



Notat

Klimapositivitet og CO₂-udledninger i Københavns geografi

Dette bilag beskriver klimapositivitet som begreb samt afsæt og forventning til CO₂-udledninger inden for Københavns geografi i 2035 herunder de vigtigste konklusioner fra Ea Energianalyses analyse for Teknik- og Miljøforvaltningen om udviklingen af energisystemet i Københavns Kommune.

07-11-2023

Sagsnummer i F2
2023 - 15190

Dokumentnummer i F2
106431

Sagsnummer i eDoc 2023-
0410039

1. Hvad er klimapositivitet?

Klimapositivitet forstås ved, at der fjernes mere CO₂ fra atmosfæren end der udledes. Hvis man skal fjerne CO₂ fra atmosfæren, findes der to måder at gøre det på:

- en "naturlig" måde hvor fx træ-, ålegræs- eller anden beplantning, opsuger CO₂ fra atmosfæren, når de gror, og
- en "teknologisk" måde med fx kulstoffangst (CCS) eller Direct Air Carbon Capture and Storage (DACCS) eller Bioenergy with Carbon Capture and Storage (BECCS), hvor udledninger indfanges.

De teknologiske løsninger vurderes at have potentiale til at fange betydelig mere CO₂ på markant kortere tid end den "naturlige" måde:

- Træer: 1 hektar skov (100x100 meter) i hovedstadsområdet opfanger gennemsnitligt 10 tons CO₂ per år. Det betyder, at i det nuværende CO₂-regnskab opfanges ca. 1.600 tons CO₂ om året. CO₂ er opfanget så længe træet består eller er indlejret i byggeri eller møbler.
- CO₂-fangst på fx et energiproduktionsanlæg kan opfange op til 90-100% af anlæggets udledninger, hvorfor et CCS-anlæg på hhv. ARC eller Amagerværkets vil kunne indfange mellem en 400.000 og 1 million tons CO₂ per år.

Den teknologiske løsning er ikke afprøvet i stor skala i energisystemet endnu og er markant mere omkostningstung end træplantning, som dog kræver meget store arealer.

Klimapositivitet og CO₂ fangst

Et forbrændingsanlæg med CCS vil bidrage til klimapositivitet, hvis der afbrændes biogene materialer (fx biomasse eller madaffald), da CO₂ vil blive fjernet

Klima og Byudvikling
Njalsgade 13
2300 København S

EAN-nummer
5798009809452

fra atmosfæren i stedet for at indgå i det CO₂-neutrale kredsløb. Biologiske materialer (fx træ og organisk madaffald) indeholder CO₂ optaget fra atmosfæren undervejs i et livsforløb. Tilsvarende udleder biologisk materiale CO₂, når det nedbrydes. Denne CO₂ kaldes biogen. Fossil CO₂ udledes ved afbrænding af kul, olie, gas og andre fossile brændsler – disse brændsler frigiver CO₂, som ellers ville forblive indespærret i jorden.

CO₂-fangst af biogent CO₂ vil opgøres som CO₂-negativt. CO₂-fangst af fossil CO₂ vil opgøres som CO₂ neutralt. Fangst af fossile udledninger er altså ikke tilstrækkeligt for at sikre klimapositivitet – kun neutralitet.

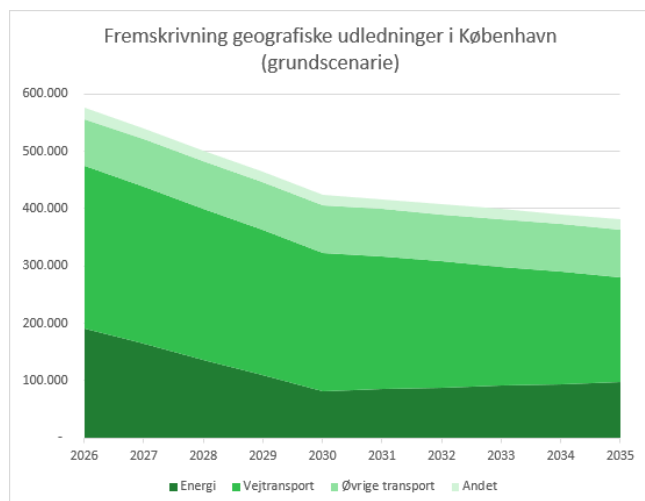
Der findes to store CO₂-kilder fra forbrændingsanlæg i Københavns Kommune: ARC's affaldsforbrænding (blandet biogen og fossil) og HOFORs biomassekraftvarmeværket (biogen). Ea Energianalyses resultater viser, at det er muligt at opnå klimapositivitet med et CCS-anlæg på HOFORs Amagerværk (blok 4), som afbrænder biomasse (træflis). Alternativt vil et CCS-anlæg alene på ARC være en mulighed, som sandsynligvis vil være tilstrækkeligt for at opnå Klimapositivitet. Der udledes 300-400.000 tons biogen CO₂ fra ARC og ca. 1.000.000 tons biogen CO₂ fra Amagerværket, hvis værkerne kører optimalt. Klimapositivitet kan desuden opnås ved at købe beviser (certifikater) på flere CO₂-reduktioner end man udleder. Køb af CO₂-certifikater har ikke været en del af den nuværende klimaplan, KBH2025. Hvis denne løsning skal anvendes i fremtiden, kræver det køb hvert år, hvor man ønsker at være klimapositiv. Metoden fører ikke nødvendigvis til CO₂-reduktioner, der hvor CO₂'en udledes geografisk.

2. Udledninger i Københavns Kommunes geografi

Udledninger i Københavns geografi kommer fra følgende sektorer:

- **Energi:** afbrænding af fossile brændsler i forbindelse med energiproduktion, individuel opvarmning og bygas
- **Transport:** afbrænding af fossile brændsler i forbindelse med vejtransport, togtransport, skibsfart og ikke-vejgående maskiner
- **Øvrige** udledninger fra opløsningsmidler, arealanvendelse (fx handelsgødning) og spildevandsbehandling

Afbrænding af fossile brændsler i forbindelse med energiproduktion står for ca. 25% af de geografiske udledninger i dag, mens transport står for ca. 70% af udledningerne. Fremskrivning af udledningerne fra 2025 til 2035 kan ses på nedstående figur:



Hvis udviklingen i disse sektorer fortsætter og der ikke igangsættes yderligere tiltag for omstilling, forventes udledninger at falde let frem til 2035. Der forventes, at der i 2035 udledes ca. 380.000 tons CO₂. Transportsektoren forventes stadig at udgøre ca. 70% af udledningerne¹.

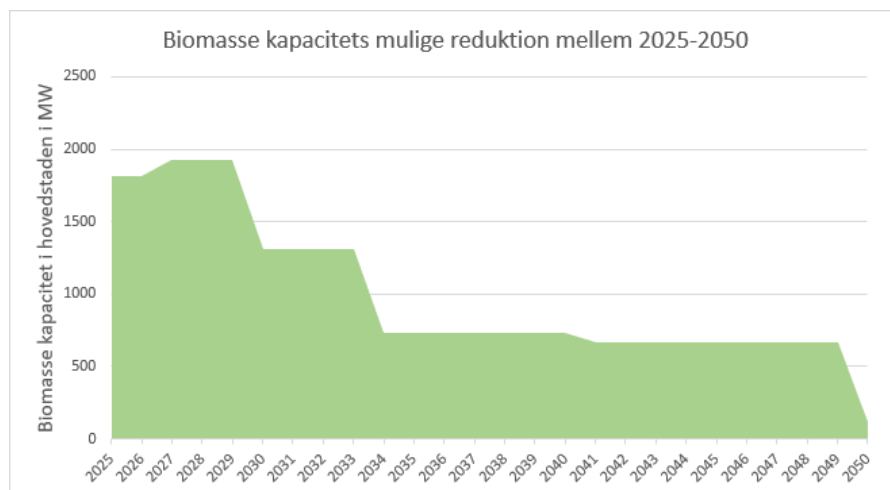
3. Hovedkonklusioner vedr. scenarier for fremtidens energisystem

Analysen om energisystemet (Ea Energianalyse, nov. 2023) og Teknik- og Miljøforvaltningens forventede fremskrivning af udledninger fra mobilitet er grundlaget for scenarier for at kunne opnå målet om klimapositivitet. Ea Energianalyse har kvantificeret konsekvenserne af en gradvis udfasning af biomasse, forskellige muligheder med etablering af CCS-anlæg (på hhv. ARC, BIO4 og Vestforbrænding), samt konsekvenserne af liberalisering af affaldssektoren ift. ambitionen om klimapositivitet. Resultaterne af analyserne er samlet i fire hovedkonklusioner: a) om gradvis udfasning af biomasse, b) om CCS-anlæg og klimapositivitet, c) om behovet for decentrale varmeproduktion samt d) om fremtidens elbehov til varmeproduktion.

a. Biomassens gradvis udfasning

Analyserne viser, at det er muligt at reducere biomassevarmekapacitet i hovedstaden med ca. 60% i planperioden 2026-2035, og muligvis 90% i 2050. Udfasningsprofilen illustreres i nedenstående figur. Mulighederne for at udfase biomasse er afhængig af kraftvarmeverkernes kapacitet, effektivitet og kontraktudløb samt juridiske rammebetingelser. Der er i alt 6 blokke, som genererer biomasse-varme i hovedstadens fjernvarmesystemet i dag.

¹ Bemærk at fremskrivningen er stadig under udarbejdelse og justeringer kan forventes.



Figur 1: Biomassekapacitets i hovedstadsområdet mulige reduktion mellem 2025-2050. Kilde: Ea Energianalyse, Scenarier for udvikling af energisystemet i Københavns Kommune, 2023.

Det forventes, at varmeproduktionsomkostninger vil være højere ved en reduktion af forbruget af biomassen. Det skyldes, at der skal investeres i alternativ varmeproduktion. Det vurderes også, at en mulig barriere for hastigheden af omstillingen er, at varmeproduktionsomkostningerne stiger, hvis eksisterende biomasseanlæg udfases før deres tekniske levetid, som typisk er 20 år længere en kontraktudløb.

Det bemærkes, at analysen af muligheden for udfasning af biomasse afdækker de tekniske muligheder for udfasning. De juridiske muligheder for udfasning af biomasse og konsekvenserne for kommunens økonomi heraf vil blive belyst i forbindelse med udarbejdelse af Energistrategien.

Det bemærkes endvidere, at Københavns Kommune hverken har direkte mulighed for eller hjemmel til at vedtage en udfasning af biomassekraftvarme fra hovedstadens energiforsyning. Varmeselskaberne har mulighed for selv at arbejde med alternative varmekilder, hvis de er samfundsøkonomisk rentable. Københavns Kommune kan dog gennem Energistrategi sikre en fælles retning for udviklingen af fjernvarmesystemet samt gennem kommune- og lokalplanlægning give bedre rammer for opsætning af fx varmepumper og varmelagre til erstatning for biomassevarme.

b. CCU/S etablering og klimapositivitet

Konsekvenserne ved etablering af 1, 2 og 3 CCS-anlæg på hhv. ARC, AMV4 og Vestforbrænding fra 2030 analyseres i Ea Energianalyses materiale. Resultaterne viser, at det er muligt at opnå klimapositivitet med et CCS-anlæg på AMV4 og sandsynligt også med et CCS-anlæg på ARC fra 2030.

Det bemærkes dog, at der er betydelige økonomiske risici ved etablering af CCS-anlæg og man er meget afhængig af priser på CO₂ samt Regeringens tilskudspuljer.

c. Decentral varmeproduktion

Den gradvis udfasning af biomasse (jf. punktet 4.a.) vil kræve massive investeringer i form af varmepumper og elkedler.

Det vurderes, at der i alt i hovedstaden skal etableres knap 900 MW varmepumper inden 2035 (heraf ca. 400 MW i Københavns Kommune) og knap 1.200 MW varmepumper inden 2050 (heraf ca. 500 MW i Københavns Kommune).

Der skal dog etableres færre varmepumper hvis der etableres CCS-anlæg på kraftvarmeværker, da CCS-anlæg genererer overskudsvarme til fjernvarmesystemet.

Der skal også etableres en betydelig mængde elkedler (ca. over 1.000 MW) til at supplere den eksisterende, brændselsfyrede spidslastkapacitet, som reduceres med 70%.

Alt dette kræver arealer i kommunen og betydelig elforsyning. Arealer er afhængige af forsyningsnettet. Der arbejdes i forslag til Kommuneplan 2024 med mere fleksible rammer for placering af energianlæg i kommunen.

d. Fremtidens elbehov

Analyserne viser, at varmesektoren ændrer sig fra at være elproducerende til at være elforbrugende. Når varmesektoren i dag genererer 1.500 GWh el, vil den i 2050 forbruge op til ca. 2.500 GWh (i et scenarie med knap 1.200 MW varmepumper i hovedstadsområdet og 3 CCS-anlæg). I sådan et scenarie, betyder det, at der vil være ca. 4.000 GWh til forskel, som skal importeres til København.

Til at sammenligning bruges i dag ca. 2.000 GWh el per år samlet i København. Hertil kommer stigende elbehov til mobilitet i fremtiden (fx elbiler, skibstog og tunge trafik), som ikke er en del af analysen.

4. Hovedkonklusioner vedr. mobilitet

Geografiske udledninger forbundet med mobilitet vil udgøre en betydelig del af de samlede udledninger i København i 2035. Nedenfor opridses tre centrale konklusioner med betydning for udledningerne fra mobilitet.

a. Vejtrafikken bidrager med mest CO₂-udledning

I 2022 udledte vejtrafikken 302.930 tons CO₂, svarende til ca. 75% af den samlede udledning fra transportsektoren, som også indbefatter fx skibstrafik og togtrafik. Personbilerne stod for mere end to tredjedele af vejtrafikens CO₂-udledning. De to næststørste grupper, vare- og lastbiler, udgjorde tilsammen 25% af udledningerne fra vejtrafikken. Samlet set er udledningen fra vejtrafikken faldet med ca. 21% fra 2010 til 2022. Udledninger fra tung transport er faldet med ca. 21%, mens udledninger fra personbiler er faldet med 9% siden 2010. Til sammenligning er udledningerne fra energiforbrug faldet med over 75%.

Udledningerne fra vejtrafikken forventes at falde fra de nuværende 302.930 tons CO₂ (i 2022) til ca. 180.000 tons CO₂ frem mod 2035, men vil fortsat være ansvarlig for langt

størstedelen af udledningerne fra transport. Fremskrivningen er ikke endelig, og der kan forventes justeringer af tallene. Reduktionen i udledningerne fra vejtrafikken skyldes primært omstillingen til el og i mindre grad antal kørte km (transportarbejdet) i byen. Udviklingen i antal kørte km er baseret på modelberegninger i trafikmodellen COMPASS, som estimerer, at transportarbejdet de kommende år vil stige mere end hvis transportarbejdet blot fremskrives på baggrund af udviklingen de seneste ti år. De metodiske forbehold uddybes i afsnit 5.

Selvom udledningen fra vejtrafikken falder frem mod 2035, er der stadig langt til fuldkommen reduktion af udledninger. Erfaringer fra perioden 2010-2021 har vist, at det er vanskeligt at nå markante CO₂-reduktioner fra vejtrafikken alene ved at forbedre forholdene for de grønne transportformer. Markante reduktioner vil kræve hurtigere omstilling til el for alle typer køretøjer og færre kørte kilometer i person-, vare- og lastbiler.

b. Omstilling generelt

Andelen af eldrevne personbiler i København er i de seneste fem år steget fra under 1% til over 8%. Ifølge Energistyrelsens fremskrivninger vil ca. halvdelen af bilbestanden i Danmark i 2035 bestå af elbiler (inkl. plug-in hybridbiler, som udgør en mindre del). I 2030 forventes andelen at være knap 30%.

Udviklingen i Københavns Kommune forventes som udgangspunkt at følge Energistyrelsens fremskrivning, dog med et højere udgangspunkt, da andelen af elbiler i Københavns Kommune i dag er højere end landsgennemsnittet. Der er bestilt en analyse af fossilfri vejtrafik i 2030, som forventes færdig medio 2024. Derudover er der besluttet en handlingsplan for ladeinfrastruktur i Københavns Kommune, som udløber i 2025, samt en plan for kantstensopladning, som via årlige udbud forventes at resultere i 5.400 p-pladser med adgang til kantstensopladning i 2025. Der er ikke på nuværende tidspunkt truffet beslutninger om udbud af pladser til lyn- og hurtigladestander.

Der er en generel forventning om, at elektrificering kommer til at dominere den grønne omstilling for person- og varebiler, mens virksomhederne inden for den øvrige tunge transport arbejder med et skifte til biobrændstoffer og ellastbiler. Herudover arbejder enkelte virksomheder med gaslastbiler, som en løsning til CO₂-reduktioner på den korte bane. Regeringen har indført en vejafgift for lastbiler fra 2025, så lastbiler skal betale vejafgift i Danmark alt efter, hvor meget CO₂, der udledes fra kørslen.

Udviklingen på elektrificering af arbejdsmaskiner går langsomt hvad angår større maskiner over 8 ton. Det skyldes særligt, at der i markedet er begrænset efterspørgsel, og at producenterne ikke endnu har serieproduktion i gang. Der forventes dog en mere hastig omstilling, og næste udfordring er at sikre tilstrækkeligt

med strømkapacitet og hurtigt nok (logistik) til bygge- og anlægspladserne.

c. Samspil med stat, region og omegnskommuner

Københavns Kommune er afhængige af lovændringer, hvis kommunen skal have mulighed for at indføre nogle af de markante værktøjer til at regulere biltrafikken i byen. Dette gælder fx indførelse af vejafgifter og etablering af nulemissionszoner. Reduktionerne fra vejtrafik - og transport generelt - der kræves for klimapositivitet, kan ikke opnås alene ved kommunale indgreb som parkeringstakster, beboerlicenser og flere cykelstier.

Den kollektive transport påvirkes også af lovgivning. Dette gælder særligt regional- og S-tog, da DSB er statsligt ejet, men fx det årlige taktstigningsloft, som sætter rammerne for priserne på den kollektive transport, som fastsættes også af Trafikstyrelsen. Samtidig er Københavns Kommunes mulighed for at udbygge infrastrukturen for cykling og gang påvirket af det statsligt fastlagte anlægsloft.

Mobilitetsanalyserne i 2021 viste, at mange CO₂-reducerende tiltag i Københavns Kommune skubbede biltrafikken og CO₂-udledningen ud i omegnskommunerne. Københavns Kommune er i samarbejde med Region Hovedstaden og KKR Hovedstaden ved at gennemføre en tværgående analyse af mobiliteten i hovedstadsregionen, som forventes færdig ultimo 2024.

5. Forbehold og usikkerheder i fremskrivningen

Der er flere forbehold i analyserne, hvorfor resultaterne skal behandles med forsigtighed. Resultaterne skal anses som indikationer på mulige udviklinger, og skal ikke fortolkes som definitive eller absolutte, men anvendes for at skabe konkrete scenarier for fremtidens energisystem.

Forbehold ifm. energisektorens udvikling:

- Analyserne er lavet med energimodellerings-værktøjet Balmorel, som investerer i teknologier ud fra en samfundsøkonomi optimering. Modellen tager ikke hensyn til de konkrete lokale forhold, såsom adgang til arealer til decentrale varmeproduktionsanlæg
- Modellerung er baseret på en række forudsætninger og antagelser, såsom fremtidige varmebehov, teknologier- og brændselspriser m.fl.
- To forudsætninger er særlige betydende: CO₂ pris og affaldspriser.
 - o Biogen CO₂ pris sættes på 800 kr./ton.
 - o Affaldspriserne sættes på 480kr/t for importaffald og på 400 kr/t for lokalt affald.
 Disse to forudsætninger påvirker i høj grad økonomi og dermed resultaterne i analyserne.
- Liberalisering af affaldssektoren træder i kraft i januar 2025. Der er pt. store usikkerheder, om hvordan det vil påvirke affaldssektoren (fx økonomi, mulighed for import af affald, mulighed for at opsætte CCS-anlæg m.fl.)

Forbehold ifm. mobilitetsudvikling:

- Modelberegninger gennemført i Københavns Kommunes trafikmodel COMPASS estimerer, at trafikarbejdet de kommende år vil stige mere end hvis trafikarbejdet blot fremskrives på baggrund af udviklingen de seneste ti år. Dette skyldes, at en trafikmodel som COMPASS, ligesom trafikmodellen OTM, kun medtager de trafikale tiltag, som allerede er kendt (anlagt, planlagt/finansieret og til dels besluttet).