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 emnerne 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 Paris aftalen i år 2015, markerede et klart ønske 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 løbet af foråret 2016 havde næsten alle lande fremlagt deres egne nationale klimaplaner. Som et yderligere tiltag, har den Danske regering i 2020 vedtaget 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 modelrammen. Disse modeller er oftest blevet anvendt med henblik på at evaluere forskellige politiske forslag. Målet med disse modeller er at blive i stand til at opnå klimamålene og samtidig maksimere den økonomiske vækst og velfærd. De mest hyppige forslag fremlagt af disse modeller er at indføre såkaldte Co2 afgifter på for eksempel kvælstof. 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 brugen af en kombination af penge, og finanspolitiske tiltag, der skal gøre det muligt at nå ovenstående mål.

Ses der på de anvendte modeller, har der været flere forsøg på at analysere interaktioner mellem klimaændringer og økonomien, hvor specielt Integrated Assessment Models (IAMs) udgøre en stor del af det fremlagte arbejde. 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 (Pindyck 2013, 2015; Pollitt 2019; Keen 2020), men også internationale organisationer, der finder både teoretiske og metodologiske svagheder ved disse modeller (Feyen et al. 2020, p. 8).

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 (kilde). Et nyere initiativ er fremlagt med henblik på tilblivelsen af Grøn Reform Modellen, med et fokus på interaktionen mellem miljø ændringer og den Danske økonomi. Formålet med denne model 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 der er en gensidig afhængighed mellem makroøkoonomien og miljøet, hvorfor en model bør være i stand til at behandle begge kausaliteter. Her 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 Grøn Reform 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, derfor finder vi det meget vigtigt at bruge en model opbygning der kan 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 på netop de to konkrete punkter, der fremhæves som svagheder i Grøn-reform-modellen: i) valg af modeltype og ii) kausaliteten mellem økonomien og ’øko-systemet’. Projektet inkluderer derfor empiriske analyser såvel som opbygning af modeller og forecasting.

Den valgte modeltype tager udgangspunkt i de Stock-Flow Consistent modeller, der i modsætning til den før omtalte Grøn Reform Model inkluderer et link mellem den finansielle og reale side af økonomien, og gør det dermed muligt at inkluderer finansielle aktiver i modellen. Modeltypen tilbyder dermed et set-up der forbinder beholdninger og strømme i økonomien, igennem regnskabs identiteter og adfærdsligninger. I forbindelse med udgivelsen af det nye System of Environmental-Economic Accounting (SEEA) data, fremgår SFC fremgangsmåden som oplagt til ligeledes at integrere den grønne omstilling i et model set-up. Modeltypens 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.)

Forecasting 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.

Brugen af empiriske analyser vil som udgangspunkt indebære estimation af de vigtigste adfærds relationer der indgår i modelopbygningen, analyserne vil være baseret på både mikro og makroøkonomisk data. Brugen af metoder vil tage udgangspunkt i både tidsserie, cross-section og panel data, analyseret ved bruge af metoder indenfor økonometri samt kausale effekter.

Det overordnede projekt vil blive delt op i 4 dele, der til sidst skal ende ud med en simpel SFC-model for den Danske økonomi, der er i stand til at evaluere politiske tiltag. De politiske tiltag skal kunne vurderes på følgende kriterier: Hvorvidt de bringer Danmark i mål med ovenstående klimamål, vedligeholdelse af økonomisk vækst, samt menneskelige levevilkår.

**Trin 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 replikere centrale elementer for 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 denne model er at identificere og modellere de 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 feedback-mekanismer i begge retninger 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.

**Trin 2 Opbygning af en Stock-flow consistent databank for Danmark**

Anden del af projektet indeholder opbygningen af en databank for den danske økonomi, som kan anvendes til såvel modellen i trin 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.

**Step 3 Opbygning af en Empirisk Stock-Flow-Consistent model:**

Denne delvil indebære opbygning af en simpel SFC-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 klima politik påvirker indkomstfordelingen i Danmark. Opbygningen vil herudover, også tillade os at udføre sektor specifikke 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 inkludere 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.

**Step 4: Forecastting af modellen:**

Selvom vise klimaudfordringer er højaktuelle nu, ligger flere udfordringer ude i fremtiden, og selvom Danmark fremsætter flere målsætninger om at nedsætte udledningen af kvælstof (for at undgå en optrapning af effekten på klimaet), er den overordnede udvikling i verdenen den at udledningen er stødt stigende, specielt med henblik på udviklingen i store udviklingslandene som Kina og Indien. Baseret på dette ser vi en stor værdi i at fremskrive resultaterne af modellen fra Step 3, for at kunne opfange de fremtidige effekter. 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 Step 3 simpelgøre fremskrivningen af de eksogene variable. Til fremskrivningen af disse, vil der benyttes både økonometriske metoder, såvel som machine-learning, og deep-learning, med henblik på at kunne forecaste på mellem- og lang-sigt.

# 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 (trin 1) som den empiriske model (trin 3) blive forsøgt indleveret til relevante tidsskrifter. Databasen udviklet i trin 2 vil udgøre databanken bag modellen i trin 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 trin 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. Mit udenlandsophold introducerede mig for en række nyere metoder indenfor kausale effekter, samt eksperimentel økonomi.

I løbet af min studietid, har der været en voksende interesse indenfor modellering samt empirisk estimation. Interessen for empiriske analyser følger af økonometri kurser 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 alternativer til 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.

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.