

Denne artikel er publiceret i det elektroniske tidsskrift
Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet
(Proceedings from the Annual Transport Conference
at Aalborg University)
ISSN 1603-9696
www.trafikdage.dk/artikelarkiv



Scenarier for et fossil-frit dansk transportsystem

Abstract

I 2010-2011 gennemfører Teknologirådet et projekt om et bæredygtigt dansk transportsystem i samarbejde med en styregruppe af eksperter og aktører fra transportområdet. Formålet med projektet er ved hjælp af scenarier at undersøge, hvad det vil kræve at omstille danskernes transport til 100 % vedvarende energi, med et begrænset forbrug af biomasse og de prioriteringer, at det skal balancere økonomisk og der skal gribes så lidt som muligt ind i danskernes mobilitet. Der er udarbejdet tre scenarier: Et referencescenarie, et teknologiscenarie og et fossil-frit scenarie. Referencen beskriver udviklingen i et "business as usual - BAU" perspektiv, teknologiscenariet viser hvor langt man kan nå ved at implementere nye teknologier og drivmidler, og det fossil-fri scenarie realiserer målet om at reducere transportens CO2 udslip til 0 ved omstilling til 100% vedvarende energi. Det sker ved at introducere en bred vifte af virkemidler af forskellig karakter.

Forfatter(e)

Ida Leisner og Per Kaspersen, Teknologirådet

Keywords - dansk

Scenarier, transportmodel, fossilfrit transport system, virkemidler, back casting

Keywords - engelsk

Scenarios, transport model, fossil free transport system, policy measures, back casting

Kan danskernes transport blive fossilfri?

For et år siden offentliggjorde Klimakommissionen sin rapport om at gøre Danmark uafhængig af fossile brændsler. Transportsektoren som en af fire sektorer i det danske energisystem blev beskrevet således:

Transportområdet er et af de tunge områder, der i 2008 udgjorde 26 pct. af det samlede energiforbrug. Olieforbruget til transport udgjorde 65 pct. af det samlede olieforbrug. Transportområdet er samtidig en af de vanskeligste udfordringer i forbindelse med realiseringen af visionen om, at Danmark skal være uafhængig af fossile brændsler og reducere udledningen af drivhusgasser markant i 2050. (s. 70)

Klimakommissionen har behandlet transporten helt overordnet. Teknologirådet så derfor et behov for at undersøge potentialerne for at omstille transporten til vedvarende energi nærmere.

Formål og projektidé

Formålet med projektet er at undersøge, hvad det vil kræve at omstille danskernes transport til vedvarende energi (og dermed reducere CO₂-udslippet til 0), samt hvilke konsekvenser det har for hverdagsliv, miljø, velfærd og samfundsøkonomi.

Projektet anvender scenarie-beregninger til at undersøge potentialet for at gøre danskernes transport 100% VE baseret i 2050. Scenarierne tager udgangspunkt i hvor meget mobilitet, der kan opnås indenfor den mængde energi, der vil være til rådighed for transportsektoren. Energiråderummet er begrænset ved, at der er lagt et loft over forbrug af biomasse svarende til det der kan produceres indenlands. Desuden er det et ønske, at omstillingen balancerer økonomisk og at danskernes mobilitet ikke reduceres.

Projektet skal pege på hvilke initiativer der er nødvendige på kort og lidt længere sigt for at kunne omstille transporten til VE inden 2050. Det skal ske i dialog med eksperter, aktører og politikere på baggrund af scenarierne, som forventes færdig beskrevne ultimo august.

Afgrænsning af det danske transportsystem

Systemafgrænsningen dækker al transport som foregår i Danmark, international godstransport til og fra Danmark, samt danskeres persontransport med fly og skib til og fra Danmark.

Konkret afgrænsning:

Danskernes transport inkluderer foruden al national transport følgende:

- international jernbane – gods og passager
- international lastbil
- international fly – gods og passager
- international skib – gods og passager

Rammebetingelser

Rammebetingelserne er fastsat i energimodellen STREAM og vedrører:

- Økonomisk vækst
- Vækst i transportarbejde
- Diskonteringsrente
- Brændselspriser
- CO₂ pris

Metode

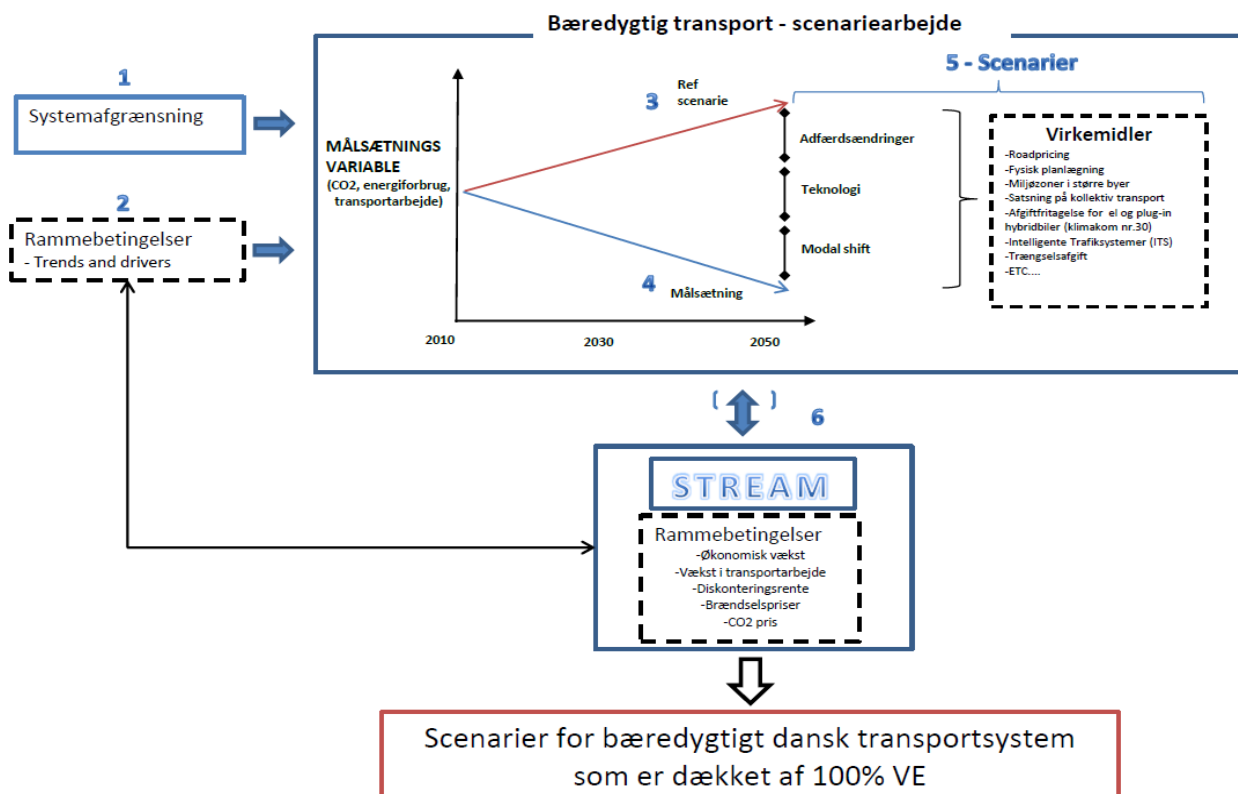
Scenarierne er udarbejdet i et nyligt udviklet excel-baseret modelværktøj hvori det er muligt se de energimæssige, drivhusgas-relaterede og samfundsøkonomiske konsekvenser i forbindelse med introduktionen af en bred vifte af virkemidler og teknologier som har til formål at reducere transportsektorens olieafhængighed og CO₂ udslip. Modellen er udarbejdet på basis af det arbejde, som er udført i CEESA (Coherent Energy and Environmental System Analysis) projektet, og modellen indgår som en detaljeret tilføjelse til energisystem-modellen STREAM som blev anvendt i forbindelse med Klimakommissionens analyser som blev gennemført i perioden 2008-2010. Koblingen til energisystem-modellen STREAM muliggør en analyse af de samfundsøkonomiske konsekvenser ved at vælge et scenarie frem for et andet. Indholdet af de enkelte scenarier og i særdeleshed det fossil-fri scenarie er formuleret og valideret i forbindelse med en række møder og workshops med repræsentanter fra forskningsmiljøet og industrien.

Fremgangsmåde og brug af SULTAN modellen

Der er udarbejdet tre scenarier: Et referencescenarie, et teknologiscenarie og et fossil-frit scenarie. Referencescenariet fremskriver udviklingen i transportarbejdet som business-as-usual. I teknologiscenariet ser man hvor meget CO₂ udslippet fra dette transportarbejde kan reduceres ved at implementere nye teknologier og drivmidler, som bl.a. øger energieffektiviteten og forbedrer CO₂-intensiteten af energiforbruget. Da resultatet af teknologiscenariet ikke indfrier målet om at fjerne transportens CO₂-udslip er effekten af en række ikke-tekniske virkemidler *lagt til* og det samlede resultat heraf er det fossil-fri scenarie. Dermed kombineres de tekniske potentialer for køretøjerne med forbedring af hele transportsystemet.

Metoden, som også kaldes back-casting, er anvendt i EU Transport GHG: Routes to 2050. I dette EU-projekt har man udviklet et simpelt modelværktøj, SULTAN, som bruges til at beregne en række enkle policy scenarier der kan besvare spørgsmålet: Hvor store ændringer skal der til for at opnå et bæredygtigt transport system i Europa? Dermed får man identificeret hvilke virkemidler som kan være nødvendige at tage i brug for at nå et vist niveau af GHG-reduktion. Formålet med at udvikle dette værktøj har været at give aktører indenfor transport og klimapolitik mulighed for at udvikle policy scenarier baseret på *antagelser* om hvordan udvalgte virkemidler vil indvirke på fremtidens transport system og hurtigt og let få vist resultaterne for GHG emissionerne fra transport. Formålet med og tankegangen i SULTAN værktøjet svarer helt til det, der har været tanken bag Teknologirådets transportsценарier.

Modellen for scenariearbejdet er grafisk repræsenteret i figuren nedenfor.



Virkemidler anvendt til det fossilfri scenarie

Da virkemidlerne anvendt i SULTAN også er relevante i en dansk sammenhæng, har det været muligt at gennemføre beregningerne af det fossilfri scenarie ved at anvende SULTAN. Det skal understreges, at *effekterne* af virkemidlerne i SULTAN i de fleste tilfælde er fundet gennem ekspertbaserede vurderinger. Da SULTAN-effekterne er vurderet i forhold til en europæisk sammenhæng, har vi indkaldt eksperter som

sammen med styregruppen har kunne vurdere, om de samme effekter kunne opnås for den afgrænsning af det danske transportsystem vi arbejder med. Og det blev stort set bekræftet. Se tabel 1 for en detaljeret oversigt over virkemidlernes effekt på efterspørgslen på transport.

Virkemiddel	Persontransport						Godstransport					Total	
	Bil	Bus	Tog	Cykel/gang	Fly	Skib	Lastbil	Varebil	Tog	Fly	Skib	Pkm	Tkm
1 - Pakke af midler til fremme af blød transport (forbedrede gå/cykel forhold)	-7,8	-2,2	-1,5	231	-	-	-	-	-	-	-	0	-
2 - Forbedret fysisk planlægning	-17	31	42	51	-	-	-10	-10	-	-	-	-3,5	-2,7
3 - Mobility management, bl.a. forbedring af offentlig transport	-10,8	40	80	20	-10,5							0	-
4 - Forbedret intermodalitet for godstransport	-	-	-	-	-	-	-15	-	153	-	3,7	0	-
5 - Hastighedsnedsættelse på motorveje (90kmt for lette køretøjer/ 80kmt for tunge køretøjer)	-5	-1,3	-	-	-	-	-1	-2	-	-	-	-3,2	0,5
6 - Kurser i energieffektiv kørsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7 - Reform af beskatningsregler for firmabiler	-1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,8	-
8 - CO2 afgift (høj CO2 pris)	-4,4	-5,6	-5,6	-	-16,3	-18,8	-4,9	-4,4	-4	-14,2	-15,1	-5,8	-11,8
9 - CO2 afgift (middel CO2 pris)	-2,1	2,6	2,6		-7,4	-8,4	-2,5	-2,2	-2	-6,5	-6,8	-5,4	-2,7
10 - Ikke CO2 afgift – internalisere omkostninger ved udslip af NOx, PM og energi(forsynings)sikkerhed	-1,7	-2,2	-1	-	-	-	-2,3	-2	-1	-	-	-1,1	-0,4
11 - Ensartede (ækvivalente) skatter og afgifter for brændstoffer (alle transportformer)	-	-1,6	-0,6	-	-25,5	-19,3	-1,6	-0,6	-0,7	-25,5	-19,3	-5,8	-13,6
12 - Afskaffe befodringsfradraget	-5,3	-	-7,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-3,8	-
13 - Kørselsafgifter	-5	-5	-	-	-	-	-5	-5	-	-	-	-3,5	-1,6

Tabel 1: Virkemidlernes effekt på transportarbejdet udført af de enkelte transportformer i forhold til BAU 2050. Virkemidlerne 1-11 er fra SULTAN mens 12-13 er fra danske rapporter. Effekten er vist i %.

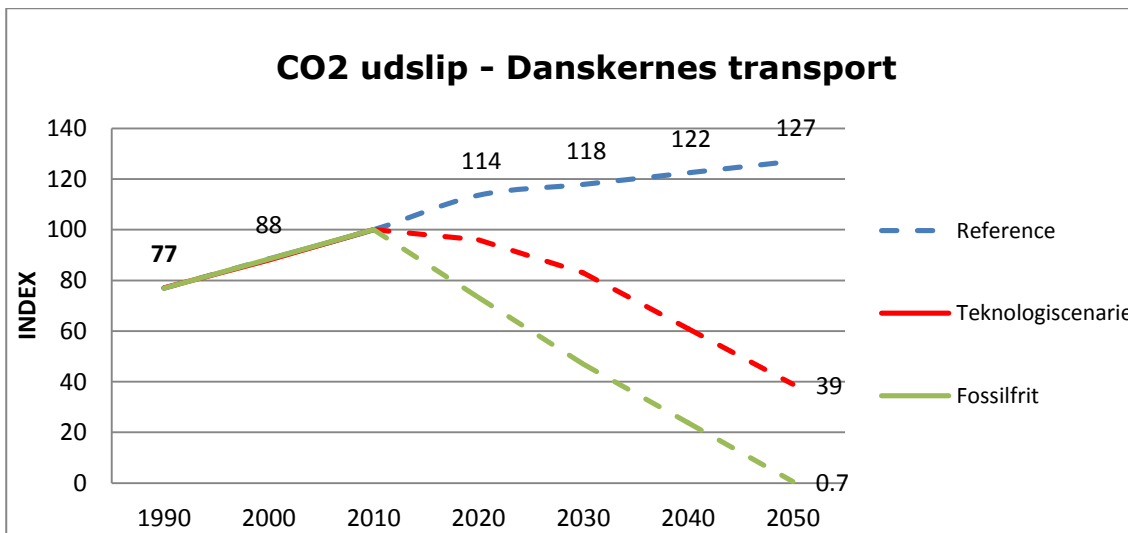
Eksempelvis ses det at man gennem forbedret fysisk planlægning er i stand til at reducere behovet for persontransport og godstransport med henholdsvis 3,5 % og 2,7 %.

Resultater - de tre scenarier

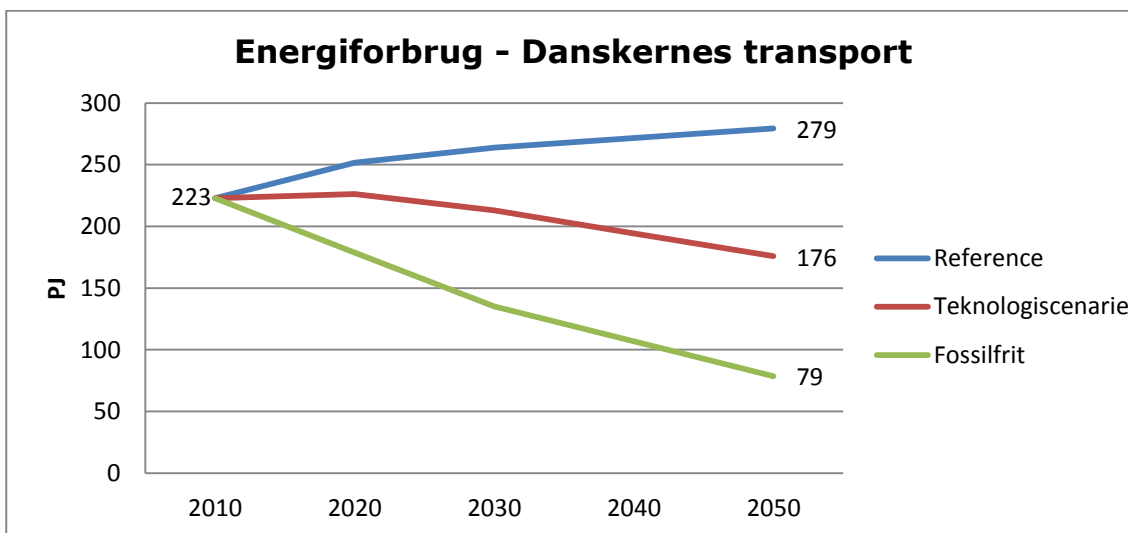
Såfremt der ikke sker en omfattende introduktion af mere CO₂ neutrale transportteknologier og drivmidler eller sker en væsentlig reduktion af væksten i transport og trafikarbejdet for både person- og godstransport vil CO₂ udslip fra danskernes transport forsætte med at stige frem mod 2050. Til trods for at der er antaget relativt store energieffektiviseringer for alle transportmidler vil CO₂ udslippet stige med 27 % i referencescenariet (blå) i perioden 2010-2050. Årsagen hertil er en kraftig vækst i transportarbejdet og trafikarbejdet for persontransport og godstransport i hele perioden 2010-2050. For Teknologiscenariet (lilla) ses en reduktion i CO₂ udslippet på 60 % i perioden 2010-2050. Reduktionen er et resultat af introduktionen af nye teknologier og drivmidler, herunder i særdeleshed el-, hybrid- og brændselscelleteknologier, samt en gradvis indfasning af forskellige typer af biobrændsler på op imod 100PJ (Well-to-Wheel) i 2050. Væksten i transportarbejdet for persontransport og godstransport er identisk for reference- og teknologiscenariet. I det fossilmfrie scenarie reduceres CO₂ udslippet fra danskernes transport med mere end 99 %. Det resterende CO₂ udslip er tilknyttet til produktionen af elektricitet og omdannelsen af biomasse til biobrændsler og der er således ikke længere et CO₂ udslip forbundet med selve transporten af mennesker og gods. Til forskel fra teknologiscenariet er der i det fossilmfrie scenarie implementeret en række virkemidler som bevirker en opbremsning af væksten i transportarbejdet, modale skift mod mere effektive køretøjer, herunder i særdeleshed et skift fra personbil til tog, bus og cykel/gang, reduceret specifikt energiforbrug (energiforbrug/km) for mange køretøjer samt stigende belægningsgrader. Som en konsekvens heraf er energiforbruget til transport markant mindre i det fossilmfrie scenarie end i reference- og teknologiscenariet. Udviklingen i energiforbrug til transportformål i perioden 2010-2050 for alle tre scenarier ses i figur 2. Energiforbruget stiger med ca. 25 % (223PJ → 279PJ) i referencescenariet hvorimod det falder med 20 % (223PJ → 176PJ) og 65 % (223PJ → 79PJ) i henholdsvis teknologiscenariet og det fossilmfrie scenarie. Det kraftige fald i energiforbruget i det fossilmfrie scenarie er en af de primære årsager til den samtidige CO₂ reduktion på 99,3 % da det bevirker at de 100PJ tilgængelig biomasse kan dække en langt større andel af transportarbejdet sammenlignet med teknologiscenariet.

De to nedenstående figurer viser resultaterne for det fossilmfrie scenarie der er beregnet i projektet.

Disse resultater vil blive uddybet på workshoppen.



Figur 1: Transportsektorens CO2 udslip index, 1990-2050.



Figur 2: Energiforbrug for de tre scenarier 2010-2050.