

Projektstatus for GrønREFORM

Jens Sand Kirk d. 18-12-2020

I notatet beskrives status samt kortsigtede målsætninger og prioriteringer for GrønREFORM-modelgruppen med udgangspunkt i den seneste status fra september 2020. Notatet er organiseret i to kolonner, hvor venstresiden simpelthen er en gengivelse af notatet fra september. I højre side fremgår ny og opdateret tekst. Ideen er, at det skal gøre det nemt at overskue ændringerne.

September 2020

December 2020

Personale

Modelgruppen består af 4 fuldtidsbeskæftigede og 4 studenter. Herudover er der knyttet en DREAM-medarbejder til projektet (finansieret 50 pct. af DREAM).

Vi har ansat to nye dygtige studenter med start medio november. Dette skyldes, at en af modelgruppens studenter bliver færdig med sit speciale i starten af det nye år, og at en anden har sagt op.

Der er aktuelt et jobopslag til en fuldtidsstilling i modelgruppen til erstatning for en af modelgruppens økonomer, som også har opsagt sin stilling. Vedkommende arbejder med estimation af elasticiteter, affaldsmodellen og modellering af indtægter og udgifter på den offentlige saldo.

Vi arbejder på at kunne engagere Christian Kastrup, der har udviklet estimations-metoden i estimations-arbejdet. Han er i gang med sin phd. i samarbejde med MAKRO. De to nye studenter er engageret i arbejdet med affaldsmodellen, og efter nytår vil Ulrik R. Beck gradvist tage over på dette område. Arbejdet med den offentlige saldo er så langt, at det ikke er nødvendigt at dedikere ressourcer til det fremadrettet.

Bestyrelse og følgegruppemøder mv.

Fra september til årets udgang har modelgruppen forberedt og afholdt 5 følgegruppemøder og 3 bestyrelsesmøder. Derudover er der holdt 5 eksterne oplæg, herunder et i forbindelse med et seminar om Nordiske miljøøkonomiske modeller i regi af det norske miljødepartement.

I modelgruppen værdsætter vi den store interesse for projektet, og vi prioriterer denne del af arbejdet højt. Til følgegruppemøderne deltager i snit 20-30 personer. Det afspejler i sig selv en betydelig prioritering af ressourcer, og det forsøger vi efter bedste evne at honorere.

Men det betyder også, at vi bruger en stor del af modelgruppens samlede ressourcer på dette. Skønsmæssigt har vi brugt 50 procent af vores ressourcer på at forberede og afholde møder siden september. Heraf vurderes halvdelen at være ekstra-arbejde i forhold til hovedopgaven med at udvikle modellen. Vi har imidlertid også fået mange værdifulde inputs fra møderne, og det sætter vi stor pris på.

Det har været en målsætning at mødeaktiviteterne ikke skulle forstyrre planlægningen af modeludviklingen. Men på grund af diverse forsinkelser, som der redegøres for i notatet, har tilrettelæggelsen af følge- og bestyrelsesmøderne i realiteten været styrende, og tegner også til at blive det, når vi ser ind i 2021.

Overordnede målsætninger

Udviklingen af GrønREFORM er tilrettelagt ud fra to overordnede målsætninger:

1. november 2020 skal der være en 'fungerende og integreret model'. Det betyder, at alle delmodeller skal kunne løses simultant med CGE-modellen og de væsentligste sammenhænge mellem modellerne skal være på plads. Det betyder også, at modelsystemets balancer og modellens evne til at replikere og fremskrive historisk data skal være på plads.
2. Et halvt år senere er det et mål, at der skal være udviklet et tilfredsstillende grundforløb, at modellens marginalegenskaber også er tilfredsstillende. Forudsætninger og foreløbige resultater vil i denne periode løbende blive fremlagt for modelgruppens bestyrelse, for en tværministeriel styregruppe nedsat af Finansministeriet.

Status i forhold til de overordnede målsætninger

Vi har nu i store træk en 'fungerende' model, hvor modelsystemets balancerer og modellens evne til at replikere og fremskrive historiske data er på plads.

Vi har imidlertid ikke en 'integreret model', hvor alle delmodellerne løses simultant med CGE-modellen. Udestående er forsyningsmodellen, affaldsmodellen og transportmodellen.

Integrationen af affaldsmodellen og forsyningsmodellen er godt i gang. Transportmodellen forventes først at kunne integreres i løbet af foråret 2021. Det skyldes dels, at forskerne stadig arbejder på den, og dels at integrationen af affaldsmodellen og forsyningsmodellen lægger beslag på modelgruppens ressourcer i mellemtiden. Dermed vil vi også revidere planen for følgegruppe- og bestyrelsesmøder, sådan at møderne om affald fremskyndes og møderne om transport udskydes.

Forsinkelserne skyldes forsinkede dataleverancer fra tredjepart (DST og DTU) og uventede komplikationer i modeludviklingen. Der redegøres for disse forhold i notatet.

Som konsekvens af de nævnte forsinkelser er modelgruppens (i nogen grad også forskergruppens) udviklingsarbejde siden september blevet koncentreret mod udvikling af modellens energi og emissionsregnskab, abatementsmodellen, landbrug og LULUCF.

Arbejdet med landbrug og LULUCF har været meget ressourcekrævende, men samlet set er vi nået rigtig langt på disse delområder. Faktisk er vi nået længere, end vi havde forventet, da vi formulerede målsætningen om et 'integreret' modelsystem midtvejs i projektforløbet.

Det efterlader omkring et halvt år af den 2-årige projektperiode. Denne reserveres til at løse tilbageværende udeståender, og til at sikre, at modellen udvikles til at være praktisk anvendelig for kommende brugere.

Som beskrevet tidligere bliver modeludviklingsarbejdet i højere grad end vi oprindeligt havde ønsket tilrettelagt og prioriteret efter planen for følgegruppe og bestyrelsesgruppemøder. Det betragter vi som et vilkår, og der kan såmænd også være fordele ved det.

Ifølge planen skal vi til april-maj have en afsluttende møderække, hvor det samlede modelsystems grundforløb og marginalegenskaber skal præsenteres. Vi mener stadig, at det er realistisk at kunne præsentere et sådan samlet grundforløb, men det vil nok ikke være så færdigt som vi oprindeligt havde sat som et mål.

Det er endnu for tidligt at kunne sige sikkert, hvilke udeståender der vil være til den tid. Det er dog klart, at forsinkelsen af udviklingen af transportmodellen skaber risiko for, at der her vil være et udestående arbejde. Derudover kan der peges på, at der er et relativt stort behov for at videreudvikle data fra Danmarks Statistik samt diverse teknologikataloger, og at det aktuelt er usikkert hvornår og i hvilket omfang det kan gennemføres i 2021.

Status og kortsigtet planlægning

Milepæle siden sidste projektstatus (maj 2020)

- Der blev i foråret indgået aftale med Danmarks Statistik om udvikling af et detaljeret og komplet datasæt til levering i september 2020. Den seneste melding lyder, at arbejdet forløber planmæssigt. Det må dog understreges, at data i flere henseender er på et foreløbigt grundlag. Projektet afhænger af, at der afsættes ressourcer til at videreudvikling af dette data i 2021 og sidenhen til løbende opdatering af data.
- Den tidligere udviklede metode til modellering af homogene energivarer modelleret i fysiske mængder i CGE-modellen er implementeret. (Se [notat](#) på hjemmesiden)

Milepæle siden sidste projektstatus (sep 2020)

- Dataleverancen fra Danmarks Statistik blev forsinket og revideret ad flere omgange. Ved udgangen af november fik vi den endelige leverance. Dette data er nødvendigt, for at kunne udvide modellens brancher, som igen er nødvendigt for at kunne integrere delmodellerne. Data har en høj kvalitet i den forstand, at det er detaljeret og internt konsistent. Gennem arbejdet med data, er det erkendt, at behovet for videreudvikling på visse punkter er større end vi havde forventet. Det gælder i sær i forhold til energiregnskabet. Det er ikke desto mindre et imponerende udviklingsarbejde, der er blevet lavet på kort tid og for relativt få midler, og som vil være til gavn i mange andre sammenhænge end blot GrønREFORM.
- Det nye datasæt fra DST med 142 brancher (vs 117) er blevet indarbejdet i CGE-modellen, og den aggregering til 25 brancher vi hidtil har arbejdet med er foldet ud, så vi nu har en dynamisk CGE-model med +50 brancher, et energiregnskab med +25 energityper, og et emissionsregnskab med 14 typer af emissioner, herunder både energi og ikke energirelaterede emissioner.

- Energiforbruget og tilknyttede priser og afgifter er i modellen fordelt på afgiftsmæssige formål afgiftsgrundlag (let og tung proces, ETS, transport, rumvarme) på baggrund af data udviklet til projektet af Danmarks Statistik.
- Der er udviklet et modul til opgørelse af emissioner af drivhusgasser i overensstemmelse med Danmarks Statistiks emissionsregnskab inklusive landbrugets ikke energirelaterede og inklusiv afgrænsning af dansk territoriale emissioner.
- Landbrugsmodellen er blevet implementeret i GrønREFORM's modelstruktur og integrationen med CGE-modellen er blevet forberedt, til når vi modtager det før-omtalte datasæt fra Danmarks Statistik. Et metodepapir om landbrugsmodellen offentliggøres hurtigst muligt på hjemmesiden.
- Der er udviklet metode til beskrivelse af teknologiske emissions-reduktionsmuligheder (abatement) For proces energi og på tværs af brancher er metoden implementeret og integrationen med CGE-modellen er undervejs. For rumopvarmning pågår et arbejde med at anskaffe nødvendigt datagrundlag.
- Emissionsmodulet er integreret i CGE-modellen, og er blevet videreudviklet, så det i store træk er færdigt. Det vil sige, at det kan genskabe både DST's og DCE's emissionsregnskab i dataår og (på modellens præmisser) give en tilsvarende konsistent fremskrivning af emissionerne.
- Landbrugsmodellen er blevet videreudviklet og integreret med CGE-modellen. Der har vist sig et behov for at revurdere strategien for LU-LUCF-modulet. Modelgruppen har brugt store ressourcer på dette, og er lykkedes med at udvikle en revideret model, og at integrere den med CGE-modellen i tide til det respektive følgegruppemøde.
- Metoden til modellering af abatement er implementeret og integreret i CGE-modellen. Metoden er desuden videreudviklet, herunder med hensyn til træghed og forudseenhed i indtrængning af ny teknologi i modellen. Dette er beskrevet i to notater ([notat1](#) og [notat2](#)), der er offentliggjort på hjemmesiden. Der udestår imidlertid et større arbejde med at behandle eksisterende teknologidata førend de kan komme ind i modellen.

- Der er udviklet metode til såvel transportmodellen og affaldsmodellen som beskrives i to arbejdsrapporter, som offentliggøres på hjemmesiden.
- Der offentliggøres desuden tre yderligere arbejdsrapporter om modellering af den offentlige sektor, om modellering af turismeforbrug, og om metode til RAS-afstemning af modellens IO-tabeller, der også har været arbejdet på i løbet af sommeren.
- Forskergruppen har udviklet en partiel version af affaldsmodellen, som modelgruppen nu arbejder på at omskrive til GrønREFORM 'model-sprog' for dernæst at integrere den med CGE-modellen. Modellen afhænger af data fra GREASE-projektet (DTU). Der har været forskellige komplikationer med dette, men der er nu en plan for udarbejdelse af foreløbige data ultimo 2020 og videreudvikling i 2021.
- Et [notat](#) om transportmodellen er offentligt gjort på hjemmesiden. Notatet giver en introduktion til modellens overordnede struktur samt de overvejelser, som begrundes strukturen. Notatet har til hensigt at danne ramme for diskussioner om transportmodellen med henblik på at inddrage interessenter. Notatet er blandt andet blevet præsenteret i regi af det transportøkonomiske netværk Samfundsøkonomi+.
- Der er udviklet en 'legetøjsmodel' for store dele af transportsektormodellen. Status på modelarbejdet er lige nu, at der arbejdes på at skrive modellen ind i samme software-setup som resten af GrønREFORM.
- Arbejdsrapporter vedrørende [modellering af turismeforbrug](#), [metode til RAS-afstemning](#) af modellens IO-tabeller, og [afgrænsning af den offentlige sektor](#) er offentliggjort på hjemmesiden.

CGE-modellen

CGE-modellen har en udførlig beskrivelse af producentadfærd og en rudimentær beskrivelse af husholdninger og den offentlige sektor. Modellen er rent teknisk baseret på samme struktur som MAKRO. Der er 58 brancher i modellen. Hver branche producerer et sektorspecifikt output og op til flere af i alt 23 energigoder ved CET-transformation af output.

Modellens primære datagrundlag er nationalregnskabet og det grønne nationalregnskab. Modellen vil dermed kunne replikere og fremskrive alle de balancer der findes der, og i nogle tilfælde på et mere detaljeret niveau end den offentligt tilgængelige statistik. Der er udviklet et regnskabsmodul til opgørelse af energi og emissionsbalancer i modellen, og herunder også opgørelser i konsistens med den territorialafgrænsning der er grundlag for de nationale emissionsmål.

Energi er modelleret som homogene goder (vs sektorspecifikke), men sådan at modellen tillader prisdifferentiering på både udbud og efterspørgselsside i overensstemmelse med data. Ovenstående er beskrevet i et offentliggjort [notat](#) på hjemmesiden.

- Offentlige indtægter og udgifter er nu beskrevet forholdsvis detaljeret efter skabelon fra MAKRO, og med et princip om, at på de områder, hvor MAKRO har en mere detaljeret modellering end GrønREFORM, kalibreres effektive satser på plads år for år i grundforløbet, for at ramme provenuer fra MAKRO. Metoden er beskrevet i et notat, der vil blive offentliggjort på hjemmesiden.

CGE-modellen

Forbruget af energi i produktionen er nestet sammen med maskinkapital (KELM) og underliggende fordelt på en række afgiftsmæssige formål (let proces, tung proces, kvoteomfattet, rumvarme) og dernæst på energityper på baggrund af foreløbigt data fra Danmarks Statistik. Der er brug for at videreudvikle dette data, da der f.eks. ikke sondres mellem el til henholdsvis rumopvarmning, transport og apparater. Det forventes, at Danmarks Statistik får mulighed for det i 2021. Indtil da laver vi en adhoc-opdeling selv.

Energi opdelt på formål og modelleringen af de tekniske reduktionsmuligheder (abatement) der knytter sig hertil kan sammenlignes med modelleringen af "energitjenester" i energistyrelsens TIMES-model. Metoden findes beskrevet i et arbejdspapir på hjemmesiden, og er implementeret hvad angår branchernes procesrelaterede energiforbrug.

Vi forventer at kunne gøre brug af lignende metoder til beskrivelse af tekniske reduktionsmuligheder (abatement) for rumvarme og el til apparater. Der er et udestående med at anskaffe det nødvendige datagrundlag. Der er imidlertid etableret et godt samarbejde med energistyrelsen herom (og meget andet). Vi forventer, at dette kan implementeres sammen med udvikling af husholdningernes forbrugsstruktur, som følgende beskrevet.

Der foreligger en beskrivelse af en modellering til husholdningernes forbrugsstruktur, som tager udgangspunkt i MAKRO's og InterACT's forbrugsstrukturer. Det er endnu ikke implementeret. Udgangspunktet er MAKRO's forbrugsstruktur, men udvidet med en beskrivelse af forbrug af energitjenester på samme måde som i Energistyrelsens model InterACT. Det planlægges at foretage implementeringen i løbet af efteråret 2020. Det vil dermed ikke være en del af integrationen d. 1. november.

Produktionen i brancherne for el og fjernvarme (energiforsyning), landbrug, transport og affaldsbehandling modelleres specifikt i de respektive delmodeller, som beskrevet i de efterfølgende afsnit. Aktuelt modelleres al anden produktion i økonomien på standard vis som beskrevet ovenfor.

Modellering af husholdningernes forbrugsstruktur er udskudt til foråret, men er nødvendig for modellering af energibesparelser og transport.

Der er imidlertid flere andre brancher, der kan være relevante at behandle særskilt. F.eks. byggeri, fiskeri (herunder dambrug), samt udvinding af og raffinering af olie og gas. Udvinning af olie og gas kan relativt enkelt modelleres, så produktionen er eksogent givet af Energistyrelsens produktionsprognoser ved brug af en metode fra DREAM-modellen. Til efteråret, når der kan gøres status over den første målsætning, vil der blive taget stilling til, hvad der heraf vigtigst at fokusere på, og hvad der er ressourcer til.

Projektet er fokuseret på at beskrive dansk økonomi og deraf afledte emissioner. Der er imidlertid ikke entydig sammenhæng mellem den territorial-afgrænsning der er relevant i forhold til Danmarks nationale målsætninger og internationale forpligtelser og nationalregnskabet afgrænsning af dansk økonomisk aktivitet. Langt størstedelen af den deraf afledte forskel i energiforbrug og emissioner skyldes skibe, fly og lastbilers såkaldte bunkring i udlandet. Dette energiforbrug er udskilt som tre særegne energityper, og vi kan dermed stort set gøre regnskab efter begge principper. Der arbejdes sammen med Energistyrelsen og Danmarks Statistik på at komme helt i mål.

I forlængelse af ovenstående kan det også nævnes, at selvom det strengt taget ligger uden for projektrammen, arbejdes der på et modul til beregning af carbon leakage på baggrund af aktuelt samarbejde med Det Økonomiske Råds Sekretariat. Der er indgået en samarbejdsaftale med en af modelgruppens studenter, der vil udvikle og implementere en metode til beregning af carbon leakage i forbindelse med sit speciale.

I nogle industribrancher er udledninger koncentreret på få virksomheder. Det giver en udfordring i forhold til modellering af tab af konkurrenceevne og evt. udflytning af produktion. Modelgruppen har ikke ressourcer til at arbejde fokuseret med det i den kommende periode, men er i dialog med relevante samarbejdspartnere om spørgsmålet.

Emissionsregnskabet er færdig-integreret i modellen, og modellen kan beskrive både territorielt afgrænsede udledninger efter den såkaldte UNFCCC-metode, såvel som udledninger relateret til dansk økonomisk aktivitet efter metoden der benyttes i det grønne nationalregnskab.

Modelgruppen har hjulpet De Økonomiske Råds Sekretariat med beregninger af lækage til deres miljøøkonomiske rapport for 2020. Planen er, at disse beregninger skal bruges til at udvikle et modul, der kan foretage simple beregninger af lækageeffekter som følge af stød i GrønREFORM. Imidlertid har De Økonomiske Råds Sekretariat valgt at udskyde deres miljøøkonomiske rapport til foråret 2021. Som følge af dette er lækageberegningerne til GrønREFORM heller ikke på plads endnu. Modelkoden forventes at kunne gøres færdig i løbet af foråret 2021.

Den offentlige saldo er modelleret efter skabelon fra MAKRO, men med en relativ simpel modellering i de fleste tilfælde, hvorved vi i grundforløbet kalibrerer effektive satser til at ramme provenuer fra MAKRO. Det er uundgåeligt, at baserne vil have en anden udvikling i GrønREFORM end i MAKRO, selvom GrønREFORMs makroøkonomiske grundforløb er tilpasset MAKRO. På et område som energiafgifter vil GrønREFORM's udvikling i baser givetvis være bedre end MAKRO, og på andre områder vil det være omvendt. Strategien er at vurdere metoden post for post i samråd med følgegruppen og bestyrelsen.

Udskillelsen af "Offentlig forvaltning og service" som en selvstændig branche er blevet videreudviklet i forhold til MAKRO på baggrund af nyt mere detaljeret datagrundlag. Det beskrives i et notat, der offentliggøres snart.

Udenlandske turisternes forbrug er nu modelleret eksplicit som en del af den endelige anvendelse efter samme principper som anvendes i Makro.

Med det formål at trimme modellen så beregningsomfanget reduceres, er der udviklet teknik til at rense IO-tabellerne for værdier under en given tærskelværdi samt efterfølgende RAS-afstemning (Notat på vej.) Der anvendes aktuelt en tærskelværdi på 1 mio. kr, hvilket reducerer modellens dimensionalitet (antallet af endogene variable i user model) med 8 procent.

Efter planen, jf. indledningen, vil fokus blive rettet mod modellens marginalegenskaber i løbet af efteråret 2020. Vi har imidlertid henover sommeren taget hul på et projekt med at estimere substitutionselasticiteter i modellens produktions- og forbrugsstrukturer med afsæt i en eksisterende metode udviklet til MAKRO. Vi forventer at have resultater for produktionsstrukturen klar omkring 1. november, hvorefter vi vil tage fat på forbrugsstrukturen.

Vi har udviklet metode, og er i færd med at implementere den, men har endnu ikke præsenteret den for bestyrelse eller følgegruppe.

[Notat](#) er offentliggjort.

[Notat](#) er offentliggjort.

[Notat](#) er offentliggjort.

Estimationsarbejdet har været nedprioriteret til fordel for arbejde med offentlig saldo og affaldsmodellen. Omkring nytår forventes de første resultater for alle brancher at være klar, dog ekskl. opsplitting af energiforbrug i produktionsstrukturen. Det tager vi hul på til januar.

Energiforsyning

De to phd.-studerende Janek B. Eskildsen og Rasmus K. Berg har udviklet en fuldt funktionel el og varme-markedsmodel, der beskriver allokering af produktion, prisdannelse, og forsyningsbalancer for el og fjernvarme på intra-årlig basis, og med opdeling på prisområder etc. Modellen er inspireret af eksisterende modeller som Ramses, Balmorel og TIMES, men er udviklet specielt til at kunne integreres direkte og løses sammen med en dynamisk CGE-model. Energiforsyningsmodellen er beskrevet i en dokumentationsrapport på hjemmesiden.

Der er foretaget en første kalibrering af CGE-modellens grundforløb til MAKRO. Ved kalibreringen sikres det at CGE-modellen rammer BNP, privat forbrug, offentligt forbrug og arbejdsløshed fra en MAKRO-fremskrivning. MAKRO's antagelser om udenlandsk efterspørgsel og priser, demografi (befolkningsregnskab) mm. er lagt ind i CGE-modellen.

Det private forbrug er i den nuværende version af CGE-modellen bestemt af en tilbageskuende forbrugsfunktion i stil med den der anvendes i ADAM (afhænger af løbende indkomst og formue). Der vil fremadrettet blive arbejdet på at indføre to typer husholdninger: fremadskuende husholdninger og såkaldte hand-to-mouth-husholdninger (forbruger hele indkomsten). Denne kombination giver både gode kort- og langsigtegenskaber. Vi får fra MAKRO en fremskrivning af budgetrestriktionen for den aggregerede husholdning, - dvs. konsistente data for privat forbrug, løbende indkomst og nettoformue. CGE-modellen skal kalibreres til disse indkomst- og formuebegreber.

Energiforsyning

Den praktiske integration mellem energiforsyningsmodellen og CGE-modellen har været udset som en potentiel udfordring. I en *proof-of-concept*-integration er de to modeller blevet kalibreret op mod hinanden og koblet sammen. Det er herved demonstreret, at modellerne også i praksis kan løses sammen, og at der opnås meningsfulde resultater, når der stødes til det samlede modelsystem. Vores strategi for integration af de to modeller er beskrevet i et [arbejdsnotat](#) på projektets hjemmeside.

Sidenhen er udviklingen af de to modeller sket afkoblet fra hinanden. Energiforsyningsmodellen er blevet opdateret med nyt data fra Energistyrelsen, og et notat, der beskriver modellens grundforløb til sammenligning med Energistyrelsens seneste basisfremskrivning er undervejs.

Til forberedelse for den næste integration, der aktuelt er igang, arbejdes der på at kortlægge forskelle mellem de to modeller. Det handler konkret om identifikation af transmissionsomkostninger mellem prisområder, udgifter til distributionsnettet, opdeling af energiforbrug på afgiftsgrundlag (fx kvoteomfattet), modellering af afgifter og subsidier, og afgrænsning af affalds-sektoren i energiforsyningsmodellen.

I den fremadrettede udvikling af energiforsyningsmodellen er der fokus på modellering af endogene investeringer i produktionskapacitet, og intra-årlig variation i transmissionskapacitet mellem særligt prisområdet Danmark Vest og Tyskland. Da modellens egenskaber i høj grad vil afhænge af de teknologidata, der anvendes i kalibreringen af investeringsadfærden, forventes en længere tidshorisont for en endelig kalibrering heraf.

Kortlægningen af dataforskelle har åbenbaret en række udfordringer i form af inkonsistens i datagrundlaget for de to modeller med hensyn til beskrivelse af skatter og afgifter. Disse er vanskelige at afdække på grund af den foreløbige karakter af CGE-modellens energiregnskab. Det vil blive diskuteret på de forestående følgegruppemøder om forsyningsmodellen, og dernæst også diskuteret med bestyrelsen.

Udviklingen af energiforsyningsmodellen har været sat på pause i både modelgruppe og forskningsgruppe, i det ressourcerne er blevet prioriteret til andre formål. Fra medio december tages arbejdet op igen, med henblik på at kunne demonstrere at forsyningsmodellen kan integreres med den seneste version af CGE-modellen med +50 brancher, energi og emissionsregnskab, og integrerede delmodeller for landbrug, LULUCF og abatement.

Landbrug og arealanvendelse

Der er i virkeligheden tale om to særskilte moduler her, nemlig et for landbrug og et for arealanvendelse. De to moduler hænger sammen, da land er en vigtig produktionsfaktor i landbruget.

Landbrugsmodul:

De to PhD-studerende Cecilie og Simon fra Aarhus universitet har udviklet et landbrugsmodul, der består af en række forskellige produktionsgrene med produktionsfunktioner, der afspejler de særlige forhold i landbruget, og som sikrer, at vigtige balancer i landbruget er overholdt (fx at grovfoder til animalsk produktion produceres af plantelandbrugene). Modellen er overleveret til DREAM, og er implementeret i modelsystemet i GrønREFORM. Integrationen med CGE-modellen gennemføres, når vi har modtaget den tidligere omtalte dataleverance fra Danmarks Statistik i september.

Landbrug og arealanvendelse

Landbrugsmodellen er beskrevet i et [notat](#) på hjemmesiden. Den er i store træk færdigudviklet og integreret med hovedmodellen. Det betyder, at GrønREFORM nu inkluderer en dynamisk landbrugsmodel med en skræddersyet modellering af de ikke-energirelaterede udledninger fra landbruget. Det gør det muligt at foretage policy-relevante analyser, fx af en afgift på ikke-energirelaterede udledninger i landbruget eller udtag af landbrugsjord.

Der er endnu enkelte udeståender med landbrugsmodellen. Der foreligger en plan for alle udeståenderne. I lyset af andre mere presserende opgaver, vil det blive håndteret løbende, når vores ressourcer tillader det. Udeståenderne inkluderer

- Modellering af harmonikrav i landbruget
- data på gødningsforbrug i fysiske mængder
- nedlukning af pelsdyrssektoren
- kalibrering til basisfremskrivningen
- integration af teknologikataloger
- Geografisk opdeling af jord på høj- og lavcarbonjorde samt på delvandoplande

I samarbejde med Danmarks Statistik udvikles et foreløbigt datasæt med en geografisk fordeling af dansk landbrugsproduktion. Det vurderes at være nødvendigt for at kunne beskrive udledningen af geografisk fordelte miljøeksternaliteter, hvor især kvælstofudledningen til vandmiljøet betragtes som vigtig. Der arbejdes på at finde finansiering til udvikling af et datasæt på et opdateret og tilstrækkelig kvalitetssikret grundlag til den færdige model.

Landbruget har desuden en række teknologiske reduktionsmuligheder til rådighed, som er beskrevet i et teknologikatalog samt i Energistyrelsens basisfremskrivning. Metode og data til at integrere dette i modellen er klar, og det konkrete data vil blive lagt ind i modellen i forbindelse med at modellen sættes op til den nye dataleverance fra Danmarks Statistik i september 2020.

Arealanvendelse-modul:

De to PhD-studerende Simon og Cecilie har udviklet et model, der kan beskrive udledninger af drivhusgasser fra arealanvendelse samt skovbrug (såkaldte LULUCF-udledninger). Herefter skal modulet integreres i GrønREFORM, og det planlægges at integrere modulet i GrønREFORM inden udgangen af 2020.

Det har vist sig, at det er en stor opgave for Danmarks Statistik at udvikle et datasæt opdelt på produktionsgrene, som flugter med modellens brancher. Projektet er derfor sat på pause på ubestemt tid. I stedet foretages en simpel geografisk opdeling vha. eksisterende GIS-kort.

DREAM har overtaget opgaven med at udvikle et LULUCF-modul fra forskergruppen. En første version af modulet er udviklet og integreret med resten af modellen. Modellen kan simulere effekter klimaeffekter af at omlægge jord fra en jordtype til en anden, fx de arealanvendelsesmæssige effekter af omlægning af landbrugsjord til skov og/eller vådområder analyseres i sammenhæng med effekterne på landbrugets økonomi og udledninger.

Der er dog et stort potentiale for at videreudvikle dette modul. De største begrænsninger er modelgruppens prioritering af ressourcer samt manglende adgang til modeldata hos DCE, Aarhus Universitet og IGN, Københavns Universitet, der skal bruges til at beregne LULUCF-udledninger i det officielle emissionsregnskab såvel som i basisfremskrivningen. Problemet vil blive rejst overfor bestyrelsen, med det udgangspunkt, at den omtalte videreudvikling kræver et engagement fra de relevante myndigheder.

Vi planlægger at præsentere modulet og dets egenskaber i forbindelse med følgegruppemøderne omkring landbruget. Det bliver dog en foreløbig version af modulet, som ikke er integreret med resten af modellen og som sandsynligvis heller ikke er kalibreret til faktiske data på skov og arealanvendelse.

Transport

Strategien for modellering af produktion af transport er nu på plads og beskrives i et kommende oversigtsnotat.

Transport består dels af virksomheder og husholdningernes egen-transport og af transport som en service fordelt på 13 transport-producerende brancher. Transportbrancherne er fordelt på vej, bane, luft, og sø, og yderligere på hhv. gods og passagertransport, og i nogle tilfælde også på hhv. kort og lang distance. I produktionen af transport (inkl. egen-transport) indgår investering i nye transportmidler og udskiftning af den eksisterende bestand som en integreret del af virksomhedernes og husholdningernes omkostningsminimeringsproblem. Modellen vil også kunne beskrive, hvordan indtrængningen af nye køretøjsteknologier afhænger af netværkseffekter som fx ladenet og tank-infrastruktur. Modellen vil dermed kunne beskrive, hvordan en udbygning af fx ladenettet påvirker indtrængningen af elbiler. Modellen beskrives i et kommende arbejdsnotat, der vil blive offentliggjort på hjemmesiden i løbet af sommeren.

En foreløbig version af modellen er implementeret i en partiel simuleringsmodel. Der arbejdes aktuelt med test og videreudvikling af denne med henblik på at forberede den til integration med CGE-modellen.

Transport

Transportmodellen er beskrevet i et [notat](#) på hjemmesiden.

Status på modelarbejdet er lige nu, at der arbejdes på at skrive modellen ind i samme software-setup som resten af GrøREFORM med henblik på at kunne integrere den med CGE-modellen i begyndelsen af 2021. Endvidere bruges der i denne udgave af den partielle simulationsmodel faktisk data.

Med indtrængning af ny transportteknologi følger også et behov for at modellere omstilling af forsyningen af drivmidler, herunder såkaldt power-2-X. Den grundlæggende modelteknik til dette er udviklet i energiforsyningsmodellen, og vi har også teknologi-katalogdata til at kunne modellere det. Det forventes, at muligheden for at analysere betydningen af power-2-X for transportsektoren er implementeret i modellen i efteråret 2020.

Energistyrelsens AlternativDrivmiddel-Model (ADM) indeholder data på enkelte power-2-X teknologier. Dette data er allerede klargjort til modellen og en modelramme for disse teknologier eksisterer også. Det forventes, at muligheden for at analysere betydningen af power-2-X som angivet i ADM er implementeret i transportmodellen i foråret 2021.

De udestående opgaver angående power-2-X relaterer sig først og fremmest til at udvide antallet af power-2-X teknologier på baggrund af Energistyrelsens teknologikatalog for fornybare brændstoffer, der er opdateret i 2020. Selve datastrukturen er tilstrækkelig lig AlternativDrivmiddel-Modellen, til at den eksisterende modelleringstilgang kan omfatte dette nyere data. Dernæst er det også relevant at kigge på teknologikataloget for lagring af brint og 'carbon capture and transport'. Lige nu er der ingen data for omkostninger ved at lagre brint, og den eneste mulighed for at bruge CO₂ i produktionen af syntetiske brændstoffer kommer fra biograsproduktionen. Det vurderes, at det er nødvendigt, at relevante myndigheder engagerer sig i at etablere det nødvendige teknologi-data.

Datagrundlaget til transportmodellen er i store træk på plads. Data fra Alternative Drivmiddelmodellen (ADM) er blevet efterbehandlet og gjort klar til at kunne blive brugt som grundlag for fremskrivning ved omkostningerne forbundet ved forskellige teknologier indenfor transport. Danmarks Statistik har leveret et omfattende datasæt for bilparkens fordeling på brancher, alder mv. Datasættet bliver opdateret til september, så det dækker alle GrønREFORM's brancher.

Affaldshåndtering

Metoden for modellering af affaldshåndtering er nu på plads og vil blive beskrevet i et kommende arbejdspapir.

Data fra Danmarks Statistik på den nuværende køretøjspark har vist sig at være mangelfuld. Der findes kun emissionskoefficienter, brændstof-effektiviteter og gennemsnitlige antal køretøjs-km fra et lille udsnit af køretøjsbestanden. Derfor forelægger der stadig arbejde med at bruge data fra DCE til at specificere disse parametre. Det forventes dette data er inkluderet i modellen i foråret 2021.

Endvidere har det vist sig, at køretøjsbeholdningen fra Danmarks Statistik indeholder nye køretøjsteknologier, som ikke er tilgængelig i ADM. Dette gælder fx el-lastbiler. Dette betyder, at på trods af at disse teknologier eksisterer i basisårets data, så er det som udgangspunkt ikke muligt at beskrive investering i disse teknologier i modellen. Det undersøges om der findes andet fremskrivningsdata på disse køretøjsteknologier. Det vurderes, at det er nødvendigt, at relevante myndigheder engagerer sig i at etablere det nødvendige teknologidata.

Affaldshåndtering

En ny version af et [dokumentationspapir](#) om affaldsmodellen ligger nu på hjemmesiden.

Der er udviklet en foreløbig partiel statistisk model for indsamling og behandling af affald. Én indsamlingsbranche modtager affald fordelt på affaldsfraktioner fra virksomheder og husholdninger. Det indsamlede affald sendes videre til flere affaldsbehandlingsbrancher. Affald kan enten behandles til genanvendelse, deponi eller til forbrænding i affaldsforbrændingssektoren, der er beskrevet i energiforsyningsmodellen. Så snart modellen er udvidet og er gjort dynamisk, så vil der blive produceret endnu et dokumentationsnotat. Der arbejdes aktuelt på at gøre modellen dynamisk, således at den kan integreres med CGE-modellen. Sondring mellem behandling af husholdningsaffald, der er omfattet af et hvile-i-sig-princip, og erhvervsaffald der er konkurrenceudsat, er et tredje fokusområde.

Der arbejdes også aktuelt på at estimere parametre til modellens beskrivelse af fordeling af affald mellem genanvendelse og forbrænding. Det sker i samarbejde med DTU på baggrund af EASETECH-modellen og i regi af GREASE-projektet. Projektbeskrivelse kan fremsendes efter ønske.

Det er usikkert om affaldsmodellen kan nå at blive integreret til d. 1. november, men det vil stadig blive tilstræbt.

Danmarks Statistik har leveret et nationalregnskab og et affaldsregnskab med en opdeling af en affaldsbranche i fem underbrancher for årene 2014-2016. Samme opdeling på underbrancher er også foretaget for affaldsregnskabets import og eksport af affaldsstrømme.

En partiel statistisk model for indsamling og behandling af affald er modtaget fra forskergruppen: Det er blevet gjort muligt at opdele affaldet i grupper. Der sondres mellem husholdningsaffald og forskellige typer af erhvervsaffald. Denne nye udvidelse gør det muligt at fremstille heterogeniteten i affalds genanvendelig på tværs af brancher og husholdninger, som vil blive afspejlet i modellens CET-funktioner.

Estimation af disse parametre har vist sig at være en mere kompliceret affære end først antaget. Der er derfor lavet en procesplan for estimationerne. I udgangen af 2020 modtages fra DTU "best guess"-estimer, som modelgruppen aktuelt leverer data til. I løbet af 2021 vil DTU opdatere estimerne med brug af mere gennemregnede metoder.

Modellen er endnu ikke integreret. Vi er i gang med at oversætte en partiel statistisk affaldsmodel til "GrønREFORM"-sprog. Dernæst vil modellen blive kørt som en eftermodel for 1 år og efterfølgende flere år. Dette vil blive gjort til d. 1. februar. Dernæst forventes modulet at integreret, så der feedback til CGE-modellen inden d. 1. marts.

Abatement

Metoden til abatement på virksomhedssiden er på plads. To arbejdsrapporter ligger på hjemmesiden (et om teori skrevet af de PhD-studerende og et om vores databehandling skrevet af Ulrik og Jonas).

Metoden er implementeret pba. af et første bud på teknologikatalogernes data. Der kan efterfølgende være behov for at forfine datasættet på visse punkter. Det udestår desuden at få den nødvendige træghed lagt ind i tilpasningen. evt. som kvadratiske tilpasningsomkostninger.

På husholdningsfronten er størstedelen af det relevante data afklaret. Modelleringen af husholdningerne abatement-muligheder er endnu ikke beskrevet i detaljer, men det forventes at en stor del af modelleringen fra virksomhedernes abatement samt modelleringen af forbrugernes valg af biler kan genbruges.

På virksomhedssiden:

Der arbejdes der med tre forskellige strategier for at modellere virksomhedernes muligheder for at reducere udledninger:

1. Implicit modellering af substitution mellem energi og kapitalapparat gennem specificering af branchens produktionsfunktion

Abatement

En ny metode til at modellere træghed er udviklet og beskrevet i et [notat](#), der ligger på hjemmesiden og som er blevet gennemgået til følgegruppemøder om hovedmodellen. På følgegruppemøderne om hovedmodellen blev et stød præsenteret hvor et teknologikatalog (om industriens energibesparelser) var integreret i hovedmodellen.

De nyudviklede metoder, inkl. modelleringen af træghed, kan bruges til at modellere dele af husholdningernes abatement-muligheder. Der udestår fortsat et stort databehandlingsarbejde, ligesom at det ikke med det eksisterende data er muligt at integrere et katalog om husholdningernes valg af opvarmingsform. Dataarbejdet vil blive prioriteret i løbet af foråret. I dialog med Energistyrelsen, har vi lavet en kortlægning af de konkrete databehov. Det er vores vurdering, at det kræver en prioriteret indsats fra relevante myndigheder, for at tilvejebringe det relevante teknologikatalog. Denne problemstilling vil blive rejst overfor bestyrelsen.

2. Eksplicit modellering af teknologiske muligheder for at reducere udledninger på baggrund af et teknologikatalog
3. Reduktion af udledninger uden ændringer i produktionsteknologien ("end-of-pipe" reduktioner).

Den første strategi er standard i CGE-modeller som GrønREFORM, og kører derfor allerede rundt i den nuværende modelversion.

Der er udviklet en metode til at modellere eksplicit modellering af teknologiske reduktionsmuligheder på baggrund af et teknologikatalog. Metoden beskrives i et kommende dokumentationsnotat, der vil blive offentliggjort på hjemmesiden sidst på sommeren.

DREAM har desuden modtaget et dataudtræk fra de teknologier, som er inkluderet i Energistyrelsens IntERACT-model. Dette udtræk, samt et for nyligt offentliggjort teknologikatalog om energibesparelser af konverterede energiarter, skal bruges som inputdata til at implementere de PhD-studerendes modelleringsstrategi. Integrationen forventes at være på plads inden 1. februar 2021.

Der er desuden blevet udviklet en metode til at modellere reduktion af udledninger uden ændringer i produktionsteknologien. Metoden vil blive beskrevet i førnævnte dokumentationsnotat. Denne metode kan for eksempel bruges til at implementere carbon-capture-teknologi i forsyningssektoren, og den er også relevant i forhold til modellering af en række teknologiske tiltag i landbruget.

På husholdningssiden:

Der er tre relevante abatement-områder, nemlig:

[Notat](#) offentliggjort på hjemmesiden.

Dataudtrækket vedrørende teknologikatalog for energibesparelser i industrien fra IntERACT-modellen er integreret i modellen, og et stød hvor dette katalog er integreret blev præsenteret på følgegruppemødet for hovedmodellen. Det er fortsat planen at integrere kataloget om energibesparelser af konverterede energiarter, men deadline 1. februar kan blive svær at nå, givet det ressource-træk fra forberedelse af følgegruppemøder og andre udviklingsprojekter der får højere prioritet som følge af disse møder.

[Notat](#) offentliggjort på hjemmesiden.

- Eltjenester
- Valg af individuel opvarmning
- Energibesparelser

Data på el-tjenester har ikke karakter af et egentligt teknologikatalog, men i stedet en detaljeret fremskrivning af elforbruget til forskellige el-tjenester samt en fremskrivning af nypriser og energiforbrug på el-apparater. Planen er en meget simpel modellering af dette, som indebærer en kalibrering til dataudtrækket på el-tjenester.