

DISKUSSIONSOPLÆG

Udarbejdet af formandskabet for De Økonomiske Råd til

Møde i Det Miljøøkonomiske Råd
tirsdag den 30. april 2019

Klausuleret indtil
tirsdag den 30. april 2019 kl. 12:00

SAMMENFATNING OG ANBEFALINGER

MILJØPÅVIRKNING OG FORDELING

**LÆKAGE AF DRIVHUSGASUDLEDNINGER
OG DANSK KLIMAPOLITIK**

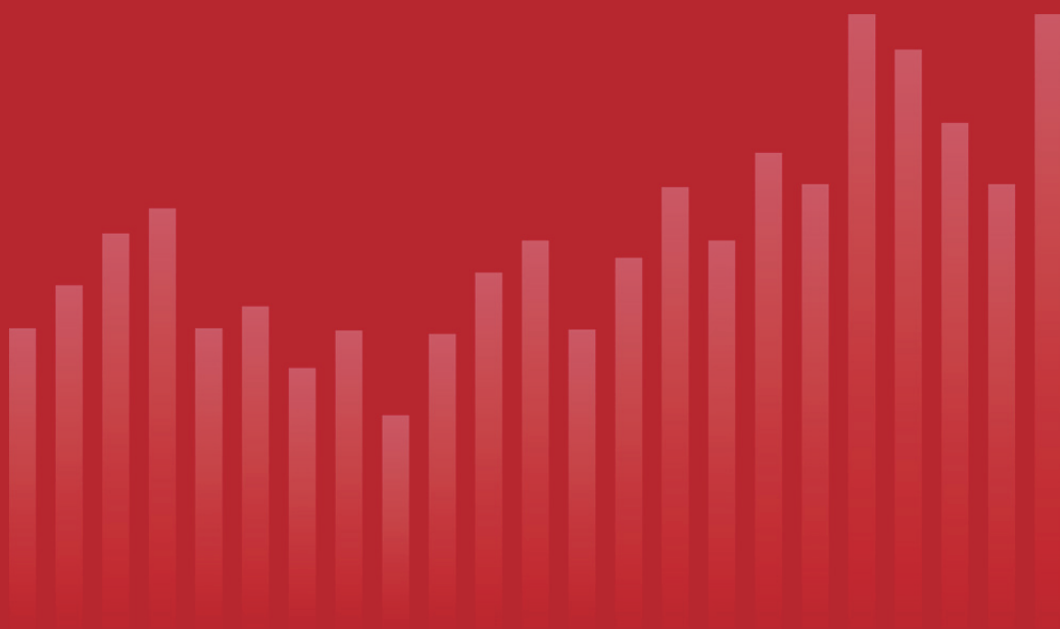
De Økonomiske Råd
Sekretariatet
Emil Møllers Gade 41
8700 Horsens

Tlf.: 51 51 28 00
E-post: dors@dors.dk
Hjemmeside: www.dors.dk
Twitter: [@DORsSekretariat](https://twitter.com/DORsSekretariat)

Som følge af afrundinger kan summen af tallene i tabellerne afvige fra totalen.

INDHOLD

	SAMMENFATNING OG ANBEFALINGER	1
KAPITEL I	MILJØPÅVIRKNING OG FORDELING	19
	I.1 Indledning	21
	I.2 Teori og litteratur	23
	I.3 Beskrivelse af data	29
	I.4 Fordeling af miljøpåvirkninger i Danmark	45
	I.5 Hvem bor i de mest miljøbelastede boliger	61
	I.6 Sammenfatning	72
	Litteratur	78
KAPITEL II	LÆKAGE AF DRIVHUSGASUDLEDNINGER OG DANSK KLIMAPOLITIK	85
	II.1 Indledning	87
	II.2 Lækage og klimapolitik	90
	II.3 Tidligere analyser af lækagerater	99
	II.4 Data og metode	111
	II.5 Samlet lækagerate for Danmark	122
	II.6 Sektorspecifikke lækagerater	133
	II.7 Begrænsning af lækage fra ikke-kvotesektoren	145
	II.8 Sammenfatning og diskussion	154
	Litteratur	165



De Økonomiske Råd 
Formandskabet

SAMMENFATNING OG ANBEFALINGER

SAMMENFATNING OG ANBEFALINGER

Sammenfatning og anbefalinger giver overblik over konklusionerne i de to kapitler i rapporten om økonomi og miljø fra 2019.

Det første kapitel i rapporten undersøger, om personer med lav indkomst i højere grad er udsat for miljøbelastning end personer med høj indkomst.

Det undersøges også, om det er personer med særlige socioøkonomiske karakteristika, som bor steder, hvor der er højest miljøbelastning.

Det andet kapitel fokuserer på, hvordan dansk klimapolitik kan lede til øget udledning af drivhusgasser i udlandet – et fænomen der kaldes lækage.

Lækage mindsker effekten på den globale udledning af drivhusgasser af dansk klimapolitik. I kapitlet præsenteres beregninger af lækageraten for Danmark som helhed og for forskellige dele af dansk økonomi.

SAMMENFATNING OG ANBEFALINGER

Dette års rapport fra Det Miljøøkonomiske Råds formandskab indeholder følgende to kapitler:

- Miljøpåvirkning og fordeling
- Lækage af drivhusgasudledninger og dansk klimapolitik

Rapporten er udarbejdet til mødet i Det Miljøøkonomiske Råd den 30. april 2019. Vurderinger og anbefalinger er alene formandskabets.

KAPITEL I: MILJØPÅVIRKNING OG FORDELING

Fordelingsmæssige aspekter af selve miljøpåvirkningen

Der er i den danske debat om miljø og fordeling ofte fokus på de fordelingsmæssige effekter af grønne afgifter. Der har imidlertid ikke i Danmark været tilsvarende fokus på fordelingsmæssige aspekter af selve miljøbelastningen. I udlandet er der lavet flere undersøgelser af, om personer med lav indkomst i højere grad er udsat for miljøbelastning end personer med høj indkomst. Der er ikke gennemført tilsvarende analyser af dette på nationalt plan for Danmark.

Analyser i kapitlet

Kapitel I belyser forskellige aspekter af miljøbelastning og fordeling. For det første undersøges det, hvor store forskelle der er i den miljøbelastning, som personer i Danmark udsættes for. For det andet undersøges det, om der også i Danmark er en sammenhæng mellem graden af miljøbelastning og personers indkomst. For det tredje er det undersøgt, om det er personer med særlige socioøkonomiske karakteristika, som bor i boliger med højest miljøbelastning.

Lufforurening, støj og nærhed til natur

Konkret er der foretaget analyser af miljøbelastning ved støj fra vejtrafik og lufforurening i form af partikler (PM_{2,5}) og kvælstofdioxid (NO₂). Derudover er foretaget analyser af gevinsten ved at bo tæt på attraktiv natur (skov, sø og kyst). Der findes landsdækkende data for disse miljøpåvirkninger, som kan knyttes til alle boliger i Danmark. Data om miljøpåvirkninger er via adresser koblet med oplysninger om befolkningens indkomst og andre socioøkonomiske karakteristika.

Flere miljøpåvirkninger end i tilsvarende udenlandske analyser

Resultaterne i kapitel I kan ikke generaliseres til at omfatte miljøbelastninger, som ikke indgår i analysen. Tilgængeligheden af geografisk detaljerede landsdækkende data, der kan knyttes til personer, har været med til at afgrænse, hvilke miljøpåvirkninger, som er medtaget i analysen. Mange tilsvarende udenlandske analyser ser kun på en enkelt type miljøbelastning. Analysen i kapitlet er således mere bredt dækkende end mange udenlandske analyser.

FORDELING AF MILJØPÅVIRKNINGER

Lorenz-kurve kan bruges til at illustrere ulighed i miljøbelastning

I analyser af ulighed anvendes ofte Lorenz-kurver til at illustrere graden af ulighed i fordelingen af indkomst. Lorenz-kurver kan også bruges til at belyse graden af ulighed i miljøbelastningen mellem personer. Figur A viser Lorenz-kurverne for luftforurening ($PM_{2,5}$ og NO_2), støj og nærheden til natur. Til sammenligning er i figuren også vist Lorenz-kurven for fordeling af indkomst. Jo tættere Lorenz-kurven er på 45-grader linjen, jo mere lige er fordelingen af den pågældende miljøpåvirkning eller indkomsten.

Lille ulighed i fordeling af $PM_{2,5}$

Det ses, at der er stor forskel på graden af ulighed for de forskellige typer miljøbelastning og nærheden til natur. Der er relativt lille forskel i miljøpåvirkning fra $PM_{2,5}$ mellem forskellige personer, og uligheden i fordelingen af $PM_{2,5}$ er således væsentligt mindre end uligheden i fordelingen af indkomst.

Lidt større ulighed i fordeling af NO_2

Der er også relativt små forskelle i koncentrationerne af NO_2 mellem personer. Uligheden i fordelingen af NO_2 er dog større end for $PM_{2,5}$, idet uligheden i fordelingen af NO_2 svarer nogenlunde til uligheden i fordelingen af indkomst. Den større ulighed for NO_2 i forhold til $PM_{2,5}$ afspejler, at koncentrationen af NO_2 i højere grad varierer med lokale kilder, som f.eks. kraftværker, trafik og skibsfart, mens $PM_{2,5}$ har mere regional karakter.

Endnu større ulighed i støj og nærhed til natur ...

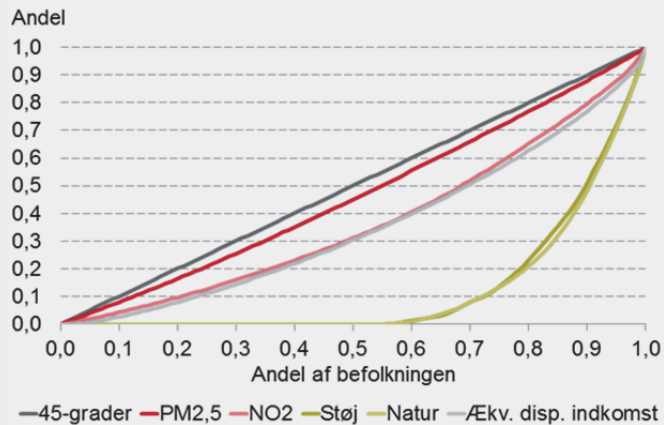
Sammenlignet med de to typer luftforurening er der væsentligt større forskelle i støjforureningen og i nærheden til natur mellem forskellige personer. Dette afspejler, at støj og nærhed til natur har meget lokal karakter.

... men ulighed i nærhed til natur kan være overvurderet

Uligheden i nærheden til natur kan dog være overvurderet. Nærhed til natur indgår i analysen, hvis bopælen er indenfor bestemte afstande til naturen (0,6 til 1 km afhængig af naturtype). Hvis personer også har en værdi af naturområder, som ligger længere væk end disse afstandsgrænser, overdriver den viste Lorenz-kurve uligheden. Små naturområder indgår heller ikke i analysen, hvilket også kan give en overvurdering af forskelle i nærheden til natur mellem forskellige personer.

FIGUR A ULIGHED I MILJØBELASTNING

Uligheden er illustreret ved Lorenz-kurver for PM_{2,5}, NO₂, støj, nærhed til natur og indkomst.



Anm.: Lorenz-kurverne er baseret på oplysninger om koncentration af luftforurening, støj over 50 dB samt nærhed til natur indenfor 1 eller 0,6 km (afhængig af naturtype). Lorenz-kurven for indkomst er beregnet ud fra ækvivaleret disponibel indkomst i 2016.

Kilde: Egne beregninger.

MILJØPÅVIRKNING OG INDKOMST

Litteraturen tyder på en sammenhæng mellem lav indkomst og dårligt miljø

I udlandet er foretaget flere analyser af sammenhængen mellem personers indkomst og miljøbelastning. Disse analyser viser typisk, at personer med lav indkomst er mere udsat for miljøbelastning end personer med høj indkomst.

Stor variation i miljøbelastning mellem personer med samme indkomst

Ud fra danske data synes sammenhængen mellem miljøbelastning og indkomst at være svag. Der er til gengæld relativt store forskelle i niveauet af de forskellige typer miljøpåvirkninger for personer med samme indkomstniveau. Det fremgår således af figurerne i boks A, at der er meget større forskel i miljøbelastning mellem personer med samme indkomst, end der er i den gennemsnitlige miljøbelastning mellem personer med de højeste og de laveste indkomster. Det tyder på, at forskelle i indkomst kun spiller en mindre rolle i forhold til at forklare forskelle i miljøbelastning og nærhed til natur.

Personer med lav indkomst har dårligere miljø, men forskellen er beskednen

Selvom sammenhængen mellem miljøpåvirkninger og indkomst i Danmark er svag, er der dog en tendens til, at personer med lav indkomst er lidt mere belastet af dårligt miljø, mens personer med høj indkomst har lidt bedre miljø, jf. boks A. Beregninger i kapitlet viser således, at personer, som har en ækvivaleret disponible indkomst, der er 100.000 kr. højere i gennemsnit, har en mindre miljøbelastning svarende til en værdi på 30 kr. for $PM_{2,5}$, 30 kr. for NO_2 og 5 kr. for støj.

PERSONER MED HØJEST MILJØBELASTNING

De mest miljøbelastede boliger i forhold til luftforurening og støj

Det er i kapitel I også undersøgt, hvad der karakteriserer de mest miljøbelastede boliger i Danmark, og hvad der karakteriserer de personer, der bor i disse boliger. De mest miljøbelastede boliger er her defineret som boliger, hvor de 10 pct. af befolkningen, som er mest udsat for luftforurening og støj, bor. Nærhed til natur indgår ikke i udvælgelsen af de mest miljøbelastede boliger.

Mest miljøbelastede boliger er især i hovedstadsområdet

De fleste af de mest miljøbelastede boliger ligger i hovedstadsområdet eller i større byer. Omvendt er boliger med lavest miljøbelastning i højere grad lokaliseret i mindre byer eller på landet.

Ekstra årlig omkostning på 4.100 kr. pr. år

Miljøbelastningen knyttet til de enkelte boliger kan omregnes til samlet, årlig omkostning opgjort i kroner baseret på såkaldte enhedspriser. Enhedsomkostningerne afspejler både geneomkostninger, f.eks. ved støj, og alvorlige helbredseffekter, herunder for tidlig død. Den beregnede årlige omkostning ved luftforurening og støj er ca. 4.100 kr. større i de mest miljøbelastede boliger sammenlignet med omkostningen i en bolig med gennemsnitlig miljøbelastning. Dette svarer til ca. 1,5 pct. af den gennemsnitlige ækvivalerede disponible indkomst pr. person. En stor del af den højere omkostning ved miljøbelastning skyldes en øget risiko for at få forkortet levetiden på grund af sygdom. Størrelsen af den øgede helbredsrisiko svarer til en forventning om 40 timers tidligere død ved at bo et år i en af de mest miljøbelastede boliger i forhold til en bolig med gennemsnitlig miljøbelastning.

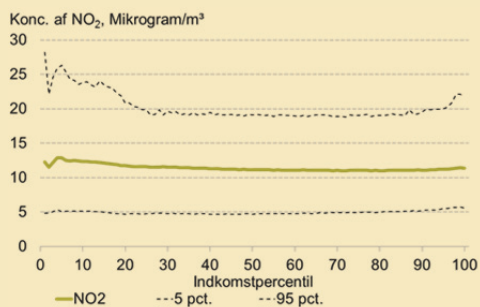
BOKS A BESKRIVELSE AF SAMMENHÆNGEN MELLEM INDKOMST OG MILJØ

Der vises to figurer, som illustrerer sammenhængen mellem indkomst og henholdsvis koncentrationen af NO₂ og trafikstøj.

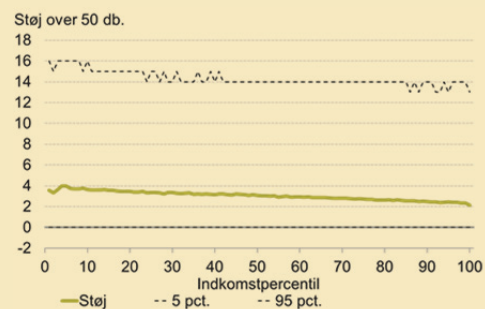
I figurerne er X-aksen den ækvivalerede disponible indkomst inddelt i percentiler. Det vil sige, at det første punkt på X-aksen består af den ene procent af befolkningen med lavest indkomst, mens punktet længst til højre repræsenterer den ene procent af befolkningen med de højeste indkomster. De grønne kurve viser det gennemsnitlige niveau af hhv. NO₂ og støj for alle personer i hver af de 100 indkomstgrupper.^{a)}

Det fremgår, at der er en tendens til, at koncentrationen af NO₂ og støjbelastningen er højere for personer med lav indkomst og gradvist aftager i takt med stigende indkomst.

FIGUR A NO₂ OG INDKOMST



FIGUR B STØJ OG INDKOMST



Anm.: Indkomstpercentiler er opgjort ud fra den ækvivalerede disponible indkomst i 2016.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata og data for luftforurening og støj fra henholdsvis Aarhus Universitet og MOE I Tetraplan.

De stiplede linjer i figurerne illustrerer variationen i NO₂ og støj for hver indkomstgruppe. De stiplede linjer viser 5 og 95 pct. fraktiler for NO₂ og støj, dvs. at 90 pct. af personerne i hver indkomstgruppe har et niveau af NO₂ og støj mellem de stiplede linjer. Det fremgår dermed, at der er meget større forskel i miljøbelastning mellem personer med samme indkomst, end der er i den gennemsnitlige miljøbelastning mellem personer med de højeste og de laveste indkomster.

Figurer, som beskriver sammenhæng mellem indkomst og hhv. koncentration af PM_{2,5} og nærhed til natur, leder til samme konklusioner, jf. rapportens afsnit 1.4.

a) Kurverne viser sammenhængen mellem indkomst og hhv. NO₂ og støj korrigeret for niveauforskelle i indkomst, NO₂ og støj i forskellige dele af Danmark (opgjort ud fra pendlingsoplande).

**Færre almenlyt-
tige boliger blandt de
mest miljøbelastede**

Der er relativt flere lejligheder, andelsboliger og private lejeboliger i de mest miljøbelastede områder. Til gengæld er der færre almenlyt-
tigelige boliger i de mest miljøbelastede områder. Det vil sige, at almen-
nyttige boliger i relativt mindre grad er blandt de mest miljøbelastede
boliger.

**Kun mindre forskelle
i socioøkonomiske
karakteristika**

Analyser i kapitlet viser, at der overordnet er beskedne forskelle i de socioøkonomiske karakteristika af beboere i de mest miljøbelastede boliger sammenlignet med alle boliger, når der kontrolleres for geo-
grafiske forskelle mellem pendlingsoplande. Der er dog lidt flere enli-
ge og familier uden børn i de mest miljøbelastede boliger sammenlig-
net med beboerne i alle boliger. Der er også relativt flere personer
med videregående uddannelser i de mest miljøbelastede boliger. Til
gengæld er der færre pensionister i de mest miljøbelastede boliger i
forhold til alle boliger. Endelig er der en lidt højere andel af indvandre-
re og efterkommere i de mest miljøbelastede boliger i forhold til alle
boliger.

**Lidt flere børn af
højtuddannede
vokser op i de mest
miljøbelastede
boliger ...**

Børn kan betragtes som en sårbar gruppe. Derfor er det undersøgt,
om børn, der er vokset op i de mest miljøbelastede boliger, har for-
ældre med andre socioøkonomiske karakteristika end andre børn.
Overordnet set er der kun små forskelle mellem forældre til børn, der
er vokset op i de mest miljøbelastede boliger, og børn i almindelig-
hed. Der er dog forholdsvis lidt flere børn af forældre med en videre-
gående uddannelse, som er vokset op i de mest miljøbelastede boli-
ger.

**... i udlandet i højere
grad lavtuddannede
i de mest miljø-
belastede boliger**

Udenlandske undersøgelser har fundet, at det i høj grad er personer
med lav uddannelse, som bor i de mest miljøbelastede boliger. Nær-
værende analyse viser, at det ikke er tilfældet i Danmark. Tværtimod
er der lidt flere med en videregående uddannelse, som bor i de mest
miljøbelastede boliger i Danmark sammenlignet med alle boliger. Der
er også relativt lidt flere børn, der vokser op i de mest miljøbelastede
boliger, som har forældre med videregående uddannelse.

KAPITEL II: LÆKAGE AF DRIVHUSGASUDLEDNINGER OG DANSK KLIMAPOLITIK

**Dansk målsætning:
reduktion af
nationale CO₂e-
udledninger**

Danmark har forskellige målsætninger relateret til fremtidige udled-
ninger af drivhusgasser. Efter aftale med EU skal Danmark frem mod
2030 reducere sine nationale CO₂e-udledninger i ikke-kvotesektoren
med 39 pct. i forhold til udledningsniveauet i 2005. Herudover har
Danmark en målsætning om at være klimaneutral i 2050.

Skal dansk klimapolitik i stedet have fokus på global udledning?	Forpligtelsen for ikke-kvotesekten frem mod 2030 og formuleringen af målet om klimaneutralitet i 2050 vedrører alene udledninger, der finder sted fra dansk territorium. I den offentlige debat om dansk klimapolitik argumenteres imidlertid ofte for, at klimapolitikken skal indrettes på en måde, som sikrer stor effekt på de globale udledninger af drivhusgasser.
CO₂e-lækage påvirker effekt af dansk klimapolitik på globale udledninger	Klimapolitikken i Danmark fører til en reduktion af de danske CO ₂ e-udledninger, men kan samtidig betyde, at udledningerne stiger i udlandet – et fænomen, der betegnes CO ₂ e-lækage. Hvis der er CO ₂ e-lækage, vil reduktioner i udledningerne af drivhusgasser i Danmark føre til en mindre reduktion i de globale udledninger end den indenlandske reduktion. Den såkaldte lækagerate udtrykker, hvor stor en andel af den CO ₂ e, som udledningerne reduceres med indenlandsk, der erstattes af øgede udledninger i udlandet. Hvis lækageraten eksempelvis er på 50 pct., vil halvdelen af den indenlandske reduktion i CO ₂ e blive modsvaret af øgede udledninger i udlandet.
Formål med kapitlet	Formålet med kapitel II er at opgøre lækageraten for Danmark. Der beregnes en samlet lækagerate for Danmark som helhed og lækagerater for forskellige sektorer. Derudover diskuteres en række konsekvenser af at tage højde for tilstedeværelse af lækage i dansk klimapolitik.
LÆKAGERATER FOR DANMARK	
Lækagerate på 45-53 pct. for Danmark	Analyserne i kapitel II tyder på, at den samlede lækagerate for Danmark er mellem 45 pct. og 53 pct. Det vil sige, at en national CO ₂ e-reduktion på 1 mio. ton resulterer i en global CO ₂ e-reduktion på ca. 0,5 mio. ton.
Lækage beregnes med global handelsmodel ...	Til beregning af lækageraten for Danmark er den såkaldte GTAP-E model anvendt. GTAP-E er en global model, som beskriver handelsstrømme mellem verdens lande. Samtidig har modellen særligt fokus på energiforbrug og de dertilhørende drivhusgasudledninger. Modellen er derfor et godt redskab til at beskrive, hvordan dansk klimaregulering påvirker udledninger i Danmark og udlandet.
... ved at lægge en afgift på dansk CO₂e	Lækageraten for Danmark er konkret beregnet ved at lægge en afgift på 100 kr. pr. ton CO ₂ e på alle udledninger fra Danmark, herunder udledninger af drivhusgasser fra landbruget. I praksis er det svært direkte at lægge afgifter på udledningerne i landbruget, men det er muligt at lægge afgifter på de aktiviteter i landbruget, der forårsager

udledning af drivhusgasser. Dette er nærmere beskrevet i De Økonomiske Råds formandskab (2018).

Lækage kan opstå via flere kanaler

Der er flere forskellige kanaler, hvorigennem der kan opstå lækage. Nogle af disse mekanismer indgår direkte i GTAP-E modellen. Men der er også foretaget en række udvidelser af modellen for at tage højde for effekten på lækageraten af EU's klimapolitik og det europæiske CO₂-kvotesystem. De forskellige kanaler for lækage er beskrevet i boks B.

EU's kvotesystem giver høj lækage på langt sigt

Lækageraten for Danmark påvirkes i høj grad af klimapolitikken i EU. Indretningen af EU's kvotesystem betyder, at tiltag, der reducerer de danske kvoteomfattede udledninger, har en begrænset effekt på de samlede udledninger fra EU's kvotesystem på lang sigt. Dette bidrager til, at lækageraten er relativt høj for Danmark.

Bindende mål i andre EU-lande bidrager til at mindske lækagen

Omvendt bidrager EU's klimapolitik til at mindske den danske CO₂-lækage i den del af økonomien, der ikke er omfattet af EU's kvotesystem. Det skyldes, at mange af de andre EU-lande har bindende mål for udledningerne fra deres ikke-kvotesektorer. Det mindsker lækagen ved dansk klimapolitik i ikke-kvotesektoren. Effekterne via EU's kvotesystem har dog samlet set større betydning for Danmarks samlede lækagerate end effekterne via EU's bindende mål for ikke-kvotesektoren.

BOKS B MEKANISMER AF BETYDNING FOR LÆKAGERATEN

I beregningerne tages højde for en række mekanismer, der giver anledning til lækage, eller som påvirker størrelsen af lækage:

Udenrigshandel: Danske afgifter på CO₂e gør det dyrere for især CO₂e-intensive virksomheder at producere i Danmark. Det svækker de pågældende virksomheders konkurrenceevne, og en del af den CO₂e-udledende produktion, der i dag finder sted i Danmark, flytter til udlandet.

Prisen på fossile brændsler: Danske afgifter på CO₂e reducerer den danske efterspørgsel efter fossile brændsler, hvilket leder til en (lille) reduktion i verdensmarkedsprisen på fossile brændsler. Den lavere pris øger forbruget af fossile brændsler i udlandet.

Det europæiske CO₂-kvotesystem: Danske afgifter på CO₂e reducerer efterspørgslen efter kvoter i Danmark. Dette mindsker kvoteprisen, således at der udledes mere CO₂ i andre EU-landes kvotesektorer. I kraft af en reform af kvotesystemet i 2018 vil danske afgifter dog også bidrage til, at det såkaldte kvoteoverskud øges, og at der derfor permanent fjernes nogle kvoter. Dette reducerer isoleret set lækagen via kvotesystemet.

Bindende mål i andre EU-landes ikke-kvotesektorer: Ligesom Danmark har andre EU-lande bindende mål for udledningen af drivhusgasser i deres ikke-kvotesektorer. Hvis strammere dansk klimapolitik øger den danske efterspørgsel efter CO₂-intensive varer fra ikke-kvotesektorer i andre lande med bindende mål, er disse lande nødsaget til at indføre en strammere klimapolitik for at lave op til sine mål. Størrelsen af lækage fra Danmark vil på samme måde afhænge af, om andre lande udenfor EU også antages at have bindende klimamål, eksempelvis forankret i Paris-aftalen.

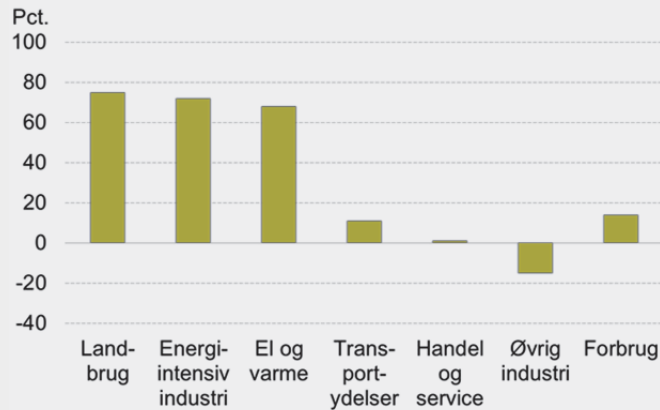
Der er imidlertid også nogle mekanismer, der kan påvirke lækageraten, som ikke indgår i beregningerne. For eksempel kan strammere klimapolitik i Danmark bidrage til teknologisk udvikling, som gør det nemmere at mindske udledningen i andre lande. Dette vil trække i retning af en lavere lækagerate. Hvis en strammere dansk klimapolitik giver anledning til, at andre lande også øger deres reduktionsmålsætninger (det såkaldte foregangslands-argument), vil det også trække i retning af lavere lækagerate. En strammere klimapolitik kan dog også tænkes at mindske incitamentet til at foretage klimapolitiske tiltag andre steder i verden, hvilket i givet fald vil trække i retning af større lækage.

LÆKAGERATER FOR FORSKELLIGE SEKTORER**Stor variation i sektorspecifikke lækagerater**

Beregningerne tyder på, at der er store forskelle i lækagen for forskellige sektorer i dansk økonomi. Der er foretaget beregninger af lækagen ved at pålægge CO₂e-afgifter på seks forskellige sektorer samt for privat og offentligt forbrug af fossile brændsler (inklusive benzin og diesel til transport), jf. figur B.

FIGUR B LÆKAGERATER FOR SEKTORER

Lækageraterne er generelt lave for sektorer, der ikke er omfattet af EU's kvotesystem. Det gælder dog ikke for landbruget.



Anm.: Figuren viser lækagerater i et såkaldt grundscenarie. I kapitlet er lavet beregninger af lækagerater under forskellige antagelser og justeringer i den anvendte model.

Kilde: Egne beregninger.

Høje lækagerater for danske kvotesektorer ...

Lækageraterne er, som det fremgår af figuren, høje for den energiintensive industri samt el- og varmesektorerne, som alle er underlagt EU's kvotesystem. De relativt høje lækagerater for disse sektorer skal blandt andet ses i sammenhæng med, at reduktioner i udledningerne fra disse sektorer kun i begrænset omfang mindsker den langsigtede mængde af kvoter i EU's kvotesystem. Dermed vil et fald i udledningerne fra de danske kvoteomfattede sektorer i høj grad blive modsvaret af en stigning i udledningerne af drivhusgasser i resten af EU i fremtiden.

... mens de er lavere for mange ikke-kvotesektorer

Lækageraterne er generelt lavere for de sektorer, som ikke er omfattet af EU's kvotesystem. Det skyldes blandt andet, at mange EU-lande forventes at skulle reducere deres udledninger fra ikke-kvotesektorerne frem mod 2030. Dermed har disse lande ikke mulighed for at øge deres udledninger i den del af økonomien som reaktion på en strammere klimapolitik i Danmark.

Højere lækagerate for landbruget

Det danske landbrug har en højere lækagerate end de resterende ikke-kvotesektorer. Den relativt høje lækagerate for landbruget afspejler blandt andet, at forbruget af fødevarer er relativt ufølsomt

overfor ændringer i indkomst og priser. Når landbrugsproduktionen mindskes i Danmark som følge af regulering, vil landbrugsproduktionen og dertil hørende udledninger derfor stige relativt meget i udlandet. Lækageraten for landbruget begrænses dog samtidig af, at mange EU-lande også skal reducere deres udledninger i ikke-kvotesektoren frem mod 2030, jf. ovenfor.

Landbrugets lækagerate bliver lavere med klimamål i flere lande

Der er betydelig usikkerhed forbundet med beregningen af lækageraten ikke mindst for landbruget. Det skyldes, at landbrugets lækagerate i høj grad afhænger af, hvordan klimapolitikken udenfor EU er tilrettelagt. Hvis det lægges til grund, at der er bindende klimamål i en række lande udenfor EU, viser en følsomhedsanalyse, at landbrugets lækagerate mere end halveres, mens lækageraterne i andre sektorer kun ændres lidt.¹

LÆKAGE OG DANSK KLIMAPOLITIK

Lækage illustrerer behovet for internationale bindende aftaler

En høj lækagerate for Danmark mindsker effektiviteten af dansk klimapolitik i forhold til at reducere de globale udledninger. Det understreger vigtigheden af brede internationale aftaler, som søger mod at begrænse de globale udledninger.

Vigtigt at støtte op om internationalt samarbejde

Et forpligtende internationalt samarbejde mellem lande, der påtager sig at reducere deres udledninger af drivhusgasser, er afgørende, hvis klimaforandringerne reelt skal modvirkes. Parisaftalen og EU's klimapolitik, der omfatter regulering gennem det fælles kvotemarked og aftaler om reduktioner i landenes ikke-kvotesektorer, er eksempler på internationale samarbejder. Det bør være en hovedopgave for dansk klimapolitik at understøtte og udbygge sådanne samarbejder.

Mål om drivhusgasneutralitet i 2050

Som følge af det internationale samarbejde har Danmark påtaget sig en reduktionsforpligtigelse frem mod 2030 i ikke-kvotesektoren. Reduktionsforpligtelsen vedrører udledninger fra dansk område. Samtidig har alle partier i Folketinget tilsluttet sig en målsætning om, at Danmark skal være drivhusgasneutral i 2050.

¹ I følsomhedsanalysen antages, at alle lande bortset fra store økonomier som Kina, Rusland, Indien og USA har bindende mål, så de ikke kan øge deres udledninger. Det skal understreges, at der er stor usikkerhed om, hvorvidt forskellige lande har bindende klimamål i henhold til "business-as-usual". Som eksempel er det i analyserne antaget, at USA ikke har bindende klimamål. USA's indmeldinger knyttet til Paris-aftalen vurderes af nogle som bindende, men USA har samtidig tilkendegivet en intention om at melde sig ud af Paris-aftalen.

Stigende CO₂e-afgift kan understøtte mål om drivhusgasneutralitet

I princippet vil ensartede CO₂e-afgifter på alle udledninger kunne sikre en omkostningseffektiv implementering af den nationale målsætning om drivhusgasneutralitet. I praksis kan et omkostningseffektivt forløb frem mod 2050 understøttes af en troværdig annoncering af, at der bliver indført ensartede CO₂e-afgifter på tværs af alle sektorer, som stiger mod 2050. Det vil reducere usikkerheden om de fremtidige klimapolitiske rammer og dermed mindske risikoen for, at virksomheder, landmænd og bilejere kommer til at foretage langsigtede investeringer, der fordyrer omstillingen til klimaneutralitet i 2050.

Afgift i kvotesektor bør tage hensyn til kvoteprisen

Målet om drivhusgasneutralitet i 2050 omfatter også udledninger fra kvotesektoren, som i forvejen er reguleret på EU-niveau. En eventuel CO₂-afgift i kvotesektoren bør derfor udformes, så den tager hensyn til kvoteprisen.

Skal sektorer med høj CO₂e-lækage yde mindre?

I den offentlige debat benyttes høj CO₂e-lækage undertiden som argument for lempeligere regulering af nogle sektorer, således at klimaindsatsen i et vist omfang forskydes fra sektorer med store lækagerater over til sektorer med små lækagerater.

Billigste opfyldelse af nationale målsætninger skal ignorere lækage

Indretning af et omkostningseffektivt reguleringssystem til at reducere udledninger af drivhusgasser afhænger grundlæggende af den politiske målsætning med reguleringen. Hvis formålet med dansk klimapolitik er at leve op til målsætningerne om reduktion af CO₂e-udledninger på dansk territorium, opnås dette, som nævnt, mest omkostningseffektivt ved en (stigende) ensartet CO₂e-afgift på tværs af alle udledningskilder. Der skal således ikke tages hensyn til forskelle i lækagerater mellem forskellige sektorer.

Ved mål om global reduktion skal der tages højde for lækage

Hvis det politisk ønskes at reducere de globale udledninger udover, hvad der følger af de internationale forpligtigelser eller nationale reduktionsmålsætninger, bør klimapolitikken i Danmark indrettes så den tager højde for CO₂e-lækage. Hensynet til de globale udledninger kan opfattes som en supplerende målsætning. Hvis en sådan supplerende målsætning skal forfølges omkostningseffektivt, skal klimaindsatsen i et vist omfang forskydes fra sektorer med store lækageeffekter over til sektorer med små lækageeffekter. En sådan tilpasning af den danske klimapolitik vil øge de samfundsøkonomiske omkostninger.

Optimal lækagekorrektur omfatter brug af handelspolitik

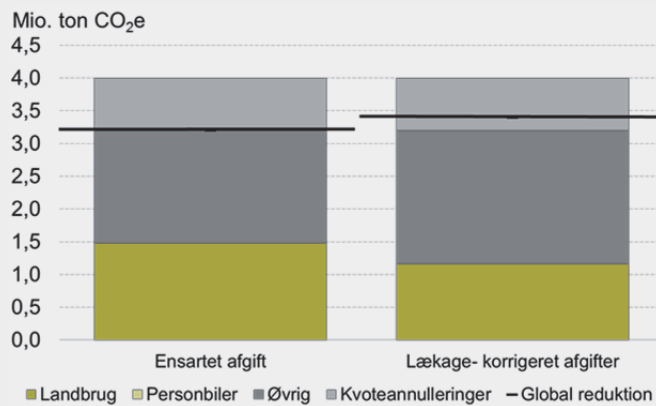
I litteraturen er peget på, at det teoretisk optimale afgiftssystem til at mindske CO₂e-lækage omfatter en ensartet indenlandsk CO₂e-afgift kombineret med importafgifter og eksportsubsidier, som afspejler CO₂e-indholdet i de importerede og eksporterede varer. Det er dog i praksis næppe muligt for Danmark at indføre importafgifter og eksportsubsidier.

Lækagekorrigerede afgifter er lavere i sektorer med høj lækage	En anden mulighed er at indføre en form for lækagekorrigerede afgifter på CO ₂ e, som er lavere for sektorer, hvor lækageraten er høj. Lækagekorrigerede afgifter vil gøre det samfundsøkonomisk dyrere at opfylde de rent nationale forpligtelser og målsætninger. Til gengæld kan opnås en større global reduktion af CO ₂ e for denne merpris.
Betydningen af lækagekorrektion ved målopfyldelse i ikke-kvotesektoren	For at illustrere betydningen af regulering med ensartede hhv. lækagekorrigerede afgifter er det i kapitel II undersøgt, hvor stor betydning lækagekorrektion har, hvis man i 2030 skal opnå en reduktion (manko) i udledningen i ikke-kvotesektoren med 4,0 mio. ton for at leve op til 2030-målet aftalt med EU. ² Beregningen kan dog ikke ses som et forslag til en optimal politik til at mindske de globale udledninger gennem dansk klimapolitik. Det skyldes, at f.eks. brug af klimadifferentierede forbrugsafgifter eller reduktion af indvindingen af olie og gas fra Nordsøen potentielt også kan indgå i en optimal lækagekorrigeret dansk klimapolitik.
Lave omkostninger ved reduktioner i landbruget – høje omkostninger for personbiler	I beregningen tages udgangspunkt i en opgørelse af de samfundsøkonomiske reduktionsomkostninger i 2030 i forskellige dele af ikke-kvotesektoren, som blev præsenteret i De Økonomiske Råds formandskab (2018). Her blev det fundet, at de marginale samfundsøkonomiske reduktionsomkostninger var højere for personbiler end for landbruget og den øvrige del af ikke-kvotesektoren.
Negativ lækagerate ved annullering af kvoter	Danmark kan i henhold til aftale med EU også opfylde mankoen ved årligt at annullere kvoter svarende til 0,8 mio. ton. Beregninger tyder på, at der på langt sigt er en <i>negativ</i> lækagerate af pågældende type kvoteannulleringer på ca. -53 pct. Kvoteannulleringer har således en effekt på de globale udledninger, der er <i>større</i> end en-til-en. Den negative lækagerate afspejler, at der på lang sigt er en ekstra reduktion i den samlede mængde af kvoter i EU på grund af mekanismer knyttet til reformen af kvotemarkedet fra starten af 2018.
Lille forskel på ensartet og lækagekorrigeret politik	Beregningerne viser, at de forskellige sektors bidrag til opfyldelse af mankoen ikke ændres markant med lækagekorrigerede afgifter i stedet for en ensartet afgift, jf. figur C. På trods af at lækageraten er højere i landbruget end for andre dele af ikke-kvotesektoren, skal denne sektor fortsat bidrage væsentligt, selv om der lækagekorrigeres. Den høje lækagerate bidrager dog til, at reduktionerne i landbruget skal være lidt mindre ved den lækagekorrigerede politik end ved den ensartede afgift.

2) Beregningen illustrerer den yderligere indsats (manko), der er nødvendig for at opnå reduktionsbehovet i ikke-kvotesektoren i 2030. Der er usikkerhed om den præcise størrelse af mankoen, så i kapitlet er også udført beregninger for en manko på 2,5 mio. ton. CO₂e i 2030.

FIGUR C ENSARTET OG LÆKAGEKORRIGERET REGULERING I IKKE-KVOTESEKTOREN

Figuren viser fordelingen af reduktioner ved at opfylde en reduktionsforpligtelse i ikke-kvotesektoren i 2030 på 4,0 mio. ton CO₂e ved en ensartet hhv. en lækagekorrigeret klimapolitik.



Anm.: De sorte vandrette linjer angiver den globale reduktion, som er mindre end den indenlandske reduktion på grund af lækage. Bidragene fra hver sektor er beregnet med udgangspunkt i de marginale omkostningskurver i De Økonomiske Råds formandskab (2018). I forhold til lignende beregninger præsenteret i pågældende rapport er her anvendt en højere kvotepris på 189 kr. pr. ton i 2030.

Kilde: Egne beregninger og De Økonomiske Råds formandskab (2018).

Landbruget skal fortsat stå for en væsentlig del af reduktionerne

Den forholdsvis beskedne effekt på landbrugets andel af reduktionerne ved at anvende lækagekorrigerede afgifter fremfor en ensartet afgift afspejler, at der i udgangspunktet er en samfundsøkonomisk gevinst ved at mindske udledningen af drivhusgasser for denne sektor. Det skyldes, at der er sidegevinster ved at mindske udledningen af drivhusgasser fra landbruget i form af bedre vandmiljø og mindre luftforurening. En anden måde at anskue dette på er, at man automatisk får de fleste af CO₂e-reduktionerne i landbruget, hvis man lever op til de fastlagte mål for reduktion af kvælstofudledningen fra landbruget.

Annullering af kvoter, men ikke yderligere regulering af personbiler

Selvom lækageraten er meget lille for forbrug af transportbrændsler, indgår øgede afgifter på CO₂ fra personbiler ikke i den lækagekorrigerede afgiftspolitik. Det skyldes, at de marginale samfundsøkonomiske omkostninger ved yderligere reduktioner er relativt høje, da personbiler allerede i udgangspunktet er kraftigt reguleret. Beregningerne viser også, at kvoteannulleringer bør udnyttes, hvis mankoen i 2030 er 4,0 mio. ton CO₂e, uanset om der benyttes en ensartet eller lækagekorrigeret afgiftspolitik. Hvis mankoen i stedet kun er 2,5 mio. CO₂e skal kvoteannulleringer kun anvendes, hvis der tages højde for lækagekorrektio

Begrænset effekt på global udledning af lækagekorrigeret politik i ikke-kvotesektoren

På grund af lækagen vil reduktioner i udledningen af drivhusgasser i ikke-kvotesektoren i Danmark i et vist omfang blive modsvaret af øgede udledninger i øvrige lande. Reduktionen i de globale udledninger er angivet ved de vandrette sorte streger i figur C. Det fremgår, at der er relativt begrænset effekt på de globale udledninger af at indføre lækagekorrigerede afgifter i stedet for ensartede afgifter. Med en manko på 4 mio. ton i 2030 er der et fald i den globale udledning på 3,2 mio. ton med ensartede afgifter. Med lækagekorrigerede afgifter reduceres de globale udledninger med 3,4 mio. ton.

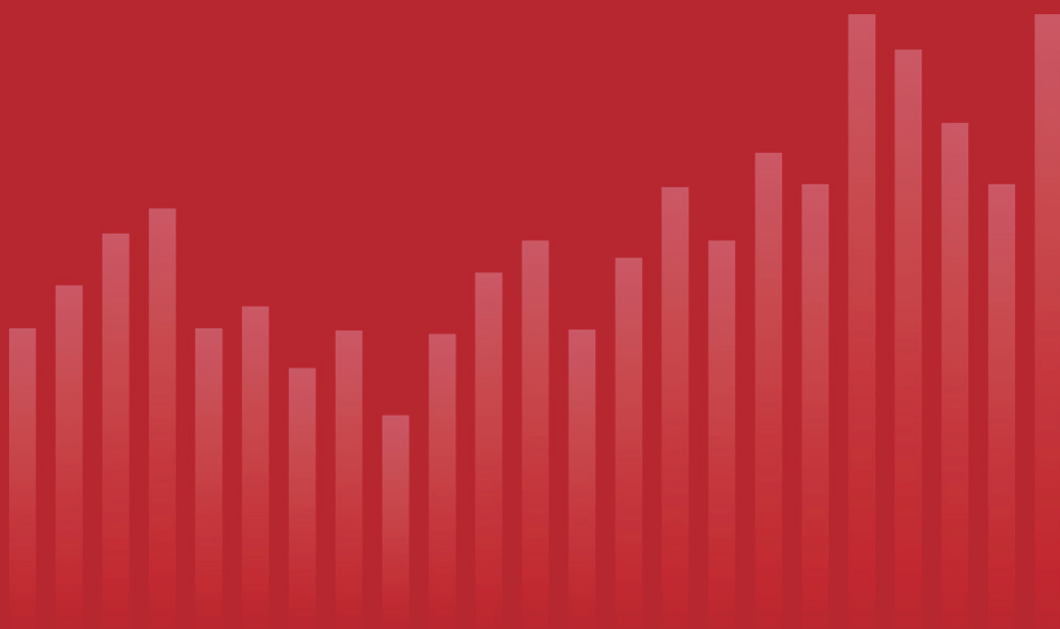
Merpris for globale reduktioner på niveau med social cost of carbon

Der er en samfundsøkonomisk merpris ved at bruge lækagekorrigerede afgifter. Den samfundsøkonomiske merpris ved den ekstra globale reduktion er i beregningerne opgjort til hhv. 220 og 660 kr. pr. ton. ved en manko i ikke-kvotesektoren på hhv. 2,5 og 4,0 mio. ton i 2030. Dette er i nogenlunde samme størrelsesorden som bud på den globale marginale skadesomkostning for et ton CO₂e-udledning – den såkaldte social cost of carbon.³

Udenlandske studier tyder også på begrænset effekt af lækagekorrektio

Udenlandske undersøgelser tyder ligeledes på, at der er relativt begrænset effekt af at indføre regulering, som søger at begrænse lækagen. Dette er ikke i sig selv et argument for at undlade at anvende en lækagekorrigeret klimapolitik, men det er vigtigt ikke at have urealistiske forventninger til effekten på de globale udledninger.

3) I De Økonomiske Råds formandskab (2017 og 2018) angives 563 kr. pr. ton CO₂e (2017-priser) som et godt bud på social cost of carbon baseret på et overblikstudie af Tol (2013). Det skal dog understreges, at der er stor usikkerhed om størrelsen af social cost of carbon.



De Økonomiske Råd 
Formandskabet

KAPITEL I **MILJØ-** **PÅVIRKNING OG** **FORDELING**

KAPITEL I

MILJØPÅVIRKNING OG FORDELING

RESUME

Kapitlet belyser forskelle i fordelingen af miljøbelastning af personer i Danmark ud fra geografisk detaljerede opgørelser af luftforurening (PM_{2,5} og NO₂), trafikstøj og nærhed til natur.

Udenlandske undersøgelser har fundet, at miljøbelastningen er større for personer med lav indkomst sammenlignet med personer med høj indkomst. Det er også tilfældet i Danmark, men sammenhængen er meget svag. Til gengæld er der store forskelle i miljøbelastning mellem personer med samme indkomstniveau. Forskelle i indkomst er således ikke en væsentlig forklaring på forskelle i miljøbelastning mellem forskellige personer i Danmark.

Andre udenlandske analyser har fundet, at det i højere grad er arbejdsløse og personer med kort eller ingen uddannelse, som bor i boliger med den højeste miljøbelastning. Det er ikke tilfældet i Danmark. Tværtimod er der i Danmark lidt flere med en videregående uddannelse, som bor i boliger med højst miljøbelastning sammenlignet med alle boliger.

I.1 INDLEDNING

Stort fokus på ulighed og fordeling

I dette kapitel belyses forskellige aspekter af miljø og fordeling. Fordeling er generelt et emne, der har stor politisk bevågenhed. Det gælder især i forhold til indkomstfordeling. Selv om Danmark internationalt set er et samfund med relativ lille ulighed, fremgår det af De Økonomiske Råds formandskab (2016), at uligheden i indkomst er steget i Danmark de seneste 25 år, samt at formuerne i Danmark er mere ulige fordelte end indkomsten.

Grønne afgifter rammer lave indkomster relativt hårdere ...

I Danmark er der ofte fokus på de fordelingsmæssige effekter af grønne afgifter. Det fremføres således ofte i debatten, at grønne afgifter rammer personer med lav indkomst relativt hårdere end personer med høj indkomst. Undersøgelser tyder på, at dette er korrekt for så vidt angår afgifter på elektricitet, brændsler og vand, men ikke for bilrelaterede afgifter, jf. Skatteministeriet (2017) og De Økonomiske Råds formandskab (2009).

... men rammer miljøbelastningen også i højere grad lave indkomster?

Der har ikke i Danmark været tilsvarende fokus på fordelingsmæssige aspekter af selve miljøbelastningen. Det vides således ikke, om familier med lav indkomst overvejende bor steder med godt eller dårligt miljø. I dette kapitel er der derfor fokus på fordelingsmæssige aspekter af miljøbelastning.

Udenlandske studier tyder på sammenhæng mellem lav indkomst og dårligt miljø

I udlandet er foretaget flere analyser af sammenhængen mellem personers indkomst og miljøbelastning. Disse analyser viser typisk, at personer med lav indkomst er mere udsat for miljøbelastning i form af f.eks. luftforurening eller støj end personer med høj indkomst, jf. f.eks. Banzhaf (2008) og Dias (2017). Det er imidlertid ikke oplagt, at det samme gør sig gældende i Danmark. Således er den gennemsnitlige indkomst høj i hovedstadsområdet, samtidig med at der generelt er mere luftforurening og støj end i resten af landet.

Kapitlets formål

Det overordnede formål med kapitlet er at kortlægge forskelle i den miljøbelastning, som personer i Danmark udsættes for. Derudover undersøges, om der også i Danmark er en sammenhæng mellem miljøbelastning og indkomst. Endvidere vurderes det, om der er særlige grupper af befolkningen, som er udsat for høj miljøbelastning. Høj og langvarig miljøbelastning kan være særlig skadelig for børn. Derfor undersøges det også, om der blandt børn er særlige grupper, som lever hele deres barndom i boliger med høj miljøbelastning.

Luftforurening, støj og nærhed til natur undersøges

Konkret ses der i kapitlet på miljøbelastning ved støj fra vejtrafik og luftforurening i form af partikler ($PM_{2,5}$) og kvælstofdioxid (NO_2). Derudover ses også på gevinsten ved at bo tæt på skov, sø og kyst. I kapitlet bruges fællesbetegnelsen *miljøpåvirkninger*, som både omfatter de negative miljøbelastninger fra luftforurening og støj samt gevinsten ved nærhed til natur.

Analyse ud fra miljøpåvirkning ved bopælen

I kapitlet ses på miljøpåvirkningerne ved alle boliger i Danmark. Disse oplysninger kobles med oplysninger om beboernes indkomst og andre socioøkonomiske karakteristika. Det gør det muligt at belyse sammenhængen mellem indkomst og de medtagne miljøpåvirkninger for hele Danmarks befolkning.

Afgrænsninger

Det har ikke været muligt at medtage alle miljøpåvirkninger i analysen. Tilgængeligheden af landsdækkende og komplette data, der kan knyttes direkte til bopælen, har været med til at afgrænse, hvilke miljøpåvirkninger som er medtaget i analysen. Som eksempel findes der ikke komplette data for befolkningens indtag af pesticider gennem fødevarer eller eksponering for forskellige kemikalier. Som et andet eksempel er det ikke oplagt, hvordan afledte gevinster ved biodiversitet kan knyttes til personer i Danmark. Resultater fra kapitlet skal derfor kun tolkes i forhold til de miljøpåvirkninger, der er inkluderet. Mange udenlandske undersøgelser ser dog alene på en enkelt type miljøbelastning, og så vidt vides, er der ikke tidligere gennemført analyser af fordeling af miljøpåvirkning i Danmark.

Kapitlets indhold

I afsnit I.2 gennemgås kort den eksisterende litteratur omkring fordeling af miljøpåvirkninger. Her beskrives mekanismer, der kan forklare sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkninger. I dette afsnit opsummeres også udenlandske empiriske undersøgelser, som belyser sammenhængen mellem miljøbelastning og indkomst samt andre socioøkonomiske variable. I afsnit I.3 beskrives de anvendte data. Analyser af fordelingen af miljøpåvirkninger præsenteres i afsnit I.4. Her ses dels på sammenhængen mellem miljøpåvirkning og indkomst, dels på om miljøpåvirkningerne i sig selv er ulige fordelt i befolkningen ud fra bl.a. Lorenz-kurver og gini-koefficienter. I afsnit I.5 ses på, om der er bestemte grupper af børn, som er udsat for høj miljøbelastning. Kapitlet afsluttes med en sammenfatning i afsnit I.6.

I.2

TEORI OG LITTERATUR

Indhold i afsnittet

Dette afsnit starter med en kort præsentation af forskellige teoretiske forklaringer af sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning. Derefter opsummeres tidligere empiriske analyser af sammenhængen mellem personers indkomst og miljøpåvirkning. I dele af litteraturen har der været særlig fokus på sårbare grupper, hvor miljøpåvirkning kan have alvorligere konsekvenser end for den generelle befolkning. Dette beskrives sidst i afsnittet.

TEORETISKE FORKLARINGER AF SAMMENHÆNGEN MELLEM INDKOMST OG MILJØ

Omfattende litteratur om indkomst, vækst og miljø

Der er en omfattende miljøøkonomisk litteratur om sammenhængen mellem indkomst og miljø. En del af denne litteratur er knyttet til den såkaldte miljø-Kuznetskurve. Denne kurve udtrykker en hypotese om, at sammenhængen mellem et lands miljøbelastning og indkomstniveau har form som et omvendt U. I et land med lavt bruttonationalprodukt (BNP) er miljøbelastningen også lav. Efterhånden som BNP stiger, vokser miljøbelastningen også, men kun til et vist punkt. Derefter begynder miljøbelastningen at falde i takt med øget velstand. Stigningen i miljøbelastningen skyldes, at der kommer mere forurening, når produktion og indkomst stiger. Det senere fald i miljøbelastningen afspejler en forventning om, at et godt miljø bliver stadig vigtigere for borgerne, efterhånden som de materielle behov er opfyldt. Miljø-Kuznetskurven er primært relateret til miljøbelastning og vækst i indkomst over tid på nationalt niveau, jf. Kijima mfl. (2010).

Sammenhæng mellem indkomst og miljø på individuelt niveau

Andre dele af den miljøøkonomiske litteratur har fokus på indkomst og miljøbelastning på individniveau. Her findes overordnet tre forskellige forklaringer på sammenhængen mellem personers indkomst og miljøpåvirkning. De to af forklaringerne bygger på afvejningen mellem et godt miljø og andre typer af goder (producerede varer og serviceydelser). Den tredje forklaring anlægger en mere politisk forklaring på sammenhængen mellem indkomst og miljø.

Markedsmekanismen

En ofte fremført forklaring på en negativ sammenhæng mellem indkomst og miljø betegnes her *markedsmekanismen*. Denne forklaring tager udgangspunkt i, at de fleste personer opfatter en bolig i et område uden miljøbelastning som et gode, de er villige til at betale mere for. Dette presser, alt andet lige, boligpriserne (og huslejerne) op i områder med lav miljøbelastning. Det betyder, at personer med høj

indkomst har bedre mulighed for at bosætte sig i disse områder. Omvendt vil personer med relativ lave indkomster have en tendens til at bosætte sig i områder med højere miljøbelastning grundet de lave boligpriser. Markedsmekanismen tilsiger dermed, at personer med lav indkomst i højere grad bor i områder med højere miljøbelastning, jf. f.eks. Banzhaf (2008), Currie (2011) og Bouiver (2014).

Afvejningsmekanismen

En anden forklaring betegnes *afvejningsmekanismen*, jf. eksempelvis Bouiver (2014).¹ Ud fra afvejningsmekanismen kan der være en positiv sammenhæng mellem indkomst og miljøbelastning. Mekanismen bygger på, at indkomstmulighederne varierer mellem områder, og at der kan være en tendens til, at indkomspotentialer er størst i de områder, der er mest miljøbelastede. Det kan eksempelvis være større byer, hvor der ofte er relativ høj miljøbelastning, men som samtidig typisk er karakteriseret ved mere velfungerende arbejdsmarkeder og bedre infrastruktur, hvilket kan give mulighed for en højere aflønning. Dette betyder, at den enkelte husstand kan stå over for en afvejning mellem at bosætte sig i et område med relativ høje indtjeningsmuligheder og relativ høj miljøbelastning overfor, at bosætte sig i et område med lavere indtjeningsmuligheder, men til gengæld mindre miljøbelastning. Afvejningsmekanismen tilsiger således, at personer med lav indkomst (i modsætning til markedsmekanismen) i højere grad bor i områder med mindre miljøbelastning, jf. f.eks. Cropper og Arriaga-Salinas (1980) samt Bouiver (2014).

Politisk allokering

Den tredje forklaring på en sammenhæng mellem indkomst og miljøbelastning, betegnes *politisk allokering*.² Tankegangen er her, at personer med relativ lav indkomst har mindre politisk indflydelse. Det kan f.eks. betyde, at der vil være en tendens til, at modstanden mod at placere f.eks. en større vej eller en forurenende virksomhed vil være mindre i områder med relativt lav indkomst. Denne tendens kan (i lighed med markedsmekanismen) føre til, at personer med lav indkomst bor i områder med højere miljøbelastning, jf. f.eks. Bouiver (2014), Dias (2017), Banzhaf (2008) og Pastor mfl. (2001).

Virkeligheden kan afspejle alle tre mekanismer

De omtalte mekanismer er ikke gensidigt udelukkende og kan derfor godt være i spil samtidigt, jf. Zwickl mfl. (2014). For eksempel kan valget mellem, om man vil bosætte sig i forskelle dele af Danmark være præget af afvejningsmekanismen. Man kan f.eks. bo i hovedstadsområdet, hvor der er bedre indkomstmuligheder, men også

1) Afvejningsmekanismen kaldes i den engelsksprogede litteratur for "Trade-off hypothesis".

2) Forklaringen om politisk allokering udspringer af litteraturen om "Environmental injustice".

større miljøbelastning, eller man kan i stedet bo i Vestjylland, hvor indtjeningsmulighederne er dårligere, men hvor der er mindre miljøbelastning. Når man har valgt, hvilken landsdel man vil bo i, kan valget af bolig afspejle markedsmekanismen. Hvis man f.eks. bor i hovedstadsområdet, så vil den realiserede indkomst (og personlige præferencer) være afgørende for, om man vælger at bo i et område med lav eller høj miljøbelastning. Politisk allokering gennem placeringen af f.eks. veje eller forurenende virksomheder vil kunne forstærke virkningen af markedsmekanismen indenfor en landsdel.

EMPIRISKE ANALYSER AF SAMMENHÆNGEN MELLEM INDKOMST OG MILJØ

Sammenhæng mellem indkomst og miljø belyses i litteraturen

En række udenlandske studier har undersøgt sammenhængen mellem personers indkomst og miljøpåvirkning. Der er især gennemført analyser for luftforurening, men der findes også empiriske analyser af sammenhængen mellem indkomst i forhold til jordforurening, støj samt nærhed til affaldsanlæg og grønne områder.

Personer med lav indkomst har dårligere miljø

De empiriske undersøgelser finder generelt, at personer med lav indkomst er udsat for en relativ høj miljøbelastning, jf. tabel I.1. Andre studier, har set på sammenhængen mellem miljøbelastning og socio-økonomiske karakteristika som uddannelse og arbejdsløshed, der er stærkt korreleret med indkomst. Disse studier finder, at personer med lav uddannelsesgrad og personer berørt af arbejdsløshed er udsat for en højere miljøbelastning. jf. f.eks. Briggs mfl. (2008) og Mitchell mfl. (2015).

Sammenhæng til etniske minoriteter er belyst flere steder

Derudover belyser flere undersøgelserne også sammenhængen mellem miljøpåvirkning og etnicitet. Her findes typisk, at etniske minoriteter bor i områder med højere miljøbelastning end andre grupper i samfundet, jf. bl.a. Brooks og Sethi (1997) og Saha og Mohai (2005).

TABEL I.1 ANALYSER AF SAMMENHÆNGEN MELLEM MILJØ, INDKOMST OG SOCIOØKONOMISKE KARAKTERISTIKA

	Land	Miljøpåvirkning	Variable	Sammenhæng
Banzhaf og Walsh (2009)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ
Been og Gupta 1997	USA	Lufforurening	Indkomst, etniske minoriteter	Ingen
Boite og Fromme (2008)	Tyskland	Lufforurening, støj	Indkomst	Negativ
		Grønne områder	Indkomst	Positiv ^{a)}
Bouvier (2014)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ
Boyce mfl. (2016)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ
Briggs mfl. (2008)	UK	Lufforurening	Indkomst, uddannelse og beskæftigelse	Negativ, men regional forskel
Brooks og Sethi (1997)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ
			Etniske minoriteter	Større belastning
Chaix mfl. (2006)	Sverige	Lufforurening	Indkomst	Negativ
Currie (2011)	USA	Lufforurening	Etniske minoriteter	Større belastning
Gray og Shadbegian (2004)	USA	Lufforurening	Kort uddannelse	Negativ
Hanna (2007)	USA	Jord- og industriforurening, affaldsanlæg	Indkomst	Negativ
			Indkomst, huspriser	Negativ
Mitchell mfl. (2015)	UK	Lufforurening	Arbejdsløshed, lejebolig, ingen bil, mange i husstanden	Større belastning
Pastor mfl. (2001)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ
			Etniske minoriteter	Større belastning
Saha og Mohai (2005)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ
			Etniske minoriteter	Større belastning
Vornovyskiy og Boyce (2010)	Rusland	Lufforurening	Indkomst	Negativ
Zwickl mfl. (2014)	USA	Lufforurening	Indkomst	Negativ, men regional forskel
			Etniske minoriteter	Større belastning

a) "Positiv" betyder, at der ved højere indkomst ses adgang til flere grønne områder.

Anm.: Angivelsen "negativ" betyder, at der ved lavere indkomst, uddannelse og/eller beskæftigelse samt højere arbejdsløshed ses større miljøbelastning. Litteraturen er opstillet i alfabetisk rækkefølge.

GEOGRAFISKE FORSKELLE I FORDELING AF MILJØPÅVIRKNING

Geografisk variation i fordeling af miljøpåvirkninger

Der er ofte geografiske forskelle i miljøbelastningen. For eksempel finder Boyce mfl. (2016) store geografiske forskelle i niveauet for luftforurening mellem amerikanske stater, og Briggs mfl. (2008) finder ligeledes store forskelle i luftforureningen mellem forskellige områder i England.

Sammenhængen mellem indkomst og miljø kan afhænge af geografisk aggregeringsniveau

Som følge af geografiske forskelle i miljøbelastning argumenteres i dele af litteraturen for, at mange undersøgelser af sammenhængen mellem personers indkomst og miljøbelastning har været udført på et for aggregeret geografisk niveau, jf. Cutter mfl. (1996) og Bowen (2002). Konsekvensen heraf har angiveligt været, at sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkninger er blevet sløret.

Forskellige sammenhænge inden for og mellem pendlingsoplande

Som beskrevet tidligere kan man forestille sig, at der er modsatrettede sammenhænge mellem personers indkomst og miljøbelastning, når man ser på tværs af forskellige områder, og når man ser indenfor et mere geografisk afgrænset område. Det er således tænkeligt, at sammenhængen mellem indkomst og miljøbelastning på tværs af forskellige områder især afspejler afvejningsmekanismen, mens sammenhængen indenfor et givet område i højere grad kan afspejle markedsmekanismen. Det er derfor relevant at undersøge sammenhængen mellem indkomst og miljøbelastning både mellem områder og indenfor forskellige geografiske områder, jf. Zwickl mfl. (2014). I de analyser, der præsenteres i afsnit I.4, ses derfor både på sammenhængen mellem indkomst og miljø indenfor pendlingsoplande og mellem forskellige pendlingsoplande i Danmark.³ Pendlingsopland er valgt som geografisk enhed, fordi personer i høj grad bor og arbejder i samme pendlingsopland.

SÅRBARE GRUPPER

Sårbare grupper

Der kan være grupper i samfundet, hvor de helbredsmæssige effekter ved en given koncentration er større end for den generelle befolkning. Det vil sige, at selvom alle i befolkningen var udsat for den samme grad af luftforurening, kan konsekvenserne for disse grupper være større end for den generelle befolkning, jf. bl.a. Almond mfl. (2018), Voorheis (2017) og Mirabelli mfl. (2016). Disse grupper betegnes her som *sårbare* grupper.

3) Se afsnit I.3 og baggrundnotat for mere information om pendlingsoplande.

Ældre er en sårbar gruppe

Ældre betragtes ofte som en sårbar gruppe, idet luftforurening kan have større negative sundhedseffekter for ældre end for den generelle befolkning. Studier har vist, at især partikelforurening kan forårsage en øget mængde af indlæggelser og for tidlig død blandt ældre, jf. Simoni mfl. (2015). For eksempel har Franklin mfl. (2007) fundet, at der for individer over 65 år, er forøgede helbredseffekter ved udsættelse for PM_{2,5} i forhold til den generelle befolkning.

Børn er en sårbar gruppe

Børn kan også betragtes som en sårbar gruppe. For eksempel er der påvist forøgede helbredseffekter forbundet med luftbårne partikler (PM_{2,5}) i forhold til den generelle befolkning, jf. WHO (2013). Konsekvenserne af de helbredsmæssige effekter kan betyde, at børns præstationer senere i livet påvirkes målt på f.eks. uddannelsesniveau og indkomst, jf. Almond mfl. (2018).

Tidlig miljøbelastning af børn er særligt bekymrende

Derudover finder Beverland mfl. (2012), at de skadelige stoffer forbundet med luftforurening har en tendens til at akkumulere sig i kroppen. Længere tids udsættelse kan derfor medføre større sundhedsrisici. Nogle studier peger også på, at en tidlig eksponering af børn kan være særligt bekymrende, fordi deres luftveje og immunsystem ikke er udviklet, og fordi en stærkere reaktion end hos voksne er sandsynlig, jf. Fan mfl. (2015) og Khalili mfl. (2018). For eksempel er der 20 gange større risiko for at børn får bronkitis, end det er tilfældet for voksne og en halv gang større risiko for akut mortalitet grundet PM_{2,5}, jf. Andersen (2018). I litteraturen er det ligeledes vist, at miljøbelastninger i fosterstadiet også kan have langsigtede konsekvenser på bl.a. uddannelse og indkomst senere i livet, jf. Currie (2016).

Forældrenes baggrund og indkomst har betydning for graden af forurening børn udsættes for

Flere studier finder en sammenhæng mellem forældres baggrund og indkomst og graden af luftforurening deres børn udsættes for. For eksempel tyder nogle undersøgelser på, at mødre med kort eller ingen uddannelse oftere bor i områder med høj luftforurening, jf. Currie (2011) og Currie og Walker (2011). Andre studier viser endvidere, at forældre med en lav indkomst er bosatte i områder med høj luftforurening, jf. Chaix mfl. (2006).

Bidrager miljøbelastning til negativ social arv?

Samlet set giver dette en risiko for, at høj miljøbelastning kan bidrage til negativ social arv, jf. Currie (2011). Børn af forældre med lav indkomst og dårlig uddannelse bor tilsyneladende i højere grad i områder med høj miljøbelastning. Den højere miljøbelastning kan øge risikoen for, at disse børn får dårligere uddannelse og lavere indkomst senere i livet. Det er derfor relevant at undersøge, om det i Danmark især er børn af personer med kortere uddannelse og lav indkomst, som vokser op i de mest miljøbelastede områder. Dette undersøges i afsnit I.5.

I.3

BESKRIVELSE AF DATA

Indhold i afsnittet

Formålet med afsnittet er at give et overblik over de data, der anvendes senere i kapitlet. I kapitlet er det valgt at se på luftforurening, støj fra vejtrafik og nærhed til natur. Dette valg diskuteres og begrundes indledningsvist kort. Da de senere analyser blandt andet benytter sig af en geografisk opdeling efter pendlingsoplande, defineres disse efterfølgende. Herefter beskrives data for de tre betragtede miljøpåvirkninger, dvs. data for eksponering af luftforurening, data for vejtrafikstøj samt data om nærhed til natur. Det beskrives specifikt, hvordan disse informationer kobles til adresser i Danmark og derefter til personer. Der er en uddybende beskrivelse af de anvendte data i et tilhørende baggrundsnotat, der er tilgængelig på www.dors.dk.

MILJØPÅVIRKNINGER I DANMARK

Datatilgængelighed ligger bag valget af de analyserede miljøpåvirkninger

Der findes en række forskellige miljøbelastninger. Mange af disse varierer geografisk bl.a. afhængig af, hvor de lokale kilder til forurening er placeret. Et væsentligt kriterium for valget af de miljøpåvirkninger, der indgår i kapitlets analyser, er, at der foreligger geografisk differentieret data af rimelig kvalitet. For at kunne analysere sammenhængen mellem miljøpåvirkning og indkomst er det således nødvendigt med geografisk differentierede data på adresseniveau. Dette gør det muligt at koble udbredelsen af miljøpåvirkningerne med boliger og de personer, der bor i dem.

Det er valgt at se på luftforurening, trafikstøj og nærhed til natur

Konkret er det valgt at fokusere på luftforurening, trafikstøj og nærhed til natur. De undersøgte miljøpåvirkninger vurderes at være samfundsøkonomisk betydningsfyldte og fordelingsmæssigt interessante på grund af den geografiske og personlige variation i effekter. Luftforurening afgrænses til kvælstofdioxid (NO₂) og luftbårne partikler (PM_{2,5}). Støj opgøres som støjpåvirkning fra vejtrafik. Nærhed til natur opgøres ud fra nærhed til skov, sø og kyst.

Luftforurening er den største helbredsrelaterede miljøtrussel i Europa

Luftforurening vurderes at være den største helbredsrelaterede miljøtrussel i Europa, hvor luftbårne partikler (PM), NO₂ og Ozon (O₃) er blandt de største bidragsydere. Det Europæiske Miljøagentur har opgjort, at PM_{2,5} er ansvarlig for ca. 400.000 for tidlige dødsfald om året i EU, mens det tilsvarende tal for NO₂ er ca. 75.000, jf. EEA (2017).⁴

4) Ifølge EEA, er O₃ ansvarlig for ca. 14.000 for tidlige dødsfald om året, jf. EEA (2017). Også svovldioxid (SO₂) bidrager til luftforurening – dog i mindre grad. O₃ og SO₂ er

Trafikstøj er det næststørste miljøproblem i EU

Tilsvarende vurderes det, at 125 mio. mennesker på europæisk plan er påvirket af trafikstøj, og at over 20 mio. mennesker er direkte generet. WHO har derfor udpeget trafikstøj som det næststørste miljøproblem i EU, kun overgået af luftforurening, jf. Jensen mfl. (2016).

Miljøpåvirkninger relateres udelukkende til boligen

Opgørelse af miljøpåvirkningerne i dette kapitel relateres udelukkende til de miljøpåvirkninger, der kan modelleres omkring boligen. Miljøpåvirkning i forbindelse med ophold uden for boligen indgår dermed ikke, ligesom miljøpåvirkninger på arbejdspladsen ikke indgår i analyserne. Tilsvarende indgår miljøpåvirkning inde i boligen, der skyldes interne forhold (f.eks. anvendelse af stearinlys eller brug af brændeovn) heller ikke.

En række miljøpåvirkninger indgår ikke

Endelig er der en række miljøpåvirkninger som ikke indgår i opgørelsen. Dette gælder for eksempel risikoen for at bo på, eller i nærheden af, en forurenede grund og eksponering for kemiske stoffer i forskellige produkter. En anden miljøpåvirkning er visuelle gener i forbindelse med f.eks. vindmøller, fabrikker og veje, og dertil kommer lugtgener i forbindelse med f.eks. trafik og forskellige typer af produktion. Derudover kommer f.eks. risiko for radonpåvirkning i boligen og risici i forbindelse med klima og temperaturstigninger, som f.eks. risikoen for oversvømmelse af sin bolig. Endvidere er der i forbindelse med trafik, betydelige gener forbundet med trængsel på vejene og risiko for ulykker. Endelig kan nævnes værdien af flora og fauna (biodiversitet), der dog er medtaget i et vist omfang i form af værdien af nærhed til søer, skove og kyststrækninger.

Væsentlige miljøpåvirkninger er medtaget

Overordnet set, er luftforurening en meget væsentlig miljøpåvirkning, hvor størstedelen af helbredsomkostningerne er med i dette kapitel i form af PM_{2,5} og NO₂. Støj fra vejtrafik er ligeledes en væsentlig miljøpåvirkning, hvorom opmærksomheden, ikke mindst i Danmark, er steget de seneste år, jf. Jensen mfl. (2016). Dermed er der i dette kapitel medtaget væsentlige bidrag til miljøpåvirkninger i Danmark – men de kan ikke opfattes som dækkende for den totale miljøpåvirkning, som personer i Danmark udsættes for.

LUFTFORURENING, TRAFIKSTØJ OG NÆRHED TIL NATUR

Data opgøres pr. bolig ...

I det følgende redegøres for data anvendt til opgørelsen af luftforurening, trafikstøj og nærhed til natur. Hver miljøpåvirkning kobles til boliger i Danmark. Dermed fås et datasæt, hvor der for hver bolig i

ikke medtaget i denne analyse, da opgørelsen af de to stoffer ikke findes på adresse-niveau.

Danmark er tilknyttet oplysninger om koncentration af luftforurening, støj fra vejtrafik, og afstand til natur defineret ved skove, søer og kyster.

... og pr. person

Til hver person i boligerne knyttes oplysninger om indkomst og andre socioøkonomiske karakteristika ud fra registerdata fra Danmarks Statistik. Ud fra eksponering-respons funktioner samt enhedspriser for luftforurening og trafikstøj er det desuden muligt at tilknytte helbredseffekter og -omkostninger for hver person i boligerne. Yderligere er det muligt at koble geneomkostninger ved at bo støjnært og gevinster ved at bo tæt på natur til hver person. Alle værdier i data fremskrives til 2017-priser ud fra udviklingen i nominel BNP pr. indbygger, jf. Finansministeriet (2017).

Analyserne foretages på flere geografiske niveauer

Når miljøpåvirkninger varierer geografisk, vil valget af bolig have betydning for, hvor store miljøpåvirkninger personerne udsættes for. Imidlertid er boligvalget ofte afgrænset geografisk af blandt andet beskæftigelsesmuligheder, mens valg af bolig indenfor det geografiske område typisk vil være bestemt af blandt andet præferencer for natur, miljø, kvalitet af institutioner og offentlig service. Der foretages derfor i dette kapitel analyser af fordeling både mellem og inden for lokale arbejdsmarkeder.

Pendlingsopland anvendes som geografisk analyseenhed

En måde at definere lokale arbejdsmarkeder geografisk er via pendlingsoplande. Et pendlingsopland er et område, hvor størstedelen af de beskæftigede personer både bor og arbejder, samtidig med at arbejdsgivere også rekrutterer størstedelen af deres ansatte fra området. Et pendlingsopland kan således opfattes som et lokalt arbejdsmarked, jf. Danmarks Statistik (2016). Der er i Danmark defineret 29 pendlingsoplande, der hver omfatter en række kommuner.

København er langt større end de andre pendlingsoplande

København er det pendlingsopland, der med næsten 2 mio. indbyggere, er klart det største. Herefter kommer Aarhus og Aalborg med henholdsvis godt en ½ mio. og knap 400.000 indbyggere. I den anden ende af størrelsesskalaen ligger Ærø, der med godt 6.000 indbyggere, er det mindste selvstændige pendlingsopland.

Resten af afsnittet

I det følgende redegøres for data for de udvalgte miljøpåvirkninger, helbredseffekterne blandt befolkningen og værdisætningen heraf. Til sidst redegøres for, hvordan disse værdier kobles til hver person i data.

LUFTFORURENING

Luftforureningsdata fra Aarhus Universitets EVA-system

De anvendte data for luftforurening stammer fra modellerede koncentrationer af luftforurening fra Aarhus Universitet.⁵ Koncentrationerne er opgjort for hver bolig i Danmark som årsmiddelkoncentrationen i 2012. På baggrund af Aarhus Universitets EVA-model, som beskriver sammenhængen mellem luftforurening og helbredseffekter, beregnes de forventede helbredseffekter og heraf afledte helbredsomkostninger for alle personer i Danmark.⁶

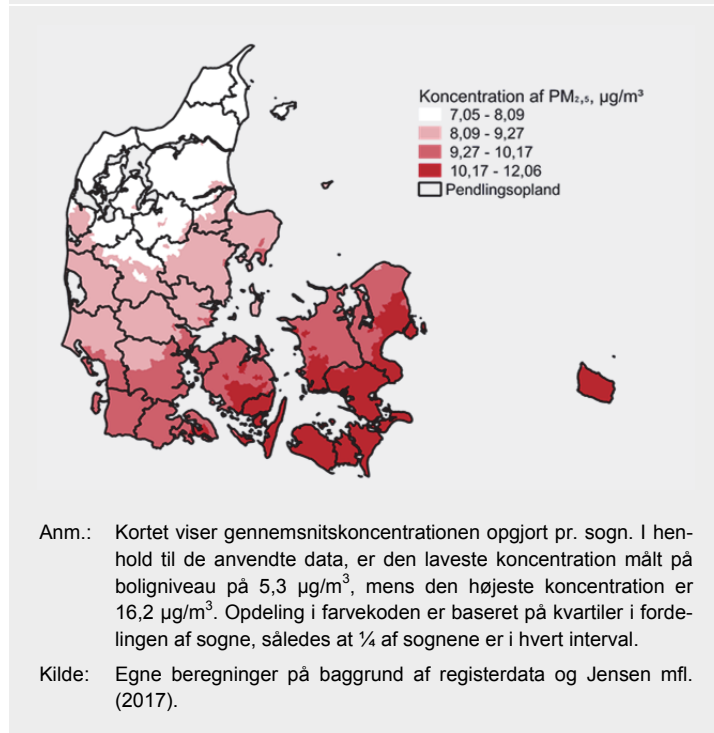
En stor del af PM_{2,5} forureningen stammer fra udlandet

Luftforurening stammer fra mange forskellige kilder, hvoraf størstedelen er menneskeskabt. De primære kilder til PM_{2,5} er forbrændingsprocesser, hvor PM_{2,5} dels udledes direkte, dels dannes ved interaktion med gasser og andre partikler i atmosfæren. Udover Danmarks eget bidrag af PM_{2,5}, primært gennem forbrænding i brændeovne og via biltrafik, kommer en stor del af PM_{2,5}-luftforureningen fra andre lande, primært Tyskland og Storbritannien og via skibstrafik, jf. Ellermann mfl. (2014) og Brandt mfl. (2015). Dette resulterer i, at koncentrationen af PM_{2,5} falder jo længere mod nordvest man kommer, jf. figur I.1.

5) Datagrundlaget stammer fra projektet "Luften på din vej". Nærmere oplysninger om projektet findes på www.luftenpaadinvej.au.dk. Se Jensen mfl. (2017) for beskrivelse af data og modelleringstilgang.

6) EVA står for Economic Valuation of Air pollution. EVA-systemet er et integreret modelsystem, der angiver, hvordan døde- og sygeligheden påvirkes af koncentrationer af forskellige stoffer i luften, herunder PM_{2,5} og NO₂. I EVA-systemet er desuden angivet helbredsomkostninger for hver af de integrerede helbredseffekter. EVA-systemet er udviklet ved Institut for Miljøvidenskab, Aarhus universitet, jf. Brandt mfl. (2016) og Andersen (2018).

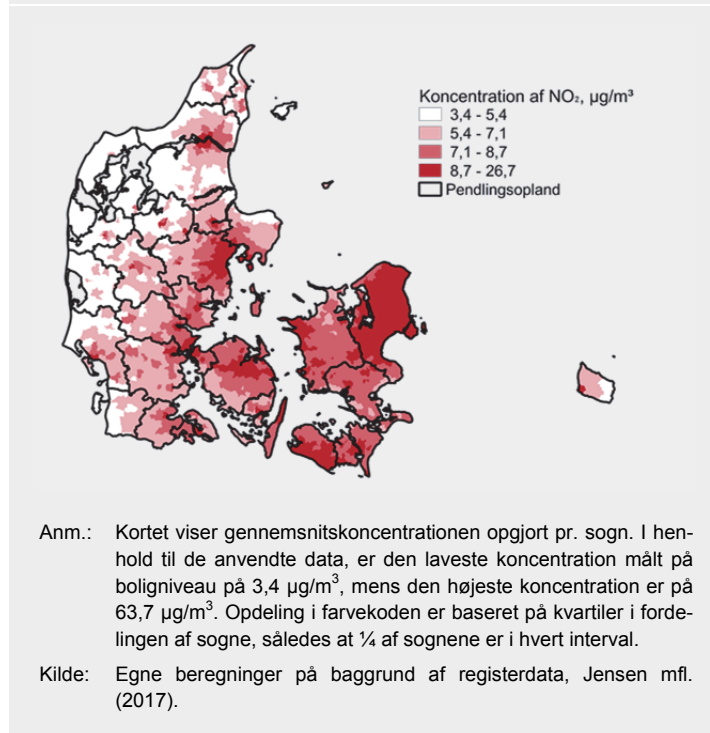
FIGUR I.1 **PM_{2,5} KONCENTRATION**



NO₂ stammer primært fra forbrændingsprocesser

Dannelse af NO₂ sker primært ved omdannelse af NO i atmosfæren. NO dannes ved forbrænding ved høje temperaturer, primært i kraftværker og gennem forbrændingsprocesser i f.eks. bilmotorer og ved skibstrafik. Bidragene kommer fra både danske og udenlandske kilder. Koncentrationen af NO₂ falder, jo længere mod vest man bevæger sig, hvilket primært skyldes høje koncentrationer af NO₂ i forbindelse med skibstrafik i Øresund og Storebælt, jf. figur I.2.

FIGUR I.2 NO₂ KONCENTRATION



Luftforureningsdata opgøres med udgangspunkt i gadekoncentrationer

Data for luftforurening er opgjort som gadekoncentrationer, der er lokale koncentrationer modelleret på adresseniveau. De steder i Danmark, hvor der ikke er en lokal registreret kilde, anvendes baggrundskoncentrationer, der siger noget om gennemsnitsbelastningen indenfor et større område. I boks I.1 er beskrevet, hvordan koncentrationer af PM_{2,5} og NO₂ er modelleret og tilknyttet alle boliger i Danmark.

Eksterne effekter af luftforurening

Luftforurening skaber eksterne effekter i form af påvirkning af menneskers helbred. Derudover skader luftforurening naturen. De effekter og omkostninger, der medtages i dette kapitel, er de personlige helbredsomkostninger, da skader på natur ikke umiddelbart kan henføres til enkelt personer eller adresser.

Helbredsomkostninger beregnes pr. person

Med udgangspunkt i de modellerede koncentrationer af luftforurening omkring hver persons bolig beregnes helbredsomkostninger pr. person i boligen. Helbredsomkostningerne pr. person beregnes ud fra enhedsomkostninger forbundet med de forskellige helbredseffekter opgjort i EVA-systemet. Beregningen af helbredsomkostninger er ligeledes beskrevet i boksen. Omkostningerne ved luftforurening

dækker f.eks. køb af medicin og tabte arbejdsdage. Dertil kommer beregnede omkostninger i forbindelse med for tidlig død opgjort i form af statistisk liv og tabte leveår, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2016).

**De totale
helbredsmæssige
omkostninger ved
luftforurening
undervurderes**

I beregningen af de helbredsrelaterede omkostninger ved luftforurening, medtages kun effekten ved eksponering af PM_{2,5} og NO₂. Der mangler således effekten fra f.eks. eksponering af ozon og svovlforbindelser samt andre NO_x-forbindelser. Dermed underestimeres de helbredsmæssige effekter ved luftforurening i et vist omfang.

BOKS I.1 LUFTFORURENINGSKONCENTRATIONER OG OMKOSTNINGER

Opgørelse af koncentrationer pr. bolig

Modeller til beregning af luftkoncentrationer er baseret på opgørelser af, hvor forureningen kommer fra kombineret med modellering af, hvordan denne spredes. Luftforureningsdata i forbindelse med PM_{2,5} og NO₂ kommer fra Aarhus Universitet, jf. Jensen mfl. (2017). Bagvedliggende oplysninger om eksponering i forbindelse med trafik fra vejnettet kommer fra Landstrafikmodellen (LTM), der er udviklet af Transport DTU. Koncentrationerne til nærværende analyse er opgjort som årsmiddelkoncentrationen i 2012, hvilket på tidspunktet for analysen var nyeste opgørelse af luftforureningskoncentrationer på adresseniveau.

Opgørelse af luftkoncentrationer på adresseniveau, er opgjort med udgangspunkt i gadekoncentrationer. Gadekoncentrationer er en samlet opgørelse af den generelle luftforurening og det direkte bidrag fra den nærliggende trafik. Beregningen af gadekoncentrationen medtager lokale forhold der kan påvirke den lokale koncentration. Dette inkluderer blandt andet trafikmængde samt vejretning og højde på bygninger i forskellige vindretninger. Gadekoncentrationerne er opgjort på adresseniveau. I de områder i Danmark, hvor der ikke er et direkte bidrag fra lokale kilder og derfor ikke en beregnet gadekoncentration, anvendes alene den generelle luftforurening opgjort som baggrundskoncentration. Baggrundskoncentrationer er opgjort inden for et område på 1 x 1 km uden registrerede kilder. Inden for dette område tildeles alle boliger den samme gennemsnitsværdi for luftforureningskoncentrationen af henholdsvis PM_{2,5} og NO₂.

Data er begrænset af, at gadekoncentrationerne kun er modelleret for boliger langs med vejnettet i Landstrafikmodellen (LTM). I LTM er ikke medtaget mindre veje, hvilket betyder, at i områder, hvor der kun er mindre veje, vil bidraget til luftforurening udelukkende bestå af baggrundskoncentrationen. Da gadekoncentrationen for mindre veje ikke er inddraget i LTM, vil koncentrationen af både PM_{2,5} og NO₂ være underestimeret. Da det kun er gadekoncentrationen fra mindre veje, som ikke er medtaget og dermed kun små ekstra koncentrationer, der ikke er med, vurderes det, at dette ikke vil underestimere det samlede bidrag væsentligt.

Fortsættes

BOKS I.1 LUFTFORURENINGSKONCENTRATIONER OG OMKOSTNINGER, FORTSAT

Beregninger af helbredsomkostninger pr. person

Helbredseffekterne for $PM_{2.5}$ og NO_2 fastlægges med udgangspunkt i såkaldte eksponerings-respons funktioner (ER-funktioner), der kommer fra Aarhus Universitets EVA-system, jf. Brandt mfl. (2016) og Andersen (2018). ER-funktionerne angiver, hvordan dødelighed og sygelighed påvirkes af koncentrationen af henholdsvis $PM_{2.5}$ og NO_2 , og er baseret på empirisk fastlagte sammenhænge mellem luftforurening og en række forskellige helbredseffekter.

Helbredseffekterne dækker blandt andet over risiko for bronkitis og astma hos børn og voksne samt risiko for indlæggelse som følge af åndedrætsbesvær og hjertekarsygdomme. Dertil kommer risiko for akut død (akut mortalitet) og risiko for død efter længere tids eksponering (kronisk mortalitet). For hver helbredseffekt der indgår i EVA-systemet er der angivet en enhedsomkostning. Helbredsomkostningen pr. år pr. helbredseffekt pr. enhed koncentration af henholdsvis $PM_{2.5}$ og NO_2 kan derefter beregnes og overføres til personer i Danmark. Den totale helbredsomkostning pr. person beregnes herefter ud fra den modellerede koncentration af $PM_{2.5}$ og NO_2 ved hver persons bolig. Udover enhedsomkostningerne i EVA-systemet anvendes værdier for statistik liv og tabte leveår ud fra metoden opgjort i De Økonomiske Råds formandskab (2016). Alle værdier er opgjort i 2017-priser. I et baggrundsnotat findes yderligere oplysninger om helbredseffekter og enhedsværdier. Baggrundsnotatet er tilgængeligt på www.dors.dk.

I EVA-systemet er medtaget de væsentligste veldokumenterede sammenhænge mellem koncentrationer af stoffer og helbredseffekter. Dermed indgår ikke alle identificerede helbredseffekter. De samlede helbredsomkostninger ved luftforurening pr. person kan derfor være undervurderede.

ER-funktionerne er typisk estimeret på baggrund af studier af sammenhængen mellem luftforurening på baggrundsniveau og de forskellige helbredseffekter, jf. Andersen (2018) og WHO (2013). Tidligere opgørelser af helbredseffekter i f.eks. Brandt mfl. (2016) og Ellermann mfl. (2018) anvender derfor udelukkende baggrundskoncentrationer. For at udnytte heterogeniteten i data anvendes i nærværende analyse både baggrunds- og gadekoncentrationer. Det er ikke givet, at de samme ER-funktioner gælder for gadekoncentrationer og heller ikke, at den samme proportionale sammenhæng gælder. Det kan betyde, at gadekoncentrationerne tildeles for store helbredsomkostninger. WHO har dog endnu ingen anbefalinger til, hvilke sammenhænge der skal anvendes, hvis man ser på gadekoncentrationer. Dette kan betyde, at helbredsomkostningerne til en given koncentration, vil være en anelse overvurderede.

I marts 2019 udgav Aarhus Universitet nye og opdaterede ER-funktioner, jf. Andersen mfl. (2019). Det har ikke været muligt at medtage disse i nærværende analyse. Opdateringen vedrører bl.a. nye ER-funktioner for NO_2 .

UNDERSØGELSER AF LUFTFORURENING

På baggrund af de beskrevne koncentrationer på adresseniveau fra 2012 samt helbredseffekter og enhedsomkostninger fra Aarhus Universitets EVA-system, kan de samlede helbredsrelaterede omkostninger ved luftforurening fra PM_{2,5} og NO₂ i Danmark opgøres til 62 mia. kr. pr. år (2017-priser). Heraf udgør PM_{2,5} langt den største omkostning på 53,3 mia. kr. pr. år, mens NO₂ udgør 8,6 mia. kr. pr. år.

Omkostningerne ved luftforurening i Danmark er tidligere blevet opgjort til ca. 42 mia. kr. pr. år (2017-priser), jf. Brandt mfl. (2016) og De Økonomiske Råds formandskab (2016). Heraf udgør PM_{2,5} 38,6 mia. kr. pr. år. Opgørelsen medtog ikke NO₂, men til gengæld ozon (O₃) og svovldioxid (SO₂).

Som nævnt er der i nærværende analyse brugt gadekoncentrationer, når disse er tilgængelige. Brugen af gadekoncentrationer i kombination med ER-funktioner fra Aarhus Universitets EVA-system vurderes, at lede til en mindre overvurdering af de samlede omkostninger ved luftforurening på ca. 3 pct. Endvidere kan de samlede helbredsomkostninger ved luftforurening være lavere i dag, hvis der har været et fald i luftforureningen siden 2012. I kapitlet er fokuseret på at beskrive variation i luftforurening og dertil knyttede omkostninger mellem personer - ikke at vurdere den samlede omkostning ved luftforurening i Danmark.

TRAFIKSTØJ

Støjdata er beregnet ud fra Landstrafikmodellen

Støj opgøres som støjpåvirkning fra vejtrafik. Opgørelsen af støj i nærværende analyse er modelberegnet med udgangspunkt i Landstrafikmodellens (LTM) vej- og trafiknet. Herudfra er støjbelastningen for alle boliger i Danmark modelleret. Beregningen af støjudbredelsen er foretaget af Moe|Tetraplan for året 2015.

Støj er uønsket

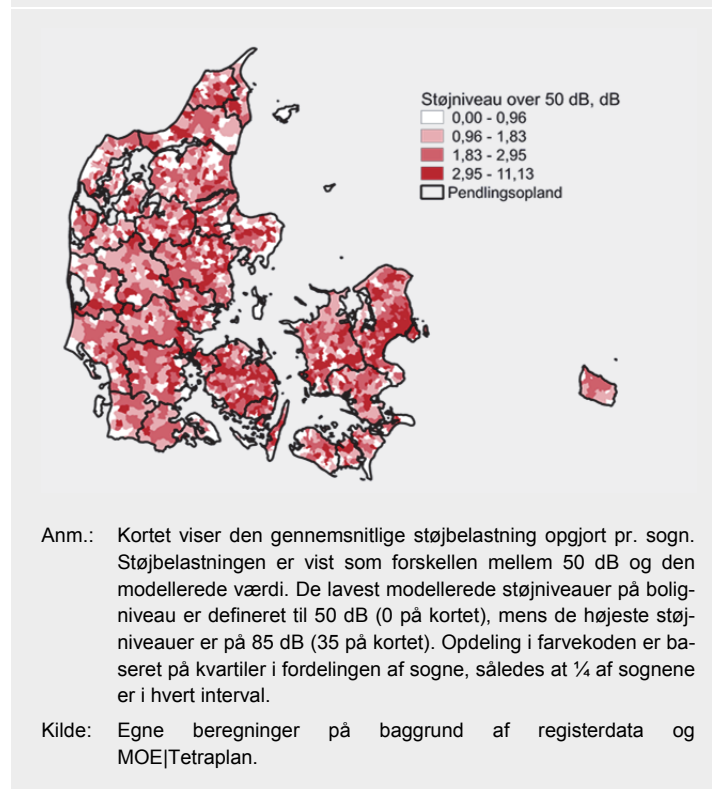
Støj er betegnelsen for uønsket lyd, der kan virke forstyrrende ved f.eks. samtale, søvn og afslapning. Hvorvidt støj er forstyrrende, er dog subjektivt. For eksempel kan støj fra en motorcykel være en del af motorcyklens oplevelse, mens samme lyd kan være til gene for andre.

Støj opgøres i decibel

Støj opgøres i decibel (dB). Normal samtale svarer til ca. 60 dB, trafikstøj på en travl gade til 65 dB, mens lastbiler kan støje helt op til 90 dB. Støjen fra vejtrafik er ikke konstant henover dagen. Derfor opgø-

res støjniveauet som et gennemsnit henover døgnet, hvor der er taget hensyn til, at støj er mere generende i aften- og natperioden end i dagtimerne. Korrektionen indebærer, at støj fra trafikken om natten tæller ti gange så meget som trafikken om dagen, mens trafikken om aftenen tæller ca. 3 gange så meget som trafik i dagtimerne. I figur I.3 er vist, hvor stor den gennemsnitlige støjbelastning fra vejtrafik er ved boliger for hvert sogn i Danmark.⁷ Det ses, at den primære støjbelastning følger motorvejsnettet og til dels de større byer i Danmark.

FIGUR I.3 STØJ FRA VEJTRAFIK



Eksterne effekter af støj består både af helbredseffekter ...

Konsekvenserne af støj for det menneskelige helbred dækker over både kort- og langsigtede effekter. De kortsigtede effekter er f.eks. irritation, søvnforstyrrelser og koncentrationsbesvær, hvilket fører til

7) Støjbelastningen fra vejtrafik er kun opgjort for boliger med mere end 50 dB. Det vil sige, at for boliger, hvor støjbelastningen fra vejtrafik er mindre end 50 dB, er denne sat til 0 dB. Dette skyldes, at tidligere analyser tyder på, at der primært er helbredseffekter for støjniveauer over 50 dB, jf. Babisch (2006).

føringet livskvalitet og fysiologisk stress. Heraf opstår risikoen for langsigtede helbredseffekter i form af f.eks. hjertekarsygdomme, jf. WHO (2018). Det er alene de langsigtede helbredsomkostninger i forbindelse med risikoen for tidlig død som følge af iskæmisk hjertesygdom⁸, der medtages i dette kapitel.

... og
geneomkostninger

Opgørelsen af de langsigtede helbredsomkostninger medtager ikke de kortsigtede helbreds- og geneomkostninger, der kan være i forbindelse med støjbelastning. Geneomkostningerne opgøres ud fra estimerede betalingsviljer for at undgå støj. Da langt de fleste mennesker foretrækker stilhed og fravær af trafikrelateret støj, vil der være en tendens til, at priserne for boliger, der er udsat for trafikstøj, er lavere end for tilsvarende boliger, der ikke er udsat for trafikstøj. Dermed kan forskelle i boligpriser, der kan henføres til trafikstøj, opfattes som et udtryk for betalingsvilligheden for at undgå geneomkostninger ved trafikstøj.

Opgørelse af de samlede omkostninger ved trafikstøj

Med udgangspunkt i den modellerede støjdbredelse omkring hver persons bolig, beregnes de samlede omkostninger ved vejtrafik bestående af summen af de helbredsrelaterede omkostninger og geneomkostninger opgjort ved forskelle i boligpriser, jf. boks I.2.

Omkostningerne ved støj fra vejtrafik kan være undervurderede ...

I opgørelsen af de samlede omkostninger ved trafikstøj indgår kun støj fra vejtrafik. Således indgår ikke støj fra f.eks. jernbane- og flytrafik, men denne type støj berører relativt få boliger sammenlignet med støj fra vejtrafik. I opgørelsen af helbredsomkostningerne ved støj fra vejtrafik indgår ikke de kortsigtede helbredsomkostninger i form af f.eks. søvnforstyrrelser og koncentrationsbesvær. Endvidere er det ikke alle langsigtede helbredsomkostninger der indgår, men kun helbredseffekter relateret til iskæmisk hjertesygdom. Hvis helbredseffekter ikke har påvirket opgørelsen af geneomkostninger, vil de samlede omkostninger ved støj fra vejtrafik, opgjort i nærværende kapitel, være undervurderede.

8) Den sammenhæng, der her er tale om, er iskæmisk hjertesygdom, som dækker over åreforkalkning, der blandt andet kan føre til blodpropper i hjertet. Der er i litteraturen også fundet en sammenhæng mellem støj og flere andre sygdomme som f.eks. forhøjet risiko for diabetes, ligesom der er fundet en effekt i forhold til børns læring i skolen, jf. EEA (2014), Jensen mfl. (2016) og van Kempen mfl. (2018). I De Økonomiske Råds formandskab (2011) indgik således også risikoen for forhøjet blodtryk i en opgørelse af helbredsomkostningerne ved trafikstøj. WHO har dog senere peget på, at disse sammenhænge endnu ikke er påvist i et omfang og med en sikkerhed, hvormed data bør anvendes til at beregne helbredseffekter, jf. WHO (2018). Der er derfor kun fokuseret på effekten af støj på iskæmisk hjertesygdom i nærværende analyse.

... men også risiko for overvurdering af omkostningerne

Omvendt, hvis betalingsviljen for at undgå støj fra vejtrafik, udover genen ved trafikstøj, også er påvirket af de helbredsmæssige effekter, der kan være ved at bo i et støjbelastet område, sker der en dobbelttælling ved anvendelse af både helbredsomkostninger og betalingsviljer målt ved huspriser. Derfor kan de opgjorte omkostninger ved støj fra vejtrafik også overvurdere de faktiske omkostninger.

BOKS I.2 STØJBELASTNING OG OMKOSTNINGER

Opgørelse af støjbelastning pr. bolig

Støjbelastningen for boliger er modelleret af Moe|Tetraplan med udgangspunkt i Landstrafikmodellen (LTM) udviklet af Transport DTU. I LTM indgår veje af regional betydning samt større kommunale veje og trafikoplysninger i tilknytning hertil. Støjudbredelsen langs vejnettet er herefter beregnet ved brug af en effektberegningsmodel. Opgørelsen er baseret på data fra 2015. De veje, der indgår i beregningen, omfatter primært veje af regional betydning samt betydende kommunale veje. Den modellerede støjudbredelse, er efterfølgende koblet til beliggenheden af alle boliger i Danmark.

Små veje, især i byerne, indgår ikke i beregningerne af støjudbredelsen, hvilket kan betyde, at der er boligområder, som er støjbelastede, men som ikke indgår i opgørelsen. Derudover betragtes hver vejstrækning isoleret, hvilket betyder, at støjbelastningen kan være undervurderet i områder, som belastes af støj fra flere veje. Endelig indgår detaljerede terræn- og afskærmningsforhold i forhold til at reducere støjbelastningen kun i begrænset omfang. F.eks. indgår støjskærme kun langs med statsveje. Med modellen er det dog muligt at modellere støjudbredelsen på adresse-niveau for hele Danmark. Nærmere beskrivelse af støjopgørelsen kan findes i et baggrundsnotat, der er tilgængelig på www.dors.dk

BOKS I.2 STØJBELASTNING OG OMKOSTNINGER, FORTSAT**Opgørelse af omkostninger pr. person**

Helbredsomkostningerne ved trafikstøj opgøres ud fra sammenhængen mellem støj og en forøget risiko for at dø af hjertesygdom (iskæmisk hjertesygdom). I Danmark tabes der årligt i alt knap 40.000 leveår som følge af hjertesygdom. Opgørelsen er foretaget ved hjælp af Dødsårsagsregisteret. En andel af de tabte leveår skyldes påvirkning fra trafikstøj. Andelen af tabte leveår, der kan tilskrives trafikstøj, beregnes ud fra sammenhængen mellem støj fra vejtrafik og dødeligheden af hjertesygdom opgjort af WHO (2018). Den samlede risiko pr. person beregnes efterfølgende, ud fra den modellerede støjbekæmpelse personen er udsat for ved sin bolig. Værdien af de leveår, hver person mister, beregnes ud fra værdien af tabte leveår opgjort efter metoden i De Økonomiske Råds formandskab (2016). Beregningen af helbredseffekter er nærmere beskrevet i et baggrundsnotat, der er tilgængelig på www.dors.dk.

Geneomkostningerne ved trafikstøj opgøres ud fra folks betalingsvilje for fravær af trafikstøj ved boligen. Opgørelsen er baseret på en husprisanalyse af solgte boliger i København, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2011). Ud fra denne analyse, blev der estimeret en generel efterspørgselsfunktion for huse og en for lejligheder. Detaljer omkring værdisætningen af geneomkostninger og estimering af efterspørgselsfunktioner kan findes i De Økonomiske Råds formandskab (2011) samt Veie (2011). Ud fra de estimerede efterspørgselsfunktioner og oplysninger om støjbekæmpelsen for hver bolig i Danmark er der estimeret en gennemsnitlig betalingsvilje pr. husstand for hele Danmark. Beregningen af geneomkostninger er nærmere beskrevet i et baggrundsnotat, der er tilgængelig på www.dors.dk.

I dette kapitel analyseres miljøpåvirkning på individniveau. Betalingsviljen pr. husstand omregnes derfor til betalingsviljen pr. person. Dette gøres ved, at dele husstandens betalingsvilje med det gennemsnitlige antal personer i husstande i henholdsvis huse og lejligheder. Der anvendes et gennemsnit af antal personer i henholdsvis huse og lejligheder, fordi den estimerede betalingsvilje pr. decibel er et gennemsnitsestimat. Alle værdier er opgjort i 2017-priser.

UNDERSØGELSER AF TRAFIKSTØJ

De samlede omkostninger ved trafikstøj er i dette kapitel opgjort til 1,3 mia. kr. pr. år (2017-priser), hvoraf de helbredsrelaterede omkostninger – opgjort ved fald i boligpriser – udgør ca. 0,3 mia. kr. pr. år.

De samfundsøkonomiske omkostninger ved trafikstøj er tidligere belyst af De Økonomiske Råds formandskab (2011). Her blev de samlede omkostninger ved trafikstøj, opgjort til 2,4 mia. kr. pr. år (2017-priser), hvoraf de helbredsrelaterede omkostninger udgjorde 0,6 mia. kr. pr. år.

Der er flere forklaringer på forskelle i opgørelsen, herunder, at der i nærværende undersøgelse kun indgår sammenhængen til iskæmisk hjertesygdom, hvor der tidligere også indgik en værdi af risikoen for forhøjet blodtryk. Sidstnævnte er ikke med i nærværende analyse, da WHO nu peger på, at denne sammenhæng endnu ikke er påvist i et omfang og med en sikkerhed, hvormed data kan anvendes til at beregne helbredseffekter, jf. WHO (2018). Derudover indgår der i nærværende analyse færre støjbelastede personer end i analysen i De Økonomiske Råds formandskab (2011). Dette skyldes formentlig forskellen i metodeopgørelse, hvor der i nærværende analyse ikke er medtaget boliger langs med mindre veje.

NÆRHED TIL NATUR

Nærhed til natur påvirker boligpriserne skove, søer og kyster

Nærhed til natur er for de fleste en positiv faktor, der indgår i valget af bopæl. Det er veletableret i litteraturen, at der er en sammenhæng mellem nærhed til natur og boligpriser. Dermed kan værdien af (nærhed til) natur opgøres ved den såkaldte husprismetode (også anvendt til opgørelse af geneomkostninger ved støj i dette kapitel).⁹

I kapitlet værdisættes nærhed til skove, søer og kyster

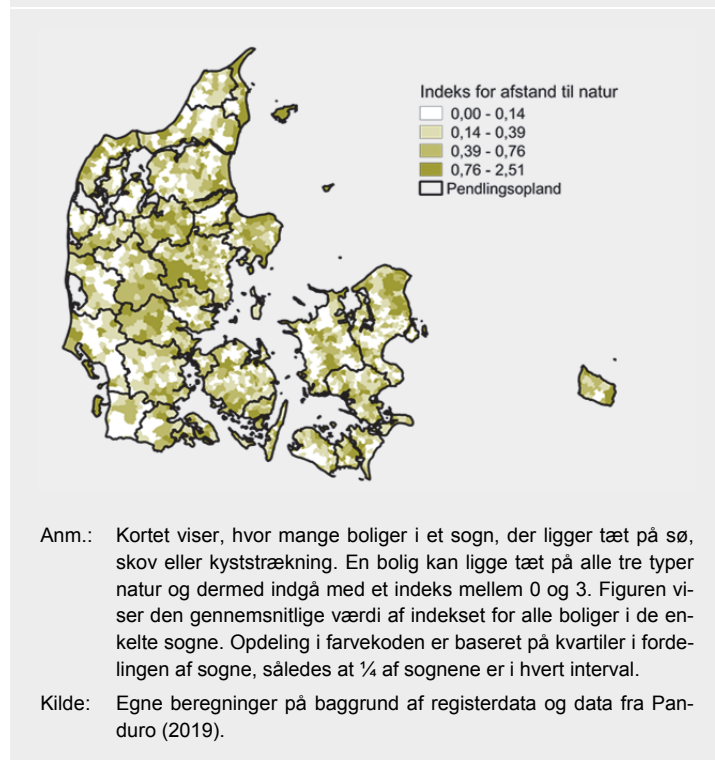
I dette kapitel værdisættes nærhed til skove, søer og kyststrækninger. Disse tre naturtyper er kortlagte på landsplan, og tidligere studier finder positive effekter på boligpriserne af nærhed til netop disse tre naturtyper, jf. Zhou mfl. (2013), Panduro og Thorsen (2014) og Panduro mfl. (2017).

9) Til opgørelse af værdien af natur blev i De Økonomiske Råds formandskab (2014) anvendt den såkaldte rejseomkostningsmetode. Resultaterne fra denne undersøgelse kan dog ikke bruges her, da den rekreative værdi blev opgjort for personer i 1x1 km² kvadrater. Fra denne undersøgelse foreligger således ikke resultater på adresseniveau.

Ny analyse viser effekter ved afstand på op til 1 km

I analysen til dette kapitel, er der identificeret en positiv effekt på huspriser af nærhed til søer og skove op til 600 meter og nærhed til kyster op til 1.000 meter. Analysen og de anvendte data, som er dokumenteret i Panduro (2019), er baseret på boligsalg i perioden 2011-2016, jf. boks I.3. I figur I.4 er for hvert sogn i Danmark angivet, hvor mange boliger der ligger inden for henholdsvis 600 og 1.000 m til sø, skov eller kyst.

FIGUR I.4 AFSTAND TIL NATUR



Den samlede værdi af natur undervurderes

Værdien af natur i denne undersøgelse medtager værdien af nærhed til søer og skove indenfor en afstand af under 600 meter og nærhed til kyster indenfor en afstand af 1.000 meter, der er medregnet. Analysen viser, at natur af disse typer der ligger længere væk fra boligen end disse afstande, har begrænset betydning for ejendomsværdien. Derudover, er værdien af mindre skove og små søer ikke med i data. Analyserne i nærværende kapitel medtager alene værdien af, at bo tættere på naturområder end disse grænser. For eksempel indgår den brugsværdi, som personer der bor længere væk fra et naturområde de bruger ikke. Dermed kan værdien være væsentligt under

estimeret. Derudover er det kun værdien af søer, skove og kyststrækninger, der er med, hvor det må forventes, at andre naturtyper ligeledes har en værdi.

BOKS I.3 VÆRDIEN AF NÆRHED TIL NATUR

Der er gennemført en ny analyse, der har til formål at fastslå effekten af nærhed af natur på boligpriserne. Analysen er udført af T. Panduro fra IFRO, Københavns Universitet. Analysen er nærmere beskrevet i Panduro (2019).

Analysen er baseret på 1.037.857 boliger, der er solgt i perioden 1. januar 2011 til 1. januar 2017. Alle salgspriser er fremskrevet til 2017-niveau. Oplysninger om salgspriser og karakteristika ved boligerne er trukket fra den Offentlige Informationsserver (OIS). Med udgangspunkt i observerede salgspriser og oplysninger om såvel husenes karakteristika, såsom alder, størrelse mv., som afstande til natur, er der estimeret en sammenhæng, der beskriver prisen af de betragtede huse som funktion af de forskellige karakteristika og herunder nærhed til natur.

Med udgangspunkt i den estimerede funktion kan effekten på boligprisen af en ændret afstand til skov, søer hhv. kyst findes. Den fundne effekt kan opfattes som udtryk for den marginale betalingsvilje for nærhed til den givne naturtype. I undersøgelsen er der fundet en effekt på boligprisen indenfor en afstand af 600 m til skove og søer og indenfor 1 km til kysten. På baggrund af en række følsomhedsanalyser indgår kun skove, der er større end 18 ha, og søer, der er større end 5 ha, i den endelige specifikation. Værdien af andre naturtyper end skove, søer og kyststrækninger, samt værdien af mindre skove og søer, afspejles ikke i boligpriserne i det anvendte datasæt, da markedet for disse naturtyper er for lille til, at der kunne estimeres en husprismetrisfunktion.

Der er estimeret 48 husprismetrisfunktioner, der beskriver 48 boligmarkeder i Danmark – 36 markeder for enfamiliehuse og rækkehuse, og 12 markeder for lejligheder. Markederne er defineret ud fra prisudviklingen i perioden 2000-2015. For hvert marked er der estimeret en husprismetrisfunktion for at tage højde for, at betalingsviljen for nærhed til natur kan være forskellig i forskellige område af Danmark. Til analysen af fordelingen af miljø i dette kapitel, er den gennemsnitlige betalingsvilje for hele landet på tværs af alle markeder benyttet, dog er der skelnet mellem markedet for lejligheder og markedet for huse. De opgjorte værdier kan således fortolkes som indikatorer for den fysiske nærhed til natur, der karakteriserer boligerne.

UNDERSØGELSER AF NÆRHED TIL NATUR

Undersøgelsen af værdien af nærhed til natur ud fra boligpriser bruges til at opgøre værdien af nærhed til sø, skov og kyst for alle boliger i Danmark, dvs. inklusive lejeboliger. Summeres værdien for hver enkelt bolig i Danmark svarer det til i alt ca. 7,6 mia. kr. pr. år.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at de 7,6 mia. kr. pr. år grundlæggende er baseret på marginale værdier for natur. Hvis der bliver færre naturområder må det således forventes, at disse marginale værdier stiger. De 7,6 mia. kr. pr. år. kan således ikke tolkes som den samlede betalingsvillighed for nærhed til natur i Danmark.

Værdien af rekreative områder er tidligere undersøgt i De Økonomiske Råds formandskab (2014). Værdien af natur blev analyseret ved brug af rejseomkostningsmetoden. Den summerede værdi fra dette studie svarer til 4,7 mia. kr. pr. år (2017-priser). Dette tal kan heller ikke tolkes som en samlet betalingsvillighed for adgang til natur.

Endvidere kan de to tal ikke direkte sammenlignes, fordi de ikke dækker over de samme værdier af natur. En forskel mellem de to metoder er bl.a., at rejseomkostningsmetoden alene måler den direkte brugsværdi ved besøg, mens værdien af udsigt til naturen og værdien af muligheden for at besøge naturen (den såkaldte optionsværdi) også indgår i husprismetoden, jf. McConnell (1990).

I.4

FORDELING AF MILJØPÅVIRKNINGER I DANMARK

Indhold i afsnittet

Afsnittet starter med at beskrive forskelle i miljøbelastning og nærhed til natur for Danmarks befolkning. Derefter undersøges det, om der er en sammenhæng mellem personers indkomst og niveauet af miljøpåvirkning. De fleste analyser i afsnittet udføres for hver miljøpåvirkning opgjort i fysiske enheder. I nogle analyser ses dog også på den samlede miljøomkostning ved alle de medtagne miljøpåvirkninger. Dette svarer til en vægтет sum af de medtagne fysiske miljøpåvirkninger.

FORDELING AF MILJØPÅVIRKNINGER

Gini-koefficienten kan beskrive fordelingen af miljøpåvirkninger

I analyser af ulighed anvendes ofte gini-koefficienten til at beskrive graden af ulighed i indkomst. Gini-koefficienten kan imidlertid også bruges til at belyse graden af ulighed i fordelingen af miljøpåvirkninger. Gini-koefficienten beregnes ved hjælp af Lorenz-kurven, jf. boks I.4

Gini-koefficienten er 0 ved en lige fordeling

Lorenz-kurven illustrerer, hvordan den samlede miljøpåvirkning af f.eks. PM_{2,5} er fordelt i befolkningen. Hvis miljøpåvirkningen var fordelt helt lige, så 20 pct. af befolkningen havde 20 pct. af forureningen, 40 pct. af befolkningen havde 40 pct. af forureningen osv., så ville Lorenz-kurven følge en diagonal, illustreret ved den sorte linje i figur I.5. Samtidig er gini-koefficienten nul for den helt lige fordeling.

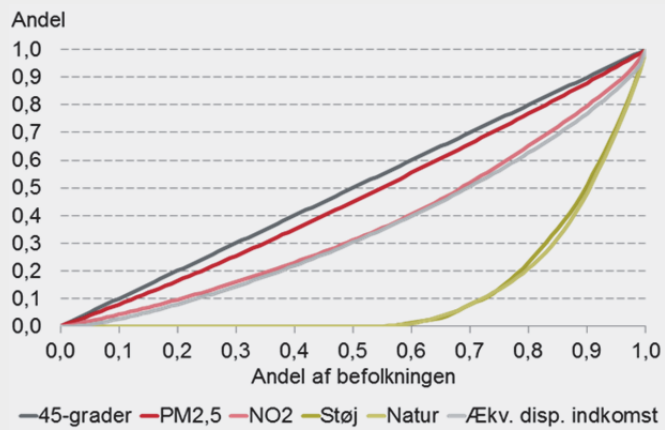
Stor forskel i uligheden af miljøpåvirkninger

Det fremgår af figur I.5, at der er stor forskel i uligheden af fordelingerne af de fire medtagne miljøpåvirkninger. Således er der meget lille ulighed i fordelingen af PM_{2,5}, mens uligheden er lidt større for NO₂. Som det fremgår af figuren er Lorenz-kurven for NO₂ nogenlunde sammenfaldende med den tilsvarende kurve for den ækvivalerede disponible indkomst, som også er indtegnet i figuren som sammenligningsgrundlag. Endelig er der meget stor ulighed i fordelingen af nærhed til natur og støj. Lorenz-kurverne for de forskellige miljøbelastninger er i figur I.5 beregnet ud fra de fysiske miljømål (dvs. koncentrationer af luftforurening eller decibel for støj). Nærhed til natur omfatter gevinster ved nærhed til kyst, skov og sø indenfor en afstand af 600 meter til boligen (1.000 meter til kyst), jf. afsnit I.3. Gevinsten ved at bo f.eks. 100 meter fra en skov er ikke den samme som gevinsten ved at bo 100 meter fra kysten. For at få et sammenvejede mål for nærhed til disse forskellige naturtyper er derfor brugt gennemsnitlige værdier af nærhed til de forskellige naturtyper, som kan fortolkes som et indeks for nærhed til natur.¹⁰

10) Bemærk at der i dette afsnit er brugt gennemsnitlige værdier af nærhed til hhv. kyst, skov og sø for hele Danmark. I de bagvedliggende estimationer i afsnit I.3 til opgørelse af værdien af nærhed kan værdien af f.eks. nærhed til skov variere mellem forskellige områder i Danmark. For eksempel kan værdien af nærhed til skov være større i områder med højere indkomst, og hvor der findes meget lidt skov. Årsagen til, at der i dette afsnit er brugt en gennemsnitlig værdi, er, at dette i højere grad afspejler variationen i det fysiske udbud af natur, jf. boks I.3 i afsnit I.3.

FIGUR I.5 LORENZ-KURVER FOR PM_{2,5}, NO₂, STØJ, NÆRHED TIL NATUR OG ÆKVIVALERET DISPONIBEL INDKOMST

Stor forskel i fordeling af miljøpåvirkninger.



Anm.: Gini-koefficienterne for PM_{2,5} er på 0,07, for NO₂ på 0,26, for støj på 0,75, for natur på 0,76 og for indkomst på 0,29. Oplysninger om indkomst og familiestørrelse er for 2016 og senest tilgængelige miljødata er fra henholdsvis 2012 (PM_{2,5} og NO₂), 2015 (støj) og 2011-2016 (nærhed til natur). For støj indgår kun belastninger over 50 dB og for nærhed til natur kun afstande under en vis grænse, jf. afsnit I.3. Det er baggrunden for, at mere end halvdelen af befolkningen ikke er påvirket af disse to faktorer, jf. den vandrette del af Lorenzkurve for støj og natur.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

BOKS I.4 BEREGNING AF GINI-KOEFFICIENT

Gini-koefficienten er et mål for ulighed og beregnes ud fra Lorenz-kurven. Lorenz-kurven opgøres ved at opstille alle personer efter størrelsen af deres miljøpåvirkning eller indkomst. Derefter beregnes for hver andel af befolkningen, andelen af den samlede værdi af miljøpåvirkning eller indkomst. For eksempel angives for den 10. percentil (1. decil) den andel af den givne miljøpåvirkning, som de 10 pct. af befolkningen med den laveste miljøpåvirkning har tilsammen.

I en befolkning med fuldstændig lighed vil hver percentil af befolkningen have den samme andel af den samlede miljøpåvirkning. I figur I.5 viser den sorte Lorenz-kurve den helt lige fordeling, mens f.eks. den grå kurve er Lorenz-kurven for den ækvivalerede disponible indkomst. Gini-koefficienten beregnes som arealet mellem Lorenz-kurven og kurven for den helt lige fordeling divideret med arealet under kurven for den helt lige fordeling (arealet under den sorte kurve).

Lille ulighed for PM_{2,5} afspejler ensartet forureningsniveau i Danmark

Det fremgik af figur I.1 i afsnit I.3, at der er tydelige geografiske forskelle i niveauet for PM_{2,5}, som især er relativt høje i hovedstadsområdet og de sydøstlige dele af Danmark. Forskellene i koncentrationen af PM_{2,5}, er imidlertid relativt små i forhold til for eksempel forskelle i ækvivaleret disponibel indkomst, hvilket resulterer i den næsten lineære Lorenz-kurve og den lille gini-koefficient for PM_{2,5}.

Lidt større ulighed for NO₂

Der er større ulighed i fordelingen af NO₂ end for PM_{2,5}. Dette skyldes, at koncentrationen af NO₂ i højere grad varierer med lokale kilder, som f.eks. trafik og skibsfart.

Størst ulighed fordeling af støj og nærhed til natur

Der er stor ulighed i den opgjorte nærhed til natur og støjbelastning. Det fremgår således af Lorenz-kurverne, at det kun er ca. 40 pct. af befolkningen, som er belastet af støj fra vejtrafik (over 50 dB), mens det ligeledes kun er ca. 40 pct. af befolkningen, som bor så tæt på natur, ud fra de anvendte afstandsgrænser i opgørelsen, at det påvirker husprisen.

Uligheden for nærhed til natur kan være overvurderet

Lorenz-kurverne for støj og nærhed til natur skal dog tolkes forsigtigt, da der, som beskrevet i afsnit I.3, er brugt tærskelværdier til at fastlægge, hvornår støj og nærhed til natur har en påvirkning. For nærhed til natur er der kun tillagt en værdi, hvis bopælen er indenfor fastlagte afstande til de forskellige naturtyper. Hvis personer også har en værdi af naturområder, som ligger længere væk end disse afstandsgrenser, overdriver den viste Lorenz-kurve uligheden. Tidlige analyser viser således, at personer i mange tilfælde besøger naturområder, som ligger længere væk end 600 meter fra deres bopæl, jf. f.eks. De Miljøøkonomiske Råds formandskab (2014). Endvidere er mindre skove og parker i byerne ikke inkluderet i data. Det tilsiger

også, at uligheden for nærhed til natur er overvurderet. For støj ses kun på støj over 50 dB, fordi der normalt ikke kan findes effekter på boligpriser eller helbred af støj under dette støjniveau.

**Samlet miljølighed
mindre end
indkomstulighed**

Der kan opstilles en samlet Lorenz-kurve for alle de medtagne miljøpåvirkninger baseret på den summerede miljøomkostning i kr. af $PM_{2,5}$, NO_2 , støj med fradrag for værdien af nærhed til natur.¹¹ Den samlede Lorenz-kurve for de fire miljøpåvirkninger viser en mindre ulighed end uligheden i fordelingen af indkomst, jf. figur I.6. Den samlede Lorenz-kurve for alle fire miljøpåvirkninger ligger mellem Lorenz-kurven for $PM_{2,5}$ og Lorenz-kurverne for de andre miljøpåvirkninger vist i figur I.5. Årsagen til dette er, at miljøomkostningen ved $PM_{2,5}$ er væsentlig større end for de andre miljøpåvirkninger. Dette gør, at den samlede Lorenz-kurve for de fire miljøpåvirkninger er blevet "trukket" op mod kurven for $PM_{2,5}$. Bemærk at kurven for den summerede miljøpåvirkning kun består af de fire udvalgte miljøpåvirkninger, og derfor ikke kan tolkes som et samlet ulighedsmål for alle typer miljøpåvirkninger i Danmark.

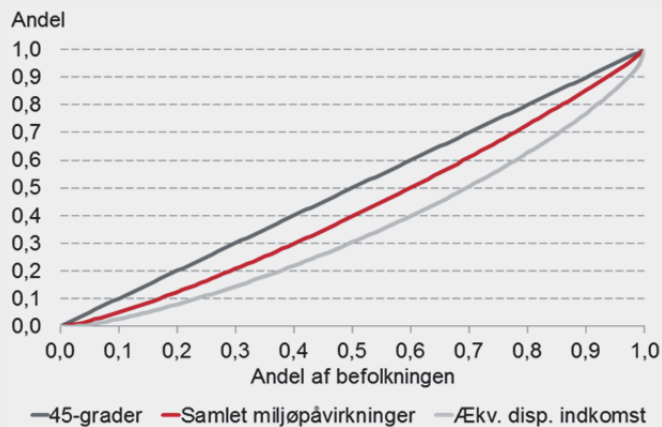
**Geografiske
forskelle mellem
miljøpåvirkninger**

Noget af uligheden i miljøpåvirkningerne skyldes forskelle mellem geografiske områder. For eksempel er personer i hovedstadsområdet i højere grad udsat for støj end personer i Vestjylland. Som nævnt i afsnit I.3 er valget af bopæl bestemt af flere overvejelser. Valget mellem områder vil ofte være bestemt af blandt andet beskæftigelsesmuligheder eller familie, mens valget indenfor et område typisk vil være bestemt af blandt andet præferencer for natur og miljø, men også af andre overvejelser som kvaliteten af institutioner og offentlig service mv. Det er derfor relevant at undersøge, hvor meget af uligheden, som afspejler forskelle i miljøpåvirkning mellem forskellige områder af Danmark, og hvor meget der skyldes forskelle i miljøpåvirkningen indenfor de forskellige områder. Dette gøres i det følgende med udgangspunkt i de 29 forskellige pendlingsoplande, jf. afsnit I.3. Et pendlingsopland er defineret ved, at de fleste mennesker, der bor i området, også arbejder der. Pendlingsoplande kan opfattes som lokale arbejdsmarkeder, indenfor hvilke det er muligt at skifte bolig uden at skifte arbejde.

11) Nærhed til natur indgår her som en negativ miljøomkostning (dvs. en gevinst).

FIGUR I.6 LORENZ-KURVE FOR SAMLET MILJØPÅVIRKNING (PM_{2,5}, NO₂, STØJ OG NÆRHED TIL NATUR)

Der er mindre ulighed i samlet miljøpåvirkning end i indkomst.



Anm.: Gini-koefficienten for den samlede miljøpåvirkning er på 0,16 og for indkomst på 0,29. Oplysninger om indkomst er fra 2016 og senest tilgængelige miljødata fra henholdsvis 2012 (PM_{2,5} og NO₂), 2015 (støj) og 2011-2016 (nærhed til natur), jf. afsnit I.3.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

Theil-indeks bruges til at opdele i ulighed mellem og indenfor pendlingsoplande

Det såkaldte Theil-indeks er, ligesom gini-koefficienten, et summarisk mål for ulighed, hvor øget ulighed medfører et højere Theil-indeks. Fordelen ved Theil-indekset er, at den samlede ulighed i miljøpåvirkning kan opdeles i bidrag fra ulighed mellem forskellige pendlingsoplande og bidrag fra ulighed indenfor pendlingsoplande, jf. boks I.5.¹² Ligesom Lorenz-kurverne viser de beregnede Theil-indeks, at uligheden er mindst for PM_{2,5}, lidt større for NO₂ og størst for nærhed til natur og støj, jf. tabel I.2.

12) Næsten 60 pct. af befolkningen i data har et støjniveau under 50 dB, jf. afsnit I.3. Ved beregning af den relative forskel i støjniveau i forhold til 50 dB vil disse observationer få værdien nul. For nærhed til natur er problematikken den samme, idet mange boliger ikke har en værdi for nærhed til natur. Hvis de får værdien nul, ekskluderes de fra beregningen af Theil-indekset. For at inkludere dem i beregningen af Theil-indekset anvendes derfor en værdi på 0,1 for disse observationer. Modsat gini-koefficienten kan Theil-indekset også have værdier større end 1.

BOKS 1.5 THIEL-INDEKS OG DEKOMPONERING

Theil-indekset er, ligesom gini-koefficienten, et summarisk mål for ulighed. Fordelen ved Theil-indekset er, at det kan dekomponeres, så det er muligt at belyse, hvor stor en del af den samlede ulighed, der skyldes forskelle henholdsvis mellem og indenfor forskellige delgrupper, jf. Theil (1967). Theil-indekset måler, hvor stor afvigelsen er mellem den faktiske fordeling af miljøpåvirkninger og den fordeling af miljøpåvirkninger, der ville være, hvis miljøpåvirkningerne var ligeligt fordelt.

Det samlede Theil-indeks (T) beregnes ud fra uligheden mellem pendlingsoplande plus en vægtet sum af uligheden indenfor det enkelte pendlingsopland. Uligheden indenfor de enkelte pendlingsoplande opgøres ved følgende udtryk:

$$T_i = \sum_{n=1}^N x_n \ln \left(\frac{x_n}{p_n} \right)$$

hvor T_i er uligheden indenfor pendlingsopland i N er antal individer i pendlingsopland i , x_n er andelen af den specifikke miljøbelastning for individ n , og p_n er individ n 's andel af populationen i pendlingsopland i .

Pendlingsopland i 's andel af den samlede miljøbelastning, indgår som vægt i den samlede ulighed. Opdelingen af Theil-indekset kan opskrives på denne måde:

$$T = \sum_{i=1}^k s_i \ln \left(\frac{s_i}{p_i} \right) + \sum_{i=1}^k s_i T_i,$$

hvor T er uligheden i hele samfundet, som er delt op i k pendlingsoplande. s_i er pendlingsopland i 's andel af den samlede miljøpåvirkning, mens p_i er andel af landets samlede befolkning, der bor i pendlingsopland i . T_i er uligheden i pendlingsopland i . Bemærk, at det første led på højre side måler uligheden mellem pendlingsoplande, hvor analyseenheden er pendlingsoplande (i stedet for individer), mens anden led måler uligheden indenfor pendlingsoplande, hvor analyseenheden er individer. Således bliver første led nul, hvis miljøpåvirkningerne mellem pendlingsoplande er fordelt proportionalt med befolkningen i de enkelte pendlingsoplande – og anden led er nul, hvis alle personer indenfor et givet pendlingsopland har den samme miljøpåvirkning.

TABEL I.2 THEIL-INDEKS FOR MILJØPÅVIRKNINGER

Theil-indekset for samlet ulighed og fordeling heraf på ulighed mellem og indenfor pendlingsoplande.

	PM _{2,5}	NO ₂	Støj	Natur	Indkomst
Mellem områder	0,006	0,063	0,060	0,044	0,003
Indenfor områder	0,001	0,050	0,955	1,099	0,186
Theil-indeks	0,008	0,113	1,016	1,143	0,189

Anm.: For natur er anvendt samme enhedspris for hele Danmark for værdien af nærhed til de forskellige typer, jf. afsnit I.3. Oplysninger om indkomst er fra 2016 og senest tilgængelige miljødata fra henholdsvis 2012 (PM_{2,5} og NO₂), 2015 (støj) og 2011-2016 (nærhed til natur), jf. afsnit I.3.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

Ulighed i partikelforureningen er primært mellem pendlingsområder ...

Det fremgår endvidere af tabellen, at det meste af uligheden for PM_{2,5} skyldes ulighed i koncentrationen af PM_{2,5} mellem pendlingsoplande. Ud af en samlet ulighed på 0,008, skyldes ca. 80 pct. forskelle mellem pendlingsoplande, mens knap 20 pct. af uligheden skyldes ulighed indenfor pendlingsoplandene.

... skyldes især høj koncentration i København

En stor del af uligheden mellem pendlingsoplande skyldes, at koncentrationen af PM_{2,5} er relativt høj i København modsat især Aalborg og Aarhus, der har relative lav koncentration af PM_{2,5}. Dette afspejler, at PM_{2,5} fra udlandet dominerer i forhold til danske kilder, og at koncentrationsbidraget fra udlandet falder, jo længere mod nordvest man kommer, jf. afsnit I.3.

For NO₂ er uligheden både mellem og indenfor pendlingsområder

Resultatet af dekomponeringen af uligheden i NO₂ viser, at ca. 55 pct. af den samlede ulighed skyldes forskelle mellem pendlingsoplande, mens 45 pct. skyldes ulighed indenfor pendlingsoplande. Igen er det primært pendlingsoplandet København, der har en større del af forureningen, mens områder i Nordjylland har en mindre andel. Dette mønster afspejler, at en betydelig del af NO₂ forurening kommer fra vej- og skibstrafik, som spredes regionalt med vinden.

Ulighed i støj og natur især indenfor pendlingsoplande

Uligheden i støj og nærhed til natur skyldes primært ulighed indenfor pendlingsoplande. Dette afspejler, at støj og nærhed til natur har en betydeligt mere lokalt afgrænset spredning end luftforurening.

SAMMENHÆNG MELLEML MILJØPÅVIRKNINGER OG INDKOMST

I det følgende undersøges sammenhængen mellem de forskellige miljøpåvirkninger og indkomst. Først undersøges den overordnede sammenhæng mellem miljøpåvirkninger og indkomst og derefter ses på sammenhængen indenfor – og mellem pendlingsoplande.

Miljøpåvirkning opdelt på 100 indkomstgrupper

Sammenhængen mellem de forskellige miljøpåvirkninger og indkomst er illustreret i figur 7-I.10. I disse figurer viser X-aksen den gennemsnitlige ækvivalerede disponible indkomst efter størrelse for hver percentil af befolkningen. Det vil sige, at det første punkt på X-aksen består af den ene procent af befolkningen med lavest indkomst. Punktet længst til højre på X-aksen – angivet med værdien 100 – repræsenterer den ene procent af befolkningen med de højeste indkomster. Y-aksen i figurene angiver miljøpåvirkningen i form af henholdsvis koncentrationen af PM_{2,5} og NO₂, støj over 50 dB og nærhed til natur. De røde kurver i hver figur viser den gennemsnitlige miljøpåvirkning for alle personer i hver af de 100 indkomstgrupper.¹³

Lidt højere luftforurening for de laveste og de højeste indkomster

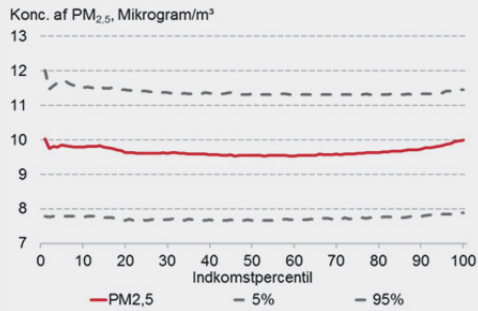
Det fremgår, at der er en svagt U-formet sammenhæng mellem luftforurening (PM_{2,5} og NO₂) og indkomst, jf. figur I.7 og figur I.8. Det vil sige, at luftforureningen er lidt højere for personer med de laveste indkomster og for personer med de højeste indkomster end for personer med mellemindkomster. Forskellen er dog ikke stor.

Lidt mindre støj og mere natur for personer med høj indkomst

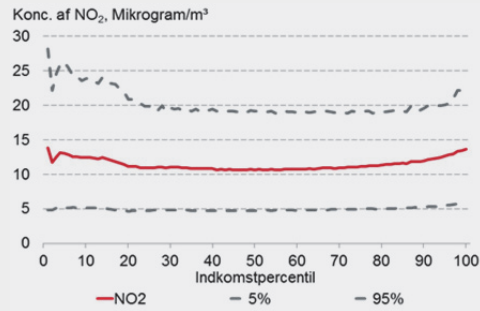
For støjbelastning er der en svag tendens til, at støjen gradvist aftager med stigende indkomst. Det vil sige, at støjen er højst for personer med lav indkomst og lavest for personer med høj indkomst, jf. figur I.9. Det ses også, at det især er de højeste indkomstgrupper, som bor i nærhed af natur, jf. figur I.10. For nærhed til natur er tendensen noget kraftigere end for øvrige miljøpåvirkninger. Udenlandske undersøgelser af sammenhængen mellem miljø og indkomst, jf. afsnit I.2 finder en tilsvarende sammenhæng.

13) Bemærk at skaleringen af Y-akserne er forskellige i figurene. Derfor skal man være varsom med at tolke niveauer og hældninger på kurverne på tværs af figurene.

FIGUR I.7 PM_{2,5} OG INDKOMST



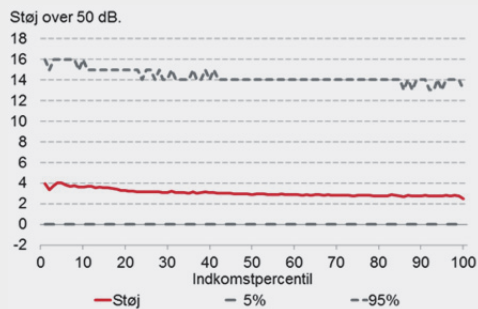
FIGUR I.8 NO₂ OG INDKOMST



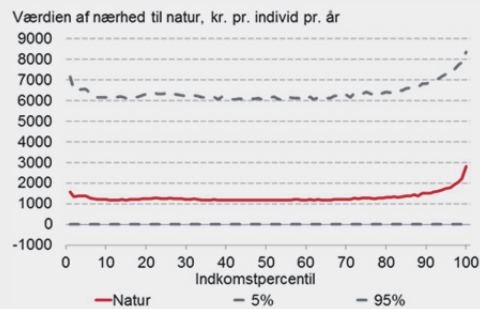
Anm.: X-aksen viser indkomstpercentiler for den ækvivalerede disponible indkomst. De røde kurver er den gennemsnitlige koncentration af luftforurening for pågældende indkomstpercentil. De stiplede kurver angiver spredning i koncentrationer for personer i hvert indkomstpercentil (målt som 5 pct. og 95 pct. fraktiler). Oplysninger om indkomst er fra 2016 og senest tilgængelige miljødata fra henholdsvis 2012 (PM_{2,5} og NO₂), 2015 (støj) og 2011-2016 (nærhed til natur), jf. afsnit I.3.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

FIGUR I.9 STØJ OG INDKOMST



FIGUR I.10 NÆRHED TIL NATUR OG INDKOMST



Anm.: X-aksen viser indkomstpercentiler for den ækvivalerede disponible indkomst. De røde kurver er den gennemsnitlige miljøbelastning for pågældende indkomstpercentil. De stiplede kurver angiver spredning i miljøbelastningen for personer i hvert indkomstpercentil (målt som 5 pct. og 95 pct. fraktiler). Oplysninger om indkomst er fra 2016 og senest tilgængelige miljødata fra henholdsvis 2012 (PM_{2,5} og NO₂), 2015 (støj) og 2011-2016 (nærhed til natur), jf. afsnit I.3.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

Stor variation i miljøpåvirkning indenfor hver indkomstgruppe

Det fremgår også af figur I.7-I.10, at der indenfor hver indkomstgruppe er stor variation i miljøpåvirkningen. Dette er illustreret ved de stiplede kurver, som for hver indkomstgruppe viser 5 pct. og 95 pct. fraktiler for miljøpåvirkningen. Det vil sige, at der er 5 pct. af alle personer i hver indkomstgruppe, som har en miljøpåvirkning på et niveau, som er under den nederste stiplede linje, mens der er 5 pct. som har en miljøpåvirkning, der er højere end den øverste stiplede linje.

Overordnet svag sammenhæng mellem indkomst og miljøpåvirkning

Således er sammenhængen mellem miljøpåvirkninger og indkomst svag set i forhold til variationen i miljøpåvirkninger indenfor hver indkomstgruppe. Det er illustreret ved, at forskellen mellem de stiplede linjer for alle indkomstgrupper er væsentlig større end ændringen i det gennemsnitlige niveau for miljøpåvirkning mellem indkomstgrupper (de røde kurver) fra venstre mod højre i figurerne.

Afvejningsmekanismen relevant for forskelle mellem pendlingsoplande

Der er i litteraturen peget på tre mekanismer (markedsmekanismen, afvejningsmekanismen og politisk allokering), som alle beskriver en sammenhæng mellem miljøpåvirkning og indkomst, jf. afsnit I.2. Den såkaldte afvejningsmekanisme tilsiger en positiv sammenhæng mellem indkomst og miljøpåvirkning, når man sammenligner mellem større geografiske områder, f.eks. pendlingsoplande. Et pendlingsopland som hovedstadsområdet kan således have relativt gode indkomstmuligheder, men også højere miljøbelastning på grund af mere trafik og erhvervsaktivitet. Omvendt vil et pendlingsopland i et udkantsområde, som f.eks. Ærø, have dårligere indkomstmuligheder, men til gengæld et bedre miljø.

Markedsmekanismen og politisk allokering relevant for forskelle indenfor pendlingsoplande

Hvis man i stedet betragter sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning indenfor et pendlingsopland som f.eks. hovedstaden, vil markedsmekanismen omvendt kunne føre til, at personer med høj indkomst i højere grad end personer med lav indkomst køber eller lejer de relativt dyrere boliger i områder med relativt godt miljø. Markedsmekanisme vil derfor kunne føre til en negativ sammenhæng mellem indkomst og miljøpåvirkning indenfor et givet pendlingsopland. En sammenhæng som den politiske allokeringsmekanisme vil kunne forstærkes, hvis myndigheder oftere placerer forurenende virksomheder og veje tættere på boligområder med lavindkomstbeboere end på boligområder med højindkomstbeboere. I det følgende ses derfor nærmere på sammenhængen mellem miljøbelastning og indkomst indenfor pendlingsoplande og mellem pendlingsoplande.

Sammenhæng mellem miljø og indkomst indenfor pendlingsoplande

Sammenhængen mellem indkomst og miljø indenfor pendlingsoplande er vist i figur I.11-I.4. I disse figurer viser de røde kurver de samme "rå" sammenhænge mellem miljøbelastning og indkomst, som tidligere blev vist i figur I.7-I.10. De grønne kurver viser sam-

menhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning korrigeret for forskelle mellem pendlingsoplande, både hvad angår indkomstforskelle og forskelle i miljøpåvirkning. På den måde bibeholdes variationen mellem indkomst og miljøpåvirkninger indenfor pendlingsoplande, uden at denne påvirkes af variationen mellem pendlingsoplande. I praksis er dette gjort ved at korrigere de enkelte miljøpåvirkninger og indkomsten med forholdet mellem landsgennemsnittet og gennemsnittet for det enkelte pendlingsopland for hvert enkelt indkomst-percentil.

**Lidt mindre
luftforurening for
personer med høj
indkomst indenfor
pendlingsoplande ...**

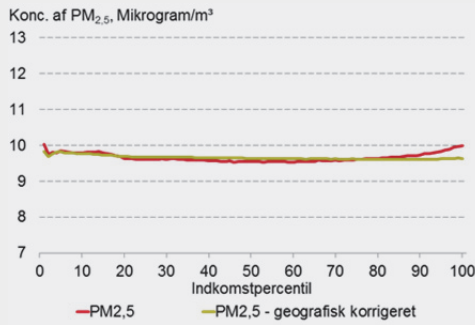
For luftforurening er der forskel på den "rå" sammenhæng mellem indkomst og miljø og sammenhængen alene indenfor pendlingsoplande, jf. figur I.11 og I.12. Således viser de korrigerede kurver en svag tendens til en negativ hældning svarende til, at personer med høj indkomst i højere grad har mindre luftforurening, når der alene ses indenfor pendlingsoplande. Dette er konsistent med den sammenhæng, som man vil forvente for markedsmekanismen og forklaringen vedrørende politisk allokering.¹⁴

**... også lidt mindre
støj og mere natur
for personer med
høj indkomst**

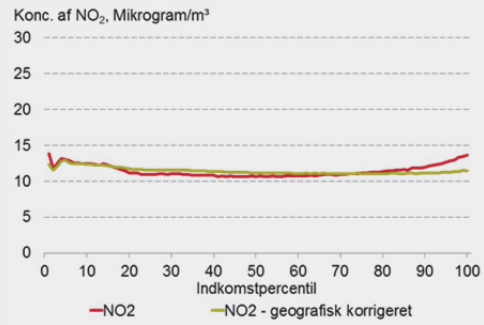
For støj og nærhed til natur er der næsten ikke forskel på de "rå" sammenhænge og sammenhængene alene indenfor pendlingsopland, som kan ses af de korrigerede kurver, jf. figur I.13 og I.4. De korrigerede kurver viser således, at også for støj er der indenfor pendlingsoplande en svag tendens til, at personer med høj indkomst har bedre miljø. For nærhed til natur er tendensen igen noget kraftigere end for øvrige miljøpåvirkninger. Dette er ligeledes konsistent med markedsmekanismen og forklaringen vedrørende politisk allokering.

14) Forskellen mellem den "rå" kurve og den korrigerede kurve kan f.eks. afspejle, at der i København bor mange personer med høj indkomst, som også er udsat for høj koncentration af luftforurening.

FIGUR I.11 PM_{2,5} OG INDKOMST (GEOGRAFISK KORRIGERET)



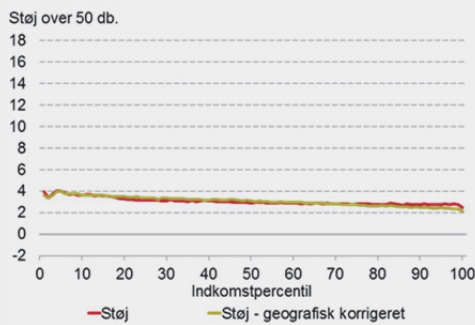
FIGUR I.12 NO₂ OG INDKOMST (GEOGRAFISK KORRIGERET)



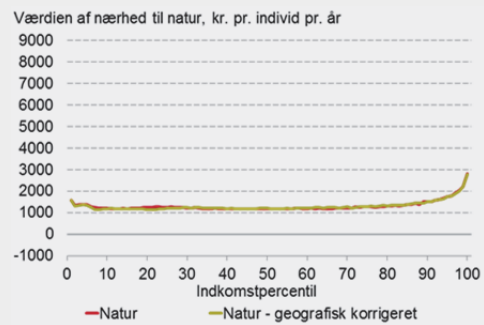
Anm.: De røde kurver viser de "rå" sammenhænge mellem (gennemsnitlig) miljøpåvirkning for hvert indkomstpercentil. De grønne kurver viser de geografisk korrigerede sammenhænge, som alene er udtryk for sammenhængen indenfor pendlingsoplande. Oplysninger om indkomst er fra 2016 og senest tilgængelige miljødata fra henholdsvis 2012 (PM_{2,5} og NO₂), 2015 (støj) og 2011-2016 (nærhed til natur), jf. afsnit I.3.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

FIGUR I.13 STØJ OG INDKOMST (GEOGRAFISK KORRIGERET)



FIGUR I.14 NÆRHED TIL NATUR OG INDKOMST (GEOGRAFISK KORRIGERET)



Anm.: Se figur I.11.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata for 2016 og data for miljøpåvirkninger, jf. afsnit I.3.

Økonometrisk analyse bekræfter stærkere sammenhæng indenfor pendlingsoplande

For at undersøge konklusionerne fra de grafiske sammenhænge mellem indkomst og miljøpåvirkninger er der estimeret modeller for hver af de 4 miljøpåvirkninger, jf. boks I.6. Resultaterne fra disse estimationer bekræfter, at der er en svag tendens til en negativ sammenhæng mellem indkomst og miljøbelastninger og en svag positiv tendens mellem indkomst og nærhed til natur. Således har personer med høj indkomst en tendens til i højere grad at have et relativt bedre miljø end personer med lav indkomst. Endvidere er disse sammenhænge lidt mere markante, men stadig svage, når der alene ses på variationer indenfor pendlingsoplande.

Tendens til højere miljøbelastning i pendlingsoplande med høj indkomst

De estimerede modeller belyser også sammenhængen mellem indkomst og miljø mellem forskellige pendlingsoplande. Det fremgår, at pendlingsoplande med høj gennemsnitlig indkomst også har mere støj, mere NO₂ og ringere adgang til natur. Dette er konsistent med den sammenhæng, man ville forvente fra afvejningsmekanismen. Der er dog ikke fundet tilsvarende sammenhæng for PM_{2,5}, og sammenhængen var ikke statistisk signifikant for NO₂.¹⁵

Modsatrettede sammenhæng indenfor og mellem pendlingsoplande

Som det fremgår af figur I.11 og figur I.12 er der en svag U-formet sammenhæng mellem indkomst og luftforurening ud fra de "rå" tal, dvs. at luftforureningen er i starten aftagende med stigende indkomst, men ved de højeste indkomster stiger luftforureningen. Baggrunden er de modsatrettede sammenhæng mellem indkomst og miljøpåvirkning indenfor og mellem pendlingsoplande. Når der korrigeres for geografiske forskelle i luftforurening og indkomst, er der ikke en tendens til stigende luftforurening for de højeste indkomster. Forskellen på de to kurver skyldes, at der især i hovedstadsområdet og i de større byer er relativ høj luftforurening og samtidig nogle strukturelle forhold, som gør, at både grupper med lave indkomst og grupper med høj indkomst relativt hyppigt bosætter sig der. For eksempel er der forholdsvis mange lejeboliger og flere højtlojnnede jobmuligheder, som gør det attraktivt at søge mod de større byer.

15) I den estimerede model *mellem* pendlingsoplande betragtes hvert pendlingsopland som én observation. Hovedstadsområdet er således blot en enkelt observation, selv om ca. 35 pct. af indbyggerne bor her. Luftforurening og indkomst er generelt høje i hovedstadsområdet. Hvis der i estimationerne mellem pendlingsoplande vægtes med antallet af indbyggere i hvert pendlingsopland, viser alle analyser, at der er en positiv sammenhæng mellem gennemsnitlig indkomst og gennemsnitlig miljøpåvirkning mellem pendlingsoplande, jf. baggrundsnotatet, der er tilgængelig på www.dors.dk.

BOKS I.6 ØKONOMETRISK ANALYSE AF SAMMENHÆNG MELLEM INDKOMST OG MILJØ

Der er udført en parametriske analyse af sammenhængen mellem ækvivaleret disponibel indkomst og de forskellige miljøpåvirkninger for at understøtte resultaterne af de grafiske analyser. Der estimeres tre modeller for hver miljøpåvirkning:

Model 1 belyser den overordnede "rå" sammenhæng mellem miljøpåvirkning og indkomst:

$$\text{Miljøpåvirkning}_i = \beta_0 + \beta \ln(W_i) + \varepsilon_i$$

hvor W er den ækvivalerede disponible indkomst for individ i og ε_i er fejleddet. Parameteren β udtrykker den overordnede sammenhæng mellem miljøpåvirkning og indkomst.

Model 2 belyser sammenhængen mellem miljøpåvirkning og indkomst indenfor pendlingsoplande:

$$\text{Miljøpåvirkning}_{ir} = \beta_0 + \beta_W \ln(W_{ir}) + \delta_r + \varepsilon_{ir}$$

hvor r angiver pendlingsopland, mens δ_r er separate konstantled for hvert pendlingsopland. Parameteren β_W udtrykker sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning *indenfor* pendlingsoplande.

Model 3 belyser sammenhængen mellem miljøpåvirkning og indkomst mellem pendlingsoplande:

$$\overline{\text{Miljøpåvirkning}}_r = \beta_0 + \beta_B \ln(\overline{W}_r) + \bar{\varepsilon}_r$$

hvor $\overline{\text{Miljøpåvirkning}}_r$ angiver den gennemsnitlige miljøpåvirkning og $\ln(\overline{W}_r)$ angiver den gennemsnitlige naturlige logaritme af indkomst i pendlingsopland r . Parameteren β_B udtrykker sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning *mellem* pendlingsoplande.

Model 1 afspejler overordnet sammenhængen mellem miljøpåvirkning og indkomst svarende til de "rå" røde kurver i figur I.11-I.13 og estimatet for β svarer til hældningen på de røde kurver. Tilsvarende belyser model 2 sammenhængen svarende til de grønne kurver, dvs. indenfor pendlingsoplande. De økonometriske modeller og figurerne adskiller sig dog på den måde, hvorpå indkomst indgår (ln-transformeret indkomst og indkomstpercentiler), dvs. der er ikke fuldstændig korrespondance mellem figurerne og de økonometriske modeller.

De estimerede parametre for sammenhængen mellem miljøpåvirkning og indkomst er gengivet i tabel A. De estimerede parametre for β og β_W er negative for miljøbelastningerne og positive for nærhed til natur. Dette indikerer, at personer med højere indkomst har bedre miljø.

Fortsættes

BOKS I.6 ØKONOMETRISK ANALYSE AF SAMMENHÆNG MELLEML INDKOMST OG MILJØ, FORTSAT

Det fremgår også, at estimerne for β_w i alle fire tilfælde er numerisk større end de tilsvarende estimer for β . Dette indikerer, at sammenhængen mellem højere indkomst og bedre miljø er lidt mere markant, når der alene ses på variationer indenfor pendlingsområder.

De estimerede parametre for β_B er positive for NO₂ og støj (dog ikke signifikant for NO₂) og negativ for nærhed til natur. Dette indikerer, at pendlingsområder med høj gennemsnitlige indkomst, typisk også har ringere miljø (eller mindre nærhed til natur). For PM_{2,5} er sammenhængen modsat.^{a)}

TABEL A ESTIMEREDE PARAMETRE

	PM _{2,5}	NO ₂	Støj	Nærhed til natur
<i>B</i>	-0,04** (0,001)	-0,24** (0,004)	-0,43** (0,003)	150** (1,73)
β_w	-0,07** (0,0003)	-0,54** (0,003)	-0,52** (0,003)	159** (1,44)
$\beta_B^{a)}$	-12,55* (4,86)	11,75 (10,21)	9,06** (2,56)	-7.482* (3.385)
R ² (model 1)	0,000	0,001	0,003	0,002
R ² (model 2)	0,008	0,008	0,005	0,002
R ² (model 3)	0,198	0,047	0,318	0,153
Antal observationer	5.454.083	5.454.083	5.454.102	5.325.452

a) Koefficienten i model 3 regressionen mellem pendlingsområder er ikke vægtet. Dermed har små pendlingsområder samme vægt i regressionen som hovedstadsområdet. Der er også lavet analyser, hvor der er vægtet i forhold til størrelsen af pendlingsområder. Disse viser, at koefficienter til PM_{2,5}, NO₂ og støj er signifikant positive og koefficienter til natur er signifikant negativ alle på mindst 99,9 pct. niveau.

Anm.: ** angiver et signifikansniveau på 1 pct., * angiver et signifikansniveau på 5 pct., standardfejl er i parenteser. De fulde regressionsresultater kan ses i baggrundsnotatet, se www.dors.dk. Den lineære funktionelle form i regressionerne indenfor pendlingsområder er valideret i semiparametriske analyser.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registeranalyser.

Ud fra de estimerede parametre kan størrelsen af sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning beregnes. Tages udgangspunkt i β_w svarer de estimerede parametre til, at personer, der i gennemsnit har 100.000 kroner mere i ækvivaleret disponibel indkomst i gennemsnit oplever et 0,2 dB lavere niveau for støj, en PM_{2,5} og NO₂ koncentration, der er hhv. 0,02 og 0,22 µg/m³ lavere. Det illustrerer, at selv om sammenhængene mellem indkomst og miljøpåvirkning er statistisk signifikant er påvirkningen meget begrænset.

Kun beskeden samvariation mellem miljøpåvirkninger og indkomst

Endelig fremgår det af de estimerede modeller, at miljøpåvirkningerne kun i meget begrænset grad samvarierer med indkomst, både generelt og indenfor pendlingsoplande. Således viser R^2 -værdierne, at under 1 pct. af variationen i miljøpåvirkninger indenfor pendlingsoplande samvarierer med indkomst, jf. resultatet for model 2 i boks I.6.

Lille forskel i værdi af miljøpåvirkninger mellem indkomstgrupper

Den svage negative tendens mellem miljøbelastningerne og indkomst og den tilsvarende svage positive tendens mellem nærhed til natur og indkomst illustreres også af størrelsen på ændringerne i miljøpåvirkninger som følge af en indkomstændring. Som vist i boks I.6, vil en person, der i gennemsnit har 100.000 kroner mere i ækvivaleret disponibel indkomst, i gennemsnit opleve et støjniveau, der er 0,2 dB lavere, en $PM_{2,5}$ koncentration, der er $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lavere, og en NO_2 koncentration, der er $0,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lavere. De fysiske effekter kan også udtrykkes som omkostninger ved at anvende enhedspriser for miljøpåvirkningerne. Således svarer det til en reduktion i miljøomkostningerne ved de tre miljøbelastninger på hhv. 30 kr. for $PM_{2,5}$, 30 kr. for NO_2 og 5 kr. for støj, mens en person, der i gennemsnit har 100.000 kroner mere i ækvivaleret disponibel indkomst også vil have for 63 kr. mere nærhed til natur.

Svag sammenhæng mellem indkomst og miljøbelastning i Danmark

Selvom der findes de sammenhænge mellem miljøpåvirkninger og indkomst i Danmark, som de forskellige mekanismer beskrevet i litteraturen tilsiger, viser analyserne, at sammenhænge er svage. Langt størstedelen af variationen i de medtagne miljøpåvirkninger er mellem personer med samme indkomst.

I.5

HVEM BOR I DE MEST MILJØBELASTEDE BOLIGER?

Indhold i afsnittet

Formålet med dette afsnit er at undersøge, hvor stor forskel i miljøbelastning der er mellem de mest miljøbelastede boliger og gennemsnitligt miljøbelastede boliger, jf. boks I.7. Det undersøges endvidere, om de mest miljøbelastede boliger består af særlige boligtyper (f.eks. almennyttige boliger, lejerboliger mv.). Efterfølgende beskrives socioøkonomiske karakteristika for personer, som bor i de mest miljøbelastede boliger. Børn er en gruppe, der er særligt sårbare overfor miljøbelastninger. Derfor vurderes det til sidst, om børn, der vokser op i de mest miljøbelastede boliger, adskiller sig fra andre børn vurderet ud fra forældrenes socioøkonomiske karakteristika. Der fokuseres i afsnittet på miljøbelastninger i form af luftforurening ($PM_{2,5}$ og NO_2) og støj. Nærheden til natur indgår således ikke i udvælgelsen af de mest miljøbelastede boliger.

BOKS I.7 DE MEST MILJØBELASTEDE BOLIGER OG DERES BEBOERE

Boliger i områder med højest miljøbelastning defineres her som de boliger, hvor de 10 pct. af befolkningen med største omkostninger ved miljøbelastningerne er bosat. Det er opgjort ud fra den samlede miljøbelastning af PM_{2,5}, NO₂ og støj. De mest miljøbelastede boliger svarer således til 9,8 pct. af den samlede boligmasse, mens de mindst miljøbelastede boliger svarer til 9,4 pct. af den samlede boligmasse.

Efterfølgende ses på personerne i disse boliger. Det er de 10 pct. af befolkningen med de største omkostninger ved miljøbelastningerne. I denne del af analysen inkluderes kun personer over 18 år.

I sidste del af analysen sammenlignes forældres karakteristika på tværs af miljøbelastninger. Konkret ses på forældre til børn født i 2000-2002, der har boet mindst 15 år i en af de boliger med højest miljøbelastning. Antallet af børn, der har boet mindst 15 år i en af de boliger med højest miljøbelastning, svarer til ca. 3 pct. af børnene født i perioden 2000-2002.

Alternativt kunne de mest miljøbelastede boliger været defineret ud fra officielle grænseværdier. Der er imidlertid også sundhedseffekter og gener ved luftforurening og støj under de officielle grænseværdier, jf. WHO (2013 og 2018). Derudover er der, ud fra de anvendte data, ikke nogen boliger, hvor grænseværdierne for luftforurening er overskredet. Hvis grænseværdierne anvendes, vil der derfor alene være miljøbelastede boliger, hvor grænseværdien for støj er overskrevet, jf. baggrundsnotatet.

MILJØBELASTEDE BOLIGER

Boliger med højeste miljøbelastninger findes i store dele af Danmark ...

Den geografiske placering af de mest miljøbelastede boliger i forhold til den samlede miljøomkostning forbundet med alle tre miljøbelastninger er vist i tabel I.3. Tabellen viser, at boliger med de største samlede miljøomkostninger tilknyttet miljøbelastningerne PM_{2,5}, NO₂ og støj er repræsenteret i store dele af Danmark.

... men de fleste ligger i hovedstadsområdet

Selvom de miljøbelastede boliger er fordelt over det meste af landet, så ligger langt den største del af de miljøbelastede boliger i hovedstadsområdet. Det er således omkring 70 pct. af de mest miljøbelastede boliger, der ligger i hovedstadsområdet. De miljøbelastede boliger er dermed klart overrepræsenteret i hovedstaden. Omvendt er boliger med lavest miljøbelastning lokaliseret i mindre byer eller på landet, og primært i region Nordjylland og region Midtjylland.

TABEL I.3 FORDELINGEN AF MILJØBELASTNINGER PÅ TVÆRS AF MILJØKVALITET

	Højest miljø-belastning	Alle	Lavest miljø-belastning
PM _{2,5} , koncentration, µg/m ³	11	10	8
NO ₂ , koncentration, µg/m ³	23	12	5
Støj, dB over 50	12	3	0
Samlede miljøomkostning af PM _{2,5} , NO ₂ og støj, 1.000 kr. pr. år, pr. person	-15,7	-11,6	-8,5
Natur, 1.000 kr. pr. år pr. person	1,4	1,4	1,3
	----- Pct. -----		
Bystørrelse			
Hovedstadsområdet	70	23	0
Over 50.000 indbyggere	12	17	2
5.000-50.000 indbyggere	10	28	32
Under 5.000 indbyggere	8	32	66
Regioner			
Region Nordjylland	1	11	66
Region Midtjylland	6	22	34
Region Syddanmark	9	21	0
Region Hovedstaden	74	31	0
Region Sjælland	10	14	0

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

Fire gange mere støj og dobbelt så meget NO₂ i de miljøbelastede boliger

Sammenlignes støjbelastningen for de mest miljøbelastede boliger med støjbelastningen for en gennemsnitlig bolig, ses det, at den er fire gange så høj for de mest miljøbelastede boliger, mens NO₂ belastningen er næsten dobbelt så høj. Forskellen i PM_{2,5} belastning mellem de mest og de mindst belastede boliger er meget lille. Samtidig ses det, at nærhed til natur er nogenlunde ens på tværs af boliger med forskellig miljøbelastning.

Personer bosat i boliger med højest miljøbelastning har en miljøomkostning, der er 4.100 kr. højere end gennemsnittet pr. år

I tabel I.3 er også vist den gennemsnitlige miljøomkostning ved PM_{2,5}, NO₂ og støj for de mest miljøbelastede boliger, alle boliger og de mindst miljøbelastede boliger. Den gennemsnitlige årlige miljøomkostning for alle er således på 11.600 kr. Til sammenligning er miljøomkostningen på 15.700 kr. pr. år for personer i en bolig, der er blandt de 10 pct. mest miljøbelastede. Det vil sige, at en gennemsnitsperson bosat i et område med høj miljøbelastning har en samlet miljøomkostning, der er ca. 4.100 kr. pr. år større end en person bosat i en gennemsnitsbolig. 4.100 kr. svarer til ca. 1,5 pct. af den gennemsnitlige årlige ækvivalerede disponible indkomst. De personer, som bor i de mindst miljøbelastede boliger, har til sammenligning en årlig miljøomkostning på ca. 8.500 kr. pr. år, dvs. ca. 3.100 kr. mindre end for en gennemsnitsperson.

En person bosat et år i højest miljøbelastning taber ca. 40 timers levetid i fht. en person i en gennemsnitsbolig

Cirka 90 pct. af de opgjorte miljøomkostninger dækker over tidlig død og dermed tab af levetid.¹⁶ En person bosat i et område med høj miljøbelastning har en større risiko for at dø tidligere end en person bosat i et gennemsnitsområde. For en person, der bor et år i et område med højest miljøbelastning, svarer miljøbelastningen til en forventet reduktion i levetiden svarende til ca. 175 timer, mens en person, der bor i et gennemsnitsområde i gennemsnit kan forvente at få reduceret levetiden med ca. 136 timer som følge af støj og luftforurening. Dermed tabes ca. 40 timer af den forventede levetid, hvis en person er bosat i en bolig med høj miljøbelastning i et år, i forhold til hvis personen var bosat i en gennemsnitsbolig i et år.¹⁷ Den miljøfaktor, der bidrager mest til denne forskel i forventet levetid, er PM_{2,5}, jf. tabel I.4.

16) Se baggrundsnotatet, der er tilgængelig på www.dors.dk.

17) Kombinationen af tab af 40 timer i forventet levetid og de 4.100 kr. i forskel mellem en person i et miljøbelastet område og en gennemsnitsperson svarer til en værdi på ca. 900.000 kr. for et tabt leveår.

TABEL I.4 MILJØOMKOSTNINGER OPGJORT I TABT LEVETID

	Højest miljø- belastning	Alle	Lavest miljø- belastning
	----- Timer pr. år pr. person.-----		
PM _{2,5}	139	119	95
NO ₂	34	17	8
Støj	3	0	0
I alt	175	136	103

Anm.: Kun tab af levetid i form af forøget risiko for at dø eller få forkortet levetid.

Kilde: Egne beregninger.

**Størst
helbredseffekter
for PM_{2,5}**

Sammenlignes tabel I.3 og tabel I.4 ses, at forskellen i PM_{2,5} koncentration mellem de mest og de mindst miljøbelastede boliger er relativ lille, men at denne forskel bidrager til den største forskel i forventet levetid. Dette skyldes, at helbredseffekterne relateret til død og tabt levetid for PM_{2,5} er større end for nogle af de andre miljøpåvirkninger.

BOLIGTYPER OG SOCIOØKONOMISKE GRUPPER

**Hvilke typer
boliger er mest
miljøbelastet?**

I det følgende afsnit undersøges først, hvilke typer boliger der er mest miljøbelastede. Derefter undersøges det, om beboerne i de mest miljøbelastede boliger har særlige socioøkonomiske karakteristika.

**Flere lejligheder
blandt boliger
med højest
miljøbelastning**

Som det fremgik af tabel I.3, ligger boliger med højest miljøbelastning i høj grad i hovedstadsområdet og i de større byer. Med hensyn til boligtyper er næsten ¼ af de mest miljøbelastede boliger således lejligheder, hvilket er udtryk for en overrepræsentation, idet kun 39 pct. af alle boliger er lejligheder, jf. tabel I.5. Særligt andelsboliger, ligger i højere grad i områder med højest miljøbelastning sammenlignet med den gennemsnitlige fordeling af boligtyper. Det er til gengæld en relativ lille andel af de almennyttige boliger, som er mest miljøbelastede.

TABEL I.5 BOLIGTYPER MED FORSKELLIGT MILJØ

	Højest miljø-belastning	Alle vægtet ^{a)}	Alle	Lavest miljø-belastning
	----- Pct. -----			
Boligtype				
Ejerbolig	32	42	49	69
Almennyttig bolig	15	23	20	12
Privat leje	12	8	10	9
Andelsbolig	24	13	8	3
Øvrige boligtyper	17	12	11	5
Hus/Lejlighed				
Hus	27	45	59	88
Lejlighed	73	53	39	11

a) Vægtet for forskelle mellem pendlingsoplande.

Anm.: "Øvrige boligtyper" dækker tjenesteboliger og uoplyste boligtyper, "Hus/lejlighed" summer ikke altid til 100 pct., idet der er nogle få observationer, som er missing i data.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

Vægtning til korrektion af geografiske forskelle

Der er som nævnt ovenfor flere miljøbelastede boliger i hovedstadsområdet, og samtidig er der generelt en høj andel af lejligheder i hovedstadsområdet. At der er relativt mange lejligheder, som er miljøbelastede, kan derfor afspejle, at andelen af lejligheder er ulige fordelt mellem pendlingsoplande med høj miljøbelastning og lav miljøbelastning. For at neutralisere virkningen af en skæv fordeling af boliger i miljøbelastede pendlingsoplande, kan opgørelsen for "alle boliger" vægtes i forhold til andelen af boliger i højeste miljøbelastning i hvert pendlingsopland. Den vægtede fordeling er vist i søjlen "Alle vægtet" i tabel I.5. Vægtningen er nærmere forklaret i boks I.8.

BOKS I.8 VÆGTNING TIL KONTROL AF FORSKELLE I MILJØBELASTNING MELLEM Pendlingsoplande

Der er foretaget en vægtning for bedre at kunne sammenligne karakteristika ved alle boliger med karakteristika for de miljøbelastede boliger. Dette gøres ved at tildele boligtyper og (senere) socioøkonomiske karakteristika højere vægte for pendlingsoplande med relativt mange miljøbelastede boliger, og lavere vægte for pendlingsoplande med relativt få miljøbelastede boliger. Vægtningen svarer til en standardberegning.

Hvis f.eks. pendlingsopland A har en andel på 10 pct. af alle boliger, men kun en andel på 5 pct. af alle de miljøbelastede boliger, vil pendlingsopland A få en vægt på 0,5 (0,05/0,10). Hvis pendlingsopland B har en andel på 5 pct. af alle boliger, men 10 pct. af de miljøbelastede boliger, vil pendlingsopland B få en vægt på 2.

Standardberegningen med disse vægte betyder, at det enkelte pendlingsopland har samme vægt ved beregningen af f.eks. andelen af lejligheder for alle boliger, som det har i beregningen af andelen af lejligheder for boliger med højst miljøbelastning. Sammenligningen af boligtyper med den vægtede fordeling svarer til at sammenligne fordelingen for boliger med højst miljøbelastning med fordelingen for alle boliger *indenfor* samme pendlingsopland.

Når andelen af lejligheder blandt de mest miljøbelastede (73 pct.) er højere end den vægtede andel af alle lejligheder (53 pct.) er det udtryk for, at lejligheder også er overrepræsenteret blandt miljøbelastede boliger i de pendlingsoplande, hvor de fleste miljøbelastede boliger ligger.

Lejligheder er blandt de mest miljøbelastede også efter vægtning

I den vægtede fordeling af boligkarakteristika er der således korrigeret for forskelle mellem pendlingsoplande, således at f.eks. andelen af lejligheder i den vægtede søjle er justeret op for at tage højde for, at der er flere lejligheder blandt alle boliger i hovedstadsområdet. Sammenligningen mellem boliger med højst miljøbelastning og den vægtede fordeling af boliger viser, at der også indenfor de pendlingsoplande, hvor de miljøbelastede boliger ligger, er forholdsvis mange lejligheder, andelsboliger og private lejeboliger blandt de mest miljøbelastede boliger. Forskellen er dog betydelig mindre, end når der sammenlignes med den uvægtede fordeling af boliger.

Sammenligning af socioøkonomiske karakteristika

I tabel I.6 sammenlignes socioøkonomiske karakteristika for beboere i boliger med højst miljøbelastning med hele befolkningen og med beboere i boliger med lavest miljøbelastning.

TABEL I.6 SOCIOØKONOMISKE FORSKELLE MELLEM BEBOERE I BOLIGER MED FORSKELLIG MILJØBELASTNING

	Højest miljø-belastning	Alle vægter ^{a)}	Alle	Lavest miljø-belastning
	----- Pct. -----			
Demografi				
Indvandrere og efterkommere	18	15	12	5
Enlige	46	39	36	26
Ingen børn	75	71	72	69
Pensionister (over 65 år)	16	22	23	26
Uddannelse				
Ufaglært	22	25	28	32
Gym. el. erhvervsfaglig udd.	39	40	42	44
Videregående uddannelse	39	35	30	23
Arbejdsmarkedstilknytning (18-65 år)				
Beskæftiget	75	75	74	77
Ikke beskæftiget	19	20	21	20
Studerende	6	4	4	4
	----- 1.000 kr. -----			
Ækvivaleret disp. indkomst	257,0	274,9	259,2	248,2

a) Vægtet for forskelle mellem pendlingsoplande.

Anm.: Videregående uddannelse dækker kort, mellemlang og lang videregående uddannelse.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

Flere indvandrere og højtuddannede i de mest miljøbelastede boliger, ...

Det fremgår, at der bor forholdsvis mange indvandrere og efterkommere i de mest miljøbelastede boliger i forhold til hele befolkningen. I forhold til uddannelse bor der færre ufaglærte og flere med videregående uddannelse i de mest miljøbelastede boliger.

... afspejler i nogen grad geografisk bosætning

Når der via vægtningen tages højde for forskelle i beboersammensætningen mellem pendlingsoplande, er der dog en væsentlig reduktion i forskellene mellem højtuddannede, indvandrere og efterkommere i de mest miljøbelastede boliger og alle personer. Den høje andel af personer med en videregående uddannelse, indvandrere og efterkommere i de mest miljøbelastede boliger afspejler således delvist geografiske forskelle i bosætning, dvs. at en forholdsvis stor andel af personer med en videregående uddannelse samt indvandrere og efterkommere er bosat i pendlingsoplande, hvor der er mange miljøbelastede boliger, blandt andet hovedstadsområdet.

Forholdsvis mange enlige i de mest miljøbelastede boliger	Der er også relativt mange enlige og personer uden børn i de mest miljøbelastede boliger. Dette gælder også efter, at der via vægtningen korrigeres for forskelle i bobeersammensætningen mellem pendlingsoplande. Den højere andel af enlige i miljøbelastede boliger kan afspejle, at enlige i højere grad bor i byerne og i lejligheder, som samtidig er en boligtype, hvor der oftere er en høj miljøbelastning, som det også fremgår af tabel I.6.
Flere indvandrere og efterkommere i de mest miljøbelastede boliger	Resultaterne viser også, at der er lidt flere indvandrere og efterkommer minoriteter og lidt færre pensionister, som bor i de mest miljøbelastede boliger. Forskellen bliver reduceret efter, at der er foretaget en korrektion for geografiske forskelle.
Personer i boliger med højest miljøbelastning har lavere indkomst end andre i samme pendlingsopland	Forskellen i ækvivaleret disponibel indkomst mellem personer i boliger med højest miljøbelastning og alle personer er meget lille. Vægtes i forhold til pendlingsområder, bliver forskellen større, så personer i boliger med højest miljøbelastning har en lavere ækvivaleret disponibel indkomst end alle personer. Dette skyldes, at der før vægtningen sammenlignes på tværs af pendlingsoplande, hvor forskelle i indkomst mellem pendlingsoplande har modvirket forskelle i indkomst indenfor pendlingsoplande. Sammenligningen med de korrigerede resultaterne viser, at der er en vis sammenhæng mellem lav indkomst og det at bo i de mest miljøbelastede boliger, når man ser indenfor pendlingsområder.
Estimationer bekræfter resultater i tabel I.6	Der er udført estimationer for at validere de forskelle i socioøkonomiske karakteristika mellem personer i miljøbelastede boliger i forhold til personer i andre boliger, som fremgår af tabel I.6, jf. boks I.9. Resultaterne her bekræfter, at det i lidt højere grad er personer med videregående uddannelse, enlige, personer uden børn og indvandrere og efterkommere, som bor i de mest miljøbelastede boliger. Det bekræftes også, at forskellene mindskes, når der korrigeres for forskelle mellem pendlingsoplande.
Ikke samme resultater som i udenlandske undersøgelser	Udenlandske undersøgelser har fundet, at personer med lav uddannelse, arbejdsløse og etniske minoriteter oftere bor i de mest miljøbelastede boliger, jf. afsnit I.2. I ovenstående analyser findes tilsvarende resultater for efterkommere og indvandrere, men ikke for lavt uddannede og for personer, der ikke er i beskæftigelse. Således svarer andelen af arbejdsløse, og uddannelsesgrupper i miljøbelastede boliger stort set til gennemsnittet indenfor samme pendlingsopland endog med en tendens i den modsatte retning.

BOKS I.9 PARAMETRISK ANALYSE AF SOCIOØKONOMISKE KARAKTERISTIKA FOR PERSONER I DE MEST MILJØBELASTEDE BOLIGER

Der er gennemført en parametrisk analyse for at belyse, hvordan sandsynligheden for at bo i en miljøbelastet bolig afhænger af socioøkonomiske karakteristika. Analysen har til formål at validere de forskelle, der fremgik af den beskrivende analyse i tabel I.6.

Der er estimeret en lineær sandsynlighedsmodel, hvor den afhængige variabel har værdien 1, hvis personen bor i en miljøbelastet bolig (og værdien 0, hvis personen bor i en bolig, som ikke er miljøbelastet). Som forklarende variable medtages de socioøkonomiske karakteristika, som indgik i tabel I.3 samt alderskategorier. I modellen er der også korrigeret for forskelle mellem pendlingsoplande.

De estimerede parametre bekræfter resultaterne fra tabel I.6. Således er de estimerede parametre højest for enlige, personer uden børn og personer med en videregående uddannelse. Modellen viser blandt andet, at personer med en videregående uddannelse har ca. 3 pct. større sandsynlighed for at bo i en miljøbelastet bolig, mens en person uden børn ca. har 4 pct. større sandsynlighed for at bo i en miljøbelastet bolig. Indvandrere og efterkommere har ca. 1 pct. større sandsynlighed for at bo i en miljøbelastet bolig.

a) Regressionerne fremgår af et baggrundsnotat.

BØRN UDSAT FOR HØJERE MILJØBELASTNING

Børn udsat for miljøbelastninger har højere risiko for dårligt helbred end voksne

Børn kan betragtes som en sårbar gruppe i forhold til miljøpåvirkning.¹⁸ Især børn, der har været udsat for en høj miljøbelastning i en længere periode, må formodes at have en forhøjet risiko for dårligere helbred, jf. afsnit I.2. I det følgende ses derfor på, hvad der karakteriserer forældre til børn, der er vokset op i områder med dårligere miljø. Socioøkonomiske karakteristika for disse børns forældre sammenlignes med den gennemsnitlige fordeling for forældre til alle børn født i 2000-2002.

18) For ældre er der også større helbredseffekter forbundet med specifikke koncentrationniveauer end for den generelle befolkning. I data er der kun observeret meget få personer over 65 år, der bor i boliger, hvor disse koncentrationer overskrides. Derfor ses bort fra ældre som en sårbar gruppe i denne analyse.

DATA FOR BØRN FRA ÅR 2000

I analysen følges børn født i årene 2000-2002. Ved at fokusere på denne periode er der tilgængelige data, så det er muligt at identificere børn, der har boet 15 år eller mere i en bolig med dårligere miljø (dvs. de mest udsatte børn).

Data indeholder information om luftforureningen i år 2012 og for støj i år 2015, jf. afsnit I.3. Der er ikke oplysninger om miljøpåvirkninger opgjort på adresseniveau tilbage i tid. Derfor bygger analysen på en antagelse om, at boliger, der i 2012 og 2015 havde en høj miljøbelastning, også havde dette tilbage i år 2000. Denne antagelse understøttes af målinger af luftforurening og trafikmålinger tilbage i tiden. Se baggrundsnotatet, der er tilgængeligt på www.dors.dk.

Flere børn af indvandrere vokser op i miljøbelastede boliger ...

Overordnet er der ikke stor forskel i de socioøkonomiske karakteristika mellem forældre til børn, der har boet lang tid i miljøbelastede boliger og forældre til børn i almindelighed. Der er heller ikke nogen tydelig forskel i den gennemsnitlige indkomst for de to grupper. Der er dog en større andel af børn af indvandrere og efterkommere, som er vokset op i boliger med højest miljøbelastning miljø, jf. tabel I.7.

... men ikke når der ses på fordeling indenfor pendlingsoplande

Det fremgår dog, at der ikke er flere børn af indvandrere og efterkommerne, når der korrigeres for forskelle mellem pendlingsoplande gennem vægtning på samme måde som i tabel I.5, jf. de kursiverede tal i tabel I.7. Der bor forholdsvis mange indvandrere og efterkommere med børn i pendlingsoplande med mange miljøbelastede boliger. Når der korrigeres for det, er der ikke en større andel af børn af indvandrere og efterkommere, som er vokset op i de mest miljøbelastede boliger.

Flere børn af højtuddannede i miljøbelastede boliger

Der er også en forholdsvis stor andel af børn af personer med videregående uddannelse, som er vokset op i områder med højest miljøbelastning. Andelen af børn af personer med videregående uddannelse mindskes, når der vægtes med pendlingsoplande, men der er fortsat en forskel. Udenlandske undersøgelser finder, at især børn af forældre med lav uddannelse og lav indkomst bor i områder med højest miljøbelastning, jf. afsnit I.2. I modsætning hertil er det i Danmark i lidt højere grad børn af veluddannede, som vokser op i områder med højest miljøbelastning.

TABEL I.7 SOCIOØKONOMISKE FORSKELLE FOR FORÆLDRE TIL BØRN I BOLIGER MED FORSKELLIG MILJØKVALITET

	Højest miljø- belastning i +15 år	Alle vægter ^{a)}	Alle
	----- Pct. -----		
Demografi			
Indvandrere og efterkommere	13	13	9
Enlige	23	28	25
Pensionister (over 65 år)	2	2	3
Uddannelse			
Ufaglært	7	9	9
Gym. el. erhvervsfaglig udd.	35	37	41
Videregående uddannelse	58	54	50
Arbejdsmarkedstilknytning (18-65 år)			
Beskæftiget	93	91	91
Ikke beskæftiget	1	1	1
Studerende	6	8	8
	----- 1.000 kr. -----		
Ækvivaleret disp. indkomst	243,2	245,2	226,0

a) Vægtet for forskelle mellem pendlingsoplande.

Anm.: Videregående uddannelse dækker kort -, mellemlang – og lang videregående uddannelse. Uden for arbejdsmarkedet dækker over førtidspensionister og øvrige. Barnet er repræsenteret af den forælder med det højeste uddannelsesniveau. Det samme gør sig gældende for arbejdsmarkedstilknytning. Således har et barn, hvor den ene forælder er "Ikke beskæftiget" og den anden "Beskæftiget", fået tildelt tilknytningen "Beskæftiget".

Kilde: Egne beregninger på baggrund af registerdata.

I.6 SAMMENFATNING

Fordelingsmæssige aspekter af selve miljøpåvirkningen

Kapitlet har belyst forskellige aspekter af miljø og fordeling. Der er i Danmark fokus på de fordelingsmæssige effekter af grønne afgifter. Det fremføres således ofte i debatten, at grønne afgifter rammer personer med lav indkomst hårdere end personer med høj indkomst. Der har imidlertid ikke været tilsvarende fokus på fordelingsmæssige aspekter af selve miljøbelastningen i Danmark. I kapitlet er det derfor undersøgt, om der er forskelle i den miljøbelastning, som personer i Danmark udsættes for. Derudover er det vurderet, om der er en sammenhæng mellem graden af miljøbelastning og personers indkomst. Endelig er det undersøgt, om det er personer med særlige

socioøkonomiske karakteristika, som bor i de mest miljøbelastede boliger i Danmark.

Luftforurening, støj og nærhed til natur

I kapitlet er der foretaget analyser af miljøbelastning i form af luftforurening ($PM_{2,5}$ og NO_2) og støj fra vejtrafik. Derudover er også foretaget analyser af gevinsten ved at bo tæt på skov, sø og kyst. For disse miljøpåvirkninger findes landsdækkende data, som kan knyttes til alle boliger i Danmark. Data om miljøpåvirkninger er herefter koblet med oplysninger om beboernes indkomst og andre socioøkonomiske karakteristika.

Flere miljøpåvirkninger end i tilsvarende udenlandske analyser

Resultaterne i kapitlet kan ikke generaliseres til at omfatte miljøbelastninger, som ikke indgår i analysen. Tilgængeligheden af geografisk detaljerede landsdækkende data, der kan knyttes til personer, har været med til at afgrænse, hvilke miljøpåvirkninger, som er medtaget i analysen. Mange tilsvarende udenlandske analyser ser kun på en enkelt type miljøbelastning, som f.eks. luftforurening. Analysen i kapitlet er således mere omfattende end mange udenlandske analyser.

FORDELING AF MILJØPÅVIRKNINGER

Lille ulighed i fordeling af $PM_{2,5}$

Der er stor forskel på graden af ulighed i fordelingen af de forskellige typer miljøbelastning og nærheden til natur mellem personer i Danmark. Således er der relativt lille forskel i miljøpåvirkning fra $PM_{2,5}$ mellem forskellige personer. Uligheden i fordelingen af $PM_{2,5}$ er således lille sammenlignet med uligheden i fordelingen af indkomst.

Lidt større ulighed i fordeling af NO_2

Der er også relativt små forskelle i koncentrationerne af NO_2 mellem forskellige personer. Forskellene i koncentrationen af NO_2 mellem personer er dog større end for $PM_{2,5}$. Uligheden i fordelingen af NO_2 svarer således nogenlunde til uligheden i fordelingen af indkomst. Den større ulighed for NO_2 i forhold til $PM_{2,5}$ afspejler, at koncentrationen af NO_2 i højere grad varierer med lokale kilder, som f.eks. kraftværker, trafik og skibsfart, mens $PM_{2,5}$ primært kommer fra udlandet og har mere regional karakter.

Størst ulighed i støj og nærhed til natur

Sammenlignet med de to typer luftforurening er der store forskelle i støjforureningen og i nærheden til natur mellem forskellige personer. Dette afspejler, at støj og nærhed til natur har meget lokal karakter. Uligheden i nærheden til natur kan dog være overvurderet. Som eksempel indgår mindre naturområder ikke i analysen, hvilket kan gøre, at forskelle i nærheden til natur overvurderes.

MILJØPÅVIRKNING OG INDKOMST

Ikke entydigt om personer med lav indkomst har bedre eller dårligere miljø

Der er i litteraturen peget på forskellige mekanismer, som kan medføre en sammenhæng mellem indkomst og miljøbelastning. Den såkaldte *afvejningsmekanisme* tilsiger, at personer med lav indkomst også generelt vil have lavere miljøbelastning. I modsætning hertil peger *markedsmekanismen* på, at personer med lav indkomst i højere grad vil have en højere miljøbelastning jf. afsnit 1.2.

Personer med lav indkomst har lav miljøbelastning ud fra afvejningsmekanismen

Afvejningsmekanismen bygger på, at indkomstmulighederne varierer mellem forskellige geografiske områder. Således er indkomstpotentialet ofte større i store byer, hvor der typisk også er højere miljøbelastning. Det betyder, at der kan være en tendens til, at personer der bor i et geografisk område med gode indtjeningsmuligheder også har relativ høj miljøbelastning, og personer, der bor i et område med lavere gennemsnitlig indkomst, har mindre miljøbelastning. Denne mekanisme tilsiger således, at personer med lav indkomst ofte vil have relativ lav miljøbelastning, mens personer med høj indkomst ofte kan have højere miljøbelastning.

Personer med lav indkomst har høj miljøbelastning ud fra markedsmekanismen

Markedsmekanismen tager udgangspunkt i, at de fleste personer opfatter en bolig i et boligkvarter uden miljøbelastning som et gode, de er villige til at betale mere for. Dette presser boligpriser (og huslejer) op i boligkvarterer med lav miljøbelastning. Personer med høj indkomst har derfor bedre mulighed for at bosætte sig i boligkvarterer med lav miljøbelastning, mens personer med relativt lave indkomster kan have en tendens til at bosætte sig i boliger med højere miljøbelastning grundet de lavere boligpriser.¹⁹

Mekanismer kan være forskellige indenfor og mellem pendlingsoplande

Afvejningsmekanismen og markedsmekanismen giver således anledning til forskellige tendenser i sammenhængen mellem miljøpåvirkninger og indkomst. I praksis kan begge mekanismer være i spil på samme tid. Det vil være naturligt at forvente, at afvejningsmekanismen primært kan være i spil, når man betragter forskelle mellem større geografiske områder, f.eks. pendlingsoplande. Omvendt er der grund til at forvente, at *markedsmekanismen* i højere grad er relevant, når man betragter sammenhængen mellem indkomst og miljøpåvirkning indenfor de forskellige pendlingsoplande. Analyserne i kapitlet tyder på, at dette er tilfældet i Danmark.

19) En tredje forklaring, der er fremhævet i litteraturen, kaldet *politisk allokering*, lægger vægt på, at personer med høj indkomst oftere har større politisk indflydelse end personer med lav indkomst. I givet fald kan det bevirke, at forurenende aktiviteter bliver placeret tættere på boligområder, hvor indkomsten er lav.

Litteraturen tyder på klar sammenhæng mellem lav indkomst og dårligt miljø	I udlandet er foretaget flere analyser af sammenhængen mellem personers indkomst og miljøbelastning. Disse analyser viser typisk, at personer med lav indkomst er mere udsat for miljøbelastning end personer med høj indkomst. Denne sammenhæng er i overensstemmelse med <i>markedsmekanismen</i> .
Stor variation i miljøbelastning mellem personer med samme indkomst	Baseret på data fra Danmark synes sammenhængen mellem miljøbelastning og indkomst at være svag. Der er til gengæld betydeligt større forskelle i niveauet af de forskellige typer miljøbelastning og nærheden til natur for personer med samme indkomstniveau. Det tyder på, at forskelle i indkomst kun spiller en mindre rolle i forhold til at forklare forskelle i miljøbelastning og nærhed til natur.
Personer med lav indkomst bor i områder med lidt dårligere miljø ...	Analyserne i kapitlet viser dog, at der er en tendens til, at personer med lav indkomst bor i områder med lidt dårligere miljø, mens personer med høj indkomst bor i områder med lidt bedre miljø. Denne sammenhæng er mest udtalt, når man sammenligner variationen i miljøpåvirkning med variationen i indkomst <i>indenfor</i> pendlingsoplandene. Dette harmonerer med, at markedsmekanismen især gør sig gældende indenfor pendlingsoplandene.
... men sammenhængen er svag	Sammenhængen mellem indkomst og miljøbelastning er imidlertid svag. Beregninger i kapitlet viser, at personer, der i gennemsnit har 100.000 mere i ækvivaleret disponibel indkomst, i gennemsnit oplever en reduktion i miljøbelastning, som har en værdi svarende til henholdsvis 30 kr. for PM _{2,5} og NO ₂ og 5 kr. for støj. ²⁰
Bedre indkomst, men også dårligere miljø i byer	Sammenlignes indkomstniveau og miljøbelastning <i>mellem</i> forskellige pendlingsoplandene er der for støj og nærhed til natur en tendens til, at der er mere støj eller dårligere adgang til natur i pendlingsoplandene, hvor den gennemsnitlige indkomst er høj. En lignende sammenhæng ses også for NO ₂ , selv om den ikke er statistisk signifikant. Sammenhængen harmonerer med ideen i afvejningsmekanismen om, at der er bedre indtjeningsmuligheder i byer og tæt befolkede områder, hvor der typisk også er dårligere miljø.
Indkomst forklarer ikke miljøforskelle	Analyserne i kapitlet viser således ud fra danske data sammenhænge mellem miljøpåvirkninger og indkomst, som er konsistente med de ulighedsskabende mekanismer, der er beskrevet i den videnskabelige litteratur. Hovedkonklusionen er imidlertid, at langt størstedelen af variationen i de medtagne miljøpåvirkninger er mellem personer med

20) Beregningen er alene illustrativ, da sammenhængen mellem indkomst og miljøbelastning ikke nødvendigvis kan tolkes som en kausal sammenhæng.

samme indkomst. Det tilsiger, at indkomstforskelle ikke er en væsentlig forklaring på forskelle i de undersøgte miljøpåvirkninger i Danmark.

PERSONER MED HØJEST MILJØBELASTNING

De mest miljø-belastede boliger i forhold til luftforurening og støj

Det er i kapitlet undersøgt, hvad der karakteriserer de mest miljøbelastede boliger i Danmark, og hvad der karakteriserer dem, der bor i disse boliger. De mest miljøbelastede boliger er her defineret som boliger, hvor de 10 pct. af befolkningen, som er mest udsat for luftforurening og støj bor. Således indgår nærhed til natur ikke i udvælgelsen af de mest miljøbelastede boliger.

De mest miljø-belastede boliger ligger især i hovedstadsområdet

De fleste af de mest miljøbelastede boliger ligger i hovedstadsområdet eller omkring de større byer i Danmark. Omvendt er boliger med lavest miljøbelastning lokaliseret i mindre byer eller på landet, og især i region Nordjylland og region Midtjylland.

Ekstra årlig miljøomkostning på 4.100 kr. pr. år

Miljøbelastningen knyttet til de enkelte boliger kan omregnes til en samlet, årlig miljøomkostning opgjort i kroner baseret på såkaldte enhedspriser. Enhedsomkostningerne afspejler både geneomkostninger, f.eks. ved støj, og alvorlige helbredseffekter, herunder for tidlig død. Den beregnede årlige miljøomkostning ved luftforurening og støj er ca. 4.100 kr. større pr. person i de mest miljøbelastede boliger sammenlignet med miljøomkostningen i en bolig med gennemsnitlig miljøbelastning. Dette svarer til ca. 1,5 pct. af den gennemsnitlige ækvivalerede disponible indkomst pr. person. En stor del af denne højere miljøomkostning ved miljøbelastning skyldes en øget risiko for at få forkortet levetiden på grund af sygdom. Størrelsen af den øgede helbredsrisiko svarer til en forventning om 40 timers tidligere død ved at bo et år i en af de miljøbelastede boliger i forhold til en gennemsnitlig bolig.

Færre almennyttige boliger er blandt de mest miljøbelastede

Der er relativt flere lejligheder, andelsboliger og private lejeboliger i de mest miljøbelastede områder. Til gengæld er der færre almennyttige boliger i de mest miljøbelastede områder. Det vil sige, at almennyttige boliger i mindre grad er miljøbelastede.

Kun mindre forskelle i socioøkonomiske karakteristika

Analyser i kapitlet viser, at der overordnet er beskedne forskelle i de socioøkonomiske karakteristika af beboere i de mest miljøbelastede boliger sammenlignet med alle boliger, når der kontrolleres for geografiske forskelle mellem pendlingsoplande. Der er dog lidt flere enlige og familier uden børn i de mest miljøbelastede boliger sammenlignet med beboerne i alle boliger. Der er også relativt flere personer med videregående uddannelser i de mest miljøbelastede boliger. Til

gængæld er der færre pensionister i de mest miljøbelastede boliger i forhold til alle boliger. Endelig er der en lidt højere andel af indvandre-re og efterkommere i de mest miljøbelastede boliger i forhold til alle boliger.

Lidt flere børn af højtuddannede vokser op i de mest miljøbelastede boliger

Børn kan betragtes som en sårbar gruppe. Derfor er det undersøgt, om børn, der er vokset op i de mest miljøbelastede boliger, har forældre med andre socioøkonomiske karakteristika end andre børn. Overordnet set er der kun små forskelle mellem forældre til børn, der er vokset op i de mest miljøbelastede boliger, og børn i almindelig-hed. Der er dog forholdsvis lidt flere børn af forældre med en videre-gående uddannelse, som er vokset op i de mest miljøbelastede boli-ger.

Lavt uddannede i udlandet, men højtuddannede i Danmark

Udenlandske undersøgelser har fundet, at det i høj grad er personer med lav uddannelse, som bor i de mest miljøbelastede boliger. Nær-værende analyse tyder ikke på, at det er tilfældet i Danmark. Tvært-imod er der relativt lidt flere med en videregående uddannelse, som bor i de mest miljøbelastede boliger i Danmark. Der er også relativt lidt flere børn, der vokser op i de mest miljøbelastede boliger, som har forældre med videregående uddannelse.

LITTERATUR

Almond, D., J. Currie og V. Duque (2018): Childhood circumstances and adult outcomes: Act II. *Journal of Economic Literature*, 56(4), 1360-1446.

Andersen, M.S. (2018): *Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 2.0*. Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 19. juni 2018.

Andersen, M.S., Rasmussen, L.M.F. og Brandt, J. (2019): *Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 3.0*. Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 14. marts 2019.

Babisch, W. (2006): *Transportation noise and cardiovascular risk. Review and synthesis of epidemiological studies. Dose-effect curve and risk estimation*. Umwelt Bundes Amt. Für Mensch und Umwelt. WaBoLu-Hefte 01/06 ISSN 0175-4211, Berlin 2006.

Banzhaf, H.S., (2008): *Environmental Justice: Opportunities Through Markets*. Political Economy Research Center, Bozeman, Montana.

Banzhaf, H.S. og Walsh, R.P. (2009): Do People Vote with Their Feet? An Empirical Test of Tiebout's Mechanism. *American Economic Review*, 98(3), 843-863.

Been, V. og Gupta, F. (1997): Coming to the nuisance or going to the barrios? A longitudinal analysis of environmental justice claims. *Ecology Law Quarterly*, 24(1), 1–56.

Beverland, I. J., Cohen, G. R., Heal, M. R., Carder, M., Yap, C., Robertson, C., Hart, C. L., ... Agius, R. M. (2012): A comparison of short-term and long-term air pollution exposure associations with mortality in two cohorts in Scotland. *Environmental health perspectives*, 120(9), 1280-5.

Bolte G. og Fromme H. (2008): Umweltgerechtigkeit als Themenschwerpunkt der Gesundheits-Monitoring-Einheiten (GME) in Bayern. *Umweltmedizinischer Informationsdienst*, 2, 39–42.

Bouvier, R. (2014): Distribution of income and toxic emissions in Maine, United States: Inequality in two dimensions. *Ecological Economics*, 102, 39-47.

Bowen, W. (2002): An analytical review of environmental justice research: What do we really know? *Environmental Management*, 29(1), 3-15.

Boyce, J.K., K. Zwickl og M. Ash (2016): Measuring environmental inequality. *Ecological Economics*, 124, 114-123.

Brandt, J., Christensen, J.H. og Jensen, S.S. (2015): *Helbredseffekter af grænseoverskridende luftforurening til og fra Danmark*. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Nr. 141, 2015. Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab.

Brandt, J., Jensen, S.S., Andersen, M., Plejdrup, M. og Nielsen, O.K. (2016): *Helbredseffekter og helbredsomkostninger fra emissionssektorer i Danmark*. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Nr. 182, 2016. Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab.

Briggs D, Abellan JJ, Fecht D. 2008. Environmental inequity in England: small area associations between socio-economic status and environmental pollution. *Social Science and Medicine*. 67(10), 1612–29.

Brooks, N. og R. Sethi (1997): The distribution of pollution: Community characteristics and exposure to air toxics. *Journal of Environmental Economics and Management*, 32(2), 233-250.

Chaix, B., Gustafsson, S., Jerrett, M., Kristersson, H., Lithman, T., Boalt, A., og Merlo, J. (2006): Children's exposure to nitrogen dioxide in Sweden: investigating environmental injustice in an egalitarian country. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 60, 234–241.

Cropper, M.L. og Arriaga-Salinas, A.S. (1980): Inter-city wage differentials and the value of air quality. *Journal of Urban Economics*, 8(2), 236-254.

Currie J. (2011): Inequality at birth: some causes and consequences. *American Economic Review*, 101, 1–22.

Currie, J. og Walker R. (2011): Traffic Congestion and infant health: Evidence from EZPass. *American Economic Journals: Applied Economics*. 3, 65–90.

Currie, J. (2016): Pollution and infant health. *Child development perspectives*, 7(4), 237-242.

Cutter, S.L., Holm, D. og Clark, L. (1996): The Role of Geographic Scale in Monitoring Environmental Justice. *Risk Analysis*, 16(4).

Danmarks Statistik (2000-2016): Registerdata 2000-2016.

Danmarks Statistik (2016): *Pendlingsområder – metode*. Danmarks Statistik. 22. november 2016.

De Økonomiske Råds formandskab (2016): *Dansk Økonomi*, Efterår 2016.

De Økonomiske Råds formandskab (2014): *Økonomi og miljø. 2014*.

De Økonomiske Råds formandskab (2011): *Økonomi og miljø. 2011*.

De Økonomiske Råds formandskab (2009): *Økonomi og Miljø*, 2009.

Diaz, R.S. (2017): Getting to the root of environmental injustice: Evaluating claims, causes, and solutions. *The Georgetown Environmental Law Review*, 29, 767-798.

EEA (2014): *Noise in Europe 2014*. EEA report No 10/2014. European Environment Agency. Luxembourg 2014.

EEA (2017): *Air quality in Europe – 2017 report*. EEA report No 13/2017. European Environment Agency. Luxembourg 2017.

Ellerman, T., Nyggard, J., Nøjgaard, J.K., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, M., Massling, A., Bossi, R. og Jensen, S.S. (2018): *The danish air quality monitoring programme. Annual summary for 2017*. Scientific report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy. No. 281, 2018. Aarhus University, Department of Environmental Science.

Ellermann, T., Brandt, J., Hertel, O., Loft, S., Andersen, Z.J., Raaschou-Nielsen, O., Bønløkke, J. og Sigsgaard, T. (2014): *Lufforureningens indvirkning på sundheden i Danmark*. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Nr. 96, 2014. Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab.

Finanaministeriet (2017): *Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger*.

Fan J, Li S, Fan C, Bai Z, Yang K. (2015): The impact of PM2.5 on asthma emergency department visits: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Science and Pollution Research International*, 23(1), 843–50.

Franklin, M., Zeka, A., Biggeri, A. (2007): Association between PM2.5 and all-cause and specific-cause mortality in 27 US communities. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 17(3), 279-87.

Gray, W.B. og Shadbegian, R.J. (2004): Optimal Pollution Abatement – Whose Benefits Matter, and How Much? *Journal of Environmental Economics and Management*, 47(3), 510-534.

Hanna. B.G. (2007): House values, incomes, and industrial pollution. *Journal of Environmental Economics and Management*, 54, 100-112.

Jensen, A., Petersen, T.H., Sørensen, M., og Lorenzen, K.H., (2016): *Trafikstøj – et overset samfundsproblem*. En hvidbog om løsninger og udfordringer, Maj 2016.

Jensen, S.S., Ketznel, M., Becker, T., Christensen, J., Brandt, J., Plejdrup, M., Winther, M., Nielsen, O.K., Hertel, O. og Ellermann, T. (2017): High resolution multi-scale air quality modelling for all streets in Denmark. *Transportation Research Part D*, 52, 322-339.

Khalili, R., Bartell, S.M., Hu, X., Liu, Y., Chang, H.H., Belanoff, C., Strickland, M.J., Vieira, V.M. (2018): Early-life exposure to PM2.5 and risk of acute asthma clinical encounters among children in Massachusetts: a case-crossover analysis. *Environmental Health*, 17(20).

Kijima, M., Nishide, K. og Ohyama, A. (2010): Economic models for the environmental Kuznets curve: A survey. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 24(7), 1187-1201.

McConnell, K.E. (1990): Double counting in hedonic and travel cost models. *Land Economics*, 66(2), 121-127.

Mirabelli MC, Vaidyanathan A, Flanders WD, Qin X, Garbe P. (2016): Outdoor PM2.5, ambient air temperature, and asthma symptoms in the past 14 days among adults with active asthma. *Environ Health Perspect*. 124(12), 1882–90.

Mitchell, G., Norman, P. and Mullin, K. (2015): Who benefits from environmental policy? An environmental justice analysis of air quality change in Britain, 2001-2011. *Environmental Research Letters*, 10. doi:10.1088/1748-9326/10/10/105009.

Panduro, T.E. (2019): *The value of living in proximity to a forest, a lake and the sea – A large scale hedonic house price valuation*. Working paper, 2019. se www.dors.dk.

Panduro, T. E., Svenningsen, L. S., & Jensen, C. U. (2017): Værdien af sandfodring: Et husprisstudie af betydningen af sandfodring. *Institut for Fødevarer-og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet*.

Panduro, T. E., & Thorsen, B. J. (2014): Evaluating two model reduction approaches for large scale hedonic models sensitive to omitted variables and multicollinearity. *Letters in Spatial and Resource Sciences*, 7(2), 85-102.

Pastor, M., Sadd, J., og Hipp, J. (2001): Which came first? Toxic facilities, minority move-in, and environmental justice. *Journal of Urban Affairs*, 23, 1–21.

Saha, R., Mohai, P. (2005): Historical context and hazardous waste facility siting: understanding temporal patterns in Michigan. *Social Problems*, 52(4), 618–648.

Simoni, M., Baldacci, S., Maio, S., Cerrai, S., Sarno, G., Viegi, G. (2015): Adverse effects of outdoor pollution in the elderly. *Journal of Thoracic Disease*. 7(1), 34-45.

Skatteministeriet (2017): *Skatteøkonomisk redegørelse 2017*. Skatteministeriet.

Theil, H. (1967): *Economics and Information Theory*. North-Holland Publishing Company.

van Kempen, E., M. Casas, G. Pershagen og M. Foraster (2018): WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A Summary. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15.

Veie, K.L. (2011): *Dokumentation: Husprisanalysens andet trin: Efterspørgsel efter fravær af støj*. Dokumentationsnotat. De Økonomiske Råds Sekretariat.

Voorheis, J. (2017): *Air quality, human capital formation and the long-term effects of environmental inequality at birth*. CARRA Working Paper 2017-05.

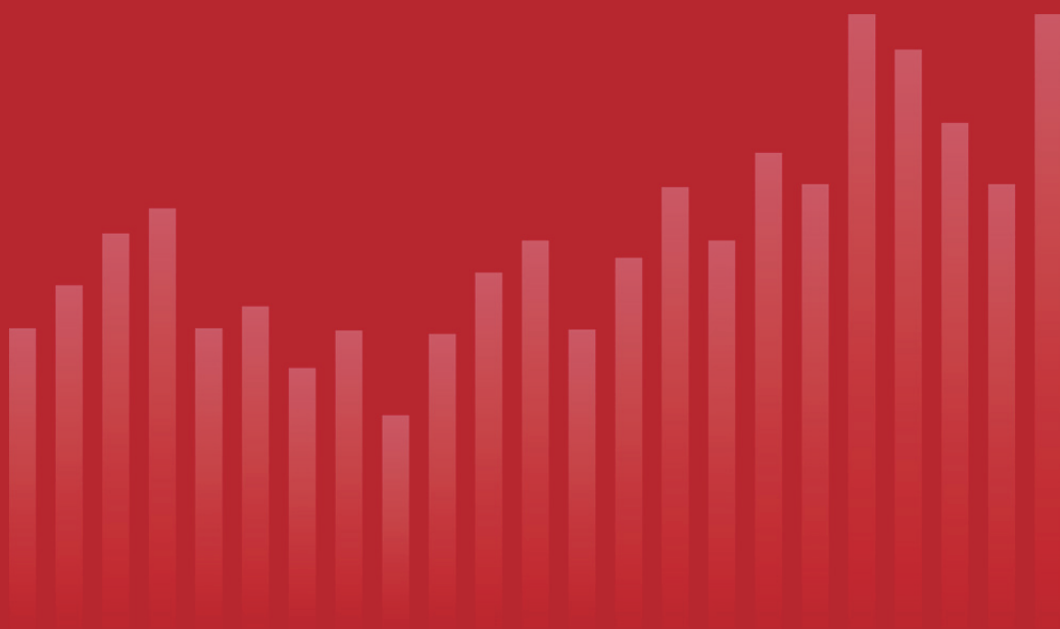
Vornovytssky, M. og Boyce, J.K. (2010): *Economic Inequality and Environmental Quality: Evidence of Pollution Shifting in Russia*. Working paper series No. 2017, PERI, University of Massachusetts.

WHO (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 (2018): *Environmental noise guidelines for the European Region*. World Health Organization, 2018.

Zhou, Q., Panduro, T. E., Thorsen, B. J., & Arnbjerg-Nielsen, K. (2013): *Adaption to extreme rainfall with open urban drainage system: An integrated hydrological cost-benefit analysis*. *Environmental management*, 51(3), 586-601.

Zwickl, K., Ash, M., Boyce, J.K., (2014): *Regional variation in environmental inequality: industrial air toxics exposure in U.S. cities*. *Ecological Economics*, 7, 494-509.



De Økonomiske Råd 
Formandskabet

KAPITEL II
LÆKAGE AF
DRIVHUSGAS-
UDLEDNINGER
OG DANSK
KLIMAPOLITIK

KAPITEL II

LÆKAGE AF DRIVHUSGASUDLEDNINGER OG

DANSK KLIMAPOLITIK

RESUME

Dansk CO₂e-regulering mindsker udledningen af drivhusgasser fra Danmark, men kan samtidig øge udledning af drivhusgasser i udlandet – dette kaldes CO₂e-lækage.

Analyser i kapitlet viser, at lækageraten for Danmark er på 45-53 pct. Det vil sige, at dansk CO₂e-reduktion på 1 mio. ton giver en global CO₂e-reduktion på ca. 0,5 mio. ton.

Lækageraten er især høj for de danske kvotesektorer på grund af overlappet med den europæiske kvoteregulering. I ikke-kvotesektoren er lækageraten generelt lav, og her vil en ambitiøs dansk klimapolitik lede til relativ store reduktioner i den globale udledning af drivhusgasser.

Lækageraten er dog høj for landbruget. På trods af dette er det fortsat en samfundsøkonomisk fordel at reducere landbrugets udledning af drivhusgasser, da det giver afledte gevinster i form af mindre udledning af ammoniak og nitrat.

II.1

INDLEDNING

Danske klimamål skal bidrage til at mindske den globale opvarmning

I den danske klimapolitik er der mål om at mindske udledningen af drivhusgasser fra Danmark. Nogle af disse mål er aftalt med EU, mens andre er selvstændige danske målsætninger. Disse målsætninger er sat for, at Danmark skal bidrage til at mindske den globale opvarmning.

Strammere dansk klimapolitik medfører lækage

For at mindske udledningen af drivhusgasser fra Danmark i overensstemmelse med målsætningerne vil det formentlig være nødvendigt at indføre en strammere dansk klimapolitik. Det kan for eksempel ske ved at indføre stigende afgifter på udledning af drivhusgasser. Typisk vil en sådan stramning ikke kun give anledning til færre danske udledninger men vil også medføre en øget udledning af drivhusgasser i udlandet. Dette fænomen kaldes for lækage. Konsekvensen af lækage er, at en stramning af den danske klimapolitik har en mindre effekt på de *globale* udledninger end på de *danske* udledninger.

Lækage skyldes udenrigshandel ...

Der er flere mekanismer, som kan forårsage lækage. Én mekanisme er, at dansk regulering gør det dyrere at producere for de danske virksomheder, der udleder mange drivhusgasser i forbindelse med deres produktion. Det svækker disse virksomheders konkurrenceevne, og gør det sværere for virksomhederne at afsætte deres varer. Danske og udenlandske forbrugere vil som konsekvens flytte en del af deres forbrug fra dansk- til udenlandsk producerede varer. Konsekvensen er, at en del af den CO₂e-udledende produktion, der i dag finder sted i Danmark, flytter til udlandet. Det kan både dække over skift i markedsandele, outsourcing af dele af produktionen eller udflytning af virksomheder.

... og priseffekt på fossile brændsler

En anden mekanisme er, at en strammere dansk klimapolitik vil reducere den danske efterspørgsel efter fossile brændsler. Reduktionen af den danske efterspørgsel vil mindske verdensmarkedsprisen på fossile brændsler en smule. Den lavere pris øger imidlertid forbruget af fossile brændsler i udlandet. Derfor vil faldet i udledningerne af drivhusgasser i Danmark i et vist omfang blive modsvaret af øget forbrug af fossile brændsler i udlandet.

Lækage fra Danmark påvirkes af klimapolitik i EU ...

En tredje mekanisme er, at indretningen af politiske institutioner kan øge eller reducere lækagen. I EU er det især kvotesystemet (EU ETS), som giver anledning til lækage. Det skyldes, at en betydelig andel af de kvoter, som ikke bruges i Danmark som følge af en klimapolitisk stramning, ender med at blive brugt i andre EU-lande i stedet. Endvidere er der i EU aftalt, at EU-landene skal reducere

deres udledninger i den såkaldte ikke-kvotesektor. Det kan bidrage til at reducere lækageeffekterne.

... og i resten af verden

Lækage kan kun finde sted, hvis andre lande i verden fører en klimapolitik, som tillader, at deres udledninger øges. De lande, som har bindende forpligtelser eller målsætninger, kan ikke lade deres udledninger øges som konsekvens af dansk regulering. De fleste af vores nærmeste samhandelspartnere i EU har også bindende målsætninger for deres udledninger. De fleste af verdens lande har i forbindelse med Parisaftalen afgivet løfter om, hvor mange udledninger, de vil tillade i fremtiden. Det kan bidrage til at reducere lækageeffekterne.

Ingen videnskabelige analyser af dansk lækage

Der er ikke lavet videnskabelige analyser af lækage som følge af dansk klimapolitik. Den økonomiske litteratur indeholder en række beregninger af lækage, men litteraturen er sparsom, når det kommer til lækagens størrelse i et lille land som Danmark. Hertil kommer, at den eksisterende litteratur typisk ikke tager højde for de restriktioner, som EU pålægger medlemslandenes udledninger. Det gælder konsekvenserne af EU ETS såvel som implikationerne af EU's politik i ikke-kvotesektoren, hvor de enkelte EU-lande har fået tildelt nationale reduktionsforpligtelser frem mod 2030. Det er derfor begrænset, hvor brugbare den eksisterende lækagelitteratur resultater er som grundlag for dansk klimapolitik.

Formål med kapitel: beregne lækageeffekter for Danmark

Formålet med kapitlet er at beregne størrelsesordenen af lækageeffekter for Danmark. I kapitlet beregnes den samlede lækage ved øgede afgifter på udledning af drivhusgasser, der søger at reducere de danske udledninger som helhed. Derudover beregnes såkaldte sektorspecifikke lækagerater, der belyser de lækagemæssige konsekvenser af klimapolitiske stramninger i forskellige dele af dansk økonomi.

Danmark har nationale udledningsmålsætninger

Danmarks målsætninger relateret til udledning af drivhusgasser omhandler udelukkende de udledninger, som finder sted på dansk territorium. Danmark har aftalt med EU at reducere udledningerne fra den danske ikke-kvotesektor med 39 pct. frem mod 2030 i forhold til 2005. Herudover deltager Danmark i EU ETS, som regulerer de samlede udledninger fra de kvoteomfattede sektorer i EU. På længere sigt er det målsætningen, at Danmark skal være klimaneutralt i 2050, hvilket betyder, at nettoudledningen fra Danmark er nul. De danske målsætninger er således alene knyttet til udledninger fra dansk territorie.

Billigst opnåelse af nationale målsætninger tager ikke højde for lækage

Hvis klimapolitikens formål er at opfylde Danmarks målsætninger og internationale forpligtelser billigst muligt, er det ikke nødvendigt at tage højde for lækage fra Danmark til udlandet. Hvordan den billigste reduktion af danske udledninger af drivhusgasser opnås, var ud-

gangspunktet for diskussionen af dansk klimapolitik frem mod 2030 i De Økonomiske Råds formandskab (2018).

Der kan også være interesse for at reducere globale udledninger

Opfyldelsen af de nationale målsætninger om at mindske udledningen af drivhusgasser resulterer i lækage. Det har som konsekvens, at den globale reduktion i udledningen af drivhusgasser er mindre end reduktionen af udledninger på dansk territorium. I debatten bruges lækage ofte som argument for, at man bør have en mindre stram regulering af drivhusgasser i konkurrenceudsatte sektorer, hvor lækageeffekterne formodes at være særligt store.

Opnåelse af globale reduktioner kræver viden om lækageeffekter

Hvis det politisk prioriteres at bruge dansk klimapolitik til målrettet at reducere de *globale* udledninger udover de nationale forpligtelser og målsætninger, er det nødvendigt at have viden om størrelsen af lækage i forskellige sektorer. Ud over at beregne lækagerater vises det i kapitlet, hvordan en politik, der omkostningseffektivt når reduktionsmålet for ikke-kvotesektoren i 2030, skal justeres, hvis man politisk ønsker at opnå større globale CO₂e-reduktioner. Denne analyse kan dermed ses som et supplement til analyserne i De Økonomiske Råds formandskab (2018), hvor fokus var på billigst muligt at opnå reduktionsmålet uden hensyntagen til de afledte udenlandske udledninger.

Afgrænsning af analyserne

Analyserne i kapitlet beregner alene lækage fra regulering af udledninger af drivhusgasser i Danmark. Kapitlets analyser inkluderer således ikke muligheden for at reducere de globale CO₂e-udledninger ved eksempelvis at reducere den danske produktion af olie og gas eller ved at reducere dansk forbrug af importerede varer, hvis produktion medfører betydelige CO₂e-udledninger i udlandet. Kapitlet bidrager således med en vigtig del af det nødvendige grundlag for at kunne fastlægge, hvordan dansk klimapolitik skal justeres, hvis man omkostningseffektivt ønsker at reducere de globale CO₂e-udledninger, udover hvad der følger af de nationale klimamålsætninger og forpligtelser. Det kræver dog mere omfattende beregninger, der også tager højde for reguleringsformer som eksempelvis forbrugsafgifter og støtte til vedvarende energi, at bestemme en optimal omkostningseffektiv reduktion af globale udledninger.

Om de gennemførte analyser

Beregningerne af lækage er foretaget med udgangspunkt i en global generel ligevægtsmodel, den såkaldte GTAP-E model, jf. Truong m.fl. (2007). Modellen gør det muligt at beregne de afledte konsekvenser af danske klimapolitiske tiltag på andre landes produktion og udledninger af drivhusgasser. Ved hjælp af modellen er der foretaget analyser af lækageeffekterne ved at pålægge en afgift på udledning af drivhusgasser i Danmark.

Model udvidet for at tage højde for vigtigste faktorer, som påvirker lækage

For at inddrage de vigtigste mekanismer, som påvirker lækagen i en dansk kontekst, er GTAP-E-modellen til brug for analyserne i dette kapitel udvidet på flere forskellige måder. For det første er der foretaget en udvidelse af, hvilke drivhusgasser, der indgår i modellen. Modellen er udvidet fra kun at medtage CO₂ til at omfatte alle drivhusgasser, herunder udledninger af blandt andet metan og lattergas fra landbruget. For det andet er der foretaget en modellering af dansk klimapolitikens påvirkning af kvotemængden i EU ETS. Modelleringen trækker på den model for EU ETS, som blev brugt i De Økonomiske Råds Formandskab (2018). For det tredje er der foretaget udvidelser af modellen, som muliggør inddragelse af de nationale forpligtelser for ikke-kvotesektoren for EU-medlemslande. Endeligt kan der tages højde for effekterne af en strammere fremtidig klimapolitik i resten af verden i forbindelse med Parisaftalen.

Indhold i kapitlet

Afsnit II.2 beskriver lækageeffekterne i flere detaljer og afsnit II.3 giver et overblik over eksisterende estimater af lækageeffekter i litteraturen. Afsnit II.4 beskriver GTAP-E-modellen og den anvendte analysemetode. Afsnit II.5 og II.6 præsenterer beregninger af lækageeffekter ved at pålægge en afgift på udledninger af drivhusgasser på hhv. hele økonomien og enkelte dele af dansk økonomi. Afsnit II.7 præsenterer en beregning af betydningen af forskelle i lækageraterne for opfyldelse af målene for ikke-kvotesektoren i 2030. En sammenfatning følger i afsnit II.8.

II.2

LÆKAGE OG KLIMAPOLITIK

Definition af CO₂e-lækage

Begrebet CO₂e-lækage dækker over flere forskellige fænomener i den økonomiske litteratur, jf. Michalek og Schwarze (2015). Her defineres CO₂e-lækage som den forøgelse af CO₂e-udledningen i udlandet, som tiltag i indlandet medfører.

Beregning af lækagerater

Ofte måles CO₂e-lækage ud fra den såkaldte *lækagerate*. Lækageraten udtrykker, hvor stor en andel af den CO₂e, som udledningerne reduceres med indenlandsk, der erstattes af udenlandske CO₂e-udledninger. Hvis f.eks. Danmark gennemfører et tiltag, som reducerer de indenlandske CO₂e-udledninger med 10 ton og øger de udenlandske udledninger med 3 ton, så er lækageraten 30 pct.

BEREGNING AF LÆKAGERATER

Lækageraten for et indenlandsk klimapolitisk tiltag kan beregnes ved formlen:

$$LR = -\frac{\Delta e_{udl.}}{\Delta e_{indl.}}$$

hvor LR er lækageraten for et givent indenlandsk tiltag, $\Delta e_{indl.}$ er ændringen i de indenlandske CO₂e-udledninger, og $\Delta e_{udl.}$ er ændringen i den udenlandske CO₂e-udledning, som følger af ændringen i de indenlandske CO₂e-udledninger.

Lækageraten kan være både positiv og negativ

Lækageraten kan teoretisk set både være negativ, nul og større end 100 pct. Typisk finder videnskabelige studier, at lækageraten er positiv og mindre end 100 pct. Det vil sige, at indenlandske klimapolitiske tiltag typisk øger de udenlandske CO₂e-udledninger, men at stigningen i udlandet er mindre end den indenlandske reduktion. Med andre ord falder de globale CO₂e-udledninger, men de falder mindre end den indenlandske reduktion.

Lækageraten afhænger af en række faktorer

Hvor stor lækageraten er, afhænger af en række faktorer, f.eks. hvor åben økonomien er, hvilket politiske instrument, man benytter, og hvor ambitiøs den indenlandske klimapolitikken er.

TYPER AF CO₂e-LÆKAGE

Der findes flere former for CO₂e-lækage. I denne gennemgang skelnes der imellem fem typer CO₂e-lækage.

CO₂e-lækage kan forekomme via udenrigshandlen, ...

Lækage via *udenrigshandlen* sker, når klimapolitiske tiltag forvrider de relative priser i indlandet. Når et land indfører strammere regulering af CO₂e-udledninger, bliver det relativt dyrere at producere CO₂e-intensive varer i det land. Det giver isoleret set et incitament til at producere mindre CO₂e-intensive varer i landet, mens incitamentet til at importere mere CO₂e-intensive varer fra udlandet stiger. Sidstnævnte øger den udenlandske produktion af CO₂e-intensive varer og dermed også udlandets udledninger af drivhusgasser.

... det internationale marked for fossile brændsler ...

En mere indirekte form for lækage sker via *det internationale marked for fossile brændsler*. En strammere klimapolitik i indlandet medfører, at det bliver mindre attraktivt for indenlandske producenter at benytte

fossile brændsler i produktionen, som udleder drivhusgasser. Dermed falder den samlede indenlandske efterspørgsel efter disse brændsler. Den lavere indenlandske efterspørgsel reducerer imidlertid den internationale pris på fossile brændsler, hvilket øger forbruget af disse i udlandet. Den samlede effekt af det reducerede brændselsforbrug i indlandet kan således delvist blive modvirket af et merforbrug i udlandet.

... og via
internationalt aftalte
reguleringssystemer

Den tredje type CO₂e-lækage fremkommer igennem EU's kvotesystem (EU ETS) og benævnes her *ETS-lækage*. I EU ETS var mængden af kvoter tidligere givet på forhånd. Dermed ville en reduktion i den danske kvoteefterspørgsel alene medføre en reduktion i kvoteprisen, mens det langsigtede forbrug af kvoter fortsat ville være givet ved det samlede udbud af kvoter. Et sådant system implicerer derfor en lækagerate på 100 pct. på lang sigt. Dette blev ændret med en reform af EU ETS i starten af 2018, som havde til formål at mindske det såkaldte kvoteoverskud. Efter reformen vil en reduktion af den danske kvoteefterspørgsel i et vist omfang mindske det samlede udbud af kvoter og dermed udledningen af CO₂e i hele den europæiske kvotesektor. Reduktionen i udledningen af CO₂e i den samlede europæiske kvotesektor er dog mindre end reduktionen i efterspørgslen efter kvoter i Danmark. Der er derfor fortsat lækage via EU-ETS systemet, jf. boks II.4 i afsnit II.4. Disse effekter er beskrevet i flere detaljer af De Økonomiske Råds formandskab (2018) samt Beck og Kruse-Andersen (2018).

CO₂e-lækage kan
også forekomme
via politiske
incitament

Det kan ikke udelukkes, at CO₂e-lækage også kan forekomme via *politiske incitament*. En strammere klimapolitik i EU, der bidrager til at mindske den globale opvarmning, kan f.eks. reducere incitamentet til at foretage klimapolitiske tiltag andre steder i verden. Omvendt kan man også forestille sig, at sådanne tiltag kan inspirere eller presse andre lande til at gøre det samme.

Teknologiske
spillover-effekter
kan reducere
CO₂e-lækagen

Den sidste type CO₂e-lækage virker igennem *teknologiske spillover-effekter*. Hvis f.eks. klimapolitikken strammes i Europa, øges efterspørgslen efter klimavenlige produktionsteknologier, hvilket giver et større incitament til at udvikle disse teknologier. De klimavenlige teknologier kan imidlertid benyttes overalt i verden. En sidegevinst ved den europæiske politik kan derfor være, at lande udenfor Europa anvender flere klimavenlige produktionsteknologier, hvilket reducerer CO₂e-lækagen.

Internationale aftaler
kan modvirke
CO₂e-lækage

Internationale politiske aftaler kan modvirke CO₂e-lækage, hvis de overholdes. For eksempel kan Parisaftalen forhindre lande med bindende reduktionsmålsætninger i at øge deres udledninger, som reaktion på danske klimapolitiske tiltag. På samme måde kan EU's krav

om CO₂e-reduktioner i medlemslandenes ikke-kvotesektorer modvirke lækage. Hvis et medlemsland i forvejen skal reducere sine CO₂e-udledninger pga. EU's reduktionskrav, kan dette medlemsland ikke øge sine udledninger som reaktion på en strammere dansk politik.

EN FORPLIGTELSE OG EN SUPPLERENDE MÅLSÆTNING

Danmarks internationale forpligtelse i ikke-kvotesektoren

EU har en målsætning om at reducere sine samlede CO₂e-udledninger i ikke-kvotesektoren med 30 pct. i 2030 i forhold til udledningsniveauet i 2005, jf. EU (2014). For at håndtere denne målsætning har EU pålagt alle medlemslande reduktionsmålsætninger for ikke-kvotesektoren. Danmark er blevet pålagt en reduktion i ikke-kvotesektoren på 39 pct. i forhold til udledningsniveauet i 2005, jf. EU (2018). Herudover har Danmark et mål om at blive klimaneutral i 2050.

Forpligtelse omfatter alene danske udledninger

Danmarks reduktionsforpligtelse i ikke-kvotesektoren omfatter alene territoriale drivhusgasudledninger. Det er således underordnet i forhold til målopfyldelsen, hvilken effekt danske klimapolitiske tiltag har på de globale CO₂e-udledninger. Hvis danske klimapolitiske tiltag giver anledning til CO₂e-lækage, vil opfyldelsen af EU-forpligtelsen give anledning til en global reduktion, der er mindre end den indenlandske reduktion. Det samme vil være tilfældet i forhold til opnåelse af målet om at blive klimaneutral i 2050.

Det vil medføre en meromkostning at modvirke lækage

Hvis man ønsker at bidrage til yderligere globale CO₂e-reduktioner, end hvad der følger af den pålagte nationale reduktionsforpligtelse og den langsigtede nationale målsætning, kan dette opfattes som en supplerende målsætning i klimapolitikken. En supplerende målsætning vil som udgangspunkt medføre en meromkostning. Dette skyldes, at målsætningen kan medføre en afvigelse fra den politik, som sikrer den laveste omkostning ved at nå den pålagte nationale reduktionsforpligtelse og det langsigtede nationale mål om klimaneutralitet. For at begrænse denne meromkostning er det vigtigt, at klimapolitikken tilrettelægges omkostningseffektivt.

Klimaindsatsen skal forskydes for at modvirke lækage effektivt

En effektiv opfyldelse af den supplerende målsætning for globale CO₂e-reduktioner kræver, at klimaindsatsen forskydes fra sektorer med store lækageeffekter til sektorer med små lækageeffekter. Dermed modvirkes CO₂e-lækage, hvilket medfører en større global CO₂e-reduktion for en given national reduktion.

Globale CO₂e-reduktioner er ikke det samme som et mindre CO₂e-aftryk

Et lands påvirkning på de globale CO₂e-udledninger kan måles ved det såkaldte CO₂e-aftryk, der er defineret som CO₂e-indholdet i det nationale forbrug. Selvom der er betydeligt overlap, er en supplerede målsætning om globale CO₂e-reduktioner ikke det samme som en reduktion i det nationale CO₂e-aftryk. Indenlandske klimatiltag, som mindsker de globale CO₂e-udledninger, vil således ikke nødvendigvis mindske det indenlandske CO₂e-aftryk. Dette uddybes i boks II.1.

BOKS II.1 CO₂e-AFTRYK OG GLOBALE DRIVHUSGASUDLEDNINGER

Et lands påvirkning af de globale drivhusgasudledninger kan opgøres på forskellige måder:

- Nationale CO₂e-udledninger: CO₂e-udledninger, som finder sted på det nationale territorie.
- Nationalt CO₂e-aftryk: CO₂e-udledninger, der forekommer pga. landets forbrug, jf. Aichele og Felbermayr (2012).

Et lands CO₂e-aftryk er således uafhængigt af hvor den CO₂e, som forekommer pga. landets forbrug, geografisk udledes. I modsætninger hertil måler de nationale drivhusgasudledninger alene, hvor CO₂e-udledningerne geografisk finder sted.

I det følgende beskrives det, hvordan nationale klimapolitiske tiltag påvirker det nationale CO₂e-aftryk, de globale CO₂e-udledninger og verdens samlede CO₂e-aftryk, samt hvilken sammenhæng der er til CO₂e-lækage. Matematisk kan land *j*'s CO₂e-aftryk, A_j , beregnes som summen af de nationale CO₂e-udledninger, E_j , og netto CO₂e-indholdet i udenrigshandlen, U_j :

$$A_j = E_j + U_j.$$

Verden kan opdeles i to regioner: (1) indlandet og (2) udlandet. I dette tilfælde vil netto CO₂e-indholdet i udenrigshandlen for indlandet være lig netto CO₂e-indholdet i udenrigshandlen for udlandet med omvendt fortegn: $U_1 = -U_2$. Dette skyldes, at netto CO₂e-indholdet i indlandets eksport er lig netto CO₂e-indholdet i udlandets import og omvendt. Dermed er verdens samlede CO₂e-aftryk, $A = A_1 + A_2$, lig verdens samlede drivhusgasudledning: $A = E_1 + E_2$. Hvis indlandet foretager en reduktion af de nationale udledninger, bliver den samlede effekt på verdens CO₂e-aftryk svækket af CO₂e-lækage. Matematisk er ændringen i verdens CO₂e-aftryk, ΔA , givet ved formlen:

$$\Delta A = \Delta E_1 + \Delta E_2 = \Delta E_1(1 - LR),$$

hvor Δ angiver absolutte ændringer, og LR er lækageraten, som er lig: $-\Delta E_2/\Delta E_1$.

Hvis lækageraten er under 100 pct., vil indenlandske CO₂e-reduktioner mindske verdens samlede CO₂e-aftryk. Dog er reduktionen i verdens CO₂e-aftryk mindre end reduktionen i de indenlandske udledninger, hvis lækageraten er større end nul.

BOKS II.1 CO₂e-AFTRYK OG GLOBALE DRIVHUSGASUDLEDNINGER, FORTSAT

Et klimapolitisk tiltag i indlandet, som øger udlandets CO₂e-udledning (ΔE_2), kan både øge og reducere det indenlandske CO₂e-aftryk ($\Delta E_1 + \Delta U_1$). Det afhænger af effekten på netto CO₂e-indholdet i udenrigshandlen (ΔU_1). For eksempel kan strammere klimapolitik reducere den indenlandske produktion af CO₂e-intensive varer og øge importen af disse. Hvis reduktionen i de indenlandske udledninger mere end opvejes af en stigning i netto CO₂e-indholdet i udenrigshandlen, øges CO₂e-aftrykket i indlandet. Dette kan også være tilfældet selvom lækagen er under 100 pct.

Antag som eksempel, at der indføres en CO₂e-regulering af et dansk erhverv, som udelukkende eksporterer sin produktion. Denne regulering antages at mindske erhvervets forbrug af fossile brændsler. Dette vil umiddelbart mindske den globale udledning, men vil ikke umiddelbart ændre CO₂e-aftrykket af det nationale forbrug. På grund af faldet i forbruget af fossile brændsler i det eksporterende danske erhverv vil der imidlertid være et lille afledt fald i prisen på fossile brændsler. Dette prisfald vil medføre en (lille) forøgelse af brugen af fossile brændsler i den udenlandske produktion. Det kan øge CO₂e-indholdet i dansk forbrug, som delvist består af importerede produkter. Derved kan det indenlandske CO₂e-aftryk forøges, selv om reguleringen har reduceret den globale CO₂e-udledning.

I det mest plausible tilfælde, hvor lækageraten er mellem nul og 100 pct., vil en strammere klimapolitik i indlandet: (1) reducere nationale udledninger for indlandet, (2) reducere verdens samlede CO₂e-aftryk og (3) enten øge eller reducere det indenlandske CO₂e-aftryk. Der er derfor ikke en simpel sammenhæng mellem ændringen i den globale udledning og ændringen i det indenlandske CO₂e-fodaftryk. Indenlandske klimapolitiske tiltag, som reducerer de globale CO₂e-udledninger og derved reducerer det globale CO₂e-aftryk, kan således godt øge det indenlandske CO₂e-aftryk.

Generelt finder litteraturen, at de nationale CO₂-udledninger overgår CO₂-aftrykket i industrialiserede lande, jf. Peters og Hertwich (2008) samt Wiebe og Yamano (2016). I perioden 1990-2007 har industrialiserede lande generelt reduceret deres nationale udledninger, mens deres CO₂-aftryk er vokset, jf. Peters mfl. (2011). OECD-landenes CO₂-aftryk toppede i 2007, hvorefter CO₂-aftrykket har ligget på et lavere niveau. Omvendt er både de nationale udledninger og CO₂-aftryk steget systematisk uden for OECD siden årtusindskiftet, jf. Wiebe og Yamano (2016).

De nationale CO₂e-udledninger beregnes primært på baggrund af de input (f.eks. olie og kul), der indgår i nationale aktiviteter. Men opgørelsen kræver også supplerende beregninger af forskellige aktiviteter udledninger bl.a. i landbruget. Sammenlignet med opgørelsen af de nationale CO₂e-udledninger er opgørelsen af de nationale CO₂e-aftryk mere komplicerede og usikre. For at opgøre CO₂e-indholdet i en vare, skal man kende hele den værdikæde, som varen har været igennem, før det endelige forbrug. Det er derfor en stor regnskabsøvelse at beregne nationale CO₂e-aftryk, som kræver forskellige forsimplede antagelser. Ofte medregner man ikke alle typer drivhusgasudledninger, og de underliggende data er forbundet med betydelig usikkerhed. Opgjorte CO₂e-aftryk varierer derfor mellem studier, men de overordnede tendenser synes konsistente.

OMKOSTNINGSEFFEKTIV REGULERING

Omkostningseffektiv opfyldelse af EU-forpligtelse

Udformningen af klimapolitikken i Danmark afhænger af hvilken målsætning, man ønsker at opfylde. Hvis man alene ønsker at opfylde Danmarks nationale reduktionsforpligtelse, opnås dette mest omkostningseffektivt ved en ensartet CO₂e-afgift på tværs af de relevante udledningskilder i Danmark, jf. Baumol og Oates (1971). Idet Danmark alene er forpligtiget til at reducere sine udledninger i ikke-kvotesektoren, vil en omkostningseffektiv målopfyldelse alene omfatte en ensartet afgift på tværs af udledningskilder i denne sektor.¹ Et nationalt mål om at reducere alle udledninger i både kvote- og ikke-kvotesektorerne opnås omkostningseffektivt ved en ensartet afgift på alle udledninger.

Komplekst at reducere globale udledninger effektivt

Hvis der i tillæg hertil er en målsætning om at reducere de globale udledninger udover, hvad der følger af den pålagte nationale reduktionsforpligtelse, bliver den omkostningseffektive klimapolitik mere kompleks, idet der også skal tages hensyn til CO₂e-lækage. Der kan skelnes mellem to tilfælde. I det første tilfælde er målsætningen for globale CO₂e-reduktioner tilstrækkelig ambitiøs til, at en omkostningseffektiv opfyldelse af denne automatisk sikrer den pålagte nationale reduktionsforpligtelse. I dette tilfælde skal klimapolitikken alene tilrettelægges under hensyn til at reducere de globale CO₂e-udledninger. Det er denne situation, som litteraturen har undersøgt, og som diskuteres først herunder. I det andet tilfælde er den supplerende målsætning for globale reduktioner mindre ambitiøs, og en omkostningseffektiv klimapolitik er nødt til at tage hensyn til begge mål. Dette tilfælde diskuteres sidst i afsnittet.

Effektiv regulering ved målsætning om globale reduktioner

Hoel (1996) undersøger, hvordan afgiftssystemet kan indrettes optimalt, hvis et land alene har en målsætning om at reducere de globale udledninger af drivhusgasser. Hoel finder, at det optimale afgiftssystem i så fald indebærer en ensartet indenlandsk CO₂e-afgift samt importafgifter og eksportsubsidier, som afspejler CO₂e-indholdet i de im- og eksporterede varer. Den ensartede afgift i indlandet sikrer omkostningseffektive CO₂e-reduktioner for den indenlandsk produktion. Importafgifterne sikrer, at de indenlandske priser på importerede varer afspejler den CO₂e-udledning, der er forbundet med at producere varerne i udlandet.² Endelig sikrer eksportsubsidierne, at der

1) At den ensartede CO₂e-afgift sikrer en omkostningseffektiv regulering forudsætter dog, at alle øvrige sideeffekter (f.eks. lokal luftforurening) er reguleret optimalt, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2018). Hvis dette ikke er tilfældet, skal CO₂e-afgiften for visse aktiviteter justeres derefter.

2) Samtidig vil importafgiften øge incitamentet til at producere mere klimavenligt i udlandet, hvormed lækageeffekterne dæmpes. Effekten vil sandsynligvis være lille, hvis

tages højde for, at eksporten fortrænger udenlandsk produktion og derved CO₂e-udledning.³

Vanskeligt at benytte importafgifter og eksportsubsidier

Det er imidlertid vanskeligt at indføre denne type importafgifter og eksportsubsidier i Danmark på grund af lovgivningen for EU's indre marked og de generelle WTO-regler. Derudover kan det være administrativt svært at pålægge en importafgift, som svarer til varenes CO₂e-indhold, da det kræver detaljeret viden om, hvordan varerne fremstilles i udlandet. Endelig kan indførelsen af importafgifter og eksportsubsidier medføre gengældelse fra handelspartnere i form af forhøjede toldsatser, hvilket reducerer politikens omkostningseffektivitet.

Sektorspecifikke afgifter kan sikre lækagekorrektion

Hvis man ikke kan benytte importafgifter og eksportsubsidier, skal den indenlandske regulering afvige fra princippet om ensartede CO₂e-afgifter. I det optimale lækagekorrigerede afgiftssystem sikrer importafgifter og eksportsubsidier, at der omkostningseffektivt korrigeres for lækage. Når disse instrumenter ikke kan benyttes, skal der korrigeres for lækage gennem andre instrumenter, som er mulige at gennemføre i praksis. Én mulighed er, at indføre differentierede CO₂e-afgifter, som afhænger af lækagen fra forskellige sektorer. Mere præcist skal der pålægges sektorspecifikke CO₂e-afgifter, hvor mere lækageudsatte sektorer betaler lavere afgifter, jf. Hoel (1996).

Forbrugsafgifter og subsidier til produktion kan virke som importafgift

En anden mulighed er at indføre en kombination af forbrugsafgifter og produktionssubsidier, jf. Böhringer mfl. (2017). Under visse forudsætninger vil en kombination af forbrugsafgifter og produktionssubsidier opnå samme effekt som kombinationen af CO₂e-korrigerede eksportsubsidier og importafgifter.

Lækagekorrigerede CO₂e-afgifter kan kombineres med forbrugsafgifter

Sørensen (2018) finder i lighed med Hoel (1996), at man bør bruge lækagekorrigerede sektorspecifikke afgifter, hvis målet med reguleringen er at opnå globale CO₂e-reduktioner i stedet for rent nationale (territoriale) reduktioner. De lækagekorrigerede afgifter skal sikre en ensartet afgift på globale udledninger. Udover lækagekorrigerede CO₂e-afgifter foreslår Sørensen (2018) også yderligere instrumenter for at øge effekten på de globale udledninger. Disse instrumenter består af CO₂e-differentierede forbrugsafgifter og subsidier til vedvarende energi. Forbrugsafgifterne vil sammen med de nedsatte (lækagekorrigerede) CO₂e-afgifter for konkurrenceudsatte sektorer fungere som en indirekte importafgift: både indenlandske og udenlandske

man betragter en lille økonomi som Danmark. Det bemærkes, at Hoel (1996) ikke har medtaget denne effekt i sin model.

3) I Hoels model tager beskatningen også højde for effekter på bytteforholdet imellem ind- og udlandet. Denne effekt ignoreres i det følgende.

varer rammes af forbrugsafgiften, men omkostningen modvirkes for de indenlandske producenter via den nedsatte CO₂e-afgift.⁴ Subsidiet til vedvarende energi skal afspejle, hvor meget den vedvarende energi fortrænger fossilbaseret udenlandsk elproduktion.

Flere instrumenter kan øge effektivitet

Grundlæggende vil brugen af flere instrumenter kunne give en mere omkostningseffektiv regulering. Men dette skal afvejes mod den forøgede kompleksitet, som flere instrumenter medfører. Hertil kommer en afvejning af, hvorvidt man har den fornødne information til at benytte forskellige instrumenter effektivt. Det er for eksempel vanskeligt at beregne CO₂e-indholdet i forbrugsvarer, og beregnede lækagerater er forbundet med usikkerhed.

Når forpligtigelsen og målsætningen ikke nødvendigvis er opfyldt samtidigt

Endelig kan man være i en situation, hvor den omkostningseffektive opfyldelse af den supplerende målsætning for globale CO₂e-reduktioner ikke sikrer den internationale reduktionsforpligtigelse for nationale udledninger. Dermed bliver både den internationale reduktionsforpligtigelse og den supplerende målsætning styrende for klimapolitikken. I dette tilfælde vil den optimale regulering formentlig ligge et sted imellem en ensartet CO₂e-afgift på tværs af udledningskilder og et fuldt lækagekorrigeret afgiftssystem.

SAMMENFATNING

Definition på CO₂e-lækage

CO₂e-lækage er den merudledning, som finder sted i udlandet, når et klimapolitisk tiltag gennemføres i indlandet. Der skal være en kausal sammenhæng imellem det klimapolitiske tiltag i indlandet og merudledningen i udlandet, før man kan tale om CO₂e-lækage.

Der findes flere typer CO₂e-lækage

Der kan skelnes mellem fem mekanismer til CO₂e-lækage: (1) lækage via udenrigshandlen, (2) lækage via det internationale marked for fossile brændsler, (3) lækage via EU ETS, (4) lækage via politiske incitament, og (5) lækage via teknologiske spillover-effekter. Endeligt kan internationale, politiske aftaler som eksempelvis Parisaftalen bidrage til at modvirke lækage. Alle typer af lækage og begrænsninger kan være vigtige for en lille, åben økonomi som Danmark.

4) Samme tankegang benyttes i Sekretariatet for afgifts- og tilskudsanalysen på energiområdet (2018). Her beregnes den samfundsøkonomiske gevinst ved en afgiftsomlægning på energiområdet ved uændret dansk forbrug af fossile brændsler samt meromkostningen ved også at sikre en uændret CO₂-udledning ved dansk elforbrug via en elafgift og et tilskud til dansk elproduktion.

En bunden opgave og en supplerende målsætning

Danmark er af EU forpligtiget til at reducere sine drivhusgasudledninger i ikke-kvotesektoren frem mod 2030. Denne bundne opgave og den nationale målsætning om drivhusgasneutralitet i 2050 omhandler alene nationale udledninger af drivhusgasser. Hvis man ønsker, at Danmark skal bidrage til globale CO₂e-reduktioner ud over, hvad der følger af at opfylde EU-forpligtigelsen og neutralitetsmålsætningen, kan dette opfattes som en supplerende målsætning i klimapolitikken. Den supplerende målsætning har en omkostning, hvis den medfører en afvigelse fra den omkostningseffektive politik, der alene sikrer en opfyldelse af EU-forpligtelsen.

Supplerende målsætning kan motivere sektor-specifikke CO₂e-afgifter

Danmark kan opnå sin EU-forpligtelse mest omkostningseffektivt ved at lægge en ensartet afgift på alle CO₂e-udledninger i ikke-kvotesektoren. På samme måde kan det nationale reduktionsmål i 2050 opnås billigst muligt ved at lægge en ensartet afgift på alle CO₂e-udledninger. Hvis det politisk ønskes at reducere de globale udledninger, udover hvad der følger af disse målsætninger, skal klimapolitikken også tage hensyn til CO₂e-lækage. Indretningen af et omkostningseffektivt reguleringssystem, der reducerer de globale udledninger, vil afhænge af, hvilke reguleringsinstrumenter der er til rådighed. Et sådan system vil formodentligt betyde, at der skal anvendes lækagekorrigerede CO₂e-afgifter. Disse CO₂e-afgifter skal være lavere for sektorer, hvor lækageeffekterne er store.

II.3

TIDLIGERE ANALYSER AF LÆKAGERATER

Vanskeligt at opgøre lækagerater rent empirisk

Det er vanskeligt rent empirisk at estimere lækagerater. Dette skyldes, at man skal fastlægge et givent indenlandsk tiltags kausale effekt på både de indenlandske og udenlandske CO₂e-udledninger. Derfor er de fleste lækagerater fra litteraturen beregnet via CGE-modeller, dvs. store makroøkonomiske modeller, som er kalibreret ud fra bl.a. nationalregnskabstal. Dog understøttes de lækageeffekter, der forekommer via udenrigshandlen i disse modeller, af en række empiriske studier, jf. boks II.1.

Lækagerater beregnes typisk i modeller med flere lande

CGE-modellerne inkluderer typisk hele eller store dele af verden. Fordelen ved CGE-modeller er, at de tager højde for samspillet mellem de klimapolitiske effekter på tværs af forskellige lande og sektorer. Dette afsnit starter derfor med en diskussion af hvilke effekter, der kan have betydning for de beregnede lækagerater. Herefter præsenteres beregnede lækagerater fra litteraturen. Til sidst i afsnittet beskrives analyser af effekten af tiltag til at begrænse lækageraten.

BOKS II.2 EMPIRISKE STUDIER OM MILJØPOLITIK OG KONKURRENCEEVNE

Generelt bekræfter den empiriske faglitteratur, at en strammere miljøpolitik har en negativ effekt på de regulerede virksomheders konkurrenceevne (målt på bl.a. handel, beskæftigelse og produktivitet) på kort sigt. Den negative effekt er imidlertid typisk lille sammenlignet med andre faktorer, der påvirker handel og investeringer, som f.eks. transportomkostninger og adgang til kvalificeret arbejdskraft. Desuden er effekten typisk drevet af nogle få sektorer, hvor omkostningerne forbundet med miljøreguleringen er særligt høje, jf. Dechezleprêtre og Sato (2017).

Derudover bekræfter flere studier, at de forurenede aktiviteter rent faktisk flytter til udlandet. For eksempel viser Ben-David mfl. (2018), at multinationale virksomheder generelt reducerer deres CO₂-udledninger i indlandet, når miljøpolitikken strammes, mens de øger deres CO₂-udledninger i udlandet. Endvidere finder studiet, at virksomhederne samlet set reducerer deres globale CO₂-udledninger, når miljøpolitikken strammes i indlandet. Dermed er lækageraten indenfor de undersøgte virksomheder mindre end 100 pct.

Samlet set bekræfter den empiriske litteratur, at en strammere miljøpolitik svækker konkurrenceevnen for især forureningsintensive virksomheder, og at denne svækkelse medfører forureningslækage. Der er evidens for mekanismen bag CO₂e-lækage via udenrigshandlen, men det er ikke muligt at opgøre makroøkonomiske lækagerater for lande ud fra sådanne empiriske undersøgelser.

FAKTORER SOM PÅVIRKER CO₂e-LÆKAGE

Prisfølsomheden på kulmarkedet er afgørende

Burniaux og Martins (2012) undersøger, hvilke faktorer der er afgørende for beregnede lækagerater på makroplan i CGE-modeller. Studiet er baseret på en relativt simpel CGE-model med to regioner: en stor koalition af industrialiserede lande med en fælles klimapolitik og en region bestående af lande uden klimapolitik. De finder, at resultaterne er sensitive overfor prisfølsomheden for kul. Des mere prisen på kul reagerer på en reduktion i kulefterspørgslen fra f.eks. Europa, des mere stiger kulforbruget i den øvrige del af verden. Prisfølsomheden på olie er mindre afgørende, hvilket bl.a. skyldes, at substitution fra kul til olie i sig selv medfører en reduktion i CO₂-udledningen.

Muligheden for at udskifte kul med olie er også afgørende

Derudover finder Burniaux og Martins (2012), at de beregnede lækagerater afhænger af, hvor svært det er at benytte olie i stedet for kul. Hvis CO₂e-udledningen beskattes hårdere i f.eks. Europa, vil dette primært medføre et fald i disse landes efterspørgsel efter kul, idet kul er det mindst energieffektive fossile brændstof pr. CO₂-enhed. Dermed falder verdensmarkedsprisen på kul relativt til olie. Des lettere det er at substituere fra olie over til kul, des mere vil kulforbruget stige i den ikke-regulerede del af verden, og des større bliver lækageraten.

Hvis den regulerede region derimod reducerer forbruget af både olie og kul, og olieprisen falder mere end kulprisen, kan dette reducere kulforbruget og øge olieforbruget i den uregulerede region, hvilket kan gavne klimaet. En større prisfølsomhed for olie kan derfor reducere lækagen, mens det omvendte er gældende for kul.

Lækage via markedet for fossile brændsler kan være betydelig

Typisk finder studier baseret på CGE-modeller, at lækage via markedet for fossile brændsler står for en stor del af den samlede lækageeffekt, jf. Kuik og Hofkes (2010). Resultaterne fra Burniaux og Martins (2012) bekræfter, at antagelser om markederne for kul og olie er afgørende for de beregnede lækagerater.⁵ Burniaux og Martins (2012) finder også, at de beregnede lækagerater ikke er særligt sensitive overfor antagelser om, hvor let det er at substituere imellem indenlandske og udenlandske varer (Armington elasticiteter).

Teknologiske spillover-effekter kan reducere lækage

Teknologisk udvikling kan bidrage til at reducere lækageeffekterne. Hvis man f.eks. strammer klimapolitikken i EU, kan dette medføre en øget teknologisk udvikling indenfor CO₂e-besparende teknologi. Denne udvikling kan have positive spillover-effekter til resten af verden, som derfor også gøres mere CO₂e-effektiv. Teknologiske spillover-effekter medfører ifølge Gerlagh og Kuik (2014) en reduceret eller endda negativ lækagerate. Dog må det forventes, at sådanne spillover-effekter er beskedne, når man betragter klimapolitiske tiltag i en lille økonomi som Danmark, fordi effekten på den teknologiske udvikling afhænger af hvor stor en del af det samlede verdensmarked, der pålægges regulering.

Kapitalmobilitet og lækageeffekter

En anden mekanisme virker gennem international kapitalmobilitet. Typisk argumenteres der for, at kapitalmobilitet forstærker lækageeffekter, idet en højere grad af international kapitalmobilitet gør det lettere at flytte den regulerede produktion. Der er imidlertid også en modsatrettet effekt. Hvis prisen på fossile brændsler øges i indlandet, substituerer virksomhederne væk fra fossile brændsler og over i andre produktionsfaktorer som f.eks. kapital. Dette modvirker lækageeffekten, idet substitutionen isoleret set trækker ressourcer som f.eks. kapital væk fra de udenlandske industrier, hvis produktion og derved CO₂e-udledning reduceres, jf. Baylis mfl. (2014). Burniaux og Martins (2012) finder, at antagelser om kapitalmobilitet imellem lande ikke påvirker beregnede lækagerater betydeligt i CGE-modeller.

5) Statiske CGE-modeller medtager ikke mekanismerne bag det såkaldte grønne paradoks beskrevet af Sinn (2008). Hvorvidt dette under- eller overvurderer lækage via markedet for fossile brændsler afhænger af, hvordan klimapolitiske tiltag udvikler sig over tid. Generelt kræver mekanismen bag det grønne paradoks, at klimapolitikken strammes relativt meget over tid, jf. Jensen mfl. (2015). En forholdsvis langsom opstramning kan derimod svække denne mekanisme.

Lækageraten afhænger af, hvor stram politikken er

Typisk finder man, at beregnede lækagerater er højere, des strengere den betragtede klimapolitik er. For eksempel beregner Elliott mfl. (2010) lækageraten for en større koalition af industrialiserede lande, som indfører en fælles CO₂e-afgift. De finder en lækagerate på 15 pct. ved lave afgiftssatser og en lækagerate på 25 pct. ved høje afgiftssatser. Et oversigtsstudie af Carbone og Rivers (2017) indikerer desuden, at lækageraten generelt stiger med det politiske ambitionsniveau på tværs af studier.

Mere CO₂e-lækage fra handelsudsatte og energiintensive sektorer

Der kan være betydelig forskel på, hvor lækagefølsomme økonomiens sektorer er. Her kan en række faktorer være afgørende. For det første må det forventes, at en sektor er relativt mere lækageudsat via udenrigshandlen, hvis den er CO₂e-intensiv og konkurrenceudsat.⁶ Des mere CO₂e-intensiv en sektor er, des større bliver omkostningerne for sektoren for en given stramning af klimapolitikken. Dermed reduceres konkurrenceevnen relativt mere for CO₂e-intensive virksomheder, når klimapolitikken strammes. En sektor er konkurrenceudsat, hvis det er relativt let for forbrugerne at substituere imellem indenlandske og udenlandske varer produceret i sektoren. Dermed er forbruget mere prisfølsomt for disse sektorer, og konkurrenceevnen svækkes derfor relativt mere, når rammevilkårene forringes. Dette er typisk tilfældet for sektorer, som producerer forholdsvis homogene varer, og for hvilke transportomkostningerne er lave.

Sektorernes teknologiske muligheder er afgørende

Derudover kan det være afgørende i hvor høj grad, det teknisk er muligt for de enkelte sektorer at substituere fra fossile brændsler til andre produktionsfaktorer. Sektorer, som relativt let kan substituere fra fossilbaseret energi til kapital (f.eks. i form af vedvarende energi eller mere energieffektive maskiner), vil have lavere omkostninger forbundet med klimapolitiske stramninger. Dermed vil lækageeffekten via udenrigshandlen alt andet lige være svagere i disse sektorer. På samme måde er det afgørende, hvor omkostningstungt det er at nedbringe udledningerne ved brug af teknologiske virkemidler for sektorer med store ikke-energi-relaterede CO₂e-udledninger (f.eks. landbruget).

Landbruget har mindre lækage via markedet for fossile brændsler

Man må desuden forvente, at lækageeffekten via det internationale marked for fossile brændsler er relativt lille for sektorer, hvor hovedparten af den samlede udledning af drivhusgasser ikke opstår i forbindelse med brugen af fossile brændsler. Isoleret set vil dette reducere lækageraten. Det danske landbrug er et eksempel på en sektor, hvor en stor andel af CO₂e-udledningerne kommer fra andre aktiviteter, jf. Klimarådet (2016).

6) Denne intuition bakkes op ad resultaterne fra empiriske studier, jf. f.eks. Fowlie mfl. (2016).

CO₂e-intensiteten hos konkurrenter spiller også ind

Lækageeffekterne vil også afhænge af CO₂e-intensiteten for konkurrerende udenlandske sektorer. En strammere klimapolitik i indlandet vil medføre, at en del af den indenlandske produktion af CO₂e-intensive varer erstattes af udenlandsk produktion. Des mere CO₂e-intensive de udenlandske virksomheder er i forhold til de indenlandske, des stærkere er lækageeffekten.

LÆKAGERATER PÅ MAKRONIVEAU

Litteraturen fokuserer på store koalitioner af lande

Litteraturen består primært af beregnede lækagerater fra CGE-modeller, og disse beregninger er typisk foretaget på store koalitioner af industrialiserede lande med en fælles klimapolitik.

Makroøkonomiske lækagerater på 10 til 30 pct.

I et oversigtsstudie af Carbone og Rivers (2017) vises det, at studier baseret på CGE-modeller typisk finder lækagerater på imellem 10 og 30 pct. Et andet oversigtsstudie af Branger og Quirion (2014) viser, at CGE-modeller typisk finder lækagerater på imellem 5 og 25 pct. Enkelte studier finder lækagerater, som afviger meget fra disse spænd. Babiker (2005) finder f.eks. lækagerater på over 100 pct., når han afviger fra typiske antagelser for skalaafkast og markedsstruktur.⁷ Derimod finder Gerlagh og Kuik (2014), at lækageraten kan blive negativ, når man medtager teknologiske spillover-effekter.⁸ Tabel II.1 giver et overblik over beregnede lækagerater fra udvalgte studier, der er publiceret i internationale, fagøkonomiske tidsskrifter siden 2010.

Litteraturen har ikke et godt bud på lækagerater for en lille, åben økonomi

Den videnskabelige litteratur giver på nuværende tidspunkt ikke noget godt bud på lækageraterne for en lille, åben økonomi som Danmark via modeller med velmodellerede handelsmønstre. Bohlin (2010) finder via en CGE-model for Sverige lækagerater på imellem 35 og 100 pct. Beregningerne bygger imidlertid på den forsimplede antagelse, at varer produceres med samme CO₂-intensitet i Sverige og i udlandet. Derudover medtages lækage via markedet for fossile brændsler ikke. Copenhagen Economics (2011) finder en lækagerate for Danmark på 88 pct. for energiintensive industrier. Dette studie foretager også en relativt simpel beregning af effekten på udenlandske udledninger, og derudover medtager studiet ikke lækage via markedet for fossile brændsler.

7) Babiker (2005) finder meget høje lækagerater, når han antager stigende skalaafkast. Dette kan skyldes, at en nedskalering af produktioner i den regulerede region øger CO₂e-udledningen pr. output enhed pga. det stigende skalaafkast. Denne effekt vil være fraværende under standardantagelsen om konstant skalaafkast.

8) En negativ lækagerate implicerer, at der kommer et fald i de udenlandske CO₂e-udledninger, når den indenlandske klimapolitik strammes.

TABEL II.1 UDVALGTE LÆKAGERATER FRA LITTERATUREN

Tabellen viser udvalgte beregnede lækagerater fra studier, der er publiceret i internationale tidskrifter siden 2010. Udgangspunktet er, at en koalition af lande indfører en fælles klimapolitik, mens den resterende del af verden ikke fører nogen klimapolitik.

Studie	Lækagerate	CO ₂ -reduktion ^{h)}	Koalition
Antimiani mfl. (2013)	12-13 pct.	14 pct.	Anneks I (Kyoto-aftalen)
Böhringer mfl. (2018)	14 pct.	20 pct.	OECD
Böhringer mfl. (2012) ^{a)}	15-21 pct.	10-30 pct.	EU og EFTA-landene
Böhringer mfl. (2010) ^{b)}	10-28 pct.	20 pct.	USA og/eller EU
Elliott mfl. (2010) ^{c)}	15-25 pct.	3-15 pct.	Anneks B (Kyoto-aftalen)
Fischer og Fox (2012) ^{d)}	7 pct.	-	USA (udvalgte sektorer)
Gerlagh og Kuik (2014) ^{e)f)}	3-10 pct.	11 pct.	EU
Kuik og Hofkes (2010) ^{g)}	11 pct.	-	EU (kun kvotesektoren)

a) En reduktion på 10 (30) pct. giver en lækagerate på 15 (21) pct.

b) Lækageraten på 10 pct. er for USA, mens lækageraten på 28 pct. er for EU. For en koalition bestående af USA og EU er lækageraten på 15 pct.

c) Tallene for reduktionerne er skønnet ud fra figur 1 i Elliott mfl. (2010), hvor reduktionen på 3 (15) pct. svarer til den laveste (højeste) afgiftssats og den laveste (højeste) lækagerate.

d) Scenariet involverer en CO₂-afgift på 14 US-dollar pr. ton for energiintensive og handelsudsatte industrier. Det er ikke opgivet, hvor meget denne afgift reducerer den samlede drivhusgasudledning.

e) Lækageraterne er taget fra tabel 3 i Gerlagh og Kuik (2014), hvor lækageraterne på hhv. 3 og 10 pct. er med og uden teknologiske spillover-effekter. Forfatterne viser imidlertid, at lækageraten også kan blive negativ, hvis spillover-effekterne er stærkere.

f) Det er ikke præcist specificeret, hvordan reduktionen opnås, blot at den marginale reduktionsomkostning er den samme for kvote- og ikke-kvotesektoren.

g) Scenariet involverer en fast kvotepris således, at prisen på at udlede CO₂ bliver 20 euro pr. ton. Det er ikke opgivet, hvor meget denne kvotepris reducerer den samlede drivhusgasudledning.

h) De angivne CO₂-reduktioner er for koalitionen.

Anm.: Som udgangspunkt benyttes beregnede tal fra basisscenerierne, hvor reguleringen typisk foretages via en ensartet CO₂-afgift eller et kvotesystem. Studierne indeholder også beregnede lækagerater, hvor klimapolitikken indeholder lækagereducerende tiltag som f.eks. CO₂-korrigerede importafgifter.

Kilde: Antimiani mfl. (2013), Böhringer mfl. (2018), Böhringer mfl. (2012), Böhringer mfl. (2010), Elliott mfl. (2010), Fischer og Fox (2012), Gerlagh og Kuik (2014) samt Kuik og Hofkes (2010).

Formentlig større lækagerate for en lille økonomi

Generelt er der en tendens til, at lækageraten bliver mindre, des større den regulerede region er, jf. Burniaux og Martins (2012). OECD (2009) finder f.eks., at lækageraten er på ca. 12 pct., hvis EU reducerer sit udslip med 50 pct. i 2050 ift. 2005, hvorimod lækageraten reduceres til under 2 pct., hvis den samme absolutte reduktion finder sted for Anneks I-landene fra Kyoto-aftalen.⁹ Intuitivt reduceres

9) Anneks I-landene fra Kyoto-aftalen består af Australien, Østrig, Hviderusland, Belgien, Bulgarien, Canada, Kroatien, Cypern, Tjekkiet, Danmark, Estland, EU, Finland,

CO₂e-lækagen, når koalitionen størrelse forøges, idet produktionen får færre steder at rykke hen, når klimapolitikken strammes. Man må derfor forvente højere lækagerater for en lille økonomi som Danmark sammenlignet med lækagerater for store koalitioner af lande.

Mere åbne økonomier har højere lækagerater

Derudover må det forventes, at lækageraten er større, des mere åben den betragtede økonomi er. CO₂e-lækage er grundlæggende et resultat af samhandel enten via forbrugsgoder, produktionsinput eller i nogle tilfælde CO₂-kvoter. Hvis en økonomi er relativt mere åben, må det forventes, at samhandlen påvirkes relativt mere af indenlandske klimapolitiske tiltag, hvilket øger potentialet for CO₂e-lækage.

Velintegrerede elmarkeder øger lækageraten

Endvidere må det forventes, at det velintegrerede elmarked i Nord-europa øger lækageeffekterne for Danmark, da elproduktionen nemt kan flyttes til lande med lempeligere klimaregulering. Dette understøttes af et empirisk studie af Fell og Maniloff (2018), som finder store lækageeffekter for et velintegreret elmarked i det nordøstlige USA.

EU ETS øger lækageraten

Desuden vil aftalen omkring EU ETS medføre CO₂e-lækage for den danske kvotesektor. CO₂e-reduktioner i den danske kvotesektor reducerer den samlede efterspørgsel efter kvoter på EU-plan, hvilket reducerer kvoteprisen. Dermed reduceres omkostningerne ved at udlede CO₂e i EU's kvotesektor, hvilket isoleret set øger CO₂e-udledningerne på EU-plan. EU ETS vil imidlertid ikke resultere i en lækagerate på 100 pct. efter den seneste reform af systemet, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2018) samt Beck og Kruse-Andersen (2018).

EU's reduktionskrav reducerer lækageraten

Omvendt vil EU's reduktionskrav for medlemslandenes ikke-kvotesektorer modvirke lækage. De EU-lande, som er blevet pålagt bindende reduktionskrav, kan ikke øge deres udledninger i ikke-kvotesektoren som reaktion på danske tiltag. Dog forhindrer reduktionskravene ikke, at danske tiltag påvirker sektorsammensætningen i udlandet. Hvis den danske klimapolitik f.eks. medfører en stigning i produktionen og derved CO₂e-udledningen fra det tyske landbrug, vil Tyskland være nødt til at reducere sine udledninger i andre dele af den tyske ikke-kvotesektor for at opfylde EU's reduktionskrav. Dermed forskydes den tyske produktion i ikke-kvotesektoren over imod landbruget på bekostning af andre industrier i ikke-kvotesektoren.

Frankrig, Tyskland, Grækenland, Ungarn, Island, Irland, Italien, Japan, Letland, Liechtenstein, Litauen, Luxembourg, Malta, Monaco, Nederlandene, New Zealand, Norge, Polen, Portugal, Rumænien, Rusland, Slovakiet, Slovenien, Spanien, Sverige, Schweiz, Tyrkiet, Ukraine, Storbritannien samt USA.

**Parisaftalen
reducerer også
lækageraten**

På samme måde vil internationale aftaler reducere lækageeffekterne for Danmark. Hvis Parisaftalen overholdes, sikrer aftalen, at lande med bindende klimamål ikke kan øge deres udledninger som reaktion på danske tiltag. Dermed reducerer aftalen potentialet for CO₂e-lækage. Des flere lande, som har bindende klimamål, des mere reduceres lækageeffekterne. Hvis alle lande i verden havde bindende klimamål, ville lækageraten være nul.

LÆKAGERATER FOR FORSKELLIGE SEKTORER

**Få studier med
fokus på forskelle
mellem sektorer**

De fleste studier, som relaterer sig til CO₂e-lækage, fokuserer på lækage fra store politiske tiltag, som f.eks. en CO₂e-afgift eller et kvotesystem for drivhusgasser, der dækker hele økonomien eller alle energiintensive industrier. I sådanne undersøgelser er det vanskeligt at afgøre, hvor stort bidraget fra forskellige sektorer er, samt hvor lækagefølsomme de enkelte sektorer er.

**Få industrier kan stå
for en betydelig del
af CO₂e-lækagen**

En undtagelse er et studie af Paltsev (2001), hvor CO₂e-lækagen dekomponeres i regioner og sektorer i en CGE-model. Udgangspunktet er, at en større koalition af industrialiserede lande indfører nationale kvotesystemer for at opfylde deres reduktionsforpligtelser. Studiet finder en overordnet lækagerate på 10 pct. for koitionen som helhed. Dekomponeringen viser endvidere, at de to energiintensive industrier, kemikalieindustrien samt jern- og stålindustrien bidrager relativt meget til CO₂e-lækagen. De to industrier står for ca. 17 pct. af de samlede CO₂-udledninger men over 36 pct. af lækagen. Den samlede lækage kan derfor være drevet af få industrier.

**Stor variation i
beregnet lækage for
enkelte industrier**

Andre studier forsøger at estimere lækageeffekter for enkelte industrier. Her varierer både de anvendte metoder og de beregnede lækagerater mere henover studierne sammenlignet med den tilsvarende litteratur for CO₂e-lækage på makroplan. Typisk er industrispecifikke studier baseret på mikroøkonomiske data og økonometriske metoder, eller også benytter de simple, partielle ligevægtsmodeller. De beregnede lækagerater spænder imellem tæt på nul til omkring 75 pct. For eksempel undersøger Demailly og Quirion (2008) via en partiel ligevægtsmodel, hvordan EU ETS har påvirket den europæiske jern- og stålindustri. De finder, at EU ETS har haft en meget lille negativ effekt på konkurrenceevnen for denne sektor, og de beregner lækageraten til 5 pct. Derudover peger deres sensitivitetsanalyse på, at lækageraten højst sandsynligt ikke overstiger 15 pct. Gielen og Moriguchi (2002) finder derimod langt højere lækagerater (imellem 35 og 70 pct.) for den samlede japanske og europæiske jern- og stålindustri, hvis der introduceres en fælles CO₂-afgift for industrien i de to regio-

ner. Ponssard og Walker (2008) undersøger effekten af EU ETS for den europæiske cementindustri og finder lækagerater på ca. 70 pct.¹⁰

De fleste industrier har lækagerater på under 20 pct.

Fowle mfl. (2016) undersøger i et empirisk studie, hvor lækageudsatte forskellige industrier i Californien er. Studiet indikerer, at de sektor-specifikke lækagerater typisk er under 20 pct. Forfatterne bemærker, at lækageraterne formentlig er overvurderede pga. den empiriske metode. Omvendt medtager studiet ikke lækage via markedet for fossile brændsler, hvilket trækker i den modsatte retning.

Høje lækagerater indenfor elsektoren på kort sigt

I et empirisk studie undersøger Fell og Maniloff (2018) lækageeffekten af et CO₂-kvotesystem, som dækker elproducenter i dele af det nordøstlige USA. De finder en lækagerate på ca. 50 pct., men lækageraten er formentlig større, end den ville være i en international sammenhæng pga. relativt små handelsbarrierer i den betragtede region. I Danmark bliver el og varme i høj grad produceret sammen, og da varme ikke handles internationalt, er denne produktion ikke lækageudsat. Dermed kan lækageeffekterne i elsektoren være svagere i en dansk sammenhæng. Omvendt medtager studiet kun de kortsigtede effekter af kvotesystemet. De langsigtede effekter kan være større pga. kapitalbevægelser.

EFFEKT AF POLITIKKER TIL BEGRÆNSNING AF LÆKAGE

Internationale aftaler modvirker CO₂e-lækage

CO₂e-lækage afspejler grundlæggende, at der er lande, som ikke har bindende mål for deres udledning af CO₂e. Hvis klimapolitik i Danmark bidrager til at øge udledningen i et land med bindende klimamål er dette land således nødsaget til at indføre tiltag, som begrænser landets udledninger. Derfor er klimaambitionerne i andre lande vigtige for størrelsen af CO₂e-lækage fra Danmark. En udbredelse og stramning af eksisterende klimapolitiske aftaler må derfor forventes at modvirke lækageeffekterne fra Danmark.

CO₂e-lækage kan svækkes via nationale tiltag

Lækageeffekterne kan imidlertid også svækkes via nationale tiltag. CO₂e-lækage via udenrigshandelen skyldes, at klimapolitikken reducerer de indenlandske virksomheders konkurrenceevne ved at øge deres omkostninger. Denne effekt kan svækkes via nationale tiltag, som enten øger konkurrenceevnen direkte eller reducerer virksomhedernes klimapolitiske omkostningsbyrde. Dette afsnit beskriver

10) De ovennævnte studier har tre metodemæssige begrænsninger: (1) de betragter en meget begrænset del af økonomien, (2) den udenlandske reaktion på klimapolitiske tiltag er typisk modelleret meget simpelt, og (3) de medtager ikke CO₂-lækage via priserne på fossile brændsler.

hvilke instrumenter, der kan modvirke lækage via varemarkedet, og hvor effektive disse instrumenter er.

Afgifter og subsidier kan neutralisere lækage via udenrigshandel, ...

I den optimale lækagekorrigerede regulering er importafgifter og eksportsubsidier fastsat ud fra varenes CO₂e-indhold. Disse instrumenter neutraliserer i princippet de lækageeffekter, som CO₂e-reguleringen medfører gennem udenrigshandlen.

... men ikke via brændselsmarkedet

Instrumenterne neutraliserer dog ikke lækageeffekterne gennem markedet for fossile brændsler. Som nævnt i afsnit II.2 kan det være vanskeligt at implementere importafgifter og/eller eksportsubsidier i praksis pga. internationale aftaler for frihandel. Instrumenterne synes derfor ikke relevante i en dansk kontekst.

Importafgifter og eksportsubsidier har en væsentlig effekt på lækagen ...

Böhringer mfl. (2012a) samler resultaterne fra 12 forskellige CGE-modeller, som benyttes til at beregne effekten af CO₂e-korrigerede importafgifter og eksportsubsidier. Det antages, at en større koalition af industrialiserede lande indfører en ensartet CO₂-afgift samt CO₂e-korrigerede importafgifter og eksportsubsidier, som sikrer en CO₂-reduktion på 20 pct. Böhringer mfl. (2012a) finder, at lækageraten uden CO₂e-korrigerede importafgifter og eksportsubsidier i gennemsnit er 12 pct., mens dette tal reduceres til 8 pct., hvis man indfører disse afgifter og subsidier. Altså kan lækagen reduceres med en tredjedel via disse instrumenter. Importafgifterne og eksportsubsidierne reducerer imidlertid ikke de globale omkostninger ved klimapolitikken væsentligt, men omkostningsbyrden lægges i højere grad over på landene udenfor koalitionen.

... men effekten svækkes ved upræcis beregning af CO₂e-indhold

Hvor effektivt CO₂e-korrigerede importafgifter og eksportsubsidier kan modvirke lækage afhænger af, hvor præcist CO₂e-indholdet af diverse varer eller produktkategorier antages at kunne beregnes. Des mere upræcist det egentlige CO₂e-indhold i de im- og eksporterede varer beregnes, des mindre effektivt kan politikken imødegå CO₂e-lækagen. Böhringer mfl. (2018) finder f.eks., at lækageraten ved en 20 pct. CO₂-reduktion i OECD via et fælles CO₂-kvotesystem er ca. 14 pct. Perfekte CO₂-korrigerede importafgifter kan reducere lækageraten til ca. 5 pct., mens mere realistiske CO₂-korrektioner reducerer lækageraten til omkring 10 pct.¹¹

11) Hvis importafgifterne er perfekt CO₂-korrigerede, vil afgiftssatsen være givet ud fra CO₂-indholdet for den enkelte importvare, hvor der også tages højde for den indirekte CO₂-udledning forbundet med produktionen af mellemprodukter. Böhringer mfl. (2018) betragter også flere mere praktisk implementerbare systemer, for eksempel importafgifter som kun pålægges de direkte CO₂-udledninger forbundet med produktionen af importerede varer.

Afgiftsbetaling og forvridningsomkostninger

En alternativ reguleringsform er at benytte CO₂e-afgifter eller kvotesystemer for drivhusgasser, hvor statens provenu fra reguleringen tilbageføres til virksomhederne. Når man regulerer virksomheders CO₂e-udledninger via en CO₂e-afgift eller et kvotesystem for drivhusgasser, vil reguleringen have to typer omkostninger for virksomhederne. For det første vil virksomhederne bære en omkostning i form af afgiftsbetalinger eller køb af kvoter. Derudover vil virksomhederne forsøge at reducere deres afgiftsbetaling eller udgift til kvotekøb ved at omstille deres produktion således, at de udleder mindre CO₂e pr. produceret enhed. Denne adfærdspåvirkning er selve formålet med reguleringen, men den har en omkostning for virksomhederne, som kaldes en forvridningsomkostning.

Tilbageførelse af provenu reducerer omkostninger

Hvis man ønsker at reducere omkostningsbyrden for virksomhederne ved en CO₂e-afgift, kan dette gøres ved at tilbageføre hele eller dele af afgiftsprovenuet. Reguleres virksomhederne via et kvotesystem, kan den samme effekt opnås ved at tildele virksomhederne kvoter gratis. Selvom hele afgiftsprovenuet tilbageføres eller alle kvoter tildeles gratis, vil virksomhederne fortsat bære forvridningsomkostningen. En omkostningseffektiv regulering kræver, at tilbageførelsen af afgiftsprovenuet eller tildelingen af kvoter ikke påvirker virksomhedernes incitament til at reducere deres CO₂e-udledning.

Afgiftsprovenuet kan tilbageføres som et bundfradrag

En måde at tilbageføre en del af afgiftsprovenuet er at indføre et bundfradrag på afgiftsbetalingen. Hvis bundfradraget fastsættes således, at virksomhederne fortsat skal betale afgiften på de sidste ton CO₂e-udledning, vil de fortsat have et incitament til at reducere deres udledninger. Virksomhederne kan have meget forskellige størrelser. Det kan derfor være nødvendigt at indføre differentierede bundfradrag for at opnå den ønskede effekt.

Begrænset effekt på lækageraten af kvotetildelinger

Litteraturen finder generelt, at en tilbageførelse af afgiftsprovenu eller gratis tildeling af kvoter har en begrænset effekt på lækageraten. For eksempel undersøger Böhringer mfl. (2010) effekten af forskellige politikker, som har til formål at begrænse CO₂e-lækagen fra energiintensive virksomheder via en CGE-model for hele verden. Udgangspunktet er indførelsen af et CO₂-kvotesystem, hvor kvoterne auktioneres, for USA og/eller Europa. Böhringer mfl. (2010) finder, at en tilbageførelse af provenuet fra kvoteauktioneringerne reducerer lækageraten for Europa fra ca. 28 pct. til ca. 24 pct., men lækageraten for USA reduceres fra 10 pct. til ca. 9 pct. Studiet finder således, at en tilbageførelse af provenuet fra kvoteauktionerne har en lille effekt på de beregnede lækagerater.

Regelregulering reducerer omkostninger men kræver meget information

Regelregulering er et alternativ til en CO₂e-afgift eller et kvotesystem, hvor proventet tilbageføres. Indførelse af regelregulering vil alene give anledning til en forvriddingsomkostning for virksomhederne. Det er dog vanskeligt at implementere regelregulering lige så omkostningseffektivt som en CO₂e-afgift eller et kvotesystem, da myndighederne ikke har detaljeret information om den enkelte virksomheds omkostninger.

Undtagelser kan have betydelige omkostninger

Omkostningerne kan også reduceres for udvalgte industrier ved helt at undtage dem fra regulering. Dette vil dog typisk ikke være omkostningseffektivt, da man ikke udnytter billige reduktionsmuligheder i de fritagne industrier. Selvom de fritagne industrier kun udgør en mindre del af den samlede økonomi, kan de samfundsøkonomiske omkostninger ved fritagelsen være betydelige, jf. Böhringer og Rutherford (1997). Det skyldes, at reduktionsbyrden øges for den regulerede del af økonomien, hvor de billigste reduktioner allerede er opbrugt.

Dyrt at modvirke CO₂e-lækage via undtagelser

Litteraturen bekræfter, at undtagelser er en omkostningsfuld måde at modvirke CO₂e-lækage. I Böhringer mfl. (2012b) sammenlignes forskellige instrumenter til at reducere CO₂e-lækage i forhold til deres omkostningseffektivitet og byrdefordeling. Udgangspunktet er et CO₂-kvotesystem, som opnår en given reduktion for en given koalition af lande. Studiet viser, at en undtagelse af energiintensive industrier fra regulering har en lille effekt på lækageraten, mens omkostningen ved at reducere det sidste ton CO₂e (givet ved kvoteprisen) stiger. Gratis kvoteallokeringer kan typisk opnå den samme effekt på lækageraten til en lavere reduktionsomkostning for det sidste ton CO₂e og med et mindre produktionstab for de energiintensive industrier.

Støtte til vedvarende energi er mindre omkostnings-effektivt ...

Drivhusgasreduktioner kan også opnås via subsidier til vedvarende energi og energibesparelser. Subsidierne reducerer CO₂e-udledningen mindre omkostningseffektivt end en CO₂e-afgift. Dette skyldes, at subsidierne kun indirekte påvirker CO₂e-udledningen, hvorimod en CO₂e-afgift direkte øger omkostningerne ved CO₂e-udledning. For eksempel vil støtte til vedvarende energi i elsektoren indirekte reducere CO₂e-udledningen, idet støtten øger udbuddet af el produceret via vedvarende energi, hvilket delvist fortrænger brugen af fossile brændsler i elproduktionen. Men støtten vil også øge den samlede elproduktion, hvormed prisen på el reduceres. Dermed øges forbruget af el, som produceres både af vedvarende energi og fossilt-baseret energi. Dermed reduceres den samlede effekt på CO₂e-udledningen af støtten til vedvarende energi.

... og byrden pålægges skatteyderne

Subsidier til vedvarende energi og energibesparelser medfører desuden en direkte omkostning for staten. Subsidierne vil derfor lægge omkostningsbyrden over på skatteyderne.

SAMMENFATNING

Lækagerater for store koalitioner af lande på 10-30 pct.

Den internationale litteratur om CO₂e-lækage fokuserer primært på store koalitioner af industrialiserede lande. For disse koalitioner ligger lækageraterne typisk på mellem 10 og 30 pct. Endvidere indikerer litteraturen, at de sektorspecifikke lækagerater kan variere betydeligt.

Uvist hvor store lækageraterne er for små økonomier

Litteraturen giver derimod ikke noget klart svar på hvilke lækagerater, man kan forvente for en lille, åben økonomi som Danmark. Dog peger litteraturen på, at lækageeffekterne er større, des mindre den regulerede region er. Samtidig forstærkes lækageeffekterne i EU-lande af EU ETS. Omvendt må Parisaftalen og EU's reduktionskrav for medlemslandenes ikke-kvotesektorer forventes at modvirke CO₂e-lækage.

Vanskeligt at modvirke lækage gennem indenlandske tiltag

Overordnet set tyder litteraturen på, at indenlandske tiltag, der har til formål at reducere lækageeffekter, har forholdsvis små effekter på de beregnede lækagerater. De eneste undtagelser er importafgifter og eksportsubsidier, som kan have betydelige effekter, men som også er vanskelige at benytte i praksis. En væsentlig grund til, at det er vanskeligt at modvirke lækage er formodentligt, at de instrumenter, der er til rådighed, ikke kan modvirke den lækage, der foregår via det internationale marked for fossile brændsler.

II.4

DATA OG METODE

Analyser af lækagerater baseres på GTAP-E-modellen

I dette afsnit beskrives den model, GTAP-E, der i de følgende afsnit II.5 og II.6 anvendes til at beregne lækagerater for dansk økonomi som følge af indførelse af CO₂e-afgifter. I det følgende beskrives først GTAP-E-modellen i sin oprindelige form. Herefter beskrives en række ændringer til modellen, som gør modellen mere velegnet i forhold til at beregne lækagerater for dansk økonomi. Blandt andet medtages udledninger af andre drivhusgasser end CO₂ fra eksempelvis landbruget. Slutteligt beskrives relevant data fra GTAP-databasen, og disse data sammenlignes med data fra Danmarks Statistik.

GTAP-E er en global handelsmodel med fokus på energi

GTAP-E-modellen er en global, generel ligevægtsmodel (CGE model), som har et særligt fokus på modellering af energiforbrug samt de dertil hørende udledninger af drivhusgasser, jf. boks II.3. De enkelte lande i modellen er bundet sammen igennem international handel, og ændringer i dansk klimapolitik påvirker derfor de andre lande gennem udenrigshandlen. Ændringer i handelsmønstret giver anledning til forskydninger af produktion og forbrug i udlandet, hvilket igen påvirker de enkelte landes CO₂-udledninger.

BOKS II.3 GTAP-E-MODELLEN

Denne boks beskriver GTAP-E-modellen uden de ændringer, der er foretaget til nærværende kapitel. GTAP-E er en komparativ statisk ligevægtsmodel, der beskriver produktion og forbrug i forskellige lande, og som har en udbygget modellering af energiforbrug og de dertilhørende drivhusgasudledninger (McDougall 2003a og 2003b; Truong m.fl. 2007; Corong m.fl. 2017).

GTAP-E beskriver ændringen i de forskellige landes kapitalapparat, produktion og forbrug, der følger af ændret politik. Dermed kan de relaterede ændringer i indenlandske og udenlandske CO₂e-udledninger beregnes. I GTAP-E beskrives de enkelte lande af relativt simple modeller. I hvert land er økonomien inddelt i forskellige sektorer, der hver især producerer en enkelt vare. I produktionen indgår både primære produktionsfaktorer og materialeinput fra de andre sektorer. I den oprindelige version af GTAP-E er udledning af drivhusgasser udelukkende knyttet til forbrug af fossile brændsler i virksomheder samt i det private og offentlige forbrug. I modellen indgår et marked for fossile brændsler, så den globale markedspris på fossile brændsler påvirkes af efterspørgslen i de enkelte lande. Udenrigshandel og muligheden for at påvirke markedsprisen på fossile brændsler udgør de centrale kanaler, hvorigennem dansk klimapolitik kan påvirke udledningen af drivhusgasser i udlandet.

Den samlede mængde af arbejdskraft, jord og naturressourcer i hvert land er eksogent givet, men kan i nogen grad flytte på tværs af sektorer. Størrelsen af kapitalapparatet og fordelingen heraf mellem sektorerne bestemmes, så nettoafkastet på kapital er ens på tværs af lande og sektorer.

Modellen er statisk, og beskriver dermed ikke tilpasningsstien fra én ligevægt til en anden. Dermed indgår de tilpasningsomkostninger, der må forventes, når arbejdskraft og kapital skal skifte fra en sektor til en anden, heller ikke i modellens velfærdsmål. Modellen tager heller ikke højde for de midlertidige gevinster eller omkostninger, der fremkommer, hvis det samlede kapitalapparat i den nye ligevægt er forskelligt fra den oprindelige ligevægt. Hvis kapitalapparatet eksempelvis er mindre i den nye ligevægt, må der i virkeligheden være en periode, hvor investeringer er lavere, og forbruget dermed kan være større. Udeladelsen af disse effekter gør, at man skal være påpasselig med at fortolke velfærdseffekterne i modellen.

Databasen, der ligger bag modellen, indeholder en konsistent opgørelse af produktion, forbrug og handelsstrømme for størstedelen af verden for 2011 (Aguar m.fl. 2016). I de foretagne analyser benyttes den nyeste version af GTAP-databasen, version 9, som har 2011 som basisår. GTAP-databasen indeholder 120 lande og herudover 20 landeaggregater. Disse 140 regioner dækker til sammen 98 pct. af verdens BNP og 92 pct. af verdens befolkning. Hver regions økonomi er opdelt i 57 sektorer. Til den foretagne analyse er der foretaget en aggregering af GTAP-databasen til i alt 30 regioner og 18 sektorer. Aggregeringen er foretaget med henblik på at reducere modellens løsningsstid og stadig bibeholde de vigtigste forskelle i sektorstruktur såvel som en høj detaljeringsgrad i forhold til Danmarks vigtigste samhandelspartnere.

En yderligere beskrivelse af GTAP-E-modellen, herunder de tilpasninger, der er foretaget til analyserne i dette kapitel, samt databasen, kan findes i dokumentationsnotatet til kapitlet.

GTAP-E indeholder to kanaler til lækage: Udenrigshandel og prisen på fossile brændsler

Udenrigshandlen er dermed en vigtig kanal for CO₂-lækage, som indgår i GTAP-E. En anden kanal til CO₂-lækage er markedet for fossile brændsler, som også indgår i GTAP-E, jf. boksen. I sin oprindelige form indeholder GTAP-E således to vigtige kanaler til CO₂-lækage. I den version, der anvendes til beregningerne i dette kapitel, er der tilføjet en tredje kanal, der relaterer til klimapolitikken i EU og resten af verden. Denne tilføjelse beskrives senere. Lækage via politiske incitamenter og teknologiske spillover-effekter indgår ikke i beregningerne i dette kapitel.

Data opgøres konsistent på tværs af lande

GTAP-E-modellen er bygget op omkring en global database, som indeholder data for størstedelen af verdens lande. Databasen afspejler de økonomiske forhold i 2011 og er opgjort konsistent på tværs af landene. Databasen indeholder blandt andet data for produktions- og forbrugssammensætning, virksomhedernes forbrug af produktionsfaktorer samt im- og eksport mellem landene i modellen. Herudover er der data for CO₂e-udledningerne forbundet med forbrug af fossile brændsler i virksomhederne samt i den offentlige og private sektor.

Globalt perspektiv medfører begrænsninger

En ulempe ved at bruge GTAP-E-modellen til nærværende analyse er, at den har en relativt simpel beskrivelse af de enkelte landes institutionelle forhold, hvilket også gør sig gældende for Danmark. Fortolkningen af modellens resultater skal tages med det forbehold. Til denne analyse er en model med globale handelsstrømme nødvendig, og man må derfor leve med den mindre detaljerede beskrivelse af dansk økonomi.

Større fald i BNP i GTAP-E-modellen sammenlignet med dansk model ...

Den simple beskrivelse af dansk økonomi i GTAP-E-modellen afspejler sig blandt andet ved, at faldet i BNP ved indførelse af en CO₂e-afgift er større end ved indførelse af en tilsvarende afgift i den såkaldte REFORM-model.¹² REFORM-modellen er udviklet specielt for Danmark, og er ligesom GTAP-E-modellen en statisk komparativ generel ligevægtsmodel, jf. Stephensen mfl. (2015). De to modeller adskiller sig på en række punkter. REFORM-modellens beskrivelse af dansk økonomi er mere detaljeret og afstemt danske forhold. Om-

12) I GTAP-E-modellen falder Danmarks BNP med 0,5 pct. ved indførelse af en afgift på 100 kr. pr. ton CO₂e, jf. afsnit II.5. I REFORM-modellen fås et fald i BNP på 0,1 pct., når der indføres en tilsvarende afgift. I en tidligere analyse blev der foretaget en beregning af de samfundsøkonomiske effekter af at blive fossilfri i 2050, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2016). Her blev det fundet, at fossilfrihed i 2050 ville medføre et fald i BNP på 0,4 pct. Til denne beregning blev REFORM-modellen anvendt til analysen. Det er årsagen til den relativt lave effekt på BNP sammenlignet med analyserne i dette kapitel, hvor GTAP-E modellen er anvendt. I analyserne af effekterne ved omlægning til fossilfrihed i 2050 blev der endvidere taget højde for, at teknologiske fremskridt inden for vedvarende energi frem mod 2050 bidrager til at sænke omkostningen ved fossilfrihed.

vendt opererer REFORM-modellen kun med ét samlet udland, mens GTAP-E har en detaljeret beskrivelse af samhandelen mellem alle lande og en modellering af prisdannelsen for fossile brændsler. Da der skal tages højde for klimapolitikken i andre lande, er REFORM-modellen ikke velegnet til at opgøre lækageraten for Danmark.

... betyder ikke, at de beregnede lækagerater er forkerte

Fokus i kapitlet er på opgørelse af lækageraten og ikke på de absolutte ændringer i produktionen og udledningerne af drivhusgasser. Selvom produktionen reagerer mere på indførelsen af CO₂e-afgifter i GTAP-E end i REFORM, er det ikke afgørende for den beregnede lækagerate. Lækageraten ser på det relative forhold mellem stigningen i udledningen af drivhusgasser i udlandet for et givet fald i udledningen i Danmark, jf. afsnit II.2. En væsentlig del af forskellen i effekten på BNP kan tilskrives, at der sker et væsentlig større fald i kapitalapparatet i GTAP-E- end i REFORM-modellen.¹³ Selvom lækageraten ikke er følsom overfor denne forskel, illustrerer dette, at beregningerne i kapitlet er behæftet med usikkerhed.

Globalt perspektiv har også en række fordele

GTAP-E-modellen omfatter størstedelen af verdens lande, hvilket muliggør analyse af globale handelsstrømme, som er essentielle for at beregne CO₂e-lækage. Samtidig medtager modellen effekterne af, at dansk klimapolitik kan have en lille påvirkning på verdensmarkedsprisen på fossile brændsler, hvilket ifølge litteraturen kan være en potentielt vigtig kanal, jf. afsnit II.3. I modellens datagrundlag tages højde for, at CO₂e-intensiteterne varierer på tværs af lande, således at produktion kan være mere eller mindre forurenende i udlandet i forhold til Danmark.

Lækage opstår igennem udenrigshandel og marked for fossile brændsler

I sin oprindelige form tager GTAP-E-modellen højde for to typer CO₂e-lækage; lækage igennem udenrigshandlen og lækage via markedet for fossile brændsler. Lækage igennem udenrigshandlen afspejles i modellen ved, at virksomheder og forbrugere har mulighed for at skifte mellem forbrug af indenlandsk producerede varer og importerede varer, afhængigt af de relative priser. En CO₂e-afgift i Danmark vil give anledning til en forøget import af især CO₂e-intensive varer, hvilket vil øge udledningerne i udlandet. Lækage via markedet for fossile brændsler opstår, fordi verdensmarkedsprisen på fossile brændsler falder, når efterspørgslen efter disse mindskes i Danmark. Det vil som udgangspunkt øge forbruget af fossile brændsler i udlandet og dermed give anledning til CO₂e-lækage.

13) Hvis det i GTAP-E-modellen antages, at kapitalapparatet ikke ændres, fås et fald i BNP på 0,2 pct.

Standard-modellen har mangler ift. dansk kontekst

Til beregning af lækagerater i en dansk kontekst er der imidlertid nogle mangler i den oprindelige GTAP-E model. For det første er der ikke taget højde for eksistensen og effekterne af EU's CO₂-kvotesystem (EU ETS). For det andet er der ikke taget højde for, at nogle lande har klimapolitiske begrænsninger på deres udledninger. For det tredje er der i modellen ikke udledninger af andre drivhusgasser end CO₂.

Udvidelser:

- EU's kvotemarked
- Non-ETS og Paris
- Metan, lattergas mv.

For at gøre modellen bedre egnet til at besvare spørgsmål om lækage i relation til dansk klimapolitik, er det i analyserne søgt at tage højde for disse umiddelbare svagheder på forskellig vis. For det første er modellen udvidet til at tage højde for, hvordan dansk klimapolitik i kvotesektoren påvirker mængden af kvoter i EU's CO₂-kvotesystem, jf. boks II.4. For det andet inkluderes muligheden for, at nogle lande har bindende udledningsbegrænsninger, således at udledningerne herfra ikke kan stige, når der indføres CO₂e-afgifter i Danmark. Disse begrænsninger relaterer sig til regulering af ikke-kvotesektorerne i EU samt til målsætningerne i Parisaftalen. For det tredje er modellen blevet udvidet til at tage højde for udledningerne af andre drivhusgasser end CO₂. Dermed afspejler lækageraterne ikke blot ændringer i CO₂-udledningerne forbundet med afbrænding af fossile brændsler, men eksempelvis også udledninger af metan og lattergas fra landbruget.

BOKS II.4 UDVIDELSER TIL GTAP-E-MODELLEN

Til denne analyse er der foretaget tre udvidelser og modifikationer af GTAP-E-modellen. Formålet med disse udvidelser er at få modellen til at afspejle forhold, som kan have betydning for opgørelsen af lækageraten for Danmark. Udvidelserne gør det muligt at tage højde for effekter via EU's kvotesystem, bindende reduktionsmål for CO₂e-udledninger i andre lande og udledninger af andre drivhusgasser end CO₂. Udvidelserne er yderligere beskrevet i dokumentationsnotatet til kapitlet.

Effekter i EU's kvotesystem (EU ETS)

Modellen er modificeret til at tage højde for de særlige forhold, der gør sig gældende for de sektorer – de såkaldte kvotesektorer – der er underlagt EU's kvotesystem (EU ETS). Tidligere var mængden af kvoter i EU ETS givet på forhånd. En reduktion af udledningerne fra de danske kvotesektorer ville dermed reducere kvoteprisen, mens det langsigtede forbrug af kvoter ville være givet ved det fastsatte udbud af kvoter. På lang sigt ville den danske reduktion af udledninger fra kvotesektorerne ikke påvirke udledningerne fra EU ETS, og dermed ville lækageraten igennem EU ETS være 100 pct.

I starten af 2018 blev dette ændret ved en reform, som havde til formål at reducere det såkaldte kvoteoverskud. Reformen ændrer de oprindelige principper for EU ETS, idet den samlede mængde af kvoter på lang sigt ikke længere er bestemt på forhånd. Det medfører, at en dansk reduktion af udledninger fra kvotesektorerne i et vist omfang kan reducere det samlede forbrug af kvoter, og dermed udledning af drivhusgasser, i EU ETS. Hvor stor en effekt danske reduktioner har på det samlede forbrug af kvoter afhænger i høj grad af to forhold.

For det første afhænger effekten på det samlede forbrug af kvoter af, om man anskuer den kort- eller langsigtede effekt. På kort sigt giver danske reduktioner anledning til et større fald i de samlede udledninger i EU ETS, end det er tilfældet på lang sigt. Dette skyldes regler knyttet til den såkaldte markedsstabilitetsreserve.

For det andet har det betydning, hvornår reduktionen fra de danske kvotesektorer finder sted. Det skyldes, at en del af kvoterne annulleres, hvis kvoteoverskuddet er højt. De kommende år vurderes kvoteoverskuddet at være højt, og derfor giver danske reduktioner i disse år anledning til, at en stor del af de overskydende kvoter annulleres. Fra slutningen af 2030'erne vurderes kvoteoverskuddet ikke at være højt, og reduktioner herefter vil ikke give anledning til kvoteannulleringer. Dermed vil reduktioner i de danske kvotesektorer efter slutningen af 2030'erne resultere i 100 pct. lækage igennem EU ETS. Derfor vil klimapolitik, der *midlertidigt* reducerer udledningerne fra de danske kvotesektorer i de kommende år, mindske udledningerne i EU ETS mere end regulering, der *permanent* reducerer udledningerne fra de danske kvotesektorer. Disse effekter er beskrevet i flere detaljer af De Økonomiske Råds formandskab (2018) samt Beck og Kruse-Andersen (2018).

BOKS II.4 UDVIDELSER TIL GTAP-E-MODELLEN, FORTSAT

I grundscenariet, der præsenteres i afsnit II.5 og II.6, tages der udgangspunkt i den langsigtede effekt af en klimapolitik, der reducerer udledningerne fra de danske kvotesektorer *permanent*. I disse beregninger lægges det til grund, at den samlede mængde af kvoter i EU ETS reduceres med 17 pct. af reduktionen i de danske kvotesektorer. I afsnittene præsenteres også en alternativ beregning, hvor det antages, at der gennemføres danske tiltag, der *midlertidigt* reducerer de danske udledninger fra kvotesektoren. I dette tilfælde vurderes den samlede kvotemængde i EU ETS at blive reduceret med 57 pct. af reduktionen i de danske kvotesektorer. Denne beregning medfører derfor, at reduktioner i de danske kvotesektorer i højere grad bidrager til at reducere udledningerne i EU, end det er tilfældet i grundscenariet.^a

Udledningsbegrænsninger i nogle lande

Modellen er modificeret til at kunne tage højde for, at nogle lande har bindende udledningsbegrænsninger, enten for landet som helhed eller i dele af økonomien. Denne egenskab benyttes både til ikke-kvotesektorerne i nogle EU-lande og for lande udenfor EU i scenariet omkring Parisaftalen. For disse lande holdes udledninger konstante, når der indføres CO₂e-afgifter i Danmark. Begrænsningerne for ikke-kvotesektorerne påføres Belgien, Finland, Frankrig, Tyskland, Irland, Italien, Holland, Polen, Sverige, Storbritannien og Østrig. I scenariet omkring Parisaftalen pålægges begrænsninger på alle lande udenfor EU med undtagelse af Kina, Indien, USA og Rusland.

Inklusion af andre drivhusgasser end CO₂

Modellen er udvidet til at inkludere udledninger af andre drivhusgasser end CO₂ fra et supplerende datasæt i GTAP-databasen. Udledninger af metan, lattergas og flourgasser er inkluderet. Disse udledninger er knyttet til forbrug af forskellige inputs (bl.a. brug af kunstgødning i landbruget) og til den producerede mængde (bl.a. i det animalske landbrug og visse kemiske produktionsprocesser).

- a) De anvendte 17 pct. og 57 pct. er baseret på beregninger ud fra en model for EU ETS, der blev benyttet i De Økonomiske Råds formandskab (2018), jf. Beck og Kruse-Andersen (2018). I beregningerne indtræder et permanent og et midlertidigt stød i 2020, der reducerer den årlige kvoteefterspørgsel med 1,2 mio. ton. I denne model er der ikke flere EU ETS udledninger efter 2060, hvormed det permanente stød kan opfattes som et 41-årigt stød. Det midlertidige stød fortsætter i 20 år.

DATASAMMENLIGNING: GTAP-E OG DANMARKS STATISTIK

Der kan være forskel mellem GTAP-E og Danmarks Statistik

...

GTAP-databasen dækker konsistent størstedelen af verdens lande og de internationale handelsmønstre. Udgangspunktet for GTAP-databasen er de enkelte landes nationalregnskaber, men hertil foretages der en række justeringer for at afstemme handelsstrømme og andre forhold. Justeringerne kan give anledning til afvigelser mellem GTAP-databasen og opgørelserne fra Danmarks Statistik.

... men overordnet
høj grad af
konsistens

Overordnet set er der dog en høj grad af konsistens imellem GTAP-databasens og Danmarks Statistiks opgørelse af Danmarks samlede produktionsværdi, mens der er nogle forskelle, når sammenligningen opgøres på enkelte sektorer, jf. boks II.5. For drivhusgasudledningerne er der større afvigelser både for Danmarks samlede udledninger og for udledninger fordelt på sektorer. Det skal blandt andet ses i lyset af, at GTAP-databasen hverken medtager de såkaldte LULUCF-udledninger eller CO₂-udledninger forbundet med kalkopvarmning i cementproduktionen. Betydningen af nogle af disse forskelle undersøges i følsomhedsanalyserne i afsnit II.6.

BOKS II.5 SAMMENLIGNING AF GTAP-DATABASEN OG DANMARKS STATISTIK

I denne boks sammenlignes GTAP-databasens opgørelse af produktion og udledninger af drivhusgasser for Danmark for 2011 med opgørelserne i Danmarks Statistik.^{a)}

GTAP-databasen tager udgangspunkt i hvert lands nationalregnskab. Der foretages dog en række justeringer, der sikrer, at de enkelte landes BNP er konsistent med Verdensbankens database, og at verdenshandlen balancerer. Herudover benyttes et særligt input-output-datasæt fra det Internationale Energiagentur til at overskrive data for energiproduktion og forbrug af energi. Samtidigt reviderer Danmarks Statistik jævnligt nationalregnskabet, og den nuværende opgørelse kan derfor være forskellig fra dengang, da GTAP-databasen blev konstrueret. Sammenligningen mellem Danmarks Statistik og GTAP-databasen på sektorniveau kompliceres samtidig af definatoriske forskelle i sektorinddelingen. Forskellene mellem det nationale data fra Danmarks Statistik og tallene i GTAP-databasen diskuteres nærmere i dokumentationsnotatet til kapitlet.

En sammenligning med det danske nationalregnskab viser, at der på det overordnede plan er en høj grad af konsistens mellem de to fremstillinger af dansk økonomi. Overordnet er der således en forskel på blot 0,2 pct. i Nationalregnskabets produktionsværdi og GTAP-databasens produktionsværdi for Danmark. På sektorniveau er der dog i nogle tilfælde lidt større forskelle.

Der er forskelle mellem Danmarks Statistiks og GTAP-databasens opgørelser af udledninger af drivhusgasser. Disse forskelle kan i høj grad forklares af definatoriske forskelle i sektorinddelingen og forskelle i opgørelsesmetoder. De primære forskelle er, at Danmarks Statistiks Grønne Nationalregnskab bruger en anden opgørelse af udledninger forbundet med bunkring i luft- og vandtransportsektorerne, og at GTAP-databasen henregner alle ikke-private udledninger fra landtransport, inkl. erhvervenes transportbehov, til transportydelsessektoren. Når der korrigeres for disse definitionsforskelle, er GTAP-databasens udledninger 4 pct. højere end Danmarks Statistiks.

a) Værdien af produktionen tages fra nationalregnskabet (NABP117) og udledningerne af drivhusgasser tages fra emissionsregnskabet (MRU1) i Statistikbanken.

BOKS II.5 SAMMENLIGNING AF GTAP-DATABASEN OG DANMARKS STATISTIK, FORTSAT

Der er to mangler ved GTAP-databasens dækning af CO₂e-udledninger. For det første er CO₂-udledninger, der ikke finder sted i forbindelse med afbrænding af fossile brændsler, ikke dækket. Den primære kilde til sådanne udledninger opstår ved opvarmning af kalk i forbindelse med produktionen af cement. I 2011 blev der udledt 0,9 mio. ton CO₂ fra kalkopvarmning i Danmark, jf. Nielsen m.fl. (2018). For det andet dækker modellen ikke udledninger forbundet med ændringer i jordens kulstofbalance (såkaldte LULUCF-udledninger). I 2011 havde Danmark en negativ netto-udledning fra LULUCF på 2,4 mio. ton, jf. Nielsen m.fl. (2018).

BESKRIVELSE AF DATA I GTAP-DATABASEN

Beskrivelse af centrale forhold i GTAP-databasen

I de næste afsnit præsenteres beregninger af både en generel lækagerate og sektorspecifikke lækagerater. Det følgende beskriver centrale forhold i GTAP-databasen, som påvirker beregningerne. I beskrivelsen fokuseres primært på CO₂e-intensiteter, handelsandele og klimapolitiske forhold.

Syv overordnede sektorer pålægges skiftevis en afgift

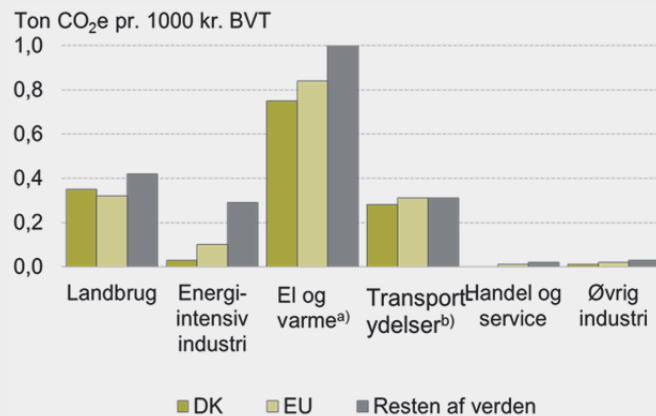
Til beregning af de sektorspecifikke lækagerater pålægges syv overordnede sektorer i dansk økonomi skiftevis en afgift. Seks af de overordnede sektorer består af egentlige produktionssektorer. Den syvende sektor består af det private og offentlige forbrug. Personbiltransport indgår i det private forbrug, mens virksomhedernes transportbrug indgår i sektoren for transportydelser. Inddelingen af sektorer forsøger at afspejle, hvordan man meningsfyldt kan indrette dansk regulering af drivhusgasser. Eksempelvis forsøger inddelingen at tage højde for opdelingen mellem kvote- og ikke-kvotesektorer, som ofte behandles forskelligt på grund af EU ETS. Udskillelsen af en separat forbrugssektor skyldes, at husholdningerne og den offentlige sektor i praksis ofte reguleres anderledes end virksomhederne.

Store forskelle i CO₂e-intensitet mellem sektorer

Der er stor forskel på sektorenes karakteristika, og dermed hvordan reaktionen er i Danmark og udlandet, når der indføres en CO₂e-afgift i Danmark. En vigtig faktor for størrelsen på lækageraterne er produktionssektorenes CO₂e-intensiteter. For de sektorspecifikke lækagerater har det betydning, hvor CO₂e-intensiv sektoren er i forhold til de øvrige danske sektorer. I Danmark har el- og varmeproduktionen den største CO₂e-intensitet, målt i ton CO₂e pr. BVT, jf. figur II.1. Landbrug og transportydelser har også relativt høje CO₂e-intensiteter. Omvendt har handel og service, øvrig industri og energiintensiv industri relativt lave CO₂e-intensiteter.

FIGUR II.1 CO₂e-INTENSITETER PÅ SEKTORER

Figuren viser CO₂e-intensiteterne i 2011 fra GTAP-databasen opdelt på syv sektorer opdelt for Danmark, resten af EU og resten af verden.



a) CO₂e-intensiteten for resten af verdens el- og varmeproduktion er 3,42 ton CO₂e pr. 1000 kr. bruttoværditilvækst (BVT).

b) Transportydelser består af landtransport forbundet med produktion. Dette indbefatter bl.a. logistik, taxikørsel såvel som anden transport, der finder sted som en integreret del af anden produktion

Anm.: CO₂e-intensiteten måles som ton CO₂e pr. 1000 kr. bruttoværditilvækst (BVT), og er udregnet som et gennemsnit for EU ekskl. DK og RaV, hvor RaV (Resten af Verden) står for alle lande udenfor EU. Land- og vandtransport samt udvinding af olie og gas i Nordsøen indgår ikke i nogen af de syv sektorer.

Kilde: GTAP-databasen og egne beregninger.

Lækagerate påvirkes af CO₂e-intensitet i forhold til udlandet, ...

Både den generelle lækagerate og de sektorspecifikke lækagerater påvirkes også af, hvor CO₂e-intensiv produktionssektorerne er i forhold til de samme sektorer i udlandet. En høj CO₂e-intensitet i udlandet i forhold til Danmark vil isoleret set give anledning til en høj lækagerate. I stort set alle sektorer har Danmark lavere CO₂e-intensitet end udlandet, og generelt er der lavere CO₂e-intensiteter i EU-landene end i resten af verden.

... som kan variere på grund af branchesammensætning

CO₂e-intensiteten for hver af de syv sektorer afspejler et vægtet gennemsnit af CO₂e-intensiteterne i de underliggende erhverv, der indgår i den givne sektor. CO₂e-intensiteten i de syv sektorer kan være høj, hvis en stor del af produktionen i sektoren består af erhverv, der

producerer varer, som har et stort energiforbrug. Forskelle i CO₂e-intensiteterne imellem landene er derfor ikke nødvendigvis et udtryk for, at virksomhederne indenfor den givne sektor er mere eller mindre CO₂e-effektive i produktionen af de enkelte varer.

CO₂e-intensitet i landbrug afspejler forskel ml. vegetabilsk og animalsk landbrug

I landbruget som helhed er der kun begrænsede forskelle i CO₂e-intensiteten mellem landene. Det dækker over, at den vegetabiliske produktion i Danmark er lidt mere CO₂e-intensivt end i EU, mens den danske animalske produktion er lidt mindre CO₂e-intensivt end den europæiske animalske produktion. I forhold til lande udenfor EU er CO₂e-intensiteterne i det vegetabiliske landbrug omtrent de samme som i Danmark. Anderledes er det for det animalske landbrug, hvor Danmark er ca. halvt så CO₂e-intensivt som landene udenfor EU.

Lækagerate påvirkes også af graden af international konkurrence

CO₂e-lækage afhænger også af, i hvor høj grad produktionen i udlandet påvirkes, når klimapolitikken strammes i Danmark. Dette afhænger blandt andet af, hvor eksponeret sektoren er overfor udenlandsk konkurrence, hvilket i nogen grad kan forklares ud fra sektorens eksport- og importandele. Den energiintensive industri har de højeste eksport- og importandele på hhv. ca. 51 pct. og 54 pct., mens de er lavest i el- og varmeindustrien med hhv. ca. 10 pct. og 9 pct., jf. tabel II.2. De lave eksport- og importandele i el- og varmesektoren skal ses i lyset af, at fjernvarme ikke eksporteres eller importeres.¹⁴

EU's klimapolitik påvirker sektorer forskelligt

Endelig påvirkes lækageraten også af den klimapolitik, der føres i udlandet. Således er den energiintensive industri samt el- og varmesektoren underlagt EU ETS, hvor antallet af kvoter som udgangspunkt er bestemt på EU-niveau, men hvor dansk klimapolitik i begrænset omfang kan påvirke mængden, jf. boks II.4. For den øvrige del af økonomien, den del af økonomien, der ikke er en del af kvotesystemet, har EU pålagt de enkelte lande begrænsninger på de samlede udledninger, således at udledningerne herfra ikke kan øges, når der indføres klimapolitik i Danmark.

14) Import- og eksportandelene for landbruget afspejler, hvor stor udenrigshandlen er for produktionen i landbruget. Disse tager ikke højde for, hvor meget der handles med forarbejdede fødevarer, som i stedet er indeholdt i import- og eksporten for den øvrige industri.

TABEL II.2 CENTRALE STØRRELSER FOR SYV DANSKE SEKTORER

Tabellen viser deskriptiv statistik i 2011 fra GTAP-databasen opdelt på syv sektorer.

	Landbrug	Energintensiv industri	El og varme	Transport-ydelser ^a	Handel og service	Øvrig industri	Forbrug	I alt
BVT, pct. af total	2	6	2	3	64	20	-	96
Udledninger, mio. ton CO ₂ e	11	3	16	12	4	4	8	58
Eksportandel, pct.	31	51	10	15	16	35	-	-
Importandel, pct.	26	54	9	24	14	40	-	-
Omfattet af EU ETS ^{a)}	Nej	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej	-

a) Sektorerne i GTAP-databasen er ikke fuldt kompatible med opdelingen i EU's kvote- og ikke-kvotesektorer. Opdelingen på ETS og non-ETS er foretaget, så det bedst muligt afspejler denne opdeling.

Anm.: BVT-andelen summerer ikke til 100, da luft- og vandtransport samt udvinding af olie og gas indgår i totalen men ikke i nogle af de syv sektorer. Eksportandelen måler, hvor stor en del af sektorens produktion der eksporteres, mens importandelen måler, hvor stor en del af det danske forbrug af sektorens varer og tjenester, der importeres.

Kilde: GTAP-databasen og egne beregninger.

II.5

SAMLET LÆKAGERATE FOR DANMARK

Afsnittet analyserer den samlede lækagerate for dansk økonomi ...

Dette afsnit præsenterer opgørelser af en samlet lækagerate, som beregnes ved indførelse af en ensartet CO₂e-afgift i Danmark. Den beregnede lækagerate afhænger af klimapolitikken i andre lande. Afsnittet afsluttes derfor med en undersøgelse af lækageratens følsomhed overfor centrale forudsætninger omkring klimapolitik i udlandet.

... ved at pålægge en generel CO₂e-afgift

Konkret beregnes lækageraten, når der pålægges en CO₂e-afgift på 100 kr. pr. ton på udledninger af drivhusgasser relateret til privat og offentligt forbrug samt udledninger forbundet med virksomhedernes produktion. Afgiften pålægges stort set alle danske aktiviteter og

sektorer.¹⁵ Der er i forvejen CO₂-afgifter og energiafgifter på fossile brændsler i Danmark, mens der ikke er afgifter på f.eks. udledninger af metan og lattergas fra landbruget. Den indførte CO₂e-afgift lægges ovenpå de allerede eksisterende skatter. Afgiften giver derfor en ensartet stigning i prisen på CO₂e-udledninger men ikke et ensartet afgiftsniveau på CO₂e-udledninger mellem sektorer.

Afgifter pålægges beregnede udledninger i landbruget

Det er i praksis ikke muligt at indføre CO₂e-afgifter på den faktiske udledning af ikke-energirelaterede udledninger fra landbruget, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2018). Det skyldes, at det eksempelvis ikke er muligt at måle udledninger af metan fra den enkelte ko. I stedet kan det vælges at lægge en afgift på den beregnede udledning fra aktiviteterne i landbruget, som f.eks. den gennemsnitlige udledning pr. ko. Denne tilgang anvendes til beregningerne i dette kapitel ved at lægge afgifter på produktionen af animalske og vegetabiliske produkter svarende til deres gennemsnitlige udledninger af ikke-energirelaterede emissioner.

Beregninger tager udgangspunkt i 2011

Beregningerne af lækageraterne bygger på GTAP-databasen, som er opgjort for 2011. Dermed afspejler GTAP-databasen ikke nødvendigvis de aktuelle eller fremtidige økonomiske forhold i Danmark eller resten af verden, som kan have betydning for danske lækagerater. Eksempelvis kan det have betydning for lækageraterne, hvis CO₂e-intensiteter i forskellige lande og sektorer er anderledes, end hvad der er indeholdt i GTAP-databasen. Såfremt ændringerne sker forholdsvist symmetrisk på tværs af sektorer og lande, vurderes det dog ikke at have stor betydning for lækageraternes størrelser. Siden 2011 er CO₂e-udledningerne faldet betydeligt i den danske el- og varme-produktion. Betydningen af den lavere CO₂e-intensitet i denne sektor analyseres i afsnit II.6.

Beregninger tager højde for klimapolitik i EU

I beregningerne er der medtaget effekter af klimapolitikken i EU, jf. boks II.4 i afsnit II.4. For en række EU-lande pålægges en restriktion på udledningerne fra de dele af økonomien, som ikke er omfattet af EU's kvotesystem, de såkaldte ikke-kvotesektorer. Baggrunden herfor er, at EU-kommissionen har foreslået landespecifikke udledningsreduktioner for alle EU-landes udledninger fra ikke-kvotesektorerne. Der er dog forskel på, hvor ambitiøse disse reduktionskrav er for forskellige EU-lande. I analyserne lægges til grund, at der en binden-

¹⁵) Det er kun indenlandsk brændselsforbrug, som afgiftspålægges. Afgiften pålægges ikke udledninger fra luft- og vandtransport, fordi de i praksis er vanskelige at afgiftspålægge. Det skyldes, at disse udledninger opgøres i GTAP-databasen som udledninger forbundet med danske virksomheders forbrug af fossile brændsler i Danmark og i udlandet. Udledninger forbundet med udvinding af olie og gas i Danmark pålægges heller ikke afgiften.

de begrænsning på udledningerne fra i alt 11 EU-lande, jf. Klimarådet (2016). Det er primært østeuropæiske lande samt Spanien, som ikke skønnes at have bindende begrænsninger. Restriktionen påføres således, at de samlede udledninger fra ikke-kvotesektorerne i disse lande er uændrede, når CO₂e-afgiften indføres i Danmark. Herudover medtages effekterne af, at udledningsreduktioner i de danske kvotesektorer kun i begrænset omfang vurderes at mindske den samlede mængde af kvoter i EU. Det medfører, at en stor del af CO₂e-reduktionerne fra de danske kvotesektorer modsvares af stigninger i udledningerne i de øvrige EU-landes kvotesektorer.

CO₂e-afgift øger prisen på udledning af CO₂e i Danmark

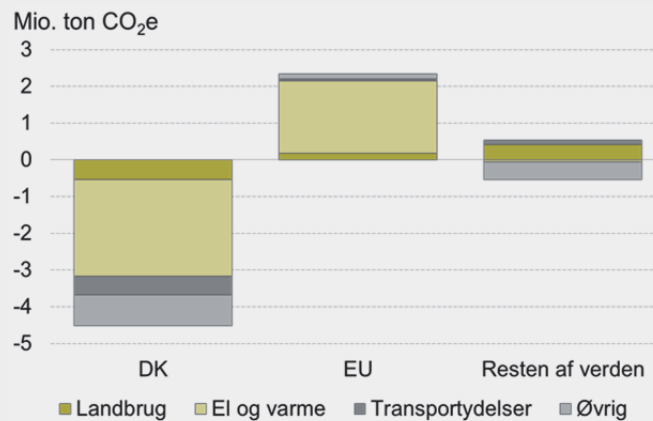
CO₂e-afgiften medfører, at omkostningen på brug af fossile brændsler i Danmark stiger i virksomhederne samt i den private og offentlige sektor, hvilket mindsker efterspørgslen efter disse brændsler. For virksomhederne betyder det, at de kan mindske afgiftsbetalingerne, hvis de skifter over mod andre inputs, herunder mindre CO₂e-intensive brændsler. Dette er ikke tilfældet med beskattningen af udledninger i forbindelse med virksomhedernes produktion, hvor virksomhederne må mindske produktionen for at mindske afgiftsbetalingerne. Eksempelvis er en stor del af udledningerne i det animalske landbrug forbundet med udledninger fra køer, og beregningerne forudsætter, at udledninger herfra kun kan mindskes ved at mindske produktionen i det animalske landbrug. Hvis der er mulighed for reduktioner gennem skift i sammensætningen af inputs, vil omkostningerne og produktionsfaldet som følge af reguleringen blive mindre og CO₂e-reduktionerne større.

Lækagerate på ca. 52 pct. for Danmark

Indførelse af den ensartede CO₂e-afgift giver i beregningerne et fald i de danske CO₂e-udledninger på ca. 4,5 mio. ton, svarende til ca. 5,7 pct. af de samlede danske udledninger, jf. figur II.2. Faldet modsvares i nogen grad af en stigning i CO₂e-udledninger i EU på ca. 2,3 mio. ton, mens udledningerne i landene udenfor EU er omtrent uændrede. Samlet set giver det en lækagerate på ca. 52 pct.

FIGUR II.2 ÆNDRING I CO₂E-UDLEDNINGER VED ENS-ARTET STIGNING I CO₂E-AFGIFT

Figuren viser ændringer i CO₂e-udledninger fra forskellige sektorer i Danmark, EU og resten af verden som følge af en ensartet CO₂e-afgift i Danmark på 100 kr. pr. ton.



Anm.: Figuren viser ændringer i udledninger fra forskellige dele økonomien i Danmark, EU og resten af verden (RaV). Kategorien "Øvrig" dækker over energiintensiv industri, handel og service, øvrig industri samt privat og offentligt forbrug, som er beskrevet i afsnit II.4. Herudover indeholder denne kategori også indvinding af olie, gas og kul samt luft- og vandtransport.

Kilde: Egne beregninger.

CO₂e reduceres primært i el- og varmesektor i Danmark ...

El- og varmesektoren bidrager med over halvdelen af CO₂e-reduktionerne i Danmark, hvilket blandt andet skyldes, at denne sektor har de største udledninger i udgangspunktet. Det store fald i udledningerne fra el- og varmesektoren skal også ses i lyset af, at der i denne sektor sker en substitution væk fra fossile brændsler over mod kapital. Dette kan fortolkes som en større andel af vedvarende energi i produktionen. Samtidig sker der også et skift i brugen af fossile brændsler, hvor produktionen i mindre grad baseres på afbrænding af kul, som er relativt CO₂e-intensivt, og i højere grad benytter benzin- og dieselprodukter, som er mindre CO₂e-intensive.

... men også i landbrug og sektoren for transportydelser

Herudover bidrager landbruget og sektoren for transportydelser også betydeligt til faldet i de danske CO₂e-udledninger. Disse sektorer har ligesom el- og varmesektoren relativt store udledninger i udgangspunktet. Landbruget har ikke samme mulighed for at substituere væk

	<p>fra forurenende input i produktionen, fordi en betydelig del af udledningerne finder sted i forbindelse med den animalske produktion. Derfor medfører faldet i udledninger fra denne sektor i højere grad et fald i produktionen, end det er tilfældet for el- og varmesektoren.</p>
Der er CO₂e-lækage igennem udenrigshandlen ...	<p>CO₂e-lækage opstår blandt andet som følge af, at CO₂e-intensive varer i højere grad produceres i udlandet end i Danmark, dvs. lækage igennem udenrigshandlen. Dermed reduceres dansk eksport af disse varer, mens importen til Danmark øges. Et yderligere bidrag til CO₂e-lækage igennem udenrigshandlen kommer fra, at produktionen af varer gennemsnitligt er mere CO₂e-intensiv i udlandet end i Danmark. Beregningerne viser, at højere CO₂e-indhold i udlandets produktion bidrager med ca. 9 pct.point til lækageraten.</p>
... og markedet for fossile brændsler	<p>CO₂e-lækage forekommer også igennem det internationale marked for fossile brændsler. CO₂e-afgiften medfører i beregningerne, at efterspørgslen efter fossile brændsler falder i Danmark, hvilket giver anledning til et fald i verdensmarkedsprisen på disse. Det bidrager til en øget efterspørgsel efter fossile brændsler i udlandet og forårsager dermed CO₂e-lækage.</p>
Stigning i udledninger fra EU's el- og varmesektor	<p>I EU stiger CO₂e-udledningerne primært i el- og varmesektoren, hvilket blandt andet skyldes, at den danske import af el og varme stiger. Importen af el og varme øges i Danmark for at kompensere for faldet i den danske produktion. Samtidig substituerer virksomheder og forbrugere over mod input fra denne sektor og væk fra fossile brændsler. Den forholdsvis store stigning i udledningerne fra kvotesektorerne i EU kan også tilskrives effekterne igennem EU ETS. Det skyldes, at faldet i udledningerne fra de danske kvotesektorer i høj grad vil blive modsvaret af en stigning i udledningerne fra kvotesektorerne i resten af EU.</p>
Udledninger i EU's ikke-kvotesektorer begrænses	<p>De samlede udledninger fra ikke-kvotesektorerne i EU er relativt upåvirkede af den danske CO₂e-afgift. Det skyldes, at målene om reduktion i mange EU-landes ikke-kvotesektorer bidrager til at begrænse lækagen. Dermed begrænses udflytningen af CO₂e-intensiv produktion til nogle af Danmarks største samhandelspartnere indenfor EU. Udledningerne kan dog godt stige indenfor nogle af ikke-kvotesektorerne, så længe dette modsvares af et fald i udledningerne fra andre dele af ikke-kvotesektoren.</p>
CO₂e-udledninger i lande udenfor EU er omtrent uændrede	<p>I landene udenfor EU er de samlede udledninger omtrent uændrede, hvilket dækker over stigninger i landbrugets udledninger og fald i udledninger fra udvinding af olie, gas og kul. Stigningen i landbrugets CO₂e-udledninger skyldes blandt andet, at forbruget af landbrugspro-</p>

dukter er relativt upåvirket af ændringer i priser og indkomst. Produktionsfaldet i Danmark skal derfor i rimelig høj grad modsvares af produktionsstigninger i udlandet. Landbrugsproduktionen er delvist begrænset i EU på grund af klimapolitikken for ikke-kvotesektorerne. Derfor forekommer størstedelen af produktionsstigningen, og de heraf afledte udledninger, i landene udenfor EU. Faldet i udledningerne i forbindelse med indvinding af olie, gas og kul i landene udenfor EU skal ses i lyset af, at efterspørgslen efter fossile brændsler samlet set falder i verden, inklusiv Danmark. Det medfører et fald i produktionen af fossile brændsler udenfor EU.

CO₂e-afgift mindsker dansk BNP

Indførelsen af CO₂e-afgiften fører i GTAP-E-modellen til, at dansk BNP falder med ca. 0,5 pct. Dette skyldes primært, at virksomhedernes produktionsomkostninger forøges, hvilket giver et fald i kapitalafkastet og et deraf følgende fald i kapitalapparatet i Danmark. Dette skal ikke tolkes som en vurdering af størrelsesordenen af effekterne af en CO₂e-afgift på dansk økonomi, jf. diskussionen om GTAP-E-modellen i afsnit II.4.

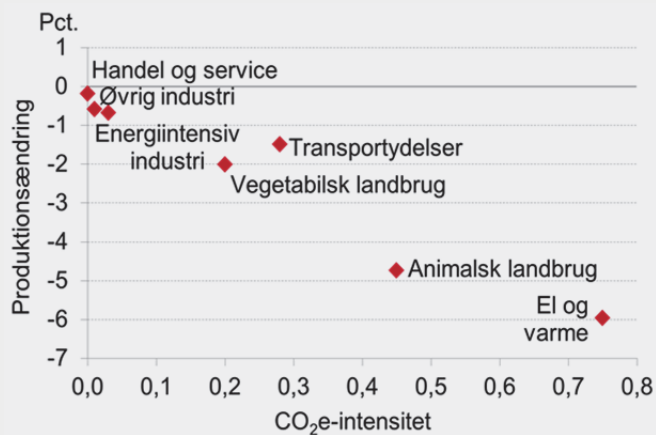
Produktion falder mest i CO₂e-intensive virksomheder

Faldet i BNP ved brug af GTAP-E dækker over betydelig forskel på, hvor stor en produktionsnedgang, de enkelte sektorer oplever. Produktionen falder mest i de sektorer, hvor CO₂e-intensiteten er høj, og hvor CO₂e-afgiften derfor udgør en relativt større del af virksomhedernes samlede omkostninger, jf. figur II.3.¹⁶ Det bliver derfor attraktivt at flytte kapital og arbejdskraft over i de sektorer, hvor der er relativt få udledninger forbundet med produktionen, og hvor afgiften dermed ikke udgør så stor en omkostning. Der er dog ikke nogen sektorer, der oplever en stigning i produktionen, hvilket blandt andet afspejler et generelt fald i kapitalapparatet og indkomsten.

16) Landbrugssektoren er delt op i animalsk og vegetabilsk landbrug i denne figur for at fremhæve forskelle i CO₂e-intensitet og produktionsreaktion mellem de to.

FIGUR II.3 PRODUKTIONSÆNDRINGER OG CO₂e-INTENSITET

Figuren viser sammenhængen mellem de danske produktionssektors CO₂e-intensitet i GTAP-databasen og den procentvise produktionsændring ved indførelsen af den ensartede CO₂e-afgift.



Anm.: Produktionsændringen måles som den mængdemæssige procentvise ændring i produktionen i de danske sektorer. CO₂e-intensiteten måles som ton CO₂e pr. 1000 kr. BVT.

Kilde: GTAP-databasen og egne beregninger.

EFFEKT PÅ LÆKAGERATEN AF KLIMAPOLITIK I UDLANDET

Fem scenarier omkring udlandets klimapolitik

Det kan potentielt have stor betydning for lækageraten, hvad der antages om klimapolitikken for Danmarks samhandelspartnere både i og udenfor EU. I det følgende opstilles derfor fem alternativscenarier, som undersøger, hvordan forskellige forudsætninger om klimapolitikken påvirker lækagerater for dansk økonomi, jf. tabel II.3.

Fire scenarier om effekterne i EU

Lækageraterne sammenlignes med grundscenariet, som blev præsenteret i figur II.2. Som beskrevet tidligere forudsættes det i grundscenariet, at en række EU-lande har begrænsninger på udledningerne fra deres ikke-kvotesektorer, og at dansk klimapolitik kun i begrænset omfang mindsker kvotemængden i EU ETS på lang sigt. I fire alternativscenarier undersøges derfor, hvordan antagelserne om EU's klimapolitik påvirker den danske lækagerate.

TABEL II.3 FORUDSÆTNINGER I SCENARIER OM UDLANDETS KLIMAPOLITIK

Tabellen beskriver forskelle i forudsætningerne i grundscenariet og i følsomhedsanalyserne forbundet med udlandets klimapolitik.

Scenarie	Beskrivelse
Grundscenarie	<p><i>EU ETS:</i> Permanent reduktion af udledningerne fra de danske kvotesektorer bruges til at bestemme den langsigtede effekt på kvotemængden, svarende til en effekt på 17 pct., jf. boks II.4 i afsnit II.4.</p> <p><i>Non-ETS:</i> Begrænsninger på udledninger fra ikke-kvotesektorerne i 11 EU-lande.</p> <p><i>Parisaftalen:</i> Ingen begrænsning på udledningerne fra lande udenfor EU.</p>
Uden non-ETS	<p><i>EU ETS:</i> Langsigtet effekt på kvotemængden af en permanent reduktion (17 pct.).</p> <p><i>Non-ETS:</i> Ingen begrænsninger på udledninger fra ikke-kvotesektorerne i EU.</p> <p><i>Parisaftalen:</i> Ingen begrænsning på udledningerne fra lande udenfor EU.</p>
Uden ETS	<p><i>EU ETS:</i> Ingen kvoteregulering i EU.</p> <p><i>Non-ETS:</i> Begrænsninger på udledninger fra ikke-kvotesektorerne i 11 EU-lande.</p> <p><i>Parisaftalen:</i> Ingen begrænsning på udledningerne fra lande udenfor EU.</p>
Midlertidig ETS effekt	<p><i>EU ETS:</i> Midlertidig reduktion (i årene 2020-2039) i udledningerne fra de danske kvotesektorer bruges til at bestemme effekten på kvotemængden i EU ETS på lang sigt. Effekten på den langsigtede kvotemængde er 57 pct., jf. boks II.4 i afsnit II.4.</p> <p><i>Non-ETS:</i> Begrænsninger på udledninger fra ikke-kvotesektorerne i 11 EU-lande.</p> <p><i>Parisaftalen:</i> Ingen begrænsning på udledningerne fra lande udenfor EU.</p>
Uden EU politik	<p><i>EU ETS:</i> Ingen kvoteregulering i EU.</p> <p><i>Non-ETS:</i> Ingen begrænsninger på udledninger fra ikke-kvotesektorerne i EU.</p> <p><i>Parisaftalen:</i> Ingen begrænsning på udledningerne fra lande udenfor EU.</p>
Parisaftale	<p><i>EU ETS:</i> Langsigtet effekt på kvotemængden af en permanent reduktion (17 pct.).</p> <p><i>Non-ETS:</i> Begrænsninger på udledninger fra ikke-kvotesektorerne i 11 EU-lande.</p> <p><i>Parisaftalen:</i> Alle lande udenfor EU forudsættes at have begrænsninger på de samlede udledninger med undtagelse af Kina, Rusland, Indien og USA.</p>

Midlertidig reduktion i kvotesektorer øger reduktion af kvotemængde i EU ETS

Et af scenarierne undersøger, hvordan lækageraten påvirkes af, at danske reduktioner i kvotesektorerne har en større effekt på den langsigtede mængde af kvoter i EU ETS. Dette scenarie illustrerer konsekvensen af, at den danske klimapolitik midlertidigt reducerer danske udledninger fra kvotesektorerne i årene fra 2020 til 2039 i stedet for den permanente reduktion, der danner grundlag for effekten i grundscenariet. Med denne forudsætning er den langsigtede effekt på mængden af kvoter i EU ETS 57 pct. i stedet for en effekt på 17 pct. i grundscenariet, jf. boks II.4 i afsnit II.4.

Et scenarie om begrænsninger udenfor EU

I et scenarie om den såkaldte *Parisaftale* undersøges effekterne af, at nogle lande udenfor EU har bindende begrænsninger på udledningerne. I denne illustrative beregning forudsættes det, at alle lande udenfor EU, med undtagelse af Kina, Rusland, Indien og USA, har en sådan begrænsning i henhold til deres indmeldinger til Parisaftalen.

Lækagerate stiger, hvis andre EU-lande kan øge udledninger i ikke-kvotesektorer

I scenariet *Uden non-ETS* forudsættes, at der ikke er udledningsrestriktioner i ikke-kvotesektorerne i EU. Herved stiger lækageraten til godt 58 pct., når den ensartede CO₂e-afgift på 100 kr. pr. ton indføres i Danmark, jf. tabel II.4. Når ikke-kvotesektorerne i andre EU-lande ikke er underlagt denne klimapolitiske begrænsning, kan de i højere grad øge produktionen som reaktion på, at CO₂e-afgiften forværrer danske CO₂e-intensive virksomheders konkurrenceevne. Det medfører derfor, at de samlede udledninger i ikke-kvotesektorerne i EU stiger, hvilket øger lækageraten.

TABEL II.4 BETYDNING AF UDLANDETS KLIMAPOLITIK FOR LÆKAGERATEN

Tabellen præsenterer de beregnede lækagerater for en ensartet afgift under forskellige forudsætninger om udlandets klimapolitik.

	Grund-scenarie	Uden non-ETS	Uden ETS	Midlertidig ETS effekt	Uden EU politik	Parisaftale
Lækagerate, pct.	52	58	14	30	19	53
<i>Forudsætninger i modellen</i>						
Permanent ETS effekt	ja	ja	nej	nej	nej	ja
Midlertidig ETS effekt	nej	nej	nej	ja	nej	nej
Non-ETS begrænsninger	ja	nej	ja	ja	nej	ja
Parisaftale-begrænsninger	nej	nej	nej	nej	nej	ja

Anm.: Under forudsætninger i modellen angiver "ja", at politikken er medtaget i modellen, mens "nej" betyder, at det er udeladt fra det givne scenarie.

Kilde: Egne beregninger.

Stort fald i lækagerate uden EU ETS

I scenariet *Uden ETS*, hvor effekten på kvotemængden i EU ETS ikke modelleres, falder lækageraten betydeligt til ca. 14 pct. Det viser, at størstedelen af Danmarks CO₂e-lækage skyldes effekter igennem EU ETS. Den lavere lækagerate skyldes, at de udenlandske CO₂e-udledninger – især indenfor EU – stiger mindre end i grundscenariet, mens reduktionen i de danske udledninger stort set er som i grundscenariet. Den mindre stigning i udledningerne i EU er næsten udelukkende et resultat af, at den europæiske produktion af el og varme stiger mindre end i grundscenariet.

Større effekt på kvotemængden i EU ETS mindsker lækagerate	I scenariet <i>Midlertidig ETS effekt</i> beregnes den langsigtede effekt på kvotemængden i EU ETS på baggrund af en midlertidig reduktion i udledningerne fra de danske kvotesektorer. Herved reduceres lækageraten for Danmark til 30 pct. Det skyldes, at udledningerne i de øvrige EU-landes kvotesektorer ikke stiger i samme grad, når udledningerne reduceres i de danske kvotesektorer.
Klimapolitikken i EU øger lækageraten	I scenariet <i>Uden EU politik</i> falder lækageraten til ca. 19 pct. Faldet i lækageraten er et resultat af de to modsatrettede effekter fra forudsætningerne omkring EU ETS og ikke-kvotesektorerne. Resultatet indikerer dermed, at effekten fra EU ETS er stærkere end effekterne fra begrænsningerne i ikke-kvotesektorerne.
Parisaftalen kan begrænse udledninger ...	Med Parisaftalen fra 2015 forpligtede 196 lande sig til at fremlægge nationale reduktionsbidrag, der skal bidrage til at reducere de globale drivhusgasudledninger. Det har betydning for Danmarks lækagerate, om de enkelte landes indmeldte reduktionsbidrag reelt medfører, at landene skal indføre tiltag, der begrænser CO ₂ e-udledningen, dvs. om begrænsningen er bindende. Hvis begrænsningen ikke er bindende, betyder det, at landet kan øge udledninger i nogle sektorer, som reaktion på indførelsen af en strammere regulering i Danmark, uden at skulle begrænse udledningerne andre steder i økonomien.
... i lande udenfor EU	Til brug for denne analyse er det antaget hvilke lande, der har bindende målsætninger på baggrund af UN Environment (2018). Konkret forudsættes i scenariet <i>Parisaftale</i> , at alle lande udenfor EU har en bindende begrænsning med undtagelse af Kina, Indien, USA og Rusland. ¹⁷ EU's indmelding til Parisaftalen antages at udgøre en bindende begrænsning på EU's samlede udledninger. Det forudsættes i dette scenarie, at EU's kvotesystem samt reglerne om udledninger i hvert lands ikke-kvotesektorer opfylder EU's reduktionsmålsætning i Parisaftalen. På den baggrund lægges der ikke yderligere begrænsninger på EU-landene end i grundscenariet.
Parisaftale kan øge lækageraten for Danmark en smule	Indførelse af udledningsrestriktioner på landene udenfor EU i henhold til Parisaftalen, giver i beregningerne en lille stigning i lækageraten til 53 pct. Det er umiddelbart kontraintuitivt, at en strammere klimapolitik i landene udenfor EU bidrager til at øge lækageraten. Forklaringen er,

17) Forudsætningen kan indebære, at begrænsningerne pålægges lande, som reelt ikke er bundet af Parisaftalen, og beregningerne skal derfor betragtes som illustrative. Kina, Indien og Rusland har alle indmeldt udledningsmål for 2030 som er højere end deres udledninger i 2015. Da det ikke har været muligt at få et estimat for deres udledninger i et "business-as-usual" scenarie i 2030, beror vurderingen af, at de ikke har bindende begrænsninger i henhold til Parisaftalen, på sammenligning mellem deres indmeldte reduktionsmål og udledningerne i 2015.

at der i grundscenariet er en samlet reduktion i udledningerne fra disse lande, og derfor er lækageraten større i scenariet med Parisaftalen, hvor disse udledninger holdes konstante. I grundscenariet forbedres konkurrencedygtigheden for virksomheder i EU ETS, og derfor flytter produktion til de kvoteomfattede sektorer i EU fra lande udenfor EU.¹⁸ Kvotesektorerne i EU er mindre CO₂e-intensive, end de er udenfor EU. Derfor falder de globale udledninger indenfor disse sektorer i grundscenariet, hvilket giver anledning til det samlede fald i udledningerne fra gruppen af lande udenfor EU, som har bindende begrænsninger under Parisaftalen. I scenariet *Parisaf-tale* holdes de samlede udledninger uændrede for de lande udenfor EU, der forudsættes at have bindende begrænsninger, fordi det antages, at disse lande gennemfører klimapolitik, så de netop når deres indmeldte målsætninger.¹⁹ Overordnet afspejler den lille ændring i lækageraten, at restriktioner i andre lande end EU som følge af Parisaftalen har en begrænset effekt på den samlede lækagerate i Danmark.

Ingen lækage, hvis alle lande har bindende mål

Den lille stigning i lækageraten for Danmark i scenariet med Parisaftalen gælder ikke, hvis der i beregningen indføres bindende begrænsninger på udledninger i alle verdens lande. I dette tilfælde fås en lækagerate på nul, dvs. det resultat, man logisk må forvente.²⁰

Større lækagerater end i tidligere analyser

Beregningerne af den samlede lækagerate i grundscenariet indikerer, at lækageraten er højere for Danmark, end hvad der oftest findes i litteraturen for andre lande, jf. afsnit II.3. Lækageraten minder dog mere om tidligere analyser, når man ligesom i disse analyser ikke tager højde for klimapolitik i udlandet. Beregningerne viser også, at det specielt er inddragelse af EU ETS, der bidrager til den høje lækagerate. Dette er ikke en effekt, der tidligere er belyst i litteraturen. Endeligt viser beregningerne, at klimapolitikken for ikke-kvotesektorerne i EU bidrager til at mindske lækageraten.

18) Dette skyldes, at stigningen i udledningerne fra kvotesektorerne i resten af EU beregningsteknisk opnås ved at give et subsidium til CO₂e-udledninger i disse sektorer. Det kan fortolkes som et fald i kvoteprisen, hvilket øger konkurrenceevnen for kvotesektorerne i resten af EU i forhold til resten af verden.

19) Beregningsteknisk holdes udledningerne uændrede ved at pålægge en CO₂e-afgift. I dette scenarie pålægges en række lande udenfor EU en negativ afgift, altså et subsidium, hvilket tilskynder til at øge udledningerne i forhold til grundscenariet. Hvis der kun pålægges en positiv afgift på de lande, som skal begrænse udledningerne, vil lækageraten være lavere.

20) Lækageraten på nul fås i et scenarie, som ikke medtager effekter via EU ETS. Hvis effekter via EU ETS medtages, vil der fortsat være en positiv lækagerate for Danmark, da danske reduktioner i kvotesektoren delvist vil blive flyttet til kvotesektorerne i andre EU-lande.

II.6

SEKTORSPECIFIKKE LÆKAGERATER

Afsnit beregner sektorspecifikke lækagerater ...

I beregningen af den generelle lækagerate for Danmark er der betydelig forskel på, hvordan udledningerne påvirkes i forskellige dele af økonomien i både Danmark og udlandet. Det gør det relevant at beregne sektorspecifikke lækagerater, som præsenteres i dette afsnit. Afsnittet præsenterer først resultater fra et grundscenarie, som bygger på de samme forudsætninger som grundscenariet for den generelle lækagerate. Herefter præsenteres følsomhedsanalyser, der belyser effekterne af centrale forudsætninger i modellen.

... for syv danske sektorer

De sektorspecifikke lækagerater beregnes ved skiftevis at pålægge en afgift på syv overordnede sektorer, som blev beskrevet i afsnit II.4. Sektoropdelingen forsøger at afspejle, hvordan man meningsfyldt kan indrette dansk regulering af drivhusgasser for at tage højde for lækage.

CO₂e-afgift pålægges en sektor ad gangen

I det foregående afsnit blev den generelle lækagerate beregnet ved at lægge en ensartet afgift på 100 kr. pr. ton CO₂e på stort set alle udledninger i Danmark, dvs. alle sektorer blev pålagt afgiften samtidigt. I dette afsnit beregnes de sektorspecifikke lækagerater ved skiftevis at lægge afgiften på én sektor ad gangen. For produktionssektorerne pålægges afgiften alle udledninger forbundet med produktionen, dvs. både udledninger forbundet med forbrug af fossile brændsler og øvrige udledninger forbundet med produktionen. De øvrige udledninger kan eksempelvis være metan og lattergas fra den animalske landbrugsproduktion. For forbrugssektoren afgiftspålægges alle udledninger forbundet med det private og offentlige forbrug af fossile brændsler. Lækageraterne udregnes på baggrund af ændringen i de samlede udledninger i Danmark og udlandet, uanset om ændringerne forekommer i den afgiftspålagte sektor eller andre sektorer, for at tage højde for generelle ligevægtseffekter i modellen.

SEKTORSPECIFIKKE LÆKAGERATER I GRUNDSCENARIET

Store forskelle på sektorspecifikke lækagerater

Beregningerne indikerer, at der er store forskelle i lækageraterne på tværs af de syv sektorer. Den øvrige industri har den laveste lækagerate på -15 pct., mens landbruget har den højeste på 75 pct. med de antagelser, der er brugt i grundscenariet, jf. tabel II.5.

TABEL II.5 SEKTORSPECIFIKKE LÆKAGERATER

Tabellen angiver resultater fra beregningerne, hvor der skiftevis indføres en CO₂e-afgift på hver af de syv sektorer.

	Landbrug	Energiintensiv industri	El og varme	Transport-ydelser	Handel og service	Øvrig industri	Forbrug
Lækagerate, pct.	75	72	68	11	1	-15	14
- heraf bidrag fra forskelle i CO ₂ e-intensitet, pct.point	31	20	10	-7	0	-10	3
Samlede CO ₂ e-udledninger, pct.	-0,7	-0,1	-3,3	-0,7	-0,4	-0,2	-0,3
Sektorens produktion, pct.	-3,3	-0,4	-6,0	-1,3	-0,0	-0,1	-

Anm.: De samlede CO₂e-udledninger angiver den procentvise ændring i Danmarks samlede udledninger. Sektorens produktion angiver den procentvise produktionsændring i den danske sektor, hvor afgiften indføres.

Kilde: Egne beregninger.

Sektorspecifikke afgifter reducerer danske udledninger

...

Sektorspecifikke CO₂e-afgifter mindsker i alle tilfælde de samlede udledninger af drivhusgasser i Danmark. Afgifter på de sektorer, der har de største initiale udledninger, giver størst reduktion i de danske udledninger. Det skyldes, at mængden af udledninger, der beskattes, er relativt større. Ved en afgift på el- og varmesektoren, som initialt har de største udledninger på 16,3 mio. ton, jf. tabel II.2 i afsnit II.4, ses således det største fald på 3,3 pct. af de samlede danske udledninger. Omvendt er faldet i udledningerne mindst ved en afgift på den energiintensive industri, hvor de initiale udledninger er mindst.

... og produktion

Alle sektorer oplever en nedgang i produktionen, når de pålægges en afgift, fordi produktionsomkostningerne stiger. Dette angives ved sektorens produktionsændring, som måler den procentvise ændring i produktionen fra den danske sektor, hvor afgiften pålægges. Produktionsnedgangen er i høj grad relateret til sektorernes CO₂e-intensitet. Det skyldes, at indførelse af CO₂e-afgiften medfører en større stigning i omkostningerne pr. produceret enhed i de virksomheder, hvor CO₂e-intensiteten er høj. Omvendt påvirkes produktionsomkostningerne i sektorer med lav CO₂e-intensitet i begrænset omfang af afgiften. Derfor mindskes produktionen mest i el- og varmesektoren, med ca. 6,0 pct., hvor CO₂e-intensiteten er højest, og mindst i handel og service, med mindre end 0,1 pct., hvor CO₂e-intensiteten er lavest.

Forskel på sektorers evne til at substituere væk fra CO₂e-intensive input	Faldet i produktionen afspejler blandt andet, i hvor høj grad virksomhederne kan mindske deres udledninger ved at substituere væk fra CO ₂ e-intensive input i produktionen. Eksempelvis er mange af udledningerne fra landbruget forbundet med produktionsmængden af f.eks. animalske produkter, og derfor kan man i mindre grad skifte fra CO ₂ e-intensive produktionsinput til mindre CO ₂ e-intensive input i landbruget. Det er blandt andet derfor, at produktionen falder betydeligt mere i landbruget, end det er tilfældet for sektoren for transportydelser, selvom reduktionen i de samlede udledninger er omtrent ens for de to afgifter.
Kvotesektorer har høj lækagerate	Energiintensiv industri samt el- og varmesektoren tilhører kvotesektoren. Reduktioner af udledningen af drivhusgasser i Danmark mindsker kun i begrænset omfang den langsigtede mængde af kvoter i EU ETS. Effekten er beregnet på baggrund af modellen for EU ETS i De Økonomiske Råds formandskab (2018). Det betyder, at størstedelen af reduktionerne i kvotesektorerne i Danmark modsvares af stigninger i udledninger indenfor EU ETS i de øvrige EU-lande. Det er den primære grund til, at lækageraterne er høje, på hhv. 72 pct. og 68 pct., for den energiintensive industri samt el- og varmesektoren.
Begrænsninger i EU påvirker lækagerate for ikke-kvotesektorer	De fleste ikke-kvotesektorer har lave lækagerater. De lave lækagerater afspejler blandt andet, at nogle EU lande har bindende begrænsninger på deres udledninger fra ikke-kvotesektorerne. Begrænsningen bevirker, at de samlede udledninger fra hvert af disse landes ikke-kvotesektorer ikke kan stige, når CO ₂ e-afgiften indføres i Danmark. Denne begrænsning for nogle af Danmarks største handelspartnere trækker i retning af at begrænse lækageraterne for ikke-kvotesektorerne.
Lækageraten er høj i landbruget ...	Landbruget har imidlertid en høj lækagerate, selvom landbruget er en del af ikke-kvotesektoren. Det skyldes primært tre forhold. For det første er forbruget af landbrugsprodukter på verdensplan relativt lidt følsomt overfor ændringer i pris og indkomst. Det gør, at den globale produktion af fødevarer i mindre grad påvirkes af afgiften, end det er tilfældet for andre sektorer. For det andet falder produktionen i det danske landbrug relativt meget i forhold til, hvor meget de danske udledninger reduceres med. Det skyldes, at landbruget ikke i samme grad kan substituere over mod andre inputs for at mindske udledningerne. Når det danske produktionstab i høj grad skal modsvares af en produktionsstigning i udlandet for at tilfredsstille efterspørgslen giver dette i højere grad anledning til lækage end det er tilfældet for andre sektorer. For det tredje er CO ₂ e-intensiteten i den animalske landbrugsproduktion udenfor EU ca. dobbelt så høj som i Danmark. CO ₂ e-afgiften rammer især det danske animalske landbrug, så når

denne produktion udflyttes til lande udenfor EU, trækker forskelle i CO₂e-intensitet i retning af en høj lækagerate. Beregningerne viser, at 31 pct.point af lækageraten kan tilskrives, at CO₂e-intensiteterne er større i udlandet end i Danmark. Det har til gengæld en dæmpende effekt på lækageraten, at der er begrænsninger på udledningerne i ikke-kvotesektorerne i nogle EU-lande. For landbruget er der også en begrænset substitution væk fra energiinputs. Derfor er lækagen gennem markedet for fossile brændsler mindre end for andre sektorer.

Lav lækagerate for handels- og servicesektoren

Handels- og servicesektoren har en relativt begrænset lækagerate på 1 pct. Den primære forklaring herpå er, at serviceydelse i beskeden omfang handles internationalt. Sektoren er dermed ikke i samme omfang som de andre sektorer udsat for international konkurrence, og dermed vil produktionen ikke i samme grad flytte til udlandet, når afgiften indføres i Danmark.

Lækageraten er negativ for den øvrige industri

Analyserne tyder på, at lækageraten er negativ for den øvrige industri. Dette skyldes, at de samlede udledninger i udlandet *reduceres*. CO₂e-afgiften i Danmark giver øvrig industri i udlandet en komparativ fordel relativt til Danmark. Produktionen øges derfor i den øvrige industri i udlandet, hvilket isoleret set øger CO₂e-udledningerne i udlandet. Stigningen i produktionen i den øvrige industri i udlandet lægger imidlertid beslag på en større del af den tilgængelige kapital og arbejdskraft i udlandet, og produktionen reduceres derfor i den resterende del af økonomien i udlandet. Det medfører isoleret set et fald i CO₂e-udledningerne i udlandet. Da CO₂e-intensiteten i resten af økonomien er højere end i øvrig industri, er faldet i CO₂e-udledningerne i resten af økonomien større end stigningen i udledningerne i øvrig industri. Resultatet er et fald i de samlede udenlandske udledninger og dermed en negativ lækagerate.

Lækage for forbrug sker igennem markedet for fossile brændsler

Lækageraten beregnes til 14 pct., når CO₂e-afgiften pålægges udledninger forbundet med privat og offentligt forbrug af fossile brændsler. Stigningen i udlandets udledninger forårsages igennem markedet for fossile brændsler, hvor prisen falder på grund af en efterspørgselsreduktion i Danmark. Det tilskynder virksomheder og husholdninger i udlandet til at efterspørge flere fossile brændsler.

Grænsehandel vurderes at have lille effekt på lækagerater

Der argumenteres ofte for, at en afgift på brug af benzin i Danmark vil kunne give anledning til øget grænsehandel i form af køb af benzin i Tyskland og Sverige, jf. f.eks. Skatteministeriet (2017). En stigning i danskeres køb af benzin i Tyskland og Sverige vil implicere, at udledningerne i disse lande stiger. GTAP-E-modellen tager ikke eksplicit højde for grænsehandel. Det er dog ikke oplagt, at udeladelsen af grænsehandlen har nævneværdig betydning for de beregnede læka-

gerater. Det skyldes, at både Sverige og Tyskland er underlagt bindende begrænsninger for deres samlede udledninger i ikke-kvotesektoren frem mod 2030. Det betyder, at der ikke i praksis kan forventes at finde en merudledning sted i disse lande som følge af øget grænsehandel.²¹ Hvis danskere øger deres køb af benzin i Tyskland og Sverige, er disse lande nødt til at indføre andre tiltag, der mindsker deres udledninger, for at nå deres aftalte målsætning.

FØLSOMHEDSANALYSER PÅ UDLANDETS KLIMAPOLITIK

Klimapolitik i udlandet kan påvirke sektorspecifikke lækagerater

Ligesom med den generelle lækagerate kan forudsætningerne omkring klimapolitikken i udlandet have betydning for de sektorspecifikke lækagerater. I det følgende undersøges derfor effekten af, at Parisaftalen lægger en bindende begrænsning på udledningerne fra lande udenfor EU. Herudover beregnes lækageraterne, når effekten igennem EU ETS beregnes på baggrund af en midlertidig reduktion i udledningerne fra de danske kvotesektorer. Antagelserne bag de to følsomhedsanalyser er de samme som for den generelle lækagerate.

Effekt på kvotemængde i EU ETS påvirker kvotesektorer

I scenariet *Midlertidig ETS effekt* falder lækageraterne betragteligt for kvotesektorerne, mens effekten er begrænset for ikke-kvotesektorerne. Scenariet illustrerer konsekvensen af, at den danske klimapolitik midlertidigt reducerer danske udledninger fra kvotesektorerne i årene 2020-2039. Det giver anledning til et større fald i mængden af kvoter i EU ETS, end det er tilfældet i grundscenariet, hvor reduktionen forudsættes at være permanent, jf. boks II.4 i afsnit II.4. Dermed kan udledningerne fra kvotesektorerne i de øvrige EU-lande ikke stige i samme grad, når udledningerne mindskes fra kvotesektoren i Danmark. Beregningerne indikerer dermed, at en reduktion af udledningerne fra kvotesektorerne på kort sigt i mindre grad giver anledning til lækage.

Forskel på effekter af Parisaftale for ikke-kvotesektorer

For ikke-kvotesektorerne er der forskel på, hvordan scenariet omkring Parisaftalen påvirker de sektorspecifikke lækagerater. Lækageraten for landbruget er betydeligt mindre i dette scenarie end i grundscenariet, og lækageraterne for handel og service samt forbruget mindskes også af begrænsningerne i Parisaftalen. Omvendt er lækageraten for den øvrige industri større end i grundscenariet, mens lækageraten for transportydelser er omtrent uændret, jf. tabel II.6.

21) Der kan dog være effekter af grænsehandel igennem en ændring i skatteprovenuet, som ikke tages højde for i nærværende analyser. Isoleret set trækker udeladelsen af disse i retning af en overvurdering af lækageraten, fordi indkomsten i Danmark overvurderes. En lavere indkomst vil umiddelbart trække i retning af lavere forbrug og også dermed lavere udledninger.

TABEL II.6 FØLSOMHEDSANALYSER FOR SEKTOR-SPECIFIKKE LÆKAGERATER

Tabellen viser sektorspecifikke lækagerater under forskellige antagelser omkring udlandets klimapolitik.

	Landbrug	Energiintensiv industri	El og varme	Transport-ydelser	Handel og service	Øvrig industri	Forbrug
	----- pct. -----						
Grundscenarie	75	72	68	11	1	-15	14
Midlertidig ETS effekt	74	47	31	11	4	-14	15
Parisaftale	27	76	79	12	-2	-7	9

Anm.: Tabellen viser sektorspecifikke lækagerater under forskellige antagelser om udlandets klimapolitik.

Kilde: Egne beregninger.

Lækagerate mindskes for landbrug ...

Den store reduktion af landbrugets lækagerate under Parisaftalen skal blandt andet ses i lyset af, at landbrugets lækagerate er betydeligt større, end den er for de øvrige ikke-kvotesektorer i grundscenariet. Når udledningerne i de fleste EU landes ikke-kvotesektorer er begrænset af den europæiske klimapolitik, er udledningsstigninger i ikke-kvotesektorerne udenfor EU den primære kilde til lækage. Når udledningerne fra mange af disse lande holdes konstante i scenariet med Parisaftalen, giver det et betragteligt fald i lækageraten for landbruget. Det indikerer, at der er en betydelig usikkerhed forbundet med lækageraten for landbruget, som afhænger af reduktionsmålsætningerne i resten af verden.

... men øges for kvotesektorer

De sektorspecifikke lækagerater for de to kvoteomfattede sektorer (energiintensiv industri samt el og varme) er større i scenariet med Parisaftalen end i grundscenariet. Som beskrevet i afsnit II.5 er årsagen til dette kontraintuitive resultat, at udledningerne falder i grundscenariet fra gruppen af lande udenfor EU, som antages at få bindende begrænsninger i henhold til Parisaftalen. I scenariet med Parisaftalen, hvor udledningerne fra disse lande holdes konstante, er de samlede udledninger fra denne gruppe lande derfor større end i grundscenariet, hvilket giver højere lækagerater.

Lækagerate for øvrig industri stiger

Den øvrige industris lækagerate falder til -7 pct. i scenariet med Parisaftalen. Dermed er lækageraten større for denne sektor under Parisaftalen end i grundscenariet, ligesom det er tilfældet for kvotesektorerne. Grunden hertil er ligeledes, at udledningerne fra Parisaftale-landene falder i grundscenariet men fastholdes i scenariet med Parisaftalen, hvor udledningerne skal være uændrede.

FØLSOMHEDSANALYSER PÅ GTAP'S OPGØRELSE AF UDLEDNINGER

Mangler i GTAP-databasens opgørelse af CO₂e for nogle sektorer

For enkelte sektorer er der nogle udledninger, som ikke er medtaget i GTAP-dabasens opgørelse. Herudover er der sektorer, hvor der er sket væsentlige ændringer i udledningerne siden 2011, som er basisåret for GTAP-databasen. Forholdene drejer sig især om udledninger fra landbruget, cementproduktionen samt el- og varmesektoren. Det følgende præsenterer følsomhedsanalyser, som illustrerer effekterne af disse forhold på de sektorspecifikke lækagerater samt på den generelle lækagerate.

Følsomhedsanalyser med justeringer af GTAP-databasen

Følsomhedsanalyserne bygger i flere tilfælde på justeringer af GTAP-databasen, hvilket medfører brud med det sæt af indbyrdes principper, som ligger bag konstruktionen af GTAP-databasen. Af denne grund er justeringerne ikke medtaget i grundscenariet, men præsenteres i stedet som følsomhedsanalyser, der indikerer en retning og en størrelsesorden på den usikkerhed, som er forbundet med de identificerede mangler i GTAP-databasen.

To forhold undersøges for landbruget

Der er to forhold vedrørende landbrugets udledninger, hvis effekt forsøges vurderet gennem en følsomhedsanalyse. For det første er landbrugets udledninger fra ændringer i jordens kulstofbalance, de såkaldte LULUCF-udledninger, ikke er medtaget i GTAP-dabasens opgørelse, jf. tabel II.7. For det andet er udledningerne af lattergas (N₂O) fra dansk landbrug lavere i GTAP-databasen end i Danmarks Statistiks opgørelse. I følsomhedsanalysen beregnes lækagerater, når der korrigeres for disse to forhold. LULUCF-udledningerne inkluderes for både Danmark og udland, og justeringen kan dermed give mere realistiske lækageeffekter for landbruget i modellen. Omvendt justeres udledningerne af lattergas kun for Danmark. Såfremt udledningerne af lattergas i GTAP-databasen også afviger fra de nationale opgørelser i andre lande, giver dette ikke nødvendigvis mere realistiske lækageeffekter for landbruget.

TABEL II.7 FORUDSÆTNINGER I FØLSOMHEDSANALYSER

Tabellen beskriver forudsætningerne bag følsomhedsanalyser på GTAP's opgørelse af CO₂e-udledninger.

Scenarie	Beskrivelse	Korrektion
<i>Følsomhedsanalyse for landbrug</i>		
Inklusiv LULUCF og øgede lattergasudledninger	CO ₂ e-udledningerne forbundet med produktionen i dansk landbrug øges med ca. 3,3 mio. ton i henhold til opgørelsen af LULUCF-udledninger, jf. Nielsen m.fl. (2018). Udledningerne fordeles proportionalt mellem vegetabilsk og animalsk landbrug med deres brug af landbrugsjord. Herudover øges udledningerne i resten af verden med skøn for deres LULUCF-udledninger på baggrund af data fra FAOSTAT-databasen.	Danmark og udland (LULUCF)
	Udledningerne af lattergas (N ₂ O) fra dansk landbrug øges, så de svarer til opgørelsen i Danmarks Statistik. De danske udledninger af lattergas i landbruget er ca. 20 pct. lavere i GTAP's database end i Danmarks Statistiks opgørelse for 2011.	Kun Danmark (lattergas)
<i>Følsomhedsanalyse for energiintensiv industri (cementproduktion)</i>		
Øgede udledninger i cementproduktion	CO ₂ -udledningerne forbundet med cement- og kalkstensproduktion i Danmark øges med ca. 0,9 mio. ton. I udlandet øges udledningerne under forudsætning af, at udledningsintensiteterne forbundet med denne produktion er de samme i udlandet som i Danmark. I den anvendte GTAP-aggregering indgår cementproduktion som en del af den energiintensive industri.	Danmark og udland
<i>Følsomhedsanalyse for el- og varmesektoren</i>		
Lavere CO ₂ e-intensitet i el og varme	Udledningerne mindskes med 44 pct. i den danske el- og varmesektor, mens produktionen holdes uændret. Faldet i udledningerne svarer til det fald, der ifølge Danmarks Statistik har været fra sektoren fra 2011 til 2015. Det gøres ved at give et subsidie til kapital i sektoren og pålægge en afgift på brugen af kul. Modeleringen kan fortolkes som en kortsigtet effekt, hvor en større VE-andel opnås igennem VE-støtte.	Kun Danmark

Anm.: Følsomhedsanalyserne er nærmere beskrevet i dokumentationsnotatet til kapitlet, hvor der også er præsenteret supplerende følsomhedsanalyser.

Landbrugets udledninger har begrænset effekt på generel lækagerate

Følsomhedsanalyserne indikerer, at den generelle lækagerate ikke påvirkes af antagelserne om LULUCF- og lattergasudledninger fra landbruget, jf. tabel II.8. Intuitionen bag resultatet er, at landbrugets udledninger udgør en relativt lille andel (ca. 14 pct.) af Danmarks samlede udledninger. Derfor har de en begrænset effekt på den generelle lækagerate.

TABEL II.8 FØLSOMHEDSANALYSER PÅ GTAP'S OPGØRELSE AF UDLEDNINGER

Tabellen viser beregnede generelle og sektorspecifikke lækagerater for følsomhedsanalyser på GTAP's opgørelse af udledninger for udvalgte sektorer.

	Generel lækagerate	Sektorspecifik lækagerate		
		Landbrug	Energiintensiv industri	El og varme
		----- pct. -----		
Grundscenarie	52	75	72	68
<i>Følsomhedsanalyse for landbrug</i>				
Inklusiv LULUCF og øgede lattergasudledninger	52	65	-	-
<i>Følsomhedsanalyse for energiintensiv industri</i>				
Øgede udledninger i cementproduktion	52	-	84	-
<i>Følsomhedsanalyse for el- og varmesektoren</i>				
Lavere CO ₂ e-intensitet i el og varme	45	-	-	95

Anm.: Forudsætningerne bag scenarierne er beskrevet i tabel II.7.

Kilde: Egne beregninger.

LULUCF- og N₂O-udledninger kan sænke landbrugets lækagerate

Den sektorspecifikke lækagerate for landbruget påvirkes imidlertid i højere grad af forudsætningerne omkring LULUCF- og N₂O-udledninger. Lækageraten for landbruget falder til 65 pct., hvis man medtager LULUCF-udledninger i både Danmark og udlandet samt opjusterer udledningerne af lattergas for Danmark. Faldet i lækageraten skyldes, at det danske landbrug i denne beregning er mere CO₂e-intensivt end i grundscenariet. Det leder til, at en given dansk produktionsændring nu fører til en større ændring i de danske udledninger. Det trækker i retning af en lavere lækagerate. Denne effekt modgås dog i nogen grad af, at CO₂e-intensiteten også øges i udlandet.

Medtagelse af udledninger fra cementproduktion ...

GTAP-databasens opgørelse indeholder ikke CO₂-udledninger, der opstår i forbindelse med opvarmning af kalksten i cementproduktionen, som i modellen indgår i den energiintensive industri. Følsomhedsanalysen beregner derfor lækagerater, når disse udledninger inkluderes for Danmark og udlandet. Udlandets udledninger justeres under forudsætning af, at udledningsintensiteterne forbundet med denne produktion er de samme som i Danmark. Såfremt denne forudsætning ikke er retvisende, giver beregningen ikke nødvendigvis mere realistiske lækageeffekter for den energiintensive industri. Inklusion af udledningerne ved cementproduktion påvirker kun i mindre grad den generelle lækagerate, hvilket ligesom med landbruget skal ses i lyset af, at udledningerne fra den energiintensive industri udgør en relativt beskedne andel af Danmarks samlede udledninger.

... øger lækagerate for energiintensiv industri

Når udledningerne tillægges cementproduktionen i Danmark og udlandet, stiger den sektorspecifikke lækagerate for den energiintensive industri fra 72 pct. i grundscenariet til 84 pct. Dette kan synes kontraintuitivt, idet en tilsvarende inklusion af flere udledninger i landbruget gav anledning til et fald i lækageraten. Forklaringen på dette er, at de ekstra udledninger er pålagt produktionsmængden, hvorimod de fleste andre udledninger fra den energiintensive industri stammer fra afbrænding af fossile brændsler. De ekstra udledninger kan derfor kun reduceres i Danmark, hvis sektoren mindsker produktionen. Det giver anledning til, at den danske produktion i den energiintensive industri falder mere, end det er tilfældet i grundscenariet. Isoleret set trækker det i retning af en højere lækagerate, fordi produktionen i højere grad foregår i udlandet. Samtidig bidrager den øgede CO₂e-intensitet i resten af verden til, at lækageraten øges for denne sektor.

Udledninger er faldet i el- og varmesektoren fra 2011 til 2015

Følsomhedsanalysen for el- og varmesektoren motiveres af, at der er et fald på 44 pct. i udledningerne fra den danske el- og varmesektor fra 2011, som er basisåret i GTAP-databasen, til 2015 i Danmarks Statistiks opgørelse. Faldet i udledninger af drivhusgasser afspejler blandt andet en gradvis udfasning af kul og en højere andel af vedvarende energi (VE), blandt andet forårsaget af teknologisk modning af VE-teknologier såvel som støtte til disse teknologier. Den væsentlig større CO₂e-intensitet i 2011 for el- og varmesektoren i forhold til senere år kan have betydning for lækageraten.

Scenarie om lavere CO₂e-intensitet i el- og varmesektoren ...

Lækageraterne er derfor beregnet i en følsomhedsanalyse, hvor der i udgangspunktet er opnået en øget VE-andel igennem støtte til VE, og hvor der er opnået et mindsket kulforbrug igennem en afgift herpå. Det bemærkes, at der ikke ændres på produktion, udledninger, teknologi eller tilskudsordninger udenfor Danmark. I realiteten må det forventes, at teknologiske fremskridt indenfor VE også på sigt kan bi-

drage til at sænke CO₂e-intensiteten i andre landes el- og varmesektorer. Såfremt udledningsintensiteterne i udlandet også er faldet siden 2011, giver dette scenarie ikke nødvendigvis mere retvisende lækageeffekter for el- og varmesektoren.

... reducerer generel lækagerate

I dette scenarie mindskes den generelle lækagerate til 45 pct. Intuitionen bag faldet er, at udledningerne i el- og varmesektoren i dette scenarie udgør en mindre andel af Danmarks samlede udledninger. El- og varmesektoren er en af de sektorer, der har en høj lækagerate, og bidrager til at trække den generelle lækagerate op. Når udledningerne fra denne sektor mindskes, bliver sektorens "andel" af den samlede lækagerate mindre, hvilket får den generelle lækagerate til at falde. Den sektorspecifikke lækagerate for el- og varmesektoren øges til 95 pct. fra 68 pct. i grundscenariet.²² Forklaringen herpå er, at den lavere CO₂e-intensitet i Danmark giver en større forskel imellem CO₂e-intensiteterne i Danmark og udlandet. For en given produktionsforøgelse i udlandet øges udledningerne derfor mere i forhold til det danske udledningsfald, end det er tilfældet i grundscenariet.

SAMMENFATNING

Beregninger angiver spænd for lækagerater, ...

Beregningerne i dette kapitel angiver en række skøn for den generelle lækagerate og de sektorspecifikke lækagerater for Danmark. Størrelsen på lækageraterne afhænger af forudsætninger om udlandets klimapolitik og datamæssige justeringer af GTAP-databasen. De forskellige forudsætninger giver derfor anledning til spænd for lækageraternes størrelser, jf. tabel II.9.

... som baseres på forskellige forudsætninger

I spændene indgår de beregnede lækagerater i scenariet om Parisaftalen. Lækageraterne beregnet i scenarierne med alternative forudsætninger om EU ETS og uden restriktionerne på udledningerne fra ikke-kvotesektorerne medtages ikke i spændene. Det skyldes, at disse scenarier alene var medtaget for at illustrere betydningen af EU's klimapolitik. Spændene inkluderer til gengæld de beregnede lækagerater fra de netop præsenterede scenarier, hvor der foretages justeringer til GTAP-databasen. Justeringerne af GTAP-databasen har den fordel, at udledningerne i højere grad er i overensstemmelse med andre opgørelser fra blandt andet Danmarks Statistik. Ulempen

²²) Dette kan opfattes som et scenarie, hvor en større VE-andel er opnået igennem VE-støtte. Hvis man i stedet har opnået faldet i el- og varmesektorens udledninger på 44 pct. igennem et forøgelse af kapitalapparatet, øges den sektorspecifikke lækagerate til 87 pct. i stedet for 95 pct. Dette scenarie kan opfattes som en langsigtet effekt, hvor VE-teknologi er blevet mere produktiv relativt til teknologier, der bruger fossile brændsler.

herved er imidlertid, at justeringerne bryder med de indbyrdes principper, som skaber konsistens i GTAP-databasen. Det er derfor ikke entydigt, om justeringerne af GTAP-databasen fører til mere realistiske lækagerater for Danmark.

TABEL II.9 SPÆND FOR LÆKAGERATER

Tabellen viser spænd for den generelle og de sektorspecifikke lækagerater.

	Generel lækagerate	Landbrug	Energiintensiv industri	El og varme	Transport-ydelser	Handel og service	Øvrig industri	Forbrug
	----- pct. -----							
Lav	45	27	72	68	11	-2	-15	9
Grundscenarie	52	75	72	68	11	1	-15	14
Høj	53	75	84	95	12	1	-7	14

Anm.: Lav og høj viser resultaterne fra udvalgte scenarier, som danner det mest realistiske spænd for danske lækagerater. Spændene inkluderer beregningerne i grundscenariet, scenariet om Parisaftalen og scenarierne, hvor der foretages justeringer af GTAP-databasen.

Kilde: Egne beregninger.

Forskel i lækagerater på tværs af dansk økonomi

Beregningerne indikerer, at lækageraten for Danmark er højere, end hvad der ofte er fundet i litteraturen for andre lande. Beregningerne tyder på, at den generelle lækagerate for Danmark er mellem 45 pct. 53 pct. Beregningerne viser også store forskelle i lækageraterne for forskellige sektorer i dansk økonomi. Lækageraterne beregnes til at være høje for de to kvotesektorer (energiintensiv industri samt el- og varmeproduktionen) og formentlig også for landbruget. Omvendt peger resultaterne på, at lækageraterne er relativt lave for de øvrige ikke-kvotesektorer. Der er betydeligt usikkerhed omkring størrelsen på lækageraten for landbruget, hvilket især skyldes usikkerhed om, hvor ambitiøs klimapolitikken forventes at blive i landene udenfor EU. For kvotesektorerne er der også en vis usikkerhed omkring lækageraterne. Det skyldes primært, at GTAP-databasen i nogle aspekter afviger fra opgørelserne i andre datakilder, og at GTAP-databasens opgørelse af 2011 ikke afspejler nuværende danske forhold.

II.7

BEGRÆNSNING AF LÆKAGE FRA IKKE-KVOTESEKTOREN

Øges den globale reduktion af CO₂e, hvis danske afgifter tager højde for lækage?

Modelberegningerne i de foregående afsnit tyder på, at der er betydelige forskelle i lækageraterne på tværs af forskellige sektorer i Danmark. Dermed vil de globale udledninger reduceres mere, når udledningerne reduceres i danske sektorer med lave lækagerater, end når udledningerne reduceres i danske sektorer med høje lækagerater. Hvis der i Danmark er et ønske om at reducere de globale udledninger mere, end hvad der følger af den pålagte nationale reduktionsforpligtelse og den langsigtede nationale målsætning, kan dette opfattes som en supplerende målsætning i klimapolitikken. En sådan supplerende målsætning gør det relevant at vurdere, om et afgiftssystem, som tager højde for de store forskelle i lækage i forskellige danske sektorer, kan øge effekten på de globale udledninger. Det er også relevant at vurdere, hvad meromkostningen er ved en sådan politik.

Beregning for ikke-kvotesektor illustrerer effekt af lækagekorrigerede afgifter

I dette afsnit præsenteres derfor beregninger, som illustrerer forskellen på de globale udledninger og de samfundsøkonomiske omkostninger ved dansk klimapolitik, som enten ignorerer eller tager højde for forskelle i lækagerater for forskellige sektorer. Konkret ses på omkostningen ved øget reduktion af globale drivhusgasudledninger i forbindelse med opnåelse af 2030-målet for udledning af drivhusgasser fra den danske ikke-kvotesektor.

METODE

Der skelnes mellem to typer regulering i beregningerne

Der skelnes i analysen mellem to typer af regulering af udledninger af CO₂e fra Danmark. Den ene type regulering har alene fokus på at minimere de danske omkostninger ved at opnå en given national målsætning om (eller internationalt aftalt forpligtelse til) at mindske udledningen af drivhusgasser fra dansk territorium. Den anden type regulering sigter mod omkostningseffektivt at opnå globale reduktioner, samtidig med at Danmark opnår den givne nationale målsætning for reduktionen af sine nationale udledninger af drivhusgasser.

Afgifter med og uden korrektion for forskelle i lækage

Grundlæggende opnås de billigste nationale reduktioner ved at sikre ensartede marginale omkostninger på *nationale* udledninger på tværs af forskellige sektorer. Denne regulering tager dermed ikke højde for forskelle i lækage mellem forskellige sektorer. Tilsvarende kan der argumenteres for, at de billigste globale reduktioner opnås ved at

sikre, at de marginale omkostninger ved *globale* reduktioner er ens på tværs af sektorer, jf. afsnit II.2. Det betyder i praksis, at afgiften på udledning af CO₂e skal være mindre i sektorer med høj lækage, mens der tilsvarende skal være højere afgifter i sektorer med lavere lækage.²³ Samfundsøkonomisk vil det være dyrere at opnå en national målsætning med lækagekorrigerede afgifter. Til gengæld opnås en større endelig effekt på de globale udledninger. I boks II.6 er der en illustration af effekten af de to typer regulering.

Opnåelse af reduktion på 39 pct. i ikke-kvotesekter

I det følgende vurderes effekten på globale udledninger og samfundsøkonomiske omkostninger ved at nå målet om en 39 pct. reduktion i udledningen af drivhusgasser i ikke-kvotesektoren i 2030 i forhold til 2015. Der skelnes mellem politik, hvor målet alene er at minimere omkostningerne ved at reducere nationale udledninger (svarende til punkt a i figuren i boks II.6), og politik, der som supplerende målsætning ønsker at reducere de globale udledninger omkostnings-effektivt (svarende til punkt b i figuren).

Bygger videre på analyser fra sidste års miljøøkonomiske rapport

De præsenterede beregninger bygger videre på en analyse i De Økonomiske Råds formandskab (2018). I denne analyse blev der foretaget beregninger af de samfundsøkonomiske omkostninger ved at opfylde Danmarks forpligtelse for udledningsreduktioner i ikke-kvotesektoren frem mod 2030 på den samfundsøkonomisk billigste måde (svarende til punktet a i figuren i boks II.6).

Opgørelse af omkostningerne ved at reducere udledning af CO₂e

Til dette formål blev de samfundsøkonomiske omkostninger ved at reducere udledningerne af CO₂e i 2030 for de forskellige dele af ikke-kvotesektoren beregnet. Konkret blev de marginale samfundsøkonomiske reduktionsomkostninger opgjort for personbiler, landbruget og den øvrige del af ikke-kvotesektoren, jf. figur II.4. De forbehold for omkostningskurverne, som er beskrevet i De Økonomiske Råds formandskab (2018) gælder også for den nærværende analyse.²⁴

23) I en generel model er dette instrumentsæt ikke nok, jf. afsnit II.2 og Sørensen (2018). Således kræves der typisk også afgifter på CO₂e-indholdet i importerede varer (herunder importeret el) samt et tilskud til produktion af vedvarende energi. Idet ikke-kvotesektoren ikke omfatter el- og varmesektoren vurderes det, at denne udfordring er mindre i ikke-kvotesektoren, hvorfor det kan være en rimelig tilnærmelse i praksis at se bort fra sådanne yderligere instrumenter.

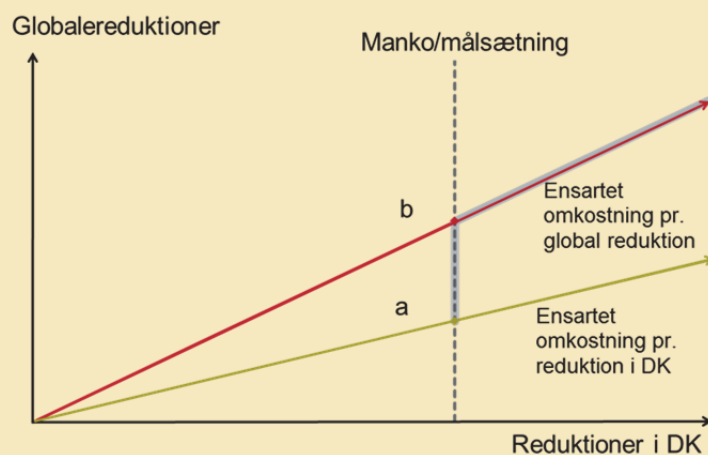
24) De marginale reduktionsomkostninger for landbrug og personbiler var baseret på nye beregninger, mens de marginale reduktionsomkostninger for den øvrige del af ikke-kvotesektoren var baseret på tidligere undersøgelser. Den øvrige del af ikke-kvotesektoren omfatter boligopvarmning, tung transport samt erhverv, som ikke er omfattet af kvotesektoren.

BOKS II.6 REGULERING MED OG UDEN KORREKTION FOR LÆKAGE

Der kan skelnes mellem afgifter, som alene sigter mod at mindske den samfundsøkonomiske omkostning ved at opnå reduktion af udledningerne i Danmark, og danske afgifter, som mindsker omkostningen ved at opnå globale reduktioner.

Principperne bag disse to typer regulering er vist i figur A. I figuren angiver X-aksen reduktioner i udledningen fra Danmark, mens Y-aksen viser de hertil knyttede globale reduktioner. Den grønne kurve illustrerer en klimapolitik, der billigst reducerer de *nationale* udledninger. Dette opnås gennem en ensartet afgift, der sikrer ensartede omkostninger pr. indenlandsk reduceret udledning. Grundet lækage vil effekten på de globale udledninger være lavere end effekten på de danske udledninger. Hvis man igennem indenlandske reduktioner i ikke-kvotesektoren i stedet vil reducere de *globale* udledninger på en omkostningseffektiv måde, gøres dette ved at bruge lækagekorrigerede afgifter, der sikrer ensartede omkostninger pr. global reduktion. Dette er illustreret ved den røde kurve i figuren. Et sådant afgiftssystem vil i et vist omfang mindske lækagen og giver dermed større globale reduktioner pr. ton dansk CO₂-reduktion. Der vil dog fortsat være nogen grad af lækage, hvorfor de globale reduktioner fortsat vil være mindre end de danske udledningsreduktioner.

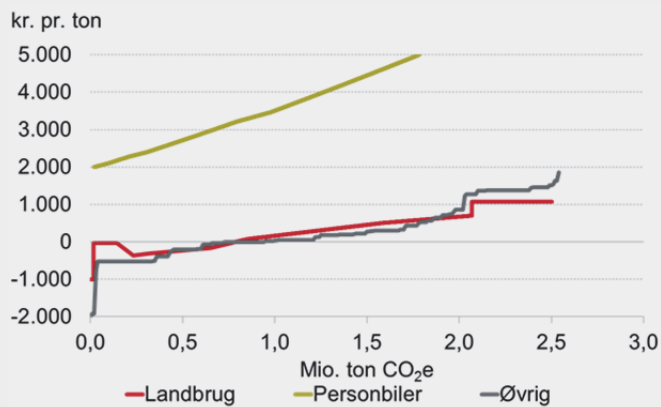
FIGUR A BETYDNINGEN AF LÆKAGEKORRIGEREDE AFGIFTER



Den billigste opnåelse af en given national målsætning for danske reduktioner er i figuren illustreret ved punktet *a*. Hvis man ønsker at reducere de globale udledninger mere, end hvad der opnås ved denne politik, samtidig med at den nationale reduktionsmålsætning opfyldes, kan man indføre lækagekorrigerede afgifter, svarende til punktet *b*. Ved denne politik opnås større globale reduktioner, men den vil samtidig medføre en større samfundsøkonomisk omkostning for en given dansk reduktion, jf. afsnit II.2. Hvis det ønskes at opnå større globale reduktioner, kan man fortsætte med at hæve afgifterne, der sikrer ensartede omkostninger pr. global reduktion. Dette vil imidlertid også medføre en overopfyldelse af den danske målsætning.

FIGUR II.4 SAMFUNDSØKONOMISK OMKOSTNING VED AT MINDSKE UDLEDNINGEN AF CO₂e

Figuren viser de marginale samfundsøkonomiske omkostninger ved at mindske udledningen af CO₂e i 2030 i forskellige dele af ikke-kvotesektoren.



Anm.: De marginale reduktionsomkostninger er i starten negative for landbrug og den øvrige del af ikke-kvotesektoren på grund af sidegevinster i form af bl.a. reduceret luftforurening.

Kilde: De Økonomiske Råds formandskab (2018).

Store forskelle i reduktionsomkostninger

Det fremgår, at den samfundsøkonomiske omkostning ved at mindske udledningen fra personbiler er væsentlig højere end for landbruget og den øvrige del af ikke-kvotesektoren. Den høje samfundsøkonomiske omkostning for personbilerne afspejler bl.a., at personbilerne i forvejen er underlagt en omfattende beskatning. Den generelt lavere og i starten negative samfundsøkonomiske omkostning ved at mindske udledningen fra landbruget afspejler dels, at landbrugets udledning af drivhusgasser ikke er direkte reguleret, og dels at der er afledte miljøgevinster af CO₂e-reduktioner i landbruget i form af bedre vandmiljø og mindre luftforurening.

Beregninger for en manko på 2½ og 4 mio. ton i 2030

Den oprindelige analyse blev foretaget for skøn for den nødvendige reduktion i CO₂e – den såkaldte manko – på 1 mio. ton, 2,5 mio. ton og 4 mio. ton i 2030. Det centrale skøn for den nødvendige reduktion var 2,5 mio. ton. Efter offentliggørelsen af De Økonomiske Råds formandskab (2018) er der blevet offentliggjort en ny basisfremskrivning af dansk energiforbrug og CO₂e-udledning, der peger i retning af

en øget manko i ikke-kvotesektoren, jf. Energistyrelsen (2018). Der er derfor regnet på omkostningerne ved lækagekorrektion ved en manko på hhv. 2,5 og 4 mio. ton i 2030.

Muligheden for at annullere kvoter indgår også i beregning

Ud over at mindske udledningen af CO₂e i de tre dele af ikke-kvotesektoren vist i figur II.4 er det også muligt at annullere CO₂-kvoter svarende til i alt 0,8 mio. ton CO₂e årligt, som del af målopfyldelsen i ikke-kvotesektoren. Dette er en af de såkaldte fleksibilitetsmekanismer.

Højere kvotepris gør det dyrere at annullere kvote

Ud fra en økonomisk betragtning bør man anvende denne fleksibilitetsmekanisme, hvis omkostningen ved at annullere kvoter – dvs. den forventede fremtidige kvotepris – er lav i forhold til omkostningen ved at mindske udledningen i ikke-kvotesektoren. I løbet af 2018 er kvoteprisen steget væsentligt. Der anvendes derfor en højere kvotepris i analysen i forhold til de præsenterede beregninger i De Økonomiske Råds formandskab (2018).²⁵

Store forskelle i lækagerater

I analysen benyttes de sektorspecifikke lækagerater fra grundscenariet beregnet i afsnit II.6. Landbruget har således den største lækagerate på 75 pct., mens de er betydeligt lavere for personbiler og de øvrige ikke-kvotesektorer på hhv. 13 pct. og 7 pct.²⁶

Der er negativ lækage ved annullering af kvoter

For kvoteannulleringer anvendt til målopfyldelse i ikke-kvotesektoren er anvendt en negativ lækagerate på -53 pct. Den negative lækagerate afspejler, at pågældende type kvoteannulleringer på langt sigt medfører en ekstra reduktion i den samlede mængde af kvoter på grund af mekanismer knyttet til reformen af kvotemarkedet fra starten af 2018, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2018).

Omkostningerne ved at mindske CO₂e korrigeres for forskelle i lækagerater

Givet de marginale reduktionsomkostningskurver og de ovennævnte lækagerater for de forskellige dele af ikke-kvotesektoren samt for kvoteannullering findes de ønskede reduktioner ved at lækagekorrigere de marginale reduktionsomkostninger og prisen på kvoter. Derefter findes den kombination af reduktioner og annullering af kvoter, som giver en ensartet reduktionsomkostning pr. globalt reduceret ton CO₂e i ikke-kvotesektoren i 2030.

25) Prisen på at bruge kvoteannulleringer beror på Finansministeriets skøn for kvoteprisen på 189 kr. pr. ton i 2030, jf. Energistyrelsen (2018). I De Økonomiske Råds formandskab (2018) blev der brugt en kvotepris på 88 kr. pr. ton i 2030.

26) Konkret tages udgangspunkt i lækageraterne i det såkaldte grundscenarie. Lækageraten for personbiler er sat lig den sektorspecifikke lækagerate for det private forbrug, hvor den private personbilstransport indgår. Lækageraten for de øvrige ikke-kvotesektorer er sammenvejet af de sektorspecifikke lækagerater for transportydelser, opvarmning, handel og service og øvrig industri.

Beregningsen er ikke udtryk for optimal klimapolitik til at mindske globale udledninger

Beregningsen er illustrativ og ser alene på en supplerende målsætning om øget global CO₂e-reduktion i forbindelse med opfyldelse af reduktionsmålet i ikke-kvotesektoren for 2030. Beregningerne viser, hvordan man med en lækagekorrigeret regulering omkostningseffektivt skal fordele indsatsen mellem sektorer. Beregningerne skal ikke ses som en optimal politik til at mindske de globale udledninger igennem dansk klimapolitik som helhed. Det skyldes blandt andet, at beregningerne alene inkluderer regulering i form af afgifter og kvoteannulleringer. En omkostningseffektiv reduktion af globale udledninger i forbindelse med opnåelse af det langsigtede mål om klimaneutralitet i 2050 kræver mere omfattende beregninger, der også tager højde for reguleringsformer som eksempelvis forbrugsafgifter og støtte til vedvarende energi. Beregningerne er nærmere beskrevet i dokumentationsnotatet til kapitlet.

RESULTATER

Uden lækagekorrektions skal reduktioner ske i landbrug og øvrig ikke-kvotesektor

Når der tages udgangspunkt i en manko på 2,5 mio. ton CO₂e i 2030, og hvis man alene ønsker at mindske de samfundsøkonomiske omkostninger ved den nationale reduktion, skal 43 pct. af reduktionerne foretages i landbruget, mens de resterende reduktioner skal foretages i den øvrige del af kvotesektoren, jf. tabel II.10. Der skal således ikke foretages reduktioner for personbiler, hvor den samfundsøkonomiske omkostning ved yderligere reduktioner er meget høj. Ligeledes skal der ikke anvendes kvoteannulleringer. Det afspejler, at kvoteprisen er høj i forhold til omkostningerne ved at mindske udledningen af drivhusgasser i landbruget og i den øvrige ikke-kvotesektor.²⁷

Samfundsgevinst skyldes bedre vandmiljø og renere luft

Ifølge beregningerne er der en samfundsøkonomisk gevinst på 0,36 mio. kr. pr. år ved at opnå reduktionen på 2,5 mio. ton i 2030. At der er en gevinst i stedet for en omkostning afspejler, at reduktionen af drivhusgasser i landbruget og øvrig ikke-kvotesektor giver sidegevinster i form af bedre vandmiljø og renere luft.

27) I den tilsvarende beregning præsenteret i De Økonomiske Råds formandskab (2018) skulle kvoteannulleringer stå for 17 pct. af reduktionen på 2,5 mio. ton CO₂e. Dette afspejler, at der i daværende analyse blev anvendt en forventet kvotepris i 2030 på 88 kr. pr. ton, mens der her anvendes en forventet kvotepris på 189 kr. pr. ton baseret på skøn fra Finansministeriet.

TABEL II.10 LÆKAGEKORRIGERET POLITIK I IKKE-KVOTESEKTOREN

Tabellen viser effekterne på den globale reduktion, de samfundsøkonomisk omkostninger og fordelingen af reduktionerne i ikke-kvotesektoren med og uden lækagekorrektion.

	Uden lækagekorrektion		Med lækagekorrektion	
	----- Mio. tons CO ₂ e i 2030 -----			
Indenlandsk reduktionsmål i 2030	2,5	4,0	2,5	4,0
Global reduktion	1,6	3,2	2,0	3,4
Global merreduktion ved lækagekorrektion ^{a)}	-	-	0,4	0,2
Andel af samlede reduktioner	----- Pct. -----			
- Landbrug	43	37	33	29
- Personbiler	0	0	0	0
- Øvrig ikke-kvotesektor	57	43	50	51
- Kvoteannullering	0	20	17	20
	----- Mia. kr. pr. år -----			
Omkostning	-0,36	0,05	-0,27	0,19
Meromkostning ved lækagekorrektion ^{a)}	-	-	0,09	0,13
	----- Kr. pr. ton CO ₂ e -----			
Gns. meromkostning pr. global merreduktion ^{a)}	-	-	220	660

a) Angiver merreduktion på global udledning og meromkostning ved lækagekorrektion i forhold til samme reduktionsmål uden lækagekorrektion.

Anm.: En nærmere beskrivelse af beregningerne findes i dokumentationsnotatet til kapitlet.

Kilde: Egne beregninger på baggrund af lækagerater beregnet i afsnit II.6 og reduktionsomkostninger beregnet i De Økonomiske Råds formandskab (2018).

Annullering af kvoter bruges, hvis mankoen af højere

Hvis mankoen i 2030 i stedet er på 4 mio. ton, er det økonomisk fordelagtigt at annullere kvoter svarende til 20 pct. af de 4 mio. ton. Det svarer til den maksimale årlige annullering på 0,8 mio. ton. De resterende reduktioner skal foretages i landbruget og i den øvrige ikke-kvotesektor.

Kvotearnullinger mere attraktive, hvis lækage skal begrænses

Med lækagekorrektion bliver kvotearnullinger mere attraktive på grund af den negative lækagerate. Når mankoen er 2,5 mio. ton skal en del af målopfyldelsen således ske ved kvotearnullinger. Kvotearnullinger bliver også mere fordelagtige med lækagekorrektion, når mankoen er på 4 mio. ton, men her bruges det maksimalt tilladte antal kvotearnullinger allerede, selv når der ikke tages højde for lækage.

Færre reduktioner i landbruget ...

I beregningerne i afsnit II.6 er lækageraten højere for landbruget end for de øvrige dele af ikke-kvotesektoren. Når der lækagekorrigeres, skal landbruget derfor stå for en mindre del af reduktionerne sammenlignet med en situation, hvor der ikke lækagekorrigeres.

... men landbruget skal stadig stå for knap 1/3 af reduktionerne

Som det fremgår af tabel II.10, skal landbruget fortsat stå for en væsentlig del af reduktionerne (29-33 pct.), hvis man ønsker at opnå globale reduktioner mest omkostningseffektivt. Grunden til, at landbruget stadig skal stå for en væsentlig del af reduktionerne på trods af den høje lækagerate er, at den samfundsøkonomiske omkostning ved at mindske udledningerne af drivhusgasser fra landbruget er lav.

For små reduktioner gælder dette selv med en lækagerate på 100 pct. ...

Selv hvis lækageraten i landbruget er 100 pct. i stedet for de beregnede 75 pct. i grundscenariet, skal landbruget fortsat stå for ca. en tredjedel af reduktionerne med en manko på 2,5 mio. ton. At landbrugets andel af reduktionerne er stort set uændret trods den højere lækagerate afspejler, at der er en afledt samfundsøkonomisk gevinst fra bedre vandmiljø og mindre luftforurening ved små reduktioner i landbrugets udledninger.

... men ikke for større reduktioner

Billedet ændrer sig imidlertid for større reduktioner. Med en manko på 4 mio. ton skal landbrugets andel af reduktionerne reduceres fra 29 pct. til 20 pct., hvis landbrugets lækagerate er 100 pct. i stedet for 75 pct. Det afspejler, at en højere lækagerate i landbruget gør det mere attraktivt at foretage større reduktioner i den øvrige del af ikke-kvotesektoren i stedet for i landbruget.

Større reduktioner i landbruget med en lækagerate på 27 pct.

Hvis landbrugets lækagerate derimod kun er 27 pct. svarende til landbrugets lækagerate i scenariet, hvor Parisaftalen lægger en bindende begrænsning på udledningerne fra lande udenfor EU, jf. tabel II.6 i afsnit II.6, skal landbruget stå for en større del af reduktionerne. I dette tilfælde øges landbrugets andel af reduktionerne fra 33 pct. til 37 pct. med en manko på 2,5 mio. ton og fra 29 pct. til 35 pct. med en manko på 4 mio. ton.

Afgifter til begrænsning af lækage har relativ lille effekt

Lækage betyder, at den globale reduktion er mindre end reduktionerne i Danmark. Ved en ensartet afgift vil en dansk reduktion på 4 mio. ton medføre en global reduktion på 3,2 mio. ton. Med lækagekorrektur stiger den globale reduktion til 3,4 mio. ton. Dette er en relativ lille stigning i den globale reduktion på 0,2 mio. ton, svarende til en forøgelse på ca. 6 pct. Dette harmonerer med tidligere analyser, som har fundet, at tiltag til begrænsning af lækage generelt har en relativ lille effekt på lækageraten, jf. afsnit II.3. Forskellen i den globale udledning med og uden lækagekorrektur er dog større, hvis mankoen i 2030 kun er 2,5 mio. ton. Den større forskel afspejler, at kvoteannul-

leringer medtages som virkemiddel, når der lækagekorrigeres. Det har relativ stor effekt på de globale udledninger på grund af den negative lækagerate ved kvoteannulleringer. Bemærk, at den negative lækagerate alene gælder for kvoteannulleringer foretaget til opfyldelse af mål i ikke-kvotesektoren.

Stigende omkostninger ved at mindske lækage

Der er en yderligere samfundsøkonomisk omkostning i Danmark ved at opnå reduktionerne på 2,5 og 4 mio. ton i 2030 ved lækagekorrigeret politik på henholdsvis 0,09 og 0,13 mia. kr. pr. år, jf. tabel II.10. Det svarer til, at den gennemsnitlige meromkostning ved yderligere globale reduktioner er på ca. 660 kr. pr. ton, når den lækagekorrigerede politik indføres for en manko på 4 mio. ton. Når mankoen er 2,5 mio. ton, er den gennemsnitlige meromkostning ved lækagekorrektion kun på ca. 220 kr. pr. yderligere reduceret globalt ton CO₂e.

Merpris for globale reduktioner på niveau med social cost of carbon

Når man politisk beslutter hvor store omkostninger, den danske samfundsøkonomi skal pålægges for at reducere de globale CO₂e-udledninger, kan det være relevant at kende størrelsesordenen af gevinsterne for verdensøkonomien ved denne reduktion. Gevinsterne for verdensøkonomien af reduktioner i Danmark kan udtrykkes ved den globale marginale skadesomkostning af et ton CO₂e-udledning – den såkaldte social cost of carbon. De 220-660 kr. pr. ton er i samme størrelsesorden som litteraturens bud på social cost of carbon. Baseret på et oversigtsstudie af Tol (2013) angives 563 kr. pr. ton CO₂e (2017-priser) som et godt bud på social cost of carbon, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2017 og 2018). Det skal dog understreges, at der er stor usikkerhed om størrelsen af social cost of carbon.

Det overordnede billede ændres ikke med et kortere tidsperspektiv

Lækageraten for kvoteannulleringer foretaget via fleksibilitetsmekanismen afhænger i høj grad af hvilket tidsperspektiv, der anskues. Lækageraten på -53 pct. i ovenstående beregninger afspejler effekter på kvotemarkedet, som også forekommer efter 2050. Hvis man i stedet alene anskuer effekten på udledningerne i EU ETS frem til 2050, er lækageraten for dette instrument -14 pct. i stedet for -53 pct. Hvis denne lækagerate benyttes i beregningerne, ændrer det ikke det overordnede billede i forhold til tabel II.10. Dog skal kvoteannulleringer under lækagekorrektion kun bidrage med 9 pct. af reduktionen, når mankoen er 2,5 mio. ton. Samtidig vil de globale reduktioner være mindre for alle scenarier, hvor der bruges kvoteannulleringer. Dette skyldes, at kvoteannulleringer i mindre grad mindsker de globale udledninger frem til 2050.²⁸

28) Effekten af kvoteannulleringer (brugt som fleksibilitetsmekanisme) over tid er beskrevet i tabel III.4 i De Økonomiske Råds formandskab (2018).

Dyrt at reducere udledningen fra personbiler selv om lækageraten er lav

Alt i alt peger beregningerne i afsnittet på, at kvoteannulleringer er fordelagtige, hvis man ønsker at mindske de globale udledninger i stedet for alene at opnå nationale målsætninger. Hvis man ønsker globale reduktioner, skal landbruget stå for en mindre andel af reduktionerne i ikke-kvotesektoren. Landbruget skal dog stadig stå for en betydelig del – knap $\frac{1}{3}$ – af reduktionerne i ikke-kvotesektoren. Da omkostningskurverne for landbruget og den øvrige ikke-kvotesektor ligger tæt på hinanden, jf. figur II.4, kan ændringer i disse kurver dog i et vist omfang give anledning til forskydninger mellem landbrugets andel og den øvrige ikke-kvotesektors andel af reduktionerne i ikke-kvotesektoren. Selvom lækageraten er lav for personbiler, skal der i ingen af beregningerne foretages yderligere reduktioner af CO₂e fra personbiler. Det skyldes, at der er høje samfundsøkonomiske omkostninger ved yderligere reduktioner for personbiler.

II.8

SAMMENFATNING OG DISKUSSION

Dansk målsætning: reduktion af nationale CO₂e-udledninger

Danmark har forskellige målsætninger relateret til fremtidige udledninger af drivhusgasser. Efter aftale med EU skal Danmark frem mod 2030 reducere sine nationale CO₂e-udledninger i ikke-kvotesektoren med 39 pct. i forhold til udledningsniveauet i 2005. Herudover har Danmark en målsætning om at være klimaneutral i 2050, hvilket betyder, at nettoudledningen fra Danmark skal være nul.

CO₂e-lækage påvirker effekt af dansk klimapolitik på globale udledninger

Klimapolitikken i Danmark fører til en reduktion af de danske CO₂e-udledninger, men kan samtidig betyde, at udledningerne stiger i udlandet – et fænomen der betegnes CO₂e-lækage. CO₂e-lækage betyder, at opfyldelsen af de nationale målsætninger medfører en global reduktion, der er mindre end den indenlandske reduktion.

Fokus på globale udledninger kan ses som supplerende målsætning

I den offentlige debat benyttes CO₂e-lækage som argument imod visse former for regulering. Hvis der er et politisk ønske om, at Danmark skal bidrage til globale CO₂e-reduktioner, som ligger udover de reduktioner, der følger af de nuværende danske målsætninger, kan det opfattes som en supplerende målsætning. Hvis en sådan supplerende målsætning skal følges omkostningseffektivt, skal klimainsatsen i et vist omfang forskydes fra sektorer med store lækageeffekter over til sektorer med små lækageeffekter. De nuværende danske forpligtelser og målsætninger henholder sig dog alene til de udledninger, der finder sted fra dansk territorium.

Lækageraten beregnes med en global handelsmodel ...

Lækageraten for Danmark er i kapitlet beregnet med udgangspunkt i GTAP-E-modellen. GTAP-E-modellen er en global model, som beskriver handelsstrømme mellem verdens lande. Samtidig har modellen et særligt fokus på energiforbrug og de dertilhørende drivhusgasudledninger. Modellen er derfor et godt redskab til at beskrive, hvordan dansk klimaregulering påvirker udledninger i Danmark og i udlandet.

... ved at lægge en afgift på CO₂e i Danmark

Lækageraten for Danmark er konkret beregnet ved at lægge en afgift på 100 kr. pr. ton CO₂e på udledninger fra Danmark. Denne afgift omfatter også udledninger af drivhusgas fra landbruget. I praksis er det svært direkte at lægge afgifter på udledningen af drivhusgasser i landbruget. Imidlertid kan man i stedet lægge afgifter på de aktiviteter i landbruget, der forårsager udledning af drivhusgasser. Dette er nærmere beskrevet i De Økonomiske Råds formandskab (2018).

Lækage kan opstå igennem flere kanaler

Der er flere forskellige kanaler, hvorigennem der kan opstå lækage. Lækage kan forekomme gennem udenrigshandlen. Når klimapolitiske stramninger gør det dyrere at producere CO₂e-intensive varer i Danmark, kan udlandets produktion af disse varer stige. Lækage kan også opstå igennem det internationale marked for fossile brændsler, såfremt et fald i den danske efterspørgsel efter fossile brændsler medfører et øget forbrug af disse i udlandet. Der opstår også lækage ved dansk klimapolitik i kvotesektoren, fordi en mindre dansk efterspørgsel efter kvoter i høj grad vil blive opvejet af øget brug af kvoter i andre EU-lande. Omfanget af lækage vil også blive påvirket af, om andre lande har bindende klimamål eller ej, idet bindende klimamålsætninger i andre lande vil reducere lækagen ved dansk klimapolitik. Alle disse kanaler og effekter er der taget højde for i beregningerne.

Teknologisk udvikling kan give mindre lækage

Nogle mulige kanaler indgår imidlertid ikke i beregningerne. Hvis en strammere dansk klimapolitik giver anledning til, at andre lande også øger deres reduktionsmålsætninger (det såkaldte foregangslandsargument), kan dette øge effekten af dansk klimapolitik på de globale udledninger. En strammere klimapolitik i f.eks. EU kan dog også tænkes at mindske incitamentet til at foretage klimapolitiske tiltag andre steder i verden. Strammere klimapolitik kan også medføre teknologisk udvikling, som gør det nemmere at mindske udledningen i andre lande. Det vil trække i retning af lavere lækagerater, selv om en sådan teknologisk effekt formentlig er lille for rent danske tiltag. Disse effekter indgår ikke i den anvendte GTAP-E model.

LÆKAGERATER FOR DANMARK

Lækagerate på 45-53 pct. for Danmark ...

Analyserne i kapitlet peger på, at den samlede lækagerate for Danmark er mellem 45 pct. og 53 pct. Det vil sige, at en national CO₂e-reduktion på 1 mio. ton resulterer i en global CO₂e-reduktion på ca. 0,5 mio. ton.

... påvirkes i høj grad af EU's klimapolitik

Lækageraten for Danmark påvirkes i høj grad af klimapolitikken i EU. Indretningen af EU's kvotesystem (EU ETS) betyder, at tiltag, der reducerer udledningerne i de danske kvotesektorer, kun har en begrænset effekt på de samlede udledninger fra EU på lang sigt. Dette bidrager til, at Danmarks lækagerate er høj. Omvendt peger beregningerne på, at EU's klimapolitik mindsker den danske CO₂e-lækage i den del af økonomien, der ikke er omfattet af EU's kvotesystem.

Lækage begrænser klimapolitikens globale effekt

En høj lækagerate for Danmark mindsker effektiviteten af dansk klimapolitik i forhold til at reducere de globale udledninger. Det understreger vigtigheden af at lave internationale aftaler, som søger mod at begrænse de globale udledninger.

Komplekst at fastlægge effekter via kvotesystemet

Da EU's klimapolitik er vigtig for størrelsen af lækageraten for Danmark, har antagelserne om effekterne i EU ETS også stor betydning for den opgjorte lækagerate. I starten af 2018 blev der vedtaget en reform af EU ETS, som medfører, at den samlede mængde af CO₂-kvoter ikke længere kan antages at være bestemt på forhånd. Reformen gør det komplekst at vurdere effekten af dansk klimapolitik i kvotesektoren og dermed i sidste ende også lækageraten for Danmark. Hvor stor effekt danske reduktioner i kvotesektoren har på det samlede forbrug af kvoter i EU – og dermed den samlede udledte mængde drivhusgasser – afhænger i høj grad af to forhold.

Tidshorisont og timing af politik er afgørende for effekt via kvotesystem

For det første afhænger effekten på det samlede forbrug af kvoter i EU af, om man ser på det samlede forbrug af kvoter i EU på kort eller langt sigt. På lang sigt giver danske reduktioner i brugen af kvoter anledning til et mindre fald i det samlede forbrug af kvoter i EU end på kort sigt. For det andet har det betydning, hvornår reduktionen i efterspørgslen af kvoter i Danmark finder sted. Det skyldes, at en del af kvoterne annulleres, når det samlede kvoteoverskud er stort. I de kommende år er kvoteoverskuddet stort. Derfor giver danske reduktioner i efterspørgslen i de kommende år anledning til, at en relativ stor mængde kvoter annulleres, hvilket medfører en stor reduktion i det samlede forbrug af kvoter i EU på lang sigt. Fra slutningen af 2030'erne vurderes kvoteoverskuddet i EU at være så lavt, at danske reduktioner i efterspørgslen efter kvoter ikke vil bidrage til at mindske det samlede forbrug af kvoter i EU.

I analysen ses på langsigtet effekt på samlet kvotemængde af permanent klimapolitik

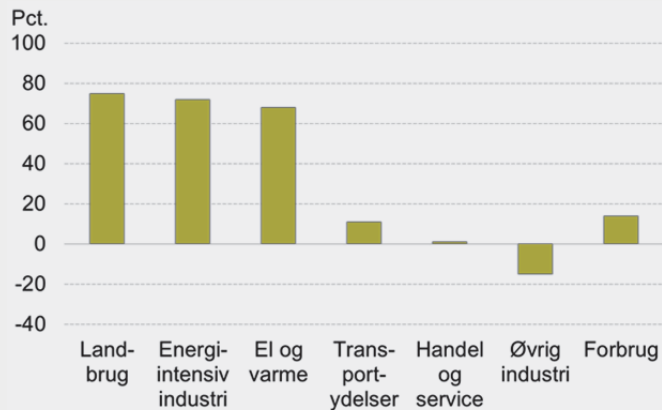
I beregningen af lækagerater er taget udgangspunkt i den langsigtede effekt på forbruget af kvoter af tiltag i Danmark, som permanent reducerer efterspørgslen efter kvoter. Dette leder frem til den anførte lækagerate for Danmark på 45 til 53 pct. Ses i stedet på en midlertidig politik, som mindsker efterspørgslen efter kvoter i Danmark i en periode, hvor det vil give anledning til en stor reduktion i forbruget af kvoter i EU, vil man få en lavere samlet lækagerate for Danmark. Det samme er tilfældet, hvis man alene ser på forbruget af kvoter på kortere sigt (f.eks. år 2030) i stedet for langt sigt.

Stor variation i sektorspecifikke lækagerater

Modelberegningerne tyder på, at der er store forskelle på lækageraterne i forskellige sektorer i dansk økonomi. Lækageraterne i forskellige sektorer er vist i figur II.15.²⁹

FIGUR II.5 LÆKAGERATER FOR SEKTORER

Der er stor forskel i lækageraten for forskellige sektorer.



Anm.: Figuren viser lækageraterne for forskellige sektorer og (privat og offentligt) forbrug i grundscenariet. Der er usikkerhed om størrelsen af lækageraterne, hvilket er belyst i en række forskellige scenarier og følsomhedsanalyser, jf. afsnit II.6. Sektoren "Transportydelser" består af købte transportydelser. Forbrug af f.eks. benzin til privat bilkørsel indgår under "Forbrug".

Kilde: Egne beregninger.

29) Figuren viser lækageraterne med antagelserne i grundscenariet. Som beskrevet i afsnit II.6 og dokumentationsnotatet giver forskellige antagelser og justeringer af datagrundlaget anledning til forskelle i de beregnede lækagerater.

Høje lækagerater for danske kvotesektorer ...

Lækageraterne er høje for den energiintensive industri samt el- og varmesektorerne, som er underlagt EU ETS. De relativt høje lækagerater for disse sektorer skal blandt andet ses i sammenhæng med, at reduktioner i udledningerne fra disse sektorer kun i begrænset omfang mindsker den langsigtede mængde af kvoter i EU ETS. Dermed vil et fald i udledningerne fra de danske kvoteomfattede sektorer i høj grad blive modsvaret af en stigning i de langsigtede udledninger af drivhusgasser i kvotesektorerne i resten af EU.

... mens de er lavere for mange ikke-kvotesektorer

Lækageraterne er generelt lavere for de danske sektorer, som ikke er omfattet af EU ETS. Det skyldes blandt andet, at mange EU-lande forventes at skulle reducere deres udledninger fra ikke-kvotesektorerne frem mod 2030. Dermed kan disse lande ikke øge deres udledninger i denne del af økonomien som reaktion på en strammere klimapolitik i Danmark. For handels- og servicesektoren findes lækagerater, som er tæt på nul. Det afspejler, at denne sektor kun i begrænset omfang er udsat for international konkurrence.

Høj lækagerate for landbruget

Det danske landbrug har en højere lækagerate end de resterende ikke-kvotesektorer. De relativt høje lækagerater for landbruget skyldes bl.a., at den globale landbrugsproduktion er mindre påvirket af CO₂e-afgiften, end det er tilfældet for andre sektorer. Det afspejler, at forbruget af fødevarer i mindre grad påvirkes af ændringer i indkomst og priser. Derfor stiger udledningerne mere fra de udenlandske produktionssektorer, når landbrugsproduktionen mindskes i Danmark. Lækageraten for landbruget begrænses dog samtidig af, at mange EU-lande også skal reducere deres udledninger i ikke-kvotesektoren frem mod 2030, jf. ovenfor.

Lækagerate for landbruget afhænger af klimapolitik udenfor EU

Beregningerne tyder dog på, at der er betydelig usikkerhed forbundet med beregning af lækageraten for landbruget, som i høj grad afhænger af, hvordan klimapolitikken udenfor EU er tilrettelagt. Hvis der er bindende klimamål i mange lande udenfor EU, tyder en følsomhedsanalyse på, at landbrugets lækagerate mere end halveres, mens lækageraterne i andre sektorer kun ændres relativt lidt.³⁰

30 I pågældende følsomhedsanalyse er det antaget, at alle lande bortset fra store økonomier som Kina, Rusland, Indien og USA har bindende mål, så de ikke kan øge deres udledninger. Det skal understreges, at der er stor usikkerhed om, hvorvidt forskellige lande har bindende klimamål i henhold til "business-as-usual". Som eksempel er det i nærværende analyse antaget, at USA ikke har bindende klimamål. USA's indmeldinger knyttet til Paris-aftalen vurderes af nogle som bindende, men USA har samtidig tilkendegivet en intention om at melde sig ud af Paris-aftalen.

Lille negativ lækagerate for den øvrige industri

Der findes i beregningerne en lille negativ lækagerate for den ikke-energiintensive del af industrien. Dette afspejler, at der i beregningerne er afledte forskydninger i sammensætningen af produktionen i udlandet, der giver anledning til et lille fald i de samlede udenlandske udledninger – og dermed til en negativ lækagerate.

LÆKAGE OG DANSK KLIMAPOLITIK

Billigste opfyldelse af nationale målsætninger skal ignorere lækage

Indretning af et omkostningseffektivt reguleringssystem til at reducere udledninger af drivhusgasser afhænger af den politiske målsætning. Hvis formålet med dansk klimapolitik er at leve op til målsætningerne om reduktion af CO₂e-udledninger på dansk territorium, opnås dette mest omkostningseffektivt ved en ensartet CO₂e-afgift på tværs af udledningskilder. Denne målsætning vil i nogen grad også mindske de globale udledninger, afhængigt af graden af CO₂e-lækage.

Ved mål om global reduktion skal der tages højde for lækage

Hvis det politisk ønskes at reducere de globale udledninger udover, hvad der følger af de internationale forpligtigelser eller nationale reduktionsmålsætninger, skal klimapolitikken i Danmark indrettes, så der tages hensyn til CO₂e-lækagen. Det teoretisk optimale afgiftssystem til at mindske CO₂e-lækage omfatter en ensartet indenlandsk CO₂e-afgift samt importafgifter og eksportsubsidier, som afspejler CO₂e-indholdet i de importerede og eksporterede varer. Det er dog i praksis næppe muligt for Danmark at indføre importafgifter og eksportsubsidier. Når disse ikke kan benyttes, er der en række andre instrumenter, som kan indgå i et omkostningseffektivt reguleringssystem, der begrænser CO₂e-lækage. Således er der i litteraturen pegt på, at CO₂e-afgiften kan være differentieret, så lækageudsatte sektorer betaler lavere "lækagekorrigerede" afgifter. Derudover kan en lækagebegrænsende politik formentlig også omfatte tilskud til vedvarende energi og differentierede afgifter på varer, der afspejler CO₂e-indholdet i forskellige varer, jf. Hoel (1996) og Sørensen (2018). En lækagekorrigeret klimapolitik vil uundgåeligt øge de samlede omkostninger i forhold til en klimapolitik, der alene sikrer opfyldelsen af de rent nationale målsætninger.

Lækagekorrigerede afgifter

De store forskelle i de sektorspecifikke lækagerater peger i retning af, at den omkostningseffektive klimapolitik ved en global reduktionsmålsætning potentielt kan afvige betydeligt fra den omkostningseffektive opfyldelse af rent nationale reduktionsmålsætninger. Beregningerne tyder således på, at de lækagekorrigerede CO₂e-afgifter generelt skal være lavere for kvotesektorerne end for ikke-kvotesektorerne. Endvidere indikerer beregningerne, at den lækagekorrigerede afgift skal være lavere for landbruget end for de øvrige ikke-kvotesektorer. En

lækagekorrigeret afgift for landbruget skal dog være større, end der er lagt til grund i beregningen, hvis Parisaftalen bliver en succes, så flere lande får bindende mål.

Regulering med national og globalt reduktionsmål ...

Selvom en sektor er forholdsvis lækagefølsom, bør sektoren som udgangspunkt, ikke fritages fra regulering. Man må her opveje omkostningerne ved at reducere CO₂e-udledninger i sektoren imod den effekt, reguleringen har på både de indenlandske og globale CO₂e-udledninger. I De Økonomiske Råds formandskab (2018) blev det undersøgt, hvordan Danmark bedst opfylder sine forpligtelser indenfor ikke-kvotesektoren i 2030, hvis målet er billigst muligt at reducere Danmarks udledninger uden at tage højde for de afledte effekter på de globale udledninger. I nærværende kapitel er det undersøgt, hvordan disse resultater ændrer sig, når reguleringen tager højde for CO₂e-lækage, dvs. regulering ud fra en målsætning om globale reduktioner.

... indenfor ikke-kvotesektoren i 2030

Beregningerne korrigerer de marginale omkostningskurver for landbruget, personbiler og den øvrige ikke-kvotesektor med deres respektive lækagerater fra grundscenariet, som fremgik af figur II.5. Herudfra findes, hvor stor en andel af det samlede reduktionsbehov i ikke-kvotesektoren i 2030, den såkaldte manko, som skal komme fra hver sektor. Der kan være usikkerhed omkring den præcise størrelse på denne manko, hvorfor beregningerne er udført for en manko på både 2,5 og 4,0 mio. ton CO₂e i 2030.

Negativ lækage ved kvoteannulleringer

Danmark kan også opfylde en del af mankoen ved årligt at annullere kvoter svarende til 0,8 mio. ton. Beregninger ved brug af en model for kvotemarkedet tyder på, at der på lang sigt er en negativ lækagerate af pågældende type kvoteannulleringer på ca. -53 pct. Kvoteannulleringerne har således en mere end en-til-en effekt på de globale udledninger på lang sigt. Det skyldes mekanismer knyttet til reformen af kvotemarkedet fra starten af 2018, jf. De Økonomiske Råds formandskab (2018) og Beck og Kruse-Andersen (2018).³¹

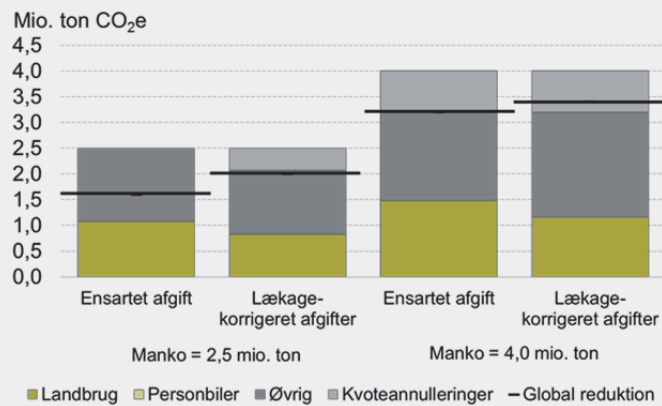
Lille forskel på ensartet og lækagekorrigeret politik

Beregningerne tyder på, at sammensætningen af de forskellige sektors bidrag ikke ændres markant ved lækagekorrigerede afgifter i stedet for en ensartet afgift, jf. figur II.6. På trods af en relativ høj lækagerate for landbruget på 75 pct. skal denne sektor fortsat bidrage til at opfylde mankoen, når afgifterne lækagekorrigeres. Den høje lækagerate mindsker dog reduktionerne i landbruget ved lækagekorrigeret politik i forhold til en ensartet afgift.

³¹) Den negative lækagerate ved kvoteannulleringer på -53 pct. gælder på meget langt sigt. Ses alene på effekten frem til 2050 vil den negative lækagerate af kvoteannulleringer ud fra beregninger ved brug af modellen i Beck og Kruse-Andersen (2018) være på -14 pct., dvs. noget mindre, men stadig negativ.

FIGUR II.6 ENSARTET OG LÆKAGEKORRIGERET REGULERING I IKKE-KVOTESEKTOREN

Figuren viser reduktionsbidragene ved at opfylde en reduktionsforpligtelse i ikke-kvotesektoren i 2030 på hhv. 2,5 og 4,0 mio. ton CO₂e ved en ensartet hhv. en lækagekorrigeret klimapolitik.



Anm.: De sorte vandrette linjer angiver den globale reduktion, som er mindre end den indenlandske reduktion på grund af lækage. Bidragene for hver sektor er beregnet med udgangspunkt i de marginale omkostningskurver i De Økonomiske Råds formandskab (2018). I forhold til lignende beregninger præsenteret i pågældende rapport er her anvendt en højere kvotepris på 189 kr. pr. ton i 2030.

Kilde: Egne beregninger og De Økonomiske Råds formandskab (2018).

Landbruget skal fortsat stå for en betydelig del af reduktionerne

Den forholdsvis beskedne effekt på landbrugets andel af reduktionerne ved at anvende lækagekorrigerede afgifter fremfor en ensartet afgift afspejler, at der er en samfundsøkonomiske gevinst ved at mindske udledningen af drivhusgasser fra denne sektor. Det skyldes, at der er sidegevinster ved at mindske udledningerne af drivhusgasser fra landbruget i form af bedre vandmiljø og mindre luftforurening. Selv hvis lækageraten for landbruget havde været 100 pct., skulle der fortsat være en reduktion af drivhusgasudledningerne fra landbruget. En anden måde at anskue dette på er, at man automatisk får de fleste af reduktionerne i landbruget, hvis man lever op til de fastlagte mål for reduktion af kvælstofudledningen fra landbruget. Nogle følsomhedsanalyser viser lavere lækagerater for landbruget end de 75 pct. Det vil mindske effekten af lækagekorrektion, hvis der anvendes en lavere lækagerate for landbruget.

Annullering af kvoter er effektive, hvis man ønsker globale reduktioner

Med en manko på 4 mio. ton CO₂e, viser beregningerne, at det fulde potentiale for kvoteannulleringer bør udnyttes, hvad enten der benyttes en ensartet eller lækagekorrigeret afgiftspolitik. Med en manko på 2,5 mio. ton CO₂e indgår kvoteannulleringer kun i den omkostningseffektive løsning, såfremt man benytter en lækagekorrigeret politik. Forskellen mellem den ensartede og lækagekorrigerede politik kan tilskrives den negative lækagerate for dette instrument.

Personbiler skal heller ikke bidrage, selvom der tages højde for lækage

Der er ikke nogen af scenarierne, hvor øgede afgifter på brug af personbiler indgår i den omkostningseffektive opfyldelse af mankoen. Det skyldes, at biler allerede i udgangspunktet er kraftigt reguleret, og at de marginale samfundsøkonomiske omkostninger ved yderligere reduktioner derfor er relativt høje.

Begrænset effekt på global udledning af lækagekorrigerede afgifter

På grund af lækagen vil reduktioner i udledningen af drivhusgasser i Danmark i et vist omfang blive modsvaret af øgede udledninger i øvrige lande. Reduktion af udledningen af drivhusgasser i ikke-kvotesektoren i Danmark i 2030 på 2,5 og 4 mio. ton CO₂e giver således anledning til en mindre reduktion på globalt plan. Den opgjorte reduktion i de globale udledninger er angivet ved de vandrette sorte streger i figur II.6. Det fremgår, at der er relativt begrænset effekt på de globale udledninger af at indføre lækagekorrigerede afgifter i stedet for ensartede afgifter. Med en manko på 4 mio. ton i 2030 er der et fald i den globale udledning på 3,2 mio. ton med ensartede afgifter. Med lækagekorrigerede afgifter er faldet i den globale udledning på 3,4 mio. ton. Udenlandske undersøgelser tyder ligeledes på, at der er relativt beskeden effekt på lækagen af at indføre regulering, som søger at begrænse lækagen. Samtidig viser analyserne for ikke-kvotesektoren, at omkostningerne ved at opfylde mankoen stiger ved den lækagekorrigerede politik. Den samfundsøkonomiske omkostning ved den ekstra globale reduktion er opgjort til 660 kr. per ton ved en manko i ikke-kvotesektoren på 4,0 mio. ton i 2030.

Beregninger er ikke udtryk for omkostningseffektiv regulering

De præsenterede beregninger er ikke nødvendigvis udtryk for en omkostningseffektiv regulering af Danmarks drivhusgasudledninger under en global reduktionsmålsætning. Dette skyldes, at beregningerne kun er baseret på CO₂e-afgifter som regulering. Det er muligt, at et optimalt lækagekorrigeret reguleringssystem også skal indeholde andre instrumenter end CO₂e-afgifter, såsom støtte til vedvarende energi og forbrugsafgifter. Disse elementer er ikke medtaget i nærværende kapitel, hvilket potentielt kan overvurdere omkostningerne ved lækagekorrigeret politik. På den anden side er der risiko for, at et reguleringssystem med mange instrumenter kan lede til en forkert dosering af de forskellige instrumenter. I så fald kan dette undervurdere omkostningerne ved lækagekorrigeret politik.

DISKUSSION

Vigtigt at støtte op om internationalt samarbejde	Et forpligtigende internationalt samarbejde mellem lande, der påtager sig at reducere deres udledninger af drivhusgasser, er afgørende, hvis klimaforandringerne reelt skal modvirkes. Parisaftalen og EU's klimapolitik, der omfatter regulering gennem det fælles kvotemarked og aftaler om reduktioner i landenes ikke-kvotesektorer, er eksempler på internationale samarbejder. Det bør være en hovedopgave for dansk klimapolitik at understøtte og udbygge sådanne samarbejder.
Mål om drivhusgasneutralitet i 2050	Som følge af det internationale samarbejde har Danmark påtaget sig en reduktionsforpligtigelse frem mod 2030 i ikke-kvotesektoren. Reduktionsforpligtelsen vedrører udledninger fra dansk område. Samtidig har alle partier i Folketinget tilsluttet sig en målsætning om, at Danmark skal være drivhusgasneutral i 2050.
Stigende CO₂e-afgift kan understøtte mål om drivhusgasneutralitet	I princippet vil ensartede CO ₂ e-afgifter på alle udledninger kunne sikre en omkostningseffektiv implementering af den nationale målsætning om drivhusgasneutralitet. I praksis kan et omkostningseffektivt forløb frem mod 2050 understøttes af en troværdig annoncering af, at der bliver indført ensartede CO ₂ e-afgifter på tværs af alle sektorer, som stiger mod 2050. Det vil reducere usikkerheden om de fremtidige klimapolitiske rammer og dermed mindske risikoen for, at virksomheder, landmænd og bilejere kommer til at foretage langsigtede investeringer, der fordyrer omstillingen til klimaneutralitet i 2050.
Afgift i kvotesektor bør tage hensyn til kvoteprisen	Målet om drivhusgasneutralitet i 2050 omfatter også udledninger fra kvotesektoren, som i forvejen er reguleret på EU-niveau. En eventuel CO ₂ -afgift i kvotesektoren bør derfor udformes, så den tager hensyn til kvoteprisen.
Lækagerater ved dansk klimapolitik ...	Indeværende kapitel har belyst størrelsen af lækage af drivhusgasser ved dansk klimapolitik og illustreret konsekvenserne ved at opfylde 2030-målet for ikke-kvotesektoren ved brug af lækagekorrigerede afgifter, hvor der lægges lavere afgifter end ellers på de mest lækageudsatte sektorer.
... kan ændre sig over tid for nogle sektorer	Beregningerne i kapitlet viser, at der er betydelig lækage i forbindelse med reduktion af danske CO ₂ e-udledninger. For nogle sektorer kan det forventes, at lækageraten ændrer sig frem mod 2050. Beregningerne tyder på, at der aktuelt er betydelig lækage i forbindelse med udledningsreduktioner i dansk landbrug. Lækagen ved danske tiltag i landbruget må dog ventes at blive mindre, hvis et stigende antal lande påtager sig bindende reduktionsforpligtigelser som følge af Parisaftalen. For sektorer omfattet af kvotesystemet gør det modsatte

forhold sig gældende. Her må det forventes, at lækageraterne stiger i takt med, kvoteoverskuddet mindskes, og at den automatiske udtagning af kvoter, der gælder, når kvoteoverskuddet er stort, bortfalder. Når kvoteoverskuddet forsvinder, vil national klimapolitik i kvotesektoren primært påvirke fordelingen af udledningerne mellem de forskellige EU-lande.

Lækagekorrigeret politik frem mod 2050 ikke analyseret

Hvis der er et politisk ønske om at tage hensyn til lækage, når de nationale udledningsreduktioner tilrettelægges, peger kapitlet på, at dette kan gøres ved at justere den politik, der omkostningseffektivt implementerer de nationale målsætninger. I kapitlet analyseres konsekvenserne af lækagekorrigerede afgifter. Denne analyse er afgrænset til målsætningen for ikke-kvotesektoren for 2030. Det er ikke analyseret, hvordan hensynet til lækage vil påvirke den politik, der giver omkostningseffektive incitamenter til opnåelse af målsætningen om et drivhusgasneutralt Danmark frem mod 2050. Det er nødvendigt at inddrage alle relevante instrumenter, herunder forbrugsafgifter og f.eks. reduktion af indvindingen i Nordsøen, for at kunne komme med anbefalinger til dette. Analyserne i kapitlet peger dog på, at lækagen indenfor kvotesektoren er betydelig, især på længere sigt, hvor kvoteoverskuddet må forventes at være mindre.

Dyrere at nå danske mål, hvis der skal tages højde for lækage

Der er ingen tvivl om, at det vil være dyrere at opnå en national målsætning med en lækagekorrigeret klimapolitik. Det følger logisk af, at man med en lækagekorrigeret klimapolitik skal have CO₂e-afgifter, som varierer mellem sektorer. Det fremgår af beregningerne for ikke-kvotesektoren, at det samfundsøkonomisk er dyrere at opnå reduktionsmålet for 2030 med lækagekorrigerede fremfor ensartede afgifter.

Beregninger tyder på, at det er vanskeligt at mindske lækagen

En høj lækagerate er ikke i sig selv et tilstrækkeligt argument for at fritage en sektor for regulering. Således finder beregningerne i kapitlet, at der bør ske betydelige reduktioner i landbruget, selv når det lægges til grund, at lækageraten i landbruget er høj. Det fremgår også af beregningerne for ikke-kvotesektoren, at der er en relativ begrænset mereeffekt på de globale reduktioner af drivhusgasser af at anvende lækagekorrigerede afgifter i stedet for ensartede afgifter. Lignende resultater er fundet i andre undersøgelser. Dette er ikke i sig selv et argument for at undlade at anvende en lækagekorrigeret klimapolitik, men det er vigtigt ikke at have urealistiske forventninger til effekten på de globale udledninger.

LITTERATUR

Aichele, R. og G. Felbermayr (2012): Kyoto and the carbon footprint of nations. *Journal of Environmental Economics and Management*, 63, s. 336-354.

Antimiani, A., V. Costantini, C. Martini, L. Salvatici og M.C. Tommasino (2013): Assessing alternative solutions to carbon leakage. *Energy Economics*, 36, s. 299-311.

Babiker, M.H. (2005): Climate change policy, market structure, and carbon leakage. *Journal of International Economics*, 65, s. 421-445.

Baumol, W.J. og W.E. Oates (1971): The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment. *The Swedish Journal of Economics*, 73 (1), s. 42-54.

Baylis, K., D. Fullerton og D.H. Karney (2014): Negative leakage. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 1 (1), s. 51-73.

Beck, U.R. og P.K. Kruse-Andersen (2018): Endogenizing the cap in a cap-and-trade system: Assessing the agreement on EU ETS phase 4. *Danish Economic Councils, Working Paper 2018:2*.

Ben-David, I., S. Kleimeier og M. Viehs (2018): Exporting Pollution. *NBER Working Paper Series 25063*.

Bohlin, L. (2010): Climate policy within an international emission trading system - a Swedish case. *Taxation of intermediate goods: a CGE analysis*. Örebro University, Swedish Business School at Örebro University.

Branger, F. og P. Quirion (2014): Would border carbon adjustments prevent carbon leakage and heavy industry competitiveness losses? Insights from a meta-analysis of recent economic studies. *Ecological Economics*, 99, s. 29-39.

Burniaux, J.-M. og J.O. Martins (2012): Carbon leakages: a general equilibrium view. *Economic Theory*, 49 (2), s. 473-495.

Böhringer, C., J.C. Carbone og T. Rutherford (2012): Unilateral climate policy design: Efficiency and equity implications of alternative

instruments to reduce carbon leakage. *Energy Economics*, 34, s. 208-217.

Böhringer, C., J.C. Carbone og T. Rutherford (2018): Embodied Carbon Tariffs. *Scandinavian Journal of Economics*, 120 (1), s. 183-210.

Böhringer, C., E.J. Balistreri og T.F. Rutherford (2012a): The role of border carbon adjustment in unilateral climate policy: Overview of an energy modeling forum study (EMF 29). *Energy Economics*, 34, s. S97-S110.

Böhringer, C., J.C. Carbone og T. Rutherford (2012b): Unilateral climate policy design: Efficiency and equity implications of alternative instruments to reduce carbon leakage. *Energy Economics*, 34, s. 208-217.

Böhringer, C., C. Fischer og K.E. Rosendahl (2010): The Global Effects of Subglobal Climate Policies. *The B.E. Journal of Economic Analysis and Policy*, 10 (2), Article 13.

Böhringer, C., K.E. Rosendahl og H.B. Storrøsten (2017): Robust policies to mitigate carbon leakage. *Journal of Public Economics*, 149, s. 35-46.

Böhringer, C. og T. Rutherford (1997): Carbon Taxes with Exemptions in an Open Economy: A General Equilibrium Analysis of the German Tax Initiative. *Journal of Environmental Economics and Management*, 32, s. 189-203.

Carbone, J.C. og N. Rivers (2017): The impacts of unilateral climate policy on competitiveness: Evidence from computable general equilibrium models. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11 (1), s. 24-42.

Copenhagen Economics (2011): *Carbon leakage from Danish energy taxation*.

De Økonomiske Råds formandskab (2016): *Økonomi og Miljø, 2016*.

De Økonomiske Råds formandskab (2017): *Økonomi og Miljø, 2017*.

De Økonomiske Råds formandskab (2018): *Økonomi og Miljø, 2018*.

Dechezleprêtre, A. og M. Sato (2017): The Impacts of Environmental Regulation on Competitiveness. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11, s. 183-206.

Demailly, D. og P. Quirion (2008): European Emissions Trading Scheme and competitiveness: A case study on iron and steel industry. *Energy Economics*, 30, s. 2009-2027.

Elliott, J., I. Foster, S. Kortum, T. Munson, F.P. Cervantes og D. Weisbach (2010): Trade and Carbon Taxes. *The American Economic Review - Papers and Proceedings*, 100 (2), s. 465-469.

Energistyrelsen (2018): *Basisfremskrivning 2018 – Energi- og klimafremskrivning til 2030 under fravær af nye tiltag*.

EU (2014): 2030 Climate and Energy Policy Framework. *European Council Conclusions*.

EU (2018): Regulation (EU) 2018/842 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 contributing to climate action to meet commitments under the Paris Agreement and amending Regulation (EU) No 525/2013. *Official Journal of the European Union*, L 156/26.

Fell, H. og P. Maniloff (2018): Leakage in regional environmental policy: The case of the regional greenhouse gas initiative. *Journal of Environmental Economics and Management*, 87, s. 1-23.

Fischer, C. og A.K. Fox (2012): Comparing policies to combat emissions leakage: Border carbon adjustments versus rebates. *Journal of Environmental Economics and Management*, 64, s. 199-216.

Fowlie, M.L., M. Reguant og S.P. Ryan (2016): *Measuring Leakage Risk*. California Air Resources Board.

Gerlagh, R. og O. Kuik (2014): Spill or leak? Carbon leakage with international technology spillovers: A CGE analysis. *Energy Economics*, 45, s. 381-388.

Gielen, D. og Y. Moriguchi (2002): CO₂ in the iron and steel industry: an analysis of Japanese emission reduction potentials. *Energy Policy*, 30, s. 849-863.

Hoel, M. (1996): Should a carbon tax be differentiated across sectors? *Journal of Public Economics*, 59, s. 17-32.

Jensen, S., K. Mohlin, K. Pittel og T. Sterner (2015): An Introduction to the Green Paradox: The Unintended Consequences of Climate Policies. *Review of Environmental Economics and Policy*, 9 (2), s. 246-265.

Klimarådet (2016): *Effektive veje til drivhusgasreduktion i landbruget*.

Kuik, O. og M. Hofkes (2010): Border adjustment for European emissions trading: Competitiveness and carbon leakage. *Energy Policy*, 38, s. 1741-1748.

Michalek, G. og R. Schwarze (2015): Carbon leakage: pollution, trade or politics? *Environment, Development and Sustainability*, 17, s. 1471-1492.

OECD (2009): *The economics of climate change mitigation: policies and options for global action beyond 2012*. OECD.

Paltsev, S.V. (2001): The Kyoto Protocol: Regional and Sectoral Contributions to the Carbon Leakage. *The Energy Journal*, 22 (4), s. 53-79.

Peters, G.P. og E.G. Hertwich (2008): CO2 embodied in international trade with implications for global climate policy. *Environmental Science & Technology*, 42 (5), s. 1401-1407.

Peters, G.P., J.C. Minx, C.L. Weber og O. Edenhofer (2011): Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (21), s. 8903-8908.

Ponssard, J.P. og N. Walker (2008): EU emissions trading and the cement sector: a spatial competition analysis. *Climate Policy*, 8, s. 467-493.

Sekretariatet for afgifts- og tilskudsanalysen på energiområdet (2018): *Afgifts- og tilskudsanalysen på energiområdet. Delanalyse 4. Afgifts- og tilskudssystemets virkninger på indpasning af grøn energi*.

Skatteministeriet (2017): Bilag – status over grænsehandel 2017.

Stephensen, P., G. Høegh og P. Bache (2015): REFORM. DREAMs multisektor-CGE-model. Arbejdspapir 2015:2. DREAM.

Sørensen, P.B. (2018): Energy taxes and cost-effective unilateral climate policy: addressing carbon leakage *Arbejdspapir (version juli, 2018)*.

Tol, R.S.J. (2013): Targets for global climate policy: An overview. *Journal of Economic Dynamics & Control* (37), s. 911-928.

Truong, T. P., Kempfert, C., og Burniaunx, J-M. (2007): GTAP-E: An Energy-Environmental Version of the GTAP Model with Emissions Trading. DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) Discussion Paper 668, February.

UN Environment (2018): Pledge Pipeline. Dataark downloadet fra <https://www.unenvironment.org/explore-topics/climate-change/what-we-do/mitigation/pledge-pipeline> d. 27/9 2018.

Wiebe, K.S. og N. Yamano (2016): *Estimating CO2 Emissions Embodied in Final Demand and Trade Using the OECD ICIO 2015: Methodology and Results*. OECD Publishing, Paris.

