

Notat nr.1

25. maj 2020

Sparede helbredsomkostninger fra luftforurening kan reducere omkostningerne ved den grønne omstilling



Når vi snakker om, hvor dyr den grønne omstilling bliver for det danske samfund, så er det vigtigt at kigge på flere aspekter end blot de investeringer, der bliver brug for. Flere danske studier vurderer prisen for omstillingen til at være ca. 13 til 26 mia.kr. om året fra 2025 og frem til omstillingen er fuldendt. Disse omkostninger inkluderer ofte ikke de besparelser samfundet har fx pga. af mindre luftforurening. Vores beregninger viser at alene sparede helbredsomkostninger som følge af lavere luftforurening kan give samfundet besparelser på over 10 til 20 mia. kr. om året.

Datablad

| | |
|----------------|--|
| | Notat nr. 1 - 2020 fra EML – Energy Modelling Lab |
| Titel: | Sparede helbredsomkostninger fra luftforurening kan reducere omkostningerne ved den grønne omstilling |
| Forfattere: | <i>Kenneth Karlsson, Direktør Energy Modelling Lab ApS og Senior Projektleder IVL, kenneth.karlsson@energymodellinglab.com</i> <i>Jørgen Brandt, Prof. og Centerleder, Aarhus Universitet, jbr@envs.au.dk</i> <i>Jakob Bønløkke, Overlæge Aalborg Universitets hospital, jahb@rn.dk</i> <i>Eigil Kaas, Prof. Københavns Universitet, kaas@gfy.ku.dk</i> <i>Mikkel Simonsen, Partner Energy Modelling Lab ApS, mikkel.bosack@energymodellinglab.com</i> |
| Bedes citeret: | Karlsson K., Brandt, J., Bønløkke J., Kaas E., Simonsen M., 2020. Sparede helbredsomkostninger fra luftforurening kan reducere omkostningerne ved den grønne omstilling. Notat nr. 1 – 2020 EML - Energy Modelling Lab. |
| Institution: | Energy Modelling Lab ApS eml@energymodellinglab.com https://energymodellinglab.com/ |
| Forside: | Foto: Kenneth Karlsson |
| Sideantal: | 16 |

Indhold

| | |
|--|----|
| Indledning | 4 |
| Metode..... | 5 |
| Hvilke effekter har luftforurening på mennesker? | 5 |
| Hvordan beregner man helbredsomkostningerne ved luftforurening? | 5 |
| Energisystemanalyser og scenarier..... | 7 |
| Skibs-, luftfart og øvrige udledninger | 8 |
| Resultater..... | 9 |
| Hvad koster 70% målsætningen det danske samfund?..... | 9 |
| Hvor meget kan den grønne omstilling spare os i helbredsomkostninger?..... | 9 |
| Hvilke sektorer giver anledning til de største helbredsomkostninger?..... | 12 |
| Konklusioner | 14 |
| Referencer..... | 15 |

Indledning

Det bliver dyrt, hører man, når den danske klimamålsætning diskuteres, og selvom omkostningerne beregnet af forskellige eksperter udgør en halv til én pct. af BNP, løber det stadig op i mange milliarder årligt. Det er rigtigt, at der skal penge op af lommen "up front" til investeringer i grøn teknologi, men samtidig er der en lang række sparede miljøeffekter, der ofte ikke medregnes i disse analyser. Med dette notat, har vi lavet beregninger af de sparede samfundsmæssige helbredsomkostninger relateret til luftforurening af udvalgte scenarier forbundet med den grønne omstilling. Vi foreslår, at helbredsomkostninger skal medtages, når man regner på, hvad den grønne omstilling koster samfundet.

Hvis vi kigger på helbredseffekter som følge af den nuværende luftforurening, så er der eksterne omkostninger for samfundet i relation til for tidlige dødsfald, øgede antal sygedage, astma, bronkitis, hjertekarsygdomme, lungecancer, mv. Beregninger af helbredseffekter relateret til luftforurening indgår som et fast element i rapportering af det danske luftovervågningsprogram på Aarhus Universitet under NOVANA (Ellermann et al., 2020), hvor gennemsnitsværdier for dødelighed og sygelighed over tre år (senest 2016-2018), som kan tilskrives luftforurening, opgøres på årlig basis. I den seneste opgørelse fra 2020, er det beregnet, at den samlede luftforurening i Danmark hvert år er skyld i ca. 4200 for tidlige dødsfald og har en samfundsøkonomisk omkostning på ca. 79 mia. kr./år. Luftforurening i Danmark kommer naturligvis ikke kun fra Danmark selv men også fra vores nabolande, ligesom den luftforurening vi skaber i Danmark, også giver skader i vores nabolande. Ca. 70 pct. af luftforureningen i Danmark kommer fra andre lande, mens ca. 30 pct. af den luftforurening, der er i Danmark, stammer fra danske kilder (Ellermann et al., 2020).

Når vi kigger på den grønne omstilling og skal vurdere, hvad det kommer til at koste samfundet, skal vi ikke kun tænke på CO₂ og klima, men i princippet på alle afledte effekter – positive som negative. I dette notat fokuserer vi på de danske udledninger og deres helbredseffekter i Danmark og i vores nabolande for at vurdere effekten af den grønne omstilling i Danmark på de samfundsmæssige helbredsomkostninger relateret til luftforurening. Tilsvarende vil der være betydelige effekter på naturen, landbruget og på infrastruktur, som vi ikke har medtaget her.

Der er mange interesseorganisationer (CONCITO, Klimarådet, Dansk Industri etc.), som har regnet på regeringens 70 pct. målsætning for 2030. Men kun i begrænset omfang på hvad fordelene er i sparede miljøeffekter og omkostninger. F.eks. indregner Klimarådet sparede sundhedsomkostninger fra færre benzin- og dieslbiler uden at anføre beregningernes forudsætninger og detaljerede resultater¹. I et notat udarbejdet for Danfoss af Ea Energianalyse, som Klimarådet henviser til, medregnes en besparelse på ca. 300 mio. kr./år fra "multiple benefits", som omfatter bedre helbred ved energispareprojekter (EA Energianalyse, 2019). Vi mener, at man skal medregne de sparede helbredsomkostninger fra alle kilder til luftforurening, da den grønne omstilling, hvis gjort rigtigt, vil nedbringe en væsentlig del af disse udslip, og derved medføre færre helbredsomkostninger. Den grønne omstilling kan give færre udledninger fra opvarmning, industri, landbrug og mange andre kilder, som Klimarådet og andre ikke medregner i deres beregninger af sundhedsomkostninger. I forbindelse med forslagene fra den tidligere Klimakommission beregnede vi allerede i 2011 sparede omkostninger i størrelsesordenen 10-12 mia. kr. årligt samlet for

¹ <https://www.klimaraadet.dk/da/rapporter/kendte-veje-og-nye-spor-til-70-procents-reduktion>

danske udledninger (Karlsson, K. et al., 2011). Siden da er beregningsmodellerne blevet mere detaljerede, befolkning og sygdomsforekomst har ændret sig og de økonomiske faktorer, som indgår, er opdaterede.

Metode

Gruppen bag notatet har udviklet forskellige modeller, hvor vi kan beregne helbredsomkostningerne relateret til ændringer i luftforureningen fra en given klimaindsats, på baggrund af data for energiforbruget på sektorniveau. Viden om effekter på det menneskelige helbred fra luftforurening bliver omsat til omkostninger for samfundet i EVA (Economic Valuation of Air pollution) modelsystemet, mens en energisystemmodel (TIMES-DK) bliver anvendt til at beregne ændringer i luftforurening i fremtiden, samt de relaterede sparede samfundsmæssige omkostninger.

Hvilke effekter har luftforurening på mennesker?

Luftforureningen i form af partikler og gasser skader helbredet og er årsag til øget dødelighed og sygelighed i befolkningen. Især har koncentrationen af fine partikler (PM_{2,5}), kvælstofdioxid (NO₂), svovldioxid (SO₂) og ozon (O₃) stor betydning. Stofferne øger risikoen for hjerte- og kredsløbslidelser, for lungesygdomme som bronchitis og KOL, som især rammer ældre men risikerer også at forværre astma, som især rammer børn og unge. Partikelforureningen har endvidere betydning for forekomsten af lungecancer og skønnes alene at være årsag til 2-300 nye tilfælde årligt. Selv med den luftforurening, som vi har i Danmark, koster luftforureningen alene fra danske kilder, mange tabte leveår pga. for tidlige dødsfald. Vores beregninger omfatter luftforureningens betydning for dødeligheden, forekomst af lungecancer og KOL, hospitalsindlæggelser for kredsløbs- og lungesygdomme, og hyppigheden af sygedage og dage med nedsat produktivitet pga. luftvejssygdomme. For disse sygdomme er dokumentationen for luftforureningens effekter god og det er muligt at lave meget pålidelige beregninger.

Nyere forskning har også dokumenteret luftforureningens betydning for en række andre sygdomme. Det gælder f.eks. diabetes og demens, infektioner som f.eks. lungebetændelse og bihulebetændelse, for nogle psykiske lidelser, ligesom der er påvist effekter hos gravide med påvirkning af fostervækst og dokumenteret betydning for udvikling af astma hos børn. Disse og en række andre sundhedsskadelige virkninger af luftforurening er ikke omfattet af vores beregninger fordi den præcise andel af sygdommene, som kan tilskrives luftforureningen i Danmark ikke endnu kendes tilstrækkeligt detaljeret. Det er derfor sandsynligt, at den samlede effekt af reduktion i luftforureningen på sygelighed er større end vores beregninger viser. Andre stoffer, som også er en del af luftforureningen, har også betydning for en række sygdomme. Specifikke luftforureningskomponenter som metaller, dioxiner og andre persistente organiske forbindelser (POP) har hver især specifikke virkninger og kan være meget giftige. Da de udgør en del af de atmosfæriske partikler, er deres virkninger ikke i praksis til at skille ud fra partiklernes samlede skadevirkninger. Helbredseffekter fra luftforurening er beskrevet detaljeret i Ellermann et al. (2014)

Hvordan beregner man helbredsomkostningerne ved luftforurening?

De samfundsmæssige helbredsomkostninger fra luftforurening beregnes ved hjælp af EVA_{v5.2} modelsystemet (Economic Valuation of Air pollution) (Brandt et al., 2013; 2016a), som er udviklet på Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet. Dette består af modeller og datasæt, der tilsammen kan beregne de omkostninger, som er relateret til helbredseffekter, der knytter sig til emissionen fra en specifik kilde eller et specifikt emissionsscenario. Med udgangspunkt i et emissionsscenario (og et

meteorologisk datasæt) for den nordlige halvkugle beregner kemi- og spredningsmodellerne DEHM og UBM den årlige gennemsnitlige koncentration af relevante kemiske komponenter som følge af emissionerne i scenariet. Koncentrationerne kobles herefter med befolkningsdata, hvorved omfanget af den menneskelige eksponering bestemmes. Med udgangspunkt heri og i eksponerings – respons funktioner kan antallet af dødsfald, tabte leveår og øvrige helbredseffekter beregnes. I EVA er alle helbredseffekter tilknyttet en omkostning, og den samlede omkostning som følge af et specifikt emissionsscenario fås ved at summere omkostningerne over alle de forskellige helbredsudfald som luftforureningen er skyld i. I tabel 1 ses helbredsomkostningen pr. kg udledt stof for forskellige typer og kilder.

Tabel 1 Enhedsomkostninger for emissioner af svovloxider (SO_x), nitrogenoxider (NO_x) og partikler (PM_{2,5}) i Danmark for forskellige emissionssektorer, både totalt (Danmark og udland), samt den andel der kun omfatter Danmark (DK-unit costs). Enhedsomkostninger er den samfundsmæssige omkostning på udledning af 1 kg af det pågældende stof. (Fra Andersen et al., 2019)

| Enhedsomkostninger ved luftforurening | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| | | Internationale effekter | | | Nationale effekter | | |
| | | DKK2016/kg | | | DKK2016/kg | | |
| SNAP kode | | SO _x | NO _x | PM _{2,5} | SO _x | NO _x | PM _{2,5} |
| SNAP 1 | Kraftværker | 134 | 137 | 265 | 12 | 11 | 56 |
| SNAP 9 | Affald | 277 | 917 | 362 | 30 | 128 | 163 |
| SNAP 3+4 | Industri | 161 | 142 | 184 | 14 | 14 | 44 |
| SNAP 2 | Husholdninger | 237 | 294 | 774 | 31 | 91 | 503 |
| SNAP 7 | Vejtransport passagerer | 1150 | 278 | 1176 | 12 | 142 | 917 |
| SNAP 7 | Vejtransport gods | 1150 | 278 | 1176 | 12 | 142 | 917 |
| SNAP 8 | Luftfart | 623 | 191 | 686 | 62 | 53 | 439 |
| Other | Skibsfart | 104 | 241 | 589 | 4 | 7 | 18 |

Vi har taget udgangspunkt i Andersen et al. (2019), som beskriver de seneste beregninger af de ti overordnede emissionssektorer bidrag til luftforurening og tilhørende helbredseffekter med fokus på miljøøkonomiske enhedspriser relateret til luftforurening. Beregningerne af luftforurening er udført med DEHM-modellen, der er en regionalskalamodel, der dækker den nordlige halvkugle med ca. 17 km x 17 km opløsning over Danmark og Nordeuropa, samt UBM-modellen, der dækker Danmark med 1 km x 1 km opløsning (se Ellermann et al., 2020 for en detaljeret beskrivelse af modellerne og deres anvendelse).

I forbindelse med resultaterne i Andersen et al. (2019), er der udført en detaljeret beregning af, hvordan de ti overordnede emissionssektorer i Danmark bidrager til helbredseffekter i både Danmark og udlandet for året 2015. Udledninger fører til luftforurening, der kan spredes med vinden over store afstande. Samtidigt sker der kemisk omdannelse af en række af de forskellige luftforureningsstoffer, ligesom en række af disse stoffer afsættes på land- og vandoverflader. Alle disse fysiske og kemiske processer er medtaget i modellerne. Bidraget til helbredseffekter fra danske udledninger er typisk større i udlandet end i Danmark. Dette skyldes, at Danmark er et relativt lille land, også når det kommer til befolkningstæthed, hvorimod der bor mange mennesker i landene umiddelbart omkring Danmark. Disse mennesker bliver eksponeret af den grænseoverskridende luftforurening fra danske kilder.

Helbredseffekter beregnes ved hjælp af eksponerings-respons funktioner, der angiver sammenhængen mellem eksponering for luftforurening og udvikling af respons, fx i form af dødsfald eller sygdom. De eksponerings-responsfunktioner, som beskriver langtidseffekter af luftforurening, tager udgangspunkt i årsmiddelkoncentrationen af et givet stof (HRAPIE, 2013). Langtidseffekterne, som følge af eksponering for luftforurening, står for hovedparten af de samlede helbredseffekter.

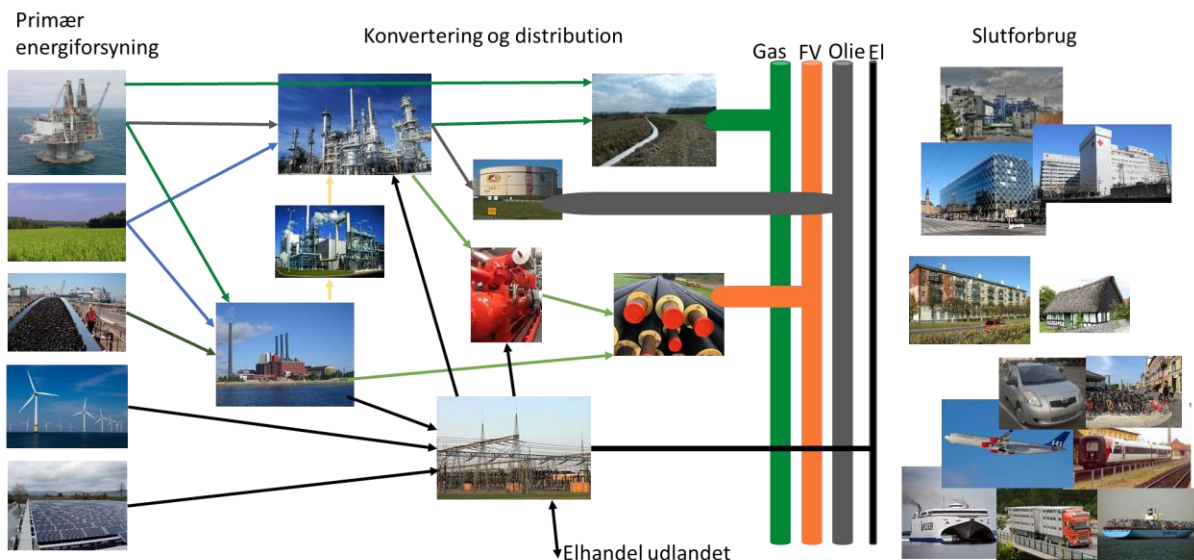
For at kunne beregne helbredsomkostningerne for et fremtidigt energisystem er det nødvendigt at kunne sætte en pris per enhed af emissioner. Priserne for et enkelt stof varierer på tværs af kilder. Eksempelvis er der stor forskel på helbredsomkostningen i forbindelse med emissioner fra kraftværker og vejtrafik, hvor sidstnævnte har den største omkostning per udledt kg. De priser, der anvendes i dette notat, er beregnet med EVA5.2 modelsystemet med input både fra langtransportmodellen DEHM og lokalskalamodellen UBM, hvor sidstnævnte er benyttet til at forfine beregningerne af lokale kilder, som har stor betydning for lokale effekter i Danmark, herunder boligopvarmning og vejtrafik. De overordnede usikkerheder i beregningerne er beskrevet i Jensen et al., (2019).

Energisystemanalyser og scenarier

Scenarier for energisystemet bliver anvendt til at studere mulige veje for en grøn omstilling. Nogle analyser fokuserer på elsektoren, nogle på transport men det er sjældent analyserne inkluderer alle sektorer og deres energiforbrug. I TIMES-DK-modellen har vi alle sektorer med fra forbrugssiden over konvertering og til forsyning af primær energi (Balyk et al, 2019)². Når vi taler om ambitiøse klimamålsætninger som regeringens 70 pct. reduktion i klimagasser inden 2030 og en netto-nul udledning i 2050, så er det vigtigt at kigge på alle sektorer på en gang. TIMES-DK modellen er udviklet i samarbejde med Energistyrelsen som blandt andet anvender den til deres årlige Basisfremskrivning og til diverse analyser.

TIMES-DK er en såkaldt energisystemmodel, der er baseret på en detaljeret beskrivelse af det eksisterende energisystem samt en database over fremtidige teknologier for alle sektorer, som den kan investere i over scenario-perioden, dvs. frem til 2050. Det er en optimeringsmodel og det betyder at den finder den billigste løsning til at nå et givet mål for hele energisystemet under hensyntagen til alle de omkostningerne, der følger med at drive et energisystem. På figur 1 har vi forsøgt at illustrere hvordan energisystemet ser ud i en model som TIMES-DK.

² <https://videnskab.dk/naturvidenskab/dtus-klimaberegner-kan-lynhurtigt-give-svar-hvordan-danmarks-klimamaal>



Figur 1 Illustration af sektorer og infrastruktur inkluderet i TIMES-DK modellen.

For at vise hvilken effekt den grønne omstilling kan have på helbredsomkostninger fra luftforurening har vi taget Energistyrelsens basisfremskrivning (BF2019) og to af vores egne scenarier, der opfylder regeringens 70 pct. målsætning i 2030 og netto-nul i 2050. De to sidste scenarier er regnet igennem på TIMES-DK modellen.

For at beregne helbredsomkostningerne fra luftforurening har vi tilføjet emissionsfaktorer for SO_x , NO_x og partikler ($PM_{2,5}$) til energisystemberegningerne så udviklingen i emissioner kan følges, og anvendt enhedspriser for luftforurening, til at beregne omkostningerne (se tabel 1).

Energistyrelsens Basisfremskrivning giver et bud på hvor allerede vedtagne politikker og reguleringer bringer os hen. De oplyser ikke om luftforurening i deres fremskrivning, så det har vi beregnet baseret på de baggrundsdata de har offentliggjort³.

De to af vores egne scenarier er beregnet på TIMES-DK modellen⁴ og de opfylder begge regeringens 2030 og 2050 målsætning. Forskellen er, at der i det ene scenario er sat begrænsning på import af biomasse til Danmark, samt at der er indført filter på alle private brændeovne, pille- og halmfyr. Forskellen i helbredsomkostninger på de to sidste skyldes stort set kun de ændrede udledninger fra private fyr.

Skibs-, luftfart og øvrige udledninger

I vores beregninger har vi medtaget udledninger fra indenrigs skibsfart, dvs. færger, der sejler i dansk farvand samt udledninger fra fly i forbindelse med at de letter og lander i danske lufthavne. Men Danmark er naturligvis påvirket med luftforurening fra hele skibstrafikken i Nordsøen og Østersøen og danske helbredseffekter fra den internationale skibsfart løber op i 7 til 8 mia. kr. om året. Udledningerne fra den internationale transport kommer primært fra NO_x udledninger, som følge af afbrænding ved høje temperaturer og en omstilling til grønne brændstoffer vil dermed ikke have stor effekt på disse

³ <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/baggrundsbilag-til-fremskrivninger>

⁴ <https://comets.tokni.com/>

udledninger. Der kan dog udvikles teknologier med henblik på specifikt at reducere NO_x-udledninger. Desuden udledes, der gasser og anden forurening fra industrier i Danmark, der ikke direkte kan knyttes til energi og transport. Disse udledninger er ansvarlige for op mod 2 mia. kr. om året i helbredsomkostninger i Danmark. Samlet giver dette omkring 10 mia. kr. om året i helbredsomkostninger, som vi ikke har med i de følgende analyser, da den grønne omstilling i Danmark ikke direkte har nogen effekt på disse.

Resultater

Beregningerne vi præsenterer herunder, er specielt udarbejdet til dette notat. De illustrerer, hvor vigtigt det er at kigge på helbredsomkostninger fra luftforurening, når vi omstiller energisystemet, ellers risikerer vi at miste store mulige besparelser for samfundet. Vi har her kigget på nogle få scenarier for det danske energisystem, men koblingen af effekter fra luftforurening og planlægningen af fremtidens energisystem bør integreres fremover. Dette notat kan ses som første skridt i den retning.

Hvad koster 70% målsætningen det danske samfund?

Ifølge CEPOS vil 70% målsætningen koste Danmark op til 26 mia. kr. om året i 2030⁵. EA Energianalyse har regnet på elektrificering af det danske energisystem samt opfyldelse af 70% drivhusgasreduktionsmålsætningen og de vurderer den årlige ekstraomkostning til 13 mia. kr. om året⁶ og regeringens klimapartnerskab for energiforsyning vurderer, at det vil koste 15 mia. kr. om året. Vores egne analyser med TIMES-DK modellen og COMETS-scenarierne⁷ viser en ekstraomkostning om året på 10 - 15 mia. kr. Så det er disse ekstraomkostninger, det er interessant at holde de sparede helbredsomkostninger fra luftforurening op mod.

Man kan ikke år for år sammenligne de beregnede helbredsomkostninger med investeringer i vindmøller, køb af brændsel til transport osv., da de har forskellige makroøkonomiske effekter og kan være forskudt i tid. Men sammenligning af investeringer og eksterne omkostninger giver mening over længere tidsperioder.

Hvor meget kan den grønne omstilling spare os i helbredsomkostninger?

Når man skal vurdere, hvor meget der spares i helbredsomkostninger, så kan man enten sammenligne med basisåret (her 2015) eller med et referencescenario i f.eks. 2030. De besparelser vi trækker frem i det følgende, er set i forhold til basisåret.

Tabel 2 giver et overblik over de scenarier vi har kigget på og en kort beskrivelse af hvordan de adskiller sig fra hinanden.

⁵ <https://cepos.dk/artikler/samfundsøkonomiske-omkostninger-ved-60-pct-og-70-pct-drivhusgasreduktion-i-2030/>

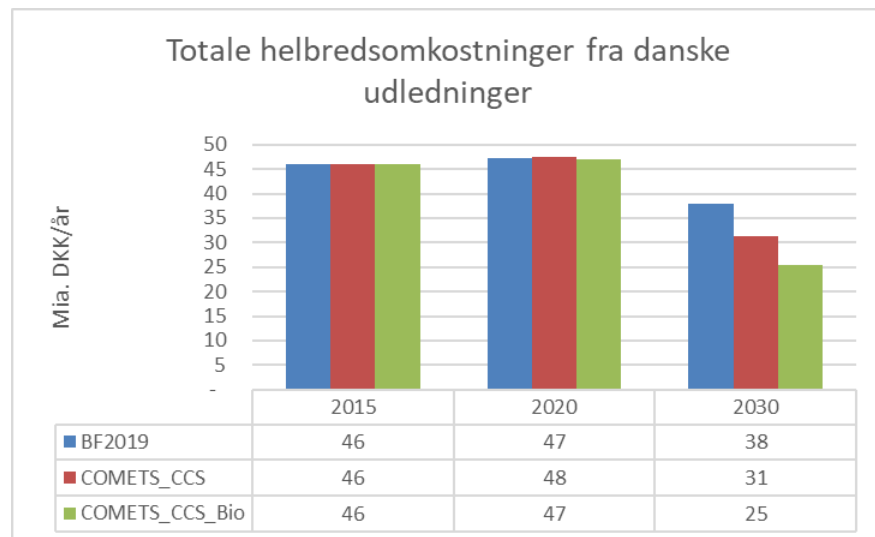
⁶ http://ea-energianalyse.dk/reports/1865_Roadmap%20for%20elektrificering%20final.pdf

⁷ <https://comets.tokni.com/>

Tabel 2 Beskrivelse af scenarierne anvendt til beregning af helbredsomkostninger.

| Scenario navn | Beskrivelse | Specielle forudsætninger |
|-----------------------|---|--|
| BF2019 | Energistyrelsens Basisfremskrivning 2019 | Inkluderer allerede besluttede politikker og planlagte anlæg |
| COMETS_CCS | Fra COMETS projektet: Opfylder 70 pct. drivhusgasreuktion i 2030 og netto-nul udledning i 2050. Tillader brugen af CCS til at nå målene | Som i BF2019 + nye politikker, der sikrer målsætningerne nås. |
| COMETS_CCS_Bio | Fra COMETS projektet: Opfylder 70 pct. drivhusgasreuktion i 2030 og netto-nul udledning i 2050. Tillader brugen af CCS til at nå målene | Som COMETS_CCS + Fra 2030 begrænses import af biomasse og biobrændsler faldende til nul i 2050 + filter på brændeovne og pillefyr (75 pct. reduktion) fra 2030 |

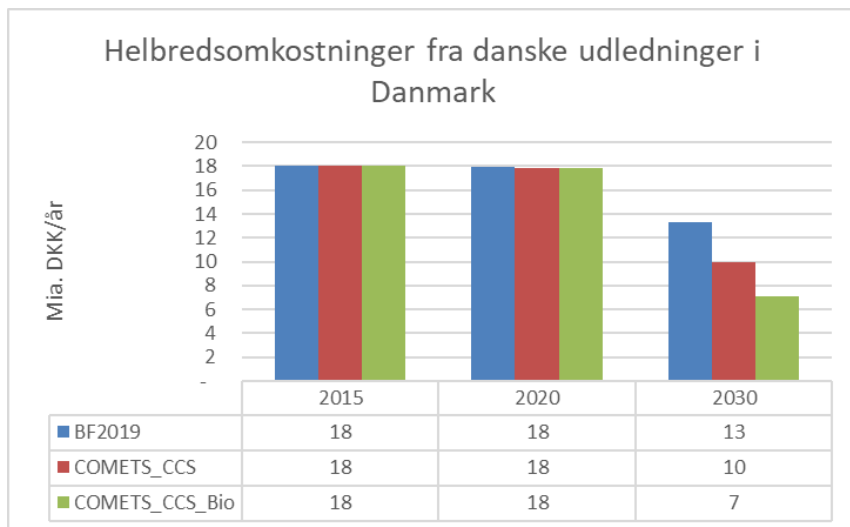
Hvis man kigger på de samlede helbredsomkostninger fra danske udledninger, dvs. både i Danmark og i nabolandene, fra de aktiviteter, der er medtaget i TIMES-DK modellen, så ligger de på godt 46 mia. kr. om året i basisåret. Dette reduceres markant i de to scenarier, der opfylder regeringens målsætninger. I 2030 har scenariet uden filtre på private biomassekedler en helbredsomkostning på 31 mia. kr. om året, mens scenariet med filtre kommer ned på 25 mia. kr. om året – dvs. en besparelse på 15-21 mia. kr. om året i 2030 (se figur 2).



Figur 2 Totale beregnede helbredsomkostninger fra danske udledninger, dvs. inkluderer effekter i nabolande fra danske emissioner.

Det, som direkte kan siges at påvirke danske sundhedsomkostninger, er påvirkningen af befolkningen i Danmark. Så hvis vi afgrænser analysen til danske helbredsomkostninger fra danske udledninger, så får vi en omkostning i basisåret på 18 mia. kr. om året i TIMES-DK modellen (se figur 3). Der er nogle emissionssektorer, som ikke endnu er medtaget i TIMES-DK modellen, hvorfor de samlede samfundsmæssige omkostninger i Danmark fra danske kilder er lidt mindre end de tilsvarende

omkostninger beregnet med EVA5.2 modelsystemet på 23 mia. kr. om året (Ellermann et al., 2020). Potentialet for yderligere sparede omkostninger er derfor tilstede, hvis alle sektorer medtages.



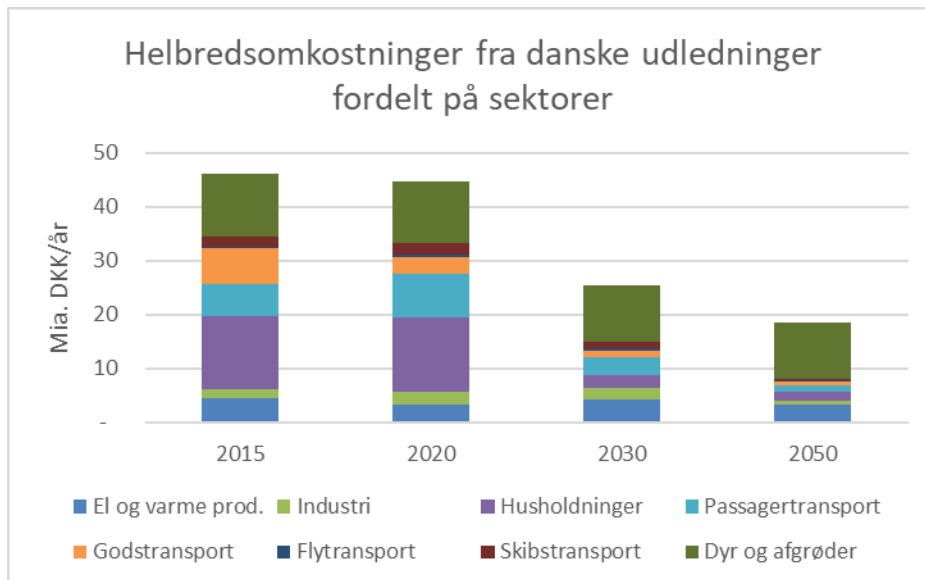
Figur 3 Helbredsomkostninger fra danske udledninger i Danmark.

Besparselsen i helbredsomkostninger fra danske udledninger i Danmark ligger i de to COMETS scenarier på henholdsvis 8 og 11 mia. kr. om året – mest i scenariet med filtre på private biomassekedler.

Baseret på de to scenarier, der opfylder regeringens 70 pct. drivhusgas-reduktion i 2030 (i forhold til 1990) har vi vist at samfundet kan spare 15 til 21 mia. kr. om året i 2030 hvis vi tager effekterne med i nabolandene og 8 til 11 mia. kr. om året i 2030 hvis vi alene medtager helbredseffekter inden for Danmarks grænser. Hvis udlandet imidlertid også implementerer den grønne omstilling, vil de sparede helbredseffekter i Danmark være endnu større.

Fortsætter vi kursen mod en netto-nul udledning af drivhusgasser i 2050, så kan luftforureningen også reduceres yderligere. Men det kommer naturligvis an på hvilke teknologiske løsninger der vælges. Hvis man bibeholder afbrænding af biomasse lokalt og skifter til biobrændsler i transportsektoren, så kan man mindske udledningen af CO₂ markant, men ikke nødvendigvis luftforureningen. Biobrændsler er luftforureningsmæssigt omtrent lige så belastende som brugen af fossile brændsler i transportsektoren, og lokale biomassefyre er en af de største bidragydere til luftforurening.

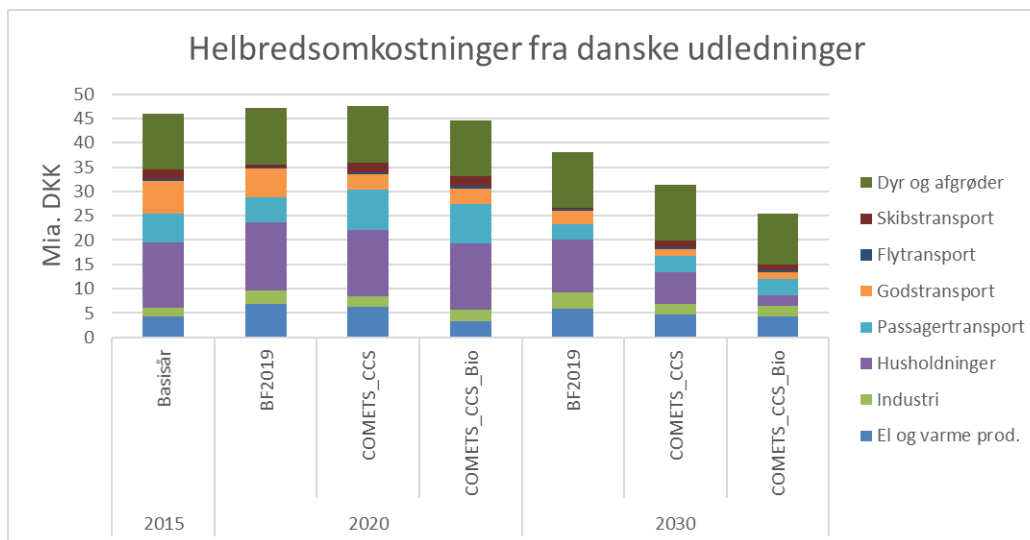
Hvis man ser på udviklingen i helbredsomkostninger frem til 2050 i COMETS_CCS_bio-scenariet, så falder de fra 46 mia. kr. om året i basisåret til 18 mia. kr. om året i 2050 – altså et fald på 28 mia. kr. om året ude i 2050.



Figur 4 Helbredsomkostninger fra danske udledninger (inklusive effekter i nabolande) i COMETS_CCS_Bio scenariet, der har en begrænsning på import af biomasse til Danmark samt et krav om partikelfiltre på lokale biomassekedler – begge dele fra 2030.

Hvilke sektorer giver anledning til de største helbredsomkostninger?

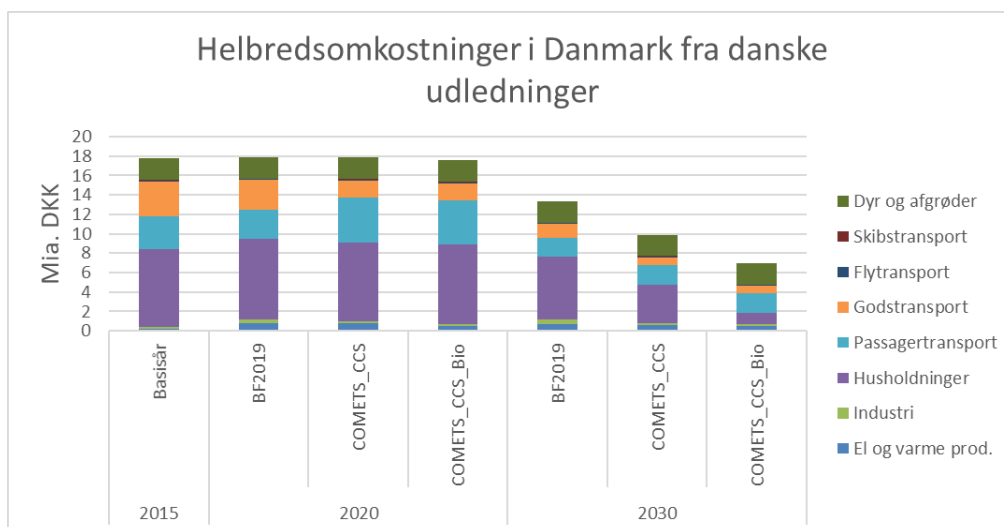
Her betyder det noget om man kigger på de samlede helbredsomkostninger eller fokuserer på omkostningerne inden for Danmarks grænser. Store anlæg som kraftværker og industrielle anlæg har typisk høje skorstene, hvilket betyder at deres udledninger i større grad rammer vores nabolande. Det gælder også for landbrugets afdampning af ammoniak, der bliver omdannet til partikler i atmosfæren. Mens kilder der er tæt på os i vores dagligdag, såsom udledning fra biler og lokal boligopvarmning, betyder mere når vi kigger på omkostningerne i Danmark.



Figur 5 Sammenligning af helbredsomkostninger fra luftforurening fordelt på kilde-sektorer for de tre scenarier (inkluderer effekter i nabolandene).

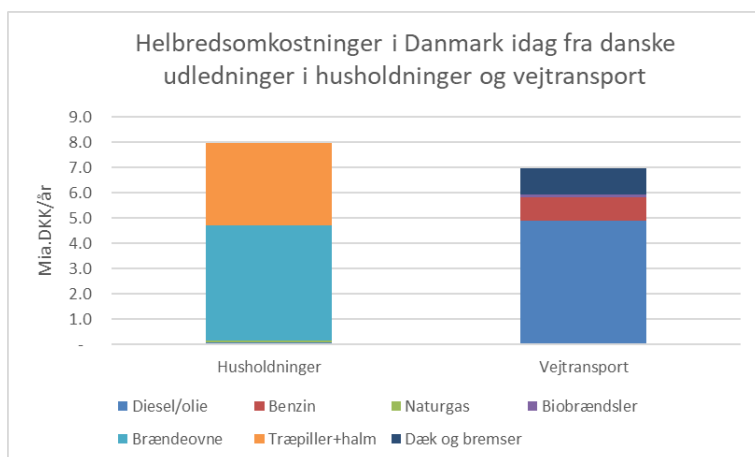
Udledningerne fra landbruget fylder en betydelig del af de samlede helbredsomkostninger og er på niveau med vejtransport og husholdninger (se figur 5). I de to reduktionsscenarier sker der en kraftig reduktion i udledningerne fra transportsektoren på grund af elektrificering af sektoren, mens husholdningernes bidrag kun reduceres væsentligt i det scenario, hvor vi putter partikelfiltre på alle brændeovne og træpillefyr.

Hvis vi kigger på omkostningerne i Danmark fra danske udledninger, så bliver det klart, at det er vejtransporten og de lokale biomassekedler, der er dominerende (se figur 6).



Figur 6 Helbredseffekter i Danmark fra danske udledninger fordelt på kilde-sektorer.

Kigger vi nærmere på de to største bidragsydere til helbredsomkostninger fra lokal luftforurening (biomassekedler og vejtransport), så har vi brudt det ned i lidt flere detaljer i figur 7.



Figur 7 Helbredsomkostninger, brudt ned på kilder, i Danmark fra danske udledninger fra husholdninger (lokale kedler) og vejtransport (person og gods).

Stort set alle helbredseffekter fra husholdningerne kommer fra lokale brændeovne, træpille- og halmfyr. Her kunne effekten reduceres kraftigt med et forbud eller krav om filter på skorstenen. Et simpelt forbud

mod biomassekedler til privat opvarmning kunne spare samfundet omkring 8 mia. kr. om året (se også Brandt et al., 2016b). Med ca. 850.000 biomassekedler i Danmark⁸, svarer dette altså til at der er en omkostning for samfundet på næsten 10.000 kr. årligt per brændeovn/biomassekedel. Omkostninger per brændeovn er dog i meget høj grad afhængigt af, hvor brændeovnene befinder sig – fx om de er i København, hvor de giver anledning til stor eksponering af befolkningen pga. høj befolkningstæthed, eller på Bornholm, hvor der er færre mennesker (Brandt et al., 2016b).

Fra transport skyldes hoveddelen af helbredsomkostningerne dieselforbruget i biler og lastbiler. Biobrændstoffer er omtrent ligeså belastende som de fossile brændstoffer, når det kommer til luftforurening, derfor er det kun et skifte til el-drift og elektrobrændsler, der markant kan sænke helbredsomkostningerne. Men tilbage bliver stadig en betydelig forurening i form af partikler fra slid på dæk, bremses og vejbaner.

Konklusioner

Vores analyser i dette notat er afgrænset til at kigge på effekten af danske udledninger fra de kilder som er omfattet af den danske klimalov. Dvs. alle udledninger inden for den danske grænse er medtaget, dermed ikke emissioner fra udlandet, den internationale skibsfart eller naturlige kilder og heller ikke deres tilhørende helbredsomkostninger.

Ved at fokusere på luftforurening, når vi planlægger omstillingen af det danske energisystem, kan vi spare samfundet for helbredsomkostninger i samme størrelsesorden som de estimerer, der ligger på ekstraomkostningen ved at opfylde regeringens 70 pct. mål i 2030 og netto-nul målet i 2050.

Baseret på de to af vores scenarier, der opfylder regeringens 70 pct. drivhusgas-reduktion i 2030 (i forhold til 1990) har vi vist at samfundet kan spare 15 til 21 mia. kr. om året i 2030 i samfundsmæssige helbredsomkostninger, hvis vi tager effekterne med i nabolandene og 8 til 11 mia. kr. om året i 2030, hvis vi alene medtager helbredseffekter inden for Danmarks grænser fra danske kilder.

De største helbredsomkostninger fra luftforurening fra danske kilder kommer fra landbrug, vejtransport og lokale biomassekedler.

Herunder ridser vi vores konklusioner op på punktform:

- Hvis gjort rigtigt kan opfyldelsen af regeringens klimamål give anledning til samfundsøkonomiske besparelser i helbredsomkostninger på over 20 mia. kr. om året i 2030 (10 mia. kr. om året i Danmark) og op mod 28 mia. kr. om året i 2050 (13 mia. kr. om året i Danmark)
- Landbruget i Danmark giver anledning til helbredsomkostninger fra luftforurening på over 10 mia. kr. om året heraf omkring 2 mia. kr. om året i Danmark
- Private brændeovne (og træpillefyr) koster det danske samfund omkring 8 mia. kr. om året i helbredsomkostninger fra luftforurening
- Ved at skifte til el-drevne køretøjer, så meget som muligt, så kan vejtransportens helbredsomkostninger sænkes med 4 til 9 mia. kr. om året i 2030 og 6 til 11 mia. kr. om året i 2050

⁸ https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/braende_2015.pdf

Referencer

Andersen, M. S., L. M. Frohn Rasmussen og J. Brandt, 2019. Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 3.0. Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Dato: 14. marts 2019. pp. 22. Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet.
http://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2019/Miljoeoekonomiske_beregningspriser_f_or_emissioner.pdf

O Balyk, KS Andersen, S Dockweiler, M Gargiulo, K Karlsson, R Næraa. TIMES-DK: technology-rich multi-sectoral optimisation model of the Danish energy system. Energy Strategy Reviews 23, 13-22, 8. 2019

Brandt, J., Silver, J. D., Christensen, J. H., Andersen, M. S., Bønløkke, J. H., Sigsgaard, T., Geels, C., Gross, A., Hansen, A. B., Hansen, K. M., Hedegaard, G. B., Kaas, E., and Frohn, L. M. (2013): Contribution from the ten major emission sectors in Europe and Denmark to the health-cost externalities of air pollution using the EVA model system – an integrated modelling approach, Atmos. Chem. Phys., 13, 7725-7746, <https://doi.org/10.5194/acp-13-7725-2013>.

Brandt, J., M. S. Andersen, J. H. Bønløkke, J. H. Christensen, T. Ellermann, K. M. Hansen, O. Hertel, U. Im, A. Jensen, S. S. Jensen, M. Ketznel, O.-K. Nielsen, M. S. Plejdrup, T. Sigsgaard og C. Geels, 2016a. Helbredseffekter og eksterne omkostninger fra luftforurening i Danmark over 37 år (1979-2015). Miljø og Sundhed. Sundhedsstyrelsens Rådgivende Udvalg for Miljø og Sundhed. Formidlingsblad 22. årgang, nr. 1, sept. 2016, pp. 25-33

Brandt, J., Jensen, S.S., Andersen, M.S., Plejdrup, M.S., Nielsen, O.K. 2016b. Helbredseffekter og helbredsomkostninger fra emissionssektorer i Danmark. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 47 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 182
<http://dce2.au.dk/pub/SR182.pdf>

Brøns-Petersen, O. CEPOS, 2019. Samfundsøkonomiske omkostninger ved 60 pct. og 70 pct. drivhusgasreduktion i 2030. <https://cepos.dk/artikler/samfundsoekonomiske-omkostninger-ved-60-pct-og-70-pct-drivhusgasreduktion-i-2030/>

Ea Energianalyse. 2016. Brændeforbrug i Danmark 2015. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/braende_2015.pdf

Ea Energianalyse. 2019. Samfundsøkonomisk optimum mellem energieffektivitet, vedvarende energi, elektrificering og sektorkobling. <http://files.danfoss.com/download/CorporateCommunication/General/Samfundsoekonomisk-optimum-mellem-VE-EE-sektorkobling.pdf>

Ea Energianalyse. 2020. Roadmap for elektrificering i Danmark - hovedrapport. https://www.ea-energianalyse.dk/wp-content/uploads/2020/03/1865_Roadmap-for-elektrificering-final.pdf

Ellermann, T., J. Brandt, O. Hertel, S. Loft, Z. J. Andersen, O. Raaschou-Nielsen, J. Bønløkke og T. Sigsgaard, 2014: "Luftforureningens indvirkning på sundheden i Danmark - Sammenfatning og status for nuværende viden". Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 96, 154 pp. <http://dce2.au.dk/pub/SR96.pdf>

Ellermann, T., Nygaard, J., Nøjgaard, J.K., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketznel, M., Massling,

A., Bossi, R., Frohn, L.M., Geels, C. & Jensen, S.S. 2020. The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2018. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 83 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 218. <http://dce2.au.dk/pub/SR360.pdf>

HRAPIE, 2013. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. WHO Regional Office for Europe, 2013. pp. 60.

Jensen, S. S., J. Brandt, L. M. Frohn, M. Ketzel, M. Winther, M. S. Plejdrup, O.-K. Nielsen, 2019. Kortlægning af luftforureningen i Frederiksberg Kommune. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi - Videnskabelig rapport nr. 342. <http://dce2.au.dk/pub/SR342.pdf>

Karlsson, K. T. H. Ystanes Føyn, J. S. Gregg, P. S. Kaspersen, J. Brandt, L. M. Frohn, B. V. Mathiesen, 2011: CEEH's beregning af sundhedsomkostninger fra luftforurening i Klimakommissionens fremtidsforløb, CEEH Scientific Report No 10. Centre for Energy, Environment and Health Report series. https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/7608081/CEEH_Rapport_10.pdf