



Forbrugsbaserede klimaaftryk på lokalt niveau

**Anbefalinger til en kommende beregningsmodel til
beregning af borgernes forbrugsbaserede
klimaaftryk på kommunalt/regionalt niveau**

CONCITO/C40 Cities

Dato: 10. april, 2024

Indhold

1.	Formål og fremgangsmåde	4
1.1	Formålet med dette notat.....	4
1.2	Fremgangsmåde	4
1.3	Kapitelgennemgang	5
1.4	Sammenfatning	6
2.	Hvordan opgøres forbrugsbaserede klimaaftryk.....	6
3.	Nationale opgørelser af forbrugsudledninger	9
3.1	Fordele og ulemper ved EXIOBASE.....	10
3.2	Kort om beregningsmodellen bag Global Afrapportering	12
3.3	Fordele og ulemper ved modellen bag Global Afrapportering og anbefaling	12
4.	Andre landes beregningsmodeller og muligheder og anbefalinger i en dansk kontekst	13
4.1	Top-down – Brugen af EE-MRIO-baserede beregninger	14
4.1.1	Fordele/ulemper og anbefaling	15
4.2	Bottom-up.....	15
4.2.1	Energi	16
4.2.2	Mulighederne for en detaljeret model for energiforbrug i en dansk kontekst.....	17
4.2.3	Anbefaling - Energiforbrug	18
4.2.4	Transport	18
4.2.5	Mulighederne for en detaljeret model for transportforbrug i en dansk kontekst.....	19
4.2.6	Anbefaling - Transportforbrug	20
4.2.7	Øvrigt forbrug.....	22
4.2.8	Forbrugsundersøgelser og brug af segmenteringsmodeller eller økonometriske modeller	24
4.2.9	Mulighederne for en forbrugersegmenteringsmodel for øvrigt forbrug i en dansk kontekst	25
4.2.10	Anbefaling – Øvrigt forbrug.....	26
4.3	Fordeling af klimaaftrykket af offentligt forbrug og investeringer.....	28
4.3.1	Anbefaling – Offentligt forbrug og Investeringer	29

5.	Samlet anbefaling til en dansk standard og beregningsmodel til beregning af borgernes klimaaftryk på lokalt niveau.....	30
6.	Teknisk skitse.....	32
7.	Områder til yderligere afklaring	35
	Kilder & interview	37

1. Formål og fremgangsmåde

1.1 Formålet med dette notat

Ifølge IPCC kræver det, for at skabe de nødvendige og varige reduktioner i globale udledninger, at der iværksettes hurtige og vidtrækkende transformationer af alle sektorer og systemer¹. Byer og kommuner skal ifølge IPCC arbejde med at reducere ikke blot territoriale udledninger, men også de udledninger som forbruget i byen eller kommunen fører til uden for de geografiske og administrative grænser².

I Danmark er klimaaftrykket fra danskernes forbrug årligt blevet opgjørt officielt siden implementeringen af Klimaloven i 2021. Den seneste nationale opgørelse fra [Energistyrelsen](#) estimerer, at danskernes forbrug medfører et klimaaftryk på 63 mio. ton CO₂e, svarende til 11 ton CO₂e per indbygger³. Heraf er 55 procent udledt uden for Danmarks grænser. Med en anden opgørelsesmetode, har [CONCITO](#) på baggrund af opgørelse fra 2.-0 LCA consultants i 2023 vurderet den gennemsnitlige danskers globale klimaaftryk til at være 13 tons per år⁴. De forskellige opgørelser viser, at Danmark således er meget langt fra de ca. 3 tons CO₂e pr. verdensborger, som vi bør reducere til i 2030 for at opfylde Parisaftalens 1,5 grads-målsætning.

I [DK2020-projektet](#) har næsten alle danske kommuner udarbejdet klimahandlingsplaner, der har fokus på at reducere kommunens territoriale udledninger på linje med anbefalingerne i [GPC protokollen for byer](#). Flere kommuner har imidlertid i deres klimaplaner planlagt klimatiltag og sat ambitioner om at reducere udledningerne fra dets borgere og eget forbrug. Det er dog ganske få kommuner, der i dag har sat reduktionsmål for de forbrugsbaserede udledninger, da det er et nyt og komplekst felt inden for det kommunale klimaarbejde, hvor der samtidigt ikke findes standardiserede metoder for, hvordan forbrugsudledninger kan opgøres.

DK2020-projektet fortsættes som [Klimaalliancen](#), der skal understøtte kommunerne i at gå fra plan til handling. I Klimaalliancen er det besluttet, at de forbrugsbaserede udledninger skal være et prioriteret innovationsområde med henblik på eksempelvis at udvikle standardiserede metoder, værktøjer, virkemiddelkataloger og andre relevante ressourcer, som skal kunne understøtte kommunernes arbejde med at reducere forbrugets klimaaftryk.

Aktuelt afsøges mulighederne for at udvikle et værktøj, som kommuner og regioner vil kunne bruge til at opgøre udledninger fra forbruget, der foregår i deres respektive geografi. Som første led deri, ønskes der med afsæt i en kortlægning af opgørelsesmetoder og datakilder, rejst en række anbefalinger til en (standard) beregningsmetode for forbrugsudledninger på lokalt niveau, herunder i form af en teknisk skitsering af beregningsmodellen.

Dette notat opsummerer NIRAS' anbefaling til, hvordan en beregningsmodel til opgørelse af det forbrugsbaserede klimaaftryk i danske kommuner og regioner kan designes.

1.2 Fremgangsmåde

Udviklingen af anbefalinger til en beregningsmodel for forbrugsbaserede klimaaftryk på lokalt niveau i en dansk kontekst, tager udgangspunkt både i NIRAS' eksisterende viden om opgørelse af forbrugsudledninger i Danmark samt indsamling af ny viden om lignende beregningsmodeller i andre lande.

¹ [IPCC's AR6 Synthesis Report, s. 102](#)

² [IPCC's AR6 Synthesis Report, s. 105](#)

³ [Global Afrapportering 23 \(GA23\)](#)

⁴ [CONCITO, Danmarks Globale Forbrugsudledninger \(2023\)](#)

NIRAS' eksisterende viden bygger bl.a. på vores tidligere arbejde for Økonomistyrelsen, Erhvervsstyrelsen og Energistyrelsen med opbygning af beregningsmodeller for omregning fra produktionsbaserede til forbrugsbaserede emissionsopgørelser. Derudover på vores mangeårige erfaring med udarbejdelse af LCA-analyser, EPD'er (Environmental Product Declarations), og scope 1, 2 og 3 klimaregnskaber generelt, og vores viden herfra om hvilke typer af produkter og processer, der ofte er forbundet med de største klimaaftryk.

Som led i udarbejdelsen af dette notat, er der blevet kortlagt eksisterende opgørelsesværktøjer og underliggende beregningsmetoder i andre lande. Af disse er det vurderet relevant mere dybdegående at belyse og inddrage erfaringer fra værktøjer udviklet i Sverige, Storbritannien, Norge og USA. Fremgangsmåden herfor har været gennemgang af tilgængelige metodebeskrivelser, samt efterfølgende interviews med udviklerne bag disse værktøjer.

Den samlede anbefaling til en dansk beregningsmodel rejses således baseret på en kobling mellem vurdering af fordele og ulemper ved beregningsmodeller i eksisterende udenlandske opgørelsesværktøjer og vurderinger af relevante tilgange og datagrundlag i en dansk kontekst.

1.3 Kapitelgennemgang

Notatet er struktureret ud fra en overordnet anbefaling om, at en dansk beregningsmodel bør opbygges med udgangspunkt i en national/overordnet opgørelse af danskernes samlede forbrugsbaserede klimaaftryk, som derefter skaleres til lokalt geografisk niveau. Igennem notatet gennemgås forskellige metodiske tilgange og datagrundlag, baseret på både relevante danske forhold og udenlandske erfaringer, og i tilknytning hertil vurderes fordele, ulemper og anbefalinger.

I **kapitel 2** forklares kort, hvad der menes med "forbrugsbaseret" klimaaftryk, og forskellige tilgange til at beregne disse præsenteres. Derudover introduceres en række relevante termer mv., der bruges og refereres til igennem resten af dokumentet.

Derefter beskrives i **kapitel 3**, hvordan det samlede danske forbrugsbaserede klimaaftryk historisk har været opgjort, og hvilket datagrundlag forskellige opgørelser har været baseret på. Det er disse tal for Danmark som helhed, som nu ønskes fordelt ud på lokalt niveau på en sådan måde, at de ideelt afspejler reelle geografiske forskelle i forbrug, og ikke blot afspejler gennemsnittet for hele landet. På baggrund af gennemgangen præsenteres det, hvilken opgørelsesmetode for det samlede danske forbrugsbaserede klimaaftryk, som NIRAS anbefaler at anvende i denne beregningsmodel.

I **kapitel 4** beskrives de væsentligste aspekter af, hvordan der i Sverige, Norge, Storbritannien og USA er udviklet lignende beregningsmodeller og opgørelsesværktøjer, som det der søges udviklet i en dansk kontekst i dette projekt.

Vi har i dette notat valgt overordnet at inddele danske husstandes private forbrug i forbrugstyperne; energi, transport og øvrigt forbrug. Dette skyldes, at der er forskellige udfordringer og muligheder i forbindelse med opgørelse og datatilgængelighed for hver af disse typer af privat forbrug. For de udenlandske modeller gennemgås overordnet, for hver af de tre forbrugstyper, hvilken metodemæssig tilgang udviklerne har anvendt, og hvilke typer data, der har kunnet give dem indsigt i lokale/regionale forskelle i borgernes private forbrug. Herefter kobles disse variationer til en drøftelse af fordele og ulemper ift. at anvende disse metoder i en dansk kontekst, og NIRAS anbefaling præsenteres.

Endelig gennemgås hvordan klimaaftrykket fra offentligt forbrug og investeringer kan indarbejdes i modellen.

I **kapitel 5** samles anbefalingerne fra kapitel 3 og 4, til en samlet anbefaling til en dansk standard for en opgørelsesmetode for forbrugsbaserede klimaaftryk på lokalt niveau.

I **kapitel 6** præsenteres anbefalingerne i form af en teknisk skitse, der illustrerer in- og output fra modellen, og beregningerne undervejs beskrives i hovedtræk.

Endelig er der i **kapitel 7** samlet en liste af interessante problemstillinger, som det ikke har været muligt at belyse inden for rammerne af indeværende projekt, men som kunne være relevante at arbejde videre med efterfølgende.

1.4 Sammenfatning

NIRAS' samlede anbefaling, er en beregningsmodel der er sammensat og konstrueret lidt forskelligt, afhængigt af hvilken type af endeligt forbrug der er tale om, og som for hver forbrugstype kalibreres op mod Energistyrelsens årlige beregning af Danmarks samlede forbrugsbaserede klimaaftryk. En kalibrering vil sikre at beregningsmodellen samlet set hverken over- eller underestimerer det samlede klimaaftryk.

For privat forbrug anbefaler vi 3 forskellige delmodeller. En delmodel for beregning af klimaaftrykket fra privates energiforbrug, som trækker data på adresseniveau direkte fra Energistyrelsens eksisterende Energi- og CO₂-Regnkab. Derudover en delmodel for privat transportforbrug, som trækker data på kommune-niveau fra DTU's Transportvaneundersøgelse, såfremt der kan opnås enighed om de kommercielle vilkår for dette. Alternativt kan det undersøges om mobilitetsdata fra teleselskaber, kan give en tilstrækkelig pålidelig modellering af privates transportforbrug. Flytrafik beregnes dog efter samme metode som beskrevet nedenfor.

Endelig anbefaler vi, at der for det resterende privatforbrug, dvs. alt hvad en privat husstand årligt køber af varer og tjenesteydelser som ikke er relateret til energi eller transport (med flyrejser som en undtagelse), udvikles en beregningsmodel baseret på en kombination af offentligt tilgængelig data om privates forbrug fra Danmarks Statistik (Forbrugsundersøgelsen), og en forbrugersegmenteringsmodel udbudt af en kommerciel aktør. En sådan forbrugersegmenteringsmodel indeholder allerede en lang række demografiske og socioøkonomiske data om hver enkelt husstand i Danmark, og når dette kombineres med forbrugsdata fra Danmarks Statistiks Forbrugsundersøgelse, kan modellens forbrugersegmenters forbrugsprofil og klimaaftryk beregnes. Derved kan privatforbruget for borgerne i et givet geografisk område estimeres, baseret på hvor mange borgere fra hvert forbrugersegment, det bor i det givne geografiske område. Samtidig kan de øvrige data om segmenternes typiske præferencer, livsstil, politiske holdninger, familieforhold, osv. hjælpe til at give en forståelse af hvordan man kan komme i dialog med de forskellige segmenter omkring deres forbrug.

For de to resterende former for "endeligt forbrug"; offentligt forbrug og investeringer, anbefaler vi at disse som udgangspunkt fordeles ligeligt på alle borgere. På sigt kan klimaaftrykket indeholdt i investeringer eventuelt i stedet indregnes i klimaaftrykket fra varer og tjenesteydelser til privat og offentligt forbrug, hvorved den private del kan viderefordes til forbrug mere retvisende end med blot en gennemsnitsfordeling.

2. Hvordan opgøres forbrugsbaserede klimaaftryk

Når vi taler om klimaaftrykket fra forbrug, menes der de klimagasser der udledes rundt om i verden, for at producere, transportere, benytte og i sidste ende bortskaffe affaldet, fra alt det vi som forbrugere køber og er "sidste anvendere af". Det er alt fra vores brug af benzin/diesel, over el og gas, til indkøb af mad, drikke, biler, tøj, telefonabonnementer, biografbilletter, flyrejser, vitaminpiller, streamingtjenester osv.

For at beregne klimaaftryk i et forbrugsbaseret perspektiv, omregner man derfor fra hvor udledningerne sker til hvorfor udledningerne sker. "Hvor" er ved udvindingen af råstofferne, ved selve produktionen, ved produktionen af den energi der anvendes til forarbejdning og under transport, etc. "Hvorfor" udledningerne sker, er på grund af de slutprodukter der i sidste ende kommer ud af det.

Der findes forskellige metoder til at estimere udledninger fra disse varer, tjenesteydelser og former for energiforbrug på. De er hver især udviklet til forskellige analyse-mæssige behov, og der er derfor stor forskel på bl.a. systemafgrænsningerne, dvs. hvor meget der inddrages i opgørelserne af hvad produktion, transport, brug og bortskaffelse af en vare eller tjenesteydelse medfører af klimapåvirkninger i Danmark og i udlandet.

En af de mere væsentlige metodeforskelle i klimaberegninger, er hvorvidt en model anlægger et attributivt eller konsekvens perspektiv. Den attributive tilgang kaldes også ofte allokering- eller gennemsnitsbetragtningen, mens konsekvenstilgangen ofte refereres til som marginalbetragtningen.

Marginalbetragtningen anvendes f.eks. når man analyserer klimaaftrykket fra produktion af "én mere" af en vare, eller sammenligner to alternative varer eller produktionsformer. Her baseres analysen typisk på den seneste nye produktionsproces og med den energiproduktion der p.t. bliver bygget mere af, eller en eksisterende og en ny produktionsmetode og deres respektive energi- og ressourceforbrug sammenlignes.

Gennemsnitsbetragtningen anvendes når man ser på hvordan varer og tjenesteydelser samlet set fremstilles, med alle de forskellige variationer af forsyningskæder og produktionsapparater, nye som gamle, som finder anvendelse inden for analysens afgrænsning. F.eks. kan en hel branches emissioner fordeles ud på branchens samlede produktion, og anvendes til bagudrettet at se på hvad de gennemsnitlige udledninger historisk har været. Gennemsnitsbetragtningen anvendes derfor normalt til regnskabsopgørelser.

Et andet væsentligt aspekt af metodeforskelle, er om klimaopgørelser laves "bottom-up", med udgangspunkt i ét eller flere enkeltprodukter, eller om opgørelsen laves "top-down" for større dele af økonomien.

Hvis analysen er på enkeltprodukt-niveau, kan man f.eks. med LCA analyser følge ét produkt på dets vej gennem forsyningskæden, brugsfasen og bortskaffelsen, og vurdere hvad klimaaftryk hver enkelt proces undervejs forårsager. Men hvis man analyserer klimaaftrykket fra et forbrug af mange forskellige produkter, kan det blive for omfattende at bygge sit samlede klimaregnskab op fra bunden, produkt for produkt, da man i så fald skal fremskaffe produkt-LCA'er for hvert enkelt produkt.

Med en top-down tilgang, kan man i stedet se på de samlede klimaaftryk i forhold til den samlede produktionsværdi fra en afgrænset del af økonomien, eller for hele økonomien men opdelt i relevante industrier/brancher. Det kan f.eks. være alle emissioner forårsaget af metalindustrien, fordelt på alle de varer metalindustrien producerer og leverer videre. Klimaaftrykket beregnes derved som en mængde emissioner per værdienhed producerede varer, og selv om emissionerne reelt allerede har fundet sted, taler man om at emissionerne er "indlejret" i de producerede varer, og ansvaret for emissionerne overgår til køberne af varerne.

Regnskabsmæssigt skelnes der således ikke mellem de mange forskelligartede specifikke produkter metalindustrien producerer, og i stedet håndteres "alt lavet af metalindustrien" som ét. Resultatet af en sådan branchemæssig top-down opgørelse bliver derfor også tilsvarende mere gennemsnitsbaseret og unøjagtig, end hvis

man lavede opgørelsen bottom-up ved at finde LCA'er frem for stoleben, spånskruer, dækfølge, etc. Hvad der er den rigtige metode at anvende, afhænger derfor af hvad det er resultatet af analysen skal anvendes til.⁵

Når man beregner klimaaftrykket indlejret i en vare, leveret af en given branche, ud fra et forbrugsbaseret perspektiv, skal både branchens egne direkte emissioner medregnes, og de emissioner der sker bagud i forsyningskæden skal medregnes. Udgangspunktet for at vurdere mængden af disse indlejrede emissioner bagud i forsyningskæden, er omfanget af den pågældende branches økonomiske samhandel med andre brancher, og deres respektive emissioner. Det samlede økonomiske transaktions-flow mellem alle brancher i økonomien, beskrives i nationaløkonomiske "Input-Output" tabeller, der beskriver branchers handel med hinanden (Supply-Use), og hvordan brancher til sidst leverer varer og tjenesteydelser til "endeligt forbrug". Dette kombineres med miljødatasæt kaldet "Environmental Extensions"⁶, med f.eks. opgørelser over hver enkelt branches direkte emissioner, som derefter allokeres videre til de aftagende brancher proportionalt med disse branchers indbyrdes økonomiske samhandel.

En del af danske branchers handel sker med brancher i udlandet, og derfor er der behov for også at vurdere hvor stort et klimaaftryk der allerede er indlejret i en importvare, når den ankommer til Danmark til videre forarbejdning. Derfor kobles Input-Output tabeller og miljødatasæt for de større økonomier i verden sammen i Environmentally Extended Multi-Regionale Input-Output tabeller (EE-MRIO)

Derved bliver hele verdens samlede klimaaftryk, via landenes og branchernes indbyrdes samhandel, fordelt ud på hele verdens samlede output i form af varer og tjenesteydelser.

Disse varer og tjenesteydelser bliver i sidste ende forbrugt, enten via husstandenes individuelle private forbrug, eller gennem vores fælles kollektive forbrug, dvs. kommuners, regioners og statens indkøb af varer og tjenesteydelser, for at kunne levere offentlig service. Ikke alt forbrug sker i samme land som produktionen, og derfor fratrækkes klimaaftrykket indlejret i eksportvarer, på samme måde som klimaaftrykket indlejret i importvarer indledningsvis blev lagt til. Og endelig sker ikke alt forbrug i samme år som varen produceres, og derfor korrigeres for lagerforskydninger og investeringer i byggeri, anlæg, produktionsudstyr, etc.

Samlet taler man derfor overordnet om 4 typer af "endeligt forbrug"; privat forbrug, offentligt forbrug, investeringer og eksport, og det er klimaaftrykket fra produktionen af varer og tjenesteydelser til endeligt forbrug (dog eksklusiv eksport-delen), som skal opgøres og fordeles ud på Danmarks borgere, på en måde der afspejler reelle lokale og regionale forskelle i forbrug.

Vi har i dette notat herudover valgt overordnet at inddele det "private endelige forbrug" i tre forbrugstyper; energi, transport og øvrigt forbrug. Dette skyldes, at der er forskellige udfordringer og muligheder i forbindelse med opgørelse og datatilgængelighed for hver af disse typer af privat forbrug.

⁵ For en supplerende gennemgang af metoder til opgørelse af forbrugsbaserede klimaaftryk, henvises til Stockholm Environment Institutes rapport [Estimating consumption-based greenhouse gas emissions at the city scale](#)

⁶ Opgørelser af branchers CO₂e emissioner er blot ét eksempel på miljødatasæt; "environmental extensions". Andre datasæt kan være om partikelforurening, vandforbrug, SO_x og NO_x udledninger, etc.

3. Nationale opgørelser af forbrugsudledninger

I Danmark har EE-MRIO-databasen EXIOBASE i en årrække været den bedste og mest anerkendte EE-MRIO-model til omregning, fra hvor i verden udledninger fra produktion sker, til hvor i verden forbruget sker, af den produktion der er skyld i udledningerne.⁷

Faktaboks: EXIOBASE

EXIOBASE er resultatet af et mangeårigt forsknings samarbejde, der af flere omgange har fået midler fra EU's rammeprogrammer for forskning og teknologisk udvikling. Projektet og databasen har skiftet navn flere gange undervejs (EXIOPOL, CREEA, DESIRE og senest EXIOBASE), men konsortiet bag har hele vejen igennem bestået af NTNU (Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet), TNO (Netherlands Organization for Applied Scientific Research), SERI (Sustainable Europe Research Institute), Universiteit Leiden, WU (Institute for Ecological Economics at Vienna University of Economics and Business), og 2.-0 LCA consultants. Sidstnævnte er gennem personsammenfald tæt knyttet til en forskningsenhed ved Aalborg Universitet.

Siden den sidste EU støttede videreudvikling, hvor IO-tabeller og emissionsdata for 2011 blev integreret, har det primært været de to nordiske aktører der har drevet den videre udvikling. Den ene, NTNU, laver en løbende fremskrivning og opdatering af det oprindelige datasæt via now-casting og supplerende nyere datasæt, men anvender udelukkede monetære tal, dvs. økonomiske opgørelser, for samhandlen mellem lande og internt i landene. Metodetilgangen er attributiv, dvs. gennemsnitsudledninger for den samlede produktion inden for hver enkelt land/branche, og den seneste version indeholder fremskrevne data frem til og med 2022.⁸

Den anden, 2.-0 LCA consultants, har udviklet "EXIOBASE 2011 hybrid". At modellen refereres til som "hybrid", skyldes at 2.-0 LCA consultants har lavet et omfattende arbejde med at supplere den oprindelige monetære version med bl.a. mængdedata⁹ for samhandlen mellem lande og brancher, for derved at kunne beregne en mere retvisende viderefordeling af emissioner mellem danske og udenlandske brancher, i forhold til de reelle fysiske flow der finder sted, og ikke kun baseret på det økonomiske flow. Derudover foretages også en anden fordeling ifbm. hovedprocesser og biprodukter, og emissionerne fra den marginale elproduktion anvendes i stedet for gennemsnitsproduktionen. Dette arbejde er senest gentaget for året 2016, men er indtil videre kun tilgængeligt i en beta-version. Beregningerne er baseret på konsekvenstilgangen, dvs. der estimeres hvad en marginal ændring af et lands/branches forbrug og produktion vil betyde, ved anvendelse af den senest tilkomne produktionsmetode, i stedet for det historiske gennemsnit.

Læs mere på <https://www.exiobase.eu/>

⁷ For en gennemgang og vurdering af alternative tilgange til forbrugsbaserede klimaaftryksberegninger, henvises til [Delrapport 1 - beregning af Danmarks samlede forbrugsbaserede klimaaftryk](#)

⁸ Det er dog ikke verdens landes faktiske Input/Output tabeller der indsamles og konsolideres, da dette arbejde er for omfattende til at kunne gøres uden offentlig støtte. I stedet fremskrives de oprindelige 2011 data, baseret på en lang række officielle data om BNP, vækstrater, udenrigshandel og andre makroøkonomiske indikatorer.

⁹ Derudover er også foretaget en indregning (endogenisering) af investeringer, som ellers normalt betragtes som en særskilt kategori af "endeligt forbrug" i Input/Output modeller, samt en vurdering af betydningen af "indirekte Land Use Change" (iLUC), som er effekten af, at ved at vælge at bruge et areal til ét formål, må man også tage højde for hvordan man så i stedet skal producere det der var på arealet før.

Blandt andet blev "EXIOBASE 2011 hybrid" (se faktaboks) anvendt til beregning af emissionskoefficienter for klimaaftrykket fra virksomheders indkøb af varer og tjenesteydelser, da NIRAS over en årrække udviklede Klimakompasset¹⁰ for Erhvervs- og Energistyrelserne, og blev også valgt, da NIRAS i 2020 beregnede den baseline for klimaaftrykket af det samlede offentlige indkøb, som danner grundlag for Strategien for Grønne Offentlige Indkøb¹¹. I sidstnævnte projekt blev alternative EE-MRIO modeller vurderet, hvilket igen faldt ud til EXIOBASE's fordel.¹² Men allerede dengang blev det drøftet, hvordan man evt. kunne erstatte de approximerede og forholdsvis gamle 2011 data i EXIOBASE for dansk økonomi, med de faktiske og nyeste tal for Danmark fra Nationalregnskabet og Brancheemissionsregnskabet fra Danmarks Statistik.

Ud over til Klimakompasset og Grønne Offentlige Indkøb, har NIRAS også anvendt emissionskoefficienter fra "EXIOBASE 2011 hybrid" til en lang række klimaregnskaber for vareindkøb (scope 3) for virksomheder, kommuner og regioner, og det er også udgangspunktet for 2.-0 LCA consultants eget arbejde med Den Store Klimadatabase¹³, med estimater for klimaaftrykket af 503 individuelle fødevarer.

3.1 Fordele og ulemper ved EXIOBASE

Alle EXIOBASE versioner; inklusiv NTNU's "EXIOBASE 2022 monetær" og 2.-0 LCA consultants kommende "EXIOBASE 2016 hybrid", har den udfordring, at der i konsolideringen af alle verdens landes Input/Output tabeller og samhandelsstatistikker "hugges en hæl og tilføjes en tå", for at få tallene til at gå op. Forskelle i datakvalitet, datafangstmetoder og opgørelsesmetoder, kan f.eks. betyde at Danmark når frem til andre tal for forskellige branchers import fra Tyskland, end hvad Tyskland når frem til for deres eksport til Danmark. I konsolideringen af alle verdens landes branchestatistik for samhandel med alle andre landes brancher, må der derfor foretages nogen justeringer – lægges lidt til eller trækkes lidt fra – så tallene balancerer. Som en lille og meget åben økonomi, med en stor grad af samhandel med udlandet i forhold til den indenlandske produktion, kommer Danmark derved lidt i klemme. Specielt giver den uforholdsmæssigt store danske shippingbranche udfordringer, og er den væsentligste årsag til, at EXIOBASE overvurderer den samlede danske klimapåvirkning fra forbrug ganske væsentligt. I forbindelse med ovenstående arbejde for Energistyrelsen, har NIRAS således afdækket, at "EXIOBASE 2011 monetær" overvurderede det danske forbrugsbaserede klimaaftryk med cirka 20 millioner ton CO₂e, svarende til ca. 25-35%, primært pga. problemer med at korrigere korrekt for den danske shippingbranches store eksport og emissionerne forbundet med denne.

Derudover har de EXIOBASE-baserede beregninger af det samlede danske forbrugsbaserede klimaaftryk indtil nu¹⁴ været baseret på den hybride version af EXIOBASE, der hidtil kun har eksisteret i en version med data frem til og med 2011. Man har i hybrid-versionen forsøgt at kompensere for dette ved at lægge nyere data for marginalproduktionen i det danske energisystem ind i modellen, og det er netop derfor NIRAS tidligere valgte at bruge hybrid-versionen frem for den monetære version, selv om man derved også fik de andre metodemæssige forskelle med i købet. Men grundlæggende reflekterer 2011 versionen ikke de seneste 12 års udvikling i brugen af vedvarende energi i vores energisystemer og de generelle produktions- og procesoptimeringer i alle brancher i Danmark og i de lande vi importerer fra. Nyere tal fra Energistyrelsen viser, at emissionerne per produceret vare og tjenesteydelse i gennemsnit er faldet med en fjerdedel siden 2011, men at der er store forskelle

¹⁰ [Klimakompasset](#)

¹¹ [Strategi for Grønne Offentlige Indkøb](#)

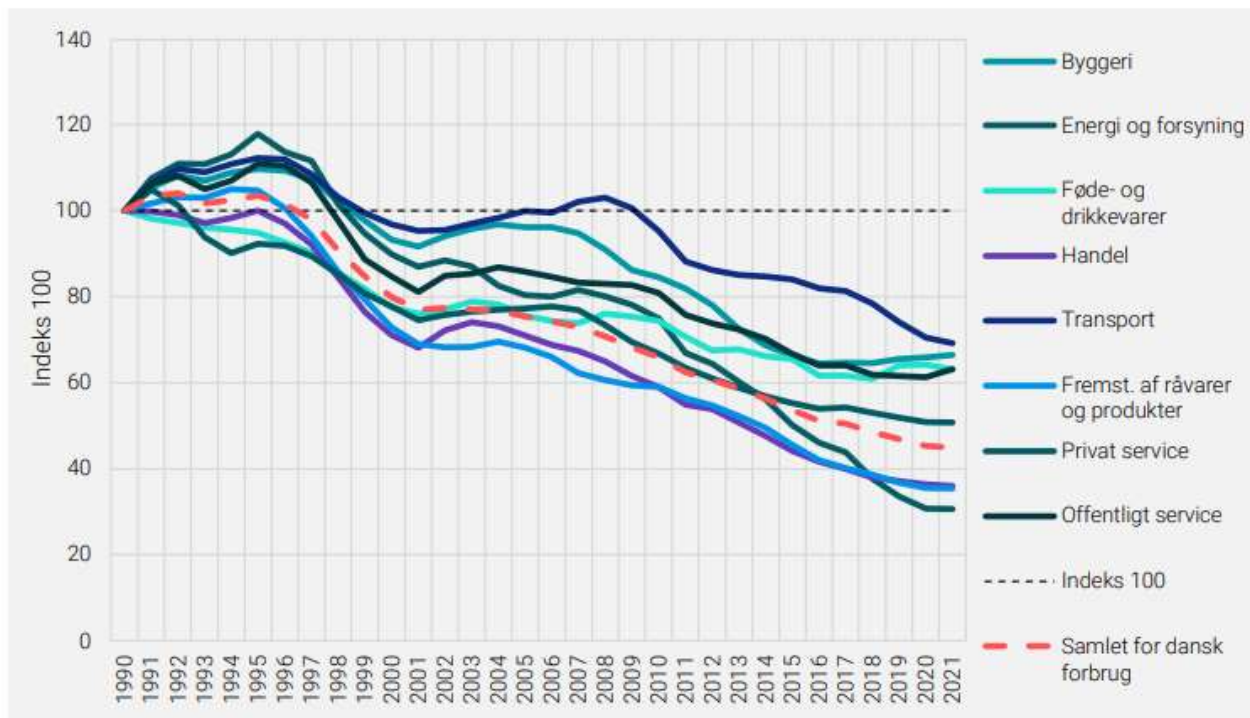
¹² Modellerne EORA, WIOD, GTAP, Figaro og OECD's data, blev vurderet baseret på detaljeringsgrad i brancheopdeling, seneste tilgængelige år og planer for videreførelse, samt tilgængeligheden af datasæt om relevante miljøparametre. Vurderingen blev præsenteret for en følgegruppe, men er derudover ikke offentliggjort.

¹³ [Den Store Klimadatabase](#)

¹⁴ Det er primært CONCITO der historisk har rapporteret dette, baseret på beregninger foretaget af 2.-0 LCA consultants

mellem brancherne. Dette ses på figuren nedenfor, kopieret fra baggrundsnotat 1 til Energistyrelsens Global Afrapportering 2023¹⁵.

Figur 21: Indekseret udvikling i drivhusgasintensiteten for de danske branchegrupper 1990-2021



Kilde: Energistyrelsen. **Anm.:** Indeksår = 1990. Drivhusgasintensiteten for branchegrupperne er beregnet på baggrund af værdien af branchegruppernes leverancer til endelig dansk forbrug angivet i løbende, kædede værdier, 2010-priser. Den samlede drivhusgasintensitet er beregnet som det samlede endelige indenlandske anvendelse, også kædede værdier, 2010-priser. Udviklingen er angivet som glidende gennemsnit, da drivhusgasintensiteten er meget volatil. Det glidende gennemsnit er beregnet som et gennemsnit fra et år før til et år efter det givne år. 1990 og 2021 er ikke angivet i glidende gennemsnit.

Der er således nogen grundlæggende udfordringer med fortsat at anvende EXIOBASE som grundlag for at opgøre det danske forbrugsbaserede klimaaftryk. Resultatmæssigt sker der en overestimering af de samlede danske udledninger, dels pga. unøjagtige data for Danmarks emissioner relateret til skibsfarten, dels på grund af, at data er 8 år gamle (13 år fsva. 2011 versionen). Hybridversionen, som delvist kompenserer for dette ved at inddrage nyere tal for elproduktionen, anvender metodemæssigt marginaltilgangen, hvilket vi ikke mener er optimalt når emissionsfaktorerne anvendes til regnskabsmæssige opgørelser. Endelig indregner hybridversionerne også effekterne af "indirect Land Use Change" (iLUC) og "Radiative Forcing Index" (RFI), som ikke er en del af den officielle beregningsmetode for klimaregnskaber og derfor ikke indgår i Danmarks indrapportering i henhold til Parisaftalen. Det væsentligste argument for at anvende EXIOBASE 2011/16 hybrid, har været

¹⁵ Se side 25 i [1. baggrundsnotat - klimaaftrykket af forbrug](#)

muligheden for at omregne fra mængdedata, men mængdedata for borgernes forbrug er ikke noget vi har adgang til i de datasæt vi har kendskab til.

På basis af data i den oprindelige "EXIOBASE 2011 hybrid" version, vurderede 2.-0 LCA consultants for CON-CITO, at det danske forbrugsbaserede klimaaftryk lå på først 19 og siden 17 ton CO₂e per indbygger. Med de nyere 2016 data er dette estimat reduceret til 13 ton per indbygger.¹⁶

3.2 Kort om beregningsmodellen bag Global Afrapportering

Energistyrelsen valgte, i forbindelse med implementeringen af Klimalovens krav om en opgørelse af Danmarks globale klimapåvirkning, at udarbejde en "koblet" model til beregning af Danmarks samlede forbrugsbaserede klimaaftryk. Det er den, der anvendes i den årlige Global Afrapportering. Energistyrelsen når i den seneste beregning med den koblede model frem til et klimaaftryk på 11 ton per indbygger (i 2021).¹⁷

I den koblede model bag Global Afrapportering, er det Danmarks Statistiks Nationalregnskab og Brancheemissionsregnskab, i stedet for EXIOBASE's estimerede data for dansk økonomi, der anvendes til beregning af, hvordan emissioner indlejres i producerede produkter på deres vej gennem forsyningskæden i Danmark. De danske forsyningskæder kobles til udlandet via EXIOBASE monetær, som udelukkende anvendes til beregning af hvilke emissioner der allerede er indlejret i de produkter der importeres til videreforarbejdning og forbrug, når de når til Danmark. Koblingen sker gennem, at data for Danmarks udenrigshandel ganges med brancheemissionskoefficienter for vores internationale samhandelspartners eksport, beregnet med den monetære version af EXIOBASE, fremskrevet til samme år.

3.3 Fordele og ulemper ved modellen bag Global Afrapportering og anbefaling

Med modellen bag Global Afrapportering er det muligt at beregne de samlede danske forbrugsbaserede udledninger, baseret på de officielle danske data, med kun 1½ års forsinkelse.

Ud over at det således er de nyeste officielle tal der tages udgangspunkt i, og at der er lovkrav om at disse opdateres af Energistyrelsen årligt, er der også den fordel, at der derved er både datamæssig, resultatmæssig og metodemæssig konsistens i forhold til Danmarks Statistiks branchestatistik, brancheemissionsberegninger (som de indrapporteres til IPCC under Paris aftalen) og til Danmarks officielle 70 procents reduktionsmålsætning.

Derudover bør det nævnes, at brancheklassifikationerne i de to modeller er forskellige. Danmarks Statistiks brancheklassifikation opererer med 117 danske brancher, som afspejler sammensætningen af dansk økonomi, med en forholdsvis stor servicesektor. EXIOBASE arbejder med 163 brancher, men er en "fælleseuropæisk" brancheopdeling, som primært er rettet mod fossil udvinding, energiproduktion og fremstillingsindustrien, og som kun i mindre udstrækning opdeler serviceindustrien i separate brancher.

Det betyder også, at der med den danske koblede model fra Global Afrapportering, generelt er flere og mere relevante brancheemissionskoefficienter at vælge imellem, når man skal lave matchningen mellem det forbrug borgerne har og hvilke brancher der har leveret dem. Dette gælder specielt for serviceydelse, hvor den danske brancheklassifikation har væsentligt flere servicebrancher at vælge imellem.¹⁸

¹⁶ [Danmarks globale forbrugsudledninger](#)

¹⁷ [Danmarks globale klimapåvirkning](#)

¹⁸ Derudover indeholder Nationalregnskabet også en matrice der ombryder privat forbrug fra "hvilken branche har leveret" varer eller tjenesteydelser i hvilket omfang, til "hvad er det for varer og tjenesteydelser private har forbrugt". Der pågår aktuelt en faglig dialog mellem bl.a. NIRAS og Energistyrelsen/Danmarks Statistik om hvilken måde at anskue forbruget på vil give de mest retvisende emissionsfaktorer.

En beregningsmodel der anvender totaltal og brancheemissionskoefficienter baseret på Global Afrapportering vil også give mulighed for at drage nytte af Energistyrelsens omfattende arbejde med fremskrivning af, hvordan emissionsfaktorer for varer og tjenesteydelser, leveret af både danske og udenlandske brancher, må forventes at udvikle sig frem mod 2035. Dette arbejde er baseret på DREAM¹⁹ gruppens fremskrivning af dansk økonomi (herunder forbrug, produktion, import og eksport) ved brug af den miljø- og klimaøkonomiske model "GrønRE-FORM", på Energistyrelsens eget årlige arbejde med Klimafremskrivningen²⁰ for Danmark, samt på et internationalt forskningssamarbejde om at simulere en række alternative "Shared Socioeconomic Pathways" (SSP) scenarier i EXIOBASE. For en detaljeret beskrivelse af Energistyrelsens arbejde og de 5 baseline SSP scenarier, som bl.a. også benyttes i IPCC's 6. vurderingsrapport, henvises til Energistyrelsens 2. baggrundsnotat til Global Afrapportering 2023²¹.

Vi anbefaler derfor at tage udgangspunkt i de totaler, og de brancheemissionskoefficienter, der er udledt fra Danmarks Statistiks og Energistyrelsens koblede "Global Afrapportering" beregningsmodel. Dette vil efter vores vurdering give det mest retvisende og opdaterede billede af danskernes reelle forbrugsbaserede klimaaftryk, både inden for Danmarks grænser og i udlandet. Der vil samtidig være en direkte kobling til de nyeste officielle danske brancheemissionstal fra Danmarks Statistik, samt til de officielle tal for Danmarks samlede forbrugsbaserede klimaaftryk, som Klimaloven foreskriver skal opdateres årligt. Endelig vil det også muliggøre at trække på Energistyrelsens arbejde med fremskrivning af danske og globale brancheemissionskoefficienter til 2035.

4. Andre landes beregningsmodeller og muligheder og anbefalinger i en dansk kontekst

Til at kvalificere udviklingen af en dansk model undersøges fire forskellige bud på beregningsmodeller til at beregne borgeres forbrugsbaserede klimaaftryk i en lokal geografisk kontekst. I dette kapitel fremhæves de væsentligste aspekter af metodevalg og datagrundlag for de fire modeller, og suppleres med vores vurdering af hvad der vil være den bedste løsning i en dansk kontekst.

De fire modeller, hvilke lande de omhandler, og hvilke organisationer der har udviklet dem, er:

- Konsumtionskompassen (Sverige), udviklet af Stockholm Environment Institute (SEI)
- Folkets Fotavtrykk (Norge), udviklet af Ducky
- Local Authority Consumption Accounts (Storbritannien), udviklet af University of Leeds
- Consumption-Based Emissions Inventory (USA), udviklet af EcoDataLab

Tre af de fire modeller bruger en kombination af top-down og bottom-up beregninger af klimaaftrykket fra forskellige kategorier af forbrug. Den sidste model, udviklet i Norge, anvender udelukkende bottom-up beregninger.

Herunder beskrives først, hvordan top-down beregningerne indgår i modellerne, samt anbefalingerne til en dansk beregningsmodel, og efterfølgende gennemgås tilgangene og datakilderne til bottom-up beregningerne for forbrug af hhv. energi, transport samt øvrigt forbrug. Her udfoldes også de forskellige mulige tilgange og

¹⁹ Danish Research institute for Economic Analysis and Modelling (DREAM)

²⁰ [Klimastatus og fremskrivning 2023](#)

²¹ [2. baggrundsnotat - fremskrivning af klimaaftrykket af forbrug](#)

tilgængelige datakilder, der er mulighed for ift. bottom-up beregninger i en dansk kontekst, og anbefalingerne herfor præsenteres.

Endelig gennemgås hvordan de fire modeller forholder sig til de øvrige aspekter af "endeligt forbrug"; offentlige indkøb samt investeringer, og hvordan dette kan medregnes i den samlede opgørelse.

4.1 Top-down – Brugen af EE-MRIO-baserede beregninger

Top-down beregningen af landenes samlede forbrugsbaserede klimaaftryk er i de tre modeller, udviklet i Storbritannien, USA og Sverige, baseret på Environmentally Extended Multi Regional Input/Output modeller (EE-MRIO). Men der er forskel på hvordan og hvorvidt landene anvender resultatet af deres top-down beregninger af de samlede forbrugsudledninger til at kalibrere niveauet for resultaterne af deres bottom-up beregninger.

Local Authority Consumption Accounts (Storbritannien)

I den britiske model, udviklet af University of Leeds, holder man sig helt stringent til, at summen af del-beregningerne for energi, transport, osv., skal summe op til den nationale total. Modellen er grundlæggende en fordelingsmodel, hvor top-down resultatet, beregnet med deres egen UKMRIO-tabel, fordeles ud på regioner og "kommuner" (Local Authorities) baseret på deres borgeres respektive andele af det samlede nationale forbrug, ekstrapoleret fra data fra deres årlige forbrugsundersøgelse. For at matche det fulde top-down beregnede "endelige forbrug", medtages også både offentligt forbrug og investeringer i beregningen. Dette fordeles ligeligt – pro rata - på alle borgere.

Consumption-Based Emissions Inventory (USA)

I den amerikanske model, holder udviklerne, EcoDataLab, sig også rimeligt tæt op ad resultaterne fra deres landespecifikke Input-Output model (USIO), og foretager derfor en vis kalibrering af deres bottom-up resultater. De medtager også en gennemsnitsandel af det offentlige forbrug, men i stedet for også at fordele investeringer med et fast gennemsnitstal, har de valgt at endogenisere investeringer (se afsnit 4.3), således at klimaaftrykket fra produktion af de varer og tjenesteydelser der indgår i investeringerne, indregnes i emissionerne fra brancherne, som derved får en højere emissionsfaktor for de varer og tjenesteydelser brancherne leverer til endeligt privat og offentligt forbrug i året. Modellen tillader sig dog at afvige en smule fra totalen fra deres USIO-model, bl.a. ved at modificere emissionerne fra luftfartsindustrien med en Radiative Forcing Index (RFI) faktor.

Konsumtionskompassen (Sverige)

SEI's Konsumtionskompassen anvender i en vis udstrækning totaler fra Sveriges Statistiska Centralbyråns (SCB) EE-MRIO-model til kalibrering af deres bottom-up del-totaler. Men de har valgt at holde klimaaftrykket fra offentligt forbrug og investeringer helt ude af modellen, og nøjes med i fodnoteform at forklare, at dette er forskellen mellem deres klimaaftryk per indbygger og det officielle svenske tal fra SCB's model.

Folkets Fotavtrykk (Norge)

Ducky anvender som de eneste ikke en EE-MRIO-beregnet total. Der findes et officielt tal for Norges samlede forbrugsbaserede udledning²², som den Duckys models bottom-up beregninger rammer rimeligt tæt på²³, men det er mere et tilfælde end "by design", da visse af sub-totalerne i Duckys model, på grund af væsentlige metodeforskelle, ligger ret langt fra den officielle Norske top-down models resultater for det tilsvarende forbrug.

²² Se [Carbon Footprint of the Economic Activity of Norway](#)

²³ Rapporten for Miljødirektoratet når frem til 70,2 millioner ton CO₂e (2020), mens Ducky's model når frem til 68,3 millioner ton CO₂e.

Dette gælder bl.a. for el, hvor holdet bag den norske model bevidst vælger at benytte den Europæiske gennemsnitsemmissionskoefficient, i stedet for de reelle emissioner fra den norske elproduktion.²⁴

4.1.1 Fordele/ulemper og anbefaling

I teorien, hvis fuldstændige og korrekte data for alle forbrug og emissioner var tilgængelige, ville bottom-up og top-down tilgange nå frem til samme resultat. Men i realiteten vil der pga. mangelfulde data, metodeforskelle, afgrænsning af analyser osv. være forskelle. Fordelen ved en kalibrering mod en top-down beregning er, at man derved sikrer, at man ikke med bottom-up beregningerne når frem til et klimaaftryk, der ligger væsentligt over eller under hvad den pågældende branche eller forbrugskategori faktisk udledninger vurderes at være i f.eks. indberetningerne til IPCC.

Ulempen er omvendt, at top-down modellerne bliver mere og mere unøjagtige efterhånden som forbrug deles ned på brancher (f.eks. Føde-, drikke- og tobaksvareindustri) og underbrancher (f.eks. Slagterier, Fiskeindustri, Mejerier, etc.), og bliver næsten helt uanvendelige når man forsøger at opdele på produktniveau. Her er bottom-up beregninger mere pålidelige, når de er baseret på relevante data om faktisk forbrug og relevante emissionsfaktorer for den specifikke vare. Man risikerer derfor at kalibrere noget der egentligt er rimeligt korrekt, op mod noget som er mindre korrekt. Dette kan dog i vid udstrækning modvirkes ved at det kun bør være på top-niveauet for den pågældende forbrugskategori, at man kalibrerer tallene. Dette er forklaret nærmere i kapitel 6 i forbindelse med gennemgangen af kalibreringstrinene i den tekniske skitse.

Bottom-up beregninger for så bred en vifte af produkter, vil dog i praksis ikke være muligt, da det ikke er muligt at skaffe detaljerede forbrugsdata og matchende emissionsfaktorer for de hundredetusindevis af forskellige varer og tjenesteydelser der forbruges i Danmark. Der vil derfor altid være behov for at samle forbrug i et overkommeligt antal, og dermed rimeligt bredt definerede, forbrugskategorier, og matche dem til emissionskoefficienter, der dækker tilsvarende bredt. Den unøjagtighed, man bygger ind i modellen gennem aggregering af forbrug i brede grupper, gør det relevant at kalibrere resultatet for en gruppe af produkter op mod f.eks. en total for den leverende branches samlede udledninger, beregnet med EE-MRIO modellerne.

Et sidste aspekt er ensartethed og konsistens i kommunikationen af klimaaftryksberegninger. Efter vores vurdering er det ikke fremmede for den enkeltes forståelse af proportionerne af klimaaftryk, hvis der i den offentlige kommunikation præsenteres indbyrdes modstridende tal for klimaaftrykket af den samme type af forbrug, alt efter om tallene er baseret på bottom-up eller top-down baserede beregninger.

Vores anbefaling er derfor, at det også i en kommende dansk model sikres, at subtotalerne for bottom-up beregningerne for hver af de tre typer af privat forbrug der behandles i det efterfølgende, matcher med top-down beregningen af klimaaftrykket fra de respektive brancher der leverer disse tre typer af varer og tjenesteydelser til privat forbrug (dette illustreres nærmere i den tekniske skitse i kapitel 6), og at summen af subtotalerne dermed matcher det samlede forbrugsbaserede klimaaftryk for Danmark som helhed.

4.2 Bottom-up

Alle de modeller der undersøges, bruger landenes officielle forbrugsundersøgelser som basis for at estimere en større eller mindre del af borgernes forbrugsprofil. De anvender også klassificeringen fra disse

²⁴ Se [Electricity Mix](#) for en nærmere forklaring af overvejelserne bag dette valg.

forbrugsundersøgelser til at inddele forbrug i en række underkategorier; SEI (SE), Ducky (NO) og University of Leeds (UK) bruger COICOP²⁵ inddeling, og EcoDataLab (US) bruger deres egen inddeling.

I de fleste tilfælde suppleres dette så med yderligere data, for bedre at afdække lokale forskelle. Dette gennemgås i det følgende for de 3 forbrugstyper; energi, transport og øvrigt forbrug. For hver forbrugstype gennemgås i forlængelse heraf muligheder og anbefalinger til opgørelse og datakilder i en dansk kontekst.

4.2.1 Energi

Nedenfor gengives i hovedtræk hvordan de fire modeller arbejder med forbrugsdata og emissionsfaktorer for energiområdet.

Energiområdet er det forbrugsområde, hvor der generelt findes de mest detaljerede og retvisende data om forbrug. Dette skyldes at energi altovervejende leveres via kollektive forsyningsnet; elnettet, naturgasnettet og fjernvarmenet. De primære undtagelser herfra er fyringsolie, flaskegas, træpiller og brænde.

Som udgangspunkt findes derfor forbrugsdata på adresseniveau, men der er forskel landene imellem på, i hvor stor udstrækning disse forbrugsdata bliver samlet i tilgængelige databaser. Sveriges og Norges modeller tager udgangspunkt i forbrugsdata, mens Storbritannien og USA tager udgangspunkt i forbrugsundersøgelser der specifikt er rettet mod energiforbrug.

Konsumtionskompassen (Sverige)

- Forbrugsdata findes på kommuneniveau for el, fjernvarme og "øvrige opvarmning" (hovedsageligt varmepumper)
- El og "øvrige opvarmning" nedskaleres fra kommuneniveau til postnummerniveau baseret på boligstørrelse
- Fjernvarme nedskaleres fra kommuneniveau til postnummerniveau baseret på Boverkets data om energideklarationer

Folkets Fotavtrykk (Norge)

- Energiforbrug per boligtype fra Statistisk Sentralbyrå (SSB) anvendes til at beregne energiforbrug per m² per boligtype. Dette bruges til at beregne et energiforbrug per bolig baseret på størrelse og type. Der korrigeres for antal beboere i boligen med en faktor baseret på energiforbrug per husholdningsstørrelse fra SSB
- Opdeler energiforbruget til varme i hhv. rumvarme og brugsvand. Brugsvand estimeres baseret på antal personer i husstanden, hvis den pågældende kommune har indgået en databehandleraftale
- Omregner energiforbrug til elforbrug baseret på data om varmepumpeeffektivitet og bygningens energimærke fra Enova
- Tillægger privates forbrug af pejsebrænde, men kun med 60 procent klimaaftryk
- Opdeler ikke-varme-relateret elforbrug i el til lys, og el til apparater. Estimeres som faste procentsatser af totalforbruget; hhv. 5 og 15 procent
- Anvender en beregning af den europæiske elproduktions gennemsnitlige emissionskoefficient (293 g CO₂e/kWh) i stedet for den norske emissionskoefficient som er under 1/10 af dette (Se tidligere fodnote om dette)
- Emissionskoefficienter for fjernvarme leveres af det norske ingeniør- og rådgivningsfirma Asplan Viak

²⁵ FN's nomenklatur for kategorisering af husstandes forbrug af varer og tjenesteydelser efter formål: Classification Of Individual Consumption according to Purpose ([COICOP](#))

Local Authority Consumption Accounts (Storbritannien)

- UKMRIO modellens beregnede klimaaftryk fra gas- og fjernvarmebrancherne fordeles ud på regioner og kommuner (local authorities) baseret på data fra "Regional and local authority consumption statistics" fra Department for Business, Energy and Industrial Strategy (BEIS), om hver local authority's respektive andel af det samlede energiforbrug. BEIS er også ansvarlig for opgørelsen af Storbritanniens territoriale/produktionsbaserede klimaaftryk

Consumption-Based Emissions Inventory (USA)

- Forbrugsundersøgelsens monetære forbrugsdata for elektricitet og naturgas erstattes med data fra "Residential Energy Consumption Survey" til at modellere husholdningens energiforbrug
- Elnettets emissionskoefficienter på postnummerniveau hentes fra US EPA, og både el- og naturgasemissionskoefficienter inkluderer opstrømmissioner

Som det kan ses af ovenstående, har udviklerne af modellerne for Sverige og Norge valgt at lave forholdsvist detaljerede beregningsmodeller for klimaaftrykket fra energiforbrug. Ingen af dem bruger dog faktiske forbrugsdata på adresseniveau, men estimerer forbruget baseret på boligstørrelse og enten de faktiske forbrugstal for kommunen, eller landsgennemsnittet for forskellige typer af boliger. Storbritannien og USA baserer derimod deres beregningsmodeller på eksisterende forbrugerundersøgelser specifikt for energiforbrug.

Der er således ingen af modellerne der alene bruger de økonomiske forbrugstal fra de generelle brede forbrugsundersøgelser. Vores vurdering er også, at en sådan tilgang ville medføre en for høj unøjagtighed i forbrugstallene, når der omregnes fra monetært forbrug. Dette skyldes den store volatilitet i energipriser i øjeblikket, samt store geografiske prisvariationer for fjernvarmeforsyning.

4.2.2 Mulighederne for en detaljeret model for energiforbrug i en dansk kontekst

Der findes i dansk kontekst en række datakilder, der kan sammenstykes til at give et ret detaljeret billede af den enkelte borgers forbrug. Som første skridt kan borgerne i kommunens samlede energiforbrug fastlægges, baseret på faktiske forbrugsdata for kommunen som helhed fra Energidataservice (el), Evida (gas) og for de forskellige fjernvarmenet fra energiproducenttællingen og VEKS/CTR/HOFOR. Derfra kan kommunens samlede faktiske forbrug skaleres ned til enkeltadresser baseret på data fra BBR-registeret. Endelig kan det undersøges om der efterhånden er udstedt nok energimærker til at disse kan bruges til individuelt at justere det estimerede varmeforbrug per boligtype/størrelse/alder.

Vurderingsstyrelsen foretager allerede vurderinger af enkeltadressers forbrug baseret på data fra BBR for at estimere energiforbrug i forbindelse med Energi- og CO₂-Regnskabet²⁶. Deres erfaringer viser, at det kræver omfattende korrektioner i bl.a. BBR-data for at opnå retvisende tal for opvarmede kvadratmeter og primær opvarmningsform. Derudover foretages bl.a. korrektion for husholdningers solcelle-egenproduktion, og elforbrug til opvarmning er trukket fra i det "normale" elforbrug og tillagt energiforbruget til varme/brugsvand. Ligeledes er el til opladning af køretøjer trukket ud og tillagt forbruget til transport. Disse korrektioner ville det være nødvendigt at foretage igen, hvis der ikke kan laves en aftale med Energistyrelsen om at trække på det omfattende korrektionsarbejde, der allerede er foretaget.

²⁶ Se [Energi- og CO₂-Regnskabet](#) for en nærmere beskrivelse, og find selve beregneren under [SparEnergi](#)

4.2.3 Anbefaling - Energiforbrug

Følgegruppen for indeværende projekt angiver at opgørelser af klimaaftrykket fra energiforbrug ikke har det store fokus, da klimaaftrykket fra energiforbrug, på grund af udbygningen af vedvarende energi i energisystemet, forventes at fylde meget lidt i de forbrugsbaserede klimaregnskaber inden for få år. Derfor frarådes det at bruge tid og ressourcer på selv at opbygge en detaljeret model for denne del af forbruget.

I stedet anbefaler vi, at man går videre med at undersøges, hvilke muligheder der foreligger for at drage nytte af det eksisterende arbejde med estimering af energiforbrug på adresseniveau, som Energistyrelsen og partnerkredsen bag Energi- og CO₂-Regnskabet har finansieret. Hvis data bag Energi- og CO₂-Regnskabet skal benyttes mest effektivt, vil det kræve en aftale om adgang til data på adresseniveau, så de beregnede forbrug kan kobles til de øvrige husstandsspecifikke datasæt som gennemgås i de følgende afsnit.

Rapporteringsmæssigt er det vores anbefaling, at energi til opvarmning opgøres fordelt på opvarmningsform, så gasfyr, fjernvarme og elvarmepumper optræder hver for sig. Hvor det stadig er relevant, bør forbrug af fyringsolie ligeledes opgøres for sig, for at facilitere initiativer til at få udfaset disse. Derudover mener vi det kan give god mening at opdele i rumvarme og brugsvandsvarme i beregningsmodellen, da rumvarme korrelerer med boligstørrelse/type/alder/varmekilde/energimærke og energi til opvarmning af brugsvand korrelerer med antal/alder på beboere. Dette skal undersøges nærmere med parterne bag Energi- og CO₂-Regnskabet.

4.2.4 Transport

Nedenfor gengives i hovedtræk hvordan de fire modeller arbejder med forbrugsdata og emissionsfaktorer for transportområdet.

Transportområdet er en forbrugskategori, hvor der både findes detaljerede data på adresseniveau om ejerskab, og forholdsvis gode data og modeller til estimering af den enkelte husholdnings transportforbrug. De fleste vælger også at benytte dette, men University of Leeds nøjes som de eneste med at basere deres beregninger på husholdningers beløbsmæssige forbrug på transport, i stedet for på data om fysiske enheder (km, liter). Flyrejser er et område, hvor alle udviklerne har svært ved at finde gode geografisk differentierede data på husholdnings/borger niveau.

Konsumtionskompassen (Sverige)

- Pakkerejser og offentlig transport stammer fra Mosaic profil data (se afsnit 4.2.8 for en nærmere forklaring), som muliggør opdeling på postnummerniveau
- Privatbilisme baseres på aktivitetsdata fra Transportstyrelsen, samt bilejerskab på kommuneniveau og transportarbejde på postnummerniveau fra Sveriges Statistiska Centralbyrå (SCB)
- Flyrejser baseres på nationale data fra Naturvårdsverket (det svenske EPA), som skaleres til postnummerniveau baseret på data fra "Klimatkalkylatoren", en online platform hvor 800.000 brugere har indtastet egne data for at beregne deres individuelle klimaaftryk

Folkets Fotavtrykk (Norge)

- Offentlig transport baseres på data fra Norges Statistisk Sentralbyrå (SSB) og en national rejsevaneundersøgelse. Dette suppleres med mobilitetsdata fra Telia til at opdele på transportform
- Privatbilisme baseres på bilflådedata fra Statens Vegvesen og transportarbejde på kommuneniveau fra SSB
- Emissioner fra produktion og vedligehold af bilflåden afskrives over 200.000 km baseret på en EU rapport
- Flyrejser baseres på en kombination af Telia mobilitetsdata og passagertal fra Avinor (den norske lufthavnsmyndighed)

- Emissionsfaktorer fra det britiske Department of Energy, Food, and Rural Affairs (DEFRA) anvendes. De inkluderer opstrømsemmissioner

Local Authority Consumption Accounts (Storbritannien)

- Anvender udelukkende ekstrapolering af data fra den generelle forbrugerundersøgelse "Living Costs and Food Survey" til at estimere forskellige demografiske gruppers monetære forbrug på privatbilisme, offentlig transport, anden transport og flyrejser
- Det samlede forbrugsbaserede klimaaftryk fra disse fire brancher fordeles derefter ud, baseret på det lokale områdes andele af det samlede forbrug, givet områdets demografiske sammensætning

Consumption-Based Emissions Inventory (USA)

- "Bilkøb" og "Øvrige bilrelaterede omkostninger" opgøres som separate forbrugskategorier, og baseres på den generelle forbrugsundersøgelse "Consumer Expenditure survey"
- Offentlig transport baseres ikke på forbrugsundersøgelser, men fordeles ligeligt på alle borgere som en del af det offentlige forbrug. Vi antager dette skyldes, at den gennemsnitlige amerikaners monetære forbrug af offentlig transport fylder relativt lidt i deres samlede budget
- Flytrafik fordeles alene baseret på indtægtsdata, og er påvist at korrelere ret kraftigt med indkomstniveau
- Forbrugsundersøgelsens monetære forbrugsdata for benzin/diesel erstattes af data om bilejerskab og transportarbejde på postnummerniveau fra "National Household Travel Survey", som ganges med biltyper-specifikke forbrugstal og emissionskoefficienter for brændstoffer, der inkluderer opstrømsemmissioner

Som det kan ses af ovenstående, har udviklerne af modellerne for Sverige, Norge og USA, alle valgt at lave forholdsvist detaljerede beregningsmodeller for klimaaftrykket fra transportforbrug, med udgangspunkt i data om forbrug i fysiske enheder.

University of Leeds baserer sig derimod alene på de økonomiske forbrugstal fra Storbritanniens generelle forbrugsundersøgelse. Vores vurdering er, at en sådan tilgang ville medføre en for høj unøjagtighed i forbrugstallene, når der omregnes fra monetært forbrug. Dette skyldes den store volatilitet i brændstofpriser i øjeblikket.

Ingen har dog gode tal for flytrafik. De data der findes om antallet af passagerer der passerer gennem lufthavnene, enten fra teleselskaber eller fra luftfartsmyndighederne, er svære at anvende. Dels fordi det er vanskeligt at opdele passagertal i indenlandske og udenlandske passagerer, og dels fordi passagertal ikke fortæller noget om længden af den rejse passageren foretager. Tilsvarende er data om beløbsmæssigt forbrug på flyrejser svære at anvende, da der er generelt ikke er god korrelation mellem pris og rejselængde (og dermed udledning).

4.2.5 Mulighederne for en detaljeret model for transportforbrug i en dansk kontekst

I Danmark er der, på linje med i de ovenstående lande, gode muligheder for detaljerede data for forbrug og bilejerskab på transportområdet. Bilbranchens bilstatistik.dk, Danmarks Statistik og Motorregisteret tilbyder alle detaildata om bilkøb/ejerskab, og sidstnævnte registrerer i forbindelse med bilsyn køretøjets kilometerstand efter 4 år og derefter efter hvert andet år. Derudover findes der rejsekort data, Danmarks Statistiks øvrige transportdata, og DTU's Transportvaneundersøgelse (udgives halvårligt på kommuneniveau). Det er desuden værd at undersøge, om man kan samarbejde med teleoperatører om mobilitetsdata, da dette potentiel vil kunne give mere detaljerede data, både tidsmæssigt og geografisk, og langt hurtigere.

I forhold til emissionsfaktorer, skal der for offentlig transport etableres en retvisende kobling mellem emissionsfaktorer og drivmidler, da emissionsfaktorer for offentlig transport vil være misvisende, hvis de ikke afspejler hvilke drivmidler der reelt anvendes. Elektrificeringen er i Danmark allerede nået så langt, at den norske tilgang med at anvende generelle emissionsfaktorer for offentlig transport fra DEFRA ikke kan anbefales uden verificering af, om beregningerne tager udgangspunkt i samme grad af elektrificering som i Danmark.

Flytrafikken er som tidligere nævnt svær at håndtere, da der heller ikke i Danmark findes gode geografisk differentierede forbrugsdata på husstands niveau. Det er i den forbindelse relevant at bemærke at EcoDataLab (US) ikke fandt andre demografiske og socioøkonomiske variable end indkomstniveau, der korrelerede med forbrugsdata for flytrafik fra forbrugsundersøgelsen. Det peger på, at indkomstniveau formentlig er den mest relevante variable at arbejde videre med i en fordeling af forbrugsdata for flytrafik.

4.2.6 Anbefaling - Transportforbrug

NIRAS anbefaler, at der arbejdes videre med en detaljeret model for opgørelse af transport, da datagrundlaget er ret godt, og da følgegruppen for dette projekt peger på transportområdet som centralt i deres videre arbejde.

Udfordringen med klimaaftrykket fra transportforbrug er, at der ikke kun er behov for data om transportforbrug, enten i fysiske enheder (km) eller i beløb, men at der også er behov for at koble dette til data om drivmiddel anvendt til de pågældende transportforbrug, da det ultimativt er dette der afgør emissionskoefficienten.

En stor del af disse data indgår allerede i DTUs transportmodel²⁷, som baseret på løbende interview overalt i landet, muliggør estimering af privat transportarbejde på kommuneniveau fordelt på transportform. Se eksempel for Aarhus Kommune nedenfor. NIRAS' anbefaling er derfor, at der etableres et samarbejde omkring at trække på data fra denne eksisterende model.

²⁷ [Transportvaneundersøgelsen](#)

Tabel 28: Samlet antal interne og eksterne ture

Ture med mindst 1 endepunkt i kommunen, 3 års gennemsnit 2020 til 2022, excl. erhvervstransport.

Tusinde ture pr dag	Interne ture (begge ender i kom.)		Eksterne ture (netop 1 endepkt i kom.)		Samlet antal ture (mindst 1 endepkt i kom.)	
	t.ture/dag	%	t.ture/dag	%	t.ture/dag	%
Gang alene	340	37%	2	1%	342	29%
Cykel alene	163	18%	3	1%	166	14%
Personbil, fører	257	28%	158	60%	416	35%
Personbil, passager	81	9%	44	17%	125	11%
Øvr. Motortkj, fører	23	3%	35	13%	59	5%
Øvr. Motortkj, passager	4	0%	2	1%	6	0%
SUM bil mv	365	40%	240	91%	606	51%
Tog alene	6	1%	5	2%	11	1%
Kollektiv bus alene	38	4%	2	1%	41	3%
Tog og bus i kombination	0	0%	2	1%	3	0%
Tog/bus i kombi med cykel	1	0%	4	2%	5	0%
Tog/bus i kombi med bil	0	0%	5	2%	5	0%
SUM kollektiv	45	5%	19	7%	65	5%
Øvrige, inkl. indenrigsfly	1	0%	0	0%	2	0%
Total	914	100%	265	100%	1 180	100%

Kilde: TU kommunerapport for Aarhus Kommune 2023; DTU Center for Transport Analytics.

I datamaterialet bag transportvaneundersøgelsen er det muligt at opdele i privattransport og erhvervstransport, og det er muligt at justere for både kommunens borgeres transport uden for kommunegrænsen, og for andre kommuners borgeres transport inden for kommunegrænsen. Derudover er der for biltrafikken data om drivmiddel, således at der for kommunen som helhed kan opstilles et estimeret emissionstal. Se eksempel for Aarhus Kommune nedenfor.

Tabel 34: Kommunens emissionstal, vejtrafik

CO₂ udledning for vejtrafik, hvor føreren er 10-84 år opgjort som ton pr dag.

ton CO ₂ pr dag	2016	2017	2018	2019	2020	Gennemsnit
Indbyggernes trafik	829	781	1 097	960	1 035	940
- trafik i andre kommuner	430	383	679	498	684	535
= Egentrafik	399	398	419	462	351	406
+ øvr. kommuners indb.	419	417	495	402	377	422
= Trafikken i kommunen	818	815	913	865	727	828

Kilde: TU kommunerapport for Aarhus Kommune 2023; DTU Center for Transport Analytics.

DTU's undersøgelse er desværre ikke velegnet som grundlag for estimering af forbrug af flyrejser, hverken indenrigs eller udenrigs. Derudover er det uklart om emissioner fra kollektiv trafik baseres på de enkelte kommuners faktiske forhold, eller om der blot anvendes generelle emissionskoefficienter. Dette er specielt relevant i forbindelse med bustransport, hvor kommuner i en årrække har stillet krav i udbud om en løbende elektrificering af kørslen, hvilket derfor helst bør afspejles i de kommunespecifikke estimater. Endelig laver DTU først emissionsberegningerne med et par års forsinkelse, hvilket så vidt vides skyldes, at de afventer

emissionsfaktorer fra DCE (Nationalt Center for Miljø og Energi), som først beregnes når DST fremlægger nationalregnskabet i sin endelige form. NIRAS er i øvrigt blevet opmærksomme på, at DCE efter sigende definatorisk sætter klimaaftrykket fra kørsel i elbil til nul. NIRAS er fagligt uenige i denne tilgang, og mener at klimapåvirkninger fra den strøm der forbruges bør medregnes.

Der kan være nogle opmærksomhedspunkter ift. dataadgang til adressespecifikke data fra Transportvaneundersøgelsen, da man potentielt derved kommer til at konkurrere med DTU om at levere data til kommunerne. Transportvaneundersøgelsen er finansieret af en partnergruppe, der bl.a. består af ca. halvdelen af de danske kommuner. Det bør derfor indledningsvist afklares, om DTU er villige til at afgive data som reelt er brugbare til en fornuftig pris og evt. er interesseret i at indgå som partner i modellen²⁸. Såfremt der kan opnås aftale om adgang til mikrodata (dvs. adresse på respondenter) bør det sikres, at en kommende samarbejdspartner til udvikling af selve modellen, har de fornødne GDPR kompetencer, f.eks. ved at den pågældende virksomhed i forvejen er clearet til "forskeradgang" hos DST.

Vi anbefaler ikke at en model for transportforbrug baseres på husholdningers monetære forbrug på transport. For offentlig transport er omregning fra monetært forbrug til personkilometer udfordrende pga. meget forskellige prisstrukturer, og generelt begrænset korrelation mellem pris og distance. Derudover er mange begyndt at få dækket pendlerrejseomkostninger af arbejdsgiver. For privat transport har brændstofpriserne og elpriserne været meget volatile de seneste år, og mange får stillet firmabil til rådighed, hvilket samlet gør datagrundlaget upræcist og omregningen fra beløb til klimaaftryk unøjagtig.

I forbindelse med klimaaftrykket af at anskaffe og eje et køretøj, skal man beslutte om dette skal medregnes gennem en emissionskoefficient per km. der afspejler upstream-udledninger ved bilkøb- og vedligehold, eller om det skal indgå med fuld effekt i købsåret. NIRAS anbefaler at det fulde klimatryk fra bilkøb medtages i købsåret, og at dette indplaceres sammen med "Øvrigt forbrug" i beregningsmodellen.

For flytransport er vi i dansk sammenhæng ikke stødt på data om danskernes forbrug af flytransport, der muliggør en mere nøjagtig fordeling på borgere i forskellige geografiske regioner, end hvad der findes i Forbrugerundersøgelsen, evt. suppleret med data fra Dansk Industris og Epinions e-commerce tracker²⁹. I det videre arbejde kan det evt. undersøges om det er muligt at skaffe data direkte fra de større luftfartsselskaber og rejsebuureauer, eller fra lufthavnsmyndighederne. I mellemtiden vil det sandsynligvis beregningsteknisk være nødvendigt at estimere forbrug og klimaaftryk fra flyrejser alene baseret på monetære forbrugsdata efter samme metode som beskrevet for "Øvrigt forbrug" i det følgende.

Rapporteringsmæssigt er det vores anbefaling, at der i en opgørelse af transportforbrug som minimum etableres mulighed for at trække resultater ud i tre undergrupper; privatbilisme, offentlig transport og flytransport. Herunder meget gerne underopdeling af privatbilisme på el-biler og øvrige biler, da dette er en af hovedelementerne i grøn omstilling.

4.2.7 Øvrigt forbrug

Forbrugstypen "Øvrigt forbrug" dækker over mange forskellige former for forbrug; fødevarer, tøj, møbler, hårde hvidevarer, underholdning, fritidsaktiviteter osv. Det behandles her fælles, da det både metodemæssigt og datakildemæssigt er stort overlap i hvordan det kan opgøres. Fødevarer skiller sig dog på et enkelt område ud,

²⁸ Generelle vilkår for adgang til data er beskrevet her: [Adgang til data](#), men inkluderer normalt ikke adresser på respondenterne.

²⁹ [Danskernes e-commerce tracker](#)

idet Ducky har valgt en væsentligt anderledes tilgang i Folkets Fotavtrykk-modellen for Norge. Dette er beskrevet nærmere i det følgende.

Der findes meget få offentligt tilgængelige data om den del af borgernes forbrug, der ikke består af energi og transport. Men i alle landene laves der mere eller mindre regelmæssige forbrugerundersøgelser, hvor en statistisk udvalgt andel af borgerne bliver bedt om at dele oplysninger om, hvordan de bruger deres penge i en periode. Alle modellerne anvender den officielle statistikmyndigheds forbrugerundersøgelser, men der er stor forskel på hvor ofte disse foretages.

Konsumtionskompassen (Sverige)

- Husstandes forbrug estimeres baseret på data fra Mosaic (se afsnit 4.2.8 for en nærmere forklaring), som er blevet beriget med data fra den Svenske forbrugsundersøgelse, kombineret med data om husstandenes kostvaner på postnummerniveau fra Klimatkalkylatorn databasen
- Klimatkalkylatorn er et værktøj udviklet af WWF og Stockholm Environment Institute, hvor borgere kan indtaste informationer om madvaner, boligforhold, shopping mm. og dermed få oplysninger om, hvordan deres forbrug påvirker miljøet
- De 800.000 datapunkter fra "Klimatkalkylatorn" indeholder ikke adressedata, så det er ikke muligt at matche dette op mod Mosaic-dataenes øvrige demografiske og indkomstrelaterede datapunkter. De overvejer om dette skal ændres fremadrettet i Klimatkalkylatorn. Det er ikke et værktøj folk benytter til løbende at monitorere deres klimaaftryk, men noget man kun udfylder én gang. De har dog ikke kontrol over om folk har udfyldt det mere end én gang, og der derved er "dubletter" i datasættet. Kontrolspørgsmål til dette er først tilføjet for nyligt. Data bruges primært til at bestemme vægte af forbrug på forskellige varer³⁰
- Sverige foretager en vis korrektion for at forbrugerpriser generelt er lidt højere i udkants-Sverige

Folkets Fotavtrykk (Norge)

- Forbrugsundersøgelser foretages kun hvert 10. år, og data fra 2012 anvendes stadig, da data fra 2022 ikke er færdigbehandlet og frigivet endnu
- Emissionskoefficienter for forbrug af varer og tjenesteydelser er baseret på EXIOBASE 2011 monetær
- Fødevarer er dog beregnet anderledes. Her bruges viden fra tidligere studier om den gennemsnitlige norske kostsammensætning, skaleret til 2700 kcal per person (børn 65%), og ganget med emissionsfaktorer fra EXIOBASE 2011 monetær. Forbrug er justeret for kategorispecifikke madspiltsprocenter

Local Authority Consumption Accounts (Storbritannien)

- Anvender udelukkende ekstrapolering af data fra den generelle forbrugerundersøgelse "Living Costs and Food Survey" til at estimere forskellige demografiske gruppers monetære forbrug af fødevarer, øvrige varer og tjenesteydelser
- Det samlede forbrugsbaserede klimaaftryk, fra de brancher der leverer disse varer og tjenesteydelser, fordeles derefter ud, baseret på det lokale områdes andele af det samlede forbrug, givet områdets demografiske sammensætning

³⁰ NIRAS har afprøvet app'en, og det er forholdsvist begrænset hvor meget data man bliver bedt om mht. omfanget af husstandens månedlige indkøb af forskellige typer varer, herunder også fødevarer.

Consumption-Based Emissions Inventory (USA)

- Den årlige amerikanske forbrugsundersøgelse (Consumer Expenditure survey³¹) kortlægger amerikanske borgeres forbrug, fordelt på 96 underkategorier. Dette summeres i ~20 forbrugskategorier, som igen samles under overskrifterne Housing (hvor energiforbrug også indgår), Food, Goods og Services
- Efter at have kørt modellerne på lokalt niveau, normaliseres de lokale forbrugsestimater til nationale data ved at bruge en skaleringsfaktor baseret på forholdet mellem nationale modellerede resultater og de faktiske nationale forbrugsundersøgelsesresultater på tværs af hver forbrugskategori
- Emissionsfaktorer for leverende brancher er baseret EPA's USEEIO, der dog daterer tilbage til 2012, og derfor fremskrives emissionsfaktorer med en antaget årlig reduktion på 1 procent. Modellen antager at emissioner indlejret i import er på samme niveau som emissionerne fra den indenlandske produktion, og et skift til at beregne import-emissioner med en multiregional IO tabel ses som en ønsket forbedring af modellen

4.2.8 Forbrugsundersøgelser og brug af segmenteringsmodeller eller økonometriske modeller

Datamaterialet fra forbrugerundersøgelserne om specifikke enkelt-husstandes faktiske forbrug, kan kombineres med andre socioøkonomiske og demografiske data om de samme husstande. Derved er det muligt at analysere hvordan forskellige typer af forbrug beløbsmæssigt korrelerer med f.eks. alder, uddannelse, boligtype, husstandsindtægt etc. Dette kan gøres via segmenteringsmodeller, hvor husstande med rimeligt ensartende karakteristika grupperes i et antal forbrugersegmenter. Dernæst udregnes det samlede faktiske gennemsnitsforbrug, for den delmængde af respondenter i forbrugsundersøgelsen, der falder ind under hvert enkelt segment. Endelig antages de øvrige borgere der falder ind under dette segment, men som ikke er blevet interviewet om deres forbrug, at have samme forbrugsprofil.

Ovennævnte segmenteringstilgang anvendes i modellerne for Sverige, Norge og Storbritannien, hvorimod man i modellen for USA anvender en økonometrisk tilgang. I en økonometrisk model anvendes statistiske analyser til at identificere hvilke demografiske og socioøkonomiske variable der har størst forklaringsværdi i forhold til at forklare variationerne i datamaterialet om forbrug. Som tidligere nævnt, er der f.eks. meget stor korrelation imellem husstandsindtægt og hvor meget der bruges på rejser. Med en økonometrisk tilgang bliver hver enkelt husstands forbrugsprofil og klimaaftryk således estimeret baseret på de beregnede korrelationskoefficienter og de specifikke demografiske og socioøkonomiske data om den pågældende husstand.

Konsumtionskompassen (Sverige)

- Sverige bruger en segmenteringsmodel kaldet Mosaic og samarbejder med en lokal marketing/dataanalysevirksomhed (InsightOne) der har rettighederne til denne i Sverige. Modellen inddeler forbrugere i 12 hovedgrupper og 44 undergrupper. Hver af disse hovedgrupper beskriver livsstils- og forbrugsprofiler, men er som udgangspunkt udviklet som et værktøj til at målrette marketing mod disse grupper
- Mosaic inkluderer årligt husstandsforbrug pr. livsstilsgruppe, og bruges som basis for at distribuere emissioner pr. postnummer
- Bemærk at selv om modellen kaldes Mosaic i alle 30+ lande hvor den anvendes, er profil-inddelingerne forskellige fra land til land, og kan derfor ikke anvendes til at sammenligne segmenters forbrug på tværs af

³¹ Undersøgelsen udføres af U.S. Census Bureau for U.S. Bureau of Labour Statistics, og minder metodemæssigt meget om Danmarks Statistiks forbrugsundersøgelse. For en nærmere beskrivelse af metoden henvises til [Consumer Expenditures and Income](#)

landegrænser

Folkets Fotavtryk (Norge)

- Forbrugsundersøgelsen inddeler forbrug i 46 kategorier, og beskriver forbrugsmønstre for 7 forskellige typer af husholdninger
- En husstand indplaceres i én af disse baseret på antallet af voksne og børn, hvorefter forbrugssammensætningen baseres på typen af husholdning, og forbrugsmængden skaleres efter husstandens indtægt, hvis den pågældende kommune har en databehandlersaftale. Ellers anvendes gennemsnitsindkomsten for personer over 17 år

Local Authority Consumption Accounts (Storbritannien)

- UK har en segmentering indbygget i deres forbrugsundersøgelser. Alle respondenter bliver ud fra deres adresse indplaceret i en 3-niveaus forbrugerprofilsklassificering med 8 overordnede, 26 underordnede og 76 under-underordnede profiler. Profilen følger således adressen, uanset hvilke indtægtsmæssige og demografiske data der måtte forefindes om beboerne på den pågældende adresse. Dvs. hvis respondenter er en ung studerende der er flyttet ind i et område der er klassificeret som "Middle Income Asian Terraces", vil vedkommendes forbrugsprofil indgå i udregningen af "Middle Income Asian Terraces" segmentets gennemsnitlige forbrug, uanset om vedkommende i øvrigt måtte være fattig studerende eller velhavende angelsaksisk pensionist
- Men indplaceringen af en given adresse, og resten af nabolaget (typisk omkring 150 husstande), i en af de 76 profiler, sker kun hvert 10 år i forbindelse med befolkningstællingen, og er således statisk i den mellem-liggende periode. Seneste befolkningstælling var i 2021, men data herfra er ikke tilgængelige endnu, hvorfor 2011 klassificeringen stadig anvendes i modellen
- Til gengæld forsøger man at differentiere forbrugsprofilerne geografisk, således at forbrugsprofilen for "Families in Terraces and Flats" i London, kun baseres på data fra respondenter i Londonområdet. Forbrugsprofilen, og dermed klimapåvirkningen, for de forskellige profiler er derfor anderledes i London, end den er for de samme profiler i resten af Storbritannien

Consumption-Based Emissions Inventory (USA)

- USA har udviklet en økonometrisk model, baseret på de 6 variable deres forskning viste har størst forklaringsværdi i forhold til datamaterialet fra deres forbrugsundersøgelser. De 6 variable er indkomst, størrelse på husstand, antal rum i boligen, uddannelsesnivea, ejerskab af bolig og ejerskab af bil. Det er dog ikke alle variable der er korreleret med alle forbrugskategorier
- På denne måde estimeres hver enkelt husstands forbrug individuelt, baseret på specifikke data om den enkelte husstand

4.2.9 Mulighederne for en forbrugersegmenteringsmodel for øvrigt forbrug i en dansk kontekst

Hvis en segmenteringstilgang benyttes i en dansk model, betyder det at hver enkelt husstand i Danmark bliver klassificeret som tilhørende et specifikt segment, og at husstanden tildeles en forbrugsprofil baseret på det gennemsnitlige forbrug for alle de respondenter i Danmarks Statistiks Forbrugsundersøgelse³², hvis adresser tilhører samme segment. Der sker således en forsimpning, hvor det ikke længere er den individuelle husstands forbrug der estimeres, fordi en husstands forbrugsprofil "snappes" til en gennemsnitsforbrugsprofil for det

³² For beskrivelse af metode og datagrundlag se [Forbrugsundersøgelsen](#)

segment, den pågældende husstand er blevet indplaceret i, uanset om der er måtte være flere beskrivende variable hvor den pågældende husstand ligger langt fra segmentets gennemsnit.

Som segmenteringsmodel kan enten anvendes en eksisterende veludbygget marketingbaseret consumer profiling model (f.eks. Conzoom³³, Mosaic³⁴, Gallup Kompas³⁵), eller der kan udvikles en ny segmenteringsmodel specifikt til dette formål. Hvis der tages udgangspunkt i eksisterende profiler, skal man være opmærksom på, at de eksisterende modeller ikke er designet med henblik på at afdække de forskelle i forbrug der har størst betydning for klimaaftrykket. Mange af segmenterne vil formegentlig være ret ens i forhold til hvilken forbrugsprofil de har for "øvrigt forbrug", og dermed også ret ens i forhold til den klimapåvirkning deres forbrugsmønstre medfører.

Som et alternativ til en eksisterende segmenteringsmodel, er det muligt i stedet at udvikle en "custom made" forbrugersegmenteringsmodel, hvor man via clusteringanalyse identificerer hvilke forklaringsvariable der har størst indflydelse på forskelle, i de dele af borgeres forbrug, der har størst betydning for forskelle i deres klimaaftryk. Derved kan man definere et mindre antal segmenter, hvor der er mest muligt forskel i borgeres forbrugsprofil og klimaaftryk segmenterne imellem.

Rent matematisk vil en økonometrisk model, hvor hver enkelt husstands forbrug estimeres individuelt, baseret på specifikke data om den enkeltes bolig, økonomi, husstandssammensætning, alder, uddannelse, osv., formegentlig give et mere korrekt, og mere lokalt gradueret og tilpasset billede af borgernes forbrug, end en segmenteringsmodel. Men individuelle demografiske og socioøkonomiske variable for den enkelte husstand vil stadig blive ganget med korrelationskoefficienter udledt som et gennemsnitstal for hele landet.

Dette er en vigtig pointe – det er både i en segmenteringstilgang og i en økonometrisk tilgang et gennemsnitsforbrug, beregnet ud fra nogle få tusinde respondenters svar i Forbrugsundersøgelsen, der danner udgangspunkt for estimaterne. Den justering der sker i forhold til estimering af et givet geografisk områdes forbrug, er alene baseret på den demografiske og socioøkonomiske sammensætning af borgerne i det pågældende område. Resultaterne vil derfor alene afspejle, at der er forskel på hvilke borgere der bor i hvilke områder (rig/fattig, enlig/samboende, ung/gammel, etc.), og ikke om borgerne reelt forbruger anderledes i visse geografier i forhold til andre. "Anderledes" her forstået som anderledes end resten af det segment de hører til.

Tilsvarende vil det ikke være muligt år for år at følge ændringer i forbrug i en given geografi. Den ændring der eventuelt måtte være, ville skulle slå igennem i landsgennemsnittet for forbrug. Det vil sige at ændringer i estimeret forbrug inden for et givent område fra ét år til det næste, næsten udelukkende vil skyldes en ændring i befolkningssammensætningen i området, og ikke ændringer i deres forbrug.

4.2.10 Anbefaling – Øvrigt forbrug

Vores anbefaling er, at man til beregning af klimaaftrykket fra borgernes "øvrige forbrug" tager udgangspunkt i en eksisterende forbrugersegmenteringsmodel, selv om den vil være mere upræcis, og segmenteringen ikke nødvendigvis er baseret på de forskelle i demografiske og socioøkonomiske variable, der har størst betydning for forskelle i borgernes forbrugsbaserede klimaaftryk. Dette kan enten gøres direkte, ved at en af de pågældende udbydere af segmenteringsmodeller bygger modellen, eller indirekte, ved at man indgår aftale om at trække på deres datasæt og eksisterende klassificering af hvilket segment alle husstande i Danmark tilhører.

³³ Check din egen adressers nuværende klassificering på [Conzoom](#)

³⁴ Se [Mosaic og personamodeller](#) for yderligere detaljer. Firmaet bag, Nexus Ambition, er dog ved at lancere en ny model kaldet NXA Life, da den er mere bundet op på forbrugerens livscyklus end på boligforhold

³⁵ [Gallup Kompas](#)

Kommunens mulighed for reelt at påvirke borgernes klimaaftryk fra "øvrigt forbrug", dvs. det privatforbrug der ligger ud over forbrug af energi og transport, vil i vid udstrækning være gennem en adfærdspåvirkning. Både gennem "nudging" og gennem oplysning og facilitering der gør det lettere for borgerne at ændre adfærd – og dermed forbrug.

Ved at tage udgangspunkt i en eksisterende og veludbygget marketing baseret consumer profiling model, har man allerede et indgående kendskab til de i forvejen definerede segmenter: Holdninger, livsstil, uddannelse, mediavaner, politisk ståsted, civilstand, job og indtægt, hobbyer, kæledyr, foretrukne feriemål, osv. Dette vil man kun i meget begrænset omfang have, hvis man laver en ny "custom" segmentering og slet ikke, hvis man laver en økonometrisk model.

Ved at vælge en eksisterende forbrugersegmenteringsmodel får man således en indgangsvinkel til at kunne lave sin kommunikationsplan for hvilke budskaber der kan forventes at påvirke målgrupperne, og hvilke kanaler man kan forvente at ramme dem gennem.

I NIRAS' vurdering, er det værd at ofre noget af den "nøjagtighed" der måtte ligge i afdækning af det historiske klimaaftryk ved hjælp af en detaljeret økonometrisk model – som man alligevel ikke kan måle det faktiske forbrug med, eller fange ændringer i dette – mod til gengæld at få et indgående og mangefacetteret kendskab til de borgere man ønsker at påvirke.

Det bør dog undersøges om det er muligt at forbedre en segmenteringsmodels nøjagtighed ved at skalere den enkelte husstands forbrug i forhold til indtægtsniveau. Derved kan sammensætningen af forbruget, dvs. de forholdsmæssige andele der forbruges af hver type af varer og tjenesteydelser, være baseret på segmentets generelle forbrugsprofil, mens mængden der forbruges justeres i forhold til gennemsnittet, baseret på om husstanden ligger over eller under gennemsnitsindkomsten for segmentet. Derudover bør det undersøges om det er muligt at trække på yderligere datakilder om forbrug, f.eks. hvad Index Danmark allerede afdækker (f.eks. mærkevarer via Gallup/Nielsen) og DTU's fødevarerundersøgelse DANSDA³⁶.

Forbrugersegmenteringsmodellen skal dog kun anvendes for "øvrigt forbrug", da energi- og transportforbruget som tidligere beskrevet vil være mere retvisende hvis det er beregnet baseret på de beskrevne datakilder, end hvis det beregnes alene baseres på Forbrugsundersøgelsen økonomiske forbrugsdata. Men vi vurderer, at det modelmæssigt vil være en fordel, hvis klimaaftrykket fra energi- og transportforbrug, beregnet som beskrevet i de tidligere afsnit, kan indarbejdes i segmenteringsmodellen på adresseniveau, da det vil gøre det enklere efterfølgende at opsummere og illustrere hver enkelt segments forbrugsprofil.

Rapporteringsmæssigt vil der med den her anbefalede fremgangsmåde være stor fleksibilitet i forhold til hvordan resultaterne kan opstilles. Danmarks Statistiks Forbrugsundersøgelse opdeler forbrug i ca. 1.300 forskellige forbrugstyper, som efterfølgende til Nationalregnskabet opsummeres i 74 kategorier. Disse kan så igen grupperes i et mindre antal forbrugsgrupper i en form for dashboard, der evt. kan give brugeren af modellen mulighed for at klikke sig længere ned i det underliggende datamateriale.³⁷

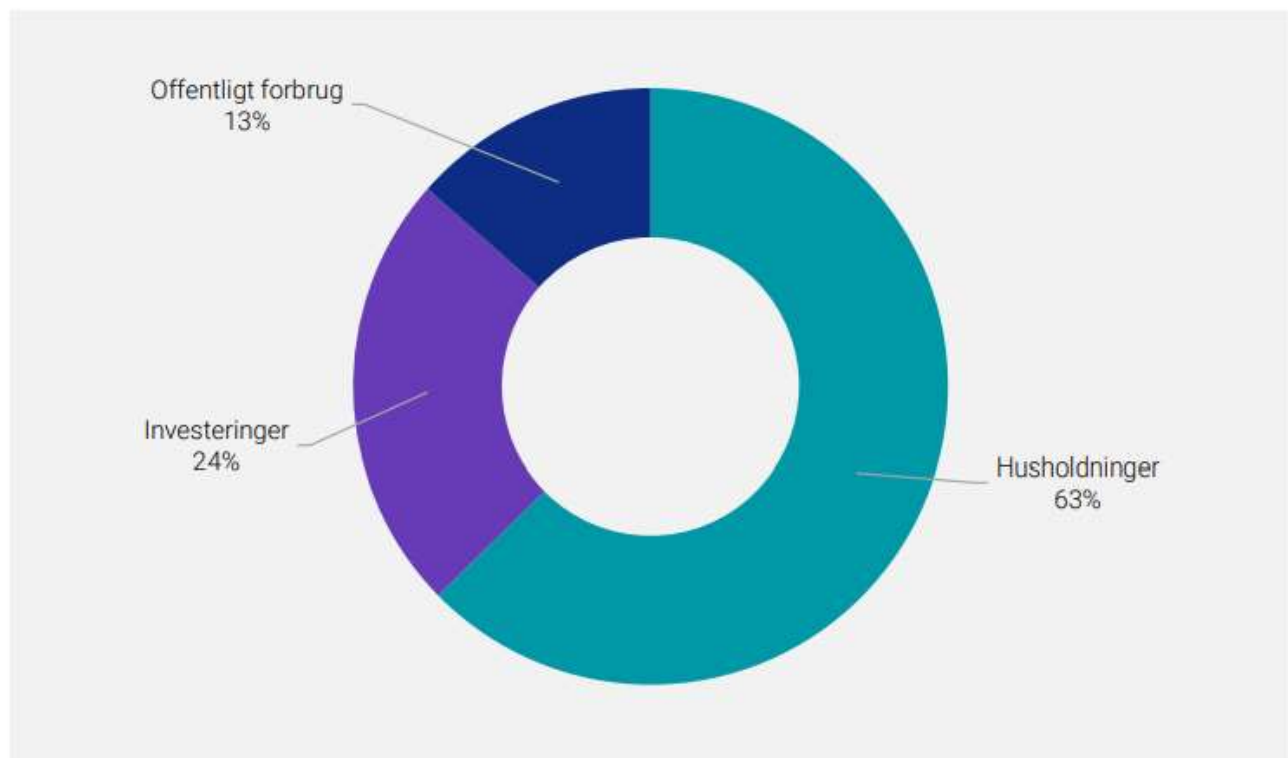
³⁶ [Den nationale undersøgelse af danskernes kost og fysiske aktivitet](#) (DANSDA) foretages kun cirka hvert 6. år, hvilket ikke ofte nok til at være anvendelig som primær datakilde for forbrug. Men seneste undersøgelse dækker perioden 2021-23 og er således ny nok til evt. at give et mere nuanceret indblik i danskernes kostvaner end hvad Forbrugsundersøgelsen afdækker.

³⁷ Danmarks Statistik opdeler i [Statistikbanken](#) forbruget i 12 grupper: Fødevarer og ikke alkoholiske drikkevarer, Alkoholiske drikkevarer og tobak, Beklædning og fodtøj, Boligbenyttelse, elektricitet og opvarmning, Møbler, husholdningsudstyr og husholdningstjenester, Sundhed, Transport, Kommunikation, Fritid og kultur, Uddannelse, Restauranter og hoteller, Andre varer og tjenester. Som det kan ses inkluderer disse også de energi- og transportforbrug som NIRAS anbefaler estimeres på anden vis.

4.3 Fordeling af klimaaftrykket af offentligt forbrug og investeringer

Som beskrevet i afsnit 2, omregnes branchers samhandel og output i input-output-tabeller til 4 typer af "endeligt forbrug": Privat forbrug, offentligt forbrug, investeringer og eksport (se nedenstående figur for den procentmæssige vægt at de første 3 af disse typer af endeligt forbrug). Investeringer er årets køb af "varer" som ikke forbruges med det samme, men som har en levetid ud over indeværende år. Det vil hovedsageligt sige bygninger og anlægsinvesteringer samt investeringer i maskiner og udstyr (herunder også investeringer i immaterielle aktiver så som software og rettigheder). Som nævnt tidligere, trækkes eksporten fra, det det per definition ikke er produkter som landets egne borgere forbruger. Men de fire udviklere vi har talt med, har alle valgt forskellige tilgange til hvorvidt, og i givet fald hvordan, klimaaftrykket fra investeringer og offentligt forbrug indgår i deres modeller.

Figur 5: Det forbrugsbaserede klimaaftryk fordelt på endeligt forbrug i 2021



Kilde: 1. baggrundsnotat – klimaaftrykket af forbrug, Global Afrapportering 2023, Energistyrelsen

Stockholm Environment Institute medtager slet ikke emissioner fra offentligt forbrug og investeringer, mens Ducky medtager offentligt forbrug og fordeler dette prorata med en fast mængde per indbygger. Storbritannien medtager begge dele, og fordeler begge prorata.

EcoDataLab medtager ligeledes begge dele, og fordeler kun offentligt forbrug prorata. Som de eneste forsøger EcoDataLab at fordele emissioner fra investeringer forbrugsbaseret, i stedet for blot prorata. For investeringer er der den mulighed, at emissionerne fra investeringerne i kapitalapparatet, i IO-tabellerne fordeles ud på brancherne der har foretaget investeringerne igen, og at der derefter omregnes igen med kun 3 typer af "endeligt forbrug: Privat, offentligt og eksport. Denne proces, hvor man så at sige tager emissionerne, der er indlejret i

investeringerne, og "lægger tilbage" i brancherne hvis investeringer har forårsaget emissionerne, og dernæst kører beregningen/fordelingen igen, kaldes "endogenisering".

I virksomhedsøkonomiske termer, kan man opfatte dette års investeringer som et udtryk for hvor stort "slid" der har været i løbet af året på det eksisterende kapitalapparat, og argumentere for at dette slid på nuværende anlæg og bygninger bør medregnes og "indlejres" i de varer og ydelser der er blevet produceret i løbet af året, og som har medført sliddet på anlægget. Ideelt burde det være afskrivningerne på tidligere års investeringer der indregnes, men i en nogenlunde konstant økonomi, kan dette års nyinvesteringer benyttes som en rimelig proxy for niveauet for afskrivningerne på tidligere års investeringer. EcoDataLab har valgt at gøre dette i deres beregningsmodel, i stedet for – som University of Leeds og Ducky – blot at rapportere det separat og ikke indregne det i emissionerne for forbruget.

Hvis endogenisering af investeringer kun gøres for de danske brancher, vil det samlet set føre til et fald i de danske udledninger, da brancheemissionskoefficienterne vil blive højere, og emissionerne indlejret i eksport derfor også vil blive højere. Det bør derfor udelukkende gøres, hvis det er muligt også at korrigere emissionskoefficienterne for importen fra "EXIOBASE monetær" for endogenisering af investeringer. Det er det sandsynligvis, men det vil næppe kunne gøres på samme "korrekte" datagrundlag for de danske brancher, hvor vi har investeringsmatricen fra Danmarks Statistik. Det vil for importen nok mere være en omsætningsbaseret fordeling (som mål for økonomisk aktivitet/vægt), som det også ses i US-metoden. Spørgsmålet er dog om sidstnævnte reelt gør en forskel når det "kun" er brancheemissionskoefficienter for lande vi importerer fra der er unøjagtige. Dette bør dog afklares nærmere, ligesom man bør forholde sig til, at man derved går lidt på kompromis med ønsket om at bevare tallene fuldt sammenlignelige med GA-opgørelsen.

4.3.1 **Anbefaling – Offentligt forbrug og Investeringer**

I tråd med at NIRAS overordnet anbefaler at summen af beregningerne af borgernes forbrugsbaserede klimaaftryk fra en national model, og en model til lokal fordeling, matcher hinanden, mener vi også det er nødvendigt at fordele klimaaftrykket fra offentligt forbrug og investeringer ud på den enkelte husstand/borger. Derved vil man få et samlet klimaaftryk per borger på de cirka 11 ton CO_{2e} i gennemsnit som de fleste vil genkende fra den offentlige debat.

For offentligt forbrug anbefaler vi at dette gøres ved blot at fordele klimaaftrykket fra vores kollektive offentlige forbrug ligeligt på alle borgere. En diskussion om hvorvidt alle borgere trækker ligeligt på forsvar, politi, fælles infrastruktur etc., giver i vores optik ikke mening, og en nærmere analyse af om borgere i visse kommuner og regioner trækker forskelligt på f.eks. sundhedsvæsen og andre offentlige ydelser er ikke formålet med dette værktøj.

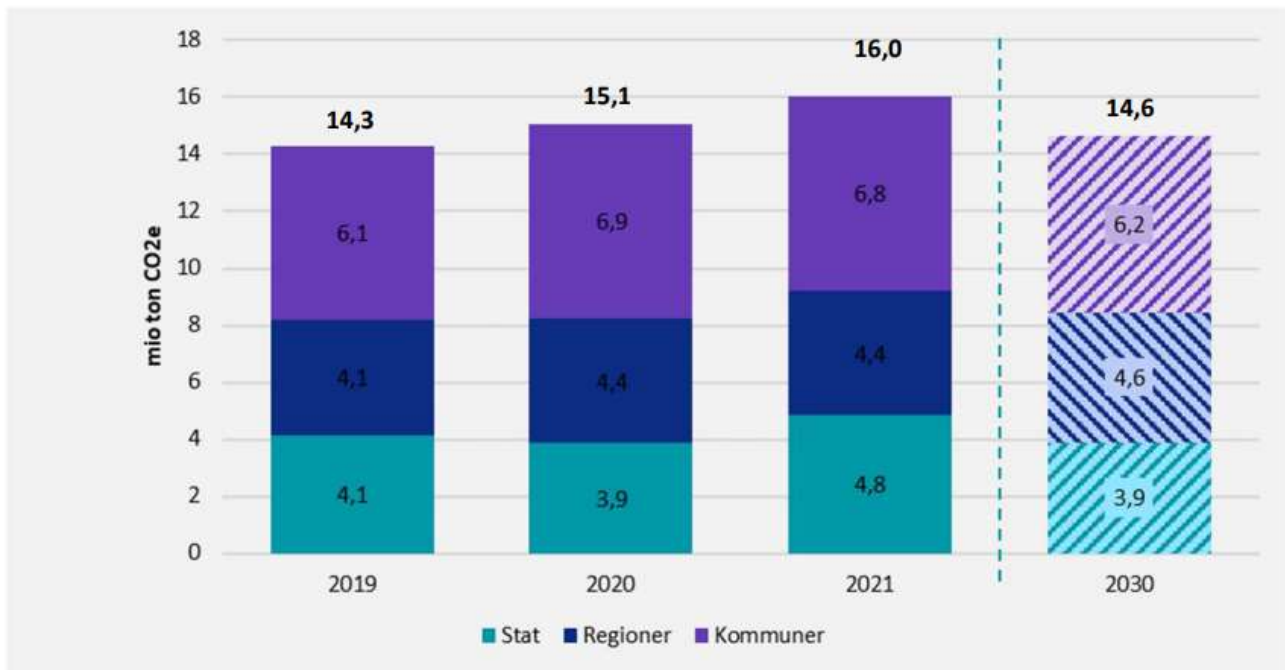
Man kan dog overveje, om man med udgangspunkt i Økonomistyrelsen og Energistyrelsens analyser af klimaaftrykket af statens, regionernes og kommunernes årlige indkøb³⁸, vil benytte den procentvise fordeling af klimaaftrykket mellem stat, regioner og kommuner som analysen når frem til. Den seneste genberegning viser, at kommunernes andel er lidt over 40 procent, regionernes knap 30 procent, og staten de resterende 30 procent (se figur herunder).³⁹ Kommuner og regioner kan så sammenholde deres individuelle klimaregnskaber for

³⁸ [Grønne Offentlige Indkøb](#)

³⁹ Der er væsentlige metodeforskelle mellem de to beregninger; Global Afrapportering anvender som tidligere nævnt en top-down fordeling af endeligt forbrug via Danmarks Statistiks nationaløkonomiske data for dansk økonomi og brancheemissioner, samt emissioner indlejret i importen beregnet via EXIOBASE monetær, mens klimaaftrykket af de offentlige indkøb beregnes baseret på fakturalinjer for samtlige offentlige indkøb og emissionsfaktorer fra EXIOBASE hybrid 2011 (se nærmere beskrivelse i afsnit 3)

kommunen/regionen som virksomhed, med deres forholdsmæssige andel af det samlede klimaaftryk fra offentligt endelig forbrug ud fra deres befolkningstal.

Figur 1 Klimaaftrykket af statens, regionernes og kommunernes indkøb i 2019, 2020, 2021 og fremskrevet til 2030



Kilde: 6. baggrundsnotat – klimaaftrykket af de offentlige indkøb, Global Afrapportering 2023, Energistyrelsen

Vi anbefaler dog, at man ikke i beregningsmodellen giver mulighed for at erstatte det fordelingsmæssige klimaaftryk for den enkelte kommune/region med et tal fra kommunen/regionens egne klimaregnskaber, da der erved vil ske en dobbeltregning af mellemkommunale og -regionale afregninger.⁴⁰

For investeringer pågår der i øjeblikket en faglig dialog mellem NIRAS, Energistyrelsen, Danmarks Statistik o.a. om hvorvidt endogenisering af investeringer kan og bør foretages i Global Afrapporteringsmodellen og i givet fald af hvem og hvordan resultaterne heraf kan stilles til rådighed for offentligheden. Indtil dette er afklaret er det vores anbefaling at klimaaftrykket af investeringer blot fordeles forholdsmæssigt på borgerne.

5. Samlet anbefaling til en dansk standard og beregningsmodel til beregning af borgernes klimaaftryk på lokalt niveau

NIRAS' samlede anbefaling, er en beregningsmodel, der for forskellige dele af borgernes forbrug, er sammensat og konstrueret baseret på hvilke datakilder der er tilgængelige for, så vidt muligt, at afdække lokale geografiske forskelle. For privat forbrug anbefaler vi derfor forskellige delmodeller for henholdsvis energi, transport og

⁴⁰ Kommuner og regioner har en omfattende indbyrdes samhandel med f.eks. sundhedsydelse, bosteder, behandlingspladser, beredskabsvæsen, etc. Disse vil i de individuelle klimaregnskaber blive medregnet som indkøb, og derved indgå med et klimaaftryk hos den modtagende kommune/region, mens der ikke er tradition for at trække dette fra i den leverende kommunes/regions klimaregnskab.

øvrigt forbrug. Samtidig anbefaler vi, at der tages udgangspunkt i eksisterende modeller inden for disse tre områder.

For at sikre, at der med forskellige tilgange til beregning af forskellige aspekter af forbrug, ikke sker hverken en over- eller underestimering af det samlede klimaaftryk, anbefaler vi at hver af delmodellernes resultater kalibreres op mod Danmarks Statistiks og Energistyrelsens årlige beregning af Danmarks samlede forbrugsbaserede klimaaftryk med den koblede "Global Afrapportering" beregningsmodel. Der vil derved være en direkte kobling til de nyeste officielle danske brancheemissionstal fra Danmarks Statistik, samt til de officielle tal for Danmarks samlede forbrugsbaserede klimaaftryk. Endelig vil det også muliggøre at trække på Energistyrelsens arbejde med fremskrivning af danske og globale brancheemissionskoefficienter til 2035.

Til beregning af klimaaftrykket fra privates energiforbrug, anbefaler vi en delmodel, som trækker data på adresseniveau direkte fra Energistyrelsens eksisterende Energi- og CO₂-Regnkab, hvori der foretages et omfattende korrektionsarbejde for at opnå retvisende tal for opvarmede kvadratmeter og opvarmningsform, og korrigeres i elforbrug for at tage højde for solceller, varmepumper og elbilopladning.

Til beregning af klimaaftrykket fra privat transportforbrug, anbefaler vi en delmodel som trækker på data om privat transportarbejde på kommuneniveau fordelt på transportform fra DTU's Transportvaneundersøgelse. Alternativt kan det undersøges om mobilitetsdata fra teleselskaber, kan give en tilstrækkelig pålidelig modellering af privates transportforbrug. Flytrafik beregnes dog baseret på monetære forbrugsdata efter samme metode som beskrevet for "øvrigt forbrug" nedenfor. Ligeledes anbefaler vi at klimaaftryk fra bilkøb medtages i købsåret, og beregnes sammen med "øvrigt forbrug".

Endelig anbefaler vi, at der for det resterende privatforbrug, dvs. alt hvad en privat husstand årligt køber af varer og tjenesteydelser som ikke er relateret til energi eller transport (dog inklusiv flyrejser og bilkøb), udvikles en beregningsmodel baseret på en kombination af offentligt tilgængelig data om privates forbrug fra Danmarks Statistik (Forbrugsundersøgelsen), og en forbrugersegmenteringsmodel udbudt af en kommerciel aktør. Ved at tage udgangspunkt i en eksisterende forbrugersegmenteringsmodel får man et indgående kendskab til de definerede segmenter, og får derigennem en indgangsvinkel til at kunne lave sin kommunikationsplan for hvilke budskaber der kan forventes at påvirke målgrupperne til at ændre deres forbrugsadfærd, og hvilke kanaler man kan forvente at ramme dem gennem. Det bør dog undersøges om det er muligt at forbedre en segmenteringsmodels nøjagtighed ved at skalere den enkelte husstands forbrug i forhold til indtægtsniveau.

I tråd med NIRAS' overordnede anbefaling om, at summen af beregningerne af borgernes forbrugsbaserede klimaaftryk fra en national model, og fra en model til lokal fordeling, matcher hinanden, anbefaler vi også medtage klimaaftrykket fra offentligt forbrug og investeringer i modellen.

For offentligt forbrug anbefaler vi at dette gøres ved at fordele klimaaftrykket fra vores kollektive offentlige forbrug ligeligt på alle borgere. Vi anbefaler dog ikke, at man i beregningsmodellen giver mulighed for at erstatte det fordelingsmæssige klimaaftryk for den enkelte kommune/region med et tal fra kommunen/regionens egne klimaregnskaber, da der derved ville ske en dobbeltregning af mellemkommunale og -regionale afregninger.

For investeringer er det ligeledes vores anbefaling at klimaaftrykket af investeringer fordeles forholdsvis på borgerne. Såfremt Energistyrelsen på et senere tidspunkt beslutter at foretage endogenisering af investeringer i Global Afrapporteringsmodellen, bør det dog overvejes også at følge denne tilgang.

6. Teknisk skitse

Dette afsnit beskriver den tekniske tilgang og strukturen i en model til at beregne de forbrugsbaserede udledninger på kommunalt og regionalt niveau, baseret på denne rapportes anbefalinger.

Udgangspunktet for modellen er, som tidligere nævnt, det samlede danske forbrugsbaserede klimaaftryk, beregnet efter Global Afrapportering modellen, og opdelt på 117 danske brancher der leverer varer og tjenesteydelser til endeligt forbrug; privat, offentligt og investeringer.

Klimaaftrykket indlejret i de varer og tjenesteydelser danske brancher leverer til offentligt forbrug og investeringer fordeles ligeligt med samme gennemsnitlige mængde på alle borgere. Offentligt forbrug kan eventuelt illustreres med de forholdsmæssige andele fra det statslige, det regionale og det kommunale forbrug.

Klimaaftrykket indlejret i de varer og tjenesteydelser danske brancher leverer til privat forbrug tillægges husholdningernes direkte udledninger fra naturgas, fyringsolie og benzin/diesel, og fordeles ud lokalt som gennemgået i dette notat:

- Klimaaftrykket fra energi- og transportforbrug beregnes bottom-up ud fra detaljerede forbrugsdata for den enkelte husstand, men resultatet herfra kalibreres til sidst mod det samlede klimaaftryk fra de brancher der har leveret energien og transportydelse, beregnet med Global Afrapportering.
- For øvrigt forbrug er det i princippet også en bottom-up model, med udgangspunkt i Danmarks Statistiks oplysninger om husstandes privatforbrug fra Forbrugsundersøgelsen. Men da det er de samme data der også er udgangspunktet for "endeligt privat forbrug" i nationalregnskabet, kan det også betragtes som en fordelingsmodel, hvor det samlede danske privatforbrug fordeles ud på alle husstande via et antal forbrugsprofiler. En kalibrering burde derfor i princippet ikke være nødvendig.

De forskellige elementer i beregningsmodellen er illustreret i den tekniske skitse på næste side, og hvert enkelt element beskrives efterfølgende.

Borgernes udledninger fra Energi

For energi summeres emissionerne fra de "leverende brancher", der er involveret i forsyning af energi til endeligt privat forbrug, og tillægges private husholdningers direkte emissioner (1.a). Dette er således de samlede forbrugsbaserede udledninger i Danmark og resten af verden, forbundet med at fremskaffe, transportere og afbrænde fossile brændstoffer, og omdanne disse til el og varme og levere dette til endeligt forbrug i Danmark. Det er denne total, der herefter skal fordeles per borger på en retvisende måde.

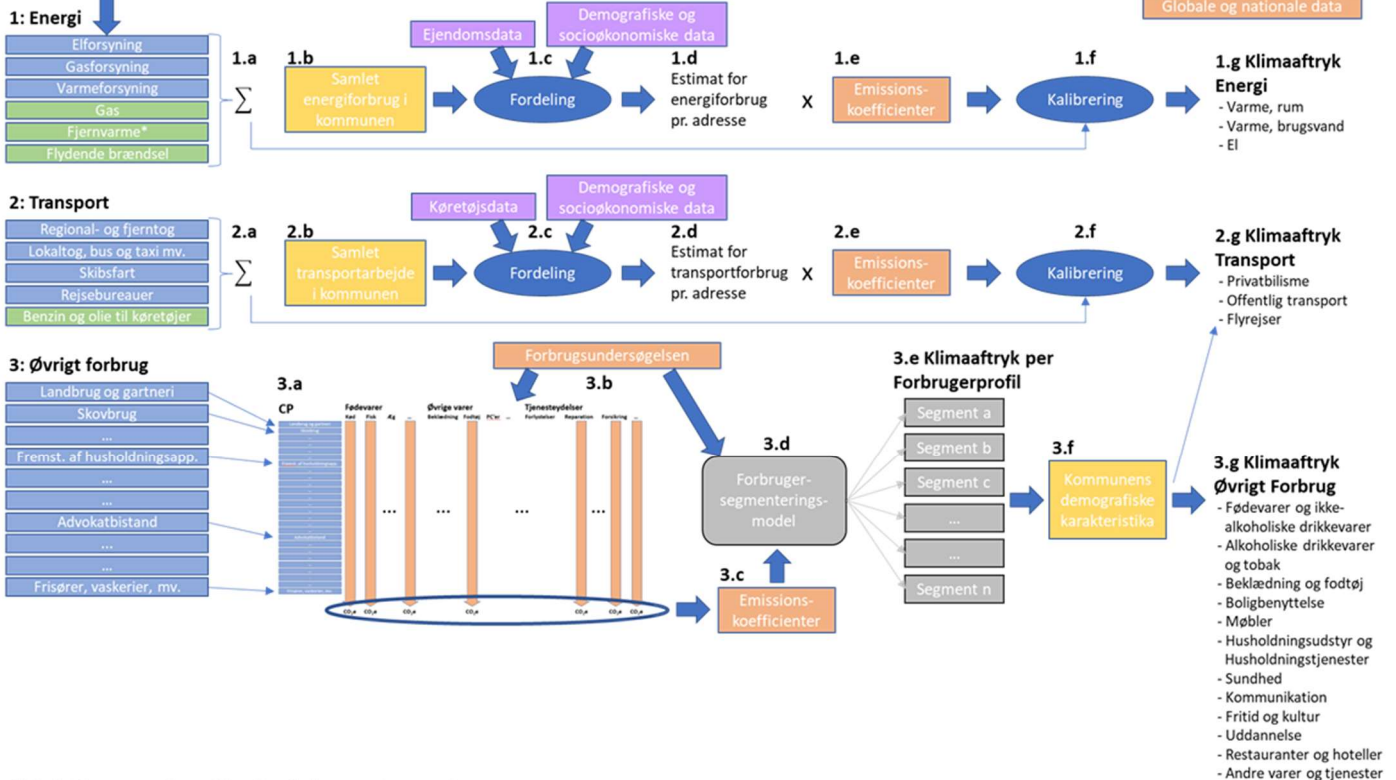
Der er for de fleste energiformer allerede pålidelige opgørelser af energiforbruget på kommuneniveau (1.b). For at fordele dette helt ned på adresseniveau, anvendes en kombination af ejendomsspecifikke data og demografiske og socioøkonomiske data om beboerne på adressen (1.c). Derved kan udregnes et estimat for forbruget af forskellige energiformer for hver enkelt adresse i kommunen (1.d). Dette multipliceres med relevante emissionskoefficienter for de pågældende energiformer (1.e). Det er beregningstrinene 1.b til og med 1.e vi anbefaler, at man indgår et samarbejde med Energistyrelsen/SparEnergi om at trække direkte fra Energi- og CO₂-regnskabet.

Totalen for alle kommuner lægges sammen, og landstotalen kalibreres (1.f) op mod den total for de samlede emissioner, der tidligere blev beregnet (1.a).

Endelig sikres det, at data kun kan udlæses af brugerne i et aggregeringsniveau, der lever op til GDPR-kravene (1.g).

Global Afrapportering, privat forbrug

- Brancher (117)
- Husholdningers direkte udledninger (4)



Global Afrapportering, offentligt forbrug og investeringer

- Brancher (117)

4: Offentligt forbrug



5: Investeringer



*Misvisende navn i Emissionsmatricen. Dækker over "individuel fjernvarme", dvs. f.eks. træpiller og brænde. Primært biogen CO₂e (97%)

Borgernes udledninger fra Transport

Fremgangsmåden for transport minder en del om ovenstående for energi. Her er det DTU Transportvaneundersøgelsen, der kan levere totaler på kommuneniveau (2.b), men det er ikke klart, om de har mulighed for/er villige til at bidrage med data på adresseniveau (2.c), og om de baseret på deres interview-datapunkter også kan bidrage med estimater for de adresser, hvor de ikke har interviewdata (2.d). Det samlede transportforbrug multipliceres med relevante emissionskoefficienter for de pågældende transportformer, og tillægges klimapåvirkningen fra den strøm der forbruges af eldrevne køretøjer, såfremt dette ikke allerede medregnes i DTU's beregninger (2.e). Dette gælder både for privatbilisme og offentligt transport.

Totalen for alle kommuner lægges sammen, og landstotalen kalibreres (2.f) op mod den total for de samlede emissioner, der tidligere blev beregnet (2.a). Endelig sikres det igen, at data kun kan udlæses af brugerne i et aggregeringsniveau, der lever op til GDPR-kravene (2.g).

Som tidligere nævnt er pålidelige og detaljerede data om flytransport på kommune- eller adresseniveau ikke noget vi har kunnet lokalisere, og det vil derfor formentligt være nødvendigt at estimere klimaaftrykket fra borgernes flyrejser baseret på forbrugsdata i beløb, efter samme metode som for klimaaftrykket fra øvrigt forbrug beskrevet herefter.

Borgernes udledninger fra øvrigt forbrug

Der findes langt mindre data om enkelthusstandes faktiske individuelle forbrug inden for forbrugsområdet øvrigt forbrug, end der gør for energi og transport. Der er derfor behov for en anderledes metode til at foretage en fordeling af klimaaftrykket fra alle de "leverende brancher", der leverer andre typer af varer og tjenesteydelser end energi og transport til endeligt privat forbrug.

Danmarks Statistiks Forbrugsundersøgelse (3.b) er så vidt vi kan vurdere det bredest dækkende datasæt, idet der årligt spørges til alle typer af forbrug og ikke kun til f.eks. dagligvarer, mærkevarer eller transport. I nationalregnskabet stammer de data, der anvendes til at opgøre privat endeligt forbrug fordelt på leverende brancher (3.a), fra netop denne undersøgelse. Global Afrapportering modellen supplerer nationalregnskabets opgørelse af, hvor stor økonomiske værdi, der bliver leveret af danske brancher til endeligt forbrug, med en beregning af hvor stort klimaaftryk, der er indlejret i disse varer/tjenesteydelser. Som tillæg til nationalregnskabet udgives også af DST en "CP-tabel" (Private Consumption) som en matrix, der ombyrder hvilke brancher, der har leveret varer, til hvilke varer det så er, der er leveret. Sidstnævnte er rapporteringsmæssigt summeret i 74 forskellige forbrugskategorier baseret på FN's COICOP nomenklatur.

I princippet er det på tilsvarende vis muligt at ombyrde emissionskoefficienterne for "leverende brancher" fra Global Afrapportering, til "hvilke varer der er leveret" og de vægtede emissionskoefficienter for dette. Vi skal dog gøre opmærksom på, at dette er en igangværende faglig dialog med Energistyrelsen, som indtil videre kun har indvilget i at offentliggøre emissionskoefficienterne i "leverende brancher" dimensionen. Fagligt er det dog NIRAS' perspektiv, at sidstnævnte vil være mest relevant til dette formål. I den tekniske skitse er disse emissionskoefficienter markeret som (3.c) og fødes ind i en eksisterende forbrugersegmenteringsmodel (3.d) sammen med data fra forbrugsundersøgelsen på adresseniveau (3.b).

Derved kan de ca. 1.100 årlige datapunkter for Forbrugsundersøgelsen inddeles i de forskellige forbrugersegmenter, og individuelle forbrugsprofiler for hvert segment kan udregnes (3.e). Dernæst ganges disse forbrugsprofiler op med, hvor mange af hver forbrugersegment der bor i hver enkelt kommune (3.f). Endelig sikres, at slutbrugerne kan udlæse data for deres kommune i overensstemmelse med GDPR, og med mulighed for at nedbryde det samlede forbrug inden for kommunen (eller bydelen eller regionen) i det detailniveau som Forbrugsundersøgelsens data tillader (3.g).

Som beskrevet i indledningen til kapitel 6 er delmodellen for "øvrigt forbrug" baseret på de samme data, der er udgangspunktet for "endeligt privat forbrug" i nationalregnskabet, hvorved det kan betragtes som en fordelingsmodel, hvor det samlede danske privatforbrug fordeles ud på alle husstande via et antal forbrugsprofiler. En kalibrering burde derfor i princippet ikke være nødvendig for delmodellen for "øvrigt forbrug".

Udledninger fra offentligt forbrug og investeringer

Klimaaftrykket indeholdt i alle 117 danske branchers leverancer af varer og tjenesteydelser til offentligt forbrug, og som indgår i investeringer, summeres op (4.a og 5.a) og fordeles derefter ud ligeligt på alle borgere. Baseret på kommunens befolkningstal (4.b og 5.b) giver dette så en forholdsmæssig andel for den enkelte kommune (4.d og 5.c).

For det offentlige forbrug, kan dette illustrativt opdeles på henholdsvis den statslige, de regionale og de kommunale andele, baseret på Økonomistyrelsens og Energistyrelsens årlige analyser af fakturadata for offentlige indkøb (4.c)

7. Områder til yderligere afklaring

Der er en række emner det ikke har været muligt at dykke yderligere ned i inden for rammerne af dette projekt. De er kort opridset nedenfor:

- Ingen af udviklerne af de udenlandske modeller har forsøgt at bryde alle typer forbrug helt ned på adresseniveau, for derefter at kunne summe resultaterne op til et geografisk område efter eget valg. Det mest granulerede niveau er på postnummer niveau. Det har fra enkelte deltagere i den danske følgegruppe været et meget eksplicit ønske at kunne bryde en kommune ned på mindre områder, og for de fleste kommuner ville dette også betyde en mere opdelt opgørelse end postnummerniveau. Derfor er NIRAS' anbefaling bygget op om adressespecifikke estimater for forbrug, men det kunne være interessant at afklare med de udenlandske udviklere om de har overvejet noget tilsvarende.
- Relateret til ovenstående, har ingen af udviklerne af de udenlandske modeller valgt at anvende faktiske forbrugsdata for energi på adresseniveau. Igen kan de være interessant af afdække hvad dette skyldes.
- I forhold til hvilke aspekter af klimaaftryk beregningsmodellen omfatter, er det som udgangspunkt kun CO₂e udledningerne der er indeholdt, og kun de CO₂e udledninger der indgår i de officielle opgørelsesmetoder. F.eks. er det for LULUCF emissionerne kun den andel der er kausalt knyttet til økonomisk aktivitet og forbrug der er medregnet i Global Afrapportering modellen. Hvis der på sigt er ønske om, at beregningsmodellen også skal indeholde f.eks. biomasse, iLUC og RFI, anbefaler vi at dette rapporteres "on the side", således at del-totalerne stadig summer til det officielle tal for de samlede forbrugsbaserede klimaaftryk for Danmark. Andre klimapåvirkninger og aspekter af bæredygtighed, som ikke indgår i beregningsmodellen, er f.eks. partikler, svovl, karcinogener, antibiotika, biodiversitet, vand og havmiljø, social bæredygtighed, brug af sjældne metaller og andre knappe ressourcer, etc.
- Det er i dette notat kort beskrevet, at der i klimaaftrykket fra forbrug både indgår de danske emissioner, samt emissionerne udledt af brancher i udlandet. Men der er ikke i dette notat og i den tekniske skitse taget stilling til hvorvidt det skal fremgå i resultaterne, hvor stor en del af borgernes klimaaftryk der afsættes i Danmark, og hvor stor en del der oprindeligt blev afsat i udlandet, og som er indlejret i de varer og tjenesteydelser vi importerer. Bemærk at den danske del af udledningerne ventes fortsat at falde kraftigt (85% til 2040). Udlandet forventes ikke at falde lige så hurtigt, så en større og større andel af de samlede klimaaftryk vil afsættes uden for Danmarks grænser.
- Med hensyn til klimaaftrykket for byggeri, indgår så vidt vi har forstået kun husleje og vedligehold af den eksisterende bygningsmasse i endeligt privat forbrug i nationalregnskabet og Forbrugsundersøgelsen, mens nybyggeri indgår som en del af investeringerne. For byggeri er det branchen "68203

Boliger, husleje i lejebolig" der foretager cirka 1/3, og branchen "68204 Boliger, ejerbolig mv." der foretager cirka 2/3 af disse investeringer. Disse to brancher leverer udelukkende til endeligt privatforbrug. Såfremt der foretages endogenisering af investeringer, vil klimaaftrykket herfra blive ført tilbage til de brancher, der har foretaget disse investeringer. Det vil sige, at ved endogenisering af investeringer vil hele klimaaftrykket for byggeri i Danmark blive fordelt videre til private husholdninger gennem huslejen. Vi mener derfor, at der er behov for bedre at forstå Nationalregnskabets datagrundlag for dette, da flere kommuner i følgegruppen indikerede at de lagde stor vægt på klimaaftrykket fra byggeri, og gerne vil kunne følge det tættere end hvad input-output tabellerne således muliggør.

- Såfremt det ønskes at der foretages endogenisering af investeringer, vil det med valget af Global Af-rapportering som udgangspunkt for den nationale total, i praksis være Energistyrelsen som i samarbejde med Danmarks Statistik skal lave denne tilføjelse til beregningsmodellen bag, og der bør derfor snarest igangsættes en dialog om hvorvidt de er villige til at gøre dette, og til at stille resultaterne herfra til rådighed.
- En helt generel problemstilling med opgørelse af klimaaftryk baseret på forbrug opgjort i økonomiske værdier er, at modellerne eksplicit antager at dobbelt så stort monetært forbrug, medfører dobbelt så stort klimaaftryk. Der er bred enighed om at denne antagelse ikke er korrekt, men uden adgang til mængdedata er det svært at pege på alternative fremgangsmåder. Norges/Duckys idé med at sætte et maksimum for fødevarerforbrug baseret på kalorieindtag er en interessant måde at reducere denne problemstilling specifikt for fødevarer. Når man begynder at sammenligne forbrug og klimaaftryk på tværs af "rige" og "fattige" kommuner, bliver man nødt til at adressere denne problemstilling.

Kilder & interview

Konsumtionskompassen (Sverige)

- Selve modellen: <https://seiorg.sharepoint.com/sites/Municipal-Footprints/Delade%20dokument/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2FMunicipal%2DFootprints%2FDelade%20dokument%2FGeneral%2FKonsumtionskompassen%5FPUBLIC&p=true&ga=1>
- Udviklet af: Stockholm Environment Institute (SEI)
- Interview med: Katarina Axelsson, Senior Policy Fellow, katarina.axelsson@sei.org, +46 73 707 8577
- Metodebeskrivelse: <https://seiorg.sharepoint.com/sites/Municipal-Footprints/Delade%20dokument/Forms/AllItems.aspx?ga=1&id=%2Fsites%2FMunicipal%2DFootprints%2FDelade%20dokument%2FGeneral%2FKonsumtionskompassen%5FPUBLIC%2FMethod%20Summary%2Epdf&parent=%2Fsites%2FMunicipal%2DFootprints%2FDelade%20dokument%2FGeneral%2FKonsumtionskompassen%5FPUBLIC>

Folkets Fotavtryk (Norge)

- Selve modellen: <https://app.folketsfotavtrykk.eco/>
- Udviklet af: Ducky <https://www.ducky.eco/>
- Interview med: Mads Simonsen Thuv, Strategic partnerships / Co-founder. +47 97 55 15 76, mads@ducky.eco
- Metodebeskrivelse: <https://support.ducky.eco/en/ducky-footprints#methodology-calculations-and-data-sources>

Local Authority Consumption Accounts (Storbritannien)

- Selve modellen: <https://localfootprint.uk/>
- Udviklet af: University of Leeds <https://www.leeds.ac.uk/>
- Interview med: Dr Anne Owen, Associate Professor, Sustainability Research Institute, University of Leeds, A.Owen@leeds.ac.uk, <https://environment.leeds.ac.uk/see/staff/1462/dr-anne-owen>
- Metodebeskrivelse: LACA Methodology, June 2023, Dr Anne Owen, University of Leeds https://localfootprint.uk/static/pdf/LACA_methodology-e9230e72d4eb435db32ffda50a30f2a8.pdf

Consumption-Based Emissions Inventory (USA)

- Selve modellen er ikke tilgængelig online
- Udviklet af: EcoDataLab <https://www.ecodatalab.com/#about>
- Interview med: Christopher M Jones cmjones@berkeley.edu,
- Metodebeskrivelse: <https://www.ecodatalab.com/cbei/methodology> og Consumption-Based Greenhouse Gas Inventory of San Francisco from 1990 to 2015 <https://escholarship.org/uc/item/4k19r6z7>

Supplerende interview:

Danmarks Statistik: Peter Rørnøse Jensen, Specialkonsulent, Nationalregnskab, Grønt Nationalregnskab og Input-output, +45 39 17 38 62, prj@dst.dk

DTU Transportvaneundersøgelse: Hjalmar Christiansen, Chefkonsulent, DTU MANAGEMENT, Institut for Teknologi, Ledelse og Økonomi, Division for Transport, +45 4525 6508, hjalc@dtu.dk

Center for Regional- og Turismeforskning: Kathrine Lindeskov Johansen, Chefkonsulent, København, forskning & analyse, modelteamet, +45 30 85 51 79, kathrine.johansen@crt.dk

2.-0 LCA consultants: Jannick Schmidt, +45 33 32 28 22, jannick.schmidt@lca-net.com

Nexus Ambition: Martin Pierre Devantier, Client Director, Data & Prediction, +45 26 31 10 40, mpd@nexusambition.dk

Geomatic: Lars Dideriksen, lars.dideriksen@geomatic.dk

GfK CPS (YouGov) : Per Balsnes, Senior Consultant, Nordics, Consumer Panel Services GfK, +45 2067 7884, Per.Balsnes@gfk-cps.com

Møde med Energistyrelsen med deltagelse af bl.a.: Jonas Disager Kraft jnft@ens.dk, Louise Hedelund Sørensen lhn@ens.dk, Oskar Lasse Lilleøre oskl@ens.dk, Jacob Møller jmoe@ens.dk, Vibeke Kjærbye vkj@ens.dk

Supplerende litteratur, ud over hvad der er refereret til undervejs i notatet:

"Estimating consumption-based greenhouse gas emissions at the city scale, <https://www.sei.org/publications/consumption-based-greenhouse-gas-emissions-city-scale/>

Forbrugsbaserede Udledninger i Danske Kommuner, DK2020 notat, modtaget fra C40

Consumption-based GHG emissions of C40 cities, https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Consumption-based-GHG-emissions-of-C40-cities?language=en_US

Tracking the carbon emissions of Denmark's five regions from a producer and consumer perspective, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800919319305>

Metodenotat for opgørelser i RS-formatet fra Energi- og CO2-regnskabet, SparEnergi.dk, Viegand Maagøe, rekvireret fra Energistyrelsen

TU kommunerapport for Aarhus Kommune 2023, DTU Center for Transport Analytics, 24. maj 2023