemiske reaktioner som kalcinering af kalk til cementproduktion. Den tredje kilde til udledninger er flygtige udledninger, som er på omkring 4 pct. af industriens udledninger. De flygtige udledninger stammer overvejende fra udvinding, behandling og håndtering af olie- og gasprodukter. Herudover medfører industriens forbrug af el og fjernvarme indirekte udledninger fra produktionen af disse, men udledningerne behandles i el- fjernvarmesektoren, hvor de finder sted fysisk. Figur 3.10 viser udledningerne fra industrien i 1990, 2017 og 2030.

I basisfremskrivningen reduceres industriens samlede drivhusgasudledninger kun med 0,8 mio. ton CO₂e frem mod 2030, svarende til ca. 9 pct. af niveauet i 2017. Udviklingen er et resultat af flere faktorer, herunder en generel forventning til øget vækst i det samlede erhvervsliv, en mindre reduktion af energiintensiteten udtrykt ved energiforbruget i forhold til produktionsværdien samt en mindre omstilling væk fra fossile brændsler og over til primært varmepumper. Procesudledningerne, som primært kommer fra cementindustrien, forventes at stige som følge af en forventning om øget cementproduktion. Samlet set udledte produktionen af cement 2,2 mio. ton CO₂e⁵⁸ i Danmark i 2018, hvilket svarer til omkring en fjerdedel af de samlede udledninger fra industrien.



Figur 3.10 Historiske og fremskrevne drivhusgasudledninger fra industri og olie- og gasudvinding, produktion og håndtering

Anm. 1: I opgørelsen inkluderer industri også bygge- og anlægsvirksomheder

Anm. 2: Opgørelsen af udledninger følger basisfremskrivningens opgørelsesmetode, hvormed en delmængde af gasforbruget udgøres af bionaturgas.

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019*.

Omstillingselementer og potentialer i industrien

Klimarådet har i implementeringssporet primært set på mulige omstillingselementer inden for fremstillingsindustrien, dvs. muligheder for at reducere udledningerne fra industri eksklusive raffinaderier, olie- og gasudvinding og flygtige emissioner. I udviklingsporet, som beskrives i kapitel 5, gennemgås muligheder for også at reducere udledningerne fra olie- og gasudvinding samt raffinaderier.

Energiforbruget i industrien er fordelt på en lang række anvendelser, der er meget forskelligartede. Tiltag til reduktion af drivhusgasudledninger i industrien afhænger derfor meget af de specifikke processer og energianvendelser, som udledningerne stammer fra. Klimarådet vurderer, at energieffektivisering, elektrificering, konvertering til biomasse og gas samt grønnere cement udgør de mest relevante omstillingselementer i implementeringssporet. Potentialerne for reduktion af drivhusgasudledninger ved disse er vist i tabel 3.7. Potentialerne er realiseret i rækkefølgen som oplyst i tabellen, og hvert reduktionspotentiale er korrigeret for overlap. Denne rækkefølge indebærer, at der først realiseres energieffektiviseringer sammen med en konvertering til varmepumper, hvorefter der foretages en yderligere elektrificeringsindsats og konvertering til biomasse og gas fra andet fossilt energiforbrug samt til sidst en omstilling til grønnere cement. Prioriteringen er foretaget dels ud fra forventninger om, at energibesparelser og omstilling til varmepumper kan realiseres ved lavere samfundsøkonomiske omkostninger end øvrig elektrificering og biomasse- og gaskonvertering og dels for at prioritere elektrificering frem for biomasse og -gasanvendelse, hvor det er muligt. En anderledes prioritering og vægtning af omstillingselementerne vil resultere i andre potentialevurderinger for hvert omstillingselement, men vil samlet set resultere i omtrent den samme samlede reduktion i hele industrien.

Tabel 3.7 Reduktionspotentiale fra kendte tiltag til reduktion af udledninger fra industri

Omstillingselement	Reduktionspotentiale mio. ton CO ₂ e		Samfundsøkonomiske omkostninger	Bemærkninger
	2025	2030		
Energieffektivisering	0,0	0,4	Meget billigt	Omkring en fjerdedel af energibesparelserne vurderes at have virksomhedsøkonomiske tilbagebetalingstider på under fire år.
Elektrificering, herunder varmepumper	0,0	0,5	Meget billigt	For varmepumper vurderes det, at den virksomhedsøkonomiske tilbagebetalingstid er på under fire år, mens anden elektrificering ligger mellem fire og ti år.
Biomasse til proces	0,1	0,3	Meget billigt	Biomassekonvertering vurderes til at have virksomhedsøkonomiske tilbagebetalingstider på mellem fire og ti år.
Omstilling fra kul og koks til gas i industrien	0,1	0,3	Medium	
Grøn cement	0,3	0,4	Ukendt	Beregningen er behæftet med stor usikkerhed og afhænger blandt andet af, i hvilket omfang cementproduktionen baseres på vedvarende brændsler. Ekstraomkostningerne ved grøn cement er ukendte.
I alt	0,6	1,9		

Anm. 1: Overskudsvarme til fjernvarme indgår ikke i tabellen, da reduktionen af drivhusgasudledninger forbundet hermed finder sted i de fjernvarmeområder, som overskudsvarmen leveres til.

Anm. 2: Grøn cement er et eksempel på en omstilling til et mere bæredygtigt produkt. Øvrige bidrag fra omstilling til fremstilling og brug af produkter og services med mindre klimapåvirkning er ikke kvantificeret, men vil kunne bidrage dels med indenlandske og dels udenlandske reduktioner af drivhusgasudledninger.

Anm. 3: Kategoriseringen af de samfundsøkonomiske omkostninger følger tabel 2.1.

Anm. 4: Grundet afrunding afviger det samlede reduktionspotentiale fra summen af de enkelte elementer.

Kilde: Klimarådet.

De oplyste omstillingselementer inden for industri vurderes at kunne reducere industriens udledninger med ca. 0,6 mio. ton CO₂e i 2025 og 1,9 mio. ton CO₂e i 2030, ud over hvad der ligger i basisfremskrivningen. Det bemærkes, at potentiale vurderingen er behæftet med en del usikkerhed, da datagrundlaget for vurderingen i flere tilfælde blandt andet er baseret på opdateringer af ældre potentiale vurderinger.

Viegand Maagøe vurderer, at størstedelen af reduktionspotentialerne ved energieffektivisering, elektrificering og biomasse til proces kan realiseres ved negative omkostninger, jf. tabel 3.7, idet levetiden for anlæggene og tiltagene i mange tilfælde rækker ud over den forventede tilbagebetalingstid for investeringerne.⁵⁹ Enkelte af reduktionspotentialerne inden for disse omstillingselementer vil dog indebære en samfundsøkonomisk udgift, der dog vurderes som forholdsvis lav. Vurderingen af omkostningerne indikerer, at der frem mod 2030 formentligt kan findes yderligere drivhusgasreduktioner i sektoren til omkostninger under 1.000 kr. pr. ton reduceret CO₂e.

Realiseringen af potentialerne og eventuelle yderligere reduktioner afhænger dog ikke kun af økonomiske forhold, men også af flere forskellige praktiske forhold og tekniske udviklinger. Der vil blandt andet skulle indregnes en implementeringsperiode i virksomhederne, som for nogle investeringer kan række vel ud over 2030. Dette kan eksempelvis være tilfældet, hvis virksomhederne for nyligt har fornyet eller levetidsforlænget eksisterende anlæg og derfor ikke er interesserede i at udskifte disse med mere effektive anlæg baseret på vedvarende energi eller el de næste par år. Visse virksomheder kan desuden også have specifikke produktionskrav, som indebærer, at virksomheden ikke er villig til at foretage ændringer i deres produktionsanlæg og/eller -metoder. For andre

investeringer er potentialet i høj grad styret af udviklingen af teknologier. Dette er fx tilfældet for potentialer inden for elektrificering internt i processer, som ikke involverer varmepumper og elkedler.

Ud over reduktionspotentialerne i tabellen, kan levering af overskudsvarme til fjernvarmen bidrage til at reducere drivhusgasudledningerne i fjernvarmesektoren i det omfang, fjernvarmeproduktionen er baseret på fossile brændsler. Hertil kommer, at et øget fokus på mere bæredygtige produkter og services vil kunne reducere behovet for produktion af produkter bredt i hele industrien, og dermed reducere industriens klimaaftryk. Dette er overordnet behandlet i kapitel 5, som også ser på muligheder for CO₂-fangst og lagring (CCS) og muligheder for at adressere udledningerne i olie- og gasindustrien.

Der er mange muligheder for energieffektivisering i industrien

Den seneste større kortlægning af potentialer ved energieffektiviseringer i industrien er udarbejdet af COWI for Energistyrelsen i 2015.⁶⁰ Viegand Maagøe har for Klimarådet vurderet potentialet for energieffektivisering i dag og frem til 2030 blandt andet på baggrund af en opdateret vurdering af energisparepotentialerne fra COWI's analyse.⁵⁹ I COWI's analyse defineres energieffektivisering bredt, og potentialeopgørelserne inkluderer således både besparelser opnået gennem tiltag som effektivisering af eksisterende anlæg og processer såvel som udskiftning med nye og mere effektive anlæg.

Der er mange muligheder for energieffektivisering i industrien både inden for regulering af produktionstemperaturer og inden for tørring, rumvarme og belysning som vist i boks 3.2.

Boks 3.2: Muligheder for energieffektivisering i industrien

Opvarmning og kogning

- Reduktion af opvarmningsbehov (fx sænkning af produktionstemperaturer uden indvirkning på kvalitet eller kvantitet af produkt)
- Anlægsoptimering (fx nye anlæg med bedre virkningsgrader eller isolering af rør, tanke eller øvrige komponenter på eksisterende anlæg)
- Driftsoptimering (fx bedre overvågning og styring af processer)

Tørring

- Reduceret tørringsbehov (fx gennem naturlig tørring eller mekanisk afvanding)
- Varmegenvinding (fx muliggjort blandt andet gennem bedre luftfiltreringsanlæg)
- Nye processer (fx nye anlæg med højfrekvente bølger og mikrobølger)

Rumvarme

- Anlægsoptimering (fx skifte til varmepumper)
- Varmegenvinding (fx ved anvendelse af varmepumper)
- Driftsoptimering (fx ved tidsstyring af ventilation og opvarmning)

Belysning

- Udskiftning af lyskilder (fx til LED-pærer)
- Lysregulering (fx med dagslysregulering og bevægelsessensorer)

Basisfremskrivningen antager en løbende energieffektivisering i industrien frem mod 2030. Størstedelen af effektiviseringen foregår imellem 2021 og 2024 på baggrund af energisparepuljen til erhverv, som blev aftalt i *Energiaftalen af 2018*.⁶¹ Fratrækkes de tiltag, som allerede er inkluderet i basisfremskrivningen, vil energieffektivisering i 2030 kunne reducere de danske udledninger med yderligere omkring 0,4 mio. ton CO₂e. Dette potentiale inkluderer ikke varmepumper. Ifølge den opdaterede vurdering fra Viegand Maagøe er dette potentiale opnåeligt med en samfundsøkonomisk tilbagebetalingstid på under ti år.⁵⁹ Foruden investeringer inden

for it, elektronik og arbejdskørsel, som har forventede tekniske levetider på otte år og investeringer i rumvarme, der forventes at have tekniske levetider på 20 år, har størstedelen af investeringerne forventede tekniske levetider på omkring ti år. Derfor vurderer Klimarådet dette omstillingselement til at være *meget billigt* ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv.

Elektrificering gennem procesvarmepumper og andre kendte teknologier

Elektrificering i industrien dækker bredt over teknologier, som muliggør et skift fra brændsler til el. Viegand Maagøe har vurderet potentialet for elektrificering i industrien frem mod 2030 for Klimarådet.⁵⁹ Vurderingen af potentialerne ved elektrificering af termiske, industrielle processer er foretaget blandt andet på baggrund af resultater fra ELFORSK-projektet, ELIDI.⁶²

Inden for industrien eksisterer der et stort potentiale for elektrificering baseret på kendte teknologier, som er på markedet allerede i dag eller er under udvikling. Eksempler inden for forskellige anvendelser er:

- Procesvarme (varmepumper, elkedler, elektrokedler, damp-rekomprimering)
- Tørring (impulstørring, slagstørring)
- Sterilisering og pasteurisering (højtrykssterilisering)
- Destillation og separering (filtrering, elektrostatisk, mekanisk)
- Bugning, smeltning og støbning (elektromagnetisk, direkte/indirekte modstand, elektrisk lysbueovn, plasmaopvarmning, elektronstrålevarme)
- Intern transport (herunder løfteudstyr)

Ifølge Viegand Maagøe vil potentialet for elektrificering i 2030 udgøres af varmepumper og elkedler, mens øvrige elanvendelser i højere grad afhænger af teknologisk udvikling og først vurderes realiserbart efter 2030.⁵⁹

Basisfremskrivningen antager en løbende elektrificering i industrien. I fremskrivningen forventes en samlet omstilling til varmepumper i erhvervene svarende til en varmeproduktion på ca. 15 PJ i 2030, hvoraf omkring halvdelen vurderes at være i industrien og resten i handel- og serviceerhverv. Elektrificering, inklusive varmepumper, vil i 2030 kunne reducere udledningerne med omkring 0,5 mio. ton CO₂e, når potentiale vurderingen korrigeres i forhold til den allerede indregnede omstilling i basisfremskrivningen og de forudgående realiserede energieffektiviseringer.

Biomasse til proces kan være et alternativ til fossile brændsler

Ligesom elektrificering udgør bæredygtig biomasse et alternativ til anvendelsen af fossile brændsler i en lang række processer i industrien. Og i stedet for biomasse vil der også kunne anvendes anden vedvarende energi, fx biogas, solvarme eller bionedbrydeligt affald. Dette vil tilsvarende resultere i, at drivhusgasudledningen fra energiforbruget opgøres som nul.

Viegand Maagøe har opdateret potentialet for omstilling til biomasse på baggrund af tidligere kortlægninger fra Energistyrelsen i 2013⁶³ og 2015⁶⁴ og på baggrund af en vurdering af effekten af allerede realiserede konverteringer til vedvarende energi som følge af VE-til-proces-ordningen.⁵⁹ Når der tages højde for de allerede realiserede energieffektiviserings- og elektrificeringstiltag, som prioriteres først i denne rapport, vurderes biomassekonvertering at kunne reducere drivhusgasudledningen fra industrien yderligere med omkring 0,3 mio. ton CO₂e i 2030. Dette potentiale er ifølge Viegand Maagøe samfundsøkonomisk rentabelt at realisere.⁵⁹

Omstilling fra kul og koks til gas

Ud over de beskrevne omstillingselementer, som er analyseret af Viegand Maagøe, vurderes der at eksistere et stort potentiale for reduktion af drivhusgasudledninger i industrien via omstilling fra kul og koks, herunder petrokoks, til gas. Kul og koks anvendes specielt i den tunge industri. I det omfang den gas, der anvendes, består af fossil naturgas, vil skiftet ikke eliminere, men blot reducere drivhusgasudledningerne. Udledningerne fra anvendelse af selv fossil naturgas er dog lavere end ved anvendelse af kul og koks, idet naturgas udleder mindre kulstof pr. energienhed. I takt med, at biogasproduktionen øges, vil udledningerne ved gasforbruget potentielt kunne fjernes helt.

Potentialeberegningen antager som et groft skøn, at skiftet til gas kan ske i et omfang svarende til halvdelen af det tilbageværende forbrug af kul og koks efter implementeringen af de øvrige omstillingselementer i industrien.

Potentialet antages derfor at være additionelt til de førnævnte omstillingsselementer i industrien. Det er i forbindelse med udarbejdelsen af denne rapport bekræftet, at der inden for den tunge industri eksisterer et teknisk potentiale med kendt teknologi, der er i størrelsesordenen af det benyttede potentiale og som ligger i nærhed af gasnettet. Yderligere kvantificering af potentialet vil kræve en større kortlægning og analyse af de enkelte virksomheders muligheder og barrierer, hvilket ikke er foretaget til denne rapport.

Det beregnede potentiale ved skift til naturgas vurderes at kunne bidrage med et reduktionspotentiale på 0,3 mio. ton CO₂e i 2030. Klimarådet vurderer, at omstillingen fra kul og koks til gas i industrien indebærer en *medium* samfundsøkonomisk omkostning. Vurderingen er baseret på forskellen i brændselspriser og forventninger til begrænsede anlægsinvesteringer.

Grønnere cement kan nedbringe udledningerne fra Aalborg Portland

Som beskrevet tidligere udgør cementproduktion i Danmark en af de største kilder til udledning inden for industri. Aalborg Portland er den eneste cementfabrik i Danmark, og virksomheden har i samarbejde med øvrige danske virksomheder og universiteter udviklet en type cement, som udleder mindre drivhusgas under produktionen på grund af materialesammensætningen. Dette skyldes dels, at en delmængde af den kalk, som udleder CO₂ ved kalcineringsproces, erstattes af kalcineret ler. Herved reduceres de procesrelaterede udledninger fra produktionen. Derudover kræver den nye cementtype ikke lige så høje temperaturer under produktion, og derfor kan der opnås en brændselsbesparelse i forhold til mere konventionelle typer cement. Samlet set vurderer Aalborg Portland, at den nye cementtype udleder op mod 30 pct. mindre drivhusgas end deres tilsvarende konventionelle cementtype.⁶⁵ Denne grønnere cement kan erstatte Aalborg Portlands grå cement, men ikke den hvide cement, der i 2018 udgjorde 32 pct. af produktionen. Da den hvide cement er mere energiintensiv, står den i dag for ca. 45 pct. af de samlede udledninger fra Aalborg Portland.

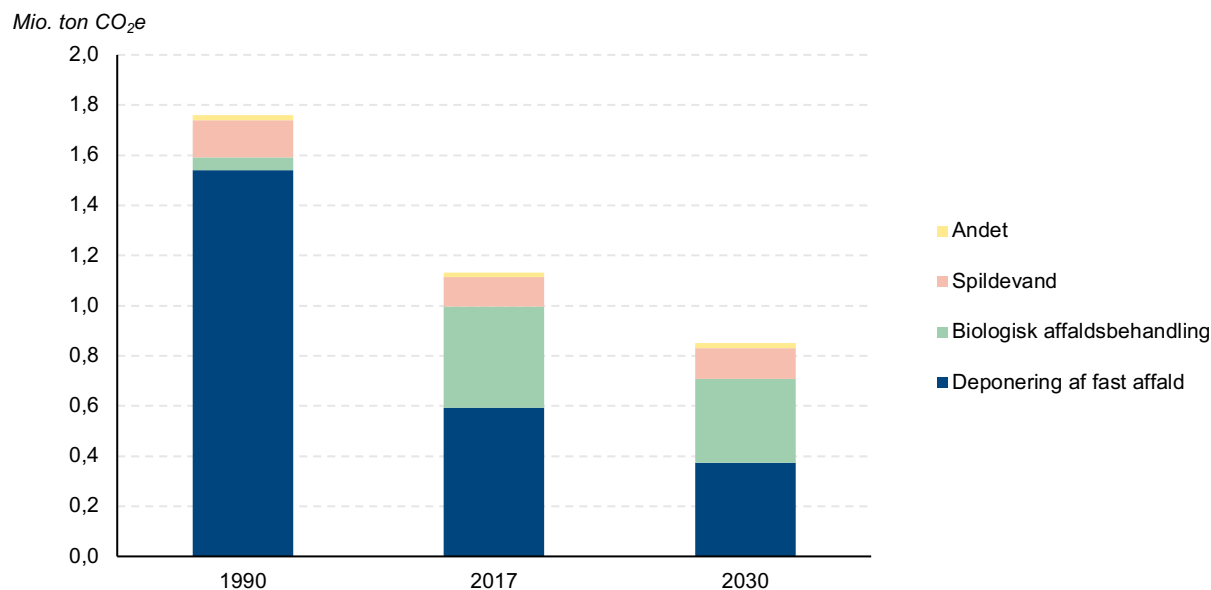
Ved en antagelse om fuld erstatning af produktionen af grå cement inden 2030, vurderes dette omstillingsselement at kunne reducere drivhusgasudledningen med 0,4 mio. ton CO₂e i 2030. Dette potentiale er additionelt til basisfremskrivningen og til de øvrige analyserede omstillingsselementer i industrien. Potentialet i 2025 såvel som i 2030 er behæftet med en del usikkerhed.

Omkostningen ved produktionen af den grønne cement i forhold til konventionelle cementtyper er ikke kendt, og omkostningerne pr. ton reduceret CO₂e kan derfor ikke estimeres.

3.7 Miljø

Forventede udledninger og forudsætninger i Basisfremskrivning 2019

Udledningerne fra miljøsektoren består primært af udledninger fra affaldshåndtering, herunder deponering af fast affald og biologisk affaldsbehandling, dvs. biologisk nedbrydning af affaldet med mikroorganismer til fx kompost. Derimod er afbrænding af affald ikke omfattet, og udledningerne herfra hører ind under el- og fjernvarmesektoren, da al affaldsforbrænding i Danmark sker med energiudnyttelse. Dog indgår udledninger fra krematorier i miljøsektoren. Desuden er der også en mindre udledning fra spildevandsanlæg. Figur 3.11 viser udviklingen siden 1990 og den forventede udledning i sektoren frem til 2030 i fravær af nye tiltag. Samlet forventes sektoren at udlede ca. 0,8 mio. ton CO₂e i 2030.



Figur 3.11 Historiske og fremskrevne drivhusgasudledninger fra miljøsektoren

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019*.

Omstillingselementer og potentialer

Siden 1990 er der sket en betydelig reduktion af drivhusgasudledningerne fra danske lossepladser, og denne reduktion forventes at fortsætte til 2030, hvor de samlede udledninger forventes at udgøre knap 0,4 mio. ton CO₂e, som figur 3.11 viser. Det skyldes primært, at man stoppede deponeringen af forbrændingseget affald fra 1997. Desuden er der sket en opsamling af metan fra lossepladser, som er udnyttet til energiformål, og i 2014 blev der etableret en tilskudsordning til at etablere biocovers på deponeringsanlæg og gamle lossepladser. Biocovers virker ved, at lossepladsen dækkes af et metanoxiderende lag, hvor mikroorganismer omsætter metan til CO₂. Da CO₂ som drivhusgas er op mod 30 gange mildere end metan over en 100-årig tidsperiode⁶⁶, er dette meget fordelagtigt for klimaet. Tilskudsordningen udløber i 2020, og ifølge Miljøstyrelsen er der ikke umiddelbart potentialer i at forlænge ordningen, da gaspotentialer aftager, jo ældre det organiske affald er.⁶⁷

Figur 3.11 viser desuden, at udledningerne fra den biologiske affaldsbehandling er steget betragteligt fra 1990 til 2017, men forventes at falde en smule frem til 2030 med allerede vedtagne virkemidler. Disse udledninger består af metan- og lattergasudledninger fra kompostering (ca. 0,1 mio. tons CO₂e primært fra park- og haveaffald og i mindre grad af slam fra spildevandsanlæg og organisk husholdningsaffald) og metanudledninger som følge af blandt andet udslip fra produktionen af biogas (ca. 0,3 mio. tons CO₂e). Endelig viser figuren, at godt 0,1 mio. ton CO₂e kommer fra spildevandssektoren, primært metanudledninger fra septiktanke.⁶⁸

Tabel 3.8 viser potentialer for reduktion af udslip fra biogasanlæg. Klimarådet har ikke set nærmere på mulighederne for at reducere udledningerne fra kompostering og heller ikke på mulighederne for at reducere udledningerne fra spildevandssektoren.

Tabel 3.8 Reduktionspotentiale fra reduktion af udslip fra biogasanlæg

Omstillingselement	Reduktionspotentiale <i>mio. ton CO₂e</i>		Samfundsøkonomiske omkostninger	Bemærkninger
	2025	2030		
Reduktion af udslip fra biogasanlæg	0,1	0,2	Meget billigt	
I alt	0,1	0,2		

Anm.: Kategoriseringen af de samfundsøkonomiske omkostninger følger tabel 2.1.

Kilde: Klimarådet.

Forbedring af biogasanlæg kan reducere metanudslip og skal dokumenteres

Udslip af metan kan komme fra mange steder på og ved biogasanlæg. Det kan blandt andet være fra utætheder i rør, dækningsmembraner over biogasbeholdere eller øvrige produktionsanlæg. DCE ved Aarhus Universitet anvender i deres drivhusopgørelse, som rapporteres til EU og FN, en udslipssrate på 4,2 pct. af biogasproduktionen. Dette niveau er baseret på en ældre analyse af 9 biogasanlæg fra 2015, hvor udslippet dog varierede meget fra anlæg til anlæg.⁶⁹ Udslip fra biogasanlæg mindsker anlæggets effektivitet, og selv relativt små læk af metangas bidrager markant til drivhusgasudledningen, fordi metan er en mere potent drivhusgas end CO₂. Den tidligere VLAK-regering inkluderede også reduktion af udslip fra eksisterende biogasanlæg i sit klima- og luftudspil fra 2018, og der blev afsat 10 mio. kr. til at hjælpe med at opdage disse udslip.

Selvom der er afsat penge til at kortlægge udslippene, indgår reduktionspotentialet ikke i basisfremskrivningen. Regeringen har dog i december 2019 udsendt udkast til lovforslag om biogas,⁷⁰ hvor det foreslås, at der fremover kan stilles krav om kontrol af udslip af metan fra biogasanlæg. Med en målrettet indsats anser Klimarådet det derfor muligt at reducere udslippet betragteligt svarende til ca. 0,1 mio. ton CO₂e i 2025 og 0,2 mio. ton i 2030. Det er vigtigt, at indsatsen dokumenteres med præcise målinger af udslippene før og efter, således at udslipssraten i DCE's emissionsopgørelser kan baseres på denne konkrete dokumentation.

Ud over de 10 mio. kr., som staten har afsat, er der omkostninger til eventuelle reparationer og tætninger af anlæggene. Der foreligger ikke analyser af omfanget af disse omkostninger, men på baggrund af blandt andet oplysninger fra Biogasbranchen har Klimarådet i 2018¹⁵ vurderet, at tiltaget er *meget billigt* baseret på de relativt simple foranstaltninger, der skal foretages på anlæggene, og det forholdsvis store reduktionspotentiale.

3.8 Det samlede potentiale

Tabel 3.9 viser en oversigt over reduktionspotentialet fra kapitlets omstillingselementer summeret på sektorniveau fra afsnit 3.1. til 3.7.

Tabel 3.9 Reduktionspotentialer for kendte omstillingselementer i rapportens implementeringsspor

Omstillingselementer	Reduktionspotentiale 2025 <i>mio. ton CO_{2e}</i>	Reduktionspotentiale i 2030 <i>mio. ton CO_{2e}</i>
3.1. Øget produktion og opgradering af biogas	0,8	1,1
3.2. Omstilling inden for transporten	0,3	2,3
3.3. Udtagning af jorder og øvrige landbrugstiltag	0,9	2,3
3.4. Reduktion af udledninger fra bygninger	0,6	1,5
3.5. Omstilling af el- og fjernvarmeproduktion	2,2	1,7
3.6. Omstilling inden for industri	0,6	1,9
3.7. Reduktion af udslip fra biogasanlæg i miljøsektoren	0,1	0,2
Samlet reduktionspotentiale	5,5	10,9
Procentvis reduktion i forhold til 1990	50 pct.	60 pct.

Anm.: Grundet afrunding afviger det samlede reduktionspotentiale fra summen af de enkelte elementer.

Kilde: Klimarådet.

Tabellen viser, at Danmark med de kendte omstillingselementer, som indgår i rapportens implementeringsspor, kan nå ca. 50 pct. i 2025 og ca. 60 pct. i 2030. Dermed mangler der 10 procentpoint svarende til ca. 7,9 mio. ton CO_{2e} for at opfylde 70-procentsmålet. Kapitel 5 diskuterer, hvordan disse udledninger kan elimineres gennem yderligere omstillingselementer i det såkaldte udviklingsspor.



• • • • •

Virkemidler til at realisere
implementeringssporet

• • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

4. Virkemidler til at realisere implementeringssporet

Omstillingselementerne og deres reduktionspotentialer, som kapitel 3 identificerer, kan kun føres ud i livet, hvis de politiske virkemidler følger med. Virkemidler kan både tilskynde borgere og virksomheder til at anvende grøn teknologi, og de kan give incitamenter til at ændre forbrug og vaner i en grøn retning. Dermed kan nye virkemidler drive større udledningsreduktioner end forventet i basisfremskrivningen, som antager, at der ikke vedtages ny klimapolitik.

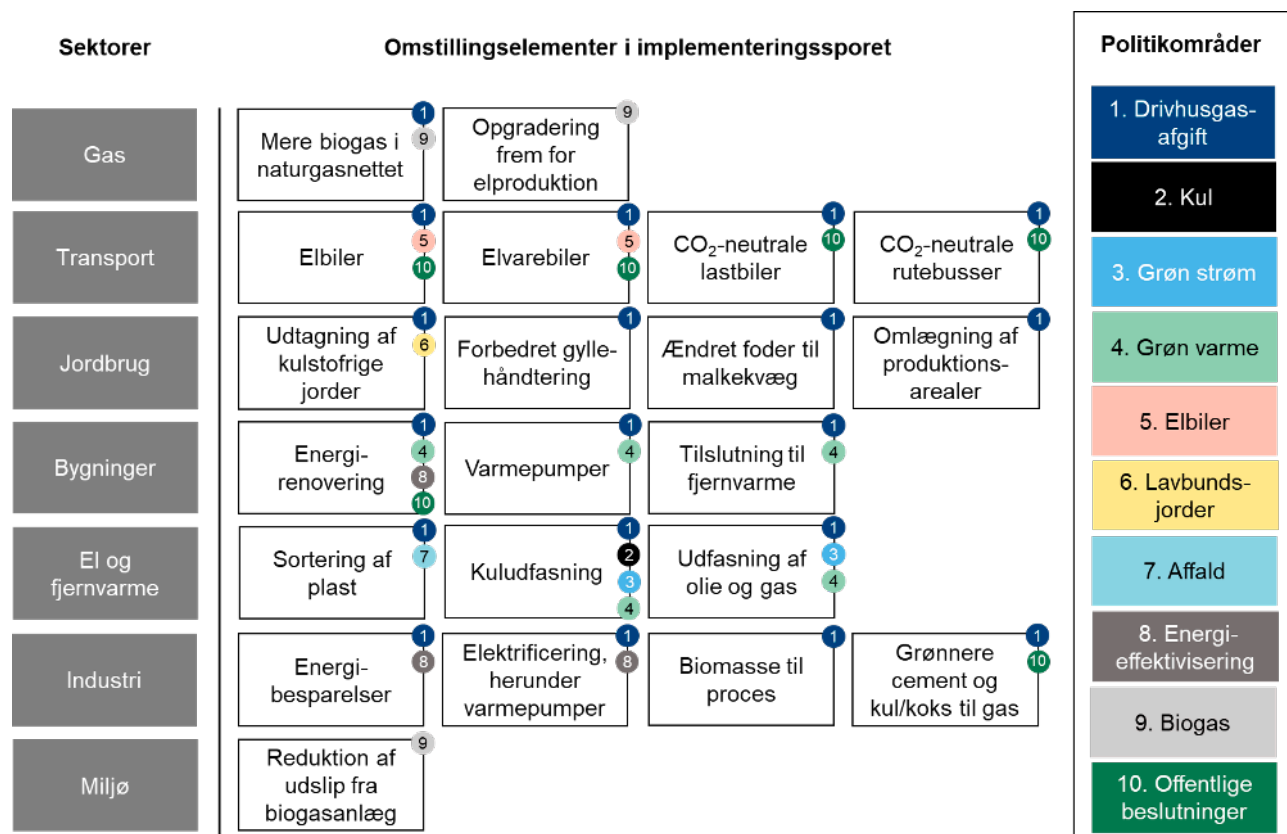
Klimarådet fremlægger en virkemiddelpakke

Klimarådet præsenterer i dette kapitel en pakke af konkrete virkemiddelforslag, der er rettet mod potentialerne i kapitel 3, men som også har et bredere sigte. Forslagene skal ses som et indspil til forhandlingerne om en klimahandlingsplan senere i 2020, men Klimarådet giver også et bud på, hvad der kan gennemføres allerede før disse forhandlinger. Pakken indeholder både forslag til bredt funderede virkemidler som en afgift på drivhusgasser, men også forslag til løsninger af udfordringerne i de enkelte sektorer, hvor en generel afgift kan komme til kort.

Virkemiddelpakken er opdelt i ti politikområder med en vifte af konkrete forslag i hver. Der er tale om både helt nye anbefalinger fra Klimarådets side, men også tidligere anbefalinger. Politikområderne er:

1. **Drivhusgasafgift:** En markant og ensartet pris på udledning af drivhusgasser er en hjørnesten i en omkostningseffektiv klimaregulering for at nå et så ambitiøst mål som de 70 pct. i 2030.
2. **Kul:** Der er efterhånden ved at være en lang række alternativer til kul, og derfor kan det være på sin plads med håndfaste midler til at få presset det sidste forbrug af kul ud af energiforsyningen.
3. **Grøn strøm:** Elektrificering kræver mere elproduktion baseret på vedvarende energi. Skal dette ske tilstrækkeligt hurtigt, kræver det politisk initiativ.
4. **Grøn varme:** Der er mange muligheder for at få de fossile brændsler ud af opvarmningen, som kræver en bred vifte af lovgivningsmæssige opstramninger.
5. **Elbiler:** Transportens klimaudfordring kræver en massiv omstilling til elbiler, og rammevilkårene skal understøtte dette skifte.
6. **Lavbundsjorder:** Udtagning af disse jorder bliver ofte betegnet som et columbusæg i klimareguleringen af jordbruget, men de nærmere detaljer er altafgørende, hvis en udtagningsordning reelt skal fungere i praksis og være et omkostningseffektivt reguleringsinstrument.
7. **Affald:** Mere udsortering og genanvendelse af plast kræver, at erhvervene kommer med, og at der gennemføres skærpede regler på området.
8. **Energieffektivisering:** Mange studier finder billige reduktioner ved at effektivisere energiforbruget, men det kræver ofte et skub og skarpere regler, hvis det skal ske i praksis.
9. **Biogas:** I fremtidens grønne energisystem kommer biogas til at spille en central rolle, men det er vigtigt, at støtten til produktionen indrettes bedre end i dag, så den giver hensigtsmæssige incitamenter.
10. **Offentlige beslutninger:** Den offentlige sektor har mulighed for at gå forrest og sætte retningen i klimadagsordenen ved at tænke klima ind i beslutninger om fx indkøb og anlægsinvesteringer.

Figur 4.1 giver en grafisk illustration af, hvordan omstillingselementerne fra kapitel 3 fordeler sig på sektorer, og hvordan ovenstående politikområder rammer de enkelte elementer. Som det ses af figuren, rammes alle omstillingselementerne af et virkemiddel. Politikområderne foldes ud i afsnit 4.1 til 4.10.



Figur 4.1 Sammenhæng mellem udledningssektorer, teknologiske redskaber og politikområder

Kilde: Klimarådet.

Virkemidlerne kan føre til flere reduktioner end beregnet i kapitel 3

Pakken med virkemidler påvirker alle omstillingselementerne analyseret i kapitel 3. Dette fremgår af figur 4.1. Men der er ikke nødvendigvis en 1-til-1-sammenhæng mellem effekten af virkemidlerne og potentialerne i kapitel 3. Nogle steder kan det vise sig, at der er behov for yderligere virkemidler for at opnå det fulde potentiale fra omstillingselementerne, mens virkemidlerne andre steder har en CO₂-reducerende effekt, udover hvad der er beregnet i de enkelte omstillingselementer.

Anbefalingen om en drivhusgasafgift er et godt eksempel på et virkemiddel, der kan reducere udledningerne ud over de anførte potentialer fra omstillingselementerne. En forhøjet afgift på drivhusgasser vil gøre benzin og diesel dyrere, hvilket vil reducere bilkørslen i de benzin- og dieslbiler, der stadig vil være mange af i 2030, og dermed reduceres udledningerne. Denne reduktion er altså mere, end hvad omstillingselementet ”elbiler” medfører. Der kan også være andre steder, hvor den foreslåede afgift fører til yderligere reduktioner, end der er regnet på i kapitel 3, men det vurderes, at personbilerne er et af de væsentligste, og derfor er reduktionspotentialer herfra inkluderet i kapitel 5.

Ikke alle virkemidler behøver at vente på en klimahandlingsplan

De ambitiøse reduktionsmålsætninger kræver hurtig handling, og for at nedbringe udledningerne er det vigtigt, at en række af virkemidlerne vedtages hurtigst muligt, og at der allerede påbegyndes planlægning nu. Derfor kan det være fornuftigt at gennemføre en akutpakke, inden forhandlingerne om den store klimahandlingsplan for alvor går i gang. Boks 4.1 giver et bud på, hvilke delområder man umiddelbart og med fordel kan tage fat i.

Boks 4.1: Virkemidler, der med fordel kan iværksættes med det samme

Politiske beslutninger, der med fordel kan vedtages umiddelbart:

- Reduktion af elvarmeafgiften.
- Ophævelse af de regler, der binder visse varmekunder til naturgas.
- Opjustering af CO₂-prisen i de samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger.
- Fremrykning af udbud af energiaftalens anden havvindmøllepark.

Hertil kommer elementer, der kræver en yderligere indsats i form af analysearbejde og planlægning, som med fordel kan finansieres og igangsættes snarest muligt:

- Strategi og plan for udrulning af ladeinfrastruktur til elbiler.
- Analysearbejde, der kan lede til en strategi for CCS i Danmark.
- Opprioritering af arbejdet med udarbejdelse og implementering af model for landbrugets bedriftsregnskaber.

Endelig foreslås områder, hvor der er brug for bred politisk tilkendegivelse af den ønskede retning, så aktørerne kan igangsætte planlægning derefter. Det drejer sig om:

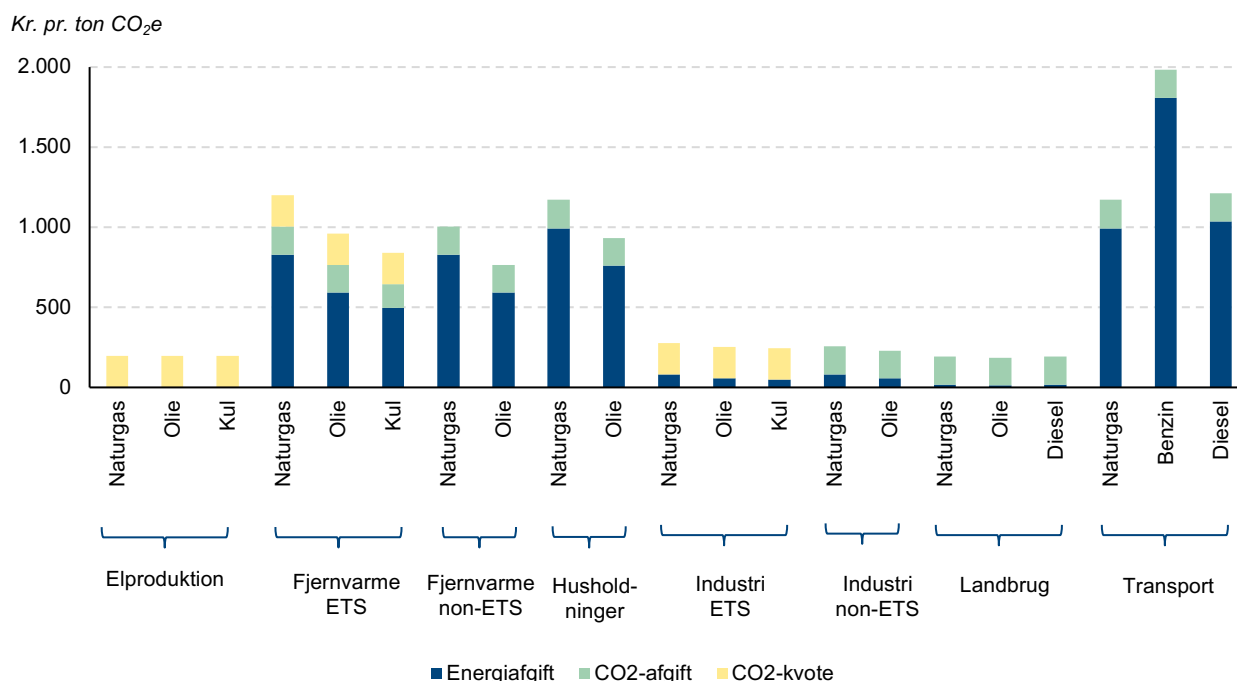
- Udmelding om, at der fra 2030 iværksættes initiativer, så der reelt ikke længere sælges personbiler, som helt eller delvist drives af benzin eller diesel.
- Fremrykning af det nuværende kulstop i 2030 for el og fjernvarme, så det træder i kraft senest i 2025 og gerne før. Forslaget bør fremsættes snarest muligt af hensyn til, at selskaberne, der ejer kulkraftværkerne, og øvrige aktører har bedre mulighed for at planlægge omstillingen.

4.1 Drivhusgasafgift

Afgift på udledning af drivhusgasser kan tilskynde til, at virksomheder og borgere ændrer teknologivalg og adfærd i en klimavenlig retning og kan samtidig stimulere udviklingen af nye klimavenlige teknologier. En ensartet afgift på tværs af alle udledningskilder i Danmark vil understrege princippet om, at forureneren betaler og udgøre et solidt fundament for en omkostningseffektiv reduktion af de danske udledninger.

Udledning af drivhusgasser pålægges vidt forskellige afgiftssatser i dag

Der er på ingen måde ensartethed i den nuværende beskatning af drivhusgasudledning. Det er gratis at udlede drivhusgasser fra nogle kilder, mens der omvendt pålægges en betydelig afgift i andre dele af dansk økonomi. Figur 4.2 giver et overblik over de nuværende afgifter på fossile brændsler, der hovedsageligt omfatter energiafgift, CO₂-afgift og prisen på CO₂-kvoter. Industrien er stort set friholdt fra energiafgifter, og det samme gør sig gældende for de energirelaterede udledninger i landbruget. Omvendt betales der betydelige afgifter i den kollektive og individuelle opvarmning samt i transporten. Elproduktionen er også fritaget fra energiafgift, men til gengæld er der afgift på elforbruget, hvilket ikke er vist i figuren.



Figur 4.2 Oversigt over energi- og CO₂-afgifter i Danmark

- Anm. 1: Miljøafgifter såsom NO_x- og SO₂-afgift er ikke medtaget. Metanavgift på brug af naturgas og bionaturgas i gasmotorer er heller ikke medtaget. I transportsektoren er der ikke indregnet implicite CO₂-afgifter fra registrerings- og ejerafgifter, der således har et element differentieret efter brændstoføkonomi.
- Anm. 2: Afgifterne på fjernvarmeproduktionen er under forudsætning af, at fjernvarmeværkerne er underlagt elpatronloven. Fjernvarmeværker med indfyret effekt på mere end 20 MW er i kategorien "Fjernvarme ETS" mens værker med indfyret effekt under 20 MW er i kategorien "Fjernvarme non-ETS".
- Anm. 3: Afgifter på forbrug af el er ikke vist i figuren.
- Anm. 4: ETS betegner industrivirksomheder omfattet af EU's kvotesystem. I figuren er anvendt en kvotepris på 196 kr./ton.
- Kilde: PwC, Skatteministeriet, Energistyrelsen og Klimarådet.

Figuren viser kun afgifterne forbundet med afbrænding af fossile brændsler. De danske udledninger af drivhusgasser består dog også af andre udledninger end disse, såsom metan- og lattergasudledninger fra landbruget, CO₂-udledninger fra arealanvendelse og skovdrift samt procesudledninger fra cementproduktionen. Udledningerne fra landbruget og fra arealanvendelse og skovdrift er for nuværende ikke pålagt nogen drivhusgasafgift, mens procesudledningerne fra cementproduktion betaler kvoteprisen i EU's kvotesystem.

Afgiftssystemet bør revideres med drivhusgasser som omdrejningspunkt

Den store forskel i afgifterne i dag understreger behovet for en revision af afgiftssystemet, så det bedre understøtter en omkostningseffektiv opfyldelse af de nye klimamål. På den baggrund gentager Klimarådet anbefalingen fra analysen *Fremtidens grønne afgifter på energiområdet*, om at der bør indføres en ensartet drivhusgasafgift på tværs af alle sektorer.⁷¹ Afgiften bør som princip omfatte alle danske udledninger – også dem, der ikke er forbundet med afbrænding af fossile brændsler. Det anbefales, at kvoteomfattede virksomheder får et fradrag for kvoteprisen, som det kendes fra det britiske *carbon price floor*.⁷² Samtidig bør energiavgifterne omlægges, så det er klart, hvilket formål de tjener. Hvis hovedformålet er klimahensyn, bør energiavgifterne omlægges til en drivhusgasafgift i stedet. De nuværende energiavgifter rammer fx naturgas hårdere end kul opgjort pr. ton CO₂ og giver derfor ikke hensigtsmæssige incitamenter til at nå de danske klimamål på omkostningseffektiv vis.

Drivhusgasafgiftens størrelse bør fastsættes efter, hvad der forventes at skulle til for at levere et betydeligt bidrag til at opfylde Danmarks klimapolitiske målsætninger. Principielt skal afgiftens størrelse være lig omkostningen ved det dyreste omstillingselement, der skal tages i brug for at nå et givent reduktionsmål. Det er imidlertid vanskeligt at fastlægge den præcise størrelse på den nødvendige afgift, da det blandt andet afhænger af vægtningen mellem afgifter og andre virkemidler. Når en kommende klimaplan fremlægges, bør der foretages en vurdering af den nødvendige størrelse af drivhusgasafgiften, for at Danmark når de klimapolitiske målsætninger.

Klimarådet vurderer, at afgiften over tid skal være betydeligt højere, end det er tilfældet for de fleste sektorer i dag. Dette skal blandt andet ses i lyset af, at det nye 70-procentsmål øger det klimapolitiske ambitionsniveau. Hvis dette skal nås, er det åbenlyst, at der er behov for strammere regulering end den nuværende og behov for allerede tidligt at annoncere kommende, betydelige afgiftsstigninger. Derfor kan man godt starte processen med at hæve afgifterne, før et præcist estimat for den nødvendige afgift foreligger.

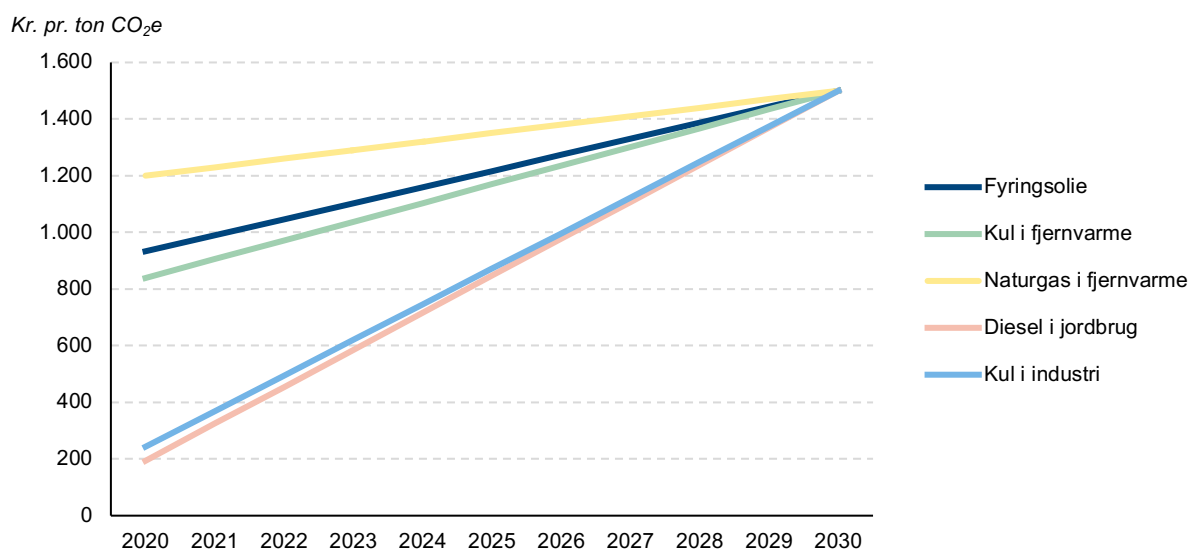
Flere af Danmarks nabolande har allerede i dag betydeligt højere CO₂-afgifter end Danmark, eller de har lavet tiltag for at hæve CO₂-afgifterne i fremtiden. Norge og Sverige har i dag CO₂-afgifter på henholdsvis godt 400 og 850 kr. pr. ton CO₂,⁷³⁷⁴ mens Tyskland har besluttet at indføre en CO₂-afgift på udledningerne fra ikke-kvotesektoren som stiger til godt 400 kr. pr. ton CO₂ i 2025.⁷⁵

Størrelsen på den nødvendige afgift afhænger blandt andet af, hvilke teknologiske muligheder der er tilgængelige i fremtiden, og hvad disse teknologier koster. Hvis det viser sig, at nogle af de lidt mere uprøvede omstillingselementer, som præsenteres i kapitel 5, alligevel ikke kan lade sig gøre, er der behov for at reducere udledningerne på anden vis. Dette vil højst sandsynligt kræve, at andre dyrere reduktionsmuligheder bringes i spil, hvilket i sidste ende vil kræve en højere afgift. Klimarådet finder det derfor hensigtsmæssigt, at regeringen i fremlæggelsen af sit årlige klimaprogram også laver et skøn for den afgift, som er nødvendig for at nå i mål, såfremt andre tiltag for at nå 70-procentsmålet ikke gennemføres. En sådan afgiftssats kan også tjene som en pædagogisk illustration af, hvad der skal til, hvis man ikke gennemfører andre tiltag for at nå 70-procentsmålet.

Afgiften på drivhusgasser bør gradvist stige frem mod 2030

Drivhusgasafgiften kan med fordel indføres gradvist, så der ikke betales den fulde afgift fra første år. Det vil give virksomheder og borgere mulighed for at tilpasse produktions- og forbrugsmønstre, som fx at skifte til elbil eller investere i grønne produktionsanlæg, inden den fulde afgift træder i kraft. Det er imidlertid vigtigt, at der er troværdighed omkring de fremtidige afgiftsstigninger, og at de annonceres nu, så det giver incitamenter på den korte bane til at igangsætte omstillingen.

Et eksempel på en indfasning af den generelle drivhusgasafgift er vist i figur 4.3, hvor afgifterne for de forskellige sektorer stiger lineært op mod et fælles niveau på 1.500 kr. pr. ton i 2030. Fordelen ved denne model er, at alle sektorer vil opleve afgiftsstigninger på den korte bane, hvilket vil give et signal til at reducere udledningerne tidligt. Men andre indfasningsprofiler kan også være relevante at tage i betragtning. Et eksempel kunne være en opadgående sti for den generelle afgift, som afgifterne for de enkelte områder følger, når deres nuværende niveauer overhales af det nye generelle afgiftsniveau. Niveaulet for 2030 bør som tidligere beskrevet kvalificeres nærmere, men er i figur 4.3 fastsat ud fra Klimarådets umiddelbare vurdering af den gennemsnitlige omkostning for nogle af de dyreste omstillingselementer, der skal i tages i brug for at nå 70-procentsmålet, som beskrevet i kapitel 5.



Figur 4.3 Eksempel på indfasning af drivhusgasafgiften på udvalgte områder

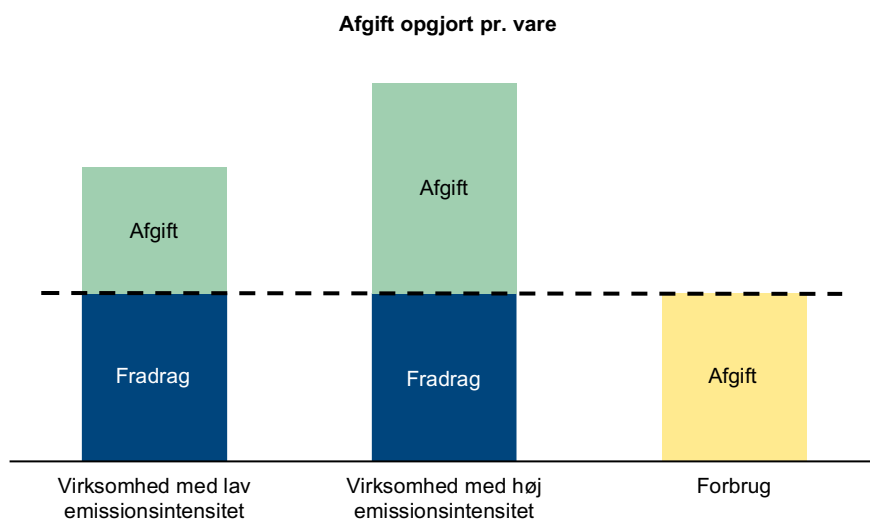
- Anm. 1: Der kan for nogle sektorer tages lækageforbehold, som giver ret til fradrag i den samlede afgiftsbetaling.
 Anm. 2: Fyringsolie angiver afgifter på husholdningernes forbrug af fyringsolie til opvarmning.
 Anm. 3: Afgifterne for brug af kul og naturgas i fjernvarmen er for værker med indfyret effekt på mere end 20 MW.
 Kilde: PwC, Skatteministeriet, Energistyrelsen og Klimarådet.

Bundfradrag og afgiftsrabatter til udsatte brancher kan minimere kulstoflækage

Indførelse af højere drivhusgasafgifter på danske virksomheder kan resultere i kulstoflækage, som er beskrevet i afsnit 2.4. Lækage er uheldigt, fordi virkningen af danske reduktioner dermed udvandes gennem øgede udledninger i andre lande. Derfor anbefaler Klimarådet, at der gives et afgiftsfradrag til lækageudsatte virksomheder for at øge effekten af den danske klimapolitik på de globale udledninger. Fradraget kan gives på forskellige måder, som hver især har fordele og ulemper, men Klimarådet vil særligt fremhæve en model med et bundfradrag. Denne model har gode egenskaber til at mindske lækagerisikoen uden at udvande tilskyndelsen til at implementere klimavenlige teknologier i danske virksomheder. Klimarådet anbefalede i 2018 denne model for det danske elmarked.⁷¹

Det er centralt for fradragmodellen, at den kan godkendes i henhold til EU's statsstøtteregele, og derfor bør der være fokus på dette i udarbejdelsen af den konkrete model. Hvis den foreslåede model ikke kan godkendes, vil der formodentligt være rum for tilpasninger, så den kan falde inden for EU's regler. I Holland arbejder de for at implementere dele af den foreslåede afgiftsmodel for primært de kvotebelagte sektorer,⁷⁶ så sandsynligvis kan der trækkes på erfaringer herfra i den endelige udarbejdelse af en dansk model.

Princippet i modellen er skitseret i figur 4.4. De lækageudsatte virksomheder i en given sektor gives et bundfradrag i den samlede afgiftsbetaling, og dette fradrag afhænger af den enkelte virksomheds produktion, således at fradraget er konstant pr. produceret vare. Dette mindsker konkurrenceevnetabet og dermed risikoen for lækagen ved at produktion flytter til udlandet. Når der gives afgiftsfradrag til de producerende virksomheder, skal dette modsvares af en afgift af tilsvarende størrelse på forbruget af den type varer, som virksomheden producerer, hvad enten de er produceret i Danmark af denne virksomhed eller i udlandet af konkurrerende virksomheder. Dermed betales der samlet set fuld afgift af danskproducerede varer, ligesom forbrugerne tilskyndes til at reducere forbruget af varer med et stort klimaaftryk i udlandet.



Figur 4.4 Illustration af fradragmodel for at modvirke lækage

Kilde: Klimarådet.

Hvis to virksomheder producerer samme vare men med forskellige drivhusgasudledninger pr. produceret enhed, vil virksomheden med en høj emissionsintensitet have en større samlet afgiftsbetaling pr. produceret enhed end virksomheden med lav emissionsintensitet, selvom der gives et produktionsafhængigt fradrag, som vist i figur 4.4. Det skyldes, at afgiften pålægges mængden af udledte drivhusgasser, mens fradraget gives pr. produceret enhed. På den måde får de to virksomheder samme fradrag pr. produceret enhed, selvom den ene virksomhed udleder færre klimagasser pr. enhed end den anden.

Størrelsen på fradraget varierer på tværs af sektorer og afhænger af tre faktorer:

- Hvor meget dansk klimapolitik er fokuseret på at reducere de globale udledninger i forhold til blot at have et nationalt fokus. Jo mere vægt der lægges på de globale udledninger, jo højere skal fradraget og dermed forbrugsafgiften være.
- Lækageraten, som angiver den ekstra udledning, der vil komme i udlandet som følge af en reduceret dansk udledning. En højere lækagerate vil trække i retning af et højere fradrag.
- Størrelsen på den generelle drivhusgasafgift, da en højere afgift også giver et større fradrag målt i kroner og ører.

Fordelen ved Klimarådets foreslåede model er, at den giver virksomhederne samme incitament til at gennemføre teknologiske tiltag, der reducerer udledningerne, som virksomheder der ikke er lækageudsatte. Det skyldes, at fradraget kun afhænger af produktionsomfanget og ikke af, hvor klimavenlig produktionen er. Så hvis den generelle afgift fx er 1.500 kroner pr. ton CO₂e, vil en virksomhed, der indfører en ny grøn produktionsmetode, spare de fulde 1.500 kr. reduceret ton CO₂e. Derimod vil en virksomhed, der reducerer produktionen, spare mindre end 1.500 kr. pr. ton reduceret CO₂e, da dens fradrag også vil blive reduceret. På den måde tages der højde for, at den globale reduktion udvandes af, at en del af den reducerede produktion flytter til udlandet. Dette er vist med et regneeksempel i boks 4.2.

Boks 4.2: Eksempel på beregning og incitament af afgiftsfradrag

Princippet i Klimarådets forslag til en model for afgiftsfradrag kan skitseres ved at vise, hvordan en virksomheds incitament til at reducere emissionsintensitet og produktion påvirkes med og uden fradrag. Som eksempel betragtes en virksomhed, der producerer 100 enheder om året og har en årlig udledning på 10 ton CO₂. Virksomhedens emissionsintensitet er altså 0,1 ton CO₂ pr. produceret enhed, og virksomhedens umiddelbare afgiftsbetaling pr. produceret enhed vil være 150 kroner ved en drivhusgasafgift på 1.500 kroner pr. ton CO₂e. Virksomhedens samlede drivhusgasafgift vil uden et fradrag derfor være 15.000 kroner årligt.

Lækageraten for virksomheden antages at være 50 pct., hvilket betyder, at en dansk produktionsnedgang på en enhed øger de udenlandske udledninger med 50 pct. af den danske emissionsintensitet. Udledningerne i udlandet ventes derfor at stige med $0,1 \cdot 0,5 = 0,05$ ton for hver enhed, den danske virksomhed producerer mindre.

Virksomheden får et fradrag svarende til, hvor meget Danmark er villig til at betale for at reducere de globale udledninger. Fradraget fås ved at gange afgiftssatsen med den forventede stigning i udlandets udledninger, hvilket giver $0,05 \cdot 1500 = 75$ kroner pr. produceret enhed. Virksomhedens samlede afgiftsbetaling vil derfor være $15.000 - 75 \cdot 100 = 7.500$ kroner. Samtidig pålægges der en afgift på dansk forbrug af den konkrete varetype på 75 kroner pr. enhed. Det antages i eksemplet, at den danske klimapolitik lægger samme vægt på at reducere udledningerne i udlandet som at reducere Danmarks nationale udledninger. Hvis udledninger i udlandet tillægges mindre betydning, skal fradraget og forbrugsafgiften reduceres tilsvarende.

Hvis virksomheden reducerer emissionsintensiteten fra 0,1 til 0,09 ton CO₂ pr. produceret enhed, vil virksomhedens samlede udledninger falde fra 10 ton til 9 ton, hvis den stadig producerer 100 enheder. Dermed vil virksomheden spare 1.500 kroner i den samlede afgiftsbetaling, da fradraget er uændret, og dermed er virksomhedens incitament til at reducere emissionsintensiteten ikke påvirket af fradraget.

Hvis virksomheden derimod ikke gør noget ved emissionsintensiteten, men i stedet reducerer produktionen fra 100 enheder til 90 enheder, falder virksomhedens udledninger også med ét ton CO₂e. Virksomhedens samlede afgiftsbetaling vil da ændres til $1500 \cdot 0,1 \cdot 90 - 75 \cdot 90 = 6.750$ kroner, altså en besparelse på 750 kroner. Virksomhedens incitament til at reducere produktionen er dermed mindre end incitamentet til at reducere emissionsintensiteten, når der indføres et produktionsafhængigt bundfradrag. Det skyldes, at udledninger som følge af lækage er steget med 0,5 ton i udlandet, og derfor er incitamentet kun halvdelen af den fulde afgift.

Den skitserede model kræver i praksis en del information. Det gælder fx estimater om den relative emissionsintensitet i udlandet i forhold til Danmark og om produktionspåvirkningen i udlandet som følge af en ændret dansk produktion. Det kan være svært at opgøre disse ting præcist for alle varegrupper. Det betyder, at det er nemmere at bruge modellen, når der er tale om relativt homogene produkter, som eksempelvis elektricitet, cement og mælk.

Et alternativ til det produktionsafhængige bundfradrag er et simpelt bundfradrag, som er uafhængigt af produktionen. Det kan i stedet afhænge af virksomhedens historiske udledninger, som det allerede er tilfældet i dag for danske virksomheder uden for kvotesektoren.⁷⁷ Et andet alternativ er et direkte nedslag i satsen for drivhusgasafgiften. Disse alternativer er mindre velegnede end Klimarådets forslag til at give de rette incitament for virksomhederne til at reducere deres udledninger, når man tager hensyn til risikoen for lækage. De kan imidlertid være administrativt lettere at implementere, hvis der er tale om meget heterogene produkter, hvor det er sværere at pålægge de rette forbrugsafgifter. Det kan fx være tilfældet for emballage.

På baggrund af ovenstående overvejelser vurderer Klimarådet derfor, at det er hensigtsmæssigt at tænke på tre kategorier af virksomheder. Den første kategori består af virksomheder, som ikke er specielt lækageudsatte, og

hvor afgiftsbetalingen udgør en begrænset andel af de samlede omkostninger. For denne kategori er lækagekorrigerende tiltag ikke nødvendige. I den anden kategori finder man virksomheder, som er lækageudsatte, men som producerer meget heterogene produkter. Det vil være meget administrativt tungt at indføre det produktionsafhængige bundfradrag og tilhørende forbrugsafgifter for denne kategori af virksomheder, og her kan der i stedet gives et simpelt bundfradrag baseret på historiske udledninger eller lignende. Den tredje kategori indeholder virksomheder, som er lækageudsatte, og som producerer relativt homogene produkter. For disse virksomheder overstiger gevinsten ved en sofistikeret fradragssmodel omkostningerne ved implementeringen af denne, og der bør derfor tages hensyn til lækage ved at give et produktionsafhængigt bundfradrag kombineret med en forbrugsafgift som foreslået af Klimarådet. Opdelingen i de tre kategorier er selvsagt ikke hugget i sten, men illustrerer afvejningen af de praktiske og administrative omkostninger ved de forskellige fradragssmodeller over for klimagevinsterne ved at reducere lækage. Hertil bør der som nævnt tages højde for, hvad der muligt i forhold til EU's statsstøtteregele.

En højere drivhusgasafgift vil betyde dyrere benzin og diesel

Det er værd at gå i detaljer med konsekvenserne af en generel og forhøjet drivhusgasafgift i to konkrete sektorer, nemlig transport og jordbrug. Transporten er karakteriseret ved betydelige eksterne omkostninger, som fx uheld og trængsel, ud over den klimamæssige påvirkning. Forskellen i energiafgift på benzin og diesel reflekterer ikke forskelle i de eksterne omkostninger, men det gælder for begge brændstoffer, at de eksterne omkostninger i gennemsnit langt overstiger de samlede brændstofafgifter, der i dag pålægges benzin og diesel i form af energi- og CO₂-afgift. Derfor vurderer Klimarådet, at energiafgiften på transportområdet ikke kan anses som en skjult drivhusgasafgift, i modsætning til i de fleste andre sektorer. På denne baggrund anbefaler Klimarådet, at CO₂-afgiften på benzin og diesel til transportformål stiger fra det nuværende niveau på knap 180 kroner per ton CO₂ til niveauet for den generelle drivhusgasafgift, uden at energiafgiften fjernes. Hvis drivhusafgiften når et niveau på fx 1.500 kr. pr. ton i 2030, som vist i figur 4.3, vil CO₂-afgiften gå fra at udgøre godt 0,5 kr. pr. liter i dag til ca. 4,5-5 kr. pr. liter i 2030.

Brændselsafgifterne er dog ikke de eneste afgifter, der påvirker udledningerne fra transportområdet. Der er også et betydeligt element af implicit CO₂-beskatning i registrerings- og ejerafgiften, blandt andet fordi der gives fradrag for god brændstoføkonomi.²³ Det samlede niveau for bilbeskatning er allerede højt i dag, så der vil givetvis være høje samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med at øge afgifterne på brændstofferne gennem den generelle CO₂-afgift uden samtidig at ændre ved de øvrige afgifter.⁷⁸ Derfor er det som udgangspunkt også hensigtsmæssigt at vurdere de samlede effekter af både de kørselsafhængige og de faste afgifter på incitamenterne til at reducere udledningerne fra transportsektoren.

Som beskrevet i *Afgifter der forandrer* er den nuværende bilbeskatning uhensigtsmæssig i forhold til at give de bedste incitament til at reducere udledningerne og øvrige samfundsmæssige omkostninger fra transportsektoren.²³ I stedet indebærer en optimal beskatning af transportsektoren som udgangspunkt en drivhusgasafgift på fossile brændsler, der reducerer incitamentet til at udlede drivhusgasser, kombineret med andre afgifter, der mere målrettet giver incitament til at reducere de øvrige eksternaliteter forbundet med kørsel. Kørselsafgifter baseret på fx GPS-overvågning er endnu ikke en velafprøvet teknologi, men Danmark bør arbejde for at indføre sådan et system. *Kommissionen for grøn omstilling af personbiler* undersøger i øjeblikket blandt andet, hvordan man bedst indretter en omlægning af registrerings- og ejerafgifterne.

Stigningen i priserne på benzin og diesel i Danmark kan medføre mere grænsehandel, hvor et mindre salg af brændstoffer i Danmark modsvares af et større salg i vores nabolande. Udledningerne forbundet med benzin og diesel henføres til det land, hvor brændstofferne sælges, og ikke der hvor de forbruges, og dermed vil grænsehandel føre til reduktion af de danske udledninger og en stigning i udledningerne i Danmarks nabolande. Klimamæssigt er dette dog ikke nødvendigvis et problem, da Danmarks nabolande som Tyskland og Sverige fra EU's side forventes at være underlagt bindende reduktionskrav for den såkaldte ikke-kvotesektor, som transporten hører under.⁹ Det kan betyde, at en stigning i brændstofudledningerne i disse lande vil skulle modsvares af tilsvarende reduktioner af andre udledninger i ikke-kvotesektoren. Den øgede grænsehandel væk fra Danmark skal dermed kompenseres med reduktioner i de lande, der bliver handlet benzin og diesel i, for at disse lande kan opfylde deres klimamål. En øget dansk grænsehandel vil dog kunne have en betydelig negativ effekt på statskassen, afhængigt af hvad vores nabolande gør, da der er betydelige skatteindtægter forbundet med salg af benzin og diesel.

Jordbrug bør gives incitament til at reducere udledningerne både på kort og lang sigt

Jordbruget står for en betydelig del af de danske udledninger. Alligevel er der ikke pålagt nogle drivhusgasafgifter på langt de fleste udledninger herfra, og der er derfor ikke samme incitament til at reducere disse udledninger som i resten af økonomien. Principielt bør udledningerne fra jordbrug underlægges den generelle drivhusgasafgift, hvilket vil sidestille jordbruget med de øvrige erhverv. En afgift vil både tilskynde den enkelte landmand til at reducere udledningerne fra produktionen og give incitament til, at der udvikles innovative løsninger, som kan reducere udledningerne yderligere.

Jordbruget er en branche i international konkurrence. Derfor bør der på linje med andre konkurrenceudsatte erhverv gives et fradrag i afgiften, som mindsker risikoen for kulstoflækage, som beskrevet i afsnittet ovenfor. Fradraget bør principielt afhænge af lækageratens størrelse. Hvis det fx er tilfældet, at dansk jordbrug producerer mere klimavenligt end i andre lande, eller at mindre dansk fødevarerproduktion let kan overtages af udenlandske producenter, vil det trække i retning af en højere lækage. Omvendt vil det trække i retning af en lavere lækage, hvis de fleste af verdens lande har et bindende klimamål for deres fremtidige udledninger. Hvis det kan dokumenteres, at landbrugets lækage er meget stor, kan den samlede afgiftsbetaling for den enkelte landmand blive meget lille. Og hvis der gives et stort produktionsafhængigt fradrag, bør dette modsvares af en afgift på forbruget af både danske og importerede klimabelastende landbrugsprodukter, som beskrevet tidligere. Som tidligere nævnt bør det sikres, at den foreslåede afgiftsmodel er i overensstemmelse med EU's statsstøtteregler.

Indførelse af en drivhusgasafgift på jordbruget kræver kendskab til udledningerne fra hver bedrift, men en sådan opgørelse eksisterer ikke i dag. Miljø- og Fødevarerministeriet har i efteråret igangsat et toårigt projekt, som skal udvikle og teste klimaregnskaber på bedriftsniveau.⁷⁹ Klimarådet understreger vigtigheden af hurtigst muligt at have retvisende klimaregnskaber, som kan danne grundlag for den langsigtede regulering af jordbruget. Ideelt set indeholder bedriftsregnskaberne også effekterne af optag og lagring af kulstof i planter og jord. I nogle tilfælde kan der være udfordringer med at inkludere disse effekter i bedriftsregnskaberne, og der er behov for at se nærmere på, hvad der er praktisk muligt. Såfremt nogle effekter af optag og lagring ikke medtages i bedriftsregnskaberne, er det vigtigt, at der gives andre incitamenter til at binde CO₂.

På den korte bane betyder det, at der skal laves andre tiltag, som giver incitament til at reducere jordbrugets udledninger og implementere de omstillingselementer, der er præsenteret i kapitel 3. Nedenfor skitseres tre muligheder for, hvordan disse incitamenter kan gives. De tre præsenterede muligheder sigter mod at reducere udledningerne fra produktionssiden, men de kan på kort sigt kombineres med tiltag på forbrugssiden som fx en forbrugsafgift på animalske produkter.

- Der kan etableres normregulering, som sikrer etablering af de kendte omstillingselementer, som reducerer emissionsintensiteten i landbruget. Dette kan fx være krav om, at nye stalde skal være bygget med udsugningssystemer, så gyllen hurtigt kan komme ud i et overdækket lager.
- Der kan gives tilskud til emissionsreducerende tiltag, som eksempelvis udtagning af lavbundsjorder, som behandles i et senere afsnit. Tilskud kan give samme incitament som en afgift, men afviger fra princippet om, at forurenere betaler.
- Der kan pålægges en mindre præcis afgift på de forurenende dele af landbrugets produktion, som fx på forbruget af handelsgødning eller antallet af køer, som på den korte bane kan tilskynde til at reducere landbrugets udledninger. Sådan en afgift kan ses som en overgangsordning, indtil det er muligt at overgå til en afgift baseret på klimaregnskaber for den enkelte bedrift. I tillæg kan der gives et nedslag i afgiften, hvis landmanden implementerer kendte teknologier, som reducerer emissionsintensiteten i landbruget, hvilket kan give et incitament til at realisere nogle af de omstillingselementer, som er beskrevet i kapitel 3. For at modvirke, at den enkelte landmand må lukke hele produktionen kan afgiften gradvist fases ind for at give landmændene mulighed for at tilpasse produktionen, og der kan gives et bundfradrag fra afgiften baseret på landbruges historiske udledninger.

Herudover har Danmark i nogen grad mulighed for at definere formålet med dele af EU's landbrugsstøtte, der udbetales til danske landmænd, men Klimarådet har endnu ikke set nærmere på denne mulighed. Det kan være

hensigtsmæssigt at undersøge muligheden for at omlægge dele af landbrugsstøtten, så den bedst understøtter reduktioner fra jordbruget både på kort og lang sigt.

En grøn afgiftsreform vender næppe den tunge ende nedad

Den generelle drivhusgasafgift betyder, at forurenere betaler, men at man samtidig har mulighed for at reducere betalingen ved at reducere de forurenende aktiviteter. Det betyder også, at det ikke er alle borgere og virksomheder, der vil blive ramt lige hårdt af sådan en afgift. Der kan på den baggrund være bekymring for, at stigende drivhusgasafgifter vil have en social slagside, men meget tyder på, at en grøn afgiftsreform næppe vil vende den tunge ende nedad.

Tænketaenken Kraka har analyseret fordelings effekterne af at indføre en afgiftsmodel, som minder meget om Klimarådets forslag.⁸⁰ I Krakas analyse øges en generel drivhusgasafgift til 1.250 kr. pr. ton samtidig med, at energifgifterne reduceres betydeligt med undtagelse af energifgifterne på benzin og diesel. Krakas beregninger viser, at forhøjelsen af drivhusgasafgiften isoleret set vender den tunge ende nedad, fordi personer i de lavere indkomstgrupper bruger en større andel af deres forbrug på CO₂-intensive varer. Men denne fordelings effekt mere end kompenseres af reduktionen af energifgiften, som stiller folk i de lave indkomstgrupper bedre i forhold til de høje indkomstgrupper, hvilket skyldes, at de energifgifter, som nedsættes, i høj grad rammer de laveste indkomstgrupper. Den samlede effekt af den højere drivhusgasafgift og den lavere energifgift er altså, at en gennemsnitlig person i de høje indkomstgrupper bliver ramt mere end en gennemsnitlig person i de lave indkomstgrupper målt i forhold til indkomst.

Resultaterne fra Krakas analyse indikerer, at Klimarådets foreslåede afgiftssystem ikke vender den tunge ende nedad. Klimarådets model indeholder dog muligheden for at pålægge forbrugsafgifter på visse varegrupper, hvilket ikke er tilfældet i Krakas analyse. Forbrugsafgifter på fx fødevarer kan give anledning til, at grupperne med de laveste indkomster bliver ramt hårdere, end hvad Krakas analyse indikerer, hvis de fx har et fødevarerforbrug, der er mere klimabelastende. Hvis dette synes u hensigtsmæssigt, kan man søge at modvirke disse effekter fx igennem en grøn check.

Det er dog ikke nødvendigvis sikkert, at en omlægning af afgiftssystemet vil føles rimelig, selvom den ikke på papiret rammer lavindkomstgrupper hårdere end grupperne med høje indkomster. Der kan nemlig være stor forskel på, hvor hårdt afgiften vil ramme inden for hver indkomstkategori, og det kan synes urimeligt. En forøgelse af afgiften på benzin og diesel vil eksempelvis ramme de mennesker hårdt, som kører langt i bil til arbejde, hvorimod den kun indirekte vil påvirke folk uden bil. Hvis man er særligt bekymret for, hvordan afgiften vil påvirke bestemte befolkningsgrupper, bør dette som udgangspunkt ikke føre til en afvigelse fra det foreslåede afgiftssystem. Andre former for regulering, der begrænser Danmarks udledninger, vil også ramme forskelligt på tværs af befolkningsgrupper igennem mere indirekte kanaler, mens det er nemt at få øje på den direkte prisseffekt af en afgift. Fordelings effekterne af afgiften bør derfor i stedet håndteres igennem andre instrumenter, som ikke ødelægger incitamentet til at udlede færre drivhusgasser.

4.2 Kul

Kul har i mange år udgjort ryggraden i den danske el- og fjernvarmeforsyning. Men kul er også et særdeles CO₂-intensivt brændsel, der udleder ca. 65 pct. mere CO₂ pr. energienhed end naturgas. Derfor er der tungtvejende grunde til at komme helt væk fra kullet, hvilket yderligere understøttes af, at der findes gode, vedvarende alternativer til både el- og fjernvarmeproduktion.

Der er allerede planer om at udfase kul i Danmark, men det kan tage tid

De politiske parter bag energiaftalen 2018 er enige om at udfase brugen af kul i den danske elproduktion inden 2030.⁸¹ Dette betyder de facto også en udfasning af kul i fjernvarmen, da fjernvarme produceret på kul alene kommer fra kraftvarmeverker. Aftalen indeholder dog ikke konkrete tiltag, der skal sikre, at dette rent faktisk sker. Alligevel har Danmarks tre tilbageværende kulkraftværker alle planer for lukning.⁸²

- Ørsted har fået tilladelse til at lukke Esbjergværket 1. april 2023.

- Fjernvarme Fyn har planer om enten at lukke Fynsværkets kulfyrede blok før 2025 eller omstille den til gasfyring og lukke blokken i 2030.
- Aalborg Forsyning har planer om at lukke Nordjyllandsværket i 2028.

Fjernvarme Fyn, der ejer Fynsværket, har i modsætning til de øvrige to ejere ikke fremlagt endelige beslutninger for ophør med drift på kul. Derfor er der stadig kuldrift på dette værk i 2030 i Energistyrelsens basisfremskrivning, hvilket medfører et reduktionspotentiale, hvis det politisk aftalte kulstop gøres reelt og bakkes op af virkemidler.

Det er dog også af betydning for det globale klima, hvor meget CO₂ der lukkes ud i atmosfæren i årene inden 2030. Her er tidspunktet for lukning af værkerne, og driften på dem indtil det sker, afgørende – ikke så meget for opfyldelsen af 70-procentsmålet, men for Danmarks akkumulerede udledninger de næste ti år og for muligheden for kunne opfylde et eventuelt ambitiøst klimamål for 2025.

Et fremrykket kulstop kan spare mange mio. ton CO₂ til lave omkostninger

Et stop for kuldrift på Fyns- og Nordjyllandsværket allerede inden 2025 indgår som et omstillingselement i implementeringssporet i kapitel 3. Dette element giver meget store og tidlige udledningsreduktioner.

Økonomien i kulkraft kan blive alvorligt udfordret i de kommende år. Det vil være tilfældet, hvis prisen på CO₂-kvoter stiger, hvilket mange forventer, da konkurrencen fra udbygning med støttefri vind og sol udhuler driftstiden og økonomien i kulkraft, hvis kulkraftværkernes omkostninger stiger. Allerede med den nuværende kvotepris på ca. 200 kr. pr. ton ses, at elproduktion baseret på kul er faldet betydeligt i Europa.⁸³ Hvis kvoteprisen blev fordoblet til 400 kr. pr. ton, ville omkostningerne til elproduktion på kulkraft stige fra ca. 30 til 47 øre pr. kWh. Sol- og vindkraft kan allerede ved den nuværende elpris på ca. 30 øre pr. kWh etableres med lav eller ingen støtte, hvilket understreger kullet udfordrede konkurrencesituation.

Omkostningen ved et tidligt stop for kulfyring på Nordjyllands- og Fynsværket bør derfor vurderes i lyset af de seneste års stigninger i den europæiske kvotepris og udviklingen i omkostninger til vedvarende energi. Begge disse udviklinger modarbejder økonomien i kulkraft, og derfor kan der med fordel ses på, om den danske målsætning for kulstop kan fremrykkes, da det vil være et relativt billigt klimapolitisk tiltag.

Udfasning af kulkraft kan umiddelbart skabe bekymring for Danmarks elforsyningssikkerhed. Energistyrelsen vurderer imidlertid, at der ikke vil være nævneværdige udfordringer for elforsyningssikkerheden i 2030 ved en nedlukning af den kulbaserede kraftvarmeproduktion.⁸⁴ Elforbruget er stigende frem mod 2030, og den øvrige kraftværkskapacitet er aftagende, så hvis der ikke er problemer i 2030, burde der heller ikke være det i årene frem mod 2030. Klimarådet vurderer på den baggrund, at en fremrykning af kuludfasningsmålet næppe vil resultere i væsentlige udfordringer.

Skal kullet kunne udfases hurtigt i Odense og Aalborg, kræver det, at det er muligt at etablere alternativ varmeproduktion. Det kan være i form af varmepumper, elkedler, geotermi, overskudsvarme, biomassekedler eller gas. Klimarådet vurderer, at det er muligt at etablere denne alternative varmeproduktion i begge byer før udgangen af 2023 med acceptable omkostninger.

Kul bør udfases i el- og fjernvarmeproduktionen snarest muligt og inden 2025

Klimarådet anbefaler på den baggrund, at der vedtages et stop for afbrænding af kul til el- og fjernvarmeproduktion snarest muligt og inden 2025 i lyset af behovet for hurtige reduktioner og den relativt lave pris på kuludfasning. Dette stop bør effektueres gennem et decideret forbud eller gennem andre rammevilkår, der enten umuliggør fortsat kuldrift, eller gør kul klart mindre attraktivt end alternativerne.

Afsnit 4.3 og 4.4 giver Klimarådets anbefalinger til, hvordan det kan sikres, at den el- og varmeproduktion, der falder bort som følge af kuludfasning, i videst muligt omfang erstattes af langtidsholdbare og samfundsøkonomisk fornuftige løsninger med vedvarende energi.

4.3 Grøn strøm

Behovet for produktion af elektricitet baseret på vedvarende energikilder vil vokse i de kommende år. Den grønne strøm skal både erstatte elproduktion baseret på naturgas og især kul, men også et stigende elforbrug til elektrificering af transport, opvarmning og industri. Derfor er det vigtigt at sikre, at danske rammevilkår understøtter den nødvendige udbygning.

Vind- og solkraft kræver næsten ikke offentlig støtte

Elektricitets klimaaftryk afhænger af, hvordan den er produceret. Klimarådet har i tidligere analyser påpeget, at yderligere elforbrug kommer med en relativt høj CO₂-belastning.⁸⁵ Det er fortsat tilfældet på den korte bane, hvor kul spiller en væsentlig rolle i elforsyningen, men kigger man bare få år frem i tiden, vil en nedlukning af fossil dansk elproduktion føre til, at øget elforbrug enten skal dækkes af øget produktion fra vedvarende energi eller gennem import fra vores nabolande, der også omstiller sig bort fra fossil elproduktion.

Landvind og solceller ser ud til fremadrettet at kunne etableres uden eller med meget lav støtte, såfremt kvotepriserne holder det nuværende niveau. Havvind forventes at kunne etableres til et lavt støtteniveau, og den maksimalt mulige støtte for Thor havvindmøllepark vil være ca. 7-9 øre pr. kWh, som boks 4.3 beskriver. Her bliver støtten udbetalt som et tillæg til markedsprisen.

Boks 4.3: Støtte til havvind

For havvindmølleparken Thor er der politisk blevet besluttet en udbudsmodel med 20 års støtte, hvor udbetalingsloftet for den statslige støttebetaling til den vindende budgiver er fastsat til 6,5 mia. kr. i 2018-priser. Dette svarer til 325 mio. kr. pr. år over de næste 20 år.

Thor havvindmøllepark bliver på 800-1.000 MW og forventes at producere 3,5 til 4,4 TWh om året. Den maksimale støttebetaling bliver derfor 7,4-9,2 øre pr. kWh afhængigt af parkstørrelsen. Det konkrete støttebeløb vil afhænge af elpriserne til havvind i de 20 år fra parkens idriftsættelse. Den endelige støtte kan dog ende med at blive betydeligt lavere på grund af konkurrencen om projektet og de eventuelt stigende CO₂-kvotepriser, der fører til højere elpriser i projektets levetid. Hvis kvoteprisen fx stiger med 200 kr. pr. ton over det nuværende niveau, vil det øge produktionsomkostningerne for gaskraft og kulskraft med henholdsvis 8 og 16 øre pr. kWh, og dermed drive elprisen op, så Thor havvindmøllepark formentligt vil kunne etableres helt uden støtte.

Der bør skabes rammer for betydelig udbygning med havvind, landvind og sol

Potentialet for havvind i danske farvande anslås til at være omkring 40 GW,⁸⁶ og den mulige produktion herfra overstiger langt det danske elforbrug, selv i et scenarie med massiv elektrificering. Der vil altid være en økonomisk risiko for samfundet ved massiv udbygning med havvind, hvis elforbruget ikke følger med, eller hvis andre teknologier skulle vise sig mere fordelagtige. Klimarådet vurderer dog, at denne risiko er begrænset. Det skyldes de relativt lave priser for CO₂-fortrængning med havvind, og at den langsigtede forventning om øget elektrificering synes ganske robust. Derimod er der en betydelig risiko for at forbigå billige CO₂-reduktioner i Danmark og vores nabolande ved for langsom havvindudbygning.

Klimarådet anbefaler derfor, at Folketinget snarest vedtager yderligere udbud med havvind frem mod 2030 med idriftsættelse så tidligt som muligt. Energiaftalen fra 2018 indeholder, ud over udbuddet af Thor havvindmøllepark, et udbud i 2023 og yderligere en park, hvis den kan etableres støttefrit.⁸⁷ Som et første skridt bør det vedtages at fremrykke udbuddet af energiaftalens anden havvindmøllepark i stedet for at vente til 2023. Desuden bør der træffes beslutning om udbud af energiaftalens tredje park og yderligere 3 GW havvind. Produktionskapaciteten skal dække det øgede elforbrug til omstillingselementerne i implementeringssporet og behovet for erstatning for den biomassekraftvarme, der må forventes at falde bort som følge af anbefalingerne i afsnit 4.4, der stiller biomassevarme dårligere i konkurrencen med elbaseret opvarmning. Behovet for yderligere

udbud skal fastsættes på baggrund af grundigere analyser af elementerne i udviklingssporet samt den forventede udbygning af landvind, kystnær havvind og sol.

Udbuddene af havvind bør analyseres i sammenhæng med tankerne om etableringen af energiøer, selvom direkte tilslutning af havvindmølleparkerne til lands måske er den bedste løsning på kort sigt.

Landvind- og solcelleprojekter etableres allerede i dag uden støtte flere steder. Der udbydes dog sideløbende støtte i årlige auktioner, hvor også kystnær havvind kan deltage, men her er støtteniveauerne efterhånden konkurreret ned på et meget lavt niveau. Det er vigtigt, at disse udbud fortsætter, hvis udbygningen på markedsvilkår ikke tager yderligere fart. Dette vil fx ske, hvis kvotepriserne ikke stiger som forventet, eller hvis de elforbrugende virksomheder mister appetitten på de elkøbsaftaler, der kan give sikkerhed for økonomien i vind- og solprojekter. Klimarådet anbefaler fortsat, at støtte til vedvarende energiprojekter udbydes som en *contract-for-difference*-model, hvor støtten gives som et tillæg til elprisen, og hvor dette tillæg justeres årligt, afhængigt af udviklingen i elprisen. Det stemmer overens med Klimarådets analyse *Fremtidens vedvarende energi* fra 2017,⁸⁸ og det svarer til den model, der er valgt for Thor havvindmøllepark.

Hvis kvoteprisen stiger bare moderat – fx som følge af en mere ambitiøs klimapolitik i EU – vil havvind kunne konkurrere uden støtte med kulkraft i Tyskland og Polen. Danmark kan bidrage til en samlet europæisk grøn omstilling ved at tillade havvindprojekter på dansk grund, der er tilsluttet det tyske eller polske elnet. Denne mulighed vil ikke umiddelbart hjælpe Danmark med at opfylde egne klimamål, men med det relativt høje CO₂-indhold i Tysklands og Polens elproduktion, vil fortrængningseffekten uden for Danmarks grænser være betydelig.

Mere vedvarende energi kræver bedre regulering på en lang række punkter

En fortsat udbygning med landvind, kystnær havvind og sol kræver, at en række planlægningsmæssige rammer revideres. Det drejer sig blandt andet om hurtigere sagsbehandlingstid, som steg kraftigt for alle projekter som en følge af det store antal klager på projekterne Vesterhav Nord og Syd.⁸⁹ Finansloven for 2020 sikrede midlertidigt flere midler til klagebehandling, men der bør sikres permanent finansiering til området. Sådan sikrer man hurtige afgørelser, og man undgår, at klagesager lægger sagsbehandlingen ned i fremtiden. Det vil være uheldigt, hvis bureaukrati står i vejen for hurtig udbygning med vedvarende energi.

Hvis man vil integrere vind og sol på effektiv vis, kræver det, at planlægningen af den danske elnetudbygning inklusive udlandsforbindelser tager udgangspunkt i scenarier, hvor Danmark både indfrier 70-procentsmålet, og hvor EU vedtager mere ambitiøs klimapolitik end i dag. I de nuværende *Analyseforudsætninger til Energinet*⁹⁰ anvendes det meget konservative 'Sustainable Transition'-scenarie fra ENTSO-Es Ten-year-network-development-plan 2018 (TYNDP18), der hverken afspejler ambitionsniveauet i de nuværende forhandlinger i EU om fremtidige reduktionsmål eller den nuværende udbygning af vedvarende energi på markedsvilkår i Norden. Klimarådet anbefaler, at Energistyrelsen og Energinet anvender forudsætninger fra de scenarier fra TYNDP2020, der stemmer overens med opfyldelsen af Parisaftalens temperaturmål.⁹¹ Det skal sikre, at der ikke underinvesteres i den netkapacitet, der er nødvendig for at indpasse større mængder af den fluktuerende produktion særligt fra vindkraft.

Med øget udbygning af vedvarende energi og massiv elektrificering kan der blive behov for yderligere linjeføringer med højspænding gennem Danmark. Der er meget væsentlige besparelser forbundet med luftledninger frem for kabler i jorden, men projekter med synlig ledningsføring kan både blive forsinket og blokeret af lokal modstand. Derfor opfordrer Klimarådet til, at regeringen gentænker kompensationsmodeller til naboer for at sikre folkelig accept af projekterne.

Samtidig kræver omstillingen, at der udvikles løsninger til lagring af el, når de fossile brændsler i elproduktionen skal erstattes sideløbende med, at efterspørgslen efter el stiger. Disse løsninger skal sammen med bæredygtig biomasse sikre pålidelig kapacitet, når vinden ikke blæser, og solen ikke skinner. Ellagre etableret i umiddelbar nærhed af vindmøllerne og solcellerne vil desuden tillade, at fluktuationer i produktionen kan udjævnes lokalt, og at elnettet, der skal transportere den vedvarende energiproduktion til forbrugerne, dermed kan dimensioneres mindre. Derudover kan et fleksibelt elforbrug bidrage til at reducere omkostningerne til elnet og produktionskapacitet og skabe øget værdi af den fluktuerende produktion.

Klimarådet har fem anbefalinger til udbredelse af grøn strøm

På denne baggrund anbefaler Klimarådet følgende for at understøtte en fortsat udbygning med vedvarende energi:

- **Der skal bygges flere havvindmøllepakker.** Udbud og idriftsættelse havvindmølleparker vedtaget i regi af energiaftalen fra 2018 bør fremrykkes, og der bør vedtages yderligere udbud af i første omgang 3 GW havvindmølleparker til idriftsættelse snarest muligt. Denne ekstra produktionskapacitet modsvarer det ekstra elforbrug til omstillingselementerne i implementeringssporet. Der bør samtidig forberedes yderligere udbud til det ekstra elforbrug, der følger af omstillingselementerne i udviklingssporet.
- **De nuværende udbud af projekter med landvind, kystnær havvind og sol bør fortsætte i auktioner,** så længe der ikke etableres betydelig kapacitet af hver af teknologierne på markedsvilkår.
- **Der bør sikres tilstrækkelige midler til behandling af klagesager,** så udbygningen med vedvarende energiprojekter ikke strandede i sagsbehandling. Det vil sikre, at udbygningen af fornuftige vind- og solprojekter kan ske hurtigt, når de økonomiske rammevilkår er på plads.
- **Regeringen bør udarbejde en strategi for udbredelse af energilagring og fleksibelt elforbrug,** som kan sikre balancen i elforsyningen, bidrage til at sikre forsyningen i perioder uden sol og vind og understøtte en reduktion af brændselsfyrede anlæg.
- Den folkelige opbakning skal sikres. Regeringen bør udarbejde **en ny kompensationsmodel for transmissionsprojekter,** der kan sikre folkelig accept af etableringen af yderligere højspændingsluftledninger.

4.4 Grøn varme

Omstillingen af varmesektoren til vedvarende energi i Danmark er gået hurtigt de seneste år. Udviklingen har primært været drevet af skift fra fossile brændsler til biomasse i form af især træpiller og træflis og kun i mindre omfang til brug af varmepumper, hvilket har været drevet af afgiftsmæssige fordele til biomassevarme. Der er dog god samfundsøkonomi i at prioritere elbaseret opvarmning med energieffektive varmepumper.

Mindre støtte til vedvarende energi kan begrunde lavere elvarmeafgift

Elforbrug er pålagt en betydelig energiafgift i Danmark, men el til opvarmningsformål betaler kun en reduceret sats. Alligevel er afgiften i mange tilfælde en barriere for elektrificering af opvarmning.

Afgiften på el anvendt til opvarmning bør ikke overstige støtten til el produceret på vedvarende energi. Dette rationale ligger til grund for Klimarådets generelle anbefalinger til en ny model for energibeskatningen fra analysen fra 2018, *Fremtidens grønne afgifter på energiområdet*.⁹² Hvis afgiften overstiger støtten til at opføre ny vedvarende energi, gives der et for stort incitament til at spare på strømmen i forhold til at etablere mere vedvarende energi.

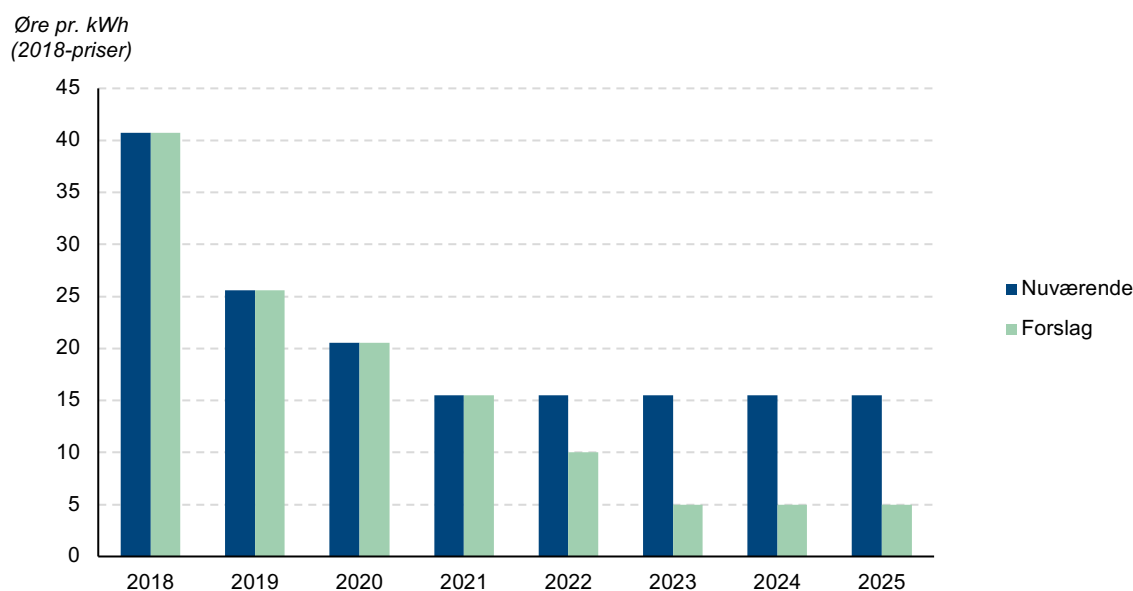
Det relevante støtteniveau i denne sammenhæng er det, der gives til det dyreste projekt – det såkaldt marginale projekt – der skal opføres i en omkostningseffektiv udbygning med yderligere vedvarende energi. Det marginale projekt vil formentlig være havvind, da landvindmøller og solceller fremadrettet ser ud til at kunne etableres med lavere støtte eller helt uden statslig støtte, hvilket ses af det meget lave støtteniveau i de seneste teknologineutrale udbud og meldinger fra projektudviklere.⁹³ Hertil kommer, at potentialet for vindkraft på land er begrænset, og at det derfor vil være nødvendigt også at bygge på havet for at dække det samlede elforbrug.

De seneste år er prisen på havvind faldet markant. Som beskrevet i afsnit 4.3 er støtten til ny havvind på maksimalt 7-9 øre pr. kWh inkl. omkostninger til ilandføring af strømmen. Den nuværende elvarmeafgift er i forbindelse med seneste energiaftale nedsat til 20,6 øre pr. kWh i 2020 og 15,5 øre pr. kWh fra 2021 og frem målt i 2018-priser,

som vist i figur 4.5.⁹⁴ Det taler for, at der er en samfundsøkonomisk gevinst ved at sænke af afgiften på elektricitet yderligere.

Det har umiddelbart en begrænset klimaeffekt at sænke den generelle elafgift på andet elforbrug end opvarmning, men det har store statsfinansielle konsekvenser. Omvendt vil det have en stor klimaeffekt at sænke elvarmeafgiften. Samtidig vil den målrettede sænkelse have begrænsede provenueffekter, da forbruget af el til varme i dag er begrænset. Hertil kommer, at el i et vist omfang vil erstatte biomasse, som ikke er underlagt afgifter. En sænket elvarmeafgift vil både accelerere omstillingen fra olie- og gasfyr til varmepumper i bygninger som beskrevet i afsnit 3.4 og omstilling fra brændselsbaseret varme til varmepumper i fjernvarmen som beskrevet i afsnit 3.5.

Fremtidige sænkninger skal annonceres og vedtages snarest. Det sikrer et investeringssignal til virksomheder og boligejere, så der opnås sikkerhed for investeringer i elbaserede varmeløsninger. Konkret anbefaler Klimarådet, at elvarmeafgiften sænkes til 10 øre pr. kWh i 2022 og videre til 5 øre pr. kWh i 2023 og frem, som vist i figur 4.5. Niveaulet er Klimarådets umiddelbare skøn på støttebehovet til yderligere udbygning med havvind. Fremtidige udbud af havvind, der vil skabe større klarhed om støttebehovet, kan afgøre om der er behov for yderligere justeringer.



Figur 4.5 Nuværende og foreslået elvarmeafgift

Kilde: Klimarådet, Skatteministeriet, Energiaftale 2018

Tarifferne i elnettet bør gøres fleksible

Klimarådet anbefaler derudover, at der snarest indføres fleksible tariffer for brug af elnettet. Sammen med en reduceret elvarmeafgift vil det bidrage yderligere til at skabe bedre økonomi i en elbaseret opvarmning såvel som i den øvrige elektrificering.

Tarifferne skal være tidsmæssigt og regionalt differentierede, så de afspejler de faktiske omkostninger til brug af både transmissions- og distributionsnet. Dette skal sikre en bedre udnyttelse af elnettene og understøtte en samfundsøkonomisk fornuftig elektrificering. Tidsmæssig differentiering kan sikre, at den ledige kapacitet i elnettene udnyttes bedre, og at nyt fleksibelt forbrug kan indpasses i det eksisterende net uden behov for opgraderinger. Samtidig kan en regional differentiering af tariffer begrænse behovet for netudbygning ved at tilskynde til at placere elintensive virksomheder tæt på de vedvarende energikilder, så strømmen ikke skal

transporteres så langt. Klimarådet opfordrer politikere, embedsværket og elnetselskaber til at sikre, at hensynet til omkostningsægtighed vejer tungt i en ny tarifmodel og at eventuelle fordelingsproblemer adresseres gennem komplementerende politikker.

I dag er det ikke muligt at udnytte al strømmen, når vinden blæser kraftigt i Danmark og Nordtyskland. Det skyldes den begrænsede transmissionskapacitet til vores nabolande og internt i det tyske elnet. Midt i blæsevejret lukkes der for vindmøller enten som følge af negative priser i elmarkedet eller gennem såkaldt specialregulering. I 2019 leverede danske vindmøller samlet 420 GWh specialregulering ved at lukke ned for produktion på tidspunkter, hvor de kunne have produceret.⁹⁵ Denne mængde svarer til over 1 pct. af Danmarks elforbrug og ville i nogen grad kunne nyttiggøres i elkedler i fjernvarmen, hvis afgifter og nettatariffer var lavere.

I forlængelse af en reform af elvarmeafgift og tariffer, der blandt andet eliminerer biomassens nuværende afgiftsfavorisering, bør reguleringen af fjernvarmeforsyningen ændres, så de vedvarende energiteknologier får lige indbyrdes konkurrenceforhold. Det drejer sig blandt andet om udfasning af kraftvarmekravet og brændselsbindingerne i fjernvarmen som tidligere anbefalet af Klimarådet.²⁰

Overskudsvarmeafgiften bør reduceres

Der er afgift på overskudsvarme i dag, fordi der ikke skal være incitament til at øge afbrændingen af kul og gas i industrien for at få mere overskudsvarme, der så kan sælges til fx et fjernvarmeselskab. Men hvis afgiften er for høj, risikerer man, at overskudsvarmen slet ikke udnyttes.

Som opfølgning på energiaftalen blev der lavet en aftale om en reform af afgiften med følgende indhold:

- Værdiafgiften på 33 pct. knyttet til vederlaget ved salg af overskudsvarme afskaffes fra 2020
- Reglerne for overskudsvarme forenkles, så de bedre kan administreres og kontrolleres
- Afgiften omlægges i stedet til en fast afgift pr. GJ, hvilket reducerer usikkerhed om afgiftens størrelse
- Afgiften bliver fremover 25 kr. pr. GJ i 2018-priser for både ekstern og intern overskudsvarme⁹⁶
- Afgiften kan sænkes til 10 kr. pr. GJ, såfremt virksomheden vælger at indgå i en aftaleordning i form af certificering af virksomhedens energiledelsessystem.

Men selv en reduceret afgift på 10 kr. pr. GJ kan stå i vejen for udnyttelse af overskudsvarmen. Hvis overskudsvarme kan certificeres, bør det også være dokumenteret, at der ikke produceres mere varme, end den underliggende proces kræver. Klimarådet anbefaler derfor, at afgiften på certificeret overskudsvarme helt afskaffes. Dette blev også anbefalet i rådets analyse om store datacentre fra 2019, da datacentre potentielt kan levere store mængder overskudsvarme.⁹⁷

Hvis der indføres en høj drivhusgasafgift, som anbefalet i afsnit 4.1, bør overskudsvarmeafgiften fjernes også på den ikke-certificerede overskudsvarme. Begrundelsen er, at der ikke vil være incitament til at øge forbruget af fossil energi for få mere overskudsvarme, når afgiften på CO₂ er høj. Det vil kunne eliminere udgifterne til certificering og skatteopkrævning.

Den samfundsøkonomiske CO₂ pris skal afspejle 70-procentsmålet

Investeringer på fjernvarmeområdet godkendes af kommunerne efter projektbekendtgørelsen. Rammerne blokerer i dag for visse projekter, som kunne nedbringe brugen af fossile brændsler og bør derfor revideres.

Fjernvarmeprojekter kan som udgangspunkt kun godkendes, hvis der kan demonstreres god samfundsøkonomi på baggrund af Energistyrelsens samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger.⁹⁸ Den anvendte CO₂-pris i beregningsforudsætningerne stiger fra 214 til 331 kr. pr. ton fra 2020 til 2030 og afspejler dermed langt fra den politiske betalingsvillighed for CO₂-reduktioner, som den kommer til udtryk i det danske 70-procentsmål. Det modarbejder en omkostningseffektiv omstilling af fjernvarmeforsyningen, og derfor anbefaler Klimarådet, at den samfundsøkonomiske CO₂-pris opdateres, så den flugter med 70-procentsmålet. Det betyder formodentligt en CO₂-pris i omegnen af ca. 1.500 kr. pr. ton svarende til omkostningen til de marginale tiltag frem mod 2030.

Det skal være lettere at fravælge naturgas

I visse tilfælde står de regulatoriske rammer i vejen for, at boligejere kan fravælge naturgas.

Projektbekendtgørelsens §22 dikterer, at såkaldte blokvarmecentraler, der forsyner flere husstande, skal tilsluttes

naturgas såfremt de ligger i et område, der er udlagt til naturgas.⁹⁹ Dette blev indført for at sikre økonomien i naturgasnettet, men i dag er det en uhensigtsmæssig barriere for, at blokvarmecentralerne skifter til grønnere opvarmningsformer – fx varmepumper.

For husstandskunder er der en række mindre omkostninger ved at fravælge naturgas. Holdt op imod den samlede økonomi for varmekonsumenter er de mindre i størrelse, men ikke desto mindre kan de blive udslagsgivende for valg af varmeløsning. Et eksempel er, at naturgaskunder skal betale ca. 8.000 kr. inkl. moms, hvis de frakobler sig gasnettet. Betalingen sker til Evida, Danmarks landsdækkende gasdistributionsnet, som skal sørge for at få lukket hele deres stikledning og fjernet gasskab og måler.¹⁰⁰ Der er mulighed for en billigere frakobling, hvis den sker kollektivt, hvor en hel streng i gasnettet lukkes ned. Men selv ved fjernvarmekonverteringer er det særdeles sjældent, at alle husstande konverteres på samme tid, da der typisk er enkelte husstande, der ikke tilslutter sig fjernvarmenettet, når det udbygges. Det er uklart, hvorvidt der er stærke sikkerhedsmæssige argumenter for at kræve fuld lukning af stikledningen eller om en simplere afpropning kunne godkendes i en række år, indtil alle husstande på en streng er klar til kollektivt at få lukket for gassen. Men en regelændring vil umiddelbart kunne gøre afviklingen af naturgas i et område billigere, og dermed gøre det mere attraktivt at fravælge gas.

Klimarådet anbefaler i denne sammenhæng:

- At projektbekendtgørelsens §22 om blokvarmecentraler fjernes hurtigst muligt.
- At regeringen undersøger muligheden for mere lempelige regler for afkobling fra naturgasnettet med henblik på at gøre det billigere for borgerne at udfase deres naturgasfyr.

Forbud mod gas- og olieforbrænding kan være et omkostningseffektivt virkemiddel

Et slagkraftigt virkemiddel til få reduceret naturgasforbruget i danske boliger er at forbyde installationen af nye gasfyr. Klimarådet kan se både fordele og ulemper ved den type forbud, og det bør derfor overvejes grundigt.

Der kan arbejdes med to typer forbud:

1. For det første kan det forbydes at installere nye fyr efter en bestemt dato, og
2. for det andet kan det forbydes at eje et fyr efter en bestemt dato.

Begge forbud kan være afhængige af, hvorvidt den opvarmede bygning er i et område, der er udlagt til fjernvarmeforsyning eller ej.

Et gasfyr har en levetid på ca. 20 år, så et forbud mod installation af nye fyr i morgen vil i sig selv føre til, at cirka halvdelen af Danmarks naturgasfyr skal udskiftes før 2030. Det er imidlertid næppe hensigtsmæssigt med et forbud mod installation af nye naturgasfyr på den helt korte bane i visse områder, da det vil undergrave økonomien i udrulning af potentielt omkostningseffektiv fjernvarme, hvis et større antal husstandskunder med gamle gasfyr, investerer i varmepumper i stedet for at vente på en fjernvarmeløsning. Af denne årsag er det vigtigt, at relevante boligejere snarest får besked om, hvorvidt de kan forvente at blive tilbudt fjernvarme eller ej, så de ved, om de bør beholde gasfyret et par ekstra år eller investere i en varmepumpe med det samme.

For områder, der udlægges til fjernvarme, bør det undersøges, hvorvidt det er muligt at indføre et forbud mod nye naturgasfyr fx fem eller ti år efter, der er udlagt fjernvarme. Det giver bygningsejerne valget mellem at tilslutte sig fjernvarme eller købe sin egen varmepumpe. Et sådant forbud vil gøre det nemmere at sikre økonomien i fjernvarmeudbygningen og nemmere at afvikle den del af gasinfrastrukturen, der alene forsyner kunder, som i dag bruger gas til opvarmning.

4.5 Elbiler

En stor del af transportens udledninger stammer fra benzin- og dieslbiler, og derfor handler omstillingen af transportsektoren i høj grad om at reducere antallet og brugen af benzin- og dieslbiler. Her kommer elbilerne ind i billedet, da det er den mest lovende teknologi.

To betydelige barrierer står imidlertid i vejen for udbredelsen af elbiler. Den ene er købsprisen på elbilerne og den dertil knyttede risiko for, at elbilerne hurtigt taber værdi, når der hele tiden kommer nye og bedre. Klimarådet har tidligere givet anbefalinger til, hvordan elbiler bør behandles i det nuværende registreringsafgiftssystem.²⁵ Den anden barriere er ladestandere, og manglende ladeinfrastruktur nævnes ofte som en væsentlig ulempe for bilejere. Klimarådet ser behov for virkemidler rettet mod at overkomme begge barrierer. Derudover vil den foreslåede drivhusgasafgift, som beskrevet i kapitel 4.1, bidrage til at der kommer flere elbiler på vejene, og at der køres færre kilometer i benzin- og dieslbilerne. Den CO₂e-reduktion, der fremkommer heraf, er behandlet i kapitel 5.4. Dette kapitel vil først behandle mulige tiltag for ladeinfrastruktur og til sidst gengive Klimarådets gældende anbefalinger for elbiler i registreringsafgiftssystemet.

Der er mange ladestandere pr. elbil, men udbredelsen af ladeinfrastruktur opfattes stadig som mangelfuld

I dag er markedet for opladning domineret af hjemmeopladning, men der er i international sammenligning også relativt mange offentlige ladere i Danmark. I alt er der pr. september 2019 1.789 offentlige ladestandere, hvoraf nogle ladestandere har mulighed for at lade flere biler ad gangen, hvilket betyder, at der er 3.648 ladepunkter.¹⁰¹ Det svarer til, at der findes ca. seks elbiler pr. offentligt ladepunkt, hvor Norge til sammenligning har 24 elbiler pr. offentlig ladepunkt.¹⁰²

Hjemmeopladning forventes at kunne udfylde en markant del af ladebehovet, også i fremtiden. Det skyldes, at 68 pct. af danskerne har mulighed for at parkere på egen grund fx i en indkørsel, carport eller lignende.¹⁰³ Men der er også en stor andel, der ikke har mulighed for at etablere hjemmeladning og derfor er der behov for offentlige ladestandere.¹⁰² Det gælder især i de store byer, hvor mange parkerer enten på offentlige veje eller på delte parkeringspladser, fx ved et boligselskab. Der er flere muligheder for, hvordan disse elbiler kan oplades:

- Opladning over natten, hvilket minder om hjemmeopladning. Dette vil kræve, at der opsættes mange ladestandere i byerne.
- Opladning andre steder end ved bopælen, fx på arbejdspladsen, også kaldet destinationsopladning. Hvis der er mulighed for at lade på arbejdspladsen, behøver de færreste at oplade derhjemme også. Dette vil kræve, at virksomheder tilbyder opladere på deres parkeringspladser.
- Lynopladning. Med lynopladning er det muligt at få 400 km rækkevidde på ca. 15 minutters opladning.¹⁰³ På denne måde kan opladning fungere ligesom optankning af benzin- og dieslbiler. I dag er det ikke alle elbiler, der kan lynoplade, men det forventes at være muligt for nyere elbiler.

Det er endnu uklart, hvordan elbilister vil oplade i fremtiden. Analyser fra Dansk Energi og fra DTU og Dansk Elbil Alliance viser, at destinationsopladning og lynopladning er de bedste løsninger, fordi man dermed undgår at skulle sætte opladere op ved en stor del af parkeringspladserne i byerne. På den anden side viser erfaringer fra brugerne af elbiler i dag, at elbilister foretrækker at lade, når de alligevel er parkeret, hvilket taler for, at lynladere kommer til at udgøre en mindre andel af opladningen.¹⁰⁴ Det er for tidligt at konkludere, men sandsynligvis bliver der behov for alle tre løsninger for at skabe tilstrækkelig fleksibilitet for elbilister.

For elbilister, der benytter ladestandere på de offentlige veje, er der dog en række problemer. I EU er der regler om, at alle elbilister skal kunne købe strøm ved alle ladestandere til en pris, der er rimelig og tydeligt angivet. Det er på nuværende tidspunkt uklart, hvordan "rimelig pris" skal fortolkes, og i dag ser vi nogle gange eksempler på, at priserne på offentlige ladere kan være op til 4-5 gange markedsprisen for elektricitet, med mindre man har et abonnement hos den pågældende ladestanderoperatør. I nogle tilfælde kan det også være besværligt og uigennemskueligt at betale for opladning. Samtidig opfattes manglen på lyn- og hurtigladestandere ved motorvejsnettet som en væsentlig barriere, der forhindrer, at elbiler kan bruges på lange ture. Dette er blot et par

af de problemstillinger, som er blevet identificeret, og de øvrige problemstillinger vil blive præsenteret i sammenhæng med de foreslåede løsningsidéer senere i dette afsnit.

Det offentlige har en rolle at spille i udbredelsen af ladeinfrastruktur

Et centralt spørgsmål er, om det offentlige bør involvere sig i markedet for opladning. Det offentlige kan i udgangspunktet vælge mellem to typer af strategier: Man kan lade udbygningen være op til de private aktører, og dermed bidrager staten kun indirekte til udbygningen ved at give økonomiske incitamentter til elbiler. Alternativt kan staten vælge en aktiv rolle for at skubbe på udbygningen af ladeinfrastruktur og skabe gode rammer for opladning af elbiler. Fordelen ved den første tilgang er, at staten ikke har omkostninger ved strategien, og at markedet i manges øjne bedre kan identificere, hvor der er behov for ladestander. Men denne tilgang involverer en række problemer. Klimarådets vurdering er, at en aktiv involvering fra staten er en fordel af tre årsager:

- Elbiler er en forudsætning for, at private virksomheder vil stille ladestander op, men samtidig er en veludviklet ladeinfrastruktur en forudsætning for, at bilisterne vil købe en elbil. Der er altså tale om det klassiske hønen-og-ægget-problem ved udbredelsen af netværksbaserede produkter, hvor det offentlige kan bidrage til, at flere har lyst til at købe en elbil ved at sikre udbygningen af ladeinfrastrukturen.
- Der er behov for regulering af opladningsinfrastrukturen, som bidrager til et velfungerende marked for forbrugerne. Det vil sige et marked, hvor det er nemt og gennemsigtigt at handle, og hvor begrænsninger i konkurrencen og lokale monopoler til skade for forbrugerne forhindres.
- Ladestander på offentlige veje eller ved motorvejene vil pr. definition ske med en eller anden form for involvering fra myndighederne. Forholder myndighederne sig ikke til de forskellige problemstillinger for udbredelsen af infrastrukturen, kan myndighederne risikere at stå i vejen for udbredelsen af ladeinfrastrukturen.

Tiltag bør sikre udbygning med tilpas mængde ladeinfrastruktur og et velfungerende marked

Klimarådet anbefaler, at der laves en pakke med tiltag rettet mod ladeinfrastruktur til elbiler. Denne pakke skal understøtte to forskellige formål, som dog ikke er fuldstændigt uafhængige. For det første skal pakken tilskynde til, at der kommer et velfungerende marked for opladning af elbiler, hvad enten man bor i hus, lejlighed eller er på farten. For det andet skal tiltagene sikre, at der er den nødvendige offentlige infrastruktur, og til dette kan der være behov for offentlige tilskud. De nedenstående forslag til virkemidler er baseret på en række analyser fra blandt andet DTU og Dansk Elbilalliance,¹⁰³ Dansk Energi¹⁰⁵ og Transport & Environment¹⁰⁶ samt interviews med en række eksperter og aktører inden for feltet herunder både interesseorganisationer, forbrugerorganisationer og ladestanderoperatører.

Markedet for opladning skal være nemt at forstå og præget af konkurrence

Markedet for benzin og diesel er relativt konkurrencepræget i dag. Selvom der er få spillere på markedet, er der stor konkurrence på benzin- og dieselpriserne, hvor det er svært at opretholde en markant højere pris på én tankstation frem for en anden. Samtidig anses benzin og diesel som værende et marked med høj grad af tillid, gennemsigtighed, forventningsopfyldelse, hvilket blandt andet kan skyldes konkurrencen og det relativt ensartede produkt.¹⁰⁷ Markedet for opladning af elbiler skal have samme eller bedre kvaliteter, hvis det ikke skal være en hæmsko for udbredelsen af elbiler.

Fem tiltag kan forbedre markedet for opladning og mulighederne for at få en ladestander, såfremt man ikke har adgang til egen parkeringsplads. De første to forslag herunder vedrører skabelsen af gennemsigtige og lave priser, og de to efterfølgende handler om at give ladestanderoperatører bedre investeringsvilkår. Det sidste forslag handler om at skabe sikkerhed for tilgængeligheden af opladning.

- **Mulighed for at betale:** For at sikre et let tilgængeligt marked bør det være muligt at købe opladning fra alle ladestander uden at være medlem eller have abonnement. Dette kan man i vid udstrækning allerede i dag, men for ikke-abonnenter er priserne nogle gange meget høje. Der opstår dermed et problem, hvor elbilister skal være abonnent hos flere firmaer, for ellers har de kun adgang til en del af ladestanderne. Dette er problematisk, da det fordyrer omstillingen og mindsker konkurrencen på markedet. På andre markeder som fx mobiltelefoni eller tankstationer har man ikke de samme problematikker af forskellige årsager, så man kan

lade sig inspirere af reguleringen af disse sektorer for at skabe reel mulighed for at betale ved alle standere. Alternativt kan man lave en mere tydelig implementering af EU-reglerne om 'rimelig pris'. Det bør ligeledes være nemt at se og gennemskue prisen for opladningen, ligesom det er på tankstationer i dag.

- **Processtrømsafgift for elbiler:** I dag betaler elbilejere normal elafgift, når de hjemmeoplader fra en ladeboks, de selv ejer, men hvis hjemmeladeboksen ejes af et firma er det muligt blot at betale processtrømsafgift, som er markant lavere.¹⁰⁸ Klimarådet har tidligere argumenteret for at afskaffe ordningen og fastholder, at dette er mere hensigtsmæssigt for at sikre, at elbilen også betaler for de eksterne omkostninger, der er forbundet med kørslen i form af fx trængsel, trafikuheld og støj.²³ Såfremt ordningen ikke afskaffes, bør den ændres således, at det bliver muligt at betale processtrømsafgift uanset om hjemmeopladeren drives af en ladestanderoperatør, eller om den drives som et normalt elforbrugende apparat, hvor strømmen sælges af et normalt elhandelselskab. Dette kræver, at hjemmeopladeren har sin egen elmåler og er registreret på en måde, så elforbruget fra opladeren kan opkræves separat. Det er teknisk muligt med de fleste hjemmeladestandere i dag.
- **Parkeringsregler:** I dag står mange offentlige ladestandere ved parkeringspladser. I nogle kommuner er disse pladser forbeholdt elbiler, mens de er tilgængelige for alle biler i andre kommuner. Sidstnævnte er uheldigt, da en ladestander er en stor investering, som tjenes hjem ved, at mange elbiler bruger den til at lade op. Jo mere salg fra ladestanderen, jo lavere pris kan der i teorien tilbydes kunderne. Problemet kan løses ved fx en begrænsning på antallet af timer, der må parkeres ved ladestanderen, og/eller et krav om, at bilen skal benytte ladestanderen for at kunne parkere på pladsen. Københavns Kommune er i gang med et eksperiment med en tidsbegrænsning på tre timers parkering ved ladestandere i dagtimerne, og erfaringerne fra dette eksperiment kan med fordel bredes ud til andre byer. Et mere fleksibelt alternativ til en tidsmæssig begrænsning er at indføre betaling svarende til, hvad ladeoperatøren tjener i gennemsnit på en bil, der lader. På den måde får ladestanderoperatøren det samme overskud, uanset om den parkerede bil oplades, og samtidig får bilisten mere fleksibilitet end ved en tidsbegrænsning.
- **Forudsigelige rammevilkår for opsætning af ladestandere:** I nogle kommuner kan virksomheder, der vil stille ladestandere op, kun få lov til at låne det areal, som deres ladestandere opstilles på. Dette kaldes "gæsteprincippet". Det betyder, at kommunen kan inddrage arealet igen, hvis det skal bruges til andre formål. Dette medfører en stor risiko ved at investere i en ladestander, hvilket gør det dyrere at sætte ladestandere op, og dermed fordyres opladningen unødigt. Faste vilkår for opsætningen af ladestandere kan fjerne risikoen fra investoren uden at kommunerne nødvendigvis stilles dårligere.
- **Ret til opstilling af ladestandere:** I Amsterdam har man i dag "right to plug". Det betyder, at hvis der ikke er en ladestander inden for en vis afstand fra ens bopæl, og man ikke selv har mulighed for at stille en ladestander op på sin egen grund, så kan en elbillist kræve at få anvist en plads, hvor der kan opstilles en ladestander. Denne rettighed kan fjerne den potentielle usikkerhed, der opstår ved køb af elbil, hvis køberen ikke ved, om hun kan få opstillet en ladestander i nærheden. Frederiksberg Kommune vil indføre en lignende ordning i kommunen.¹⁰⁹ Retten til opstilling af ladestandere kan i princippet også gælde for delte parkeringspladser, som boligselskaber fx ofte har. Der kan dog ved delte parkeringspladser være et problem med, hvem der skal finansiere opsætningen af en ladestander, eftersom alle beboere har mulighed for at benytte parkeringspladsen, mens det ofte kun er få eller en enkelt person, der reelt har behov for en ladestander. Skal alle beboere bidrage til finansieringen, risikerer man, at et forslag om ladeinfrastruktur stemmes ned. Og hvis hver enkelt elbillist skal betale, risikerer udbygningen at blive så dyr for den enkelte, at det afholder folk fra at købe en elbil. Her kan der derfor være behov for offentlig støtte i en periode.

Det offentlige skal bidrage til, at der er tilstrækkelige opladningsmuligheder til elbiler

Staten kan med fordel bidrage til, at der opsættes flere ladestandere, og at disse opsættes i hele landet. Det betyder ikke, at staten eller andre offentlige aktører skal eje og drive ladestandere, eller at der altid skal være hjælp eller tilskud til at sætte ladestandere op. Men på den korte bane, hvor det gælder om at få elbilerne ud på vejene for at fortrænge salg af benzin- og dieselmotorer, kan det være nødvendigt at give et skub, udover hvad det private marked selv leverer. På den måde giver staten en større sikkerhed for potentielle elbilkøbere om, at der på de fleste steder

og tidspunkter vil være mulighed for at få ladet sin bil op. Herunder nævnes mulige tiltag, som kan fremme tilstrækkelige opladningsmuligheder:

- **Opsætning af indikator for antallet af ladestander pr. elbil:** EU-lovgivningen anbefaler, at der ikke er mere end ti elbiler pr. offentlig ladestander.¹¹⁰ Danmark kunne passende etablere en indikator angående netop antallet af elbiler pr. ladestander, som man ønsker at overholde. Overstiger antallet af elbiler pr. ladestander et givent niveau, bør der igangsættes yderligere tiltag. Med fordel kan man dog definere antallet af ladestander således, at lynladere tæller mere end hurtige ladestander, som tæller mere end normale ladestander. På den måde sikrer man, at der ikke fokuseres ensidigt på de billigste ladestander.¹¹¹ Der kan sættes indikatorer op for landet som helhed og/eller på kommunalt plan.
- **Udbud af lynladere ved motorveje og landeveje:** En væsentlig problemstilling for elbillister er den såkaldte rækkeviddeangst. Fænomenet dækker over usikkerheden ved, om man som elbillist kan køre de ture, som man ønsker. En måde at reducere rækkeviddeangst er at have lynladere ved motorvejene og de større landeveje fx ved rasteplasser og de nuværende tankstationer. På den måde dækkes forbindelsen mellem alle byer med over 25.000 indbyggere. Vejdirektoratet ejer i dag de grunde, hvor der er tankstationer ved motorvejene, og retten til at drive tankstationerne kommer i udbud med jævne mellemrum. Udbudsmetoden bruges også til opsætning af hurtigladestander,¹¹² men staten kunne gå mere struktureret til værks ved at vedtage og udmelde en samlet plan for, hvor man som minimum ønsker at have hurtig- eller lynladere, hvor mange ladepunkter hvert sted, samt hvor hurtigt udrulningen skal ske. Vejdirektoratet kan så udbyde disse placeringer eller inkludere krav om lynladere i udbuddene til tankstationerne. Hvis den enkelte lynlader ikke er en god forretning, kan virksomhederne byde ind med et påkrævet tilskud for at stille ladestander op, og hvis det er en god forretning, vil virksomheden byde ind med en betaling til staten, ligesom det i dag sker med tankstationerne på motorvejsnettet. Jo længere kontraktlængde, jo større mulighed har byderne for at tage højde for, at omsætningen er lav i de første år, hvor udbredelsen af elbiler er beskeden. Det økonomisk mest favorable tilbud får lov til at etablere og drive ladestanderen. På den måde sikrer man, at der kommer lynladestander i hele landet, samtidig med at der kun gives tilskud til de lynladere, der har behov for det.
- **Udbud af lynladere i byerne:** Selv hvis en stor del af byboeres ladebehov kan klares med langsom opladning om natten eller destinationsopladning ved arbejdspladser eller lignende, så vil der være behov for lynladere i byerne. Disse skal dække behovet for opladning fra gæster, glemte opladning, ikke planlagt kørselsbehov, manglende plads ved normale ladestander eller lignende situationer. For at skubbe på denne udvikling kan der laves forsøg med udbud af lynladere i byerne på samme måde, som udbuddet ved motorvejene og landevejene. I de kommende år bliver det centralt at få afklaret, hvorvidt opladningen i centrum af de større byer fortrinsvist skal ske ved lokale ladestander eller ved hurtigladning på 'tankstationer'. Stor udbredelse af diverse delebilskoncepter og restriktiv parkeringspolitik vil trække i retning af lynladning.
- **Undtagelse for betaling af nettilslutning:** Det kræver store ledninger, for at lynladere kan overføre meget strøm til en bil på kort tid. Jo tykkere ledninger, jo dyrere er tilkoblingen til nettet. Derfor kan det være svært at skabe en god forretning ved at sætte lynladere op, så længe der er så få elbiler, som der er i Danmark. Staten eller det lokale elnetselskab kan betale for nettilkoblingen for at gøre det billigere at sætte ladestanderen op og dermed øge konkurrencen i udbuddet. Nettilkoblingen kan derefter stilles til rådighed eller lejes ud til vinderen af udbuddet.
- **Justér rammerne for udbygning af nettet:** Elnetselskaberne står for at drive og vedligeholde distributionsnettet, som er den del af nettet, der står for at få strømmen helt ud til forbrugerne. Elnetselskaberne har i dag ikke mulighed for at investere i større ledninger, hvis de fx forudser et højere elforbrug fra fx elbiler eller varmepumper end der historisk har været, da selskaberne er underlagt indtjeningsregulering. Dermed risikeres det, at elnettet skal opgraderes over flere gange, når antallet af elbiler stiger, i stedet for at elnettet får en markant opgradering én enkelt gang. Når der skal laves flere, mindre opgraderinger, vil det alt andet lige gøre det dyrere at opgradere elnettet, og dermed bliver det dyrere at opstille ladestander. For at undgå denne situation er det nødvendigt at justere netselskabernes økonomiske rammevilkår på en sådan måde, at der kan investeres efter det fremtidige behov, når både transporten og

andre dele af samfundet elektrificeres. Dog er det vigtigt ikke at give incitamentet til at overinvestere i elnettet.¹¹³

På baggrund af det ovenstående anbefaler Klimarådet, at der bør udarbejdes en pakke med en række tiltag for at skabe et mere gennemsigtigt og konkurrencepræget marked for ladning af elbiler. Pakken bør blandt andet adressere ligestilling af elafgifter for alle elbillister og bedre muligheder og rammevilkår for at opstille ladestandere. Derudover bør der rettes tiltag mod at sikre en tilstrækkelig ladeinfrastruktur i både byer og motorvejsnettet. Dette kan fx ske ved at lave et udbud for hurtig- og lynladere ved bestemte placeringer, hvor udbuddet enten kan resultere i en afgift til staten eller i støtte til operatøren.

Klimarådets tidligere anbefalinger om elbiler er stadig relevante

I analyserne *Flere elbiler på de danske veje* og *Afgifter der forandrer* har Klimarådet analyseret, hvordan elbiler behandles i det nuværende afgiftssystem og samtidig givet anbefalinger til, hvordan dette kan forbedres.¹¹⁴

De nuværende regler er især en stor fordel for de dyrere elbiler og for opladningshybridbiler, mens små og billige elbiler ikke får meget ud af den registreringsafgiftsrabat, som elbiler får. I øjeblikket betaler elbiler kun en begrænset procentdel af den registreringsafgift, som de ellers skulle betale. I 2020 skal elbiler betale 20 pct. af registreringsafgiften, og i 2021 og 2022 skal elbiler efter planen betale henholdsvis 65 og 90 pct.¹¹⁵ Denne procentvise indfasning gør, at især dyre elbiler pt. får et stort indirekte tilskud, mens små og billige elbiler næsten ikke får noget ud af indfasningen, da de i mange tilfælde betaler meget lidt i afgift på grund af fradraget for energieffektivitet og batterier.

Det nuværende system har hovedsageligt to problemer. For det første er den nuværende indfasning ikke samfundsøkonomisk optimal, hvis man ønsker udbredelse af mange elbiler. Der gives et meget stort fradrag til dyre elbiler, og et meget lille fradrag til billige elbiler, hvilket ikke kan begrundes i, at dyre biler generelt kører længere end billige elbiler. For det andet har det nuværende system skabt utrolig meget usikkerhed på elbilmarkedet, da markedet har været præget af mange ændringer i rammevilkårene. Det skaber uro på bilmarkedet, og noget tyder på, at uroen kan være en af årsagerne til det relativt lave salg af elbiler i Danmark sammenlignet med andre lande.¹¹⁶ Anbefalingerne fra analysen er opsummeret i følgende tre anbefalinger:

- Det bør hurtigst muligt annonceres, at der fra 2030 iværksættes initiativer, så der reelt ikke længere sælges personbiler, som helt eller delvist drives af benzin eller diesel, hvilket dermed inkluderer opladningshybrider. Dette kan opnås via et decideret forbud mod salg af nye benzin- og dieselmotorer, men det kræver ændringer i de gældende EU-regler, eller via ændrede rammevilkår, der gør elbiler mere attraktive og/eller benzin- og dieselmotorer mindre attraktive.
- Det nuværende batterifradrag til elbiler i registreringsafgiften bør gøres permanent. Det udløber dermed ikke med udgangen af 2022, som de nuværende regler tilsiger, men det bør aftrappes i takt med, at prisen på batterier falder.
- Køb af en elbil bør udløse et fast tilskud uanset bilens størrelse. For at opnå en samlet set positiv effekt på salget skal tilskuddet i starten være mindst 50.000 kr., men nedtrappes gradvist i takt med salget af elbiler og ikke fra år til år. Også opladningshybridbiler bør modtage et tilskud, der bør sættes som en andel af tilskuddet til en ren elbil. Der bør gives tilskud til mindst 100.000 biler for at sikre, at markedet er tilstrækkeligt modent, før støtten udfases. Elbiler og opladningshybridbiler bør samtidig omfattes fuldt ud af reglerne for registreringsafgiften.

I 2019 nedsatte den forrige regering en kommission, der skal se på beskatningen af biler i lyset af ønsket om en markant omstilling til elbiler og for samtidig at undgå, at store dele af de nuværende skatteindtægter forsvinder. Den nuværende regering har valgt at fortsætte kommissionen, så det er sandsynligt, at registreringsafgiftssystemet og andre afgifter forbundet med personbiler og kørsel bliver ændret markant som følge af de anbefalinger, der efter planen offentliggøres medio 2020.

Klimarådets anbefalinger skal ses i forhold til det eksisterende afgiftssystem, men principperne bag anbefalingerne vil stadig være gældende såfremt dette laves om: Elbiler bør have et økonomisk skub, indtil der er solgt et

tilstrækkeligt antal, og på den lange bane bør man have et stop for salg af nye benzin- og dieseldrevne biler. Anbefalingerne går ligeledes ikke på, hvor stærke incitament der skal gives, men hvordan incitamenterne bedst gives. Hvor mange biler der skal gives tilskud til, eller hvor stort tilskuddet skal være afhænger af, hvor mange elbiler der sigtes efter at indføres. Samtidig kommer der også store indtægter for staten fra bilområdet, og i takt med at elbiler indføres, vil disse indtægter blive mindre, såfremt afgiftssystemet ikke ændres markant. Faldet i indtægter for staten er ikke en direkte samfundsøkonomisk omkostning, men de færre indtægter er stadig noget, staten bør forholde sig til.

Dertil kommer, at Klimarådets anbefaling om omlægning af energiafgifterne til CO₂-afgifter vil indebære, at elbilerne på sigt bør pålægges en kørselsafgift, som svarer til de eksterne omkostninger i form af fx trængsel og uheld. Benzin- og dieslbiler kan med fordel også omfattes af sådanne kørselsafhængige afgifter gennem omlægning af de faste bilafgifter.

4.6 Lavbundsjorder

Det har længe været anerkendt, at der er betydelige reduktioner at hente ved udtagning af jorder med højt organisk indhold, og tiltaget indgår også som en del af implementeringssporet i kapitel 3. I 2014 var der bred opbakning fra Folketinget til at etablere en ordning for udtagning af lavbundsjorder.¹¹⁷ Ordningen var finansieret frem til 2017. Da Fødevarer- og Landbrugspakken blev vedtaget i 2015, valgte man samtidig at forlænge lavbundsordningen frem til 2020 med 65 mio. kr. årligt, finansieret med EU-midler¹¹⁸. Senest blev der med *Finanslov 2020* afsat 2 mia. kr., fordelt på 200 mio. kr. årligt i perioden 2020-2029, som skal understøtte natur-, vandmiljø- og klimaformål blandt andet gennem udtagning af kulstofrige landbrugsjorder.¹¹⁵

Den nuværende udtagningsordning har kun haft begrænset effekt

Det har vist sig vanskeligere at udtage store arealer af lavbundsjorder end først antaget. SEGES har peget på, at der frem til september 2018 under den eksisterende udtagningsordning kun var givet tilsagn til realiseringen af udtagningsprojekter med en samlet reduktionseffekt på ca. 10.000 ton CO₂e pr. år. Det viste deres evaluering fra 2019.¹¹⁹ Siden da er antallet af tilsagn steget, og status i januar 2020 er ifølge Miljøstyrelsen¹²⁰, at der i 2019 er givet tilsagn til udtagning af i alt ca. 1.200 ha med en forventet samlet klimaeffekt af udtagning på 23.600 ton CO₂e pr. år. Dette svarer til 35 pct. af målet på 68.000 ton CO₂e pr. år i 2020. Der blev i 2017 og 2018 ansøgt om betydeligt færre midler, end ordningen har til rådighed, mens der i 2019 er fuldt afløb på ordningen.

Den nuværende udtagningsordning er udformet på baggrund af de følgekrav, der er til de EU-midler, der finansierer den, mens de 200 mio. kr. pr. år frem mod 2030 er nationalt finansieret og derfor kan udformes efter danske prioriteter alene. Der er derfor behov for etablering af en ny ordning, der er optimeret de danske, politiske ønsker.

Samtidig er der den seneste tid blevet sået tvivl om rigtigheden af emissionsfaktorerne for lavbundsjorder. Det er derfor essentielt, at det hurtigst muligt bliver muligt at fastsætte retvisende emissionsfaktorer, som kan danne grundlag for en omkostningseffektiv ordning. Klimarådet anbefaler dog, at udtagningen af lavbundsjorder ikke sættes i bero, indtil der foreligger retvisende emissionsfaktorer. I stedet bør den nye ordning sættes i gang med det samme, og ordningen kan herefter blive justeret løbende, når der foreligger ny viden. Dette kræver, at ordningen er tilstrækkelig fleksibel til at kunne ændres løbende.

En kommende ordning bør igangsættes nu med mulighed for at lave ændringer løbende

Klimarådet vurderer, at den ordning, der skal udmøntes af de 2 mia. kr., ikke bør kopiere den eksisterende ordning. En kommende ordning bør trække på erfaringerne fra den eksisterende ordning, men samtidig indrettes, så den bedst afspejler den danske klimapolitik og den nye klimalov.

Det kan være fristende at indstille udtagningen af lavbundsjorderne, mens en ny ordning udtænkes, og bedre emissionsfaktorer fastlægges. Men den indstilling vil være uhensigtsmæssig af tre grunde:

Klimarådet.

- Udtagning af jorder med højt organisk indhold vil fortsat have en betydelig, gavnlig klimaeffekt, selv med den usikkerhed, der nu er opstået omkring emissionsfaktorerne. Usikkerheden vil primært komme til udtryk i prioriteringen mellem arealerne.
- Udtagningsprocessen er erfaringsmæssigt tidskrævende, og det kan tage mange år fra et areal identificeres til udtagningen er realiseret. Skal udtagningen bidrage til 2030-målet, er der behov for at accelerere processen allerede nu, inden der foreligger mere retvisende emissionsfaktorer.
- Udtagningen er en yderst kompliceret proces med et stort potentiale for læring. Erfaringer vil kunne bidrage til at gøre processen mere effektiv, ligesom erfaringer om dokumentationsindsats inden, undervejs og efter udarbejdelsen af projekterne vil kunne optimere ordningen. Der vil være stor værdi i at oparbejde disse erfaringer, selvom den samlede arealprioritering kan vise sig ikke at være optimal senere hen.

Klimarådet anbefaler derfor, at man hurtigt tilrettelægger en ordning, der er tilstrækkeligt fleksibel til at kunne håndtere ny viden om forskellige jordtypers emissionsfaktorer, i takt med at den bliver tilgængelig – frem for at sætte indsatsen på pause.

Det er også vigtigt at overveje, hvordan den realiserede klimaeffekt bliver aflønnet og det tabte høstudbytte kompenseres. På nuværende tidspunkt er der tale om en fast kompensation, der afhænger af jordens anvendelse, og hvor klimaeffekten ikke har indflydelse på kompensationsstørrelsen. Særligt set i lyset af, at udledningen fra jorderne kan variere kraftigt på grund af lokale forhold, betyder den faste kompensationsrate, at staten risikerer at betale overpris for reduktioner. Samtidig risikerer man, at arealer med en mindre klimaeffekt ikke kan indgå i indsatsen med en lavere kompensation. Dette skaber en betydelig stivhed i ordningen i forhold til at opnå den største reduktionseffekt for hver krone. Det er åbenlyst, at en ordning uden faste kompensationsrater vil komplicere dele af ansøgnings- og udvælgelsesprocedurerne. Netop derfor er det nødvendigt at finde en balance mellem en fleksibel ordning og en virksom og håndterbar ordning.

Klimarådet vil i en planlagt, kommende analyse undersøge nærmere, hvorledes disse og andre hensyn i praksis kan indarbejdes i en effektiv udtagningsordning.

Retvisende emissionsfaktorer bør fastlægges hurtigst muligt

Den nyeste forskning indikerer, at de emissionsfaktorer, der i dag anvendes for organiske jorder, ikke nødvendigvis er retvisende. Dette kan have stor betydning for både de samlede danske udledninger, for potentialet ved udtagning og for prioriteringen mellem udtagne arealer.

FN's klimapanel definerer organiske jorder som jorder med mere end 12 pct. organisk kulstof. Baseret på IPCC-guidelines og danske undersøgelser har man fra dansk side lagt sig fast på en emissionsfaktor fra disse jorder på ca. 31 ton CO₂ pr. ha pr. år, når der er permanent græs på arealerne, mens tilsvarende dyrkede organiske jorder har en emissionsfaktor på ca. 42 ton CO₂ pr. ha pr. år.¹²¹ Denne faktor er fundet på relativt dybe, veldrænedes tørvejorder.

Danmark har desuden et relativt stort areal med jorder med 6-12 pct. organisk kulstof, og for disse er der som et pragmatisk om end usikkert estimat antaget den halve udledning pr. ha. Dette estimat kan være udfordret af, at danske undersøgelser viser, at forskellen i totalt kulstofindhold mellem jorder med 6-12 pct. organisk kulstof og over 12 pct. organisk kulstof er relativt beskeden.¹²² DCA peger nemlig på flere internationale studier,¹²³ som viser, at forskellen i udledninger mellem jorder med forskellige kulstofindhold kan være betydeligt mindre end antaget i de danske opgørelser.¹²⁴ Resultaterne er ikke bekræftet under danske forhold, men indikerer, at det kan være mere afgørende for de samlede udledninger, hvor meget kulstof der er i det drænedes jordlag end det procentvise organiske indhold i jorden. Det vil kunne betyde, at forskellen i emissionsfaktorer mellem de to typer jorder kan være mindre end hidtil antaget. I stedet kan andre faktorer som fx dybden til grundvandsspejlet, jordens densitet og tykkelsen af tørvelaget have mere betydning for udledningerne.

Hvis det er rigtigt, skal de nationale opgørelser tilpasses tilsvarende. Det vil kræve en udvidelse af de eksisterende kategorier af jordtyper, så de bliver baseret på absolut kulstofindhold og faktiske drænforhold. Det vil ligeledes smitte af på tilrettelæggelsen af udtagningsordningen, der bør målrette indsatsen mod de jorder, der med den nye

viden giver den største klimaeffekt til prisen. Der er under Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet igangsat et arbejde, som skal sikre retvisende emissionsfaktorer.¹²⁵ Klimarådet anbefaler i den sammenhæng, at dette arbejde prioriteres, så der hurtigst muligt kan foreligge nye, retvisende emissionsfaktorer, som kan indgå i en omkostningseffektiv udtagningsordning.

4.7 Affald

Kapitel 3 peger på et betydeligt CO₂-reduktionspotentiale på 0,7 mio. ton CO₂e i 2030 ved udsortering af plast fra det affald, som i dag forbrændes. Potentialet svarer til, at 65 pct. af al plasten skal udsorteres fra det affald, der ellers ville blive forbrændt, og det er en betydelig stigning i forhold til, hvor meget plast der i dag udsorteres. Det fremgår af VLAK-regeringens plastikhandlingsplan,¹²⁶ at vi i Danmark producerer ca. 340.000 tons plastikaffald fra husholdninger og erhverv, hvoraf ca. 36 pct. indsamles til genanvendelse, mens resten energiudnyttes. Den reelle genanvendelse er dog kun omkring halvdelen af den indsamlede plast ifølge DAKOFA.¹²⁷ Den del, som ikke genanvendes, bliver enten brændt eller deponeret på lossepladser i udlandet.

Overordnet set er øget genanvendelse positivt for miljø og klima. Ifølge Miljøstyrelsen kan CO₂-udledningen i en global kontekst reduceres med ca. 2,5 ton CO₂, pr. ton genanvendt plast, der erstatter nyt materiale. Desuden reduceres den negative miljøpåvirkning ved udvinding og forarbejdning af olie til plastproduktion. Men hvis potentialet for udsortering af plastaffald skal realiseres, samtidig med at der sikres en reel genanvendelse, er det nødvendigt med en række virkemidler til at støtte denne udvikling. Klimarådet peger på to virkemidler, som oprindeligt er foreslået af Dansk Affaldsforening.¹²⁸ Det drejer sig dels om krav til virksomhederne om affaldssortering, dels om at producentansvaret for plast udformes på en måde, så fremtidige plastemballager designes med henblik på reel genanvendelse.

Der skal stilles krav til virksomheder om affaldssortering

En forhøjet CO₂-afgift vil give et incitament til affaldsanlæggene om at forbedre sorteringen af affaldet, inden det køres til forbrændingsanlæggene. Hvis dette samtidig medfører en forhøjet betaling ved aflevering af usorteret affald, vil der også indirekte være et øget incitament til at udsortere plast ved kilden, fx ude i danskernes affaldsbeholdere. Kildesortering er vigtig, da plasten skal være så ren som mulig for at kunne genanvendes. Ellers vil plasten være blandet op med andet affald og være både svær at udsortere og svær at genanvende. En forhøjet CO₂-afgift er dog ikke nødvendigvis tilstrækkelig for at sikre en øget kildesortering.

Med plastikhandlingsplanen fra 2018 blev det blandt andet aftalt at standardisere indsamlingsordninger og sorteringskriterier for plastikaffald fra husholdninger i hele landet. Husholdningerne står i dag for omkring 58 pct. af plastemballageaffaldet og 42 pct. af det øvrige plastaffald,¹²⁹ og en ensretning af affaldsindsamlingen vil bidrage til øgede mængder plast til genanvendelse.

Resten af plastaffaldet produceres af virksomheder, primært i industrien, serviceerhvervene og bygge- og anlægssektoren. Ifølge tal fra affaldsindustrien er det kun 8 pct. af virksomhederne, der sorterer deres plastikaffald. Hvis udsorteringen af plast skal øges, skal der derfor gøres en indsats for at få virksomhederne til at sortere en større del af deres plastaffald. I dag er virksomhederne ikke omfattet af de kommunale affaldsordninger, men skal selv stå for indsamlingen, og er ikke pålagt krav om sortering.

Generelt har industrien godt styr på indholdet af deres affald og har en relativ høj genanvendelsesprocent, men det samme er ikke tilfældet for de mange mindre handels- og servicevirksomheder, som slet ikke sorterer. De blander alt affaldet sammen, fordi det er for dyrt at have deres egen affaldshåndtering eller hyre en godkendt indsamlingsvirksomhed til at stå for det. Affald fra handels- og serviceerhverv minder i høj grad om husholdningernes og er meget forskelligartet, og der er derfor gode argumenter for, at dette kan håndteres af kommunen sammen med husholdningsaffaldet, når de kommunale skraldebiler alligevel kører forbi. Dette vil samtidig øge mængderne af madaffald til brug for biogasproduktionen.

Derfor anbefaler Klimarådet, at der i forbindelse med den kommende affaldsplan stilles krav til virksomhederne om, at de:

1. enten selv sorterer og håndterer deres affald, eller
2. skal tilvælge de kommunale affaldsordninger, og at de lovgivningsmæssigt får mulighed for det.

Der bør desuden føres tilsyn med, at det sker, og indføres et strafgebyr, hvis affald afleveres usorteret.

Plastemballage skal designes, så det reelt kan genanvendes

Klimarådet vurderer imidlertid, at den største udfordring ikke er selve udsorteringen, men den reelle genanvendelse. En udfordring er, at ny plast i dag er billigere end genanvendt plast, mens en anden stor udfordring er at få nogle rene og ensartede plastikstrømme i tilstrækkelig volumen. Det er afgørende for den globale CO₂-reduktion og for folks tillid til systemet for udsortering af plast, at den udsorterede plast reelt genanvendes, deponeres forsvarligt eller anvendes til højværdiformål. Dette vil kræve en række yderligere virkemidler, hvoraf Klimarådet særligt peger på behovet for at sikre et effektivt system for producentansvar.

Der findes mange forskellige plasttyper, og der er stor forskel på, om og hvordan de kan genanvendes. Især de bløde og lette plastfraktioner som fx plastfolier er langt sværere at genbruge end de hårde plastprodukter som fx sodavandsflasker, plastikdunke, rør og kasser mv. Hertil kommer, at meget plast er tilsat såkaldte additiver, som er stoffer, der tilsættes for at give plasten de ønskede egenskaber og udseende. Og endelig er mange plastprodukter sammenblandet med andre materialer som fx mælkekartonner, eller de er en blanding af forskellige plasttyper. Plastik er med andre ord ikke bare plastik, men findes i tusindvis af variationer med forskellige indholdsstoffer og materialesammensætninger. Det vanskeliggør i høj grad genanvendelsen.

For at løse dette problem er det nødvendigt at sætte ind med regulering allerede i design- og produktionsfasen for at sikre, at der kun produceres plasttyper, der reelt kan genanvendes. Det handler også om at minimere antallet af plasttyper og at undgå sammenblanding af forskellige typer og materialer. Her er det nødvendigt med regulering både på nationalt og EU-niveau, fx gennem producentansvar, hvor producenten har ansvaret for, at den producerede plast kan genanvendes.

Indtil det kan sikres, at udsorteret plast reelt genanvendes, anbefaler Klimarådet, at det overvejes, om den ikke-genanvendelige andel af plasten kan gemmes i Danmark. Dermed undgår man, at plasten bliver brændt eller ender på lossepladser i udlandet. Det gemte affald kan så senere behandles fx i et pyrolyseanlæg, hvor man omdanner plastaffald til ny plast eller brændstoffer til brug i transportsektoren. Ligeledes forskes der i enzymatisk nedbrydning og genanvendelse af plast, som måske har en fremtid for sig. Alternativt kan denne fraktion afbrændes i et anlæg med CO₂-fangst.

4.8 Energieffektivisering

Kapitel 3 finder et potentiale for energieffektivisering i industrien og i bygninger på henholdsvis 0,5 mio. og 0,1 mio. ton CO₂e i 2030 ud over det, som allerede ligger i basisfremskrivningen. Selv om energieffektiviseringer i bygninger ikke nødvendigvis har et stort CO₂-reduktionspotentiale, fordi vores energiforsyning bliver mere og mere grøn, kan der alligevel være gode grunde til at spare på energien. Det gælder så længe det samfundsøkonomisk er billigere end at bygge ny kapacitet af vedvarende energi.

Flere studier viser faktisk, at energieffektivisering er en forudsætning for, at den grønne omstilling sker billigst muligt for samfundet. En nylig rapport fra EA Energianalyse for Danfoss konkluderer blandt andet, at hvis der ikke gennemføres energieffektiviseringer, vil de samlede samfundsøkonomiske omkostninger for at nå 70-procentsmålet stige med omkring 14 mia. kr. over perioden 2020-2030. Den estimerede besparelse på 14 mia. kr. mellem 2020 og 2030 forudsætter en lineær stigning i besparelsen fra 0 kr. i 2020 til 2,6 mia. kr. i 2030 og inkluderer både kapitalomkostninger, årlige besparelser i drift og vedligehold samt brændselsforbrug, afledte gevinster i form af fx bedre komfort og helbred samt sparede omkostninger til udbygning af elnettet og lagring.¹³⁰ Men selv med rigtig god totaløkonomi, viser erfaringer dog, at mange samfundsøkonomisk effektive

energieffektiviseringstiltag ikke bliver gennemført. De kommer ikke af sig selv, og derfor skal der virkemidler til for at realisere hele energisparepotentialet.

En bred vifte af virkemidler skal realisere de samfundsøkonomiske energisparepotentialer

En højere CO₂-afgift vil give et betydeligt incitament til at spare på den fossile energi, specielt i industrien, men det er ikke nok. Normalt antages det, at industrien kræver en tilbagebetalingstid for investeringer på under fire år for at gennemføre et projekt. Analyser foretaget af Viegand Maagøe for Klimarådet viser, at en CO₂-afgift i størrelsesordenen 1.000 kr. pr. ton CO₂ øger det privatøkonomiske potentiale for energieffektiviseringer inklusive varmepumper med en tilbagebetalingstid på under 4 år fra omkring 7 til 10 PJ pr. år, mens en CO₂-afgift op mod 1.500 kr. yderligere øger potentialet til omkring 12 PJ.⁵⁹ Der er dog stadig et betydeligt ekstra energisparepotentiale ud fra en samfundsøkonomisk synsvinkel, idet samfundet almindeligvis antages at operere med længere tilbagebetalingstider og en lavere kalkulationsrente end den private sektor. Dette potentiale bliver næppe indfriet alene med en forhøjet CO₂-afgift, hvorfor der er behov for at supplere afgiften med yderligere virkemidler.

Der er altså mange samfundsøkonomisk rentable energieffektiviseringer, der ikke føres ud i livet, og årsagerne til det skyldes mange forskellige ting. Derfor kan et enkelt virkemiddel ikke nødvendigvis ramme alle relevante udfordringer og barrierer. Ud over virksomhedspolitiske krav om korte tilbagebetalingstider, kan der også være tale om kapitalbegrænsninger, eller om at virksomhederne har fokus på deres produkter frem for på energiforbruget, medmindre energiomkostningerne udgør en meget stor del af deres produktionsomkostninger.

Selvom husholdningerne betaler relativt høje energiaftaler, som afsnit 4.1 nævner, har det historiske niveau for energieffektiviseringer været betydeligt lavere end det samfundsøkonomisk optimale niveau.¹³¹ Det viser nylige analyser af varmebesparelserne i bygninger. Det skyldes igen flere ting, og det varierer på tværs af bygningstyper og ejerskabsforhold. Et eksempel er, at energibesparelser ikke nødvendigvis er i fokus hos den enkelte boligejer, og at der mangler viden om, hvad der kan gøres, og hvad gevinsterne vil være. Et andet eksempel, der relaterer sig til kommunale bygninger, er kommunernes anlægsloft.¹³² Anlægsloftet sætter en begrænsning på, hvor mange penge kommunerne kan bruge på at bygge og renovere, og det bliver en barriere for nye investeringer i energibesparelser. Resultatet kan være, at energibesparelser bliver fravalgt til fordel for fx investeringer på børne- og ældreområdet.

Derfor anbefaler Klimarådet en pakke af virkemidler til fremme af energibesparelser i såvel industri som i bygninger. Klimarådet har lagt særlig vægt på virkemidler, der vurderes at være omkostningseffektive og medvirke til at fremskynde en hurtig indsats til reduktion af klimabelastningen.

Klimarådets anbefalinger for energibesparelser i industrien:

- Genindførelse af aftaleordningen med særlig fokus på CO₂-besparelser

Klimarådets anbefalinger for energibesparelser i private og offentlige bygninger:

- Kontrol med bygningsreglementets krav om energieffektivisering ved ombygninger
- Hjælp til optimering af bygningers tekniske installationer
- Fremme af finansieringsløsninger gennem energiservice-virksomheder (ESCO)
- Krav til energirenovering af kommunale og regionale bygninger

Der findes en del analyser på området, som indeholder flere konkrete anbefalinger til effektive virkemidler på bygningsområdet, blandt andet Energisparerådets anbefalinger til den langsigtede bygningsrenoveringsstrategi 2019.¹³³

CO₂- og energispareordning kan hjælpe industrien med energieffektivisering

Virksomheder får både incitamenter og hjælp til at gennemføre CO₂- og energibesparelser, hvis CO₂-afgiften kombineres med en aftaleordning som den, der tidligere har været anvendt i Danmark siden 1990'erne. Under den tidligere aftaleordning indgik energiintensive virksomheder en aftale med staten om at gennemføre energieffektiviseringer, mod at staten tilbageførte CO₂-afgiften til virksomhederne. Sådan kunne det sikres, at virksomhederne ikke blev væsentligt ramt i deres konkurrence med udenlandske virksomheder på grund af det

høje danske afgiftsniveau. Ordningen var en del af den grønne pakke, som den daværende regering lancerede på det tidspunkt, og pakken havde til hensigt at målrette en del af CO₂- og energiafgifterne til gennemførelse af energibesparelser i de særligt energitunge virksomheder. Ordningen har fungeret siden 1996, og har ved flere evalueringer af energieffektiviseringsindsatser vist sig at være det mest samfundsøkonomisk optimale virkemiddel ifølge Viegand og Maagøe.⁵⁹ Et væsentligt element i aftaleordningen er, at der er krav om, at virksomhederne indfører et energiledelsessystem, som sikrer en fremadrettet og langsigtet tilgang til energieffektivisering i virksomhederne og en bindende plan for at gennemføre konkrete energisparetiltag. Desuden får virksomhederne hjælp til at foretage screeninger for energibesparelser.

Aftaleordningen er nu under udfasning, fordi virksomhedernes afgiftsbetaling i dag er begrænset. For det første betaler virksomhederne ikke CO₂-afgift, udover hvad der svarer til kvoteprisen. For det andet er energiafgiften yderst begrænset for procesvirksomheder, og for det tredje er PSO-afgiften under afvikling. Ordningen har hidtil været indrettet sådan, at man fik fradrag i sin afgiftsbetaling, hvis man implementerede energiledelse og en plan for årlige energibesparelser.

Hvis vi får en ny og væsentlig højere CO₂-afgift, som Klimarådet anbefaler i denne rapport, bør det overvejes at kombinere den med en lignende aftaleordning. Et fradrag i afgiften kan kombineres med en aftale om at reducere CO₂-udslippet og spare på energien, som det kendes fra den gamle ordning. Tilbuddet bør gælde alle virksomheder og ikke kun de konkurrenceudsatte, der får et yderligere bundfradrag for at modvirke kulstoflækage, som beskrevet i afsnit 4.1.

Mere kontrol kravene om energieffektivisering i bygningsreglementet

Det kan bedst betale sig at energirenovere eksisterende bygninger, når bygningssejeren alligevel står over for at renovere bygningens klimaskærm, dvs. tag, ydervægge, vinduer og yderdøre. Blandt andet derfor indeholder bygningsreglementet allerede krav om, at energibesparelser skal gennemføres ved ombygninger i det omfang, de er rentable, og ikke medfører risiko for fugtskader.¹³⁴ Der er dog ikke i dag nogen egentlig kontrol med, om kravet overholdes, og der er derfor en betydelig risiko for, at kravet ikke bliver fulgt.

Derfor anbefaler Klimarådet, at der indføres kontrol med kravet om energirenovering ved ombygninger. Klimarådet vurderer, at dette vil være en omkostningseffektiv metode til at forbedre energieffektiviteten af den ældre boligmasse, da reguleringen allerede er på plads. Kontrollen kan ske som stikprøvekontroller og ved at informere byggebranchen om, at der *kan* komme kontrol. Stikprøvekontrollen bør kombineres med en passende sanktion i form af en bøde eller et påbud, hvis reglementet ikke overholdes.

Støtte til optimering og smart styring af bygningers tekniske installationer

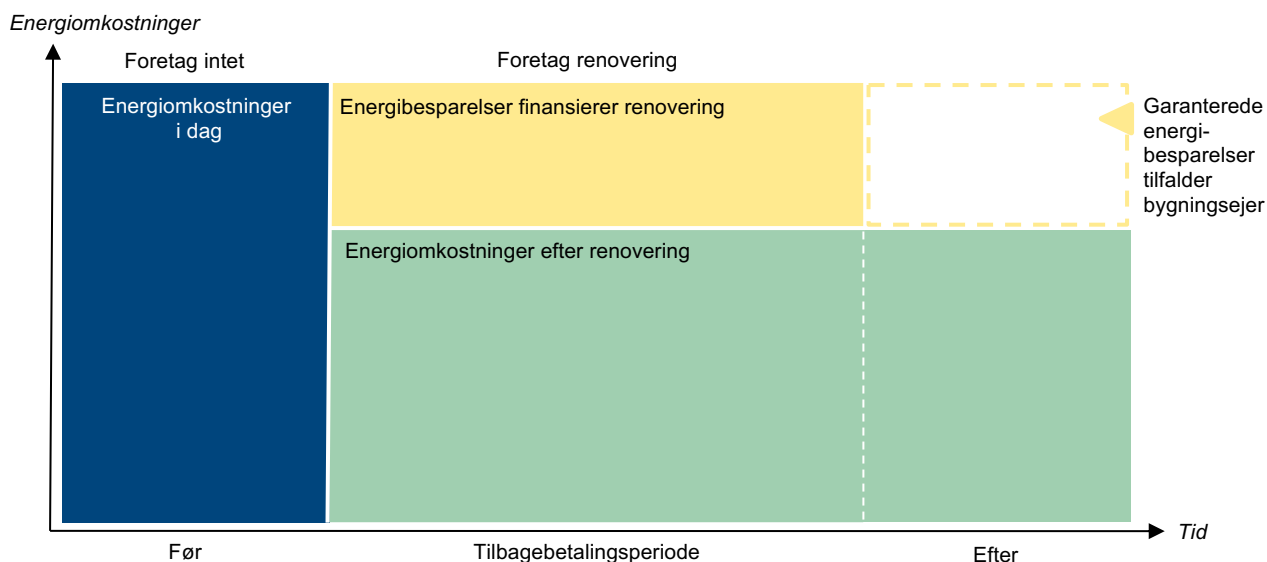
Generelt er der et betydeligt potentiale for at spare energi ved at optimere bygningers tekniske installationer i form af fx varmesystemer, ventilation og belysning. Investeringer i sådanne forbedringer har ofte forholdsvis korte tilbagebetalingstider.¹³⁵ Yderligere kan investeringer i smart styring af de tekniske installationer medvirke til at reducere energiforbruget på tidspunkter, hvor elprisen er høj, og dermed levere fleksibilitet til et energisystem med en høj grad af fluktuerende energi fra vind og sol.

Nogle kommuner giver informationer om energieffektiviseringer og har tilbud til borgerne om, at de kan få udført et energitjek – gratis eller mod betaling, hvilket kunne være et effektivt virkemiddel for flere kommuner.¹³⁶ Det kan samtidig kombineres med krav om installation af smarte styringssystemer, som kan sikre et konstant komfortniveau, og som sikrer, at lys automatisk slukkes og tændes, alt efter om der er personer i bygningen eller ej. Via nettarifferne bør der desuden skabes incitament til fleksibel drift af varmepumper, så elforbruget optimeres ud fra behovet i elsystemet. Og endelig bør det undersøges, om der er behov for efteruddannelse af VVS-installatører i energioptimering og smart styring af bygningernes el- og varmesystemerne, da det ofte er VVS-installatørerne, der kommer ud til forbrugerne og foretager installation og vedligehold af varme anlægget. Det er derfor oplagt, at de også er klædt godt på til at vejlede om mulighederne for energiforbedringer og smart styring af energiforbruget.

ESCO-modellen bør spille en større rolle i energispareprojekter i Danmark

ESCO-modellen er en model for finansiering og gennemførelse af energibesparelser gennem private energiservicevirksomheder (Energy Service Companies). I modellen står ESCO-virksomhederne typisk for både planlægning og implementering af energiforbedringer i bygninger og stiller garanti for, at energibesparelserne opnås. Der indgås

typisk en kontrakt, hvor bygningsejeren betaler for firmaets omkostninger og er garanteret en bestemt tilbagebetalingstid. Men ESCO-virksomhederne kan også stå for finansieringen og vil så skulle indgå en kontrakt med bygningsejer om at gennemføre projektet og få betaling via besparelsen på energiregningen, indtil projektet har betalt sig tilbage. Når kontrakten er udløbet, og investeringen er hentet hjem, har ejeren en moderniseret bygning med et lavt energiforbrug, som hun ikke selv har haft udgifter til. Dette er illustreret i figur 4.6.



Figur 4.6 Illustration af ESCO-modellen

Kilde: Klimarådet efter lignende figur af Siemens.

Der er gode erfaringer med ESCO-modellen i udlandet, fx USA og Holland, og til dels i Danmark, hvor modellen er anvendt i en række energispareprojekter i offentlige bygninger blandt andet hospitaler og skoler, i offentlige og private udlejningsbygninger og i en række andre bygninger. Herhjemme tilbydes ESCO-ordninger af flere private firmaer og i mindst et tilfælde med finansiering fra en institutionel investor, i dette tilfælde en pensionskasse. Energisparerådet, Dansk Industri^{137, 138} og andre aktører har dog peget på, at der bør fokuseres på forstærket anvendelse af ESCO-modellen i Danmark.

Klimarådet anbefaler, at ESCO-modellen udbredes gennem vejledning om ordningen, om regler og kontraktformer og med angivelse af eksempler på "best practice" fra konkrete cases i Danmark og udlandet. Det kan desuden overvejes at give et ekstra incitament til at bruge ordningen i forbindelse med renovering af udlejningsbyggeri ved at etablere en statslig garantiordning, som kan dække tab, hvis bygningsejeren går konkurs og ikke kan betale sine regninger. ESCO-modellen er samtidig en model, hvor også andre institutionelle investorer som pensionskasser og forsikringselskaber kunne bidrage med langsigtet finansiering til at gennemføre energirenoveringer med længere tilbagebetalingstider i både offentlige, private og erhvervsmaessige bygninger.

Der bør stilles krav til energirenovering af kommunale og regionale bygninger

Kommuner og regioner ejer henholdsvis 79 og 6 pct. af den offentlige bygningsmasse, men der stilles ikke krav til dem om årlige energirenoveringer, som der ellers gør for statslige bygninger. Især blandt kommunale bygninger er der et renoveringsefterslæb, idet ikke mindre end 70 procent af bygningerne har et energimærke mellem D og G. Heriblandt er der særligt mange skoler og andre kommunale bygninger, der bruges til undervisning, som har et dårligt energimærke.¹³⁹ Til sammenligning har 59 pct. af alle enfamiliehuse et energimærke på D eller dårligere. Selvom der er mange rentable energiprojekter i kommunerne og regionerne, bliver de i nogle tilfælde ikke gennemført, fordi midlerne hertil ikke bliver prioriteret over de mere borgernære og synlige tiltag som nye veje, skoler og plejehjem. Det skyldes muligvis, at potentialet for energibesparelser er ukendt, men mange kommuner og Kommunernes Landsforening (KL) nævner også anlægsloftet som en barriere. Anlægsloftet fastsætter som sagt,

hvor mange penge kommunerne må bruge på bygge- og renoveringsopgaver, og er bestemt i en aftale mellem regeringen og KL.

Kommuner og regioner har i dag et relativt højt energiforbrug, som kunne nedsættes ved at gøre en indsats for, at bygningerne blev energirenoveret. Klimarådet anbefaler derfor, at staten stiller krav om energirenovering af en vis procent af de kommunale og regionale bygninger hvert år, som det er tilfældet for de statslige bygninger. Der bør gennemføres en potentialeanalyse og en prioriteret indsats i alle kommuner og regioner. Samtidig bør det undersøges, om man kan undtage investeringer i energieffektivisering og bedre indeklima fra anlægsloftet, hvis disse investeringer betaler sig hjem inden for en periode på fx 15-20 år. Der bør desuden gives mulighed for, at kommunerne kan lånefinansiere disse udgifter. Hvis renter og afdrag på et lån til at gennemføre energibesparelserne kan betales af det, der årligt spares på driftsbudgettet, vil der ikke være tale om en udgift for kommunen. Undtagelsen fra anlægsloftet kunne kombineres med begrænsninger på kommunernes bloktilskud, hvis energirenoveringen mod forventning leder til samlede merudgifter. Desuden kan dette virkemiddel eventuelt kombineres med, at man fremmer brugen af ESCO-modellen i de mest trængte kommuner.

4.9 Biogas

Biogas er en væsentlig komponent til at reducere udledningerne fra det danske gasforbrug. Det forventes, at energiaftalen fra 2018 vil øge produktionen af biogas i Danmark, men for at nå klimamålene på kort og langt sigt, er det nødvendigt at skubbe yderligere til biogasproduktionen. Klimarådet ser nedenfor på tre virkemidler, der tilsammen skønnes at kunne give den påkrævede udvikling:

- Revision af biogasstøtten og støtten til elproduktion på biogas
- Udbud af en bestemt mængde energi fra nye biogasanlæg
- Indsats for at stoppe udslip fra biogasanlæg

Støtten til biogas og til elproduktion på biogas kan med fordel revideres

Støtten til biogas forventes at stige til ca. 3 mia. kr. pr. år i 2022.¹⁴⁰ Langt størstedelen af støtten gives i dag på baggrund af den producerede gasmængde, når den er opgraderet til naturgaskvalitet eller bruges til elproduktion. Det har den ulempe, at systemet ikke værdisætter, at der er forskel på klimagevinsten ved biogas afhængigt af, hvad biogassen produceres på baggrund af. Fx er der gavnlige effekter på landbrugets metanudledninger ved forgasning af gylle, men ikke når biogassen produceres ved brug af fx halm. Dette afspejles ikke i støtten.

Man kan derfor med fordel opdele biogasstøtten i en landbrugsdel og en energidel, der aflønnes separat. Støttens energidel bør gives til al biogasproduktion, uafhængigt af hvad biogassen produceres på baggrund af. Og støttens landbrugsdel bør kun gives, når produktionen af biogas fører til positive klimaeffekter i landbruget som beskrevet i afsnit 3.3. Hvis landbrugssektoren bliver omfattet af drivhusgasafgifter, eller hvis der stilles krav til gyllebehandling i form af enten forgasning eller forsuring, kan landbrugsdelen af støtten til biogasanlæg helt droppes. Det skyldes, at værdien af gyllebehandling for landmanden vil afspejle sig i den pris, som biogasanlægget skal betale for gyllen.

Støtten til elproduktion på biogasmotoranlæg er i dag langt højere end støtten til nye vindmøller og solceller. Fra et samfundsøkonomisk perspektiv vil det være bedre at opgradere den biogas, der i dag anvendes til elproduktion, til naturgasnettet. Her vil biogassen have en højere værdi, da den kan fortrænge fossil naturgas. Klimarådet anbefaler derfor, at støtteordningen til elproduktion ændres, så den giver de korrekte samfundsøkonomiske incitamentter til kun at anvende biogas til elproduktion, når vinden ikke blæser, eller solen ikke skinner. Støtten kan være i form af et tilskud oven på markedsprisen på el svarende til støtten til anden ny vedvarende energi, fx havvind. Der kan eventuelt kompenseres for tabte omkostninger til biogasmotoranlæg gennem et grundbeløb. Det vil give en tilskyndelse til, at de nuværende anlæg i stedet opgraderer deres biogasproduktion til naturgaskvalitet og alene anvender biogassen direkte til elproduktion, når elprisen er særligt høj.

Der bør igangsættes udbud af mere biogas inden 2025

Udbud, hvor projektudviklere har konkurreret om støttekronerne, har virket effektivt i forhold til at nedbringe støtten til elproduktion baseret på sol og vind. Denne succes kan forhåbentlig gentages for biogas. I en udbudsmodel kan biogasproducenter konkurrere om energidelen i støtten, og dermed om hvem der kan producere en given mængde biogas billigst muligt.

Klimarådet anbefaler, at der i første omgang igangsættes et eller flere udbud, så den samlede produktion af biogas stiger til 35 PJ i 2025. Det er ca. 7 PJ mere, end hvad basisfremskrivningen forventer, og det svarer til, at godt halvdelen af det samlede gasforbrug i 2025 er grøn gas. Hvor meget ekstra biogasproduktion, der konkret skal udbydes, kan fastsættes, når der er klarhed over, hvor stor en udbygning der bliver realiseret med de nuværende støtteordninger. Senere kan der tages stilling til behovet for yderligere udbud, når der er større viden om potentialerne og omkostningerne ved forøgelse af biogasproduktionen.

Omkostningerne ved CO₂-reduktioner ved hjælp af bionaturgas kan potentielt blive væsentligt lavere. Afsnit 5.2 beskriver udviklingen af CO₂-opsamling og deponering fra biogasanlæg med opgradering, som potentielt kan bidrage til at reducere omkostningerne for CO₂-reduktioner ved bionaturgas væsentligt. Det bør sikres, at støttemodeller for biogas og CO₂-lagring tager højde for det, så man undgår at overkompensere. Desuden er det vigtigt, at der tages hensyn til, hvorvidt inputtene til biogasanlæggene, fx halm, kan finde anvendelse med højere værdi andetsteds.

Udslip fra biogasanlæg bør stoppes og dokumenteres

Det er til skade for klimaet, når metan lækker fra biogasproduktionen. Som omtalt i kapitel 3 blev der allerede under den tidligere VLAK-regering afsat penge til at kortlægge og dokumentere det nuværende udslip af metan fra de danske biogasanlæg. Det er vigtigt, at denne kortlægning bliver fulgt op med konkret handling i form af krav om reparationer af utætheder og kontrol med biogasanlæggenes udslip. Det er der lovhjemmel til med den netop vedtagne biogaslov¹⁴¹, hvor det hedder: *"Klima-, energi- og forsyningsministeren kan herudover fastsætte regler i overensstemmelse med de til enhver tid gældende kriterier for bæredygtighed og om, at modtagelse af ydelserne er betinget af opfyldelsen af disse. Klima-, energi- og forsyningsministeren kan endvidere fastsætte regler om, at krav til begrænsning, tilsyn og kontrol af udslip af drivhusgasser fra anlæg, der producerer eller opgraderer biogas, skal overholdes som betingelse for at modtage pristillæg..."*

Klimarådet anbefaler på den baggrund, at der snarest muligt laves præcise målinger af udslip på alle anlæg og indføres krav om at reducere udslip fra biogasanlæg til et minimum. Biogasanlæg skal opfylde disse krav for at modtage støtte. Målingerne af anlæggenes udslip bør også bruges til, at udslipsraten kan ændres i DCE's emissionsopgørelser til EU og FN baseret på denne konkrete dokumentation. Ellers vil tiltaget ikke kunne ses i fremtidige emissionsopgørelser.

4.10 Offentlige beslutninger

Typisk retter klimaindsatsen sig mod borgere og virksomheder, men en tredje aktør, nemlig den offentlige sektor, er også vigtig. Det har en stor værdi, at det offentlige går forrest i den grønne omstilling. Det er et stærkt signal om, at klimamålet er et fælles projekt, som hele samfundet skal bidrage til, og det kan være med til at få borgere til at vælge klimavenlig adfærd. Det sender også et uheldigt signal, hvis den offentlige sektor ikke understøtter klimamålsætningerne, og man risikerer at sætte troværdigheden ved klimamålet på spil. Samtidig vil det langsigtede mål om dansk klimaneutralitet ikke levne rum for udledninger fra aktiviteter i den offentlige sektor. Derfor skal klimaambitionerne allerede nu indarbejdes i de offentlige beslutninger.

Den offentlige administration foretager en lang række beslutninger, der direkte påvirker udledningerne i både Danmark og i udlandet. Det gælder fx anlægsinvesteringer i infrastruktur og nye bygninger, udbud af kollektiv transport og beslutninger om, hvilken mad der skal serveres i de offentlige institutioner. Samtidig kan koordinerede offentlige beslutninger potentielt understøtte en grøn udvikling og innovation. Den offentlige sektor kan altså bidrage til at realisere flere af de omstillingsselementer, som kapitel 3 peger på. En forhøjet drivhusgasafgift vil bidrage til det, men da mange offentlige beslutninger tages uafhængigt af de incitamenter, der gives til den private sektor, er der brug for en målrettet rammesætning af klimaindsatsen i den offentlige sektor.

Den grønne omstilling skal altså understøttes effektivt af staten, regionerne og kommunerne. Det kræver, at der udarbejdes systematiske klimastrategier og udvikles retningslinjer og værktøjer til at forme og følge op på indsatsen.

Klimaeffekten bør indgå som en vigtig parameter ved større anlægsbeslutninger

Det offentlige træffer hver eneste dag beslutninger om investeringer i ny infrastruktur, om generel byudvikling og om anvendelse af offentlige arealer. Allerede i denne fase vil der være potentielle, om end langsigtede, gevinster at hente ved at lade klimahensyn indgå i prioriteringen. I den bløde ende kan selve byplanlægningen have betydning: En ny skole vil eksempelvis betyde ny trafik på de omkringliggende veje, men både placering af skolen, udformning af skolens adgangsforhold og faciliteter, etableringen af et sikkert cykelstinet omkring skolen og kompakte skoledistrikter vil potentielt kunne bidrage til at nedbringe bilkørslen. Den fysiske indretning af vores samfund har betydning for vores adfærd, ressourceforbrug og dermed også vores klimaaftryk.

Af mere direkte effekt har udviklingen, prioriteringen og etableringen af ny infrastruktur en meget mere direkte betydning for vores muligheder for at nå det nationale klimamål. Opfyldelsen af 70-procentsmålet skal prioriteres i sammenhæng med andre samfundsmål som vækst og beskæftigelse, men det er vigtigt at afstemme disse øvrige mål – også de lokale – med den samlede klimamålsætning. Når det overvejes at bygge en motorvej, der vil øge udledningerne, skal det indgå i overvejelserne, at andre dele af samfundet vil skulle kompensere for denne udledningsstigning, hvis det samlede klimamål skal nås. Prioriteringen mellem diverse mål bør ske på et oplyst grundlag. Derfor er det afgørende, at der foretages grundige klimavurderinger af alle større anlægsinvesteringer og øvrige relevante lovforslag.

Ofte prioriteres offentlige investeringer på baggrund af mange forskellige samfundsøkonomiske hensyn. Det kunne være omkostninger til byggeriet, tidsbesparelserne til bilister, og omkostninger eller gevinster for miljøet. Her er det afgørende, at den beregnede omkostning ved øget udledning af drivhusgasser er konsistent med 70-procentsmålet. I Finansministeriets nuværende nøgletalskatalog til brug for samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger koster et ton CO₂e 192 kr. i 2030 i kvotesektoren, mens tallet er 332 kr. uden for kvotesektoren.¹⁴² Det er langt under, hvad Klimarådet vurderer, at det vil koste for det danske samfund at reducere de dyreste udledninger, der skal til for at nå 70-procentsmålet.

Investeringer i anlæg og udstyr skal have fokus på totaløkonomi

Når stat, regioner og kommuner investerer i veje, bygninger og maskinparker, er det vigtigt, at beslutningerne er styret af en langsigtet, totaløkonomisk prioritering. Dette kan gøres helt lavpraktisk ved at vælge løsninger, der måske er dyrere på kort sigt, men som over deres levetid er billigere, når der tages hensyn til både lavere driftsomkostninger, længere levetider og korrekt prissatte klimaeffekter. Dette kunne eksempelvis være ved investeringer i bilflåder eller energirenoveringer.

Det offentlige har på grund af det politiske ophæng mulighed for at operere med længere tilbagebetalingshorisonter end det private. Men ofte er det modsatte tilfældet, fordi den offentlige budgetstyring med etårige budgetter underminerer totaløkonomisk tænkning. Det er vigtigt at sikre, at budgetstyringen tillader, at langsigtede besparelser får den nødvendige prioritet.

Standarder for indkøb af varer og tjenesteydelser kan have kortsigtede og langsigtede klimaeffekter

Når den offentlige sektor indkøber varer og tjenesteydelser gennem udbud, er der en oplagt mulighed for at prioritere klimavenlige løsninger. Eksempler på dette kunne være:

- Når kantinedriften i en kommune udbydes, kan der stilles krav til madens klimaaftryk – enten opgjort efter en fastlagt standard eller gennem indirekte krav om eksempelvis vegetarandel, andel af lokale råvarer anvendt eller andre indikatorer for klimaaftrykket.
- Når opgaver skal i udbud, kan der stilles krav til klimaprofilen på tjenesteydelser såsom befordring, logistik og rengøring.
- Ved større anlægsarbejder kan der, ud over kravene til selve anlægget, stilles krav til entreprenørerne om klimastandarder på arbejdspladsen og udstyr.

Offentlige udbud kan i sine kravspecifikationer hjælpe virksomheder til at sætte fokus på genanvendelse, multifunktionalitet, totaløkonomi, klimaaftryk og en række andre grønne parametre. Disse specifikationer kan med fordel udvikles i markedsdialog mellem offentlige myndigheder og potentielle leverandører.

Ved at sætte klimarelaterede minimumsstandarder for de produkter, det offentlige indkøber og anvender, vil der på den korte bane være en klimaeffekt, når man går over til mere klimavenlige produkter. Men samtidig kan det have en stor symbolsk værdi, at den offentlige sektor går foran. Dels kan det tjene til at demontere fordomme om klimavenlige valg i dagligdagen, når de offentlige institutioner viser, at det klimavenlige valg ikke er ensbetydende med mindre komfort eller nydelsesmæssig afsavn. Dels kan det offentlige være så stor aftager af klimavenlige produkter, at det kan skabe udvikling og innovation af de grønne løsninger på markeder, hvor klimaprofilen på produkter i dag ikke nødvendigvis er reelle konkurrenceparametre. Men for at flytte noget er det – også i denne sammenhæng – afgørende, at den offentlige sektor viser vilje til at gå efter en dyrere løsning på kort sigt, der til gengæld flugter med den politiske målsætning. For hvis den offentlige sektor ikke er villig til at betale lidt ekstra for den grønne løsning, hvorfor skulle det private så være det?

Klimastrategier og opfølgning skal understøtte grønne valg i kommuner og regioner

Skal det offentlige gå foran på en systematisk måde, vil det kræve, at der både sker en udbygning og en koordinering af klimastrategierne i staten, regionerne og kommunerne. Der bør blandt andet være klare retningslinjer for definitionen af mål og opfølgning.

En del danske kommuner og regioner har allerede i dag klimastrategier, men det er langt fra tilfældet alle steder. En klimastrategi udgør fundamentet for at kunne arbejde systematisk med at nedsætte kommunens eller regionens klimaaftryk. Næste skridt er at rodfæste strategien bredt i organisationen, så decentrale beslutningstagere tilskyndes at foretage grønne valg. Beslutningstageren i en hvilken som helst indkøbsafdeling skal altså mærke de klare incitamenter til at vælge klimavenligt i stedet for at lade sig styre af en uhensigtsmæssig budgetpraksis som vanligt.

Forudsætningen for at kunne følge med i, hvordan det går med klimaindsatsen er, at der er klare definitioner af, hvad der er grønt, og at der er præcise estimater for, hvilke klimaaftryk de forskellige produkter, energiformer og investeringer har. Her kan staten spille en vigtig rolle i at hjælpe kommuner og regioner med en fælles metodeudvikling. Det sker allerede i form af fx *Forum for Bæredygtige Indkøb*, der blev nedsat som et initiativ under Miljø- og Fødevarerministeriet i 2010, en indsats der kan udvides.

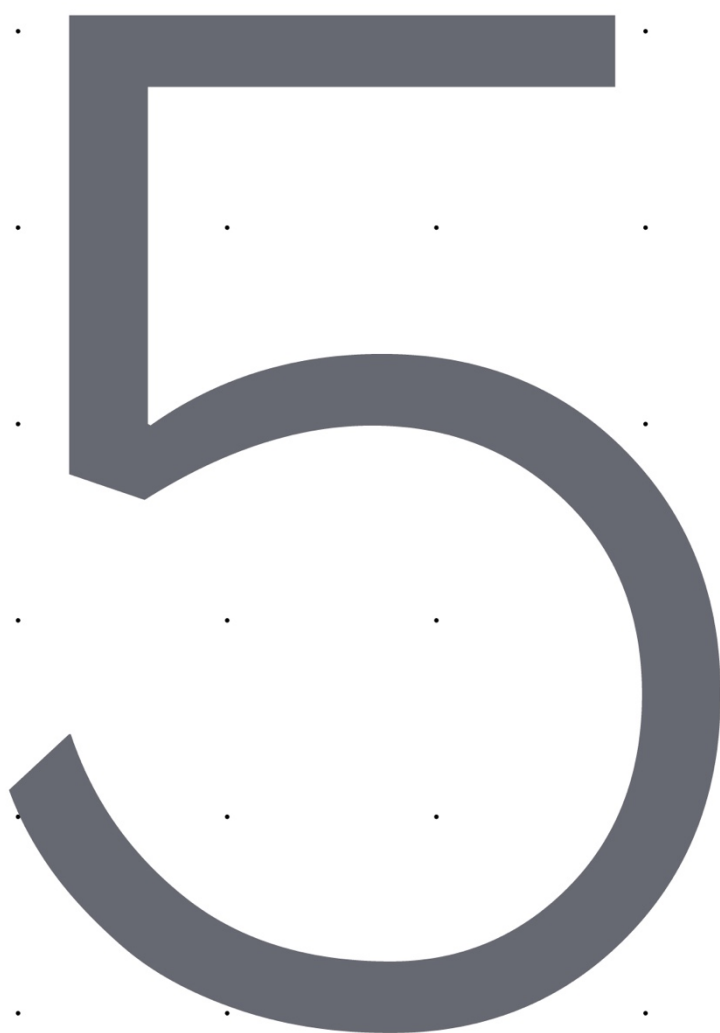
Klimarådet foreslår, at der udvikles et værktøj til at måle klimaaftrykket i kommuner og regioner, så det i højere grad kan blive et håndgribeligt værktøj i planlægnings- og beslutningsfasen. Dette værktøj kan være en videreudvikling af Energistyrelsens kommunale CO₂-regnskab,¹⁴³ som i sin nuværende udgave kun medregner de direkte drivhusgasudledninger fra kommunens territorium. Det nye værktøj bør også kunne medregne udledningerne fra andre steder, så forbruget hos både den kommunale forvaltning og kommunens borgere tælles med, selvom den finder sted uden for kommunegrænsen. Dette skal tjene til at sikre, at man ikke blot nedbringer kommunens udledninger ved at "udflytte" udledninger til andre kommuner eller lande. Tilrettelæggelsen af klimamål og indsats skal i den forbindelse ske på en måde, så man undgår dobbelttælling af indsats på tværs af kommunalgrænser. Og endelig skal det kunne bruges til at vurdere den samlede klimapåvirkning af forskellige løsninger, fx tilbud i forbindelse med offentlige udbud af opgaver. Målet med den type værktøj er, at det kan hjælpe kommuner og regioner med at sætte tydelige klimamål, bidrage til beslutningsprocessen og følge op på, om klimamålene nås.

Samlet set anbefaler Klimarådet, at:

- Alle danske kommuner og regioner bør udarbejde klimastrategier, der giver klare retningslinjer for klimavenlige valg i fx kantiner, transport, byggeri og indkøb. Strategierne bør indeholde planer for opfølgning, så det er tydeligt, om strategierne følges og målsætningerne nås.

Klimarådet.

- Staten bør videreudvikle retningslinjer og værktøjer for grønne indkøb, som kommuner og regioner kan benytte sig af. Det gælder fx et værktøj til at beregne kommunens klimaaftryk, både inden for og uden for kommunens territorium.
- Alle relevante lovforslag, men også større offentlige anlægsinvesteringer og øvrige beslutninger om infrastruktur, bør konsekvensberegnes for klimaeffekter.
- Samfundsøkonomiske beregninger, der understøtter beslutninger om offentlige projekter, bør udføres med en pris på drivhusgasser, der er konsistent med 70-procentsmålet. Prisen skal efter Klimarådets vurdering op i nærheden af 1.500 kr. pr. ton svarende til skønnet for de marginale omkostninger for de omstillingselementer, der skal bruges for at indfri 70-procentsmålet.



• • • • • •

Klimaindsatsens udviklingsspor
– de nye omstillingselementer

• •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

5. Klimaindsatsens udviklingsspor – de nye omstillingselementer

Implementeringssporet i den danske klimaindsats med fokus på kendte omstillingselementer er ikke nok til at nå målet om 70 pct. reduktion i 2030. Tallene i kapitel 3 viser, at der udestår ca. 10 procentpoint svarende til ca. 8 mio. ton. Derfor er der behov for yderligere indsatser og flere omstillingselementer, hvilket i denne analyse går under navnet *udviklingssporet* for at understrege, at denne indsats i første omgang især kræver strategisk udvikling. Dog vil mange af virkemidlerne fra kapitel 4, fx højere drivhusgasafgifter, også understøtte udviklingen i dette spor.

Kapitlet starter ud i afsnit 5.1 med at tage et overordnet perspektiv på, hvordan de resterende 10 procentpoint kan findes. Afsnit 5.2 til 5.4 diskuterer tre af de mest relevante af disse muligheder i form af CCS, yderligere indsats i transporten samt større omstilling af landbrug og fødevarerforbrug. Endelig supplerer afsnit 5.5 med en håndfuld øvrige omstillingselementer, mens afsnit 5.6 giver et bud på, om kapitlets reduktioner er tilstrækkelige til at nå helt til 70 pct.

5.1 Vi skal tænke nyt for at indfri 70-procentsmålet

En central konklusion fra denne rapport er, at vi er nødt til at bryde med vanetænkningen på klimaområdet, hvis vi vil opfylde 70-procentsmålet. Det betyder, at vi ikke bare kan blive ved med at gøre, som vi plejer, og anvende de kendte omstillingselementer i et omfang, som vi er nogenlunde trykke ved. Der skal mere til. Helt konkret kan der peges på to former for at opnå flere reduktioner inden 2030, end hvad de kendte omstillingselementer i kapitel 3 giver:

- Reduktionspotentialer i de kendte omstillingselementer kan presses yderligere i vejret.
- Nye omstillingselementer kan tages i anvendelse. Det kan være helt nye teknologiske redskaber eller større ændringer i borgernes og virksomhedernes forbrug og vaner.

Der er ikke tale om, at der skal vælges én vej. En hensigtsmæssig målopfyldelse vil formentlig kombinere omstillingselementer fra begge kasser. Samtidig skal det understreges, at det med dagens viden er usikkert, hvilke af de potentielle nye omstillingselementer der vil kunne levere reduktioner inden 2030 og af hvilken størrelse og til hvilken omkostning. Det betyder, at en veltilrettelagt klimaplan frem mod 2030 vil satse på flere elementer end umiddelbart nødvendigt for at håndtere den uundgåelige usikkerhed, der er, når man bevæger sig ud i ukendt farvand.

Yderligere reduktioner fra de kendte omstillingselementer kan blive dyre

Potentialerne ved de enkelte omstillingselementer i kapitel 3 er ikke hugget i sten. Klimarådet har vurderet, hvad der med nogenlunde rimelighed kan siges at være et realistisk potentiale til en moderat pris pr. reduceret ton CO₂e, men det vil i de fleste tilfælde være teknisk muligt at presse større reduktioner igennem. Dog skal man så være opmærksom på, at prisen for disse yderligere reduktioner kan blive ganske betragtelig.

Som eksempel kan nævnes elbilisme, hvor kapitel 3 anslår potentialer til ca. 1 mio. elbiler i 2030. Det lyder fra visse sider, at Danmark er nødt til at gå efter 1,5 mio. elbiler i 2030, hvis vi skal gøre os håb om at nå de 70 pct. Der er næppe noget teknisk, der forhindrer dette tal, hvis ellers bilfabrikanterne formår at sende tilstrækkeligt mange elbiler til Danmark, men det vil kræve et meget hurtigt skift i retning af elbiler allerede de kommende år og formodentlig også skrappe virkemidler for at få tilstrækkeligt mange bilkøbere til at vælge elbilen. Uden et gennembrud i fx batteriteknologien kan dette vise sig ganske dyrt for samfundsøkonomien.

Nye teknologier har stort potentiale, som dog kræver strategisk planlægning for at blive realiseret

Som Klimarådet har pointeret ved flere lejligheder, kan teknologier alene næppe løse hele klimaproblemet.¹⁴⁴ Men ikke desto mindre ligger der en håndfuld lovende teknologiske redskaber et par år ude i fremtiden, som kan yde et stort bidrag til at opfylde 70-procentsmålet. Faktisk er det svært at se, hvordan Danmark kan nå til 70 pct., hvis

ikke nogle af disse teknologier tages i anvendelse. Det kan fx være CO₂-fangst og lagring (CCS) og elbaserede brændsler, der betegnes som power-to-X og elektrofuels, men også tekniske redskaber til at begrænse udledningerne i landbruget.

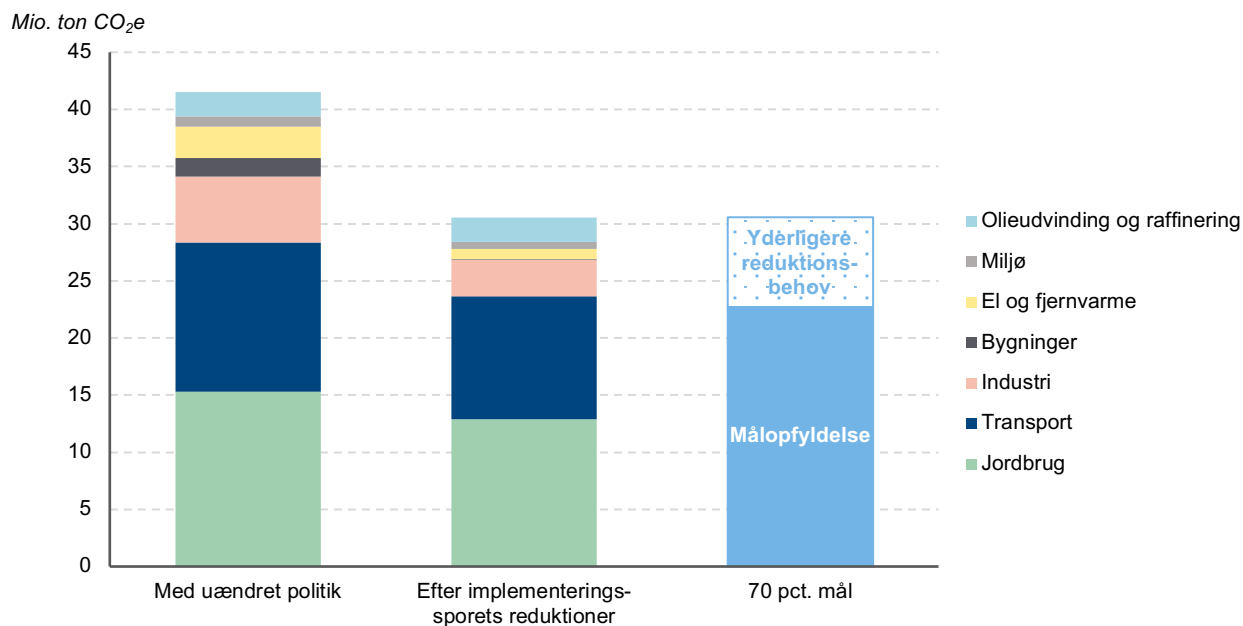
Skal disse teknologier for alvor yde et bidrag inden 2030, kræver det foruden de rette økonomiske incitamentter til virksomhederne også planlægning fra statens side og ny infrastruktur. De offentlige myndigheder kan spille en vigtig rolle ved at lægge de langsigtede strategiske linjer og ved at understøtte de forskellige led i udviklingskæden fra forskning og udvikling over demonstrationsprojekter til egentlig markedsmodning. Der bør samtidig ses på mulighederne for at få medfinansiering fra de af EU's programmer, der støtter udbredelsen af nye teknologier som fx CCS. Samtidig er det for visse helt nye teknologier afgørende, at den nødvendige lovgivning og regulering kommer på plads tidligt.

Men de danske udledninger kan også påvirkes ved, at der sker ændringer i forbruget hos de borgere og virksomheder, der efterspørger de potentielt klimaskadelige produkter. Samtidig har sådanne forbrugsændringer potentiale til at påvirke udledningerne uden for landets grænser, hvis danskerne reducerer deres import af varer med højt klimaaftryk. Dermed bliver spørgsmålet om forbrug også i høj grad et spørgsmål om, hvordan prioriteringen lægges mellem at reducere danske og globale udledninger som beskrevet i afsnit 2.4. Det er særligt tydeligt på fødevarerområdet. Hvis danskerne ændrer deres fødevarerforbrug til en mindre animalsk og mere vegetabilsk baseret kost, reduceres udledningerne umiddelbart i det land, hvor de animalske fødevarer produceres. Mange fødevarer handles internationalt, så kun en vis andel af reduktionen vil finde sted i Danmark. På den måde har denne type adfærdsændring et klart globalt aftryk, mens det nationale aftryk er mere begrænset.

I sidste ende er det de globale udledninger, der betyder noget for klimaet. Derfor har både udkastet til den nye klimalov og Klimarådet en global tilgang til klimaindsatsen i tillæg til den nationale. Men reduktioner uden for landets grænser kan ikke tælle med i 70-procentsmålet, og af den grund er det også vigtigt at have territoriale briller på, hvis målet skal tages for pålydende og være troværdigt. Til gengæld skal den internationale indsats supplere den nationale indsats, og derfor skal klimaindsatsen gå på to ben.

Transport og jordbrug er de tilbageværende store klumper

Figur 5.1 viser, hvordan drivhusgasudledningerne fordeler sig på sektorer, efter at de kendte omstillingselementer fra kapitel 3 er implementeret. Udledningerne i el og fjernvarme bliver næsten helt elimineret, og i bygninger bliver de fuldt elimineret. Samtidig bliver der også gjort indhug i jordbrug, transport og i den del af industrien, der ikke er udvinding og raffinering af olie og gas. Det er dog stadig jordbrug og transport, der tilsammen står for ca. tre fjerdedele af de resterende udledninger, mens industri inklusive olie og gas står for hovedparten af resten.



Figur 5.1 Udledninger i 2030 fordelt på sektorer før og efter inkludering af omstillingselementer fra kapitel 3

Anm. 1: I forhold til figur 3.1 er olieudvinding og raffinering udskilt fra den generelle industrikategori for at understrege, at omstillingselementerne i kapitel 3 ikke tager hånd om udledningerne herfra.

Anm. 2: Effekten af drivhusgasafgiften på antal kørte kilometer i benzin- og dieslbiler er ikke inkluderet i figuren, men behandles i afsnit 5.3

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019* og Klimarådet.

Ud over de anførte drivhusgasreduktioner i figur 5.1 kan der også opnås yderligere reduktioner ved lagring af CO₂. Det kan fx ske med CCS anvendt på biogene kilder såsom biogas eller den ikke-fossile fraktion af affaldet. På den måde kan varmesektoren stadig komme i spil, selvom udledningerne fra varmesektoren næsten er væk med de reduktioner, der opnås i implementeringssporet i kapitel 3.

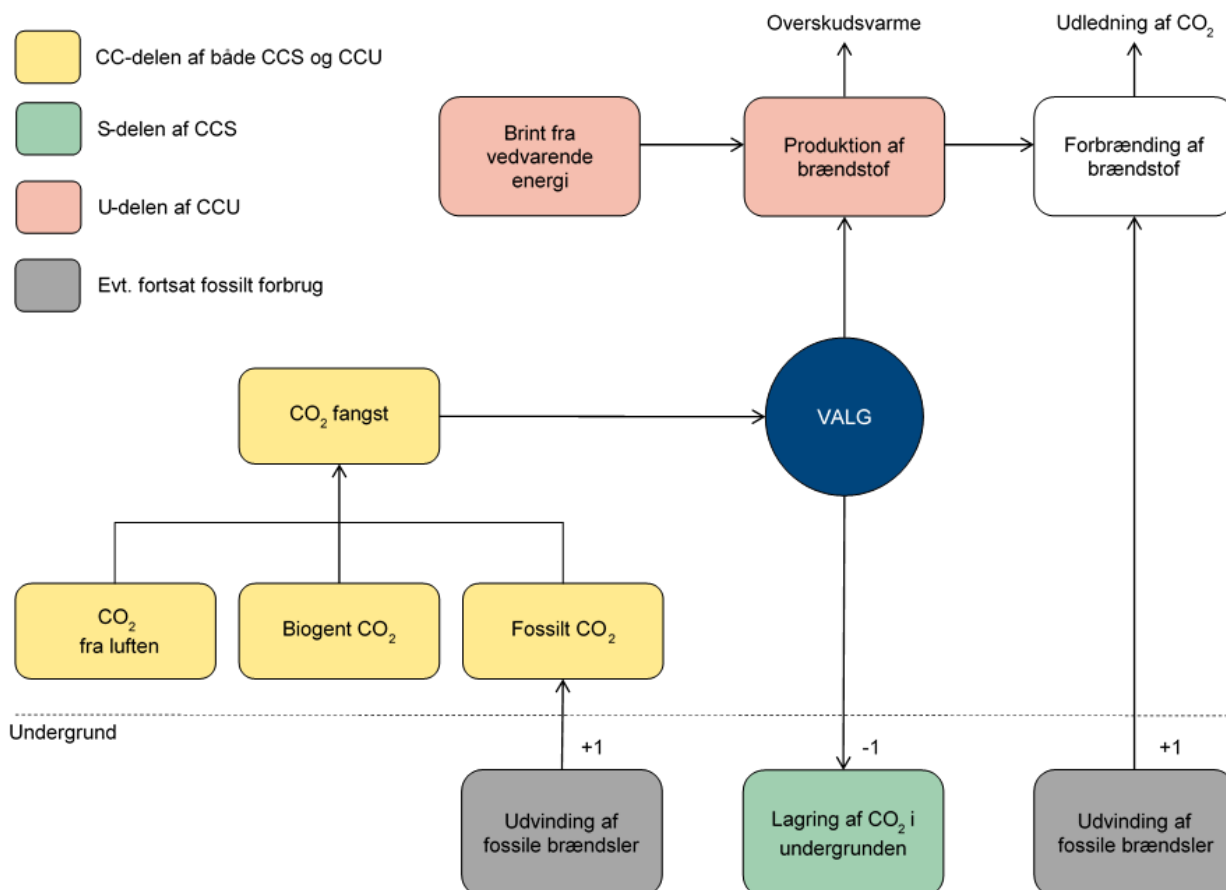
5.2 CCS og CCU

Den danske grønne omstilling har historisk set haft stort fokus på produktion af grøn energi. Grøn energi er dog kun ét blandt flere midler til at opnå reduktioner i nettoudledningen af drivhusgasser, hvilket er det egentlige mål. En anden måde at opnå disse reduktioner i nettoudledninger finder vi i teknologierne CCS og CCU. CO₂-fangst og lagring-teknologien (CCS) lagrer CO₂ i undergrunden, mens CO₂-fangst og brug-teknologien (CCU) bruger kulstoffet i CO₂'en til at lave grønne brændsler. Teknologierne kan begge anvende den samme CO₂ og derfor konkurrerer CCS og CCU med hinanden på vejen mod 70 pct. drivhusgasreduktion i 2030 og videre mod 2050.

CCS og CCU har umiddelbart samme klimateffekt

Ved CCS indfanges CO₂ og deponeres permanent i undergrunden, mens CCU anvender den indfangede CO₂ til at producere nye brændsler. Dette gøres ved at tilsætte brint lavet ved elektrolyse af vand, hvilket er en energikrævende proces. CCU producerer kulstofbaserede brændsler som benzin og metanol på baggrund af grøn strøm og CO₂ og er en underkategori af *Power-to-X*, der også omfatter kulstoffrie brændsler produceret med el som input, fx ren brint og ammoniak.

De to processer er illustreret i figur 5.2. Udgangspunktet for processerne er CO₂'en, der indfanges, som vist nede i det nederste venstre hjørne af figuren. Det er en central pointe, at CCS og CCU har CC'et tilfælles. Det vil sige, at begge spor omfatter fangst af CO₂, uafhængigt af om denne kommer fra opgradering af biogas, affaldsforbrænding, industri eller luft. Herefter kan man vælge at deponere CO₂'en i undergrunden eller anvende den til at producere brændsler, som kan fortrænge de traditionelle fossile brændsler. Dette sker ved brug af store mængder vedvarende energi fra vindmøller eller solceller. Figuren viser, at det umiddelbart er lige godt set fra et klimaperspektiv, om vi deponerer den indfangede CO₂ eller anvender den til produktion af kulstofbaserede brændsler, der kan fortrænge fossile brændsler, da det er nettoudledningerne af drivhusgasser, der er vigtige.



Figur 5.2 Illustration af CO₂-effekterne ved CCS og CCU

Anm.: Plus og minus i figuren angiver, om der tilføres kulstof til kredsløbet over jorden. CO₂ fra luft og biogene kilder er angivet med nul, da CO₂ cirkuleres i kredsløbet over jorden.

Kilde: Klimarådet.

Der er dog to mindre nuancer, der trækker denne konklusion i hver sin retning. På den ene side fortrænger grønne brændsler ikke alene de direkte udledninger ved afbrænding af de fossile brændsler, som de erstatter. Men de fortrænger også de relaterede udledninger fra udvindingen og raffineringen af brændslerne, hvad enten det sker i Danmark eller i udlandet. På den anden side vil et øget udbud af brændsler have en vis lækageeffekt, da prisen på verdensmarkedet reduceres, hvilket vil øge efterspørgslen efter brændsler generelt og dermed øge udledningerne globalt.

CCS tegner til at være billigere end CCU til at reducere nettoudledningerne

Flere faktorer spiller ind, når det skal vurderes om CCS eller CCU er den billigste vej til drivhusgasreduktioner. Dog er omkostningen til indfangning af CO₂ ens for begge spor og dermed irrelevant for sammenligningen. Den yderligere pris for CCS afhænger af omkostningen til at pumpe CO₂ i undergrunden. Det skal sammenlignes med den yderligere pris for CCU, som består af omkostningen til brændstofproduktionsanlæg og brint fraregnet indtægterne fra salg af det producerede brændsel og af den overskudsvarme, som brændselsproduktionen har som spildprodukt. Det er væsentligt at bemærke, at den brændselspris, der skal anvendes her, er den fossile brændselspris uden tillæg for CO₂-pris, da CO₂-gevinsten opnås både ved CCS og CCU, og det derfor alene er omkostningen til udvinding og raffinering af det fossile brændsel, der kan spares.

Klimarådets indledende analyser indikerer, at hvis omkostningerne til lagring af CO₂ i undergrunden ligger på ca. 350 kr. pr. ton, som estimeret af NIRAS,¹⁴⁵ vil det kræve ekstremt billig brint, før det vil være rentabelt at lave kulstofbaserede brændsler med CCU i stedet for lagre CO₂'en med CCS. Dette gælder særligt for den CCU-proces, hvor CO₂'en i biogas omdannes til naturgas, da værdien af at fortrænge fossil naturgas forventes at være betydeligt lavere end værdien af at fortrænge flydende fossile brændstoffer.

Der er udviklingstendenser, der yderligere taler imod CCU. Den rene pris på fossile brændsler må alt andet lige blive reduceret i en verden, der gennemfører en grøn omstilling og dermed reducerer det samlede forbrug af fossile brændsler. Samtidig må værdien af varme forventes at blive lavere end i dag i en fremtid med store mængder billig grøn elektricitet til rådighed, som er forudsætningen for CCU. Begge tendenser forværrer økonomien i CCU.

I et samfundsøkonomisk perspektiv vil det altså sandsynligvis være billigere at opnå CO₂-reduktion gennem CCS frem for CCU. CCU kan dog være selskabsøkonomisk attraktivt, hvis der er en særligt høj betalingsvillighed for CO₂-reduktioner via grønne brændstoffer sammenlignet med betalingsvillighed for den samme CO₂-reduktion via CCS.

CCS- og CCU-teknologierne er stadig på et meget tidligt stadie i deres udvikling. Derfor er konklusionen i dette underafsnit følsom over for ændringer i væsentlige antagelser, som hvis det skulle vise sig, at omkostningerne til deponi af CO₂ er væsentligt højere end forventet, eller hvis der opnås massive gennembrud på elektrolyse. Ikke desto mindre tyder meget på, at CCS giver en billigere vej til CO₂-reduktioner end CCU.

CCS giver i modsætning til CCU mulighed for negative udledninger

Selv om CCS og CCU umiddelbart har samme CO₂-effekt, giver CCS mulighed for yderligere reduktioner. Ved brug af CCS er der fortsat mulighed for at erstatte det fossile brændselsforbrug ad anden vej. Det kunne være gennem elektrificering, gennem brug af kulstoffrie elektrofuels som brint og ammoniak eller gennem bæredygtige biobrændsler. På den måde vil det samlede system bestående af CO₂-fangst, lagring og brændselsforbrug have netto-negative udledninger, hvis der anvendes CCS på ikke-fossile kilder. Dette er særligt vigtigt på længere sigt, hvor negative udledninger bliver helt centrale for at opnå netto-nul drivhusgasudledninger i senest 2050.

Både CCS og CCU er endnu relativt uprøvede teknologier, og der er udviklingsperspektiver i begge. Udvikling af elektrolyse er fortsat interessant, selv hvis CCU ikke skulle vise sig at være attraktivt, da billig brint kan anvendes til at fortrænge fossile brændsler i industrien og transportsektoren. Dette kan enten ske ved direkte anvendelse af brint eller ved at bruge brint til at producere ammoniak, der kan benyttes som brændsel i skibsfarten. Netop ammoniak er et andet grønt brændsel under fællesbetegnelsen *Power-to-X*, som CCU også tilhører, og som er beskrevet i boks 5.1.

Hvis CCU tages i anvendelse, er det afgørende at sikre, at 'grønheden' ikke dobbelttælles. Det skal altså undgås, at fangst af CO₂ på et anlæg, der anvender fossile brændsler, ikke både belønnes for at bidrage til at fjerne anlæggets udledninger, mens det producerede brændstof samtidig får status som grønt. Enten bliver anlægget grønt, og det producerede brændstof må regnes som CO₂-udledende på lige fod med fossile brændsler, eller også forbliver anlæggets udledninger uændrede, og brændslerne kan siges at være CO₂-neutrale.

Boks 5.1: Power-to-X skal ses som supplement til den direkte elektrificering

Power-to-X er en samlebetegnelse for teknologier, der anvender el til at producere flydende eller gasformige brændsler til brint via elektrolyse. Begrebet dækker både over produktion af kulstofbaserede brændsler ved CCU og produktion af kulstoffrie brændsler som ren brint og ammoniak.

Generelt for Power-to-X gælder, at det er en relativt ineffektiv anvendelse af elektricitet. Derfor opnås der langt mindre klimagevinster pr. kWh grøn strøm her end ved direkte elektrificering, hvor en enhed el fortrænger flere enheder brændsel, fx ved elbiler eller varmepumper. Power-to-X er derfor primært relevant som supplement til den direkte elektrificering, men vil blive nødvendig på den længere bane, når vi skal af med de sidste udledninger. For at sikre, at vi har teknologierne klar, når de skal levere i større skala, er vi derfor nødt til at støtte udviklingen og opskalere elektrolysekapaciteten, så omkostningerne kan komme ned.

Forskellige anvendelser af brint er beskrevet i afsnit 5.5. Klimarådet ser i første omgang muligheder for anvendelse af grøn brint fra elektrolyse til erstatning af fossilt produceret brint, særligt på raffinaderier. Derefter kommer et potentiale for at anvende brint som brændsel i industrielle processer, blandt andet som iblanding i gasnettet og som transportbrændsel. Eksport af grøn brint og ammoniak, der kan produceres på baggrund af brint, kan også blive et væsentligt bidrag til at reducere de globale udledninger.

CCS kan baseres på mange forskellige CO₂-kilder

CO₂'en, der lagres i CCS-teknologien, kan komme fra forskellige kilder og har forskellige omkostninger tilknyttet. De fire væsentligste kriterier for økonomien i CO₂-fangst er 1) mængden af CO₂ fra den enkelte kilde, 2) koncentrationen af CO₂ i kilden, 3) restlevetiden på anlægget, der udleder CO₂, og 4) driftstiden pr. år af dette anlæg.

Omkostninger til CCS fordeler sig på tre overordnede komponenter: Investering i anlægget, drift af anlægget og deponering. For udledningskilder som affaldsforbrænding og industri med moderat koncentration af CO₂ fordeler disse tre omkostninger sig ifølge NIRAS groft med 200 kr. pr. ton, 500 kr. pr. ton og 350 kr. pr. ton til en samlet pris på 1.050 kr. pr. ton. Denne pris afhænger dog af, at driften er kontinuerlig og at anlægget kan afskrives over 20 år. Men visse CO₂-kilder har lavere driftstid eller kortere levetid, og hvis anlægget kun benyttes halvdelen af tiden, skal anlægsinvesteringen fordeles ud over færre ton og dermed bliver investeringen pr. indfanget ton CO₂ dobbelt så dyr. Det giver en samlet pris på 1.250 kr. pr. ton.

I det følgende diskuteres perspektiverne for de mest oplagt CO₂-kilder.

Biogas

En oplagt kilde til CO₂-fangst er de danske biogasanlæg. Biogas indeholder ca. 60 pct. metan og 40 pct. CO₂. Når biogas opgraderes til naturgaskvalitet, udskilles CO₂. Så kan den rene metan afsættes i naturgasnettet og dermed bliver opgraderingsanlægget i sig selv et anlæg til CO₂-fangst. Størstedelen af biogassen sendes allerede i dag gennem et opgraderingsanlæg. Opgraderingsanlæggene har historisk udledt den udrensede CO₂ til atmosfæren med Korskro biogasanlæg som en enkelt undtagelse, da dette anlæg leverer ren CO₂ til produktion af drikkevarer.

Der er to muligheder for at deponere den indfangede CO₂ fra biogasanlæg. Enten gøres CO₂'en flydende og transporteres på lastbil, eller også etableres der en rør-infrastruktur, der enten fragter CO₂'en til en havn, hvor den kan kondenseres og udskibes, eller fragter den direkte til et undergrundslager på land.

Vælger man at forfølge et CCS-spor for biogas, bør det ved fremtidige biogasanlæg overvejes, om der kan spares omkostninger ved at sende den rå biogas i rør til centrale opgraderingsanlæg i stedet for at opgradere decentralt og eksportere CO₂ og bionaturgas i separate rør.

Omkostningerne til en CO₂-infrastruktur til opsamling af CO₂ fra biogas vurderes groft at være få hundrede kroner pr. ton og hertil kommer omkostninger til at pumpe CO₂ ned i undergrunden. Et groft skøn på omkostningen for den ekstra CO₂-gevinst ved CCS på biogas er dermed umiddelbart ca. 600 kr. pr. ton, hvilket er mindre end det halve af omkostningerne til de CO₂-reduktioner, der opnås gennem produktion af biogas alene og langt billigere end omkostningerne ved at opgradere CO₂ til naturgas gennem CCU. Den samlede pris pr. ton CO₂-reduktion opnået ved biogasproduktion inklusive CO₂-lagring vil derfor formentlig være lavere end for ren biogasproduktion.

Med 40 PJ biogasproduktion er det samlede potentiale 1,5 mio. ton CO₂. Heraf vurderes det, at omkring 80 pct. vil kunne indfanges og transporteres til deponi, hvilket giver 1,2 mio. ton.

Affaldsforbrænding

Amager Ressourcecenter overvejer at etablere et CO₂-indfangningsanlæg på deres affaldsforbrændingsanlæg. Anlægget udleder ca. 450.000 ton CO₂ om året, heraf 165.000 ton fra fossilt affald. Der er ikke teknisk forskel på at indfange CO₂ fra fossile kilder som plast eller biogene kilder som mad- og træaffald, og klimagevinsten er den samme. Men der kan være forskel på lovgivningen. Fx hvorvidt negative udledninger fra CCS baseret på biogene kilder kan godskrives i opgørelser og kvotesystemer.

NIRAS estimerer selve omkostningen ved indfangning til ca. 700 kr. pr. ton, hvor selve investeringen i anlægget udgør ca. en fjerdedel, mens resten er de løbende driftsomkostninger. Amager Ressourcecenters affaldsforbrændingsanlæg er nyopført, men fordi anlægget til CO₂-fangst er relativt billigt at opføre, men dyrt at drive, kan CCS-teknologien også tænkes at være relevant for andre affaldsforbrændingsanlæg, der har en kortere restlevetid, og derfor er nødt til at afskrive investeringen hurtigere. For anlæg med kun den halve afskrivningsperiode, vil omkostningen nærmere blive 900 kr. pr. ton, hvortil der skal lægges ca. 350 kr. pr. ton til transport og deponi af CO₂.

Dansk Affaldsforening vurderer, at det samlede potentiale for CCS på affaldsforbrændingsanlæg er 2,3 mio. ton om året i 2030.¹⁴⁶ Klimarådet vurderer groft, at halvdelen af dette potentiale kan realiseres før 2030 svarende til to større anlæg ud over Amager Ressourcecenters anlæg.

Før der foretages investeringer i nye affaldsforbrændingsanlæg, bør det dog vurderes om den fremtidige værdi af el og varmeproduktion kan retfærdiggøre den relativt høje kapitalomkostning ved at bygge affaldsforbrændingsanlæg som i dag, eller om der er mere hensigtsmæssige måder at behandle vores affald på.

Industri

Danmark har et lille antal større industrielle udledere af CO₂, hvor CCS kan overvejes. Aalborg Portland er langt den største og udledte i 2018 ca. 2,2 mio. tons CO₂. Det vil være muligt at fjerne størstedelen af disse udledninger med CCS. Der er dog en række tiltag, der ser ud til at have en lavere omkostning, som bør implementeres forud for etableringen af CCS. Hvis omstillingselementerne i kapitel 3 om blandt andet grøn cement, energieffektivitet og anvendelse af gas gennemføres, vil der være ca. 2 mio. tons CO₂ tilbage, der kan fjernes ved brug af CCS. Før man vælger at gå denne vej, bør det undersøges, om man ved brug af nye produktionsteknikker kan opnå en cementproduktion, der har en mindre og/eller langt mere koncentreret udledning af CO₂. Dette er fx tilfældet for elektrisk kalcinering, der endnu er på konceptstadiet, men som potentielt kan levere en brændselsfri cementproduktion med ren CO₂ fra kalcineringsprocessen, da der ikke er behov for forbrændingsluft. Et andet eksempel er en oxyfuel-proces, hvor ren ilt anvendes i stedet for forbrændingsluft. Denne ilt kan potentielt blive tilgængelig fra elektrolyse.

Det kan derudover være relevant at se på mulighederne for CCS på andre industrivirksomheder som fx raffinaderier, men også her skal der ses på, hvilken rest der er tilbage, når man har gennemført øvrige tiltag som fx øget energieffektivisering og brug af brint. Disse tiltag beskrives i afsnit 5.5.

Samlet set vurderer Klimarådet, at der er et potentiale for CCS i industrien på ca. 2,5 mio. ton om året, hvoraf halvdelen kan realiseres før 2030 ud fra et groft skøn.

Biomassebaseret kraftvarme

I modsætning til de tidligere nævnte kilder kører biomassekraftvarmeanlæg stort set kun i vinterhalvåret, da deres drift afhænger af varmeefterspørgslen. Den begrænsede driftstid øger investeringsomkostningerne pr. ton indfanget CO₂, men ikke til et uoverstigeligt niveau. Indfangning af CO₂ kræver store mængder energi i form af el eller damp, og vil derfor reducere elproduktionen fra biomassekraftvarme. I vurderingen af økonomien i CCS bør der derfor skeles til den forventede, fremtidige værdi af el- og varmeproduktion, og der bør ses på, om det vil være muligt at drive CCS-anlægget fleksibelt, så det kan kobles ud, når elprisen er særlig høj.

En stor del af Danmarks biomassekraftvarmeanlæg er ombyggede kulkraftværker, der i dag fyrer med træpiller. Disse anlæg har begrænset restlevetid og er derfor næppe relevante i CCS-sammenhæng. Teknologien bør overvejes i forbindelse med nyere anlæg som HOFORs nye flisfyrede kraftvarmeværk, der forventer at afbrænde op mod 1,2 mio. ton træflis om året svarende til en udledning på over 1 mio. ton CO₂ om året.¹⁴⁷ Da anlægget er helt nyopført, vil denne udledning formentlig finde sted de kommende årtier, uanset om der etableret et CCS-anlæg eller ej.

CCS baseret på biomasse (BECCS) spås en stor rolle i flere af de globale scenarier, der begrænser den globale temperaturstigning til 1,5 grader.¹⁴⁸ Økonomien i biomassekraftvarme vil i de kommende år blive udfordret af billig vindkraft, varmepumper og overskudsvarme, hvilket gør, at det næppe vil være rentabelt at etablere nye anlæg. En ekstra indtægtskilde fra at levere CO₂ til lagring kan potentielt ændre denne konklusion. Samtidig er der en betydelig udfordring med at sikre, at den leverede biomasse reelt er bæredygtig, både i relation til at opretholde skovens kulstoflager og i relation til andre hensyn som fx biodiversitet. Det taler for stor varsomhed med at udbrede BECCS i stor stil.

Der er andre og potentielt simple veje til kulstofbinding fra biomasse, særligt med øje for, at det i fremtidens energisystem vil være brændsler og ikke el og varme, der er højværdiprodukter. I afsnit 5.5 beskrives pyrolyseteknologien, der måske bliver mere interessant end BECCS.

Indfangning af CO₂ fra luften

Mens ovenstående kilder til kulstof fra CO₂ er begrænsede og visse af dem må formodes at blive reduceret i kraft af den grønne omstilling, er der i praksis et uendeligt potentiale for indfangning af CO₂ fra luften. Dette kaldes på engelsk *direct air capture*. Ligesom BECCS vil CO₂-fangst fra luften være i stand til at reducere CO₂-indholdet i luften, hvis CO₂'en lagres i undergrunden, men bæredygtighedsudfordringerne er mindre, da teknologien ikke baserer sig på brug af biomasse.

CO₂-fangst fra luften vil dog være en dyrere løsning, da det er sværere at indfange CO₂ fra luften, fordi koncentrationen af CO₂ her er langt lavere end den er i punktkilder som fx skorstene på affaldsforbrændingsanlæg. Derfor bør fokus i første omgang rette sig mod punktkilderne som beskrevet ovenfor, selvom CO₂-fangst fra luften kan være en vigtig vej til store negative udledninger på den længere bane. Udvikling af CCS til punktkilder vil desuden bidrage til den teknologiske udvikling, der gør, at også CO₂ fra luften på sigt kan indfanges og lagres.

Tabel 5.1 opsummerer diskussionen af de forskellige kilder.

Tabel 5.1 Oversigt over CO₂-kilder til brug for CCS

CO ₂ -kilder	Potentiale før 2030	CO ₂ -koncentration	Driftstid	Bemærkninger
Biogasanlæg	1,2 mio. ton CO ₂	Høj	Høj	Mange små punktkilder
Affaldsforbrænding (fossil + biogen)	1,1 mio. ton CO ₂	Medium	Høj	Restlevetid af anlæg kan være lav
Industri (cement, raffinaderier)	1,2 mio. ton CO ₂	Medium	Høj	Andre tiltag kan reducere potentialet
Biomassebaseret kraftvarme	1,0 mio. ton CO ₂	Medium	Medium	Restlevetid af anlæg kan være lav
Luft (direct air capture)	0 mio. ton CO ₂	Lav	Høj	Dyrt pga. lav koncentration

Anm. 1: Kilderne er sorteret efter formodet pris med billigste kilde øverst.

Anm. 2: Potentialet før 2030 er opgjort som Klimarådets vurdering af, hvad der kan realiseres før 2030 ud af det samlede potentiale, som beskrevet i teksten.

Kilde: Klimarådets vurderinger.

Politisk strategi skal sætte gang i udviklingen af CCS i Danmark

Klimarådet anbefaler, at der udarbejdes en CCS-strategi for Danmark, hvor alle relevante punktkilder vurderes, og hvor der identificeres mulige steder på land og på havet, hvor CO₂ kan injiceres i undergrunden. De første anlæg kan i bedste fald etableres allerede inden 2025. Mulighederne for etablering af et CO₂-net, der kan opsamle CO₂ fra mindre punktkilder som biogasanlæg, bør undersøges som en del af sådan en strategi. Der bør tages politisk stilling til, hvem der kan etablere og drive en sådan CO₂-infrastruktur og CO₂-lagre og under hvilken regulering. Endelig bør der arbejdes for en national kompensationsordning for fangst og deponi af ikke-fossil CO₂, hvor betalingen modsvarer den generelle drivhusgasafgift.

CCS er særligt relevant for Danmark. GEUS estimerer, at den danske undergrund har potentiale til at lagre over 22 mia. ton CO₂ svarende til ca. 500 år med de nuværende danske udledninger. Heraf vil over 13 mia. tons kunne lagres i formationer under land og 9 mia. ton under havbunden. Boringer på land forventes at være væsentligt billigere at etablere end boringer på havet.¹⁴⁹ Givet Danmarks store potentiale for lagring i undergrunden bør en dansk CCS-strategi også se på, hvorvidt Danmark kan hjælpe vores nabolande med at deponere CO₂ ved at tilbyde lagring i den danske undergrund til lande, der ikke har tilsvarende potentialer.

I Norge forventes *CCS-fullskalaprojektet* at gå i drift i 2024,¹⁵⁰ og det bør undersøges, hvorvidt Danmark vil kunne deponere CO₂ i dette lager, hvis det skulle vise sig attraktivt, eller hvis etableringen af danske lagre forsinkes.

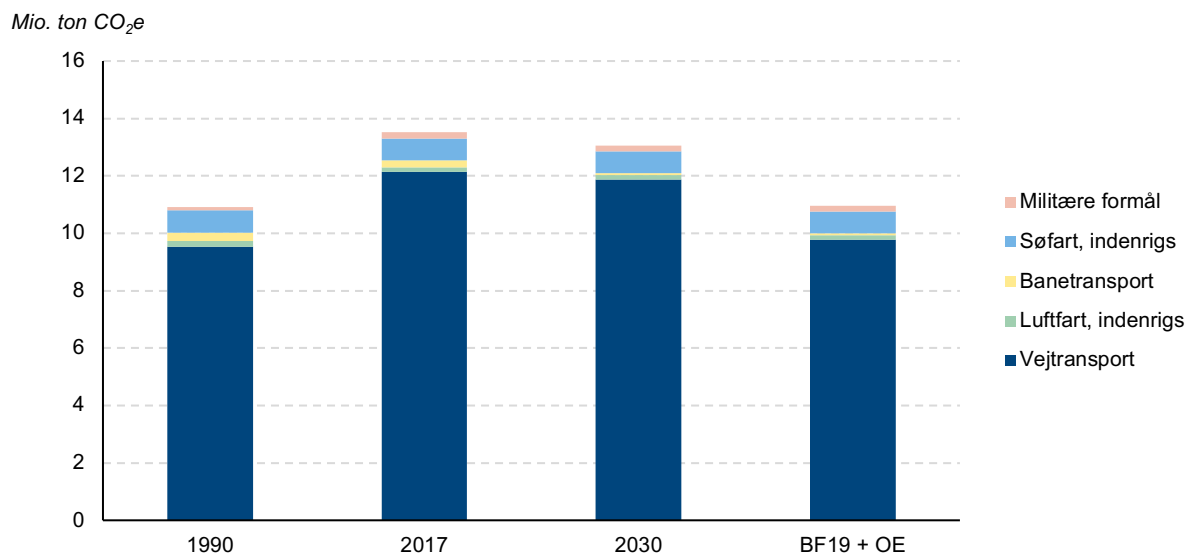
5.3 Vejtransportens muligheder for yderligere reduktioner

Transportens udledninger vil ikke være reduceret markant i 2030 selv med omstillingselementerne fra implementeringssporet. Dette spor reducerer kun udledningerne med ca. 2,3 mio. ton CO₂; fra en forventet udledning i 2030 i basisfremskrivningen på ca. 13,1 mio. ton CO₂ til ca. 10,8 mio. ton CO₂. Til sammenligning var udledningerne fra transporten i 1990 10,9 mio. ton CO₂e, som det ses af figur 5.3.

Når transportens udledninger stadig er relativt høje i 2030, skyldes det hovedsageligt en forventning om, at der i 2030 bliver kørt markant flere kilometer end i dag. Denne forventning bunder i, at der historisk set har været en klar sammenhæng mellem antal transporterede kilometer og økonomisk vækst: Jo rigere vi bliver, jo mere transporterer vi os selv til fx fritidsaktiviteter, og jo flere varer og materialer skal flyttes for at dække vores øgede

forbrug. Denne transport kan ske med en bred vifte af transportmidler, men meget tyder på, at det øgede transportarbejde især bliver dækket af biler.¹⁵¹ I Energistyrelsens basisfremskrivning antages antallet af personkilometer at stige med ca. 2 pct. om året fra 2020 til 2030, hvilket betyder, at der bliver behov for ca. 3,3 mio. personbiler i 2030 sammenlignet med ca. 2,7 mio. biler i 2020. Så selv med 1 mio. elbiler, som forudsat i implementeringssporet, vil elbiler kun dække ca. 33 pct. af antallet af biler, og antallet af diesel- og benzinbiler i 2030 vil kun være ca. 15 pct. lavere end i dag.

Ud over omstillingselementernes reduktionspotentialer vil der også være en effekt af drivhusgasafgiften, som beskrevet i kapitel 4.1, i transportsektoren. Afgiften vil føre til en højere benzin- og dieselpriis, som vil reducere salget af benzin og diesel i Danmark. Hvis afgiften fx er 1.500 kr. pr. ton CO₂, så stiger prisen på benzin og diesel med ca. 30-40 pct., hvilket med gængse bud på den langsigtede priselastisitet potentielt vil få forbruget fra personbiler til at falde med ca. 5-10 pct. Derudover vil der være stigende grænsehandel, så samlet set vil mængden af brændstof solgt i Danmark falde med 15-25 pct., hvis man benytter Skatteministeriets tal for effekten af prisstigninger.¹⁵² Tages der udgangspunkt i det lave skøn på 15 pct. fald i brændstofsalg i Danmark, fås en reduktion på ca. 0,7 mio. ton CO₂. Dette er dog et meget groft skøn, da effektvurderingen bygger på tal fra 90'erne og start 00'erne, og derfor kan effekten meget vel blive noget anderledes. Den beregnede effekt skal også ses i lyset af, at det i øjeblikket diskuteres, om hele systemet for afgifter på personbiler skal ændres markant. Derudover afhænger effekten af nabolandenes benzin- og dieselafigter, som ser ud til også at blive hævet frem mod 2030.¹⁵³ Effekten på de 0,7 mio. ton CO₂ er ikke medtaget i figur 5.3, men er inkluderet i tabellerne 5.3 og 5.5.



Figur 5.3 Udledningerne i transportsektoren i basisfremskrivningen

Anm.: Kategorien *BF19+OE* angiver udledningerne i basisfremskrivningen i 2030 fratrukket reduktionerne i implementeringssporet.

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019* og Klimarådet.

Dette afsnit har fokus på vejtransporten i personbiler, da udledningen fra denne del af transporten er langt den største. Men der er ligeledes mulighed for at opnå yderligere reduktioner med tiltag rettet mod den tunge transport. Disse beskrives kort sidst i afsnittet.

CO₂-udledningen fra transportsektoren kan reduceres på flere forskellige måder

Generelt er der fem forskellige metoder til at reducere udledningerne i transportsektoren:

1. **Skift til CO₂-neutrale drivmidler:** Dette kan ske ved at skifte fra benzinbiler til elbiler eller ved at blande flydende, CO₂-neutrale brændstoffer som fx biobrændstoffer i benzin og diesel.

2. **Højere energieffektivitet:** Dette kan ske ved at vælge benzin- eller dieslbiler, der bruger mindre brændstof pr. kørt km.
3. **Skift til andet transportmiddel:** Dette kan være et skifte fra bil til kollektiv transport eller cykel, hvor udledningerne er lavere.
4. **Flere personer i hvert køretøj:** Dette kan ske ved at køre flere i samme bil i stedet for kun at have én person i hver sin bil.
5. **Færre transporterede km:** For alle drivmidler, der udleder CO₂, vil færre kørte kilometer føre til færre CO₂-udledninger. Et eksempel er, hvis en person kan arbejde hjemme i stedet for at transportere sig på arbejde.

Tilsammen beskriver de fem elementer transportens CO₂-udledninger, som det er vist i boks 5.2. I kapitel 3 er der hovedsageligt fokus på at skifte til CO₂-neutrale drivmidler til personbiler, varebiler, busser og lastbiler. Omstillingselementerne i kapitel 3 indebærer, at salget af elbiler vil stige markant og fra 2030 vil alle solgte biler være nulemissionskøretøjer som fx elbiler. Det samme gør sig gældende for varebiler, hvor salget af nye varebiler kommer op på 100 pct. nulemissionskøretøjer i 2030. I kapitel 3's scenarie er nysalget af busser allerede fra 2023 100 pct. CO₂-neutrale busser, mens en væsentlig del af nysalget af lastbilerne bliver CO₂-neutrale i 2030 i implementeringssporet.

Samlet set er der altså tale om en relativ stor omstilling, for så vidt angår *nye* transportmidler i 2030, som dog først vil slå fuldt igennem i transportens CO₂-udledninger efter 2030. Udfordringen frem mod 2030 er derfor, at alle de personbiler og varebiler, der bliver solgt allerede i år og de kommende år, har så lang gennemsnitlig levetid, at langt de fleste også vil være på vejene i 2030.

Boks 5.2: Vejtransportens udledninger sat på formel

CO₂-udledningerne fra vejtransporten kan beskrives ved følgende ligning

$$CO_2 = \sum_{i,d} = (CO_2/MJ)_d * (MJ/køretøjskm)_i * \frac{personkm_i}{personer\ pr.\ køretøjskm_i}$$

Hvor *i* referer til de forskellige typer af køretøjer, fx biler, cykel, busser, og *d* refererer til de forskellige typer drivmidler, som fx diesel, benzin, el eller andet. Ligningen betyder, at for en given type køretøj, der benytter et givent drivmiddel, så afhænger udledningerne af, hvor meget CO₂ der udledes pr. forbrugt energienhed (CO₂/MJ), energieffektiviteten af køretøjet (MJ/køretøjskm), hvor mange personer der skal transporteres en bestemt distance (personkilometer) og hvor mange personer, der sidder i hvert køretøj af den pågældende type (personer pr. køretøjskm, også kaldet belægningsgraden).

CO₂-neutrale drivmidler er den langsigtede løsning

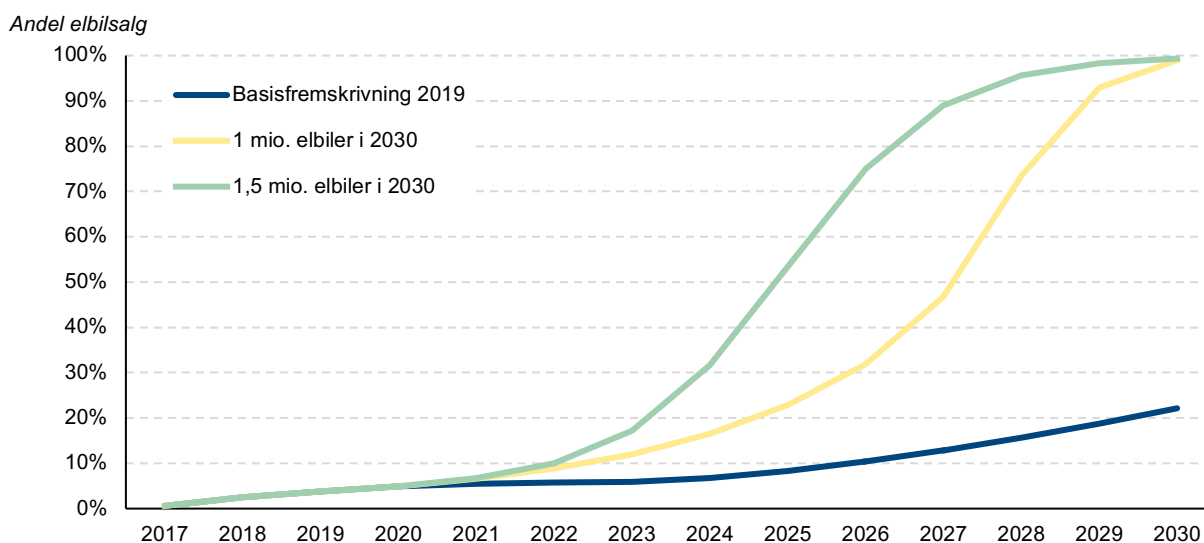
I 2050 skal stort set al transport foregå via CO₂-neutrale drivmidler, for at Danmark kan blive klimaneutralt. Og derfor vil alle transportmidler på et tidspunkt skulle skifte til CO₂-neutrale drivmidler. Med et stop for salg af benzin- og dieslbiler i 2030, som Klimarådet anbefaler i afsnit 4.5, vil der i 2050 kun være et ubetydeligt antal personbiler, der ikke drives af et CO₂-neutralt drivmiddel. Skal udledningerne reduceres yderligere inden 2030, og skal det ske med 2050 for øje, er det oplagt at forsøge at indfase de CO₂-neutrale drivmidler hurtigere, end kapitel

3 lægger op til. Spørgsmålet er, hvor hurtigt salget af elbiler kan skaleres op, og om der kan benyttes andre drivmidler i de eksisterende benzin- og dieslbiler.

En mulighed for omstilling af vejtransporten er via biobrændstoffer og brændstoffer lavet via el, også kaldet elektrofuels, som kan benyttes i eksisterende biler. Elektrofuels er beskrevet i de foregående afsnit 5.2 og ser ud til kun i begrænset omfang at kunne bidrage til at reducere udledningerne i transporten, hvis det skal ske samfundsøkonomisk fornuftigt. Biobrændstoffer bruges allerede i relativ stor grad i dag på grund af det nuværende iblandingskrav. Klimarådet har dog tidligere beskrevet, hvordan 1.-generationsbiobrændstoffer ikke er en langsigtet løsning, og nogle biobrændstoffer er ligefrem værre for klimaet end fossile brændstoffer, når det ses i et globalt perspektiv.¹⁵ Flydende 2.-generationsbiobrændstoffer lavet på affald kan bruges til at reducere udledningerne i transporten, men på grund af de begrænsede mængder er der ikke meget, der tyder på, at disse vil spille en markant rolle i transporten med undtagelse af måske den tunge transport eller luftfarten. Klimarådet har derfor valgt at se bort fra flydende biobrændstoffer som et væsentligt omstillingsselement. Det betyder dog ikke, man slet ikke skal benytte biobrændstoffer, såfremt der kan findes reelle restprodukter, der kan benyttes til biobrændstofproduktion.

Hver gang der bliver solgt en elbil i dag, frem for en fossilbil, bidrager det til reduktioner i 2030 og er i høj grad et skridt på vejen til målet om klimaneutralitet. Spørgsmålet er, om antallet af fossilbiler i 2030 kan reduceres yderligere ved at indfase flere elbiler end den ene mio. elbiler, som er scenariet i implementeringssporet. Det er vanskeligt at forudsige, hvor meget og hvor hurtigt prisen på elbiler udvikler sig i de kommende år, hvor bilproducenterne satser massivt på elbilerne. Derfor er det også svært at vurdere, hvor mange elbiler der kan indfases inden 2030, uden at de samfundsøkonomiske omkostninger bliver meget høje. Nogle aktører taler for, at 1 mio. elbiler er for lidt, og at der er behov for op mod 1,5 mio. elbiler for at reducere antallet af diesel- og benzinbiler tilstrækkeligt til, at 70-procentsmålet kan nås i 2030.¹⁵⁴

Jo flere elbiler vi satser på at nå i 2030, jo tidligere skal elbiler udgøre størstedelen af det årlige bilsalg. Figur 5.4 viser forskellige forløb for, hvordan andelen af salget i elbiler, både rene elbiler og opladningshybrider, potentielt kan udvikle sig i løbet af 2020'erne. Den blå linje indikerer forventninger i Energistyrelsens *Basisfremskrivning 2019*. De øvrige to linjer illustrerer scenarier, som begge når 100 pct. elbilsalg i 2030, men hvor det gule og det grønne forløb resulterer i henholdsvis ca. 1 mio. og ca. 1,5 mio. elbiler i 2030. Forskellene i forløbene illustrerer, hvor hurtigt salget af elbiler skal indfases, hvis man vil nå 1,5 mio. elbiler i 2030. Der er selvfølgelig forskellige indfasningsforløb, der kan føre til 1,5 mio. elbiler, og scenariet skal opfattes som illustrativt. I det grønne forløb vil salget af elbiler allerede være oppe på ca. halvdelen af bilsalget omkring 2025. Dette kan sammenholdes med, at salget af elbiler i 2025 udgør ca. 25 pct. i forløbet med 1 mio. elbiler og 8 pct. i basisfremskrivningen. I 2019 blev der solgt ca. 4 pct. rene elbiler og opladningshybridbiler.¹⁵⁵



Figur 5.4 Forskellige scenarier for salg af elbiler

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019* og Klimarådet.

I tabel 5.2 er de tre scenarier fra figur 5.4 sammenlignet. Lykkes det at få ca. 1,5 mio. elbiler i 2030, vil reduktionen af CO₂ være ca. 2,2 mio. ton CO₂ svarende til yderligere 0,8 mio. ton CO₂ end potentialet ved 1 mio. elbiler.

Tabel 5.2 Effekten af forskellige scenarier for salg af elbiler

Scenarie	Reduktion i mio. ton CO ₂ ift. BF2019	Antal elbiler i 2030	Antal fossilbiler i 2030	Andel elbilsalg i 2025
Basisfremskrivningen	0	Ca. 300.000	Ca. 3 mio.	8 pct.
1 mio. elbiler i 2030	1,4	Ca. 1.000.000	Ca. 2,3 mio.	23 pct.
1,5 mio. elbiler i 2030	2,2	Ca. 1.500.000	Ca. 1,8 mio.	53 pct.

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019* og Klimarådet.

Højere energieffektivitet kan være et dyrt omstillingselement

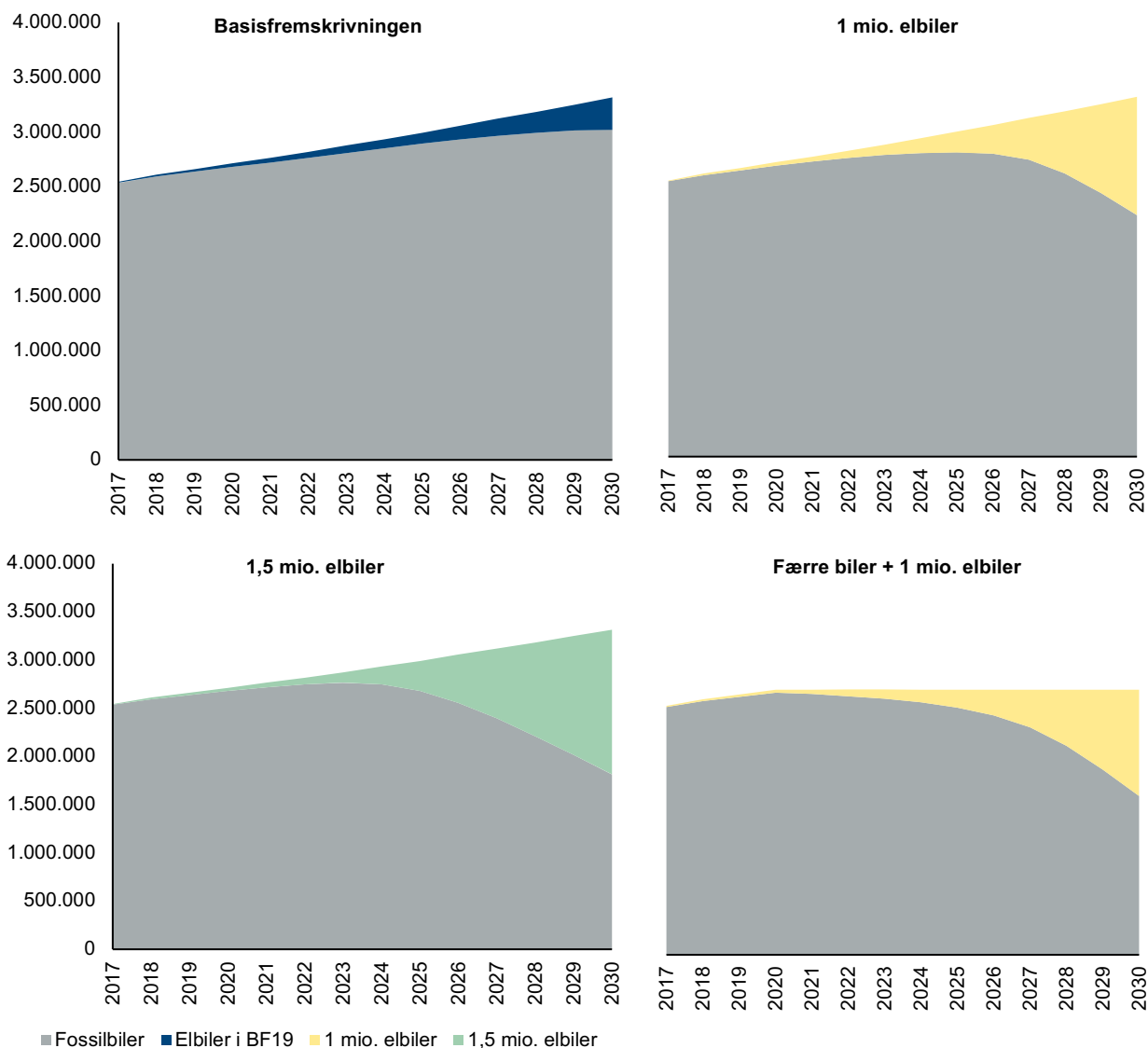
Basisfremskrivningen forventer en stigende energieffektivitet for benzin- og dieslbiler. Det gør den, fordi EU-regler pålægger bilfabrikanterne, at CO₂-udledningerne pr. km fra solgte biler skal reduceres med 37,5 pct. i 2030 i forhold til 2021. Dette krav kan opfyldes både ved at sælge flere elbiler og ved at reducere energiforbruget pr. kørt km i benzin- og dieslbiler. Noget tyder dog på, at det vil være samfundsøkonomisk dyrt at øge rabatten for energieffektive biler, da der i dag allerede er virkemidler, som søger at fremme dette, ligesom tiltaget ikke bidrager til målet om klimaneutralitet på lang sigt.^{9, 156}

Forskellige tilgange kan bidrage til at reducere antallet af bilkilometer

Der er et markant potentiale for CO₂-reduktioner, hvis der køres mindre i bil. Der er dog væsentlige usikkerheder i forhold til at afklare, hvor stort reduktionspotentialet er. Herunder opstilles et scenarie, hvor antal kørte kilometer for den samlede bilpark fastholdes på det forventede niveau i 2020. Dette vil føre til en reduktion svarende til, at antallet af benzin- og dieslbiler falder med ca. 40 pct. i 2030 i forhold til 2020. Dette giver en reduktion på ca. 0,8 mio. ton CO₂ ud over reduktionen, der kommer fra effekten af drivhusgasafgiften på ca. 0,7 mio. ton CO₂. Lægges

de to effekter sammen, opnås en samlet reduktion fra færre kilometer kørt i benzin- og dieslbiler på 1,5 mio. ton CO₂ i forhold til basisfremskrivningen.

Figur 5.5 viser effekten af scenariet og sammenligner med henholdsvis basisfremskrivningen og scenarier med henholdsvis 1 mio. og 1,5 mio. elbiler i 2030.



Figur 5.5 Fire forskellige forløb for udviklingen i bilparken

Anm.: Farverne i figuren svarer til elbilsalgsandelene i figur 5.4.

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019* og Klimarådet.

Der skal yderlige politiske virkemidler til for at realisere potentialerne

Politiske virkemidler spiller en central rolle, hvis CO₂-reduktionspotentialerne beskrevet ovenfor skal realiseres. Den forhøjede drivhusgasafgift, der anbefales i afsnit 4.1, vil have en effekt på både omstillingen til elbiler og på reduktionen i antal kørte kilometer. Det er usikkert, om dette, sammen med udbygningen af ladeinfrastrukturen og de øvrige anbefalinger i afsnit 4.5 om elbiler, vil være tilstrækkeligt til at opnå 1 mio. elbiler, for slet ikke at tale om

1,5 mio. elbiler. Hvis disse virkemidler ikke er nok til at indfri CO₂-reduktionspotentialerne, kan der være behov for yderligere tiltag.

Elbiler

For elbilerne handler det i høj grad om at opskalere de tiltag, der beskrives i afsnit 4.5. Fx kan tilskuddet til elbiler øges i størrelse eller gives til flere biler. Det handler i bund og grund om at gøre det mere attraktivt både økonomisk og praktisk at købe en elbil. Jo hurtigere indfasningen af elbiler skal ske, jo større incitament er der brug for.

Det er vanskeligt at forudsige, præcist hvor stort tilskuddet eller en anden form for tilskyndelse til køb af elbil skal være for at nå 1,5 mio. elbiler. Det afhænger ikke alene af afgifts- og tilskudsstrukturen, men i høj grad også af, hvordan prisudviklingen inden for elbiler og batterier går. Denne rapport tager udgangspunkt i Energistyrelsens forventninger til prisudviklingen, som fører til relativt lave forventninger til salget af elbiler i 2030. Med de forventninger vil det kræve meget stærke incitament at få 1,5 mio. elbiler på vejene inden 2030. Andre fremskrivninger viser dog et højere salg af elbiler i fremtiden.¹⁵⁷

Hvis teknologien udvikler sig hurtigere end forventet, så elbiler tidligere bliver konkurrencedygtige med fossilbiler, vil der kunne opnås et langt større antal elbiler med de samme økonomiske virkemidler. Men hvis udviklingen frem mod 2030 viser, at der er behov for yderligere incitament, kan det være nødvendigt at skrue op for registrerings- eller ejerafgifterne for de fossile biler for at gøre elbilerne relativt mere attraktive, selvom det sandsynligvis er et dyrt virkemiddel.¹⁵⁸

Færre korte bilkilometer

De tre måder, antallet af bilkilometer kan reduceres på, kan opnås med forskellige virkemidler. Men det er ikke alle virkemidlerne, der nødvendigvis er omkostningseffektive metoder til at reducere CO₂-udledningen. Fx vil en generel reduktion af mobiliteten i samfundet føre til færre personkilometer, men mobilitetshæmmende tiltag kan være dyre, fordi der allerede er høje afgifter på biltransport. Mobilitet har markante samfundsøkonomiske fordele, da det sikrer, at virksomheder har den nødvendige arbejdskraft, og fordi varer kan transporteres med lave omkostninger til gavn for konkurrenceevne og forbrugsmuligheder. Derfor vil det være dyrt at lægge et loft over antallet af biler eller lave en meget høj generel kørselsafgift.¹⁵⁹ En afgift, der er rettet mod begrænsning af bestemte eksternaliteter, som fx en CO₂-afgift eller en trængselsafgift, vil som udgangspunkt også begrænse antallet af kørte kilometer. Men denne type reduktion vil ske målrettet der, hvor udledningerne og trængslen er størst, og dermed er det en omkostningseffektiv måde at reducere den pågældende eksternalitet.¹⁶⁰ En vejbenyttelsesafgift, der afhænger af tid og sted, vil derfor være en god måde at løse problemerne med trængsel, og dette vil samtidig også reducere CO₂-udledningerne.¹⁶¹

Det betyder dog ikke nødvendigvis, at det er dyrt at lave virkemidler, som kan få folk til at skifte væk fra biler eller øge antallet af personer i hver bil. Fx kan samkørsel tilskyndes ved at lave skatteregler, der gør det fordelagtigt at stille sin kørsel til rådighed for andre i fx samkørselsapps, eller der kan laves fordelagtige trafik- eller parkeringsregler for biler med flere personer. Skift til andre transportmidler kan tilskyndes ved, at der gives offentlig støtte til delebilsordninger eller mobilitet-som-service-koncepter, så det bliver nemmere ikke at eje sin egen bil. Forbedringer i den offentlige transport kan være en anden mulighed. På længere sigt kan det også være relevant at gøre lovgivning, infrastruktur og trafikanter klar til selvkørende biler, som i fremtiden kan spille en stor rolle i transportsektoren.

Noget tyder dog på, at det kan være svært og/eller dyrt at få folk til at fravælge bilerne. Modelberegninger viser, at hvis man fremmer den kollektive transport, er størstedelen af de nye passagerer ikke bilister, men gående, cyklister, bilpassagerer og nye rejser, som ikke reducerer bilkørslen.¹⁶² Tilsvarende er erfaringerne fra forskellige initiativer til øget samkørsel, at der på udvalgte områder er et potentiale, men at dette potentiel er meget begrænset i forhold til at reducere det samlede kørselsomfang. Tendensen går også den forkerte vej, da antallet af personer pr. køretøj falder i takt med, at vi får flere biler.¹⁶³

Yderlige virkemidler kan reducere godstransportens udledninger

I kapitel 3 beskrives en omstilling af både varebiler og lastbiler. Reduktionspotentialet for især lastbiler er beskedent, selvom andelen af CO₂-neutrale lastbiler i nysalget vurderes at kunne blive meget højt – især for de

mindre lastbiler. Højere afgifter på diesel vil dog hjælpe markant på at indfri disse potentialer. Afgiften vil også påvirke, hvor mange kilometer der køres i lastbilerne, hvilket vil have en CO₂-reducerende effekt. Der er ikke regnet på effekten af denne afgiftsstigning.

Spørgsmålet er, om der kan opnås yderligere CO₂-reduktioner ved at indfase CO₂-neutrale lastbiler hurtigere. I Ea Energianalyses rapport for Dansk Industri vurderes ellastbiler at være en samfundsøkonomisk gevinst, og hvis det er tilfældet, kan der være grund til at tilskynde til flere CO₂-neutrale lastbiler. På den måde kan lastbilerne bidrage yderligere til opfyldelsen af 70-procentsmålet i 2030. Ved en hurtigere indfasning af CO₂-neutrale lastbiler kan udledningerne fra den tunge transport reduceres med ca. 0,4 mio. ton CO₂, hvilket er 0,2 mio. ton CO₂ mere end beregnet i kapitel 3. På Klimarådets hjemmeside kan man finde et baggrundsnotat om transportsektoren, der beskriver udregningerne bag potentialet.

Lastbiler under 40 ton kører i langt overvejende grad kortere ture på under 200 kilometer.¹⁶⁴ En markant del af disse ture udgøres af distribution af varer til butikker og virksomheder i byerne. For at fremskynde salget af CO₂-neutrale lastbiler kan man indføre strengere krav til udledningerne i særlige miljøzoner i byerne. Her kan det fx vedtages, at der fra et bestemt år kun må køre CO₂-neutrale eller nulemissionslastbiler ind i byerne. Samtidig kan der måske gives tilladelse til, at disse lastbiler kan køre uden for myldretidstrafikken, hvis lastbilerne er tilpas støjsvage til, at der ikke opstår alvorlige støjgener. Et forbud mod at køre ind i de store byer fra fx år 2030 vil allerede få en effekt, når det annonceres, da mindre lastbiler gennemsnit lever 10-13 år og større lastbiler lever en del kortere, fordi de udnyttes meget intensivt på ofte lange ture.¹⁶⁵ Lastbilkøbere vil derfor tage de fremtidige krav med i beslutningsprocessen, når der skal investeres i en ny lastbil.

Ud over omstillingen til CO₂-neutrale lastbiler er der også en række andre muligheder for at reducere udledningerne fra godstransporten. I store træk er mulighederne parallelle med mulighederne i persontransporten, som beskrevet i boks 5.2, nemlig:

- Øget energieffektivitet
- Andre transportmidler som fx bane eller søfart
- Færre kørte kilometer via forbedret logistik og lignende

Der er ikke vurderet et potentiale for disse tiltag, men de bidrager dog til at øge sandsynligheden for, at der kan realiseres yderligere reduktioner i den tunge transport.

Tabel 5.3 Oversigt over omstillingselementer i vejtransporten

Tabel 5.3 oplister de udvalgte omstillingselementer i vejtransporten.

Omstillingselement	Reduktionspotentiale
Flere elbiler (1,5 mio. i 2030)	0,8 mio. ton CO ₂
Effekt af drivhusgasafgift på antal kørte km	0,7 mio. ton CO ₂
Yderligere reduktion af antal kørte kilometer	0,8 mio. ton CO ₂
Yderligere reduktioner fra den tunge transport	0,2 mio. ton CO ₂

Anm. 1: Der er ikke taget højde for et overlap mellem et omstillingselement, der består af flere elbiler, og de to scenarier for færre kørte bilkilometer.

Anm. 2: Reduktionspotentialet i tredje række angiver, hvor meget yderligere drivhusgasudledningen kan reduceres i forhold til effekten af drivhusgasafgiften. Der er dermed ikke noget overlap mellem disse to omstillingselementer.

Kilde: Klimarådet.

5.4 Ændrede fødevaner og nye produktionsmåder i landbruget

Som omtalt i kapitel 2, er det Klimarådets opfattelse, at fremtidens fødevarer i langt højere grad end i dag skal være plante- og/eller laboratoriebaserede for at kunne brødføde en stigende verdensbefolkning. Produktion af oksekød udleder op til 50 gange mere CO₂e pr. gram protein end fx bælgfrugter. For ikke-drøvtyggende dyr som fx grise er udledningerne ca. ti gange større pr. gram protein end ved produktion af bælgfrugter.¹⁶⁶ Et studie viser, at hvis verdens befolkning skal have nærende og tilstrækkelig mad, samtidig med at maden produceres på bæredygtig vis, så skal forbruget af rødt kød fra fx kvæg reduceres med 50 pct.¹⁶⁷ Udviklingen af en plantebaseret fødevarerproduktion i Danmark vil derfor være et vigtigt element i indsatsen for at nedbringe udledningerne af drivhusgasser forbundet med vores fødevarerproduktion. Denne udvikling skal ske parallelt med en optimering af de eksisterende produktionsformer, hvor klima- og miljøbelastningen nedbringes, eksempelvis gennem udvikling af miljøteknologi, alternative foderkilder og avl.

Ændrede madvaner, nye teknologier og bedre produktion skal indgå i omstillingen

I praksis vil indsatsen for at omstille fødevarerproduktionen og nedsætte drivhusgasudledningerne kunne opdeles i tre kategorier:

- Ændrede madvaner
- Udvikling af nye teknologier og produkter
- Optimering af eksisterende produktionsformer

Det er helt centralt, at vi skal ændre vores madvaner. Det kan både bidrage til at nedbringe udledningerne forbundet med det danske fødevarerforbrug her og nu, og på sigt kan det skabe et hjemmemarked med solid efterspørgsel efter plantebaserede produkter. Ændrede madvaner kan både handle om at spise mere plantebaseret kost og reducere madspild, og om at acceptere plantebaserede alternativer eller nye typer fødevarer. Madvaner kan være svære at ændre, da de er forbundet med kultur og traditioner. Men der spores en vilje til at flytte sig. En stadig større andel af danskerne ser positivt på en sådan omlægning, og tendensen ses også i andre europæiske lande som fx Tyskland. Efterspørgslen efter plantebaserede fødevarer er da også steget blandt danske forbrugere de senere år, især blandt unge mennesker, hvor hver tredje i aldersgruppen 15-34 år udelader kød mindst én dag om ugen ifølge en analyse fra Coop.¹⁶⁸ Der er altså allerede under de nuværende produktionsformer mulighed for at reducere fødevarerforbrugets klimabelastning gennem tilskyndelse til øgede adfærdsændringer.

På længere sigt skal hovedparten af verdens fødevarerproduktion og –forbrug være langt mere klima- og ressourceeffektivt. Det kræver omstilling og sandsynligvis udvikling af nye produkter og nye teknologier. I øjeblikket arbejdes der meget i udlandet og i Danmark på produktion af plantebaserede efterligninger af kød og mælkeprodukter. Der findes allerede adskillige erstatninger i supermarkederne, fx plantebaseret hakket 'kød', der gradvist nærmer sig deres animalske modstykker i kvalitet og pris. Desuden forsøkes der i produktion af kød og mælk ved dyrkning af dyrevæv og mælkekirtelceller, så man dermed springer dyret helt over i produktionskæden. Det er dog stadig usikkert, om sidstnævnte vil få et betydeligt markedspotentiale inden 2030. Dertil kommer mulighederne for at udvikle alternative og mere bæredygtige proteinkilder til dyrefoder, ved eksempelvis bioraffinering af græs og andre planter, så ressourceforbruget i den animalske produktion mindskes.

Der er også potentialer i at udvikle nye dyrkningspraksisser. Her kan den nyeste teknologi og viden bruges til eksempelvis at eliminere eller minimere udslip af drivhusgasser til det åbne miljø eller maksimere kulstofoptag og lagring. Bioraffinering har eksempelvis potentiale til at ændre, hvilke planter der dyrkes, og hvad man bruger dem til. Det kunne være græs, der bearbejdes til at være spiseligt for andre dyr end drøvtyggere. Dette kan potentielt ændre på prioriteringen af dyrkningen af vores arealer, og om vi dyrker foder, fødevarer eller højværdiprodukter til kemikalie- og medicinalindustrien. Andre proteinkilder kan også blive benyttet som erstatning af soyaprotein, fx alger. Fælles for disse nye teknologier og nye produkter er, at de er på forsøgsstadiet og vil kræve en koordineret og vedholdende forsknings- og udviklingsindsats.

Udviklingen af ny teknologi til fremtidens fødevarerproduktion har lange udsigter, og forudsætter flere års fokuseret, massiv og strategisk koordineret indsats inden for forskning, udvikling og markedsmodning. Derfor vil der fortsat være behov for at videreudvikle eksisterende og nye teknologier, der knytter sig til dagens

produktionsformer. Det kan være nye dyrkningsmetoder eller nye fodertilsætningsstoffer, der mindsker dyrenes metanudledning, eller det kan være nye staldteknologier til at begrænse udledninger fra dyrenes gødning, samt fortsat optimering af produktiviteten pr. dyr gennem eksempelvis avl. Hertil kommer nye brændsler til traktorer og landbrugsmaskiner, som behandles i afsnit 5.5.

Omlægning af fødevarerproduktion og –forbrug kan give betydelige reduktioner inden 2030

I 2050 er dansk fødevarerproduktion og -forbrug nødt til at have gennemført en omlægning og have fulgt ét eller flere af de spor, der skitseres ovenfor. Ellers kan Danmark vanskeligt opfylde sit mål om klimaneutralitet, medmindre der gøres massivt brug af negative udledninger fra fx CCS fra biomasseanlæg, som beskrevet i afsnit 5.2, eller pyrolyse som beskrevet i afsnit 5.5. Biomasseanlæg kan dog ikke løse alle problemerne, og særligt ikke når man medregner de betydelige bæredygtighedsudfordringer, der er i storskalabrugen af biomasse. Derfor vil det være en god idé at tage fat på en omfattende omstilling af fødevarerproduktionen – allerede inden 2030. En tidlig indsats vil både stille dansk landbrug godt i konkurrencen på fremtidens marked for grønne fødevarer og samtidig bidrage til opfyldelsen af 70-procentsmålet.

Det er meget svært at beregne, hvad en omfattende omlægning af Danmarks fødevarerforbrug og –produktion vil betyde for de danske udledninger allerede i 2030. En øget dansk efterspørgsel efter mere plantebaseret kost betyder ikke automatisk en reduktion af den animalske produktion i Danmark, hvis danske bønder fortsat er konkurrencedygtige på det internationale marked for kød- og mælkeprodukter. Hvis der omvendt opstår en dansk konkurrencefordel på et internationalt marked for plantebaserede alternativer, kan det trække i retning af større plantebaseret produktion og mindre animalsk produktion i Danmark. Hvis vi trækker omstillingselementerne i kapitel 3 fra, er der fortsat en udledning på 12,8 mio. ton CO₂e i 2030 fra landbruget. Ud af disse vil ca. 1,5 mio. tons CO₂e være relateret til transport, hvilket giver en rest på 11,3 mio. ton CO₂e fra dyr og marker. Klimarådet vurderer som et groft skøn, at der er et potentiale for, at jordbrugssektoren vil kunne reducere sine samlede udledninger med yderligere 15-20 procentpoint, svarende til omkring 2 mio. ton i 2030. Det kan både ske ved en forskydning fra animalsk produktion til øget plantebaseret produktion, ved at den eksisterende produktion bliver mere klimavenlig og ved at plante mere skov.

Tabel 5.4 Effekten af ændrede fødevarer og yderligere tiltag i landbruget

Scenarie	Reduktion i 2030 ift. basisfremskrivningen
Ændrede fødevarer og ny teknologi i landbruget	2,0 mio. ton CO ₂ e

Kilde: Klimarådet.

En drivhusgasafgift på klimabelastende fødevarer samt forskning og udvikling er centrale virkemidler

Som fremhævet ovenfor skal vi både ændre fødevarer og omlægge landbrugsproduktionen, og selvom omstillingen så småt er på vej, er det nødvendigt at skubbe yderligere på.

En generel CO₂e-afgift på alle udledninger vil give et stærkt incitament til at omlægge produktionen og indføre nye teknologier i landbruget, men som omtalt i afsnit 4.1 kender vi endnu ikke udledningerne på bedriftsniveau, og derfor kan man på den korte bane indføre regulering i form af normer, tilskud eller simple afgifter på fx forbruget af kunstgødning.

For særligt at påvirke forbrugernes madvaner er det relevant først og fremmest at se på en afgift på særligt klimabelastende fødevarer. En sådan afgift kan være med til at reducere efterspørgslen efter blandt andet kød og mælkeprodukter og øge efterspørgslen på vegetabiliske produkter. Med et skøn på 13,9 kg CO₂e pr. kg oksekød¹⁶⁹ vil en afgift på 1.500 kr. pr. ton CO₂e, som indikeret i afsnit 4.1, føre til, at et halvt kg hakket oksekød vil koste 13 kr. mere, inkl. moms, end det gør i dag. En liter mælk ville stige ca. 2 kr. i pris. Det er meget væsentlige prisstigninger i

forhold til produkternes pris i dag, hvilket indikerer, at produkterne er meget miljøbelastende. Det skal dog understreges, at den model for en generel drivhusgasafgift, der præsenteres i afsnit 4.1, ikke nødvendigvis lægger op til så høje afgiftssatser, som nævnt her. Hvis kød og mælk kun har begrænsede lækagerater, bør afgifterne på forbruget være mindre, fordi noget af afgiften bør lægges på produktionssiden.

Også her kan den offentlige sektor gå foran og påvirke vores adfærd til at reducere oksekødsforbruget markant. Det kan bl.a. ske ved at have vegetariske menuer i alle offentlige køkkener og ved at gøre kød til et tilvalg frem for et udgangspunkt for måltidet. Det kan der læses mere om i afsnit 4.10.

Der argumenteres ofte for, at et ændret forbrug af kød og mælk i Danmark kun i ringe grad vil påvirke dansk produktion af animalske produkter, da vi importerer en stor del af vores fødevarer, og da fødevarerektoren producerer til et globalt marked. Når det gælder oksekød, er ca. 40 procent af vores forbrug dansk, for frisk mælk er det ca. 90 procent, og for mælkeprodukter som mælkeprotein, ost og smør mv. er tallet mellem 40 og 50 procent,¹⁷⁰ så en del af den danske produktion går trods alt til det danske marked. Desuden vil en større efterspørgsel efter plantebaserede fødevarer også give et signal til den danske fødevarerektor om at øge udbuddet af flere vegetabiliske produkter. Og endelig kan vi som grønne forbrugere være med til at reducere udledningerne i udlandet.

Men ændret forbrugeradfærd alene kan ikke drive den nødvendige, langsigtede omstilling af landbruget og fødevarerektoren. Landbruget kan også selv omlægge produktionen i en mere vegetabilisk retning, og der skal ikke mindst ske en massiv og strategisk indsats inden for forskning og udvikling af nye teknologier og produktionsformer, som beskrevet ovenfor. Danmark kan bidrage til at accelerere udviklingen inden for alternativer til animalsk produktion, men bevægelsen sker også i vores omverden. Så hvis Danmark skal være med til udvikle de nye teknologier og produkter, er det nødvendigt at få etableret en sammenhængende, strategisk ramme for indsatsen, få etableret partnerskaber og finde finansiering så hurtigt som muligt. Udviklingen og implementeringen af de nye teknologier er nødvendig for at bringe os helt til netto-nuludledninger senest i 2050 og samtidig fremtidssikre det danske fødevarerhverv.

5.5 Øvrige omstillingselementer i udviklingssporet

Ud over de omstillingselementer, der er beskrevet i de foregående afsnit, er der en række omstillingselementer, der også kan bidrage til indfrielsen af 70-procentsmålet. Klimarådet har indtil videre ikke adresseret udledningerne fra olie- og gasindvinding samt raffinaderierne, og hertil kommer udledninger fra maskiner i landbrug, skovbrug, fiskeriet og bygge- og anlægssektoren og fra indenrigsfly og -færger. For at reducere de resterende drivhusgasudledninger i disse sektorer kræves nye tiltag, som ikke har været afprøvet før i Danmark, men som forskellige aktører nævner som muligheder. Der foreligger dog ikke umiddelbart grundige studier af potentialerne, så derfor er der i dette afsnit tale om overordnede og usikre potentialevurderinger. Foruden reduktion af CO₂-udledningerne i de nævnte sektorer, ser dette afsnit også nærmere på muligheden for at etablere køreledninger på en del af motorvejsnettet, byggeri i træ, en øget udbygning med biogas end allerede inkluderet i kapitel 3, iblanding af brint i gasnettet og pyrolyse til biokoks og produktion af brændsler.

Elektrificering af boreplatforme er en billig måde at reducere CO₂-udledningerne på

Der anvendes i dag naturgas på de danske boreplatforme i Nordsøen til at drive blandt andet pumper og kompressorer. Som vist i figur 5.1 leder det forbrug til betydelig udledning af CO₂. I 2030 skønner basisfremskrivningen, at den samlede udledning fra Nordsø-platformene er på 1,0 mio. tons CO₂ per år i 2030.

Ved at etablere havvind i forbindelse med platformene kan vindkraft dække gasforbruget, når vinden blæser. Det skønnes groft, at cirka halvdelen af energiforbruget kan dækkes med dedikerede havvindmøller med en kapacitet på ca. 300 MW, der på grund af variationer i vinden i gennemsnit producerer 50 pct. af det maksimale. Det vil sige, at det samlede reduktionspotentiale estimeres til 0,5 mio. ton CO₂e i 2030.

Det vil dog være muligt at forøge potentialet yderligere, hvis havvindmølleparken alternativt dimensioneres i større skala, og der etableres et kabel til land enten direkte eller via en kommende energiø for havvind i Nordsøen. I dette tilfælde kan der trækkes strøm fra elnettet på land, når vinden løjer af, så hele platformens energiforbrug kan dækkes. Flere norske selskaber har planer om at elektrificere deres boreplatforme. Det sker dog typisk med strøm fra land.¹⁷¹

Det bør undersøges, om forsyningen potentielt kan kobles sammen med boreplatforme i den britiske og norske del af Nordsøen, der ligger relativt tæt på, og dermed danne grundlag for et egentligt offshorenæt. Et offshorenæt kan både have værdi, hvis man sammenkobler de nationale elnet, og det åbner for potentielle skalafordele ved etablering af havvindmølleparker, der kan forsyne flere platforme. Hertil kommer, at man med bevarelse af gasturbinerne kan tilføje pålidelig kapacitet til elnettet i en overgangsperiode.

Elektrificering af boreplatforme peger i sig selv ikke frem mod en fossilfri fremtid og indebærer en risiko for at produktionen opretholdes i længere tid, hvilket vil føre til et større udbud af olie og gas på verdensmarkedet. På trods af dette vurderes det alligevel, at det kan være en fornuftig overgangsløsning til at give reduktioner, så længe platformene alligevel er i drift. Derudover kan produktionen fra havvindmøllerne eksporteres til land, når boreplatformene en dag holder op med at producere.

CO₂-skyggeprisen for elektrificering af boreplatforme vurderes umiddelbart at være relativt lav, og den primære udfordring vurderes at være af regulatorisk karakter. Udfordringen ligger i, hvordan der skabes incitamenter til at gennemføre omstillingen, uden at man skaber et indirekte tilskud til fossil energiudvinding.

Klimarådet foreslår, at der lægges en strategi for elektrificering af de danske boreplatforme, der kan afklare de tekniske og økonomiske potentialer. Strategien skal herudover undersøge mulighederne for at skabe yderligere regulatoriske incitamenter ud over de nuværende omkostninger til køb af CO₂-kvoter, hvis det ikke er muligt at pålægge olie- og gasselskaberne den generelle drivhusgasafgift fx på grund af kontraktmæssige bindinger.

Billig brint er en forudsætning for flere af elementerne i udviklingssporet

De kommende fire tiltag i dette afsnit forudsætter, at brint kan produceres billigt. Det drejer sig om raffinaderier, brint i gasnettet, ammoniak og brint til færges og fly. Klimarådet peger på, at Danmark med fordel kan støtte udbredelsen af elektrolyseteknologi for at sikre billig brint i fremtiden. Herunder bør der ses nærmere på, om tariffer og afgifter står i vejen for samfundsøkonomisk fornuftig udnyttelse af elektrolyse. En oplagt model er at etablere såkaldte ilandføringszoner, hvor forbrug kan kobles direkte på den vedvarende energi uden at skulle betale nettatariffer og afgifter.¹⁷²

Der findes en række muligheder til at reducere udledningerne på danske raffinaderier

Danmarks to raffinaderier i Fredericia og Kalundborg raffinerer i dag råolie til blandt andet benzin og diesel, og forventes i alt at udlede ca. 1 mio. ton CO₂ i 2030. Når efterspørgslen på benzin og diesel falder, som følge af elektrificering af transporten, vil behovet for raffinering også falde. Hvorvidt det fører til et fald i produktionen på danske raffinaderier er uvist, da der i dag er et internationalt marked for raffinering, som de danske raffinaderier konkurrerer på.

Raffinaderierne har i dag en del egenproduktion af el på raffinaderigas. Denne gas kan nyttiggøres til andre formål, og raffinaderierne kan købe el produceret på vedvarende energi fra elnettet til en relativt lav CO₂-pris. Det vurderes, at langt størstedelen af de 1,4 PJ raffinaderigas, der anvendes af raffinaderierne til produktion af el og varme i basisfremskrivningen i 2030 kan erstattes af grøn strøm. Det svarer til 0,1 mio. tons CO₂ pr. år. Raffinaderigassen vil i stedet skulle omdannes til anvendelige brændsler eller gas.

Derudover anvender raffinaderierne en del brint for at få de ønskede produkter ud af raffineringsprocessen og fjerner blandt andet svovl. Denne brint produceres delvist på baggrund af fossile kulbrinter, der alternativt kunne omdannes til brændsler. På baggrund af dialog med Shell, der ejer raffinaderiet i Fredericia, vurderes det, at der vil kunne spares ca. 0,1 mio. ton CO₂ om året ved brug af grøn brint i raffinaderiet. Hvis det tilsvarende er muligt i Kalundborg, vil der kunne reduceres ca. 0,2 mio. ton CO₂ årligt. Anvendelse af ren brint vurderes at blive rentabelt, hvis der indføres en generel høj drivhusgasafgift som beskrevet i kapitel 4.

Hertil kommer et potentiale for at bruge større mængder brint i raffinaderiprocessen blandt andet til såkaldt hydrogenering af diesel, hvor energiindholdet af dieselen opgraderes ved tilsætning af brint. Dette kan potentielt øge energiindholdet med op mod 10 pct. Med et dieselforbrug efter øvrige omstillingselementer på ca. 80 PJ i 2030 og en antaget energiforøgelse på 5 pct. svarer det dermed til ca. 4 PJ. Hvis al diesel, der sælges i Danmark er hydrogeneret, kan det reducere udledningerne med 0,3 mio. tons CO₂. Dette vurderes umiddelbart som et temmelig dyrt tiltag, der først bør overvejes, når der er større klarhed om omkostningerne til elektrolyse og øvrige reduktionsmuligheder. En positiv sideeffekt ved hydrogeneret diesel er, at det fører til lavere partikeludledning, særligt fra motorer af ældre dato, hvilket var årsagen til at man indførte hydrogeneret diesel i første omgang i Sverige.

Det samlede potentiale for reduktion af udledningerne fra de danske raffinaderier vurderes således til 0,3 mio. ton CO₂ om året, og derudover kan hydrogenering af diesel bidrage til en yderligere reduktion af udledningerne i transportsektoren med 0,3 mio. ton CO₂ om året.

Brint iblandet gasnettet har begrænset potentiale

Ren brint kan også bruges til at blande i gasnettet. Energinet har de senere år lavet test af det danske gasnet for at se, om det kan holde til iblanding af op mod 15 pct. brint. Projektet har vist lovende resultater. Det skal dog bemærkes, at de 15 pct. er målt på volumen, og idet et givet volumen af brint har et energiindhold, der er ca. tre gange lavere end et tilsvarende volumen naturgas, svarer det alene til ca. 5 pct. målt på energiindhold. Med et samlet gasforbrug på 42 PJ i 2030 efter implementeringssporets omstillingselementer vil det derfor maksimalt være muligt at tilsætte 2 PJ brint. Det svarer til en CO₂-fortrængning på 0,1 mio. tons. Da gasproduktionen bliver decentraliseret, når den overgår til primært at ske ved biogas, skal tilsætningen af brint også ske decentralt for ikke at overskride grænseværdierne for brintkoncentrationen.

Iblanding af brint i gasnettet kræver dog også, at de forbrugsapparater, der er tilsluttet gasnettet, kan håndtere den anden gaskvalitet. Det kan potentielt være dyrt at omstille gasforbrugende apparater i hele nettet, så de kan køre på gas, der har fået blandet 15 pct. brint i. Det skal analyseres grundigt, før dette tiltag iværksættes. Med en antaget omkostning til brint på 120-150 kr. pr. GJ og en værdi af fortrængt naturgas på 40-50 kr. pr. GJ, opnås en CO₂-skyggepris på 1.200-1.900 kr. pr. ton ved dette tiltag.

Iblanding af brint i naturgasnettet har altså et meget begrænset potentiale, og derfor bør det analyseres nærmere, om brint kan bruges i industriprocesser, hvor højere koncentrationer af brint kan tillades, ligesom det også bør analyseres, om der med fordel kan etableres en infrastruktur for ren brint. I en dansk kontekst vil det primært være interessant, hvis brint kan bruges i den tunge transport, eller hvis flere industrier ønsker at koble sig på. Brintefterspørgslen i Centraleuropa er dog betydelig, særligt hvis nye anvendelser af brint som fx kulfri stålproduktion tages i betragtning, og det kan derfor tænkes, at brinteksport er en måde, Danmark kan bidrage til at reducere udledningerne på uden for Danmark. Det skal analyseres nærmere, om den højere værdi af brinten til disse formål kan forsvare investeringen i et egentligt brintnet.

Ammoniak kan være et vigtigt element i en global indsats

Ammoniak produceres ved at kombinere brint med kvælstof, der indfanges fra luften og bruges i produktion af blandt andet gødning. Der bliver brugt over 180 mio. ton ammoniak om året globalt set. Det internationale Energiagentur antager, at der skal bruges knap 10 TWh elektricitet for at producere 1 mio. ton ammoniak.¹⁷³ Hvis verdens ammoniakproduktion omlægges, så den er baseret på elektrolyse, vil det kræve 1.800 TWh ny elproduktion svarende til godt halvdelen af EU's nuværende samlede elforbrug. Det vil samtidig fortrænge de fossile brændsler, der i dag anvendes i produktionen af ammoniak. Ammoniak kan også anvendes til skibstransport i ombyggede skibsmotorer, der i dag sejler på diesel og bunkerolie.

Danmark har ikke nogen national produktion af ammoniak på naturgas, der kan fortrænges og dermed tillade, at grøn ammoniak bidrager til opfyldelse af 70-procentsmålet. Ligeledes vil salg af ammoniak som kemikalie eller som skibsbrændsel til international transport ikke bidrage til et nationalt mål som 70-procentsmålet. De kan dog blive et væsentligt bidrag til at reducere de globale udledninger. Ammoniakproduktion er en velkendt teknologi og vejen til at kunne producere ammoniak fra vedvarende energi handler derfor primært om at kunne producere brint billigt ved elektrolyse.

Elektrificering og brint til indenrigsfærger og fly

Siemens konkluderer i en analyse fra 2016, at der er betydeligt potentiale for at elektrificere en stor del af Danmarks færger.¹⁷⁴ Og med tanke på de store prisfald, der sidenhen er sket på batterier, burde potentialet være blevet større. Hertil kommer, at en generelt forhøjet CO₂-afgift vil gøre det mere attraktivt at skifte bort fra diesel og eventuelt reducere antallet af afgang, så de mindst værdiskabende sejladsere undgås.

Scandlines forventer, at Rødby-Puttgarden-ruten bliver omlagt til batteridrift om få år.¹⁷⁵ Denne rute er 18,5 km, og der sejles i døgndrift. Den relativt korte og hyppige overfart er positivt for økonomien i batteridrift, da batterierne dermed kan oplades flere gange om dagen.

Den største udfordring med hensyn til begrænsning af CO₂-udledningerne fra den indenlandske skibstrafik ligger i de danske hurtigfærger, der tegner sig for cirka en fjerdedel af brændstofforbruget i dansk færgedrift. Hvis hurtigfærgerne skal overgå til batteridrift kræver det betydeligt bedre batterier, end hvad der er tilgængeligt i dag.

Trøndelag Fylkeskommune i Norge arbejder på at finde brintløsninger til de mindre hurtigfærger. Det er endnu for tidligt at sige, hvad omkostningerne til sådanne færger vil være, men foreløbige studier peger på, at det er teknisk muligt.¹⁷⁶

Basisfremskrivningen forventer et næsten konstant dieselforbrug til indenrigsfærger på 6 PJ svarende til godt 0,4 mio. tons CO₂ pr. år frem mod 2030. Når man skeler til de eksisterende færgers levetider, anslås det groft, at halvdelen af det nuværende dieselforbrug kan fjernes med en ambitiøs indsats, enten gennem effektiviseringer eller gennem omlægning til drift på batterier eller brint. Det vil sige 0,2 mio. tons CO₂ per år.

Danmark kan forfølge en indsats svarende til den norske inden for elektrificering og brint til færger. Og det samme gælder potentialet for at elektrificere indenrigsflyvning. Hvorvidt det bliver muligt inden 2030, afhænger af den teknologiske udvikling. Der er langsigtede perspektiver i at udvikle fly, der flyver på batterier eller brint til kortere distancer. Så selvom eldrevne fly er et dyrt omstillingsmoment mod 2030, kan det give mening at støtte med et teknologisk udviklingsperspektiv for øje.

Elektrificering af motorvejsnettet

Sverige og Tyskland eksperimenterer i øjeblikket med elektrificering af enkelte vejstrækninger. Både i form af køreledninger og strømskinner, der etableres i eller langs vejen. For at få økonomi i en elektrificering af motorvejsnettet kræver det, at en stor andel af de tunge køretøjer er indrettet til at kunne trække strøm fra køreledninger eller den strømskinne, der etableres i eller langs vejen. Danmark kan kun satse på denne løsning i samarbejde med vores nabolande, hvis det skal være attraktivt for den internationale godstransport.

Teknologien indebærer ud over tekniske vanskeligheder også en række lovgivningsmæssige barrierer i forhold til, hvem der må eje og drive en evt. elektrisk infrastruktur på statens vejnet. Hertil kommer udfordringer med folkelig accept på grund af visuelle gener. I kombination med batteridrevne lastbiler er det dog kun nødvendigt at elektrificere dele af vejnettet, hvor køretøjerne kan oplade batterierne, mens de kører. Ifølge Concito er elektrificering det mest lovende spor, hvad angår drivhusgasreduktioner i den tunge lastbiltransport, når batteridrevne lastbiler kombineres med etableringen af køreledninger over dele af det overordnede vejnet.¹⁷⁷ Over 50 procent af godset transporteres på under 2 pct. af det samlede vejnet, så det er muligt at have køreledninger på udvalgte strækninger langs de mest anvendte veje, som typisk er motorvejsstrækninger.

Lastbilerne står for samlede udledninger på omkring 1,6 mio. ton CO₂, hvoraf lastbiler over 40 ton tegner sig for ca. 60 procent af de samlede udledninger ifølge Concito. Det vil sige ca. 1 mio. tons om året. Antages det meget groft, at en femtedel af de tunge lastbiler over 40 ton indrettes, så de kan køre ved brug af kørestrøm, vil det føre til en reduktion på 0,2 mio. tons CO₂ pr. år. For at komme i gang med denne udvikling, kunne et første skridt være at etablere en prøvestrækning, svarende til de prøvestrækninger, som i dag er etableret i Nordtyskland og Sverige. Det vil bidrage til at koble disse områder sammen og være en mulig vejviser for yderligere udbygninger og samarbejder i resten af Europa. Samtidig skal ejerforhold og ansvaret for en samlet infrastruktur afklares.

Byggeri i træ

Byggeri i træ kan bidrage på to måder til klimainsatsen. For det første kan det reducere mængden af CO₂-intensive byggematerialer som beton og stål, og for det andet kan det binde træernes kulstof i bygninger. Klimarådet har ikke set nærmere på potentialerne ved træbyggeri, men opfordrer regeringen til at indtænke potentialerne i en fremtidig klimaplan. En forbrugsafgift på byggematerialer baseret på deres CO₂-aftryk kan bidrage til at drive denne omstilling og kan potentielt drive en større grad af innovation og mindre administrative omkostninger end ved normregulering. Det er dog også vigtigt, at man sikrer sig, at bygningstræ baserer sig på bæredygtig biomasse.

Øget udbygning med biogas

I implementeringssporet blev der antaget en udbygning til 40 PJ biogas. I notatet om biogas, der blev udarbejdet af NIRAS for Klimarådet, vises et samlet potentiale på 48 PJ. Kun en del af dette potentiale blev indregnet pga. den relativt høje pris på biogas. Hvis hele potentialet på 48 PJ udbygges, giver det 8 PJ mere, hvilket svarer til en årlig CO₂-reduktion på 0,45 mio. tons, hvis det antages, at det er naturgas, der fortrænges. En yderligere udbygning vil imidlertid føre til et overskud af grøn gas, da der kun er ca. 3 PJ naturgas at fortrænge i 2030, hvis alle omstillingslementerne i implementeringssporet realiseres. Hvis overskuddet på 5 PJ anvendes til yderligere fortrængning af kul og koks i industrien, kan klimagevinsten øges med 0,2 mio. ton til samlet 0,6 mio. ton CO₂ pr. år. Hertil kommer potentialet for CCS på biogas, som beskrevet i afsnit 5.2. Det medfører et øget potentiale på 0,3 mio. tons pr. år og en væsentlig reduktion i skyggeprisen. Samlet estimeres et potentiale på ca. 0,9 mio. tons.

Mindre dieselforbrug i bygge- og anlægssektoren

Maskiner til byggeri og anlæg står for ca. 6 PJ forbrug af diesel, hvilket giver anledning til 0,4 mio. ton CO₂-udledning om året såvel som lokal luftforurening og støj i byerne. Der er et betydeligt potentiale for at elektrificere disse maskiner, og Københavns Kommune arbejder blandt andet på at bruge de nye maskiner. I Oslo har man gennemført anlægsprojekter ved brug af rent elbaserede løsninger.¹⁷⁸ Klimarådet skønner groft, at en fjerdedel af dieselforbruget kan erstattes af el og brint, hvilket svarer til 0,1 mio. ton CO₂. Prisen for disse CO₂-reduktioner afhænger i høj grad af udviklingen på markedet for elektriske maskiner, ligesom anvendeligheden for entreprenører og lokale miljøgevinster kræver yderligere analyse.

Mindre dieselforbrug i landbrugs- og skovmaskiner

Der anvendes 18 PJ diesel i landbrug, skovbrug og fiskeri, svarende til en samlet udledning på 1,3 mio. ton CO₂, og denne udledning forventes at være konstant frem til 2030 uden yderligere tiltag. Af de 1,3 mio. ton stammer næsten 1 mio. ton fra landbrugets maskindrift ifølge tal fra Aarhus Universitet, DCE. Store dele af dette dieselforbrug egner sig ikke til elektrificering, da der er tale om maskiner, der kun anvendes i dele af året og samtidig har et højt, kontinuerligt energiforbrug over længere perioder uden mulighed for opladning, det gælder fx mejetærskere. En del af maskinerne bør dog kunne elektrificeres helt eller delvist med rene batteri- eller hybridløsninger. Det gælder fx visse traktorer. Hertil kommer, at øget brug af førerløs teknologi kan bane vejen for mindre og lettere maskiner, der med et langt mindre energiforbrug kan løse visse af de opgaver, hvor der i dag anvendes traktorer. Dette område kræver yderligere analyse for at fastlægge potentialer og omkostninger. Idet landbruget i dag kun betaler en meget lav afgift på deres diesel, er der begrænsede afgiftsmæssige incitamenter til at gennemføre CO₂-reduktioner. Dette kan adresseres gennem en afgiftsreform som beskrevet i afsnit 4.1.

Klimarådet skønner groft, at der er et potentiale for at reducere udledningerne med op mod 0,2 mio. ton CO₂ om året, hvilket svarer til 20 pct. af de forventede udledninger i 2030 fra landbrugets maskinpark.

Pyrolyse til biokoks og produktion af brændsler

Termisk pyrolyse indbefatter opvarmning af organisk materiale i en iltfri proces, hvorved materialet frigiver gas og omdannes til biokoks. Det organiske materiale kan fx være afgasset gylle og restprodukter fra landbruget, såsom halm. Gassen kan omdannes til flydende brændsler, mens biokoksen, der er stabilt kulstof, potentielt har jordforbedrende egenskaber og kan pløjes ned i marker.¹⁷⁹ Et metastudie finder, at en lille fraktion af biokoksen hurtigt bliver omsat, men at 97 pct. af biokoksen har en gennemsnitlig omsætningstid på 556 år.¹⁸⁰

Pyrolyse giver derfor mulighed for en betydelig reduktion af udledningerne fra gylle, der selv efter behandling i et biogasanlæg vil afgive metan og gå i forrådnelse på marken. Selve biokoksen kan bidrage til det danske klimaregnskab, i det omfang det tillades at medtage den i de nationale opgørelser. Bidraget fra de flydende

brændsler, der produceres, vil kun tælle med i det danske CO₂-regnskab i det omfang, at de bruges nationalt, fx til danske færges.

Det skal undersøges grundigt, om biokoksen indeholder giftige stoffer, eller om det kan tillades, at den pløjes ned i marker som en simpel måde at lagre kulstof på. Ligeledes skal værdien af de potentielt jordforbedrende egenskaber analyseres nærmere.

Da pyrolyse anvendes på biogene kulstofkilder som afgasset gylle, spildevandsslam og halm kan lagring i form af biokoks bidrage til negative udledninger, mens det producerede brændstof kan regnes som CO₂-neutralt. I dag anvendes halm og spildevandsslam til varmeproduktion ved forbrænding. Denne varmeproduktion kan dog ske med fx varmepumper og genvinding af varme fra pyrolysen i fremtiden. Potentialet for pyrolyse vurderes som meget stort, men det afhænger dels af den teknologiske udvikling, dels af øget afklaring om udfordringer og fordele ved biokoks og dels af lovgivningsmæssige barrierer, der kan gøre det svært at bruge biokoks til at opnå negative udledninger.

DTU vurderer, at der er et teknisk potentiale for drivhusgasreduktioner ved pyrolyse og produktion af brændsler på 12 mio. tons CO₂e årligt. Det fordeler sig med 5,8 mio. ton CO₂e kulstofbinding fra biokoks, 2,1 mio. ton CO₂e fra undgåede metan- og lattergasudledninger og 4,2 mio. ton CO₂ fra brændsler, hvis der tilsættes 39 PJ brint.¹⁸¹ En sådan brintproduktion vil resultere i et elforbrug svarende til ca. 3 GW havvind og 3 GW solceller. Brændslerne bidrager kun til det danske klimamål, hvis de anvendes nationalt. Klimarådet understreger, at teknologien endnu er uafprøvet, og at DTUs estimat alene er et teknisk potentiale, der forudsætter, at al halm og alle gyllefibre omsættes i pyrolyseanlæg. Skulle teknologien vise sig at fungere, og i skala, vurderer Klimarådet, at en tredjedel af det samlede potentiale kan realiseres før 2030.

5.6 Det sidste stykke til 70 pct.

Der er stadig ti år til 2030. Det betyder også, at der er grænser for, hvor specifik en klimaplan kan være på nuværende tidspunkt, hvis den skal anviser vejen til 70-procentsmålet. Teknologier vil udvikles og forbedres, og muligheder vil åbne sig, mens andre tiltag, som vi i dag anser som lovende, vil vise sig at være for dyre eller ikke at kunne lade sig gøre på denne side af 2030. Derfor er det vigtigt at holde mange muligheder åbne i et indledende udviklingsspør. Men i takt med, at 2030 kommer tættere på, skal disse muligheder konkretiseres og skæres til.

Dette kapitels omstillingselementer giver betydelige reduktioner

I afsnit 5.2 til 5.5 har Klimarådet peget på en række omstillingselementer, som i dag endnu er uprøvede, men som kan bidrage til at opfylde 70-procentsmålet. Visse af elementerne kræver anvendelse af helt ny teknologi, andre kræver brug af kendte omstillingselementer, men i et markant større omfang end hidtil, og nogle omstillingselementer kræver ændringer i vores adfærd.

Tabel 5.5 oplister de mulige omstillingselementer og deres reduktionspotentialer. Samlet summerer potentialerne til godt 15 mio. ton CO₂e i 2030, hvilket er betydeligt mere end det reduktionsbehov på ca. 8 mio. ton, der udestår, efter at reduktionerne i implementeringssporet er gennemført. Omstillingselementerne er dog i høj grad uprøvede, og vi kan ikke forvente, at alle tabellens reduktioner bliver realiseret.

For at understrege usikkerheden i de forskellige potentialer, indeholder tabel 5.5 en sandsynlighedsvurdering af hvert omstillingselement. Vurderingen er Klimarådets bud på, hvor sandsynligt det er, at det pågældende omstillingselement udvikler sig i et omfang, så det kan realiseres uden urimeligt høje omkostninger for samfundet. Tabellen bruger kategorierne *lav*, *medium* og *høj*.

Tabel 5.5 Omstillingselementer i udviklingssporet

	Reduktionspotentiale i 2030 <i>mio. ton CO₂e</i>	Sandsynlighed
CCS på biogas	1,2	Høj
CCS på affaldsanlæg	1,1	Høj
CCS på industrialnæg	1,2	Høj
CCS på biomasse kraftvarmeanlæg	1,0	Høj
Flere elbiler (1,5 mio. i 2030)	0,8	Lav
Effekt af CO ₂ -afgift på antal kørte km	0,7	Høj
Yderligere reduktion af antal kørte km	0,8	Lav
Yderligere reduktioner fra den tunge transport	0,2	Medium
Ændrede fødevarer og ny teknologi i landbruget	2,0	Medium
Elektrificering af boreplatforme	0,5	Medium
Elektrificering og brint på raffinaderier	0,3	Høj
Hydrogenering af diesel	0,3	Lav
Brint i gasnettet	0,1	Medium
Elektrificering og brint til indenrigsfærger og –fly	0,2	Medium
Elektrificering af motorvejsnettet – ellastbiler	0,2	Lav
Øget udbygning med biogas	0,9	Høj
Mindre dieselforbrug i bygge- og anlægssektoren	0,1	Høj
Mindre dieselforbrug i landbrugs- og skovmaskiner	0,2	Medium
Pyrolyse til biokoks og produktion af brændsler	4,0	Lav
Samlet reduktionspotentiale	15,8	
Sandsynlighedsvægtet reduktionspotentiale	8	

- Anm. 1: Sandsynlighedsvurderingen går på, om udviklingen når et tilstrækkeligt stadie til, at omstillingselementets potentiale kan realiseres, uden at omkostningerne bliver urimeligt høje.
- Anm. 2: Det sandsynlighedsvægtede potentiale er udregnet med sandsynlighederne 10 pct. for *Lav*, 50 pct. for *Medium* og 90 pct. for *Høj*. For omstillingselementet *Effekt af CO₂-afgift på antal kørte km* er sandsynligheden dog sat til 100 procent.
- Anm. 3: Der er generelt et begrænset overlap mellem de forskellige potentialer. Men fx vil flere elbiler og færre kørte bil-km have et overlap.
- Kilde: Klimarådet.

70-procentsmålet kan nås, men det kræver en betydelig indsats

Spørgsmålet er, om omstillingselementerne i tabel 5.5 er tilstrækkelige til at nå 70 pct. reduktion i 2030, når sandsynlighedsvurderingen tages i betragtning. For at give et svar på dette spørgsmål kan de enkelte sandsynlighedskategorier gives konkrete procentsatser, fx 10, 50 og 90 pct. Vægter man de enkelte potentialer med de nævnte sandsynligheder og summerer dem, får man i det anvendte eksempel en samlet reduktion på 8 mio. ton CO₂e i 2030 svarende til ca. 10 procentpoint i forhold til 1990. I tillæg til reduktionerne i implementeringssporet giver det en samlet reduktion i 2030 på godt 70 pct., altså netop nok til at opfylde målet.

Denne beregning indikerer, at 70-procentsmålet er inden for rækkevidde. Det er ikke en uopnåelig ambition. Men Klimarådet vil med denne rapport understrege, at hvis skal målet nås, kræver det en markant indsats allerede nu. Det er helt afgørende, at Danmark allerede på den helt korte bane lægger de spor ud, der skal give de sidste reduktioner, også selvom de måtte bero på teknologier, der i dag ikke er køreklare. Frem mod 2030 bør sandsynlighederne for, at reduktionerne i udviklingssporet realiseres, løbende opdateres.

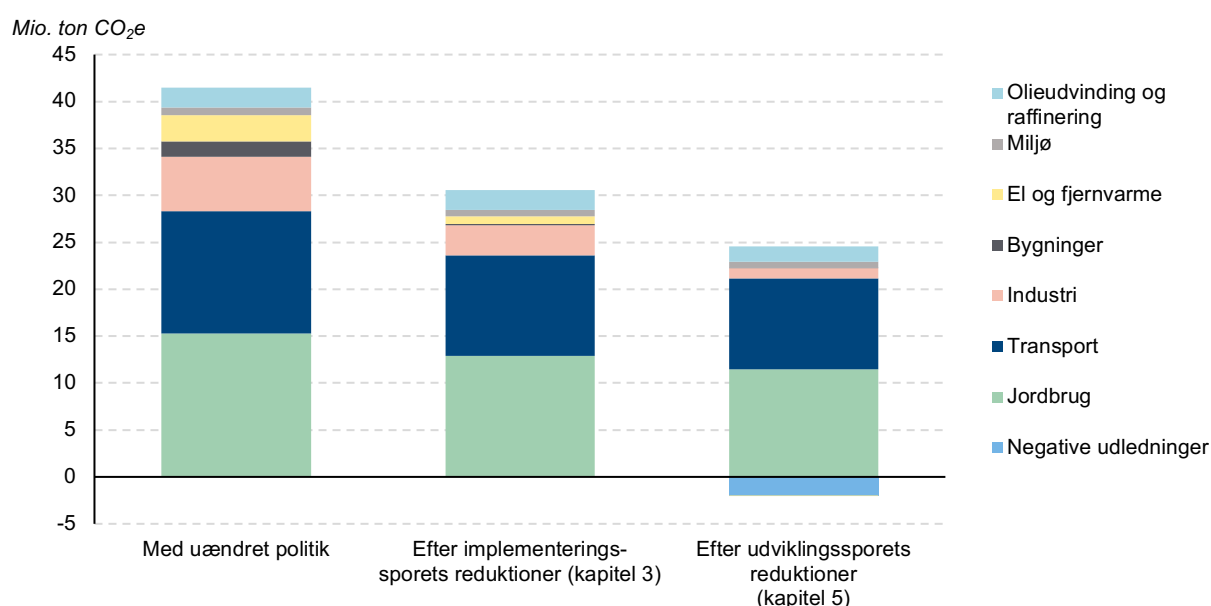
Det skal bemærkes, at der ligeledes er en usikkerhed knyttet til reduktionerne i implementeringssporet og dermed udgangspunktet for det forudsatte reduktionsbehov på 10 procentpoint før indregning af udviklingssporet.

Klimarådet vil derfor løbende vurdere den forventede udvikling i drivhusgasudledningerne i form af fremskrivninger og udvikling i en række indikatorer, der blandt andet kan hænge sammen med den økonomiske og teknologiske udvikling, og holde det op mod de forventede effekter i implementerings- og udviklingssporet.

I henhold til lovforslaget skal Klimarådet give sin indstilling til spørgsmålet om den såkaldte handlepligt, og derfor vil rådet fremadrettet arbejde for at udvikle en metode, der skal kunne vurdere behovet for handlepligt ud fra en klimaplan, hvor mange reduktionspotentialer vil være forbundet med betydelig usikkerhed.

Efter 2030 fortsætter omstillingen mod klimaneutralitet

Kapitel 5 har opstillet en række bud på, hvordan vi når i mål og får reduceret drivhusgasudledningerne med 70 pct. i 2030. De enkelte elementer er vægtet med de anførte sandsynligheder, og i figur 5.6 illustreres det, hvordan udledningerne herefter fordeler sig i 2030. Med næsten en fuld udfasning af forbruget af kul i hele økonomien og omstilling til 100 pct. grøn gas er stort set alle de energirelaterede udledninger blevet fjernet. Det efterlader langt størstedelen af den tilbageværende udfordring på to sektorer: Jordbrug og transport. Hertil kommer et mindre bidrag fra olie- og gassektoren, raffinering og øvrig industri.



Figur 5.6 Udledninger i 2030 efter gennemførelse af implementeringssporet og udviklingssporet

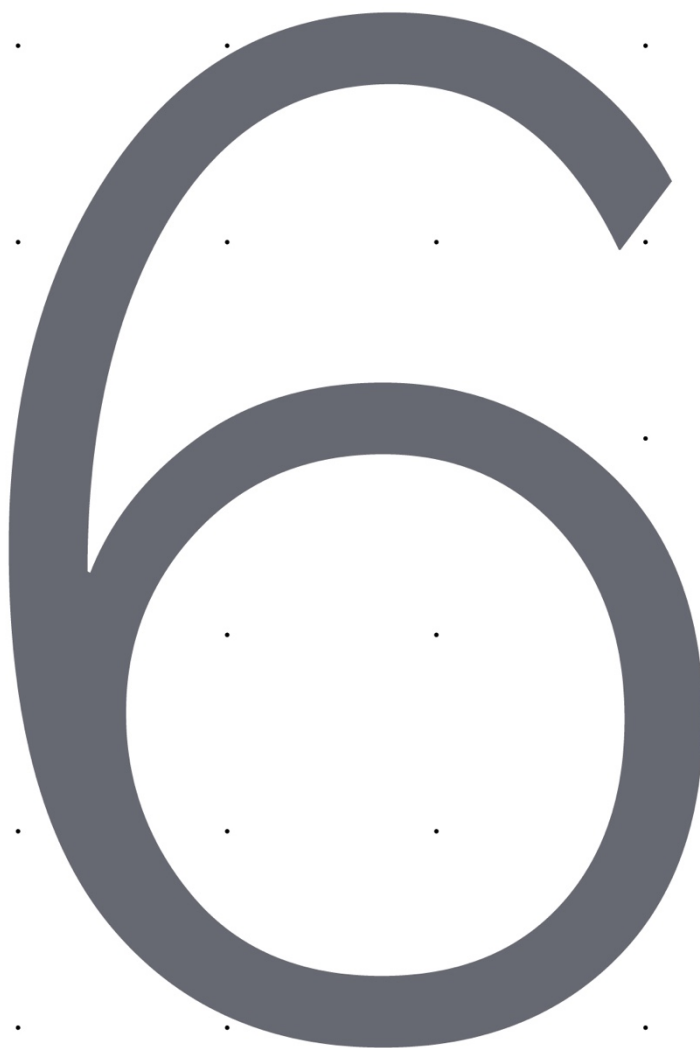
Anm. 1: Resultatet for udviklingssporet er vist, hvor de enkelte elementer er vægtet med de antagne sandsynligheder.

Anm. 2: De samlede udledninger efter udviklingssporet er ca. 22,5 mio. tons CO₂e, når de negative udledninger trækkes fra.

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019* og Klimarådet.

2030 markerer alene et delmål på vejen mod klimaneutralitet, som Danmark skal nå senest i 2050. Hvis det vedtages at stoppe salg af diesel- og benzinbiler fra 2030, må transportsektorens udledninger forventes at falde kraftigt efter 2030, særligt fordi salget af benzin- og dieselbiler i de sidste år frem mod 2030 er begrænset, hvis 1 mio. elbiler skal realiseres før 2030. Langt størstedelen af diesel- og benzinbilerne er dermed over fem år gamle i 2030, og størstedelen af de biler vil blive skrottet før 2040. Samtidig vil den tunge transport også gradvist overgå til at nuludslipkørsel. Hvis efterspørgslen på benzin og diesel også falder i resten af verden, vil behovet for raffinering af fossile brændsler være aftagende. Dette kan tænkes at føre til reduktioner på danske raffinaderier. Der er således udsigt til faldende udledninger i disse sektorer efter 2030.

Endelig er der jordbruget, hvor omstillingen mod plantebaserede fødevarer kan bidrage til at reducere udledningerne væsentligt. Det vil dog ikke være muligt at nedbringe udledningerne til nul, hvorfor der vil være behov for negative udledninger. Den udvikling er vi forhåbentlig allerede lykkedes med at starte på i 2030 med CCS på fx biogas og biogent affald og øget skovrejsning, men den skal fortsættes efter 2030 og gerne med mere skov og nye teknologier som fx pyrolyse eller CCS i form af direct air capture.



• • • • • •

Et mål for reduktion af
drivhusgasudledningen i 2025

• • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

• • • • • •

6. Et mål for reduktion af drivhusgasudledningen i 2025

Denne rapport har primært øjnene rettet mod 2030 med blik for det langsigtede mål om klimaneutralitet i 2050. Men et vigtigt spørgsmål for de kommende forhandlinger om en klimahandlingsplan bliver, hvor hurtigt reduktionen af drivhusgasudledningerne skal ske på den lidt kortere bane. Den politiske aftale om en ny klimalov understreger behovet for klimahandling på kort sigt, og derfor skal der i forbindelse med disse forhandlinger fastsættes et mål for reduktion af drivhusgasudledningen for 2025.

Målet skal ifølge loven være indikativt. Det betyder, at målet fastlægges som et interval og ikke et punktmål, hvilket er angivet i bemærkningerne til høringsudkastet til den nye klimalov. Samtidig lægges der op til, at målet ikke vil være omfattet af den handlepligt, der gælder for 70-procentsmålet i 2030, hvis det undervejs bliver tydeligt, at målet ikke nås.

Partierne bag klimaloven har bedt Klimarådet om at give sin anbefaling til målet. Dette kapitel redegør for Klimarådets overvejelser, og den endelige indstilling præsenteres i afsnit 6.4.

To formål kan ligge til grund for et 2025-mål

I henhold til bemærkningerne til lovforslaget skal 2025-målet sikre klimahandling på kort sigt. Umiddelbart kan der opstilles to overordnede formål med et 2025-mål som løftestang for klimahandling på kort sigt. De to formål udelukker ikke hinanden, men fastsættelsen af målet og den underliggende argumentation afhænger af, hvilken vægt formålene tillægges.

- **Omkostningseffektiv opfyldelse af 70-procentsmålet:** Skal Danmark nå 70 pct. reduktion i 2030 på en måde, som ikke bliver unødigt dyr, kræver det, at vi tager fat tidligt i 2020'erne og indfaser omstillingen gradvist med de billigste reduktioner først og samtidig undgår at udskyde indsatsen til få år inden 2030. En omkostningseffektiv opfyldelse af 70-procentsmålet vil med al rimelig sandsynlighed kræve, at Danmark allerede i 2025 har realiseret en pæn del af de nødvendige reduktioner. Et 2025-mål kan være et vigtigt pejlemærke til at sikre, at dette sker.
- **Bidrag til Parisaftalen og den globale temperaturmålsætning:** Den internationale klimaftale fra Paris i 2015 søger at begrænse den globale temperaturstigning og dermed den samlede udledning af CO₂ og andre drivhusgasser, og videnskaben siger, at reduktionerne skal ske så hurtigt som muligt. Jo mere ambitiøst et mål Danmark sætter i 2025, jo lavere vil de samlede danske udledninger være frem mod 2030. Fastlæggelsen af 2025-målet kan derfor ses som en erstatning for et egentligt budgetmål for udledningerne over hele perioden til 2030.

Begge formål repræsenterer også klimalovens ønske om, at Danmark skal være et foregangsland i den internationale klimaindsats. Hvis Danmark kan tilrettelægge opfyldelsen af egne klimamål med rettidig omhu, så omkostningerne holdes nede, og der skabes international troværdighed om dansk klimapolitik, kan den danske klimaindsats stå som et eksempel til efterfølgelse for omverdenen. Samtidig kan et ambitiøst mål i 2025 bidrage til at forstærke billedet af Danmark som en nation, der går forrest internationalt.

De to formål diskuteres i henholdsvis afsnit 6.1 og 6.2.

6.1 En omkostningseffektiv klimaindsats mod 2030 kræver rettidig omhu

Den kommende klimalov betoner, at klimaindsatsen skal være så omkostningseffektiv som muligt. Det kan ses som balanceret rettidig omhu, så vi på den ene side ikke venter for længe med at tage fat, hvilket ville nødvendiggøre meget voldsomme og dyre reduktioner i slutningen af perioden. På den anden side bør vi heller ikke forcere reduktionerne unødigt, da vi ved, at de grønne teknologier vil falde i pris over tid, og at nye forbrugsvaner tager tid at rodfæste.

Skal 2025-målet sikre omkostningseffektivitet, kan målet ses som en indikator på vejen mod 70 pct.

Skal det ud fra et omkostningseffektivt perspektiv gå hurtigt med at reducere de danske udledninger, eller kan vi vente til de sidste år inden 2030? Svaret på det spørgsmål er en afvejning af to hensyn. På den ene side bliver de grønne teknologier formodentlig billigere over tid. Derudover kan hurtig omstilling til grønne alternativer blive samfundsøkonomisk dyrt, hvis de er dyrere i drift eller giver mindre brugsværdi end de sorte alternativer. Det taler for at vente så længe som muligt. På den anden side er der en grænse for, hvor stor en reduktion der i praksis kan gennemføres fra 2025 til 2030, uden at det bliver unødigt dyrt. Det skyldes blandt andet, at mange borgere og virksomheder tidligt i 2020'erne skal tage beslutninger om investeringer i fx produktionsanlæg eller biler, som vanskeligt kan gøres om inden 2030, hvis valgene falder på de sorte alternativer. Det taler for at starte tidligt med reduktionerne. Elbiler er et godt eksempel på det sidste.

Kapitel 3 peger på elbiler som et vigtigt omstillingselement. En bil holder i gennemsnit ca. 15 år og de fleste nye biler, der sælges fra og med i dag, vil med stor sandsynlighed også køre rundt på de danske veje i 2030. Så hvis vi skal nå en betydelig reduktion fra transportens udledninger inden 2030 ved at skifte til elbiler, skal nysalget allerede stige inden 2025. Jo større udledningsreduktion, salget af elbiler har givet anledning til i 2025, jo bedre ser det ud med henblik på at nå målet i 2030, for jo færre benzin- og dieslbiler vil der alt andet lige køre rundt på vejene i 2030.

Det er svært entydigt at fastlægge det reduktionsmål for 2025, der fastlægger den mest omkostningseffektive vej mod 2030. En bred vifte af indikatorer kan imidlertid danne basis for en helhedsvurdering af klimaindsatsen og mulighederne for at nå 70-procentsmålet. Disse øvrige indikatorer behøver ikke alle være direkte forbundet til udledningerne i det givne år, men kan sige noget om mulighederne for reduktioner et par år fremme i tiden. Ofte er der en tidsforskydning mellem, at en given politik vedtages, og at den får reel effekt i samfundet, og derfor bør indikatorerne også rettes mod den vedtagne politik og ikke kun de observerede effekter.

Troværdighed om målene er en nødvendig betingelse for omkostningseffektivitet

En markant reduktionsindsats i 2025 kan også skabe troværdighed om, at Danmark fra politisk side vil gøre, hvad der skal til for at nå 70-procentsmålet. Mange synes, at målet er særdeles ambitiøst, så det er naturligt, at mange borgere og virksomheder måske regner med, at politikerne vil prioritere anderledes, hvis det begynder at gøre 'ondt'. Det kan måske betyde, at disse aktører ikke forbereder sig tilstrækkeligt på den grønne virkelighed, som et 70-procentsmål nødvendiggør, når de fx skal købe ny bil, foretage investeringer eller lægge virksomhedens strategi. Det kan gøre omstillingen unødigt dyr.

Derfor er det meget afgørende allerede fra et tidligt stadie at skabe troværdighed om målet. Det kan ske ved, at Danmark allerede inden 2025 tager nogle af de svære beslutninger og gennemfører betydelige reduktioner. Hvis det samtidig sker i langsigtede forlig med bred opbakning i Folketinget, sender det et kraftigt signal til borgerne og virksomhederne om, at der er politisk vilje bag målet. Udskydes omstillingen i stedet til efter 2025, skabes der tvivl om, hvorvidt denne vilje reelt er til stede.

Troværdighed om 70-procentsmålet kan ses som et særskilt formål med et 2025-mål i tillæg til de to formål, der er listet ovenfor. Grundlæggende er troværdighed nemlig en forudsætning for, at Danmark bevæger sig ad en omkostningseffektiv vej mod målet i 2030.

6.2 Sammenhæng med Parisaftalen og den globale temperaturmålsætning

Dette afsnit diskuterer det andet overordnede formål med et 2025-mål, nemlig som et middel til, at Danmark kan bidrage til Parisaftalen. Den nye klimalov og 70-procentsmålet kigger naturligvis på Parisaftalen og dens mål om at begrænse den globale temperaturstigning. I Parisaftalen lyder målet:

“Holding the increase in the global average temperature to well below 2°C above pre-industrial levels and pursuing efforts to limit the temperature increase to 1.5°C above pre-industrial levels, recognizing that this would significantly reduce the risks and impacts of climate change.”¹⁸²

Det kan således ikke læses eksplicit ud af Parisaftalen, hvad den globale temperaturstigning maksimalt må komme op på. Men ordlyden i klimaloven henviser til et 1,5-gradersmål. Klimarådet opfatter det derfor som et klart politisk ønske om, at den danske klimaindsats skal være i overensstemmelse med, at temperaturstigningen begrænses til 1,5 grader.

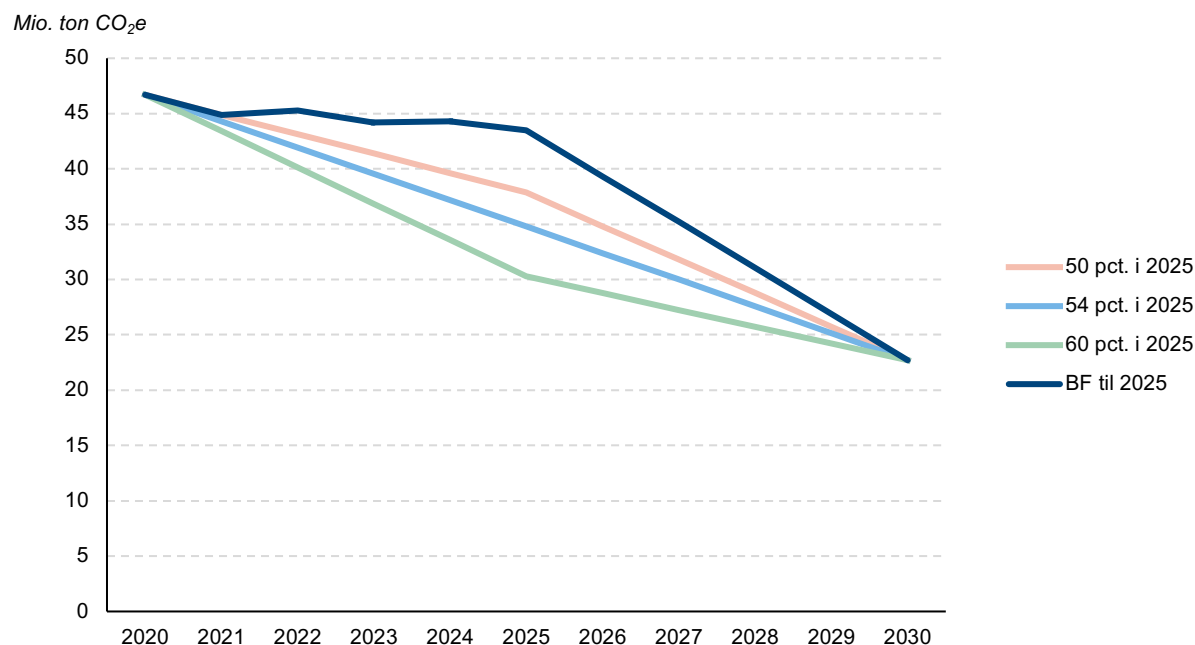
Klimarådet har tidligere vurderet, at 70-procentsmålet er konsistent med 1,5 grader

Klimarådet har tidligere vurderet de danske klimamål i forhold til en målsætning om en maksimal, global temperaturstigning på 1,5 grader.² Her var vurderingen, at de samlede danske klimamål om 70 pct. reduktion i 2030 og klimaneutralitet senest i 2050 er i rimelig overensstemmelse med en retfærdig, dansk andel af den nødvendige indsats for at begrænse temperaturstigningen til 1,5 grader. Her skal 'retfærdig' tolkes som samme udledning for alle Jordens indbyggere.

Der er dog, som nævnt i Klimarådets analyse *Rammer for dansk klimapolitik*², væsentlige elementer af fortolkning i sådan en vurdering af en retfærdig dansk andel. Hvis man tæller de historiske udledninger eller det høje indkomstniveau med i fortolkningen af, hvad der er en retfærdig dansk indsats, kan man på baggrund af Klimarådets beregninger endda hævde, at de danske klimamål bør være endnu mere ambitiøse, hvis temperaturmålsætningen om 1,5 grader skal opfyldes. Det kunne være i form af yderligere drivhusgasreduktioner i Danmark – eller i form af bidrag til drivhusgasreduktioner uden for Danmarks grænser.

Ligeledes er der store usikkerheder om den nødvendige globale reduktionssti, hvilket øger usikkerheden omkring den nødvendige danske klimaindsats. I praksis er det derfor vanskeligt at sige entydigt, hvor grænsen går mellem at være i overensstemmelse og ikke at være i overensstemmelse med dette mål.

Klimarådets beregninger bygger implicit på en lineær reduktionsprofil fra i dag frem mod 2030. Hvis Danmark afviger fra den rette linje og fx holder igen med reduktionerne frem mod 2025, og dermed får højere samlede udledninger frem mod 2030, mindskes sandsynligheden for, at dansk klimapolitik er i overensstemmelse med en maksimal temperaturstigning på 1,5 grader.



Figur 6.1 Illustrative stier for danske udledninger fra 2020 til 2030 med forskellige 2025-mål

Anm.: BF til 2025 viser et forløb, hvor der frem til 2025 ikke sker yderligere reduktioner, end dem basisfremskrivningen forventer.

Kilde: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019* og Klimarådet.

Figur 6.1 viser stier fra 2020 til 2030 med forskellige delmål i 2025. En lineær reduktionssti hele vejen fra 2020 til 2030 giver et mål i 2025 på 54 pct. Det er Klimarådets vurdering, at dette umiddelbart er et rimeligt og rigtigt mål at sætte, hvis man udelukkende lægger klimaaspektet til grund. Jo mindre ambitiøst målet er i 2025, jo højere vil de samlede danske udledninger være i perioden 2020-2030. Tabel 6.1 sætter tal på disse størrelser.

Tabel 6.1 Samlede udledninger fra 2020 til målet i 2030 med forskellige 2025-mål

mio. ton CO ₂ e	BF til 2025	50 pct.	54 pct.	60 pct.
Reduktion i året 2025 ift. BF til 2025	0,0	5,6	8,7	13,2
Samlede udledninger 2020-2030	424,0	397,5	382,3	359,6
Samlet reduktion 2020-2030 ift. BF til 2025	0,0	26,6	41,7	64,4

Anm.: BF til 2025 viser et forløb, hvor der frem til 2025 ikke sker yderligere reduktioner, end dem basisfremskrivningen forventer.

Kilde: Energistyrelsen, Basisfremskrivning 2019 og Klimarådet.

Selv med et mindre ambitiøst 2025-mål kan dansk klimapolitik stadig være konsistent med 1,5 grader

I figur 6.1 og tabel 6.1 præsenteres et 2025-mål på 50 pct. som et eksempel, hvor reduktionshastigheden holdes på et moderat niveau frem til 2025 for efterfølgende at skulle øges frem til 2030. Målet vil føre til en merudledning af drivhusgasser over perioden fra 2020 til 2030 på ca. 15 mio. ton CO₂e sammenlignet med den rette linje og et 2025-mål på 54 pct.

Spørgsmålet er, om denne merudledning betyder, at et 2025-mål på 50 pct. gør, at dansk klimapolitik ikke længere er konsistent med 1,5 grader. Vurderingen af det er ikke så entydig og præcis. Der er meget elastik i vurderingen af, om et enkelt lands politik er foreneligt med et givent temperaturmål for hele verden, hvilket Klimarådets analyse af de danske klimamål i kontekst af Parisaftalen viser.¹⁸³ Derfor er det i praksis yderst vanskeligt at bruge de globale klimamål til at fastsætte et nøjagtigt dansk mål for 2025. Men det gælder stadig, at jo mindre Danmarks samlede udledninger er set fra i dag til 2030, jo mere hjælper vi verden til at holde den globale temperaturstigning i ro.

En yderligere kompleksitet opstår som nævnt, hvis Danmarks ansvar ikke bare kan reflekteres i princippet om samme udledning pr. verdensborger. Parisaftalen indikerer, at de bredeste skuldre skal bære de tungeste byrder:

“This Agreement will be implemented to reflect equity and the principle of common but differentiated responsibilities and respective capabilities, in the light of different national circumstances.”¹⁸⁴

Det taler for, at Danmark som et rigt land bør gøre mere, end hvad vores indbyggertal tilsiger, for at reducere udledningen af drivhusgasser. I sidste ende er ansvarsfordelingen – herunder Danmarks ansvar – et politisk spørgsmål.

6.3 Hvor langt kan vi realistisk set nå i 2025?

Der er i princippet ikke noget teknisk, der forhindrer så stor en reduktion af de danske drivhusgasudledninger i 2025, som man måtte ønske politisk. I sidste ende vil det formentlig være muligt at forbyde mange af de forurenende aktiviteter helt. Men det kan blive særdeles dyrt for samfundsøkonomien, så derfor er det relevante spørgsmål, hvor stor en reduktion i 2025 der kan realiseres, hvis prisen skal holde sig på et rimeligt niveau.

Denne analyses omstillingselementer giver en reduktion på 50 pct. i 2025

Kapitel 3 identificerer reduktionspotentialer for kendte omstillingselementer på i alt 5,4 mio. tons CO₂e. Det giver en samlet reduktion i 2025 på ca. 50 pct. i forhold til 1990. I Klimarådets optik er det samtidig meget svært at

nøjes med mindre end 50 pct. i 2025, hvis Danmark skal kunne siges at være på den omkostningseffektive vej mod 70-procentsmålet.

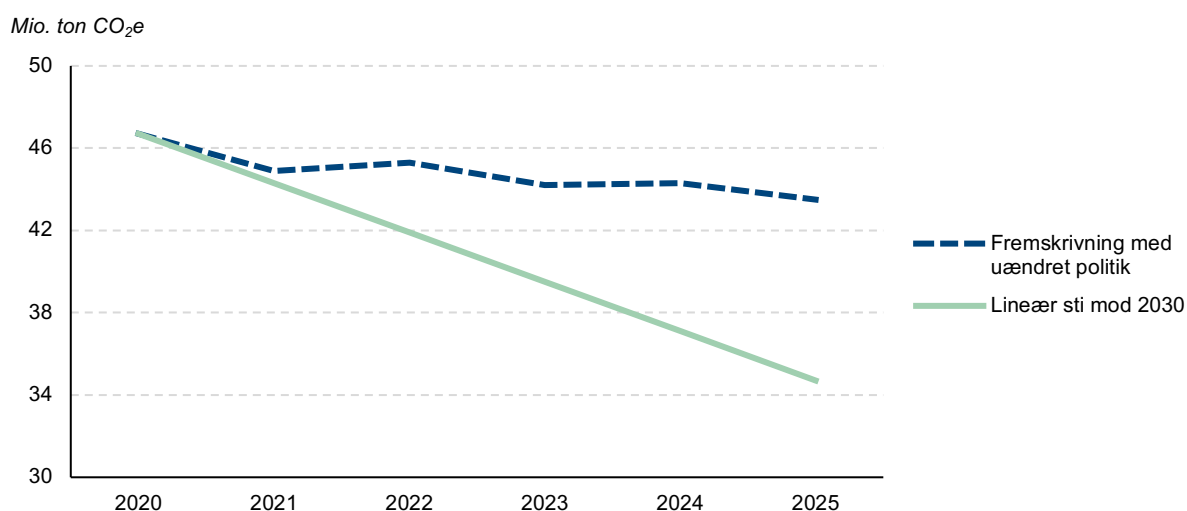
Særligt et omstillingselement er relevant for 2025-målet, nemlig udfasningen af kul. Kuludfasning inden 2025 er med i de 50 pct., selv om dette element ikke er strengt nødvendigt i et 2030-perspektiv. Men har man samtidig et ønske om at begrænse de akkumulerede udledninger i perioden, udgør dette omstillingselement et betydeligt reduktionspotentiale. Jo tidligere kullet udfases, jo lavere bliver den samlede udledning over perioden 2020-2030. Derfor peger Klimarådet på, at kullet bør udfases inden 2025 og gerne snarest muligt, da dette vil være teknisk muligt og relativt billigt i forhold til de drivhusgasreduktionerne, der opnås.

Kapitel 5 har fokus på omstillingselementer, som i de fleste tilfælde ikke vil kunne levere nævneværdige reduktioner inden 2025. En mulig undtagelse er CO₂-fangst og lagring (CCS), hvor Amager Ressourcecenter i København har sat et projekt i søen, der skal indfange og lagre CO₂ fra deres affaldsforbrændingsanlæg. Efter planen skal dette anlæg være i drift allerede inden 2025, selv om projektet på mange måder er ukendt territorium. Derfor kan der argumenteres for at tælle dette konkrete projekts budgetterede reduktionspotentiale med i den samlede reduktion i 2025, som så stiger en smule. Derudover er det svært på nuværende tidspunkt at se, at CCS skulle få væsentlig større udbredelse end dette ene projekt inden 2025, blandt andet fordi det vil kræve både ny regulering og infrastruktur.

Det synes umiddelbart svært at ramme den rette linje og 54 pct. reduktion i 2025

Det naturlige udgangspunkt for et 2025-mål er den rette linje mod 2030 og dermed et mål på 54 pct., men der er alligevel en god grund til ikke at kunne nå så store reduktioner i første halvdel af 2020'erne. Det skyldes, at der på klimaområdet ofte er en betydelig tidsforskydning mellem politik og den efterfølgende effekt i form af lavere udledninger. Denne tidsforskydning kan være adskillige år, hvilket fx ses med havvindmølleparker, hvor der kan gå op til otte år, fra en park besluttet, til den begynder at producere strøm, der kan fortrænge fossil elproduktion.

Der skal således være planlagt en række klimapolitiske initiativer, hvis vi skal gøre os håb om at realisere betydelige reduktioner de kommende par år. Basisfremskrivningen giver et bud på, om det er tilfældet. Figur 6.2 viser et lille udsnit af figur 2.1 med fokus på perioden fra 2020 til 2025 og illustrerer, at den i dag vedtagne politik sammen med den generelle teknologiske udvikling faktisk vil drive udledningerne ned de næste år. Men trenden er på ingen måde kraftig nok til at følge en ret linje mod 70 pct. i 2030. Der skal derfor ny politik til, men det er særdeles tvivlsomt, om denne nye politik kan nå at få udledningerne tilbage på den rette linje inden 2025.



Figur 6.2 Danske nettoudledninger af drivhusgasser fra 2020 til 2025

Kilde: Energistyrelsen, Basisfremskrivning 2019.

Klimarådet.

Dansk klimapolitik har for nuværende ikke tilstrækkeligt med allerede vedtagne og planlagte klimainitiativer, til at man kan hævde at være godt på vej mod 70-procentsmålet ad en ret linje mod 2030. 70-procentsmålet er af nyere dato og blev først vedtaget i juni 2019. Målet udgør derfor stadig en nyorientering af de danske klimaambitioner, og derfor er det forventeligt, at det tager nogle år, før de danske reduktioner kommer op på et niveau, der svarer til de fastsatte mål.

Et 2025-mål på 54 pct. kræver reduktioner på yderligere 3 mio. ton CO₂e i 2025 i forhold til det, der skal til for at nå de nævnte 50 pct. Med den korte tid til 2025 er det ikke en let opgave at finde yderligere reduktioner på 3 mio. ton CO₂e. Potentialet i de allerede udvalgte omstillingselementer kan naturligvis udvides, men det bliver formodentligt dyrt og svært, hvis det skal ske i større omfang. Derfor er det Klimarådets vurdering, at man for at nå en reduktion på de yderligere 3 mio. ton CO₂e, skal følge mindst én af følgende tre ændringer:

- Produktionsnedgang i industrien
- Produktionsnedgang i landbruget
- Begrænsning af bilkørslen

De tre nævnte omstillingselementer er praktisk mulige at realisere, hvis tilstrækkeligt skrappe virkemidler tages i brug, men de samfundsøkonomiske omkostninger er formodentligt ganske store set i lyset af, at 3 mio. ton CO₂e er et ganske markant reduktionsbehov. Alt i alt taler det for et mere lempeligt 2025-mål end 54 pct.

6.4 Klimarådets anbefaling til et 2025-mål

Det rigtige niveau for 2025-målet afhænger som beskrevet af, hvad vægtningen af forskellige formål med målet er, herunder hvad den politiske betalingsvillighed er for reduktioner på den korte bane for at begrænse de samlede danske udledninger i 2020'erne.

Klimarådet anbefaler en reduktion på mellem 50 pct. og 54 pct. i 2025

Hvis Danmarks klimaindsatser skal føres på rette vej mod 70-procentsmålet inden 2025, og hvis de billigste reduktioner skal gennemføres i starten af 2020'erne, bør Danmark tilstræbe en reduktion i 2025 på mindst 50 pct. Er der politisk betalingsvillighed for yderligere reduktioner på den korte bane for at begrænse de samlede danske udledninger i 2020'erne, bør målet sættes højere.

I bemærkningerne til udkastet til klimaloven anføres det, at 2025-målet skal sættes som et interval. Ses den øvre grænse som et loft på de ambitioner, der lægges for dagen i den kommende klimahandlingsplan, ser Klimarådet ikke tungtvejende grunde til at sigte efter en reduktion over 54 pct., medmindre der er betydelig politisk betalingsvillighed for at reducere Danmarks udledninger frem mod 2025. Derfor er Klimarådets anbefaling, at denne procentsats bliver den øvre grænse, således at intervallet hedder 50 til 54 pct. reduktion i 2025 i forhold til 1990.

Klimarådet understreger, at fastsættelsen af et mål i sidste ende er en politisk prioritering, men at Klimarådet i dette kapitel præsenterer forskellige argumenter og vurderinger, der kan lægges til grund for denne fastlæggelse.

Referencer

- ¹ Regeringen (Socialdemokratiet), Venstre, Dansk Folkeparti, Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten, Det Konservative Folkeparti og Alternativet, *Aftale om klimalov*, 6. december 2019.
- ² Klimarådet, *Rammer for dansk klimapolitik*, 2019.
- ³ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Forslag til Lov om klima*, januar 2020.
- ⁴ Socialdemokratiet, Radikale Venstre, SF og Enhedslisten, *Retfærdig retning for Danmark*, 25. juni 2019.
- ⁵ Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019*.
- ⁶ Energistyrelsen, *Energistatistik 2018*.
- ⁷ Mogens H. Greve, Birger F. Pedersen og Mette B. Greve, *Redegørelse for fejl i arealangivelse af organiske jorde*, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet, 3. september 2019.
- ⁸ Lars Elsgaard, Poul Erik Lærke og Mogens Greve, *Oplysning om kortgrundlag for jorde med 6 til 12% organisk kulstof samt klimaeffekt ved justering af tilskudsordning til udtagning af organogene jorder*, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet, 27. februar 2019.
- ⁹ Klimarådet, *Omstilling frem mod 2030*, 2017.
- ¹⁰ Ea Energianalyse, *Klima-KPI for Dansk Industri*, 2019.
- ¹¹ CEPOS, *Samfundsøkonomiske omkostninger ved 60 pct. og 70 pct. drivhusgasreduktion i 2030*, 2019.
- ¹² EU Kommissionen, *A Clean Planet for all – A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy*, 2018; Energistyrelsen, *Energiscenarier frem mod 2020, 2035 og 2050*, 2014; Ingeniørforeningen i Danmark, *IDA's Energy Vision 2050*, 2015; Klimakommissionen, *Danmark uden olie, gas og kul i 2050*, 2010.
- ¹³ EA Energianalyse, *Roadmap for elektrificering i Danmark*, 2020.
- ¹⁴ Katherine Richardson: *Hvordan skaber vi bæredygtig udvikling for alle?*, 2020.
- ¹⁵ Klimarådet, *Status for Danmarks klimamålsætninger og -forpligtelser 2018*, 2018.
- ¹⁶ Peter Birch Sørensen og Frederik Silbye, *National Climate Policies and the European Trading System*, Nordic Economic Policy Review, 2019.
- ¹⁷ De Økonomiske Råd, *Økonomi og Miljø 2019*, 2019.
- ¹⁸ Europa-Kommissionen, *Den europæiske grønne aftale*, 2019.
- ¹⁹ Klimarådet, *Regulering af flysektoren*, 2019.
- ²⁰ Klimarådet, *Biomassens betydning for grøn omstilling*, 2019.
- ²¹ NIRAS, *Potentialer og samfundsøkonomiske omkostninger ved biogas*, Baggrundsnotat udarbejdet for Klimarådet, 2019.
- ²² Klimarådet, *Baggrundsnotat om transportsektoren*, marts 2020.
- ²³ Klimarådet, *Afgifter der forandrer*, 2016.
- ²⁴ Danmarks Statistik, *Statistikbanken BIL10*, 2020.
- ²⁵ Klimarådet, *Flere elbiler på de danske veje*, 2018.
- ²⁶ Bloomberg New Energy Finance, *Electric Vehicle Outlook 2019*.
- ²⁷ CE Delft, *Van use in Europe and their environmental impact*, 2017 EA Energianalyse, *Klima-KPI for Dansk Industri Muligheder og omkostninger ved drivhusgasreduktionstiltag frem mod 2030*, september 2019.
- ²⁸ Concito, *Dekarbonisering af vejgodstransport*, 2020.
- ²⁹ Mercedes, *Oplæg ved konferencen: Mercedes Benz og Dansk Elbilalliance: Nu er el-lastbilerne her* 11.12.2019, 2019.
- ³⁰ Movia, *Præsentation: Temamøde med Københavns Kommunes Økonomiudvalg*, 2018.
- ³¹ Ruter, *Utslippsfri kollektivtransport i Oslo og Akershus*, 2018.
- ³² Klimarådet, *Baggrundsnotat om jordbrugssektoren*, marts 2020.
- ³³ Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi, *Redegørelse for fejl i arealangivelse af organiske jorde*, 3/9 2019.
- ³⁴ Aarhus Universitet, DCA, *Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget*, 2018.
- ³⁵ Dubgaard og Ståhl, *Omkostninger ved virkemidler til reduktion af landbrugets drivhusgasser*, 2018.
- ³⁶ DØRS, *Miljø og økonomi 2014*, 2014.
- ³⁷ *Analyse af omkostningseffektiviteten ved drivhusgasreducerende tiltag i relation til landbruget*. Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet. IFRO Rapport, Nr. 221, 2014.
- ³⁸ Aarhus Universitet, DCA, *Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget*, september 2018.
- ³⁹ Danmarks Statistik, *Statistikbanken BOL102*, 2020.
- ⁴⁰ Drivkraft Danmark, *Energistatistik 2019*, 2019.
- ⁴¹ Dansk Fjernvarme, *Grøn varme til 500.000 boliger*, 2019.
- ⁴² Dansk Energi, *Varme Outlook 2018*, 2018.
- ⁴³ Dansk Byggeri, *Byggeriets Energianalyse 2019*.
- ⁴⁴ Statens Byggeforskningsinstitut, *workshop om energirenovering, Gate 21*, september 2019.
- ⁴⁵ EA Energianalyse, *Analyse af det samfundsøkonomiske potentiale for energibesparelser*, oktober 2019.

- 46 EA Energianalyse, *Samfundsøkonomisk optimum mellem energieffektivitet, vedvarende energi, elektrificering og sektorkobling*, Notat udarbejdet for Danfoss, december 2019.
- 47 Energinet, *Hybrid-varmepumper*, 2018.
- 48 Ea Energianalyse; *Scenarier for antal gaskunder i Danmark mod år 2100*, 2018.
- 49 EEX.com, European Emission Allowances (EUA), 2020.
- 50 ENTSOe, *TYNDP 2018 Scenario report*.
- 51 Svensk Vindenergi, *Statistics and forecasts*, Q3 2019.
- 52 Energistyrelsen, *Nyhed. Danske forbrændingsanlæg forbrændte 3,5 mio. tons affald i 2016*, 30. september 2019.
- 53 Dansk Affaldsforening, Dansk Industri og Dansk Energi: *BEATE Benchmarking af affaldssektoren 2016 (data fra 2015) Forbrænding*.
- 54 Europa-Parlamentets Og Rådets Direktiv (EU) 2018/851 af 30. maj 2018 om ændring af direktiv 2008/98/EF om affald.
- 55 Europa-Parlamentets Og Rådets Direktiv (EU) 2018/852 af 30. maj 2018 om ændring af direktiv 94/62/EF om emballage og emballageaffald.
- 56 Klima-, Energi- og Bygningsministeriet. Tværministeriel Arbejdsgruppe, *Virkemiddelkatalog. Potentialer og omkostninger for klimatiltag*, august 2013.
- 57 Dansk Energi: *Elpris Outlook 2019*.
- 58 Miljøstyrelsen, *Miljøoplysninger PRTR*, 2018.
- 59 Viegand og Maagøe, *Potentialer, omkostninger og virkemidler for ambitiøs grøn omstilling i erhvervet*, Baggrundsnotat udarbejdet for Klimarådet, 2020.
- 60 COWI, *Kortlægning af energisparepotentialer i erhvervslivet*, 2015.
- 61 VLAK regeringen, *Energiaftale af 29. juni 2018*.
- 62 ELFORSK-projekt med deltagelse af: DTU, Teknologisk Institut, Viegand Maagøe samt en række danske industrivirksomheder, *Elektrificering af processer og teknologier i dansk industri*, 2018-2020.
- 63 Viegand Maagøe, *Kortlægning VE til proces, Delrapport 1 – Kortlægning af potentialer*, 2013.
- 64 Viegand Maagøe, *VE til proces – Opdatering af potentialevurderinger*, 2015.
- 65 Aalborg Portland, *Miljøreddegørelse 2018 – Grønt regnskab og arbejdsmiljø*, 2019 samt møde med Aalborg Portland.
- 66 IPCC, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, 2013.
- 67 Miljøstyrelsen: *Biocover-tilskudsordning, fremtidsperspektiver*.
- 68 Aarhus Universitet: *Denmark's National Inventory Report 2019. Emission Inventories 1990-2017*.
- 69 AgroTech A/S, *Metanemission fra danske biogasanlæg Klimaeffekt af metanlækager på biogasanlæg*, 2015.
- 70 Regeringen, *L 39 Forslag til lov om ændring af lov om fremme af vedvarende energi, lov om naturgasforsyning og lov om elforsyning. (Ændring af støtteordninger til anvendelse af biogas)*, december 2019.
- 71 Klimarådet, *Fremtidens grønne afgifter på energiområdet*, 2018.
- 72 DECC, *Planning Our Electric Future: A White Paper for Secure, Affordable and Low-Carbon Electricity*, 2011 og Hirst D., *Carbon Price Floor (CPF) and the price support mechanism*, 2018.
- 73 www.regjeringen.no/contentassets/4e0b25a4c30140cfb14a40f54e7622c8/national-plan-2030_version19_desember.pdf
- 74 www.government.se/government-policy/taxes-and-tariffs/swedens-carbon-tax/.
- 75 Se www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-planned-carbon-pricing-system-transport-and-buildings.
- 76 National Climate Agreement, 2019.
- 77 Retsinformation, *Bekendtgørelse af lov om kuldioxidafgift af visse energiprodukter*, 2011.
- 78 Det Miljøøkonomiske Råd, *Økonomi og miljø 2018*, 2018.
- 79 www.ft.dk/samling/20182/aktstykke/Aktstk.161/2074655.pdf.
- 80 Kraka, *En klimareform der leverer de magiske 70 procent*, 2020.
- 81 Energi, Forsynings- og Klimaministeriet, *Energiaftale af 29. juni 2018*.
- 82 www.ft.dk/samling/20191/almdel/KEF/bilag/147/2129003.pdf.
- 83 www.carbonbrief.org/guest-post-why-german-coal-power-is-falling-fast-in-2019.
- 84 www.ft.dk/samling/20191/almdel/KEF/bilag/147/2129003.pdf.
- 85 Klimarådet, *Midt i en energiomstilling – udfordringer og løsninger for den danske PSO-ordning*, 2015.
- 86 Energistyrelsen, *Havvindspotentialet i Danmark – screening af de danske farvande for mulige placeringer til ny havvind*, 2019.
- 87 Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet, *Energiaftale af 26. juni 2018*.
- 88 Klimarådet, *Fremtidens vedvarende energi*, 2017.
- 89 Erhvervsministeriet, *Besvarelse af spørgsmål 24 alm. del stillet af udvalget den 25. oktober efter ønske fra Ida Auken (RV)*, 2019.
- 90 Energistyrelsen, *Analyseforudsætninger til Energinet 2019*, 2019.

- ⁹¹ www.entsos-tyndp2020-scenarios.eu/wp-content/uploads/2019/10/TYNDP_2020_Scenario_Report_entsog-entso-e.pdf.
- ⁹² Klimarådet, *Fremtidens grønne afgifter på energiområdet*, 2018.
- ⁹³ Se www.ens.dk/service/aktuelle-udbud/teknologineutrale-udbud-2018-2019.
- ⁹⁴ Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet, *Energiaftale af 26. juni 2018*.
- ⁹⁵ <https://winddenmark.dk/nyheder/rekordstor-levering-fleksibilitet-fra-vindmoeller-2019>
- ⁹⁶ Skatteministeriet, *Aftale om øget udnyttelse af overskudsvarme*, 2018.
- ⁹⁷ Klimarådet, *Store Datacentre i Danmark*, 2019.
- ⁹⁸ Energistyrelsen, *Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger for energipriser og emissioner*, 2019.
- ⁹⁹ www.retsinformation.dk/Forms/RO710.aspx?id=205953#idd71e6662-c50c-4e1b-a027-4beebe6f13c6
- ¹⁰⁰ Se www.gasnet.dk/gaskunde/priser_betingelser/brugerbetalingoggebyrer.
- ¹⁰¹ Transportministeriet, *Rapport om Danmarks etablering af infrastruktur for alternative drivmidler*, 2019.
- ¹⁰² European Alternative Fuels Observatory, *Norway*, 2020.
- ¹⁰³ DTU og Dansk Elbil Alliance, *Sådan skaber Danmark grøn infrastruktur til én million elbiler*, 2019.
- ¹⁰⁴ Forenede danske elbilister i Altinget, *Elbilforening: Langsom opladning dækker fint byboernes behov*, 2019.
- ¹⁰⁵ Dansk Energi, *Elbilerne kommer*, 2019.
- ¹⁰⁶ Transport & Environment, *Recharge EU – how many charge points will Europe and its Member States need in 2030*, 2020.
- ¹⁰⁷ Konkurrence- og forbrugerstyrelsen, *Forbrugerforholdsindekset 2018*, 2018.
- ¹⁰⁸ Skat, E.A.4.6.3.2 *Godtgørelse af afgift af elektricitet*, 2020.
- ¹⁰⁹ Berlingske Tidende, *Ny garanti skal booste antallet af elbiler på Frederiksberg: »Når man bor i lejlighed, kan man ikke bare trække en ledning ud ad vinduet«*, 29. januar 2020.
- ¹¹⁰ Europa-Parlamentets og Rådet, *Direktiv 2014/94/EU af 22. oktober 2014 - om etablering af infrastruktur for alternative brændstoffer*, 2014.
- ¹¹¹ Se fx Transport & Environment, *Recharge EU – how many charge points will Europe and its Member States need in 2030*, 2020.
- ¹¹² Vejdirektoratet, *Statsvejnettet 2019 – Oversigt over tilstand og udvikling – rapport 597*, 2019.
- ¹¹³ Dansk Energi, *Er elnettet klar til elbilerne? Analyse af effekt- og investeringsbehov i eldistributionsnettet*, 2019.
- ¹¹⁴ Klimarådet, *Flere elbiler på de danske veje*, 2018 og Klimarådet, *Afgifter der forandrer*, 2016.
- ¹¹⁵ Regeringen, *Aftale mellem regeringen, Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten og Alternativet om: Finansloven for 2020 (2. december 2019)*, 2019.
- ¹¹⁶ Klimarådet, *Flere elbiler på de danske veje*, 2018; Børsen, *Politikerne ændrer igen kurs om elbiler*, 2017.
- ¹¹⁷ *Aftale om tilbagerulning af FSA mv. og lempelse af PSO*, 14. juli 2014, Regeringen (Socialdemokraterne og Radikale Venstre), Venstre, Dansk Folkeparti, Socialistisk Folkeparti og Enhedslisten.
- ¹¹⁸ *Aftale om Fødevarer- og landbrugspakke*, 22. december 2015, Regeringen (Venstre) og Konservative, Dansk Folkeparti og Liberal Alliance.
- ¹¹⁹ Stinna Susgaard Filsø, *Erfaringer fra lavbundsordningen, udtagning af kulstofrige jorde som klimavirkemiddel*, SEGES, december 2019.
- ¹²⁰ Miljøstyrelsen, *Præsentationer fra informationsmøde 28. og 29. januar 2020*, www.mst.dk/naturvand/vandmiljoe/tilskud-til-vand-og-klimaprojekter/udtagning-af-lavbundsjorder/
- ¹²¹ Ole-Kenneth Nielsen et al., *Denmark's National Inventory Report 2019, Emission Inventories 1990-2017 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol*. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 886 pp. Scientific Report No. 318 <http://dce2.au.dk/pub/SR318.pdf>
- ¹²² Jørgen E. Olesen, Mogens H. Greve, Lars Elsgaard, Poul Erik Lærke og Tommy Dalgaard, *CAP2020 analyse om muligheder for beskyttelse af tørvejorde*, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet, 30. april 2019.
- ¹²³ Lars Elsgaard, Poul Erik Lærke og Mogens Greve, *Oplysning om kortgrundlag for jorde med 6 til 12% organisk kulstof samt klimaeffekt ved justering af tilskudsordning til udtagning af organogene jorde*, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet, 27. februar 2019.
- ¹²⁴ T. Eickenscheidt, J. Heinichen og M. Drösler, *The greenhouse gas balance of a drained fen peatland is mainly controlled by land-use rather than soil organic carbon content*, 2015, og Tiemeyer et al., *High emissions of greenhouse gases from grasslands on peat and other organic soils*, 2016.
- ¹²⁵ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Orientering om foreløbige udledningstal for 2018 og justerede udledningstal for årene 1990-2017*, 17. januar 2020.
- ¹²⁶ Regeringen (VLAK), *Plastik uden spild. Regeringens plastikhandlingsplan*, december 2018.
- ¹²⁷ Dansk Kompetencecenter for Affald og Ressourcer (DAKOFA): *Overblik over affaldsfraktionen – Plast*, opdateret august 2018.
- ¹²⁸ Dansk Affaldsforening, *CO2-neutral affaldsenergi i 2030. Forslag til klimabidrag fra cirkulær økonomi og ren energi*, 2019.

- ¹²⁹ Miljøstyrelsen, *Affaldsstatistik*, 2017.
- ¹³⁰ Ea Energianalyse, *Samfundsøkonomisk optimum mellem energieffektivitet, vedvarende energi, elektrificering og sektorkobling*, 2019.
- ¹³¹ Ea Energianalyse, *Samfundsøkonomisk værdi af varmebesparelser*, 2018.
- ¹³² Dansk byggeri, *Kommunernes rolle i klimakampen*, 2019.
- ¹³³ Energisparerådet: *Anbefalinger fra Energisparerådet til den langsigtede bygningsrenoveringsstrategi 2019*.
- ¹³⁴ BR18, *Bygningsreglementet.dk, §274-279*.
- ¹³⁵ Teknik Arbejdsgiverne, Blik&Rør Arbejderforbundet og Dansk El-forbund: *Med Teknikken skal CO2 fordrives*, december 2019.
- ¹³⁶ Fredensborg kommune: *Gratis energitjek*.
- ¹³⁷ Energistyrelsen of Energisparerådet, *Anbefalinger fra Energisparerådet til den langsigtede bygningsrenoveringsstrategi*, 2019.
- ¹³⁸ Dansk Industri: *Offentlige-private partnerskaber. ESCO er vejen til grøn omstilling*, december 2019.
- ¹³⁹ Dansk Byggeri, *Kommunernes rolle i klimakampen*, 2019.
- ¹⁴⁰ Energistyrelsen, *VE-støttefremskrivning ifm. Basisfremskrivning 2019*.
- ¹⁴¹ Folketinget, *Lov om ændring af lov om fremme af vedvarende energi, lov om naturgasforsyning og lov om elforsyning. (Ændring af støtteordninger til anvendelse af biogas)*, december 2019.
- ¹⁴² Finansministeriet, *Nøgletalskatalog*, 26. april 2019.
- ¹⁴³ Se www.spareenergi.dk/offentlig/vaerktoejer/energi-og-co2-regnskabet.
- ¹⁴⁴ Klimarådet, *Udfordringer og muligheder på vej mod et klimaneutralt samfund*, 2019.
- ¹⁴⁵ NIRAS, *CCS og CCU - Potentialer, omkostninger og virkemidler*, Baggrundsnotat udarbejdet for Klimarådet, 2019.
- ¹⁴⁶ www.danskaffaldsforening.dk/udgivelser/co2-neutral-affalds-energi-2030.
- ¹⁴⁷ www.hofor.dk/baeredygtige-byer/amagervaerker/bio4-projektet/bio4-anlaegsdesign.
- ¹⁴⁸ IPCC, *Special report: Global Warming of 1.5 °C*, 2018.
- ¹⁴⁹ Baseret på dialog mellem Klimarådet og GEUS.
- ¹⁵⁰ [www.https://ccsnorway.com/the-project/](https://ccsnorway.com/the-project/).
- ¹⁵¹ DTU, *Transportvaneundersøgelsen*, 2018.
- ¹⁵² Skatteministeriet, *Status over grænsehandel*, 2016.
- ¹⁵³ Bloomberg, *Germans Agree CO2 Taxes Aren't High Enough and Want to Pay More*, 2019; Den svenske regering, *En samlad politik för klimatet – klimatpolitisk handlingsplan*, 2019.
- ¹⁵⁴ Berlingske, *En fredag aften satte Folketinget et »meget ambitiøst« klimamål – det kan betyde skrotning af fyret, elbil i garagen og flere højspændingsmaster*, 2020.
- ¹⁵⁵ Danmarks Statistik, *Stigende salg af el- og hybridbiler*, 2019.
- ¹⁵⁶ De Økonomiske Råd, *Økonomi og Miljø 2013*, 2013.
- ¹⁵⁷ Bloomberg New Energy Finance, *EV Outlook 2019*, 2019; Wood Mackenzie, *Global battery electric vehicle sales to surge in 2020s*, 2020.
- ¹⁵⁸ De Økonomiske Råd, *Økonomi og Miljø 2013*, 2013.
- ¹⁵⁹ Ekspertgruppen Mobilitet for fremtiden, *Mobilitet for fremtiden*, 2018.
- ¹⁶⁰ OECD, *Taxing vehicles, fuels and road use: Opportunities for improving transportation tax practice*, 2019.
- ¹⁶¹ Trængselskommissionen, *Arbejdsrapport – Arbejdsgruppe 6 - Landsdækkende roadpricing*, 2013.
- ¹⁶² DTU Transport, *Test af efterspørgselsmodel for personture i LTM vers. 1.0.8.3*, 2015.
- ¹⁶³ DTU, *Transportvaneundersøgelsen*, 2018; DTU, *Transportvaneundersøgelsen – Faktaark om antal personer per køretøj*, 2014.
- ¹⁶⁴ Danmarks Statistik, *Statistikbanken NVG1*, 2020.
- ¹⁶⁵ Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019*, 2019.
- ¹⁶⁶ Concito: *concito-bloggen/her-faar-du-mest-ernaering-klimaaftrykket*
- ¹⁶⁷ Willet m.fl, *Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems*, The Lancet, 2019.
- ¹⁶⁸ Coop: *Halvdelen af danskerne ønsker mindre kød*, august 2018.
- ¹⁶⁹ Se www.dca.au.dk/fileadmin/user_upload/Mogensen_et_al_2016_Foedevarenes_klimaaftryk.pdf.
- ¹⁷⁰ Landbrug og fødevarer, <https://lf.dk/tal-og-analyser/statistik>
- ¹⁷¹ www.e24.no/energi/i/kJLO7X/equinor-lo-og-nho-sammen-om-nytt-klimamaal-norsk-sokkel-skal-bli-utslippsfri
- ¹⁷² Energinet: *Nye veje til Brint*, 2020.
- ¹⁷³ IEA, *Producing ammonia and fertilizers: new opportunities from renewables*, 2017.
- ¹⁷⁴ [www.https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:8a676e16-293c-418c-91b1-6750fab267b4/version:1567680769/el-faerge-rapport.pdf](https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:8a676e16-293c-418c-91b1-6750fab267b4/version:1567680769/el-faerge-rapport.pdf).
- ¹⁷⁵ www.scandlines.dk/om-scandlines/greenagenda/zero-emission.

- ¹⁷⁶ www.sintef.no/contentassets/7a7bfoe26fd44cbfb973dd47736b056a/20180102-forsyning---kainanlegg---sikkerhet---hydrogenhurtigbat-trondelag-v1.1.pdf.
- ¹⁷⁷ Concito, *Dekarbonisering af vejgodstransport*, 2020.
- ¹⁷⁸ www.klimaoslo.no/2019/09/25/utslippsfri-bygging-gjor-at-oslo-er-verdens-ledende/.
- ¹⁷⁹ DTU, RUC, KU, AU: *Reduktion af landbrugets klimaaftryk ved termisk pyrolyse af afgrøderester og organiske gødningsfraktioner*, 2019.
- ¹⁸⁰ www.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcbb.12266.
- ¹⁸¹ DTU, *Estimates of Danish climate potential of the SkyClean system*.
- ¹⁸² FN, *Paris Agreement*, artikel 2, stk. 1(a), 2015.
- ¹⁸³ Klimarådet, *Beregningsforudsætninger for vurdering af Danmarks klimamålsætninger i forhold til Parisaftalen*, Baggrundsnotat til Klimarådets analyse 'Rammer for dansk klimapolitik', 2019.
- ¹⁸⁴ FN, *Paris Agreement*, artikel 2, stk. 2, 2015.

