

Hvor skal pengene komme fra, når forureneren forsvinder?

Bilag 1



1. Bilag 1: forudsætninger for modelkørsel

Dette dokument er et bilag til analysen "Hvor skal pengene komme fra når forureneren forsvinder - ensartede CO₂e-afgifter og de offentlige finanser". Denne analyserer vi, hvordan en skatteomlægning vil påvirke udledning og afgiftsprovener ved at modellere det danske energisystem i TIMES DK-modellen. I modellen sammenligner vi udviklingen i et scenarie baseret på Energistyrelsens Klimafremskrivning 2021 med den grønne skattereform. Klimafremskrivningen 2021 bruges som basis i et scenarie, hvor afgifter ikke ændres ift. det planlagte i 2021.

1.1 Om Energimodellen TIMES-DK

TIMES-DK er et avanceret beregningsværktøj, der anvendes til at bygge scenarier for energisystemet i Danmark. Modellen dækker energiforbruget i alle sektorer i Danmark. TIMES-DK har en detaljeret repræsentation af el- og fjernvarmesektoren, bygninger, industri samt transport og kan dermed belyse målsætninger og politiske virkemidler på tværs af alle sektorer. Modellen inkluderer det danske energiafgiftssystem, så ændringer i dette og det tilhørende provener kan beregnes. Baseret på input om brændselspriser, teknologipriser og politikker, f.eks. støtte, afgifter og regulering, finder modellen den billigste kombination af teknologier i alle sektorer. Seneste tilføjelse er en simpel repræsentation af emissioner af andre drivhusgasser end CO₂ fra jord- og skovbrug samt strålingseffekter fra fly således, at modellen nu inkluderer alle direkte udledte klimagasser. Modellen er udviklet i et samarbejde mellem DTU, COMETS projektet og Energistyrelsen. Der er et fortsat samarbejde mellem Energistyrelsen og Energy Modelling Lab (EML) om den løbende udvikling og forbedring af modellen.

Energiforliget 2012 efterspurgte en model, som kunne sammenligne klimatiltag på tværs af sektorer. DTU blev valgt til at hjælpe Energistyrelsen med at udvikle modellen, som nu bruges på DTU i forskningsprojekter og i Energistyrelsen til dele af Basisfremskrivningen for industri og husholdninger. I forskningsprojektet COMETS¹ blev der sat en arbejdsplan til at formidle modelresultater, og det er i det regi, der blev udviklet hjemmesiden² og afholdt en høring i Folketinget. På hjemmesiden vises resultater for beregninger af målbare udspil på klimapolitikker fra Klimapartnerskaberne og sandsynligheden for at leve op til Paris-aftalen med disse.

TIMES-DK er en såkaldt optimeringsmodel med endogene investeringer, dvs. modellen finder selv ud af, hvad der skal investeres i og hvornår. Den matematiske formulering sikrer, at modellen finder den billigste løsning for hele energisystemet, givet de begrænsninger

¹ Innovationsfonden: www.cometsproject.dk

² www.klimaafalten.tokni.com

brugeren har defineret. Modellen har såkaldt fuldt fremsyn, dvs. den kan se alle antagelser og teknologiske udviklinger fra i dag frem til 2050. Derfor kan den tage hensyn til hvornår nye effektive teknologier forventes at blive tilgængelige.

Modellen TIMES-DK har 5 hovedsektorer: husholdninger, transport, el og varme, forsyning og industri. Industrisektoren dækker alle erhverv og er underopdelt i 12 hovederhverv. TIMES-DK dækker Danmark og er geografisk delt op i Vest Danmark og Øst Danmark. Disse to regioner er hver underopdelt i tre varmforsyningsområder; centrale, decentrale og individuelle. Året er opdelt i 32 tidsskridt, som er udvalgt til at dække alle driftssituationer i energisystemet, dvs. nogle tidsskridt repræsenterer situationer med lav vindproduktion og højt elforbrug og visa versa.

1.2 Forudsætningerne

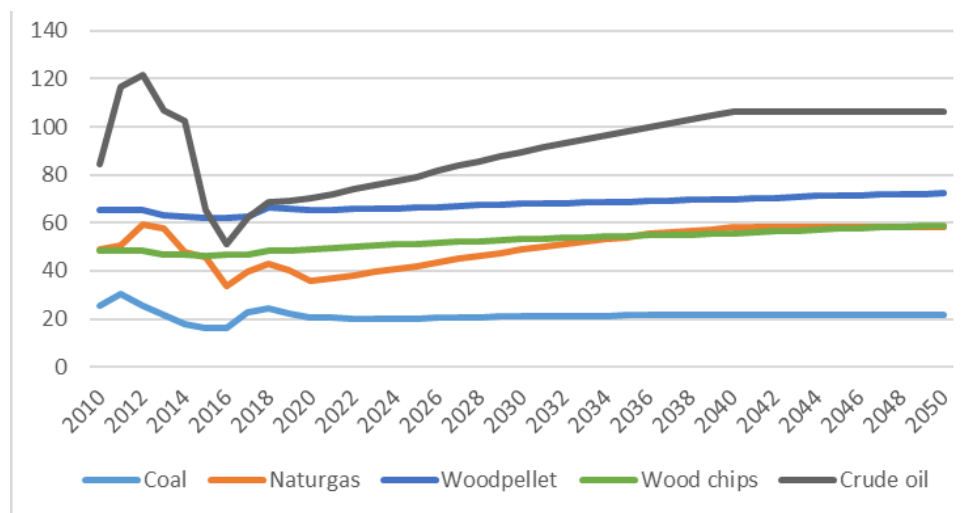
1.2.1 Energistyrelsens klimafremskrivning

TIMES-DK bliver i dag brugt til bl.a. Energistyrelsens årlige Klimafremskrivning. EML's udgave af TIMES-DK modellen adskiller sig fra Energistyrelsens på en række punkter, men grundmodellen er den samme. I vores modellering af scenarier bruger vi mange af de samme antagelser og forudsætninger som Energistyrelsen bruger i Klimafremskrivningen. EML's Referencescenario kan dermed sammenlignes med Energistyrelsens klimafremskrivning, da dette yderligt er kalibreret til at følge samme udviklinger i transportsektoren, landbruget og øvrige tendenser i Energisystemet.

1.2.2 Brændselspriser

Brændselspriserne, der anvendes i TIMES-DK, er baseret på brændselspriser brugt i det fælles nordiske projekt NCES2020, hvor de danske samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger er blevet opdateret. Udviklingen i disse er præsenteret i figur 4.1.

Figur 4.1 Brændselsprisers udvikling i TIMES-DK



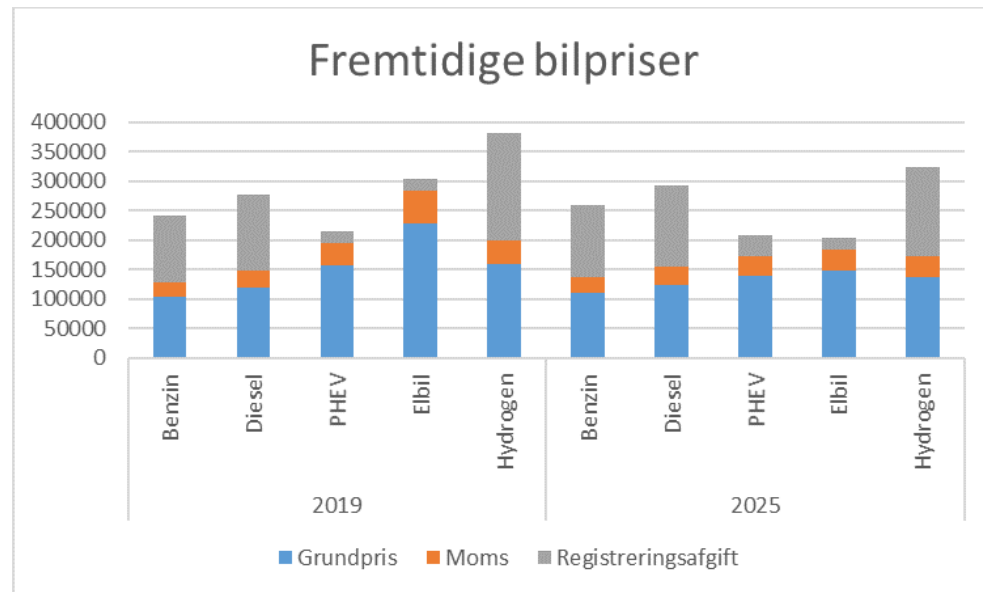
Anm.: Olieprisen forventes at stige langsomt gennem perioden, pga af flere store felter i verden har toppet produktionen. Naturgas og træflis er tætte konkurrenter f.eks. til industrien, hvorfor de forventes at følges ad. Træpiller er lettere at håndtere og derfor også mere værd på brændselsmarkedet.

Kilde: Der anvendes brændselspriser fra Energistyrelsens "Analyseforudsætninger":
<https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/analyseforudsætninger-til-energi-net>.

1.2.3 Priser på biler

I modellen består købsprisen for forbrugere af importprisen, registreringsafgiften samt moms. Der er naturligvis stor usikkerhed på disse fremtidige priser, men med de anvendte priser og eksisterende afgiftssystem i Danmark, hælder det mod en lille fordel til de eldrevne biler efter 2020, som det ses i figur 4.2.

Figur 4.2 Indkøbspris på biler i fremtiden



Anm.: Bilerens anskaffelsespris består af en grundpris for selve bilen, moms og registreringsafgift.

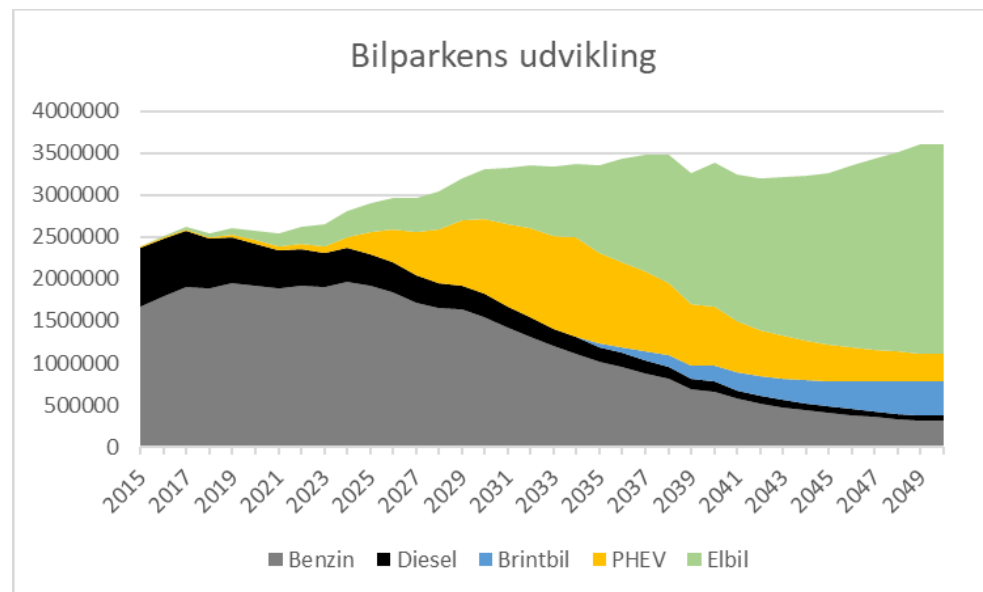
Som det ses giver registreringsafgiften en fordel til hybrid- og elbiler og skubber derfor mod omstillingen væk fra traditionelle benzin og dieslbiler.

Kilde: Moawad et. Al (2016).

Købsprisen på hybridbiler forventes allerede at falde til under prisen af benzin- og dieslbiler i 2020, som følge af afgiftsmæssige fordele. Frem mod 2025 forventes elbiler yderligere at falde og bliver dermed den billigste biltype. De anvendte importpriser på biler i figuren svarer til en EU-mellemklassebil eller en amerikansk kompaktmodel. Data er baseret på Moawad et. Al (2016).

En optimeringsmodel som TIMES-DK kan have svært ved at fange forbrugerpræferencer, der ikke er økonomisk rationelle, såsom frygten for at løbe tør for strøm i en elbil eller loyalitet over for et bestemt bilmærke. TIMES-DK vælger den billigste kombination af teknologier på tværs af alle sektorer og minimerer dermed de samlede omkostninger i samfundet. Derfor vil modellen så hurtigt som muligt forsøge at skifte til el og hybridbiler, når de bliver billigst efter 2020. For at indregne forbrugerpræferencer bruges bilvalgsmo-dellen "Car Stock Model", der er udviklet med henblik på at analysere forbrugeradfærd ved køb af biler. Resultater fra denne model viser at som følge af den nuværende afgiftsstruktur, vil forbrugerne skifte mod hybrid og elbiler. "Car Stock"-modellens beregnede skift i markedsandele af forskellige biltyper bruges til at styre hastigheden, hvormed omstilling kan ske i TIMES-DK modellen.

Figur 4.3 Bilparkens udvikling i Car Stock Modellen



Anm. "Car Stock"-modellen er estimeret på historiske salgsdata og tager derfor forbrugerpræferencer med i valget af nye biler. De historiske præferencer antages dog at slækkes over tid.

Kilde: Car stock model

Der vurderes at udviklingen af el- og hybridbiler er en relativ konservativ begrænsning når man kigger på udmeldingerne fra bilproducenterne som det ses af tabel 4.1

Tabel 4.1 Bilproducenternes udmeldinger vedrørende fremtidige bilmodeller

Bilfirma	Bilmodeller	Målsætninger
Volkswagen Group	50 EV, 30 PHEV og 220 Hybrid modeller i 2025 og alle modeller (300) findes i EV eller PHEV version i 2030	25 % af salg i 2025 er EV/PHEV (2-3 millioner biler)
PSA Group (Peugeot, Opel, Citroén)	Alle bilmodeller i EV eller PHEV version i 2025	
Volvo	Alle nye modeller er PHEV eller EV fra 2019	
Ford	16 EV og 24 PHEV i 2022	70 % af salg til Kina vil være hybrid, PHEV eller EV i 2025
Jaguar, Aston Martin og Land Rover	Alle nye modeller er PHEV eller EV fra 2020	
GM	20 EV i 2023 og alle modeller er i EV eller PHEV i 2025	
Hyundai	14 EV i 2025 og 60 % af modellerne findes i el eller hybrid version i 2021	
Toyota	Alle modeller i el eller hybrid version i 2025	Salg af 5.5 millioner EV og PHEV i 2030, svare til over 50 % af alle solgte biler i 2017

Kilde: Udmeldinger i pressen fra bilproducenterne.

1.2.4 Diverse antagelser vedr. el- og varmesektoren

Da TIMES-DK udelukkende modellerer Danmark og ikke de omkringliggende lande, så anvendes en række eksogene antagelser om udviklingen i elpriser i omkringliggende lande, transmissionsforbindelser osv. Disse rammebetingelser følger så vidt muligt Energistyrelsens Klimafremskrivning. Det betyder bl.a. en maximal import/eksport af elektricitet på 22% af det nationale elforbrug i 2030.

Der er ikke modelleret nogen brændselsbinding i modellen. Det er derfor muligt at skifte fra kul og gas i el- og varmegærker til både biomasse og varmepumper. Der er ikke tilslutningspligt til fjernvarme i modellen, så fjernvarme vil kun forblive og udvides til områder, hvor det samlet set er den billigste løsning. Der bruges en general diskonteringsrente på 10 % i modellen for at simulere privat økonomisk tankegang. Dog opererer fjernvarmegærker med en diskonteringsrente på 4 % for at simulere nulprofit og mulighed for kommunelån.

1.2.5 Potentialer

Potentialet for vedvarende energi i Danmark er anvendt som grænser i modellen, herunder delt i brændselsfri og biomasse potentialer. Disse potentialer er angivet i tabel 4.2.

Tabel 4.2 Brændelsfri VE potentialer

Teknologi	MW kapacitet
Landvind	6200
Havvind	50000
Husstands solceller	9500
Industriens tag solceller	8100
Landbaserede solceller	3000
Bølgeenergi	3175
Solvarme	7400
Geotermi	630

Anm.: Landvind er begrænset af Energifafileteksten, hvor der blev sat et max antal landmøller som begrænsning. Antallet er omregnet til MW ifht. forventet møllestørrelse. Kilde: Energistyrelsens "Analyseforudsætninger".

Landvind er begrænset til 6200 MW, som følge af energifaltens beslutninger om maksimalt 1750 MW ekstra landvind. Elproduktion fra landvind er den billigste løsning og en øgning af potentialet betyder mere landvind og et billigere system. Den totale mængde national biomasse til rådighed svarer til ca. 150 PJ med de nuværende ressourcer. Med udnyttelse af marginaljorde til produktion af energifgrøder vil potentialet kunne øges med op til 191 PJ. biomasse.

Ifølge studiet "Carbon footprint of bioenergy pathways for the future Danish energy system" er den bæredygtige biomasse ressource på 10-20 GJ/person/år, svarende til 55-110 PJ biomasseforbrug i Danmark, altså mindre end det som anses som et realistisk potentiale for Danmark. I dette studie anvendes EML's jordbrugsmodel, DK-BioRes, til at beregne potentialet for biomasse til energiformål, se beskrivelse længere nede.

1.2.6 Fremskrivninger og optimering

Økonomisk fremskrivning: Fremskrivningen af sektorernes økonomiske aktivitet frem til 2050 er baseret på Finansministeriets konvergensprogram, samt ELMoDelBoliq's fremskrivning af el apparater pr. husstand og DREAM-gruppens fremskrivning af boligareal. Dette er de samme kilder, som anvendes til Energistyrelsens Klimafremskrivning. Udviklingen i de enkelte sektorer økonomiske aktivitet oversættes i modellen til en efterspørgsel efter energitjenester, som m² opvarmede boliger, procesenergi i tre temperatur intervaller, transportarbejde for personer og gods, antal elektriske apparater i boliger osv.

Teknologier og fremskrivning: Det er en teknologirig model, som forsøger at repræsentere de energikonverterende og -forbrugende teknologier, tilpasset detaljeret til at kunne vurdere om systemet kan fungere i praksis, samt at kunne beregne de samlede omkostninger ved at drive hele energisystemet. Der er mere end 3000 teknologier i modellen og det kan følges ned til de enkelte, hvor meget der investeres i over scenarieperioden.

Når man kigger frem til 2050 er den teknologiske udvikling vigtig for resultatet. Modellen indeholder en fremskrivning af alle energikonverteringsteknologiers effektivitet og

omkostninger, hvor det antages, at der vil ske en fortsat udvikling. Data er baseret på Energistyrelsens teknologikataloger og internationale kilder. Eksempler på teknologier er biler, kedler til industri, havvind, solceller, naturgasfyr til boliger, vaskemaskiner osv..

Markeder: Der antages perfekte markeder for de "Varer", som handles i modellen, el, fjernvarme og brændsler. Det betyder bl.a., at de som agerer i markederne har fuld information om alle relevante forhold, og markedsprisen er defineret som den marginale pris i hvert tidsskridt. Modellen kan handle el og brændsler på et globalt marked – for el dog begrænset af transmissionsforbindelser og en antaget elpris i de omkringliggende lande.

Drivhusgasser: Modellen regner kun på drivhusgasudledninger i Danmark og dermed ikke hvad dansk el-eksport evt. fortrænger i andre lande. Al CO₂ udledning fra energikonvertering indgår i modellens optimering, mens lattergas og metan fra landbruget, CO₂ optag i skov og strålingseffekt fra fly indgår i modellen, men er ikke inkluderet i omkostningsminimeringen. Det betyder at effekter på de øvrige klimagasser, som følge af forskellige politikker, er baseret på videnskabelige studier og lagt manuelt ind i modellen. Både international skibs- og flytrafik er inkluderet, og den danske del beregnes ved, at transportarbejdet, energiforbrug og emissioner fordeles ligeligt mellem Danmark og destinationslandet.

Fjernelse af potentielle barrierer i alle scenarier: Modellen er fri til at investere i de teknologier, som er nødvendige for, at energisystemet kan møde efterspørgslen efter energitjenester i fremtiden. Det betyder bl.a., at det antages, at der afsættes områder til ny havvind, solceller og andre arealkrævende investeringer, og dermed hvad der måtte være af barrierer afhjælpes. Stigningen i antallet af elbiler og ellastbiler kræver udbygning med offentlige ladestander, hvilket modellen gør efter behov uden at afvente en politisk beslutning. På samme måde antages det, at potentialet af overskudsvarme fra industrien kan udnyttes i fjernvarmenettet, hvis det kan betale sig.

Adfærd i modellen: Brugeradfærd er ikke direkte modelleret i TIMES-DK. Der er stor forskel på den økonomiske horisont for en almindelig borger, der overvejer at købe nyt fyr eller efterisolere sin bolig og store energiselskaber, som investerer i nye kraftværker. For persontransport har vi indført et tidsbudget samt begrænsninger på infrastruktur til at repræsentere forbrugernes valg mellem transportformer. I alle sektorer har vi indført såkaldte "Hurdle Rates", der repræsenterer den tidshorisont investorerne har. Indtil nu bruges 10% i alle sektorer og for alle investeringer, men modellen har mulighed for at variere dette for sektorer og teknologier.

1.2.7 Metode til beregning af udvikling i jord- og landbrug

Landbrugets udledninger modelleres eksogent uden for modellen. Der antages en grundlæggende udvikling i henhold til Folketingets beslutning i 1989 om at øge Danmarks skove til 20 pct. af det samlede areal i Danmark i 2050. Baseret på nuværende forhold mellem åben natur og skove i Danmark, antages en 50/50 opdeling i blandet skov og hurtig voksende kultur skove, som har højere CO₂ optag og biomasse udbytte på kort sigt. For de kulstofrige jorde antager vi, at der findes et maksimalt potentiale for CO₂ reduktion/optag svarende til 4,5 mio. t CO₂e/år ved total omstilling af alle 171.000 ha af disse jorde til skov og moser. Der kan kun plantes skov på ca. halvdelen af disse jorde, da resten er moser og våde enge. De 4.5 mio. t CO₂e er en nettoantagelse, da der ved omstilling af jordene både sker et øget metan udslip, men også en reduktion i lattergas. Vi tager ikke højde for den typiske forsinkelse mellem landbrugsjord udtages og etableringstid for naturområderne.

Se afsnittet "Biomasseressourcemonellen" for yderligere detaljer.

1.2.8 Afgifter

Basis-scenarie: Afgiftsstrukturen i TIMES-DK-modellen er opbygget ud fra princippet om repræsentation af den primære incitamentsstruktur for energisystemet i Danmark. Modellen bygger på en "Frozen Policy" fremgangsmetode, hvor afgifter fortsættes i hele modellens horisont med mindre dedikerede ændringer i afgiftsstrukturen er indskrevet i loven, f.eks. at PSO-afgiften udfases, og el til transport er afgiftsfritaget indtil 2030. Støtteordninger er inkluderet tilsvarende med afgifter med en afslutning svarende til lovgivningen. Nye vindmølleparker og solcelleanlæg efter 2025 forventes ikke at modtage støtte, dette baserer sig på tendenserne for udbud. Dette gælder også havvindmølleparker, da det antages, at omkostningerne til landføring er inkluderet i el tariffer.

Afgifter i modellen er bygget på PWC's afgiftsvejledning³, samt en fremskrivning af CO₂ afgifter, der følger de samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger. Yderligere er der inkluderet årlige- og registreringsafgifter på vejtransport baseret på skats egen hjemmeside. Dette skyldes den meget variable afgift baseret på energiforbruget af forskellige køretøjs typer, f.eks. el og benzinbiler.

Skatteomlægning-scenariet er baseret på overstående antagelse med indførelse af CO₂e afgift og reducerede energiafgifter. CO₂ afgiften er pålagt samtlige sektorer, men der er indlagt afgiftsrefusion på den danske industri for at simulere et bundfradrag. Bundfradraget svarer til CO₂-afgiften fra udledninger på 80 % af 2020 niveauet, og det falder mod 0 i 2050.

1.2.9 International transport

Modellen inkluderer danske drivhusgasudledninger ifølge FN's definitioner, hvilket betyder, at international skibs- og flytrafik ikke hører under nationale målsætninger. Da international transport afgiftsbelægges via globale og EU-lovgivninger, er det ikke en del af den danske stats forpligtelse. Dog vil en omstilling af international transport medføre effekter på den nationale energiproduktion, da der vil efterspørges grønne brændsler fra disse sektorer, der til dels vil blive produceret i Danmark. I alle scenarier antages det at den danske andel af international transport skifter til grønne brændsler svarende til 100% af deres forbrug i 2050. Dette er baseret på målsætninger og forpligtigelser udmeldt af bl.a. Københavns Lufthavn og Mærsk om at være 100% neutrale i 2050.

1.2.10 Begrænsninger

Makroøkonomiske effekter som eksport/import, beskæftigelse, etc.: Makroøkonomiske effekter, dvs. hvordan forskellige industrier påvirkes økonomisk af politiske tiltag, modelleres ikke i TIMES-DK. Hvis der indføres en afgift på f.eks. et brændsel, så antages det, at afgiften implementeres på en måde, så industriens konkurrenceevne ikke forværres relativt. Dvs. modellen kan ikke se om politikker skubber virksomheder til udlandet. I udkastet til en grøn afgiftsreform håndteres lækageproblematikken ved et bundfradrag til energiintensive virksomheder. Modellen inkluderer ingen direkte effekter på beskæftigelse eller hvordan investeringer i energisystemet konkurrerer med sundhedsudgifter og lign. Modellen anvender en økonomisk fremskrivning fra Finansministeriet som basis, der sikrer at grundlæggende sammenhænge er overholdt som udgangspunkt.

Påvirkning fra udlandet: Danmark er en lille åben økonomi i et stort internationalt marked og derfor har det stor betydning for modelresultaterne, hvad der antages om udviklingen i nabolande og resten af verden. Der antages ikke-ændrede påvirkninger fra udlandet.

³ Se <https://www.pwc.dk/da/afgiftsvejledningen.html>

1.2.11 Validering

For at validere modellen sammenlignes med resultater fra andre lignende modeller, statistik og litteratur.

1.2.12 Kalibrering

Modellen er kalibreret til de historiske år 2015 og 2020. Dvs. det sikres den kan gengive energiforbruget, brændselsforbrug og CO₂-udledninger i de historiske år.

Sammenligning med andre modeller: Der sammenlignes bl.a. med Energistyrelsens modelkørsler, men også med mere detaljerede sektormodeller. F.eks. en detaljeret bilvalgsmode eller at tjekke TIMES-DK's resultater omkring valg af biltyper og elsystemmodellen Balmorel, der dækker Nord Europa til at tjekke el-handel og elpriser.

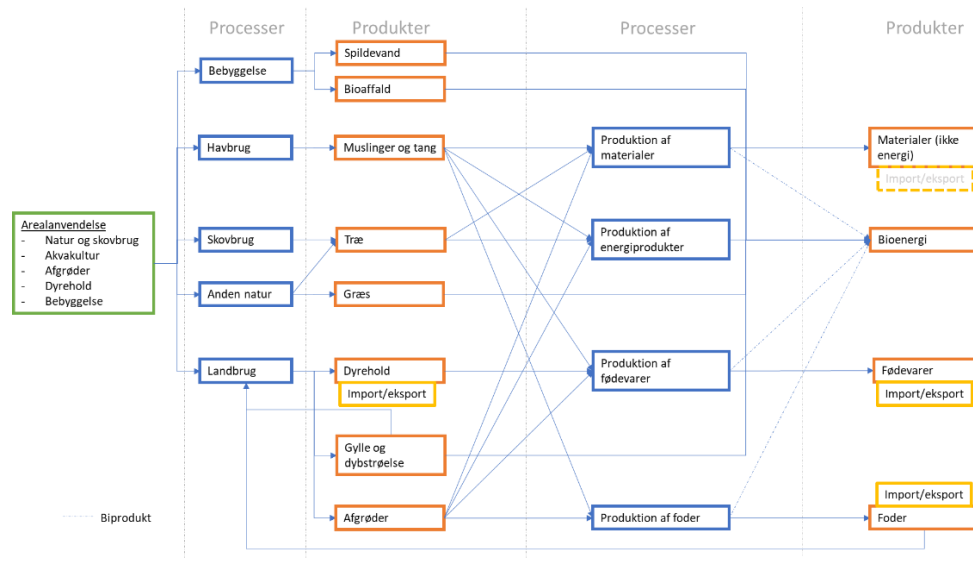
1.3 Bioressourcemodellen

Til analysen er desuden brugt EML's bioressourcemodel DK-BioRes til at beskrive, hvordan drivhusgas-emissionerne udvikler sig for jordbruget i Danmark. Jordbrugsmodellen bruges til at give et sammenhængende billede af reduktioner i klimagasudledninger fra jordbruget, produktion af foder og fødevarer, samt hvor meget biomasse, inkl. biogas, der kan anvendes til energiformål. Resultaterne fra DK-BioRes føres over til TIMES-DK modellen og sætter grænser for hvor meget biomasse, der er til rådighed, samt hvilke udledninger, der kommer fra jordbruget, og som skal kompenseres af negative udledninger fra andre sektorer.

1.3.1 Modelstruktur og hvad er inkluderet i modellen?

DK-BioRes-modellen beskriver biomasseproduktion og drivhusgasudledninger fra dansk jord, basisåret er 2019 og modellen giver resultater for 2030 og 2050. Scenarier bygges op ved at følge en række hierarkiske trin. Først bestemmes ændringer i den overordnede arealfordelingen, f.eks. hvor meget landbrugsjord skal laves til skov eller natur. Derefter kan landbrugsstrukturen ændres, f.eks. andel økologisk landbrug, hvorledes husdyrbestanden skal ændres, ny afgrødesammensætning etc. Der kan vælges, hvilken type skov der skal plantes, hvad der skal anvendes i biogasanlæg og hvilken diet befolkningen har i Danmark. Alle massestrømme og drivhusgasudledninger følges i dette netværk og resultatet er samlet produktion af biomasse, inkl. Dyr, fra det danske areal, balance af produktion og forbrug samt samlet drivhusgasudledning. Dermed kan det også bestemmes, hvor meget biomasse, der er i overskud og som kan anvendes til brændsler eller energiproduktion.

Figur 4.4 Skema over processer og flows i EML's DK-BioRes model.



Anm.: DK-BioRes modellen indeholder de væsentligste processer i dansk jordbrug til sporing af drivhusgasudledninger. Den kan bruges til at kigge på reduktioner i landbruget samt vurdere hvor meget biomasse der kan bruges til energiformål.

Kilde: EML's bioessourcemodel DK-BioRes

1.3.2 Indførte virkemidler i Jordbrugsscenariet

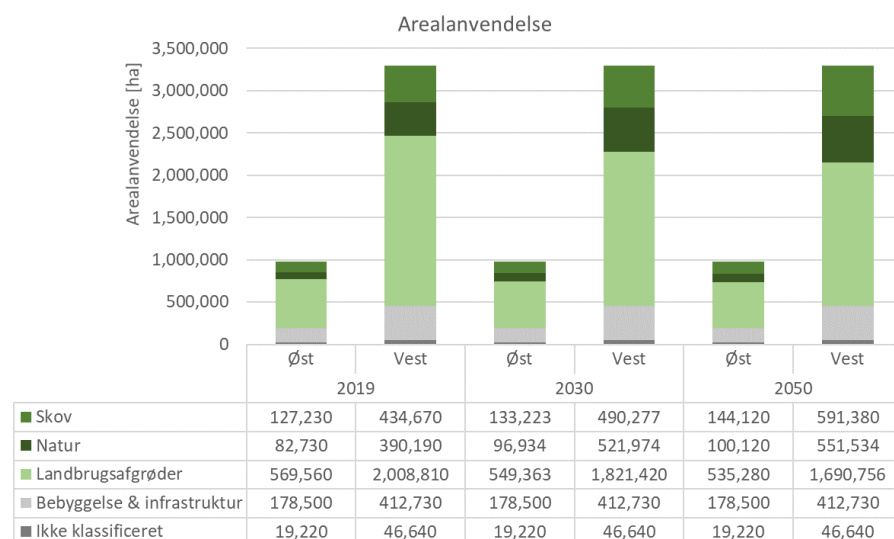
Klimafremskrivning (EML version)	Skatteomlægning KRAKA Adv.
8% af alle organogene lavbundsjordene om-lægges til natur i 2030, svarende til 15000ha	80% af alle organogene lavbundsjordene om-lægges til natur i 2030, svarende til 146000ha og 100% i 2050, svarende til 179000ha
Skovarealet øges med 1900ha om året, svarende til lidt mere end 15% af det danske areal er dækket med skov i 2050.	Skovarealet øges med 12200ha om året, svarende til at lidt mere end 20% af det danske areal er dækket med skov i 2050. Halvdelen af væksten antages at være hurtigvoksende kulturer
Økologisk jordbrug øges fra 11% i 2019 til hhv. 14% og 18% i 2030 og 2050	Økologisk jordbrug øges fra 11% i 2019 til hhv. 20% og 30% i 2030 og 2050
Husdyrbestanden fastholdes	Husdyrbestanden fastholdes, køer sænkes dog med 10% for at følge den hjemlige efterspørgsel.
Halmudbyttet fastholdes	Halmudbyttet øges med 15% som følge af sortsvalg og opsamlings-effektiviteten øges fra 59% til 70% i 2030 og 80% i 2050
Udbytter antages generelt at stige med 7% i 2030 og forbliver på det niveau	Udbytter antages generelt at stige med 7% i 2030 og 15% i 2050
Ingen ændring fra 2019	Græs i omdrift øges med ca. 5 pct.-point på bekostning af 1-årige afgrøder, korn, raps og majs

Ingen ændring fra 2019	Grønsager dyrket i væksthuse øges fra 0,65% til 1,5% i 2030 og 2% i 2050
Ingen ændring fra 2019	Andelen af importeret kraftfoder sænkes med knapt en tredjedel og erstattes med kraftfoder dyrket i Danmark herunder tang, muslinger, græsprotein etc.
Ingen ændring fra 2019	Tilsætningsstoffer til kvægfoder antages at reducere metan-udledningen fra maverne med 30% i 2030 og 40% i 2050
Ingen ændring fra 2019	Dyrkning af tang og muslinger øges til at dække foderbehovet – kræver et havareal svarende til 78000ha i 2030 og 140000ha i 2050
Ingen ændring fra 2019	Planteprotein antages at erstatte kødprotein i befolkningens diet med 20% i 2030 og 30% i 2050
Ingen ændring fra 2019	Grøntsagsforbruget antages at stige med 35% i 2030 og 70% i 2050 pga. øget skift mod vegetarisk kost

1.3.3 Resultater fra BioRes-modellen

Over tid mindskes landbrugsarealet og omlægges til natur og skov. Dette giver dels mindsket udledning fra dyrkning af jorden, men også et optag af CO₂ i det øgede skovareal.

Figur 4.5 Jordbrugsscenariet ændring i arealanvendelse i Danmark over tid.

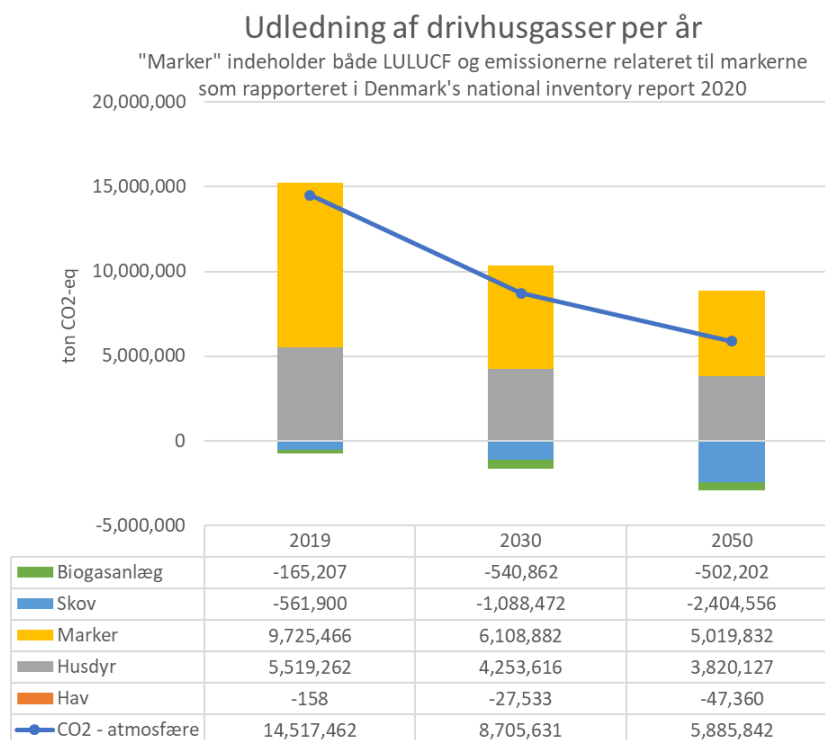


Anm: I Jordbrugsscenariet udlægges stadig mere til skov og natur på bekostning af landbrugsjord.

Kilde: EML's bioressourcemodel DK-BioRes

Udledningen af drivhusgasser falder markant frem til 2030, først og fremmest pga. udtag af de organogene jorde. Udledningen fra husdyr ændres langsomt som følge af fodertilsætning, men de negative emissioner øges over tid i takt med nye skovarealer vokser til.

Figur 4.6 Drivhusgasbalance for arealanvendelse i Danmark



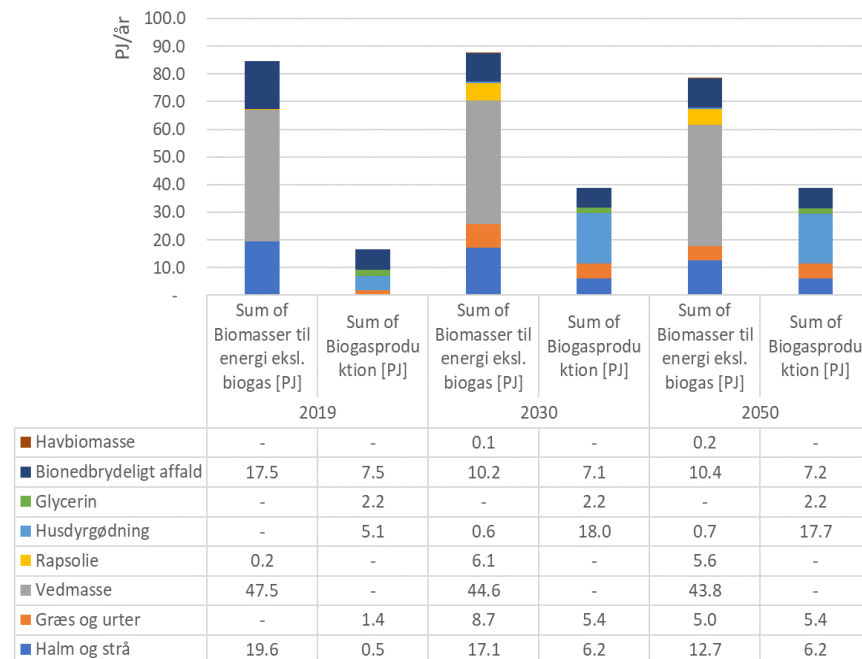
Anm: I Jordbrugsscenariet falder CO2e-udledningen kraftigt frem til 2030, først og fremmest pga. udtag af lavbundslande. Frem til 2050 begynder den øgede skovrejsning at have effekt samt ændret foder til køer.

Kilde: EML's bioressourcemodel DK-BioRes.

I DK-BioRes modellen beregnes biomassepotentialet til energiformål som residual efter behov for fødevarer, foder, eksport og materialer er opfyldt.

Figur 4.7 Biomassepotentiale til energiformål efter fødevarer, foder, eksport og materialer er tilfredsstillet.

Potentiale til energianvendelse
Venstre kolonne indeholder alle biomasser ikke allokeret til biogasproduktion -
hvis biomassen kun kan bruges til biogasproduktion er mængden af biogas fra biomassen brugt som
brændværdi



Anm: Figuren viser potentialet til produktion af biogas samt andet biomasse, der kan anvendes til energiformål efter fødevarer, foder, materialer og eksport er tilfredsstillet.

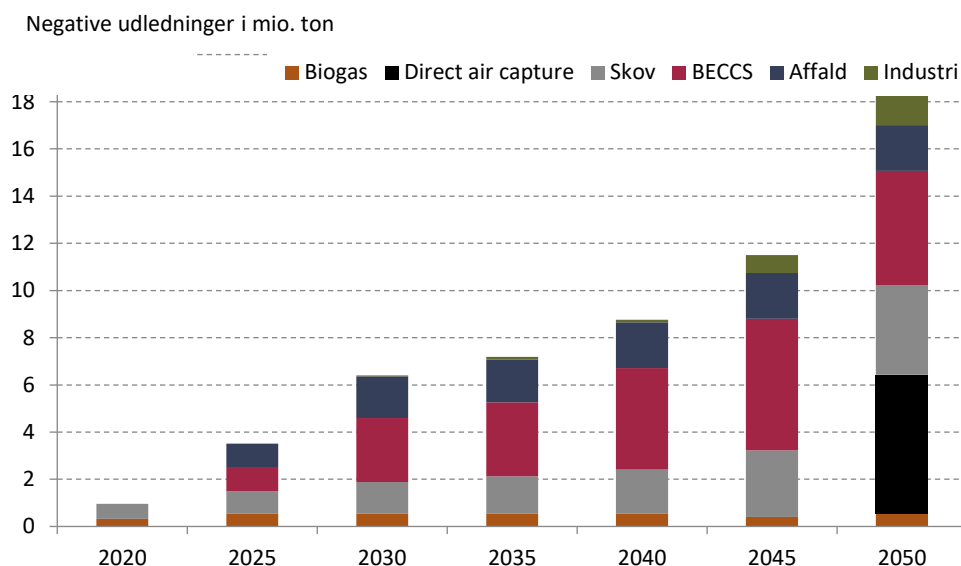
Kilde: EML's bioressourcemodel DK-BioRes.

Potentialet til energi er stigende frem til 2030, men pga. mindsket landbrugsareal, samt at en større del af proteinfoderet produceres i Danmark, betyder det et faldende potentiale frem mod 2050, især i form af halm og græsser. Det betyder, at der er næsten 80 PJ fast biomasse til rådighed i 2050, samt et potentiale for biogasproduktion på knapt 40 PJ.

2. Bilag 2: Ekstra modelresultater

Indfangning af CO₂ og lagring fylder mere og mere efterhånden som klimamålet strammes. I første del af perioden er det de allerede anvendte CO₂-lagrings og fortrængningsmetoder, der dominerer, såsom produktion af biogas, der konverterer metan til CO₂ og dermed reducere klimaeffekten samt skovrejsning. Hurtigt introduceres CCS på affaldsanlæg, somer allerede under opbygning på bl.a. ARC, men også på biomasse kraftværker (BECCS). BECCS vi dog være i konkurrence med pyrolyse af halm med nedmuldning af biokoks som CO₂-lager, men i modellen er den teknologi ikke konkurrencedygtig endnu, da demonstrationsanlæg kun er under opførelse.

Figur 5.1 Fanget CO₂ fordelt på processer

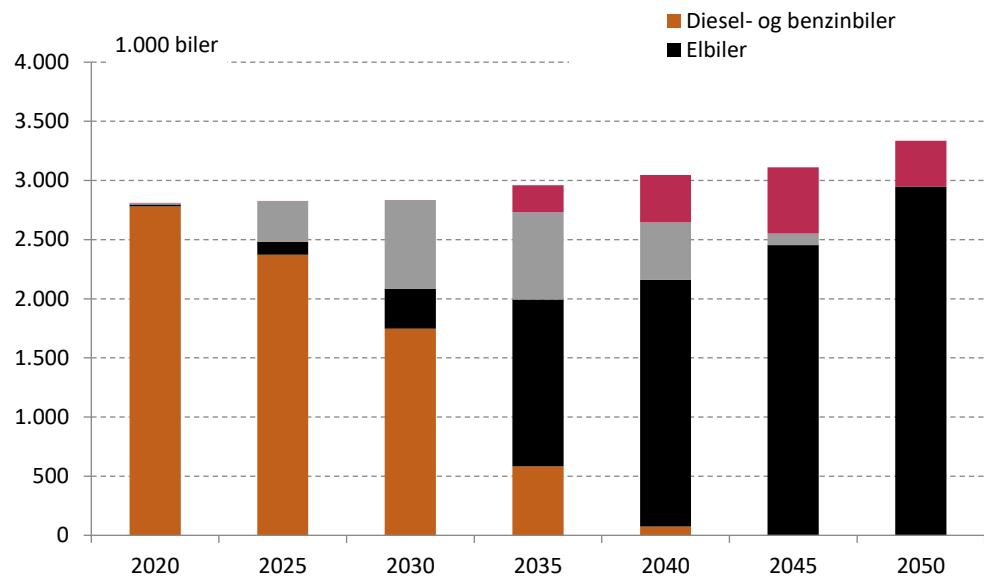


Anm: Fordeling af CO₂-fangst på metoder.

Kilde: TIMES-DK beregninger.

Den fangede mængde CO₂ kompenserer først og fremmest for landbrugets udledninger. Så hvor meget CO₂-fangst, der bliver nødvendig hænger sammen med, hvor store reduktioner vi kan forvente fra landbruget fremover. Der er desuden industrielle processer, som f.eks. cementproduktion, hvor det er svært at fjerne CO₂-udledninger helt. Så ude i 2050 skal der også kompenseres for disse udledninger. Det forventes at Direct Air Capture and Storage (DACCS) bliver konkurrencedygtigt mellem 2040 og 2050. Fordellen med DACCS er at der ikke er behov for biomasse til at skaffe negative udledninger.

Figur 5.2 Udviklingen i bilbestanden i TIMES-DK kørslerne



Anm: Sammensætning af bilparken i TIMES-DK fremskrivningen. Der tages både hensyn til biltypernes inbyrdes konkurrence på pris, men på kort sigt også forbrugernes præferencer i valg af nye biltyper.

Kilde: TIMES-DK beregninger.

Den nuværende bilbeskatning forfordeler hybridbiler på kort sigt og udskyder dermed omstillingen til rene elbiler, der forventes at blive billigst efter 2030. Hydrogenbiler kan også blive konkurrencedygtige på mellemlang sigt, mens elbilerne forventes at blive billigst på lang sigt. Der forventes lidt over 1 mio. hybrid og elbiler i 2030, mens den store omstilling sker frem mod 2035.