

Den grønne omstilling af energisystemet vil blive udfordrende, men der findes bæredygtige løsninger i fremtiden

Vi er i en klimakrise: Vi skal gøre noget nu - både globalt og nationalt

Vi befinder os på et kritisk tidspunkt i verdenshistorien. Verdens befolkning bruger energi og ressourcer som aldrig før. Det har betydet, at vi har udledt enorme mængder af drivhusgasser til atmosfæren siden den pre-industrielle tid. Det har haft den konsekvens, at vi nu oplever global opvarmning og klimaforandringer. Vi står ved en skillevej, og der er ikke tid til flere tomme ord, hvis vi skal sikre, at vores næste generationer kan leve på vores planet.

På den politiske scene har de menneskeskabte drivhusgasudledninger og klimaforandringer haft øget opmærksomhed verden over i de seneste årtier. Det har medført, at der er i 2016 blev underskrevet en global aftale, Paris aftalen, som vil begrænse drivhusgasudledningerne og dermed den globale opvarmning. Derudover er der blevet sat nationale mål på energi og klimaområdet, hvor, blandt andet, Danmark er trukket i førertrøjen og har ambitioner om at reducere de nationale udledninger af drivhusgasser med 70 % i 2030, samt at opnå et klimaneutralt Danmark i 2050.

Energi er vigtigt, men vores energisystem skal omstilles til bæredygtige løsninger

Energi er et af de vigtigste elementer i vores moderne samfund. I dag bruges en stor del af fossile brændsler til at forsyne vores energibehov og det vil kræve en drastisk omstilling af energisystemet for at reducere drivhusgasudledningerne fra energisektoren. Den nødvendige og presserende omstilling af energisystemet, til mere bæredygtige energiresourcer eller nye måder at lagre kulstoffet (Carbon Capture and Storage - CCS), vil blive meget udfordrende – især i visse delsektorer, så som høj-temperatur proces varme i industrien, spidslast produktion af elektricitet samt den tunge-transportsektor både på land, til vands og i luften.

Der er mange løsninger i spil, når puslespillet i den grønne omstilling skal lægges

Vi lever i en ny ære, hvor forskning, innovation og teknologisk udvikling baner vejen for nye banebrydende løsninger. Der er mange forskellige bæredygtige løsninger i spil, når puslespillet for det fremtidige energisystem skal lægges. For at klarlægge og give bud på fremtidens energisystemer bruges store og komplicerede energisystemmodeller, som bygger på tværfaglig principper, der kombinerer teknisk ingeniørvidenskab med områder inden for økonomi, miljø og politik. Energisystemmodellerne bruges til at lave holistiske scenarier for den grønne omstilling af energisystemet. Der er mange løsninger i spil når det fremtidige energisystem skal designes. Derfor er det vigtigt, at analysere den interne konkurrence mellem de forskellige fremtidige teknologier for at pege på omkostningseffektive teknologiveje, som kan føre til mere bæredygtige energisystemer, hvor også klimaaftrykket reduceres i fremtiden.

Ny forskning skaber mere detaljerede resultater for bæredygtige løsninger i den grønne omstilling

Energiplanlægning med energisystemmodeller har fundet sted igennem årtier. Men energisystemet bliver stadig mere kompliceret, blandt andet med koblinger på tværs af energisektorer og landegrænser, samtidig med at store mængder af fluktuerende energi skal integreres i energisystemet. Resultaterne fra energisystemmodellerne bruges derudover til at oplyse strategiske beslutningstagere, så som politikere, energiplanlæggere og investorer. Grundet den stigende kompleksitet i energisystemet og værdien af resultaterne er der behov for nye metoder, som kan beregne resultaterne med større detaljegråd. Den nye forskning præsenteret i denne formidlingstekst er baseret på udviklingen af flere moduler til en kompliceret energisystemmodel, således at energikæden for

grøn gas og grønne brændsler er modelleret med høj tid- og geografisk opløsning, samtidig med en stor detaljeringsgrad i samspillet på tværs af hele energisystemet. Den nye forskning skubber grænserne inden for forskningsverdenen og muliggør analyser af fremtidens grønne omstillingen af energisystemet med mere detaljerede resultater.

Elektrificering vil blive hovedingrediensen i fremtidens energisystem

Resultaterne fra de komplicerede energisystemmodeller viser, at elektricitet vil blive hovedingrediensen i fremtidens energisystem. Danmark er pionerer i at udvikle og integrere vedvarende energikilder i energisystemet og er trukket førertrøjen i forhold til at have en høj andel af elektricitet, som er produceret fra vindmøller. Masser af grøn strøm vil også i fremtiden fodre den direkte elektrificering, i industrien, hjemme hos borgerne, og til varme i fjernvarmesystemerne. Men selvom Danmark allerede påbegyndt rejsen mod en mere bæredygtig fremtid er der langt endnu, især i de sektorer hvor direkte elektrificering ikke er muligt, blandt andet høj-temperatur processer i industrien og den tunge transportsektor.

Fossilt gas er måske på vej ud, men grøn gas kan bruges i fremtiden

Den grønne omstilling kan, blandt andet, blive udfordrende i industrien, hvor direkte elektrificering ikke er muligt og hvis biomasse ressourcen er begrænset. Gas bruges i industrien i dag og kan også bruges i fremtiden – det kræver blot et skifte fra fossil til grøn gas, eller at benytte CCS teknologier.

Resultaterne fra studierne viser, at de fremtidige danske gas forbrug kan dækkes af grøn gas. Resultaterne er beregnet med høj geografiske detaljeringsgrad og viser at biogasanlæggene vil blive placeret i landdistrikter, da omkostninger forbundet med at transportere gødning har særlig stor betydning.

Grøn gas kan bruges direkte i industrien, til opvarmning i hjemmet eller til el og fjernvarme. Grøn gas, herunder brint og andre grønne gasser, kan derudover også blive brugt i forbindelse med at producere grønne brændstoffer, som kan bruges i den grønne omstilling af transport sektoren.

Nye teknologiske løsninger kan gøre det muligt at komme i mål med den grønne omstilling af transportsektoren i fremtiden

Et vigtigt punkt på den grønne agenda er omstillingen af transportsektoren fra at bruge fossile brændsler i dag til at benytte grønne brændsler i fremtiden. Resultater fra energisystemmodellerne viser, at den lette transport hovedsageligt vil blive elektrificeret, og at elbilerne vinder stærkt ind på det danske bilmarkedet frem mod 2050. Det bliver dog særligt udfordrende, at imødekomme den grønne omstilling af den tunge transport på lands, til vands og i luften, da der kræves en høj energitæthed på de flydende brændstoffer, som kan anvendes.

På nuværende tidspunkt udvikles der teknologiske løsninger, som kan producere grønne brændstoffer baseret på bæredygtige og vedvarende energikilder. Disse løsninger er endnu ikke økonomisk konkurrencedygtige, men med teknologisk udvikling kan de blive kommercielle i fremtiden. Derfor er det interessant, at analysere hvilke teknologiveje, som potentielt kan lede til et omkostningseffektivt energisystem i fremtiden.

Hvem tager ansvar for den internationale transport

Drivhusgasudledningerne fra den internationale transport, herunder flyvningerne fra danske lufthavne, tæller ikke med i Danmarks officielle udledninger på nuværende tidspunkt. Hvis de globale klimamålsætningerne skal opnås kræves der en indsats på tværs af samtlige energisektorer, herunder også den internationale transport. Det er derfor vigtigt, at analysere hvordan det fremtidige danske energisystem påvirkes hvis de grønne brændstoffer, som bruges til Danmarks del af den internationale transport, produceres i landet.

Det tragiske dilemma:

Kulstof kan blive en mangelvare i et fremtidsscenario hvor vi forsøger at reducere CO₂ udledningerne til atmosfæren

Ved at anvende de komplicerede energisystemmodeller, vises det, at hele den danske biomasse ressource samt store mængder af importeret biomasse bruges til at dække Danmarks nationale og internationale transport behov med grønne brændstoffer. Det store pres på den nationale biomasse ressource formodes ligeledes at være glædende i andre lande verden over, som også foretager en grøn omstilling. Set fra et globalt perspektiv vil den bæredygtige biomasse ressource derfor blive knap i fremtidens klimaneutrale energisystemer. Derfor er det ikke utænkeligt at Danmark, som i forvejen har en betydelig biomasse ressource, ikke importerer biomasse eller grønne brændstoffer i fremtiden. I et sådan fremtidsscenario, er der enten behov for nye metoder at høste bæredygtig kulstof på, eller nye metoder at producere grønne brændstoffer.

Fra vindmølle- og solcelle strøm til grønne brændstoffer

Power-til-X (PtX) teknologier kan producere electrofuels, som er en betegnelse for brændstoffer hvor elektricitet bruges i en elektrolyse teknologi til at producere brint og hvor brinten derefter indgår i produktionen af de grønne brændstoffer. Der er dermed en del af brændstoffet, som er produceret på den elektricitet, som allerede nu - og i endnu højere grad i fremtiden - vil blive genereret fra vedvarende energikilder, såsom vind og sol. Resultaterne fra fremtidsscenarier viser, at det især er electrofuels, som er produceret ved en kombination af en biomasse ressource og brint, der kan komme til at spille en betydelig rolle i den fremtidige transport sektor. Derudover viser det sig, at electrofuels, som ikke er baseret på kulstof fra biomasse, produceres i scenarier hvor der er en stor efterspørgsel af grønne brændstoffer til transport sektoren og hvor Danmark ikke importerer biomasse.

Danmark er et oplagt sted at producere grønne brændstoffer til transport sektoren i fremtiden, men de nye investeringer bør placeres strategisk og integreres smart i energisystemet

Danmark har på mange måder opbygget et unikt energisystem, som er effektivt og tilegnet den geografiske placering i forhold til klima og ressourcer. Nu byder der sig potentielt set et nyt grønt energieventyr i form af at producere grønne brændstoffer via PtX. Dette nye grønne energieventyr er aktuelt fordi Danmark har energi og klima ambitioner. Danmark har tilmed store potentialer for at generere elektricitet fra vedvarende energikilder - især hav vind ude i Nordsøen, og er en integreret del af et velfungerende internationalt el marked, hvor elsystemet er i balance hvert eneste sekund. Derudover, har Danmark etableret et effektivt fjernvarmesystem, som forsyner en stor del af det danske varmebehov.

Resultaterne fra energisystemmodellen er beregnet med høj tids- og geografisk-opløsning. Den høje geografiske opløsning, hvor blandt andet biomasse ressourcer er fordelt på kommune niveau betyder, at resultaterne kan vise placeringen, størrelsen samt driften for nye investeringer i energiteknologierne. Resultaterne viser, at produktionen af grøn gas vil placeres i landområderne og at produktionen af de flydende brændstoffer vil placeres tæt på de større byer for at udnytte stor-skala effekter. Derudover, kan overskudsvarmen fra brændstof produktionen afsættes til de store fjernvarme systemer, og kan i visse scenarier bidrage med mere end 20 % af den nationale varmforsyning til fjernvarmekunderne. Resultaterne viser tilmed, at produktionen fra PtX teknologierne spiller dermed godt ind i helhedsbilledet for de fremtidige energisystemer da, produktionen af brinten fra PtX kan være med til at balancere el produktionen fra de fluktuerende vedvarende energikilder, så som vind og sol.

Vigtig viden til gavn for samfundet

Den nye forskning bidrager med potentielle løsninger til at reducere klimaaftrykket fra energisektoren i fremtiden. Forskningen bistår med ny viden om omkostningseffektive og bæredygtige scenarier for den grønne omstilling, i forbindelse med strategisk energiplanlægning og investeringer, både på nationalt og internationalt

niveau. Derudover, er forskningen vigtig for vores samfund som helhed, da klimaudfordringer og omstillingen af energisektoren er store og presserende emner i den nutidige samfundsdebat, og nødvendige for at sikre planeten til vores næste generationer.