Projektbeskrivelse

# Motivation for projektforslag

Temaer som bæredygtighed og den grønne omstilling er blevet en central del af de politiske og økonomiske diskussioner i Danmark. Såvel politikernes som menige danskeres interesse for disse temaer har været stødt stigende de sidste årtier, hvilket bl.a. kunne observeres i den seneste valgkamp, hvor temaer som klimaet, bæredygtighed og den grønne omstilling var afgørende for, hvor danskerne placerede deres stemme. Underskrivningen af Parisaftalen i år 2015, markerede et klart ønske fra politikernes side om handling inden for klimaområdet. Her fastsatte i alt 196 lande, herunder Danmark, et mål om at reducere udledningen af drivhusgasser med 40 % i forhold til niveauet i 1990 inden 2030. I forlængelse af aftalen fremlagde næsten alle landene allerede i løbet af foråret 2016 deres egne nationale klimaplaner. Som et yderligere tiltag i Danmark, vedtog regeringen i 2020 en klimalov, der indebar en reduktion af drivhusgasserne med 70% i 2030, sammenlignet med udledningen i 1990. Danmark har samtidig også bundet sig på et mål om at blive klimaneutrale senest i 2050.

De ovenstående klimamål har resulteret i flere bud på makroøkonomiske modeller, der på forskellig vis forsøger at integrere miljø og klimahensyn i den økonomiske modelramme. Målet med disse modeller er at blive i stand til at opnå klimamålene og samtidig maksimere den økonomiske vækst og velfærd. Modellerne er derfor oftest blevet anvendt med henblik på at evaluere forskellige politiske forslag. De mest hyppige forslag fremlagt gennem disse modeller er indførelsen af såkaldte CO2 afgifter. International Monetary Fund (IMF) mener dog at der er et behov for et bredere sæt af politiske initiativer udover disse klima-afgifter, for at nå de fremlagte målsætninger. Et bud på sådanne politiske tiltag er givet af Krogstrup & Oman (2019), der foreslår en kombination af penge og finanspolitiske tiltag, der skal gøre det muligt at nå ovenstående mål.

Fokuseres på de anvendte modeller, har specielt Integrated Assessment Models (IAMs) udgjort en stor del af det fremlagte arbejde med at analysere interaktioner mellem klimaændringer og økonomien. Denne type modeller, udviklet af Nordhaus (1992), blev hurtigt taget i brug af regeringer og internationale organisationer. Indenfor de sidste få år har der dog været en stigende kritik af anvendelsen af disse modeller, både set fra et akademisk synspunkt (Keen, 2021; Pindyck, 2013, 2015; Pollitt, 2019), men også internationale organisationer, der finder både teoretiske og metodologiske svagheder ved disse modeller (Feyen et al., 2020).

Derudover, ser der ud til at være et manglende faggrundlag blandt brugerne af IAM, hvor der gennem tiden er opstået uenigheder angående vigtige aspekter indenfor modeltypen, resulterende i sensitive resultater ved simulation af disse modeller (Nordhaus, 2008; Stern, 2007). Der argumenteres derfor for en implementering af et nyt modelunivers, der kan integrere en større dimension af politiske tiltag, nødvendige for at nå de fremtidige målsætninger.

Ses der fokuseret på de eksisterende økonomiske modeller i Danmark, er disse ikke i stand til at måle effekterne af forskellige politiske tiltag baseret på bæredygtighed samt klimaændringer, som også fremlagt af finansministeriet (Johannesen, 2021). Et nyere initiativ er fremlagt med henblik på tilblivelsen af Grøn-reform-modellen, med et fokus på interaktionen mellem miljøændringer og den danske økonomi. Formålet med modellen er at udvikle et analyseredskab, der kan anvendes til at foretage en sammenhængende og konsistent vurdering af i) miljø- og klimaeffekter af økonomisk politik, samt ii) samfundsøkonomiske og erhvervsøkonomiske effekter af miljø-, energi- og klimapolitik (Kirk 2022). Det er her vigtigt at påpege, at mens der er en gensidig afhængighed mellem makroøkonomien og miljøet, så ser Grøn-reform-modellen udelukkende på, hvordan økonomien påvirker miljøet og klimaet, og indeholder derfor ikke feedback mekanismer mellem ændringer i klimaet/miljø og makroøkonomien. Derudover, er en ulempe ved modellen dens manglende sammenhæng mellem den finansielle sektor, realøkonomien, samt miljø. Dette kan have en stor betydning for bestemmelsen af de politiske tiltag, der kan få Danmark i mål med den grønne omstilling. Det er derfor yderst vigtigt at anvende en model, der er i stand til at opfange disse sammenhænge.

# Projektforslag

Det overordnede projektforslag vil arbejde med samme problemstilling som Grøn-reform-modellen om at integrere miljø og klimaelementerne i en økonomiske model. Dog vil projektet afvige markant på to konkrete punkter: i) valg af modeltype og ii) kausaliteten mellem økonomien og ’øko-systemet’.

Den valgte modeltype tager udgangspunkt i de Stock-Flow konsistente (SFC) modeller, der i modsætning til den før omtalte Grøn-reform-model inkluderer et veldefineret link mellem den finansielle og reale side af økonomien, hvilket øger sammenhængskraften mellem de forskellige sider i økonomien. Modeltypen tilbyder dermed et set-up, der forbinder beholdninger og strømme i økonomien, igennem regnskabsidentiteter og adfærdsligninger. I forbindelse med udgivelsen af det nye System of Environmental-Economic Accounting (SEEA) data, fremgår SFC modeltypen, som oplagt til at integrere den grønne omstilling i et model set-up, idet det store fokus på strømme og beholdninger er særdeles relevant i forhold til hele diskussionen om udledning (strømme) og ændringer i beholdninger (temperaturændringer, mængde CO2 i atmosfæren osv.) og hvorledes dette skaber feedback til det økonomiske system.

Det overordnede projekt vil blive delt op i 4 dele, der til sidst skal ende ud med en model for den danske økonomi, der er i stand til at evaluere forskellige politiske tiltag med henblik på at analysere, projekt forskningsspørgsmål om, *hvilke politiske tiltag, der gør Danmark i stand til at komme i mål med ovenstående klimamål uden at de skader den økonomiske vækst og danskernes levevilkår?*

1. **Opbygningen af en makroøkonomisk benchmark model, der integrerer miljøaspektet**
2. **Opbygning af en konsistent databank for Danmark**
3. **Opbygning af en Empirisk Stock-Flow-konsistent model**
4. **Holdbarhedsanalyser i modellen**

**Del 1 Opbygningen af en makroøkonomisk benchmark model, der integrerer miljøaspektet**

For at være i stand til at undersøge sammenhængen mellem økonomien og miljøet opstilles en kalibreret benchmark-model for en lille åben økonomi, der kan replicere centrale elementer i den danske økonomi. Modellen tager udgangspunkt i de post-keynesianske SFC-modeller og følger traditionen hos Espagne et al. (2022), Jackson og Victor (2019), og Jackson (2022). Formålet med modellen er at identificere og modellere relevante links mellem den reale og den finansielle side af økonomien, samt hele øko-systemet, for på denne måde at være i stand til at undersøge udviklingen for en række centrale variable på kort, mellem og langt sigt. Dette giver muligheden for at undersøge effekten af forskellige politiske tiltag, hvor der tages højde for interdependens mellem det økonomiske kredsløb og øko-systemet. I forbindelse med selve løsningen af modellen udarbejdes digitale værktøjer, der kan såvel simulere modellen, som er i stand til at undersøge effekten af forskellige policy-tiltag på kort, mellem og langt sigt.

**Del 2 Opbygning af en konsistent databank for Danmark**

Anden del af projektet indeholder opbygningen af en databank for den danske økonomi, som kan anvendes til såvel modellen i del 3 som til empiriske analyser. I databanken integreres input-output data med det klassiske nationalregnskab, det finansielle nationalregnskab, samt det nye grønne nationalregnskab i en konsistent databank. Selve indsamlingen af data kræver stort kendskab til data, ligesom behandlingen af data vil kræve et stort arbejde, men samtidigt give et unikt kendskab til dataet. Databanken vil ydermere være åben og tilgængelig for andre forskere, og inkludere en teknisk beskrivelse af databasen, samt dens potentiale til at vurdere kombinationer af klima-politiske tiltag.

**Del 3 Opbygning af en Empirisk Stock-Flow-Konsistent model:**

Denne delindebærer opbygningen af en model for Danmark baseret på årligt data fra Danmarks statistik. Modellen tænkes at inkluderer de fire følgende sektorer: En privat sektor, en offentlig sektor, udlandet, og en miljøsektor. Dette simple set-up vil udgøre en benchmark model, der i modsætning til de før omtalte IAM-modeller, tillader os at analysere, hvordan klimapolitik påvirker fx indkomstfordelingen i Danmark og andre relevante faktorer, der udelades i de nuværende modeller. Den disaggregerede produktionssektor tillader analysen af sektorspecifikke politiske tiltag. Finansieringen af de klima politiske tiltag, vil her være mere synlige, da modellen vil inkludere de mest nødvendige finansielle aktiver i hver af de tre ’økonomiske’ sektorer.

Den simple opbygning med kun 4 sektorer, skal derudover gøre det muligt at inkludere feedback effekter fra klimaændringer på den danske økonomi, herunder tænkes der på en stigende temperatur, stigende vandstand, samt stigende chance for naturkatastrofer.   
Modellens egenskaber vil muliggøre udførelsen af flere scenarier, der hver inkluderer forskellige klimapolitiske tiltag, med målet om at finde de mest optimale politiske tiltag, der indfrier målene for en grøn omstilling, uden at være på bekostning af økonomiske eller menneskelige konsekvenser.

**Del 4: Holdbarhedsanalyser i modellen:**

Trods flere klimaudfordringer allerede er aktuelle nu, så anses de større klimaudfordringer fortsat at ramme på længere sigt. Selvom mange lande, herunder Danmark, fremsætter målsætninger om at nedsætte udledningen af kvælstof (for at undgå en optrapning af effekten på klimaet), er den globale udledning fortsat stødt stigende, specielt med henblik på udviklingen i lande som Kina og Indien. Baseret på tidshorisonten kræves det, at såvel modellens baselineudviklingen, som effekten af forskellige tiltag, kan fremskrives mange år frem i tiden. Her er det specielt vigtigt at vi har opnået de korrekte adfærdsmæssige relationer, der dermed vil resultere i en realistisk udvikling af økonomien og klimaet. Samtidig vil den simple opbygning fra Del 3 muliggøre fremskrivningen af de eksogene variable. Fremskrivningen vil tage udgangspunkt i økonometriske metoder såvel som machine-learning samt deep-learning metoder. De økonometriske metoder indebærer både forecasting ved brug af univariate samt multivariate modeller. Nyere metoder inden for machine-learning samt deep-learning vil også blive anvendt, hvis relevant.

# Output

Det endelige output af projektet er en PhD-afhandling, der forventes indleveret på AAU i 2026. Udover selve afhandlingen, vil såvel den teoretiske model (del 1) som den empiriske model (del 3) blive forsøgt indleveret til relevante tidsskrifter, ligesom forskellige resultater vil blive formidlet gennem blogs, policynotes og forskellige working paper series, da dette giver en hurtigere formidling af resultaterne sammenlignet med forskningsartikler. Databasen udviklet i del 2 vil udgøre databanken bag modellen i del 3, men vil ligeledes blive gjort tilgængelig, sådan at andre forskere på AAU eller andre steder kan genbruge databasen med henblik på at foretage empiriske analyser. Endelig vil modelfilerne tilknyttet såvel den teoretiske som empiriske model gøres tilgængelige, sådan at andre kan lade sig inspirere af dette arbejde.

Resultaterne fra de enkelte dele vil blive præsenteret på forskellige nationale og internationale konferencer og workshops, med henblik på at modtage konstruktivt feedback.

# Baggrund

Jeg er på nuværende tidspunkt ved at færdiggøre min uddannelse som cand.oecon ved Aalborg universitet. På kandidatdelen har jeg udover min tid ved Aalborg universitet, taget et semester i udlandet ved University of Wisconsin-Madison.

I løbet af min studietid ved Aalborg universitet, har jeg følt en stigende interesse indenfor modellering samt empirisk estimation. Interessen for empiriske analyser følger af økonometrikurser taget ved Aalborg universitet, samt data-science kurser under programmet *Social Data Science*, som også gav et fundament for udførelsen af forecasts ved brug af økonometri, Deep-learning, samt Machine-learning. Derudover, er jeg også blevet præsenteret for et alternativ til de økonometriske metoder undervist ved Aalborg universitet, i form af metoder inden for kausale effekter undervist ved University of Wisconsin Madison. Størstedelen af mine semesterprojekter ved Aalborg universitet har involveret brugen af de ovenstående empiriske metoder.   
Interessen for modellering opstod gennem de to valgfag: Økonomiske modeller I og II, undervist ved Aalborg universitet. Dette førte til et bachelorprojekt med opbyggelsen af en teoretisk SFC-model, med henblik på at validere Tobins portefølje teori i en sådan model-type. Senere i mit 9. Semester projekt har det også ført til arbejde med empiriske SFC-modeller, brugt til at evaluere makroøkonomiske effekter af ændringer i dagpenge programmet. En kort udgave af dette projekt forventes udgivet i …… Samt selve projektet forventes udgivet som working paper i ……

Mit virke som hjælpe underviser i fagene: Matematik I og II, Statistik, Økonometri II, og Avanceret makroøkonomi, har resulteret i udviklingen af gode præsentations samt undervisningsevner, og ydermere givet mig en bedre indsigt i disse fag.

# Reference list

Feyen, E., Utz, R., Zuccardi Huertas, I., Bogdan, O., & Moon, J. (2020). Macro-Financial Aspects of Climate Change. *Macro-Financial Aspects of Climate Change*, *January*. https://doi.org/10.1596/1813-9450-9109

Jackson, T., & Victor, P. A. (2019). Unraveling the claims for (and against) green growth. *Science*, *366*(6468), 950–951. https://doi.org/10.1126/science.aay0749

Johannesen, sven. (2021). *Staten skal have en grøn lommeregner*. https://www.djoefbladet.dk/Artikler/2021/6/Staten-skal-have-en-gr-oe-n-lommeregner.aspx/

Keen, S. (2021). The appallingly bad neoclassical economics of climate change. *Globalizations*, *18*(7), 1149–1177. https://doi.org/10.1080/14747731.2020.1807856

Krogstrup, S., & Oman, W. (2019). Macroeconomic and Financial Policies for Climate Change Mitigation: A Review of the Literature. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.3463780

Nordhaus, W. D. (1992). Rolling the “DICE”: An optimal transition path for controlling greenhouse gases. *Climate Change*, *258*(5086), 1315–1319.

Pindyck, R. S. (2013). Climate change policy: What do the models tell us? *Journal of Economic Literature*, *51*(3), 860–872. https://doi.org/10.1257/jel.51.3.860

Pindyck, R. S. (2015). The use and misuse of models for climate policy. In *Review of Environmental Economics and Policy*. https://doi.org/10.1093/reep/rew012

Pollitt, M. G. (2019). The European Single Market in Electricity: An Economic Assessment. *Review of Industrial Organization*, *55*(1), 63–87. https://doi.org/10.1007/s11151-019-09682-w

Stern, N., & Stern, N. H. (2007). *The economics of climate change: the Stern review*. cambridge University press.

Nordhaus, W. D. (2008). Baumol's diseases: a macroeconomic perspective. *The BE Journal of Macroeconomics*, *8*(1).