



## Sammenfatning

# Drivhusgasscenarier for Roskilde Kommune

Input til Roskilde Kommunes DK2020 arbejde  
29. juni 2020



Ea Energianalyse

Udarbejdet af:

Ea Energianalyse

Gammeltorv 8, 6 tv.

1457 København K

T: 88 70 70 83

E-mail: [info@eaea.dk](mailto:info@eaea.dk)

Web: [www.eaea.dk](http://www.eaea.dk)

## Sammenfatning

Energi- og transportsektorerne står i disse år i en brydningstid, drevet af stærke politiske klimamålsætninger og en kraftig teknologiudvikling. 195 lande, deriblandt Danmark, har underskrevet Paris-aftalen, hvor de forpligter sig til at modvirke den globale opvarmning ved at holde den globale temperaturstigning under 2° C, og stræbe mod en temperaturstigning på kun 1,5°.

Et bredt flertal af folketingets partier indgik i december 2019 en aftale om en bindende klimalov, der skal sikre, at Danmark reducerer drivhusgasemissionerne med 70 % i 2030 ift. 1990 og på langt sigt bliver klimaneutral i senest 2050. Opfyldelsen af de nationale klimamålsætninger forudsætter ny politik og ændret regulering fra national hånd, men den vil også i høj grad være afhængigt af handlinger på lokalt niveau.

Roskilde Kommune har med sin Strategiske Klima- og Energiplan, vedtaget juni 2019, fastlagt en række klima- og energimål, som på flere punkter er mere ambitiøse end på nationalt niveau:

- Roskilde Kommune skal have en CO<sub>2</sub>-neutral elforsyning og fjernvarme i 2030
- Roskilde Kommune skal have en CO<sub>2</sub>-neutral individuel opvarmning i 2035
- Roskilde Kommune skal være en CO<sub>2</sub>-neutral kommune som virksomhed i 2035
- Roskilde Kommune skal være en CO<sub>2</sub>-neutral kommune som geografisk område i 2040

Sammen med 19 andre danske kommuner deltager Roskilde Kommune i projektet DK2020, som skal bistå kommunerne med at udvikle handlingsorienterede klimaplaner. For Roskildes vedkommende skal klimaplanen vise, hvordan målsætningen om CO<sub>2</sub>-neutralitet i 2040 kan imødekommes. Opfyldelse af Roskilde Kommunes CO<sub>2</sub>-neutralitetsmål allerede i 2040 vil betyde, at Roskilde Kommune indfrier DK2020-målsætningen om CO<sub>2</sub>-neutralitet i 2050.

Indfrielsen af det nationale 70 % mål i 2030 vil kræve meget markante ændringer af energisystemet over en kort tidshorizont. Analyser fra Klimarådet, Klimapartnerskabet og Ea Energianalyse peger på, at de væsentligste virkemidler er en meget omfattende elektrificering af transportsektoren, en meget kraftig udfasning af olie og gas til opvarmning og styrkelse af indsatsen for energienergieffektivisering indenfor både bygninger og industri. Desuden vil CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring og/eller produktion af electrofuels formentligt blive nødvendigt for at komme helt i mål i 2030.

Projektet belyser tre scenarier:

- **Reference** opstilles med udgangspunkt i de forventede nationale udviklinger, som kommer til at ske i de kommende år mhp. indfrielse af regeringens 70 % reduktionsmålsætning. Roskilde Kommune og dens strategiske samarbejdspartnere er passive i dette scenarie.
- **Strategiske Klima- og Energiplan (SKEP)** bygger videre på det nationale reference-scenarie, men her antages Roskilde Kommune og dens strategiske samarbejdspartnere at gennemføre de handlinger, der er lagt frem i den Strategiske Klima- og Energiplan.

- **CO<sub>2</sub>-neutral 2040** indeholder yderligere handlinger og analyseområder, som gør, at Roskilde Kommune kommer meget tæt på at opfylde målet om CO<sub>2</sub>-neutralitet i 2040. Det undersøges i den forbindelse, i hvilket omfang Roskilde Kommune selv kan gennemføre de nødvendige handlinger, og i hvilket omfang, man vil være afhængig af ændrede rammebetingelser på nationalt niveau.

Det er bevidst, at vi ikke har opstillet en reference baseret på en såkaldt "frozen policy" tankegang, da en sådan udvikling ikke forekommer sandsynlig. Det skal bemærkes, at hvis alle landets kommuner agerer passivt, som Roskilde Kommune antages at gøre det i reference-scenariet, vil det med al sandsynlighed ikke være muligt at opnå målsætningen om 70 % reduktion på landsplan.

I juni 2020 er der indgået to energipolitiske aftaler i Folketinget, som spiller op mod 70 % reduktionsmålet: Klimaaftale for energi og industri mv. 2020 (22. juni 2020) og Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi (16. juni 2020). Aftalerne er blevet indgået under afslutningen af arbejdet med scenarierne, og det har derfor ikke været muligt, at foretage en dybdegående effektvurdering af de mange tiltag i aftalerne. Der er dog foretaget en følsomhedsanalyse på konsekvenserne af en markant forøget udsortering af plastaffald i overensstemmelse med målsætningen i affaldsaftalen fra 16. juni.

## Udledningen af drivhusgasser i dag

Udledningen af drivhusgasser fra Roskilde Kommune er opgjort til i alt 436 kiloton i 2016 (i CO<sub>2</sub>-ækvivalenter). Basisåret 2016 er valgt fordi det er seneste år, hvor der foreligger sammenhængende data for el-, varme- og transportsektor af høj kvalitet. De væsentligste udledningskilder er varmforsyning, elproduktion og transport, suppleret af mindre bidrag fra landbrug og øvrige udledninger. Det skal bemærkes, at der i overensstemmelse med metoden i Energistyrelsens Energi- og CO<sub>2</sub>-regnskab anvendes en fælles miljødeklaration for al fjernvarmforsyning i hovedstadsområdet, fordi der er tale om et sammenhængende fjernvarmenet.

Opgjort per indbygger lå udledningen i Roskilde Kommune på 5,1 ton CO<sub>2</sub>, hvilket er et godt stykke under det nationale gennemsnit på ca. 8,4 ton (i 2018). Forskellen beror bl.a. på, at de landbrugs- og industrirelaterede emissioner er forholdsvist små i Roskilde Kommune, samt lavere emissioner fra transport, fordi man er en bykommune, og en kommune hvor kollektiv transport spiller en forholdsvist stor rolle.

## Scenarier

Fælles for de tre fremtidsscenarier er det forudsat, at der vil være en befolkningstilvækst på ca. 11,5 % i Roskilde Kommune i 2040 ift. 2016. Dette påvirker bl.a. efterspørgslen på el, varme og transportydelser.

I det følgende gennemgås kort fremskrivningerne for de enkelte sektorer og hovedindsatsområder, yderligere detaljer fremgår af de relevante kapitler i rapporten.

## Opvarmning

Varmeforsyningen i Roskilde Kommune domineres i dag af fjernvarme mens ca. 3 og 27 procent af opvarmningsbehovet dækkes af hhv. olie- og naturgasfyre.

Tabellen nedenfor viser de vigtigste variationer scenarierne imellem. Tiltagene i **SKEP-scenariet** afspejler handlingerne i den Strategiske Klima- og Energiplan om at udbrede varmepumper på abonnement, fortætning og udbredelse af fjernvarmenettet mv. Tiltagene i forhold til fjernvarmeforsyningen, fx udfasning af gasspidslast, vil Roskilde Kommune kunne fremme fx via en aktiv ejerstrategi for forsyningsselskaberne.

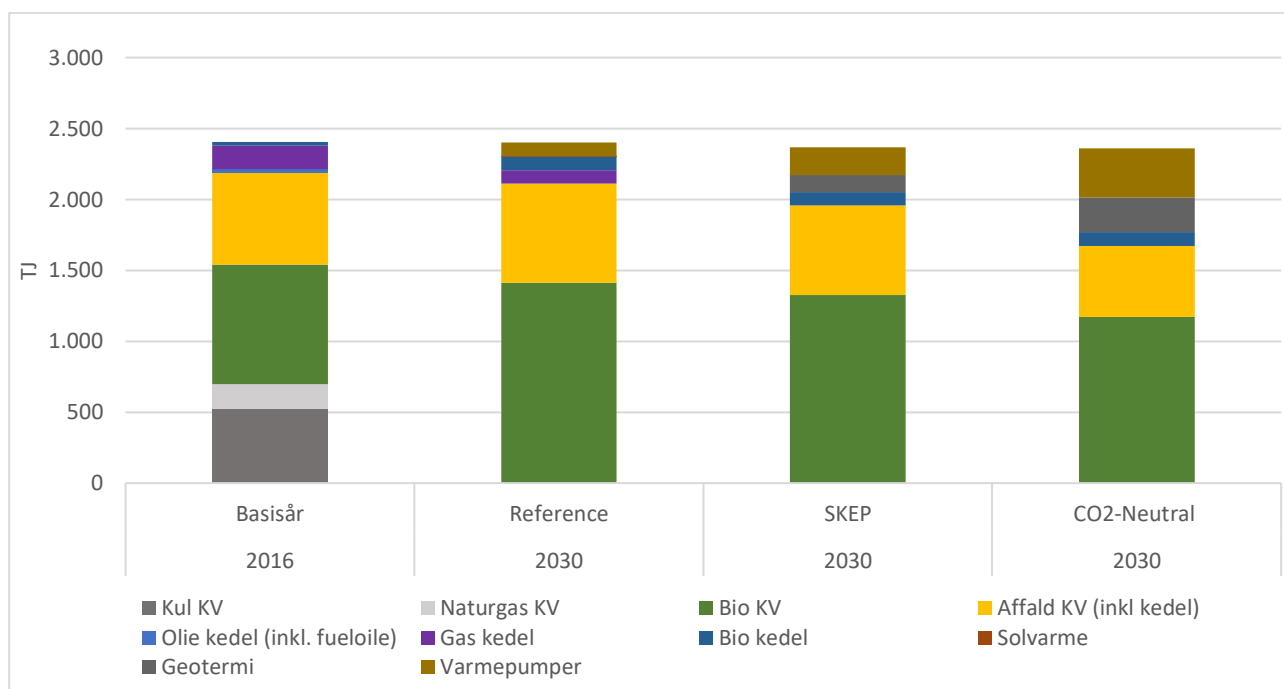
Reference	Strategisk Klima- og Energiplan	CO2-neutral
Fjernvarmeandelen fastholdes på nuværende niveau.	Udbygning af fjernvarmenettet.	Endnu kraftigere udbygning med individuelle varmepumper.
40 % gasfyr erstattes med varmepumper i 2030.	Yderligere udbredelse med individuelle varmepumper.	Affaldskraftvarme i fjernvarmeforsyningen reduceres yderligere og der etableres CO <sub>2</sub> -fangt og lagring på de resterende anlæg.
Kul- og naturgaskraftvarme udfases i fjernvarmeforsyning	65 % gasfyr erstattes med varmepumper i 2030.  Gasspidslast udfases i fjernvarmeforsyning og affaldskraftvarme reduceres	

### CO<sub>2</sub>-fangst og lagring og electrofuels

Inden for de sidste 1-2 år er der kommet stigende fokus på muligheden for at etablere CO<sub>2</sub>-fangst og lagring (CCS) i forbindelse affaldsforbrændingsanlæg, store industrielle anlæg og eventuelt biokraftvarmeanlæg. CCS står også højt på listen over de tiltag, Klimarådet peger på for at bringe Danmark det sidste stykke i mål med 70 % reduktionsmålet i 2030 – og netop affaldsforbrændingsanlæggene i hovedstadsområdet er grundet deres størrelse og kontinuerede produktion særligt velegnede til CCS. En anden mulighed er at bruge den indfangede CO<sub>2</sub> som byggesten til at producere electrofuels (også kaldet Carbon Capture and Utilisation, CCU). I maj 2020 har et konsortium med Ørsted i spidsen lanceret planer om produktion af store mængder brintbaserede brændstoffer på et anlæg i København, fx på Avedøre Holme eller på Amager. Anlæggets betydelige elforbrug skal komme fra en stor havmøllepark ved Bornholm.

På grund af usikkerheden omkring rammerne for CCS og electrofuels indgår disse teknologier ikke i **referencen og i SKEP**. I **CO<sub>2</sub>-neutralscenariet** antages CCS implementeret på affaldskraftvarmeanlæggene i hovedstadsområdet. Affaldet på forbrændingsanlæg består af en blanding af fossile materialer (primært plastik) og biogene fraktioner, hvor de biogene fraktioner regnes som CO<sub>2</sub>-neutrale. Når CO<sub>2</sub>'en fra affaldskraftvarmeanlæggene lagres, bidrager de derfor netto med en negativ CO<sub>2</sub>-udledning. Udbredelsen af CCS på forbrændingsanlæggene i hovedstadsområder forudsætter, at der fra statens side gives tilstrækkelige økonomiske incitament, samtidig med at de lokale aktører, dvs. affaldsselskaber, fjernvarmeselskaber og kommuner, sikrer opbakning og står for den faktiske implementering.

Affaldsaftalen fra 16. juni 2020 indeholder en vision om, at affaldssektoren skal være klimaneutral i 2030, og i energiaftalen om energi og industri mv. 2020 af 22. juni 2020 er der sat væsentlige beløb af til fangst, lagring og udnyttelse af CO<sub>2</sub> frem mod 2030. Aftalerne bestyrker således realismen i CO<sub>2</sub>-neutralitetsscenarioet.



Figur 1: Fjernvarmeforsyning i 2016 og i 2030 i de tre scenarier.

## Transport

På landsplan og i Roskilde Kommune står transportsektoren for omkring 30 % af den samlede drivhusgasudledning. For at nå reduktionsmålsætningerne for 2030 og 2040 er det derfor nødvendigt med en gennemgribende grøn omstilling af transportsektoren over en kort årrække. Elkøretøjer vil formentlig blive den langsigtede løsning inden for person- og varebiler, bybusser og godstransport over korte afstande. Til tungere transport og til transport over længere distancer og flysektoren, er der flere løsningsmuligheder, herunder fx biobrændstoffer og biogas eller electrofuels.

I **Referencen** gør Roskilde Kommune ingen specifikke tiltag for at facilitere elektrificering af vejtransporten. Det er forudsat, at de nationale rammevilkår for elbiler vil sørge for, at op mod 25 % af personbilflåden i 2030 kører på el.

I **SKEP-scenariet** er det antaget, at handlingerne i **Strategiske Klima- og Energiplan**, som underbygger elektrificering af transportsektoren, fx vedr. **Infrastruktur for ladestandere** vil bidrage til, at der i 2030 vil være 35 % elbiler i Roskilde Kommune.

I scenariet **CO<sub>2</sub>-neutral 2040** forudsættes det, at yderligere 5 procentpoint af personbilerne kan konverteres til el, så der i Roskilde Kommune i 2030 er 40 % elbiler. Dette vil formentlig kræve stærkere incitamenter fra national side.

I **SKEP-scenariet** er det desuden antaget, at Roskilde Kommunes handlinger omkring ændret transportadfærd vil medføre en 3 % reduktion i trafikarbejdet for personbiler i 2030 og 6 % i 2040.

### Landbrug og arealanvendelse

Roskilde Kommune har ca. 70% lavere landbrugsareal pr. indbygger end landsgennemsnittet. Skovarealet er også betydeligt lavere end landsgennemsnittet pr indbygger, og det samme gælder for andelen af søer, vandløb, enge og moser. Udledningerne fra landbrug og arealanvendelse kommer primært fra dyrkning og gødsning af landbrugsjord. Særligt dyrkning af organiske lavbundsjord medfører betydelige emissioner.

Det fremgår af Roskilde Kommunes Strategiske Klima- og Energiplan samt CO<sub>2</sub>-neutralitetsscenariet, at det skal undersøges, hvordan skovrejsning og ændret arealanvendelse kan medvirke til at nedbringe CO<sub>2</sub>-udledningen og samtidig skabe merværdi som for eksempel at etablere rekreative områder, øge biodiversiteten eller lave klimatilpasningstiltag. Skovrejsning og udtagning af organiske lavbundsjord udpeges også af Klimarådet som omkostningseffektive reduktionstiltag.

Det er forudsat at skovrejsning og udtag af lavbundsjord forløber ens i både **SKEP-scenariet og CO<sub>2</sub>-neutralitetsscenariet**, hvor skovrejsning og udtagning af lavbundsjord bidrager til at reducere udledningerne fra landbrug og arealanvendelse med ca. 15 % i 2030 og med ca. 55 % i 2040.

### Elforsyning

I scenarier for fremtidens grønne energisystem er det forventningen, at el bliver en endnu vigtigere energibærer end i dag. Det skyldes, dels de betydelige vedvarende energiresourcer fra solceller og vind på land og til havs – men også at el giver mulighed for en meget effektiv energiomsætning. Elmotorer er 3-4 gange mere effektive end benzin og dieselmotorer, og varmepumper er 3-4 gange mere effektive end olie- og naturgasfyr. Elektrificering indenfor opvarmning og transport vil føre til en markant forøgelse af elforbruget over tid. I CO<sub>2</sub>-neutralitetsscenariet sker der næsten en fordobling af elforbruget i 2040 sammenlignet med i dag.

Ved at øge elproduktionen fra vindmøller og solceller kan Roskilde Kommune være med til at sikre, at der er tilstrækkelig grøn el til at erstatte de fossile kraftværker og til at forsyne de nye typer af elforbrug, som kommer med elektrificeringen.

Af den Strategiske Energi- og Klimaplan fremgår det, at Roskilde Kommune vil understøtte udviklingen af vind- og solkraftproduktion ved at fremme projekter med lokal opbakning og via en strategi for solceller.

På baggrund af de kommunale handlinger og en kommende solcellestrategi er det vurderet, at solcelleproduktionen samlet stiger fra ca. 30 TJ (8000 MWh) i 2016 til 156 TJ (43.000 MWh) i 2040 i **SKEP-scenariet**. Desuden forudsættes en mindre stigning i produktion fra vindkraft. Samme udviklingen forudsættes i **CO<sub>2</sub>-neutralitetsscenariet**. Det skal bemærkes, at fremkomsten af billige bygningsintegrerede solcelleløsninger

potentielt kan løfte markedet for tagbaserede solceller markant, og udviklingen vurderes derfor at være behæftet med væsentlig usikkerhed.

I *referencen* forudsættes uændret produktion fra solceller og vindmøller.

## Resultater

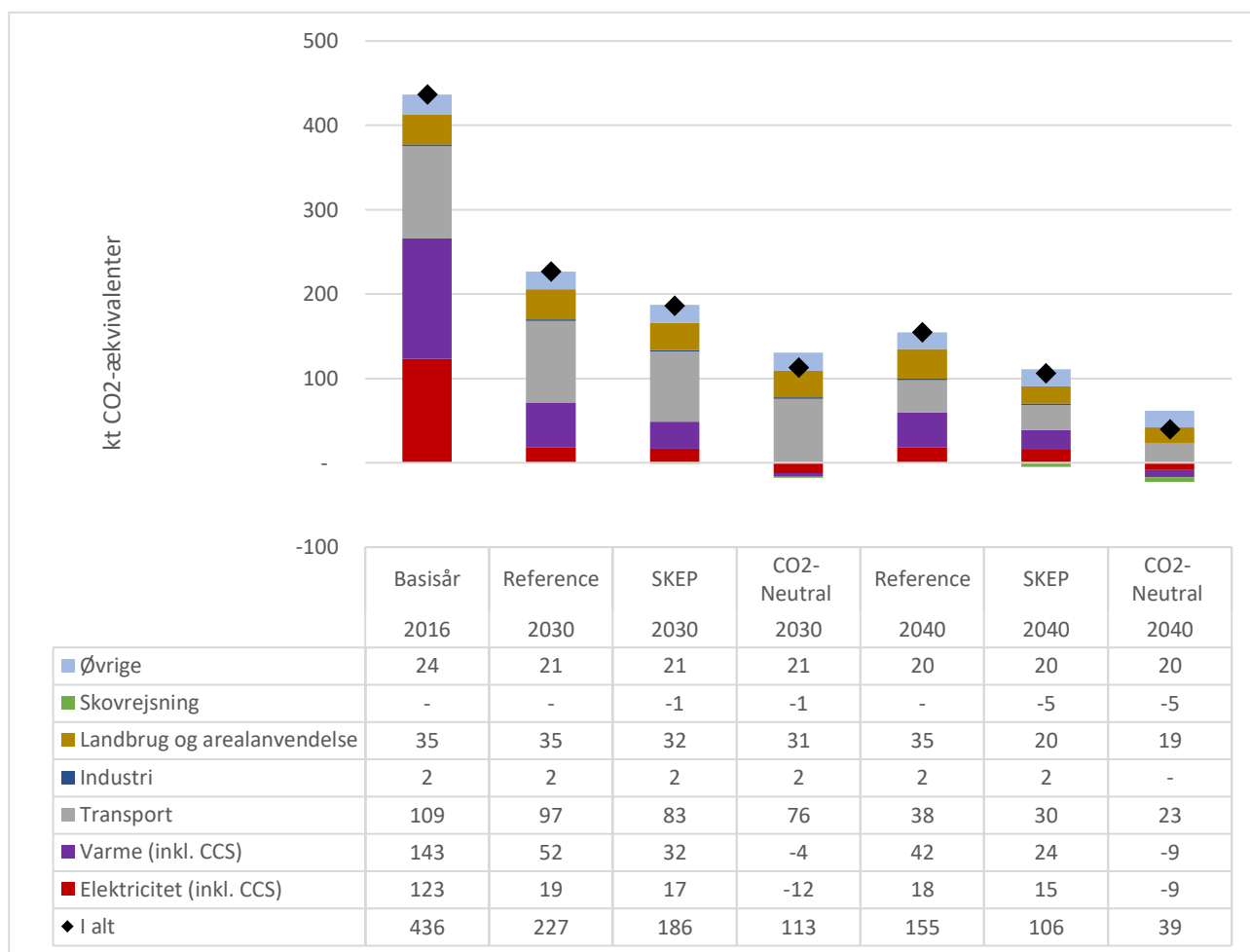
Allerede i referencescenariet sker der en reduktion i udledningen af drivhusgasser med 48 % frem mod 2030 sammenlignet med 2016. Udledningen ligger på ca. 227 kton i 2030 svarende til ca. 2,5 ton per indbygger. Til sammenligning skal den gennemsnitlige udledning ned på ca. 3,5 ton per indbygger på landsplan, hvis Danmark skal leve op til 70 % reduktionsmålet.

Det mest markante fald i udledningerne sker indenfor el- og varmforsyningen, hvor kul helt udfases, og der sker væsentlige reduktioner i anvendelsen af naturgas og olie. Reduktionerne skyldes dels de fortsatte konverteringer fra kul- og naturgaskraftvarme til biomassekraftvarme i hovedstadens fjernvarmesystem, dels udbygningen med bl.a. storskala havvind i det nationale elnet. Derudover forudsættes der en betydelig konvertering af gas – og særligt oliefyr til eldrevne varmepumper. I transportsektoren ses et svagt fald i udledningerne frem mod 2030, som hovedsagelig skyldes det øgede gennemslag af elbiler. Når reduktionen ikke er større, end det er tilfældet, hænger det sammen med, at der samtidigt forudsættes en betydelig vækst i trafikarbejdet.

I SKEP-scenariet reduceres udledningerne med yderligere ca. 40 kton i 2030 til i alt 186 som kton konsekvens af de handlinger, Roskilde Kommune og de strategiske samarbejdspartnere forventes at gennemføre. De største merreduktioner ligger indenfor opvarmning og transport samt i forbindelse med landbrug og skovrejsning.

I CO<sub>2</sub>-neutralscenariet reduceres udledningerne yderligere til i alt 113 kton i 2030 svarende til ca. 74 % reduktion sammenholdt med 2016.





Udledningen af drivhusgasser i 2016, i de tre scenarier for 2030, samt i CO<sub>2</sub>-neutralitetsscenariet i 2040.

I 2040 falder CO<sub>2</sub>-udledningen yderligere til netto 39 kton i CO<sub>2</sub>-neutralitetsscenariet svarende til en reduktion på 91 % sammenlignet med 2016. Opgjort per indbygger er udledningen 0,4 ton. Særligt transportsektorens udledninger reduceres betydeligt mellem 2030 og 2040 i takt med at eldrevne køretøjer for alvor slår igennem i bilflåden.

I CO<sub>2</sub>-neutralitetsscenariet er CCS på affaldskraftvarmeanlæg beregningsmæssigt anvendt som et væsentligt bidrag til komme tæt på nettonuludledning i 2040. En anden mulighed kunne, som førnævnt, være produktion af electrofuels, der kan fortrænge fossile brændsler i transportsektoren. Det er også en mulighed at øge reduktionspotentialen fra CCS ved at udvide CO<sub>2</sub>-fangst og lagring til også at omfatte biokraftvarmeanlæggene i hovedstadsområdet. Det skal desuden nævnes, at potentialen for CO<sub>2</sub>-fangst på affaldsforbrændingsanlæggene vil afhænge af en række forhold, bl.a. i hvilket omfang det vil lykkedes at nedbringe affaldsmængderne i hovedstadsområdet, i hvilket omfang import af affald fra udlandet vil blive tilladt samt af affaldets sammensætning, dvs. forholdet mellem den biogene og den fossile fraktion.

#### Følsomhedsanalyse: Betydning af plastudsortering

Scenarierne er opstillet inden vedtagelsen af affaldsaftalen af 16. juni 2020 (Klimaplan for en grøn affalds- sektor og cirkulær økonomi), som lægger op til 80 % udsortering af plast og 30 % reduktion i affaldsfor- brændingskapacitet i 2030. Der er i alle scenarier anvendt uændret CO<sub>2</sub>-emissionsfaktor for affaldsforbræn- ding. Som følge af den nyligt indgående aftale, er det imidlertid sandsynligt at CO<sub>2</sub>-faktoren for affald vil falde fremadrettet. For at belyse dette har vi undersøgt betydningen af at plastindholdet i affaldet, der går til forbrænding i hovedstadsområdet reduceres med 80 %. Konsekvensen er, at de samlede emissio- ner i Reference-scenariet falder til 197 kton i 2030 mod 227 kt med uændret CO<sub>2</sub>-faktor for affald. I SKEP-scenariet vil emissionerne være 159 kton i 2030 (mod 186 kt), mens der i CO<sub>2</sub>-neutralitetssena- riet, hvor der inddrages CCS, vil opnås yderligere reduktioner, så de samlede emissioner i 2030 er 85 kton (mod 113 kt). I CO<sub>2</sub>-neutralitetsscenariet 2040 ender den samlede udledning på 20 kt under anta- gelse af 80 % udsortering af plastaffald sammenlignet med en udledning på 39 kt, når emissionsfaktoren holdes uændret.

## **Opfyldelse af Roskilde Kommunes målsætninger**

### **Roskilde Kommune skal have en CO<sub>2</sub>-neutral el- og fjernvarmeforsyning i 2030**

På grund af den store satsning fra national side på udbygning med havvind og omstillingen til biomasse på kraftvarmeværkerne i hovedstadsområdet er el- og fjernvarmeforsyningen tæt på at være CO<sub>2</sub>-neutral i re- ferencen og i SKEP-scenariet. Der er dog fortsat en mindre CO<sub>2</sub>-udledning primært relateret til affaldsfor- brænding. I CO<sub>2</sub>-neutral scenariet, hvor det forudsættes, at affaldsforbrændingskapaciteten reduceres, og de resterende anlæg udstyres med CO<sub>2</sub>-fangst og lagring, opfyldes målsætningen om en CO<sub>2</sub>-neutral el- og fjernvarmeforsyning. Opfyldelsen af målsætningen er derfor afhængig af, at der fra national hånd skabes rammebetingelser for etablering af CCS og at Roskilde Kommune – og ikke mindst, at de strategiske samar- bejdspartnere på fjernvarme- og affaldsområdet implementerer CCS løsningen. Udsortering af plast i affal- det vil også bidrage til at opfylde målsætningen.

### **Roskilde Kommune skal have en CO<sub>2</sub>-neutral individuel opvarmning i 2035**

Naturgas er i dag en konkurrencedygtig opvarmningsform, mens det typisk vil kunne betale sig for ejere af oliefyr at udskifte dem til fx en varmepumpe. Udfasningen af oliefyr forventes derfor at ske af sig selv, mens der er behov for yderligere incitament fra national side for at udfase anvendelsen af naturgas. Nationale analyser har desuden peget på, at mange naturgaskunder vil være tilbageholdende med at skifte opvarm- ningsform. Roskilde Kommune kan understøtte omstillingen til CO<sub>2</sub>-neutral individuel opvarmning ved at fremme udbredelsen af fjernvarme og individuelle opvarmningsløsninger, som det planlægges i den Strate- giske klima- og energiplan. Selv med ændrede nationale rammer som følge af 70 % målet og indfrielsen af de lokale handlinger i den strategiske klima- og energiplan er det sandsynligt, at der fortsat vil være et min- dre andel naturgaskunder tilbage i 2035. Ved at konvertere deres gasforbrug til biogas vil det dog være mu- ligt at indfri målsætningen om en CO<sub>2</sub>-neutral individuel opvarmning i 2035.

## **Konklusion**

Sammenfattende peger scenarieanalysen på, at det er muligt at komme meget tæt på nuludledning i 2040. Det skal i den forbindelse bemærkes, at mens nogle reduktionsmuligheder forekommer meget sandsynlige fx omstilling til vedvarende energi i elsystemet og udfasning af kul og naturgas på kraftvarmeværkerne,

mangler vi endnu at se, at der fra national side skabes de nødvendige rammer for storskala udbredelse af eldrevne køretøjer, for udfasning af naturgasfyr og for etablering af CCS eller produktion af electrofuels på kraftvarmeværkerne i hovedstadsområdet. Skabes disse rammer – som også vil være en forudsætning for at opnå 70 % reduktion i udledningerne i 2030 på landsplan – vil muligheden for at indfri de lokale målsætninger være indenfor rækkevidde. Det skal samtidigt understreges, at der kan vise sig nye teknologiske muligheder frem mod 2040 og 2050, hvis betydning vi ikke kan vurdere her nu.