

Vision

I 2050 er Danmark fossilfrit og har negativ netto CO₂-emission til atmosfæren. Hele samfundet er omstillet til elektricitet eller brint. Danmark er netto eksportør af grøn energi, der kommer fra vindmøller og solcellefarme. De vejr-betingede svingninger i elproduktionen balanceres af et udbredt system af brintanlæg, der producerer brint, når elproduktionen overstiger elforbruget og forbruger brint til at producere el, når elforbruget overstiger elproduktionen fra vind og sol. Naturgasområderne er omlagt til fjernvarme. Fjernvarmeverkerne bruger primært overskudsvarme fra brintanlæggene og industrien, sekundært kører de på store, industrielle varmepumper. I landområder og småbebyggelser, hvor fjernvarme ikke er rentabelt, er varmeforsyningen baseret på private varmepumper. Bilparken består primært af brintbiler, som er helt dominerende i byerne. Elbiler findes i landområder og i begrænset omfang i forstæderne. Lastbiler og busser kører på brint eller el. Togstrækninger, der ikke er elektrificerede, kører på brint. Skibs- og luftfarten bruger brint eller methanol. Industrien er elektrificeret. Affaldssortering giver basis for genbrug af 80% af vores affald. Restaffaldet afgasses og brændes i forbrændingsanlæg, der producerer el og varme. Landbruget er 100% økologisk, alle lavbundsjordene er udtaget af landbrugsmæssig drift, husdyrholdet er reduceret til niveauet fra 1960. Vores forbrug af kød og mejerivarer er i væsentligt omfang erstattet af plantebaserede næringsmidler. Skovarealet udgør 15% af Danmarks areal, og skovdriften er delt på produktionsskove, der producerer træ til byggesektoren og industrien og rekreativ skov, der ligger urørt hen til gavn for biodiversiteten. Vi mere end kompensere for udledning af CO₂ fra landbrug og methanol-fremstilling ved at indfange og lagre CO₂ i nedlagte olieletter i Vesterhavet. Elnettet er forstærket frem til alle storforbrugere og -producenter af el, mens distributionsnettet i alt væsentligt servicere samfundet uden yderligere forstærkning, fordi vi har indført intelligent forbrugsstyring.

Uddybning af visionen

1. Energiproduktion

I 2050 kommer al den energi, vi forbruger i Danmark, fra vindmøller og solceller. Energiproduktionen svinger med vejret, men samfundet har brug for en stabil energiforsyning. Forsyningen sikres ved, at vi lagrer energi i form af brint.

Brinten fremstilles ved elektrolyse af vand. Det sker, når der produceres mere el fra vind og sol end samfundet forbruger. Brinten gemmes i store brintlagre. Når vind og sol ikke genererer strøm nok til at dække samfundets behov, startes brintbaserede elværker, der består af stakke af brændselsceller, der omdanner brint til elektricitet. På denne måde er balancen i elnettet sikret alle årets timer.

Der afgives varme ved elektrolyse og i de brintbaserede elværker. Denne overskudsvarme flytter vi med varmepumper ud i Danmarks vidtforgrenede fjernvarmenet. Herved udnyttes overskudsvarmen til boligopvarmning. Vi kender princippet fra nutidens kraftvarmeverker. På denne måde udnyttes ca. 80% af den energi, vi henter hjem fra vind og sol.

Energilagring er forudsætningen for, at vi kan dække hele vores behov for elektricitet, også når det ikke blæser eller når solen ikke skinner. Men lagrene er så store, at vi også udtager brint til transportsektoren, industrien og andre formål. På denne måde dækkes behovet for al energi i samfundet, ikke kun vores behov for el.

2. Energiforbrug

2.1 Boligopvarmning

Den samlede boligmasse er energirenoveret, hvorved der er opnået en betydelig energibesparelse.

Fjernvarme er udbredt til alle større bysamfund og har erstattet naturgas til boligopvarmning. I mindre landsbyer og det åbne land sker boligopvarmningen med individuelle varmepumper. Fjernvarmeverkerne ligger spredt ud over hele landet, og de fleste er bygget sammen med brintanlæg med tilhørende brintlagre.

Fjernvarmeværkerne og kraftvarmeværkerne har udfaset brug af naturgas og træflis. Halm bruges i begrænset omfang. Den primære energikilde til varme- og kraftvarmeværkerne er overskudsvarme fra brintanlæggene og fra industrien - suppleret med store industrielle varmepumper.

På steder, hvor det er muligt at varmforsyne med geotermi, er dette også udnyttet.

2.2 Transportsektoren

2.2.1 Vejtransport

I vejtransporten findes et mix af el- og brintkøretøjer. Elkøretøjer er brugbare, hvor elnettet har kapacitet til at forsyne dem, og hvor opladningstiden ikke er et problem. Der er tale om busser, skraldebiler, kommunernes flåde af hjemmehjælpsbiler og lignende. Hvor elnettet ikke har kapacitet nok, undgås en forstærkning af elnettet ved brug af brintkøretøjer.

Brintbiler kan tankes på få minutter, så de er fremherskende, når køretøjet bruges en stor del af døgnet som for eksempel lastbiler, taxier m.v.

I byerne er det umuligt at opstille tilstrækkeligt mange ladestandere til, at alle bilejere kan køre i elbiler. Der er ikke friarealer, der kan bruges til parkeringshuse og -kældre, og da en brand i en elbil ikke kan slukkes, er det af sikkerhedsmæssige grunde forbudt at parkere et elkøretøj sådanne steder. I 2050 har vi en bilpark, der er helt domineret af brintbiler i byerne. I forstæder og i det åbne land er der elbiler de steder, hvor elnettet er i stand til at levere den nødvendige strøm.

2.2.2 Jernbaner

Jernbanerne er hovedsageligt betjent med brinttog i 2050. På korte lokalbaner er batteritog et alternativ, men på de lange strækninger dominerer brinttogene på grund af eltogenes problemer med ladetid og fremføring af el samt af behovet for stor rækkevidde.

De nuværende elektrificerede banestrækninger vil kunne betjenes med eltog en rum tid ud i fremtiden. Men kørestrømsanlæggene kræver vedligeholdelse og er sårbare overfor slid, nedfaldne køreledninger og væltede træer. Brinttog kan køre overalt i Danmark, mens kørestrømsanlæggene lægger begrænsninger på, hvor eltog (exclusive batteritog) kan køre. Det giver bindinger på køreplanlægningen. Kørestrømsanlæg er under afvikling i 2050 – måske bortset fra S-bane, metro og nogle letbaner.

2.2.3. Skibsfart og luftfart

Hidtil har det været antagelsen, at skibsfart og luftfart skulle omlægges til syntetiske brændstoffer som fx metanol. Men på sigt vil både skibe og fly drives ved brint. Der findes allerede i 2021 både skibe og fly, der bruger brint – endda flydende brint. Processen med at omdanne brint til methanol har sin pris. Det vil være billigere at bruge brinten direkte end at omdanne brinten til methanol først. Methanol har den store fordel, at det kan blandes i benzin og diesel eller ligefrem erstatte det, men med nutidens teknologi er methanol en overgangsløsning, der på sigt kun kan tænkes at være relevant på interkontinentale fly- og skibsruter.

Maersk har i 2021 lagt en ordre på 8 containerskibe, der skal kunne sejle på både methanol og diesel. Man kan diskutere, om de er CO₂-neutrale, når de sejler på methanol, men de er det i hvert tilfælde ikke, hvis de sejler på diesel. I 2050 vil operatører af interkontinentale skibs- og flyruter selv have opført brint- eller methanolfabrikker og -lagre ved alle de containerhavne og lufthavne, de benytter, og herved sikre, at brinten og methanolen er lavet på grøn strøm og for methanolens vedkommende med CO₂ indfanget fra atmosfæren.

Der er batterifærger i drift, og de fungerer godt – på korte strækninger. Brintfærger er dominerende på længere strækninger og på småstrækninger, hvor udnyttelsen af færgerne er høj.

De første kommercielle passagerfly, der flyver på brint, blev sat i kommerciel drift omkring 2025. I 2050 flyver en stor del af den aktive flyflåde på brint. Batterifly er også en mulighed, men batteriernes vægt og holdbarhed er et problem. Batterifly er ikke en væsentlig del af fremtidens flysektor.

3. Industrien

Visionen for industrien er, at den er fuldt omstillet til el eller brint i 2050. Omstillingen sker som en

konsekvens af de rammebetingelser, samfundet stiller for industrien, herunder incitamenter til energioptimering, reduktion af forbruget af råmaterialer og reduktion af affaldsmængder. Administrative hindringer som for eksempel afgift på overskudsvarme er fjernet, og afgifter på el er tilrettelagt, så forbruget i videst mulige omfang skubbes væk fra de timer på døgnet, hvor elnettet har spidsbelastning. Industrien er traditionelt gode til at tilpasse sig varierende regulering og rammebetingelser.

4. Landbrug og skovbrug

Landbrugets husdyrhold er begrænset til niveauet fra 1960, hvor landbruget stadig var bæredygtigt – og økologisk. Alle lavbundsjord er taget ud af landbrugsmæssig drift og udlagt til skov eller engdrag. Herved er kulstofbindingen i jorden øget markant.

Dyrenes – og især kvægets – fordøjelse giver anledning til dannelse af metan, som er en ca. 30 gange kraftigere drivhusgas end CO₂. Dyrene er ude at græsse hver dag. Det giver udslip af metan og CO₂. Der kompenseres for dette udslip ved CO₂-fangst fra atmosfæren.

Al landbrugsjord er omlagt til økologisk drift, hvor kulstofbindingen er 6 gange større end ved konventionel drift. Herved er grundvandet samtidig beskyttet mod yderligere tilførsel af pesticider og andre kemikalier, og miljøet er forbedret for mange arter af insekter, fugle og smådyr. Afstrømning og udvaskning af næringsalte fra landbrugets gødsning til vores vandløb, fjorde og havmiljøer er stærkt reduceret, og iltvind forekommer ikke mere. Da vores daglige kost er omlagt til hovedsageligt at bestå af plantebaseret mad, og husdyrholdet er reduceret drastisk, er afgrøderne omlagt til afgrøder, der er direkte menneskeføde eller indgår som råstoffer i den plantebaserede fødevarerforædling. Fødevarerforædling har absorberet en stor del af den arbejdsstyrke, der blev ledig, da slagteri- og mejeriaktiviteten faldt.

I 2050 er skovene enten produktionsskove, hvor vi dyrker tømmer til byggebranchen og industrien eller rekreative skove, hvor biodiversiteten har første prioritet. Flisproduktion er stoppet helt. Træstammer tages ikke ud af de rekreative skove, og i produktionsskovene efterlades alle grene og kviste i skovbunden. I de rekreative skove efterlades også stammerne, hvor de falder.

5. Vejen fra 2021 til 2050

5.1 Sektorkobling

Sektorkobling er nøglen til en økonomisk effektiv grøn omstilling. Som det fremgår af ovenstående, giver koblingen fjernvarme med energilagring og elproduktion mulighed for at nyttiggøre enorme varmemængder, der ellers blot havde været spildt. Varme- og elproduktion ved afbrænding af restaffald er et andet eksempel. Transportsektorens brug af brint et tredje. I grænsefladerne mellem de forskellige sektorer ligger der masser af muligheder for at frigive værdi, idet spild i én sektor kan være råstof i en anden.

5.2 Elnettet

Elnettet er den store ubekendte i den grønne omstilling. Vi skal elektrificere samfundet, men der er meget stor forskel på, om vi gør det med elbiler og individuelle varmepumper eller med brintbiler og kollektiv varmforsyning (fjernvarme). I det første tilfælde skal de fleste af vores veje graves op for nedlægning af supplerende elkabler. Ud over at det bliver vanvittigt dyrt, vil det også give voldsomme trængselsproblemer med store økonomiske konsekvenser, fordi det skal gennemføres på ganske få år, hvorved et stort antal veje skal graves op samtidig. I det andet tilfælde skal vi kun forstærke elnettet ud til alle brintanlæggene og de største industrielle elforbrugere, men den helt overvejende andel af elforbrugere kan serviceres med det nuværende elnet suppleret med intelligent styring af elforbruget. Det er den afgørende årsag til, at vi i 2050 primært bruger brintbiler og kollektiv varmforsyning.

Uanset hvilke tiltag vi overvejer i forbindelse med den grønne omstilling, skal virkningerne på elnettet belyses og prissættes. Trængselsomkostninger som følge af gravearbejder skal indgå i prisestimerne.

Vi slipper ikke for at forstærke elnettet ud til alle energiproducenter, men selv det bliver en kolossal investering og vil give massive trængselsproblemer. Det vil blive et succeskriterium for den grønne omstilling at minimere gravearbejderne ved forstærkning af elnettet til det mindst mulige.

5.3 Drivhusgas-afgift

Der kommer en afgift på udledning af CO₂ og metan, og den vil vokse gradvist over de næste 30 år. Den vil indbringe mange penge, men efterhånden som samfundet bliver mere og mere elektrificeret, vil forbruget af fossile brændstoffer falde, og det vil provenuet fra CO₂-afgiften så også. CO₂-afgiften er et overgangsfænomen. Når vi er CO₂-neutrale, falder CO₂-afgiften bort af sig selv.

Det betyder ikke, at vi ikke skal indføre den. Tværtimod. Det er et glimrende værktøj til at accelerere den grønne omstilling. Jo før og jo højere des bedre. En CO₂-afgift vil have en afgørende påvirkning af vores forbrug. Forbrugsgoder som transport, kød og mejerivarer, cement og mange, mange andre goder medfører udledning af CO₂, så en beskatning, der medfører reduceret forbrug, vil af sig selv bidrage til at opnå vores CO₂-mål for 2030 og 2050.

5.4 CO₂-fangst og -lagring

Som nævnt vil landbrugets husdyrhold og afbrænding af methanol i transportsektoren give anledning til udledning af CO₂ også efter 2050. Det skal der kompenseres for ved CO₂-fangst og -lagring i nedlukkede gasfelter i Vesterhavet eller saltkaverner på land. Danmark har gode geologiske strukturer til CO₂-lagring, og vi kan i fremtiden udvikle en forretning på at lagre CO₂ for andre nationer, der har svært ved at blive CO₂-neutrale indenfor egne grænser. Hvis det bliver et omfattende aktivitetsområde, kunne vi omstille naturgasnettet til at transportere CO₂ fra anlæg i land (koblet med fjernvarmeværkerne og brintanlæggene) ud til de nedlukkede gasfelter i Vesterhavet.

Afhængigt af menneskehedens evne til at agere rettidigt på klimaudfordringen kan det også blive nødvendigt at overkompensere for vores CO₂-udledning, hvis det bliver en international forpligtelse at trække CO₂ ud af atmosfæren.

5.5 Den store plan

Den grønne omstilling er en kolossal forandring. Timingen er altafgørende. Vi kan kun udbygge vind og sol i takt med, at vi har kapaciteten til energilagring på plads. Vi kan først udbygge massivt med brint i transport- og industriktorerne, når brint er tilgængelig i rigelige mængder. Den grønne omstilling skal styres af en stor, overordnet plan. Omstillingen har os alle sammen som aktører, og vi har alle behov for at vide, hvad der skal ske, og hvornår det skal ske.

På baggrund af en vedtaget vision af samfundet år 2050 skal Regeringen – med et bredt flertal bag sig i Folketinget - udarbejde en plan, der dækker alle skridtene fra vores udgangspunkt til det fremtidige samfund. Samtidig kan vi estimere omkostningerne for den enkelte og for samfundet, år for år. Med en sådan plan kan vi agere rationelt og i det væsentlige undgå fejlinvesteringer.

Den store plan vil medføre en hidtil uset grad af offentlig regulering, men det er bedre end alternativet: dét kaos, der bliver resultatet, hvis initiativet overlades til private investorer og internationale koncerner, der primært vil intervenere i Danmark for at skabe egen profit.

5.6 Fejlinvesteringer

Med så stort et projekt som den grønne omstilling er det næppe muligt helt at undgå fejlinvesteringer – men vi skal ikke lave dem med åbne øjne og mod bedre vidende. De følgende underafsnit er eksempler på fejlinvesteringer, der bør stoppes hurtigst muligt – eller i det mindste stilles i bero, til den store plan foreligger.

5.6.1 Energiø

Danmarks energiforbrug kan kun dækkes af grøn energi, hvis vi opsætter en masse havvindmøller. Vinden er gratis, og vi har masser af egnede steder, hvor havvindmøller kan etableres. Men hvordan ”høster” vi energien? Dette spørgsmål har ført til idéen om energiøer. Folketinget har vedtaget opførelse af en energiø i Vesterhavet 80 km fra kysten. Her skal strømmen fra flere store havvindmølleparker samles, og der skal produceres brint, methanol og eventuelt ammoniak. Der skal være beboelsesenheder til de teknikere, der skal holde det hele i sving. Det kan laves, men er det en god idé?

Ude i Vesterhavet er mulighederne for at bruge overskudsvarme stærkt begrænsede. Når vi producerer brint og methanol, må vi smide overskudsvarmen ud. Der er vind nok, så vi kan bare stille nogle flere vindmøller op, men vindmøller er ikke gratis. Det er bedre at tage strømmen i land og forædle den til brint og methanol på fabrikker, der kan sende deres overskudsvarme ind til det nærmeste fjernvarmenet. Der er et tab ved at transportere strøm, men det har også en pris at transportere brinten og methanolen i land, hvis vi producerer

den derude. Det er en god idé i at samle strømmen fra mange vindmøller i knudepunkter til havs, men det kan godt ske på udjente boreplatforme, hvor der allerede er beboelsesenheder til personalet.

Energiøen i Vesterhavet er blevet præsenteret som en genvej til store havvindmølleparker derude, men energiøen bidrager ikke i sig selv til energiproduktionen. Tværtimod koster den både materialer, CO₂ og penge, og den kan tidligst tages i brug i 2031, hvilket er alt for sent i forhold til behovet for en massiv opskalering af elproduktionen i Vesterhavet. Energiøen som sådan bidrager ikke med nogen værdi og burde aldrig have været bragt i forslag.

5.6.2 Massiv udbygning af vejnettet

Folketinget har vedtaget et infrastrukturforlig, der afsætter over 100 mia kr til vejsektoren over de næste ca 14 år. Baggrunden er en forventning om stigende vejtrafik og deraf følgende trængselsomkostninger, hvis vejnettet ikke udbygges. Der argumenteres med, at CO₂-udslippet reduceres i takt med, at bilparken udskiftes til el- og brintbiler. Problemet er bare, at udskiftningen går meget langsommere end udbygningen af vejnettet. Derved vil de stigende trafikmængder, der altid er en konsekvens af udbygning af vejnettet, føre til stigende, ikke faldende CO₂-udledninger.

På langt sigt – 2050 og derefter – er det en rigtig god idé at skabe gode rammer for transport. Men med en gennemsnitlig levetid på 14 år for en personbil vil halvdelen af de benzin- og dieselmotorer, der sælges i 2029, stadig køre rundt på vejene i 2043. Løsningen på dilemmaet er dels at forbedre den kollektive transport, dels at gøre det dyrere at køre i benzin- og dieselmotorer, blandt andet via en CO₂-afgift. Begge tiltag vil få biltrafikken og dermed CO₂-udledningerne fra vejtransporten til at falde og trængslen på vejene til at blive mindre. De mange udvidelser af vejkapaciteten bør planlægges, så de nye vejanlæg først bliver taget i brug efter 2050, når omstillingen af bilparken er så fremskreden, at CO₂-udslippet er dramatisk reduceret.

5.6.3 Elektrificering Fredericia-Ålborg

Trafikministeriet oplyser, at elektrificeringen af banestrækningen Fredericia-Ålborg er en god investering. Den koster et 2-cifret milliardbeløb. Beløbet er så stort, fordi alle broer på strækningen skal løftes for at give plads til kørestrømmen. Pengene var bedre brugt på omstilling til brinttog. Brinttog kræver ikke anlægsarbejder på banestrækningen eller integration med det i forvejen meget komplekse sikringsanlæg. Og et brinttog kan fortsætte forbi Ålborg op til Frederikshavn eller Skagen, om man måtte ønske det. Og det er langt billigere. Elektrificeringen Fredericia-Ålborg bør skrinlægges straks.

5.6.4 Gasledning Næstved-Nakskov

Regeringen vil bruge 900 mio. kr. på en ny gasledning fra Næstved til Nakskov. Det er en fejlinvestering, idet der ikke vil være naturgas og kun ganske lidt biogas og affaldsgas til rådighed i 2050. Ideen er at omstille industrien – og specielt sukkerindustrien – på Lolland og Falster til naturgas, men det er langt billigere at omstille til el med det samme.

6. Afrundende bemærkninger

Den grønne omstilling er uden sidestykke danmarkshistoriens største infrastrukturprojekt. Vi har en drøm om et fossilfrit samfund, men til dato er der ingen, der har gjort sig nogen tanker om, hvordan dette samfund kan se ud. Nærværende dokument er et forsøg på en sådan beskrivelse. Det er forfatterens vision, ikke nødvendigvis alle andres vision. Men det er forfatterens håb, at læserne kan se, at der ligger nogle grundlæggende valg, der kan styre udviklingen ad forskellige veje, og at det fossilfrie samfund ikke er en veldefineret størrelse, der kun kan være indrettet på én måde. Hvis denne vision sætter læserne i gang med at overveje, hvilket samfund, vi ønsker i 2050, har vores vision opfyldt sin mission. Så kan vi få en bred debat, der i sidste ende kan føre til en vision, der har bred opbakning både blandt folket og politikere. Om det så bliver den bedste og billigste vej til det fossilfrie samfund får stå hen i det uvisse. Men det er væsentligt, at der ikke er hverken folkelig eller politisk modstand mod den vision, der meget gerne skulle styre danmarkshistoriens største projekt de næste 30 år.

Hidtil har debatten og politikere kun fokuseret på 2030-målet om 70% reduktion. Men den valgte vej mod 2030-målet kan godt gøre det uforholdsmæssigt dyrt at opfylde 2050-målet. For eksempel er gasledningen fra Næstved til Nakskov til 900 mio kr ubrugelig i 2050, hvis husdyrholdet i landbruget er reduceret så meget, at der ikke er noget biogas at sende igennem ledningen. I så fald vil de 900 mio. kr være spildt. Vi kan udnytte vores viden om sektorkobling til at fremme investeringer i løsninger, der vil være gode også efter

2050, eller vi kan se bort fra denne viden og se vores investeringer miste deres værdi. Kun hvis vi har et klart billede af, hvor vi skal havne i 2050 med det fossilfrie samfund, kan vi undgå fejlinvesteringer. Selv den bedste vej til grøn omstilling kommer til at koste mange penge. Vi bør gøre alt, hvad vi kan for, at det ikke bliver unødvendigt dyrt.

6.1. Hvorfor ikke bare vente på nye, teknologiske gennembrud?

Den vision, der er præsenteret i nærværende dokument, bygger i alt væsentligt på teknologier, der findes i dag. Disse teknologier vil blive forbedret i årene, der kommer, og det vil forbedre virkningen af de grønne aktiviteter. Der vil muligvis komme nye teknologier, der grundlæggende vil ændre mulighederne og dermed påvirke visionen, men det er fugle på taget. Den opstillede vision er konkret og kan nås, hvis vi har viljen. At satse på nye teknologier er at spille hazard med fremtiden. Hvis gennembruddene ikke kommer eller kommer for sent, vil vi stå midt i en klimakatastrofe, som bliver langt dyrere at håndtere, end hvis vi investerer klogt i at forebygge den, og som vil have store omkostninger for mennesker og naturen.