Område for Klima
Teknik- og Miljøforvaltningen

Energistrategi for København

Indhold

Del 1 – Energistrategien – en kort version 3
1.1 Om Energistrategi for København 3
1.2 Grundprincipper for fremtidens energisystem 7

Del 2 – Fakta og kontekst for strategien 9
2.1 Forsyningssikkerhed og et robust varmesystem 9
2.2 Omstilling af energisystemet 9
2.4 Fjernvarmesystemet 12
2.5 Elnet og elbehov 14
2.6 Decentral energiforsyning 16
2.7 CO_2-fangst 17
2.8 Bygninger 18
2.9 Bygas 19

Del 3 – Grundprincipper – forventninger og opmærksomhedspunkter 20
3.1 Varmeproduktion – affald, biomasse og spidslast 20
3.2 Decentral energiforsyning 22
3.3 Bygninger 23
3.4 CO_2-fangst 25
3.5 Elnet 26
3.6 VE-produktion 27
3.7 Kommunen som myndighed i omstillingen 28
3.8 Certifikater 29

Del 4 – Økonomi og forventet investeringsbehov 31
4.1 Lovmæssige rammer og variable omkostninger 31
4.2 Estimater af forventede investeringer og omkostninger 33
4.3 Andre muligheder for at fremme energiomstilling 37

Kilder 38

Bilag 39
Bilag 1: Aktørliste 39
Bilag 2. Teknologioverblik 40

Udarbejdet af: Område for Klima / Teknik- og Miljøforvaltningen / Redaktion: Københavns Kommune / Udgivelsesår: 2024
Papir: Vi trykker på miljøvenligt papir

Del 1 – Energistrategien – en kort version

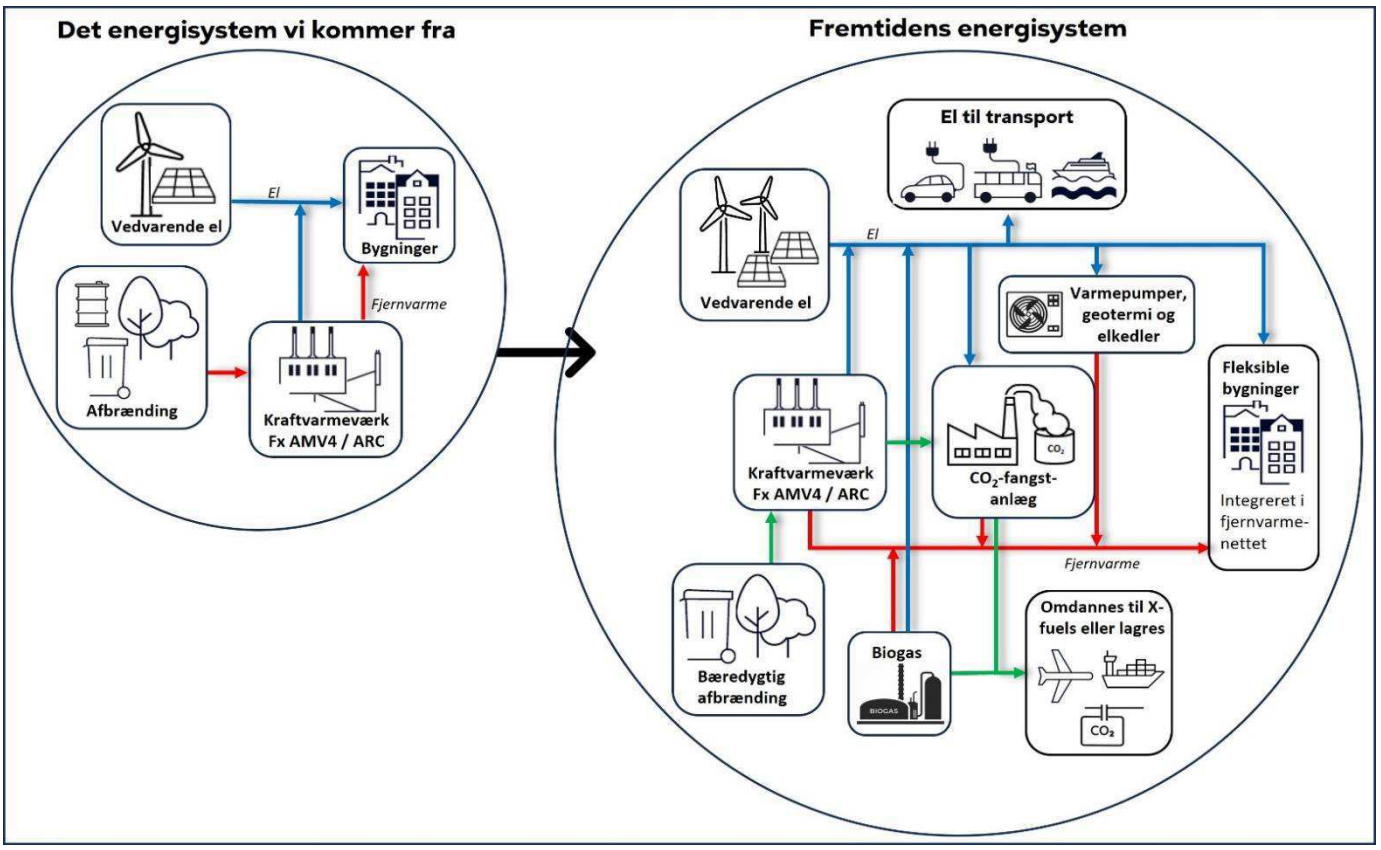
1.1 Om Energistrategi for København

Københavns Kommune vil med denne Energistrategi skabe de bedste betingelser for at realisere målet om klimapositivitet i København i 2035 med mindre anvendelse af træbaseret biomasse. Målet skal nås gennem en omstilling og udvikling af energisystemet med fokus på både økonomisk og klimamæssig bæredygtighed og høj forsyningssikkerhed.

Energistrategien sætter retningsgivende ambitioner gennem grundprincipper for en række faglige områder og omfatter både varmesystemet og elsystemet samt koblingen imellem energiproduktion og energiforbrug. Energistrategien skal understøtte Københavns Kommunes og energi- og forsyningsaktørers arbejde med omstilling af energisystemet mindst ti år frem.

Københavns Kommune har med ambitiøse mål i KBH2025 Klimaplanen skabt resultater for omstillingen af energisektoren. København har i 2022 reduceret udledningen af CO_2 med 74% i forhold til 2010. Særligt omstilling fra kul til biomasse har været afgørende for, at fjernvarmeforsyningen har ændret sig fra at være ca. 70% baseret på fossile energikilder i 1990 til i dag at være over 80% baseret på vedvarende kilder, primært bæredygtig biomasse. Biomasse er en god overgangsteknologi fra sorte til grønne energikilder, men afhængighed af en enkelt, importeret brændselskilde, potentiel ressourceknaphed, hensynet til biodiversitet samt teknologisk udvikling af konkurrencedygtige alternativer, ændrer fremover billedet.

Fremtidens energisystem bliver mere komplekst end det, vi kender i dag. Kendetegnet for energisystemet i perioden 2026-2035 forventes at være, at store forandringer sker, når flere teknologier skal skaleres, udvikles og integreres. Det gælder fx CO_2-fangst, geotermi, storskala varmepumper, elkedler, varmelagre, udbygget ladeinfrastruktur m.fl. Det er illustreret i figur 1 nedenfor. Samtidig vil der være flere aktører end i dag, som har ansvar for delelementer i energisystemet og ingen er pålagt en overordnet eller koordinerende rolle.



Figur 1. Fremtidens energisystem er komplekst og indeholder flere elementer end tidligere. Samtidig er systemet præget af mange forskellige aktører, hvor flere af energisystemets dele er internt afhængige.

Fremtidens samlede energisystem vil i høj grad være elektrificeret, hvilket stiller større krav til fleksibilitet mellem energiproduktion og -forbrug grundet fluktuerende vedvarende energi, behov for markant mere grøn strøm og at kapaciteten i elnettet kan håndtere et stigende elforbrug til både varmeproduktion, transport og almindeligt elforbrug.

Forventninger til elforbruget fremover ses i tabel 1. Det fremgår af tabellen, at elforbrug til varmeproduktion og transport forventes at vokse betydeligt og almindeligt elforbrug i byen kun stiger marginalt til trods for befolkningstilvækst og flere bygninger.

Københavns forbrug af fjernvarme frem mod 2045 forventes at være nogenlunde stabilt omkring 4.300 GWh årligt.

For at imødekomme dette fremtidige forbrug er der behov for nye løsninger, samarbejde og store investeringer bl.a. for at finde arealer i eksisterende by og i byudviklingsområder til placering af nye anlæg til både el- og varmesystemet.

Tabel 1. Forventet elforbrug i København. Kilde: HOFOR, COWI m.fl.

Elforbrug	2025	2030	2035	2050
Elforbrug – alm. (GWh)	2.300	2.400	2.500	2.600
Elforbrug – varmeproduktion (GWh)	130	600-1.000	700-1.000	900-1.300
Elforbrug – transport (GWh)	200-400	600-900	600-1.000	700-1.000
Elforbrug i alt (Gwh)	**2.630-2.830**	**3.600-4.300**	**3.800-4.500**	**4.200-4.900**

Hertil optimering af bygningsmassen til at kunne håndtere lavere fjernvarmetemperatur. Samtidig kan udvikling på ét område påvirke udvikling og investeringer på andre områder.

Økonomi og investeringer
Omstillingen af energisystemet vil kræve investeringer fra både offentlige og private selskaber, bygningsejere og Københavns Kommune og en stor del af omstillingen finansieres gennem varme- og elpriser samt tilslutningsbidrag.

Langt størstedelen af investeringerne ligger hos energi- og forsyningsselskaberne, som er styret af rammerne i el- og varmeforsyningsloven, forsyningsselskabernes økonomiske rammevilkår, herunder hensynet til investorer og kreditgiver. Københavns Kommune spiller en rolle i flere projekter, fx som garantistiller. Derudover spiller Københavns Kommune en stor rolle i at understøtte at projekter realiseres ved at muliggøre arealer til energianlæg, myndighedsbehandling mv.

Beslutninger om investeringer i store anlæg mv. skal træffes inden for en relativ kort tidshorisont for at kunne realisere ambitionerne og blive integreret i den langsigtede byudvikling. Investeringer og projekter er dog påvirket af en række variabler og ukendte faktorer. Det omfatter særligt brændselspriser og volatile elpriser, anlægsomkostninger og materialepriser, grundpriser samt usikkerhed i affaldsmarkedet og CO_2-markedet. Det er er særligt afgørende for CO_2-fangstprojekter, men også affalds prioritet i lastfordelingen. Hertil kommer uvished om hastigheden for fremtidig el-efterspørgsel og dermed behov for tilpasning af elnettet.

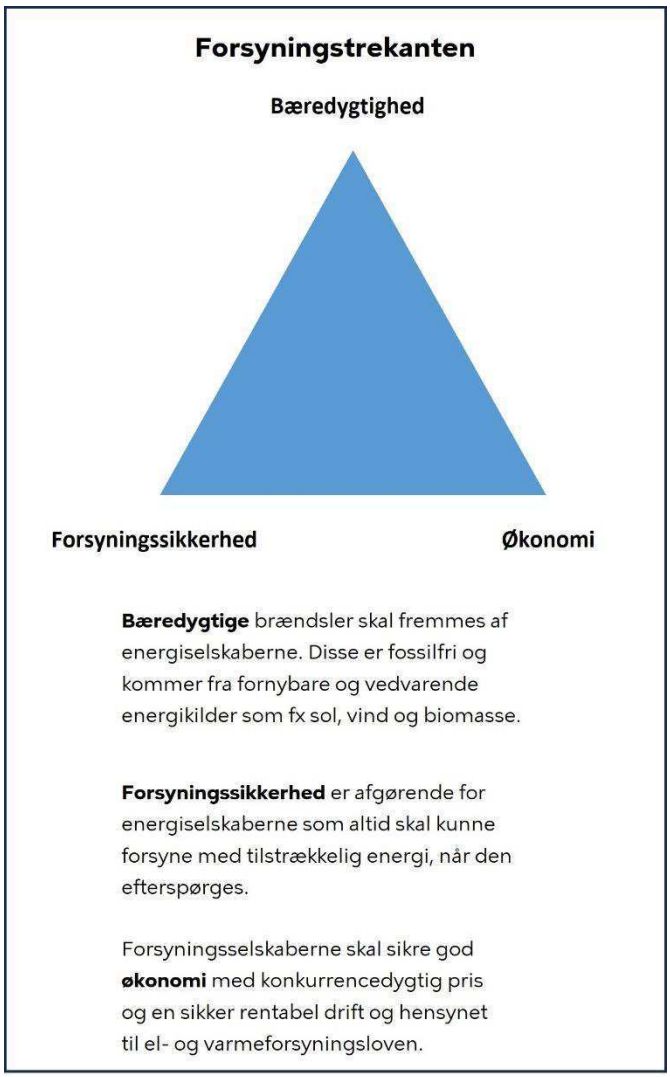
Derudover kan usikkerheder, omkring den teknologiske udvikling og rammevilkår samt eksterne, globale udfordringer fx krige, naturkatastrofer, politisk ustabilitet, inflation mv. påvirke risikovurderinger af de enkelte investeringer og hensynet til forsyningssikkerhed.

Da mange investeringer skal foretages samtidig – flere af samme aktører og mange med gensidige afhængigheder og førnævnte risici, hvilket giver øget porteføljerisiko og risiko for garantistilleren.

Forsyningstrekanten
Alle aktører på energi- og forsyningsområdet skal sikre balance mellem bæredygtighed, balanceret økonomi samt forsyningssikkerhed i udvikling af energisystemet.

Forsyningstrekanten (figur 2) er en illustration, der forklarer forholdene mellem disse tre parametre – ofte omtalt som grøn, sikker og billig forsyning. At lægge for stor vægt på enten bæredygtighed, økonomi eller forsyningssikkerhed, kan være på bekostning af de øvrige to parametre.

Hensyntagen til den rette balance påvirkes desuden af forsyningsselskabernes forpligtelser over for Forsyningstilsynet og for varmeselskaberne lovbetinget forpligtelse til at opretholde forsyningssikkerhed med den samfunds- og selskabsøkonomiske billigste løsning.



Figur 2. Forsyningstrekant

Energistrategien tager hensyn til denne balance i arbejdet for klimapositivitet og vil i arbejdet med Energistrategien have alle tre forhold for øje.

Energistrategisk Forum
Beslutninger om store investeringer skal ske inden for de kommende år for at igangsætte store etableringsprojekter, planlægge ift. byudvikling samt beslutninger om levetidsforlængelse af teknologi.

For at håndtere denne hastige udvikling med store afhængigheder og en bredere aktørkreds, har Københavns Kommune udviklet *Energistrategi for København* i samarbejde med de centrale energiaktører, som opererer i København.

Samarbejdet skal skabe de bedste betingelser for at omstille energisystemet og fremme de rette investeringer og indsatser på et oplyst grundlag om de øvrige – ofte afhængige - aktiviteter. Det vil sige bidrage til udviklingen af energisystemet i København mindst 10 år frem – og med perspektiver frem mod 2050.

Centralt for udviklingsarbejdet er Energistrategisk Forum, hvor aktører med energi- og forsyningsaktivitet i København deltager. ARC, Cerius-Radius, CTR, Energinet, HOFOR, Ørsted samt fra Københavns Kommune, Teknik- og Miljøforvaltningen og Økonomiforvaltningen har udgjort Energistrategisk Forum. Det er blandt disse aktører, størstedelen af omstillingen vil foregå og herfra de primære investeringer skal foretages.

Under udviklingen af Energistrategien har Energistrategist Forum igennem ti måneder sat den strategisk retning for og kvalificeret indholdet i strategien. Københavns Kommune har med afsæt i en rapport om Fremtidsbilleder for klimaet i København[1] identificeret ni temaer og derudfra etableret ni arbejdsspor, hvori udvikling af grundprincipper og faglige bidrag er foregået. Arbejdsgrupperne har tilknyttet fageksperter og andre aktører, hvor det har været relevant (se aktørliste i bilag 1). Energistrategisk Forum og øvrige involverede har bidraget med faglige input, fakta og strategiske overvejelser til Energistrategien. Københavns Kommune er afsender for Energistrategien.

For at implementere ambitionerne og grundprincipperne i Energistrategien vil Energistrategisk Forum fremover mødes en til to gange årligt og fortsætte arbejdet med at sikre koordination af udviklingen på energiområdet og konkret følge op på indholdet i Energistrategien. Det omfatter bl.a. andet også et koordinationsforum på operationelt niveau for el- og varmeplanlægning. Københavns Kommune er dog overvejende en faciliterende aktør i omstillingen af energisektoren, og beslutninger og investeringer primært ligger hos andre særligt blandt Energistrategisk Forums deltagerkreds. Mange af disse er gensidigt afhængige, hvorfor koordinering og videndeling er centralt for at lykkes – hvilket gør forummets fortsættelse relevant.

Da udviklingen af energiområdet ikke sker isoleret for København og aktiviteter og prioriteringer i Energistrategien har effekt ud over Københavns Kommune og i høj grad også påvirkes af, hvad der sker i omegnskommunerne, vil en relevant opgave for Energistrategisk Forum være, hvordan der i regi af Energistrategien kan arbejdes med en bredere koordinering og samarbejde om energiplanlægning på tværs af kommuner øvrige forsyningsselskaber og samarbejdsfora omkring hovedstaden.

Energistrategi som del af Klimaplan 2035
Energistrategien kan læses i selvstændig form og vil indgå som en del af Københavns Kommunes Klimaplan 2035.

Københavns Kommunes konkrete mål på energiområdet vil fremgå af Klimaplan 2035. Konkrete initiativer og aktiviteter, som Københavns Kommune skal udføre på energiområdet for at implementere strategien, vil fremgå af klimaplanens handleplan med alle initiativer for hele i Klimaplan 2035.

Energistrategiens opbygning
Energistrategien er bygget op om en række grundprincipper inden for de vigtigste områder i energisystemet, der omfatter varmeproduktion, elnet, CO_2-fangst, energiforbrug, bygninger og VE-produktion – herunder sektorkobling. Grundprincipperne angiver i hvilken retning, Københavns Kommune ønsker at arbejde sammen med de centrale aktører for at indfri ambitioner på energiområdet.

Energistrategien er opbygget med en del 1, der introducerer og sætter rammen, hvorefter de 19 grundprincipper præsenteres. Del 1 rummer overordnet en kort version af hele strategiens indhold. Del 2 beskriver fakta om energisystemet, som fungerer som en fælles forståelse for energistrategiens kontekst. Del 3 uddyber grundprincipper og de forventede udviklinger inden for hvert enkelt område, hvorefter del 4 beskriver de økonomiske

[1] *Operate, april 2023* Klimafremtidsbilleder 2035 (kk.dk)

forudsætninger og forventede investeringer i energisystemets omstilling.

1.2 Grundprincipper for fremtidens energisystem

Energistrategisk Forum har udviklet 19 grundprincipper for de 9 vigtigste områder for fremtidens energisystem i København. Grundprincipperne er retningsgivende frem til 2035 – enkelte steder frem til 2050.

Der arbejdes med disse retningsgivende principper frem for kvantificerede og faste målsætninger for at favne aktørkredsens forskellige, uafhængige og selvstændige interesser samt sikre en nødvendig fleksibilitet ift. udviklingerne på området særligt teknologisk, men også samarbejdsformer og forretningsmodeller. Grundprincipperne begrundes og forklares yderligere i strategiens del 3.

Biomasse i varmeproduktionen

1. Forbruget af træbaseret biomasse til fjernvarmeproduktion i Københavns Kommune reduceres frem mod 2035 i takt med, at der etableres tilstrækkelig eldrevet produktion af varme.

Affald i varmeproduktionen

2. Der sikres opmærksomhed på og hensyntagen til samspillet mellem affald- og varmesektorerne – særligt i lyset af liberaliseringen af affaldssektoren og overvejelserne om overgang til en prisbaseret lastfordeling i fjernvarmesektoren.

3. Import af udenlandsk affald giver mening ift. CO2-reduktioner i et globalt perspektiv, når affaldshåndtering og energiudnyttelsen er mere fordelagtig i København end afbrænding eller deponi i udlandet. Dette på trods af, at det isoleret set kan belaste Københavns Kommunes klimaregnskab.

Spids- og reservelast i fjernvarmsystemet

4. Der arbejdes mod fossilfri spidslast i 2035. Behovet for spids- og reservelast håndteres bl.a. med elkedler, bypass, grøn gas, varmelagre og fleksibilitetstiltag herunder fleksibelt varmeforbrug i bygninger. Som del af dette arbejder varmeselskaber og -producenter for, at lastfordelingen i fjernvarmesystemet værdisætter fleksibiliteten fra varmelagre, så det understøtter udbygningen for systemets bedste.

Decentral energiforsyning – placering af anlæg i byen

5. Energiforsyning i København kan kun sikres, hvis der er plads til varmepumper, elkedler, varmelagre og el-anlæg (fx netstationer og kabelskabe) i byen. Det skal sikres ved at energi- og forsyningsselskaber, grundejere og Københavns Kommune arbejder sammen om at placere og integrere anlæggene i byens funktioner og byrum. Placeringerne skal ske under hensyntagen til øvrigt byggeri, lokale borgere samt el- og varme-infrastrukturen. Hertil skal placeringerne være forenelige med Københavns Kommunes øvrige forpligtelser.

Bygningers rolle i energisystemet

6. Københavns Kommune arbejder for, at byens bygninger og energisystemet spiller aktivt sammen, så temperaturerne i fjernvarmenettet kan sænkes. Det gør systemet samlet mere energieffektivt og understøtter elektrificeringen, som forudsætning for at reducere biomasseforbruget. Det kræver renovering eller driftsoptimering af dele af bygningsmassen, så bygninger fortsat kan opvarmes tilstrækkeligt og samtidig opnå god afkøling af fjernvarmen.

7. Ansvaret for at klargøre bygninger og sikre samspil til energisystemet hviler i fællesskab på forsyning, energi-distribution, bygningsejere, bygningsbrugere og Københavns Kommune.

8. Gennem fokus på korrekt drift af ejendomme er ambitionen at få mest mulig ud af fjernvarmen, så samspillet med fjernvarmenettet styrkes og dermed giver værdi for det samlede net. Det vil øge energieffektiviteten, fleksibiliteten og derigennem give billigere og grønnere fjernvarmeproduktion og -distribution.

9. Adfærd, driftsoptimering og renovering er vigtigt, når der arbejdes med energioptimering af bygningsmassen. Herigennem reduceres både energispild og energibehovet. Det er hensigtsmæssigt, at omkostninger til investeringer i energioptimering og renovering vurderes i forhold til den samlede energibesparelse både for bygning, beboer og energisystemet.

10. Københavns Kommune vil muliggøre lokalt engagement fra borgere, mindre virksomheder og bygningsejere i den grønne omstilling og energisystemet. Det kan fx være i energifællesskaber om solceller eller ladestandere lokalt, så det er foreneligt med omstilling af det kollektive forsyningssystem.

CO_2-fangst

11. Københavns Kommune understøtter etablering af CO_2-fangstanlæg i København og mulighederne for samarbejde mellem flere aktører om fx infrastruktur med henblik på at skabe et godt forretningsmæssigt grundlag.

12. Overskudsvarme fra CO_2-fangst udnyttes i videst muligt omfang i fjernvarmenettet, når det er økonomisk fordelagtigt for fjernvarmesystemet.

13. Virksomheders salg af CO_2-certifikater anerkendes som væsentlige for finansiering af virksomhedernes CO_2-fangstprojekter og vil forventeligt udgøre en stor del af projekternes økonomiske grundlag.

Elnet – herunder el til mobilitet

14. Elnetselskaber og Københavns Kommune samarbejder for at fremme udbygning af elnettet til det øgede elbehov i byen. Det sker bl.a. ved at minimere tidsforbruget fra idé til realisering af projekter, der skal tilsluttes elnettet. Det opnås gennem et fast forum for løbende, gensidig orientering og dialog, givet den foranderlige markedssituation og behovet for koordinering af processer, tilladelser og sagsbehandling.

15. I Københavns Kommune arbejder elnetselskaber og brugere for effektiv udnyttelse af elnetkapacitet herunder også etableret ladekapacitet og elkedler tilsluttet med afbrydelighed, så behovet for udbygning minimeres. Dermed opnås mest mulig samfundsmæssig nytte af tidligere og nye investeringer i elnetkapacitet.

16. Københavns Kommune, elnetselskaber og ladeoperatører orienterer hinanden gensidigt om den geografiske placering af ladeanlæg og el-parkeringspladser i relation til elnet og byudvikling. Det omfatter, at forpligtende tilkendegivelser om konkret forbrug og placering meldes ind til Radius Elnet i god tid.

Vedvarende energi (VE) produktion

17. Københavns Kommune vil gennem HOFOR bidrage til den vedvarende energiproduktion med vind- og solenergi, som kan ske såvel inden for som uden for kommunens grænser. Der arbejdes for placeringer tættest muligt på København for at imødekomme ønske om at placere produktion tæt på forbruget. Realisering af VE-målet understøtter elektrificering af København.

Kommunen som myndighed i omstillingen

18. For at fremme udbygning af grøn infrastruktur vil Københavns Kommune arbejde for bedst muligt at understøtte projekter, der udvikler el- og varmesystemet. Det kan fx ske gennem optimering af myndighedsbehandling, godkendelse af byggesager, lokalplandispensationer eller -ændringer. Faste drøftelser mellem kommunens forvaltninger, elnetselskaber og varmeselskaber til desuden sikre en mellem- eller langsigtet afstemning af forventninger og planer til forsyningsudbygninger.

19. Københavns Kommune vil arbejde for at samtænke planforhold i kommuneplan og relevante lokalplaner med infrastrukturbehov til CO_2-fangst, elnet, elkedler, varmelagre og varmepumper mv. herunder muliggøre etablering af el- og varmeforsyningsanlæg i byudviklingsområderne såvel som i den eksisterende by.

Del 2 – Fakta og kontekst for strategien

Denne del af energistrategien opridser en række fakta og beskrivelser af energisystemet, som er afsættet for den udvikling, vi står overfor. Fakta er naturligvis ikke statisk for de kommende 10+ år, men er en fælles forståelse for energistrategiens kontekst.

2.1 Forsyningssikkerhed og et robust varmesystem

Et varmesystem hvor varmeproduktionen er domineret af én enkelt kilde er sårbart ift. store prisudsving og dermed at kunne opretholde stabil økonomi, som på sigt kan udvikle sig til ustabil forsyningssikkerhed. Store prisudsving så vi med gaspriserne i 2022 efter Ruslands angreb på Ukraine. Hvis et brændsel er svært tilgængelig, bliver systemet udfordret i forhold til at levere tilstrækkelig varme og den leverede varme risikerer at blive meget dyr.

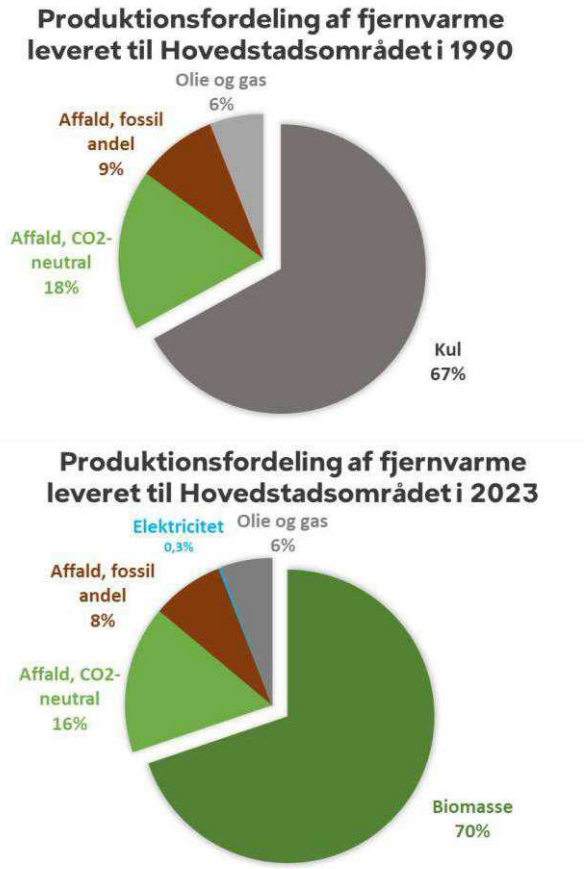
I et flerstrenget system anvender man forskellige tilgængelige varmekilder. Tidligere har hovedstadsområdets fjernvarmesystem primært været baseret på ét brændsel. I 1980'erne var det kul og de seneste ca. 15 år er det skiftet hovedsageligt til biomasse. Fordelingen fremgår af figur 3.

Med Energistrategien sigtes mod et varmesystem med en mere ligelig fordeling mellem tre hovedkilder: el, affald og biomasse. Ved at reducere forbruget af biomasse samtidig med, at elbaseret varmeproduktion øges, kan der opnås en fordeling hvor de tre brændsler – el, biomasse og affald – bruges, når de er billigst, samtidig med at en høj forsyningssikkerhed sikres.

Energinet har ansvaret for elforsyningssikkerheden i Danmark, som generelt er høj i international sammenligning. For at Energinet kan opretholde forsyningen til forbrugerne, sikrer Energinet som hovedregel flersidig forsyning til forbruget.

Det betyder, at der er flere forbindelser til et punkt i nettet, så en anden forbindelse "kan tage over", hvis det er nødvendigt. Det samme gælder på distributionsniveau af Cerius-Radius.

Med forbrugsfremskrivninger er der planlagt projekter til at imødekomme fremtidige behov, men



Figur 3. Produktionsfordeling af fjernvarme i 1990 og 2023.
Kilde: Hovedstadens Miljødeklaration 1990 og 2023

disse fremskrivninger kan ændre sig og dermed det konkrete netudbygningsbehov for at opretholde forsyningssikkerged. Derfor er gensidig tidlig dialog for at kunne opretholde elforsyningssikkerhed centralt.

2.2 Omstilling af energisystemet

Behovet for en strategisk tilgang til planlægning af fremtidens energisystem understreges af, at udviklingen i energisystemer påvirkes af interne afhængigheder, hvor forskellige aktører er ansvarlige for forskellige dele. Herunder beskrives sammenhængen og afhængighederne.

Det er vigtigt at understrege, at der også er modsatrettede afhængigheder. Derudover spiller det sammen med det stigende elbehov, der skal dække det klassiske elforbrug samt elektrificering af transport- og varmesystemet samt tab af elproduktion, til byens borgere. Frem mod 2035 kan Københavns elbehov vokse til ca. 4.000 GWh, og

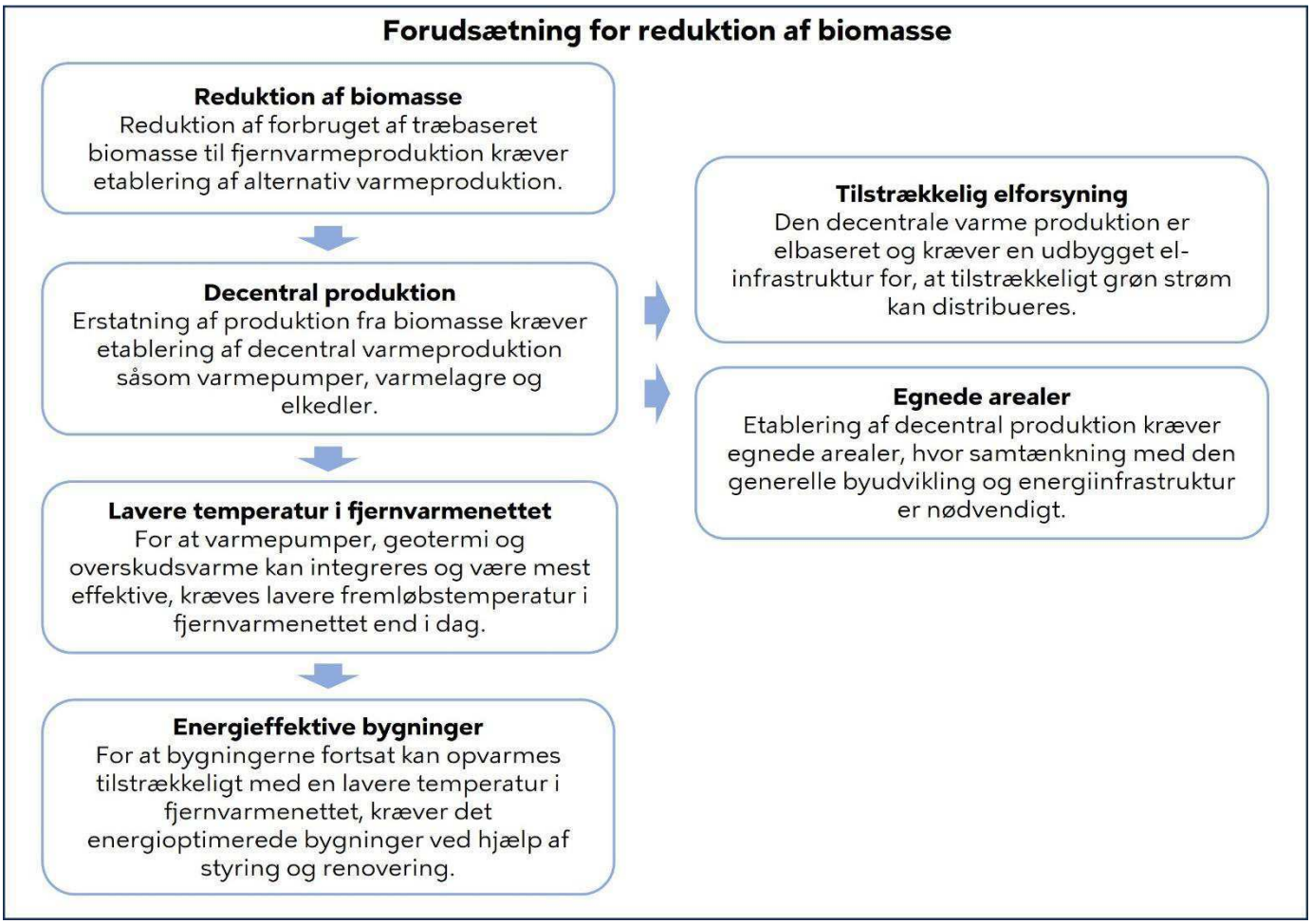
frem mod 2050 op til ca. 5.000 GWh, som er lidt over en fordobling sammenlignet med i dag[2].

De interne afhængigheder kommer især til udtryk i arbejdet med en reduktion af biomasse i fjernvarmeproduktionen. Som illustreret herunder (figur 4) forudsætter reduktion af biomasseforbrug etablering af elbaserede teknologier som fx varmepumper og elkedler placeret på lokale arealer decentralt i København. De elbaserede teknologier kræver desuden også, at el-infrastrukturen er udbygget, hvilket også kræver plads i byen.

Hertil er det en yderligere forudsætning, at temperaturen i fjernvarmenettet skal sænkes for at sikre effektiv decentral produktion fra varmepumper og elkedler. Det kræver en energioptimering og renovering af bygningsmassen, så bygningerne kan opvarmes tilstrækkelig og sikre god komfort, selv når den distribuerede fjernvarme har en lavere temperatur.

Elbaseret varmeproduktion
Mindre varmeproduktion på biomasse og øget elektrificeret varmeproduktion vil lede til, at varmesystemet vil ændre sig fra at være elproducerende til at være elforbrugende.

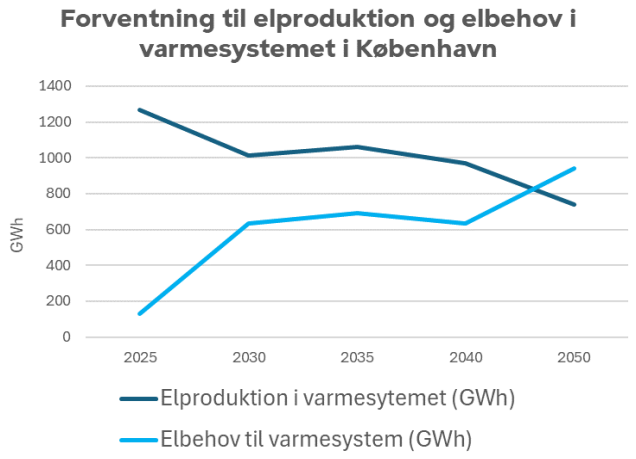
Det betyder, at der vil være en markant reduktion af den producerede el fra varmesektoren fra biomasseværkerne og en markant stigning af elforbruget til varmepumper, elkedler, CO_2-fangst mv. Elforsyningsbehovet til København vil stige betydeligt, og det vil kræve en markant udbygning af grøn elproduktion for at sikre, at elektriciteten er tilgængelig og baseret på vedvarende energikilder.



Figur 4. Forudsætning for reduktion af biomasse

[2] Energinet (2022), Ea Energianalyse 2023, COWI for Københavns Kommune 2024:

Den største forandring forventes at ske de første år frem til 2030, som illustreret i figur 5 nedenfor. Hastigheden for skiftet afhænger af, hvor hurtigt varmepumper, elkedler og øvrigt anlæg som varmelagre etableres og integreres i systemet og dermed, hvornår biomasseblokkene tages ud af drift.



Figur 5. Øget elbehov til varme i København. Varmesektoren i København ændrer sig fra at være elproducerende til elforbrugende frem mod 2050. Kilde: Ea Energianalyse, Scenarier for udvikling af energisystemet i Københavns Kommune, 2023

Fordele ved elektrificering af varmeproduktion
En udbygning med elbaseret varmeproduktion bidrager til et mere robust og fleksibelt fjernvarmesystem i forhold til i dag, som desuden er omkostningseffektiv og understøtter en øget sektorkobling med brug af mindre brændsel herunder biomasse og fossil spidslast.

Omkostningseffektiv i forhold til den samlede varmepris fordi det bliver muligt at producere billig varme på elbaserede kapaciteter, når elpriserne er lave og samtidig udnytte de situationer, hvor elpriserne er høje til at producere både el og varme på de biomassefyrede kraftværker.

Øget sektorkobling fordi elektrificeringen af fjernvarmesektoren giver bedre mulighed for at nyttiggøre den grønne strøm, der som forudsætning stadig skal produceres mere af. Desuden kan fjernvarmesystemet ved hjælp af varmelagre være med til at tilbyde lagring af energien og balancering af elnettet (systemydelser) – dvs. mellem forbrug og produktion, som elsystemet i sig selv har vanskeligt ved.

Reduktion af fossil spidslast fordi især elkedler kan levere stor varmeproduktion hurtigt. Og sammen med varmelagre kan de dække endnu flere timer ved at kunne lagre varmen produceret ved lave elpriser.

Flerstrenget fordi et varmesystem baseret på flere forskellige kilder er mere robust overfor ændringer i eksterne faktorer som fx leveringsvanskeligheder og prisudsving for biomasse, el eller gas.

Elektrificering er nødvendig for at reducere biomassebaseret varme
For at få et billede af forventet elbaseret kapacitet vurderes det på baggrund af en række antagelser og med afsæt i en økonomisk optimeret modelforventning, at det er muligt at reducere andelen af biomasse til el- og varmeproduktionen i hovedstadsområdet til ca. 1/3 af varmemikset i perioden 2026-2035[3].

Dette forudsætter, at det lykkes med at etablere varmepumper i omegn af 900 MW i hele hovedstadsområdet, hvori 300+ MW skal realiseres i København og herudover elkedler, varmelagre og geotermi.

En sådan elektrificering af varmesektoren er under forudsætning af, at der er tilstrækkelig el baseret på vedvarende energi til rådighed. Det vil kræve en markant udbygning af både elnettet og den grønne strøm i 2025-2035 perioden.

Udbygning af et stort og fleksibelt elforbrug i varmesektoren vil samtidig gøre forretningsgrundlaget stærkere for en endnu større udbygning af VE-strøm i Danmark. I en mellemperiode er der dog risiko for ubalancer mellem VE-produktionen og el-efterspørgslen, fx hvis store VE-projekter bygges før forbrugssiden følger med eller omvendt.

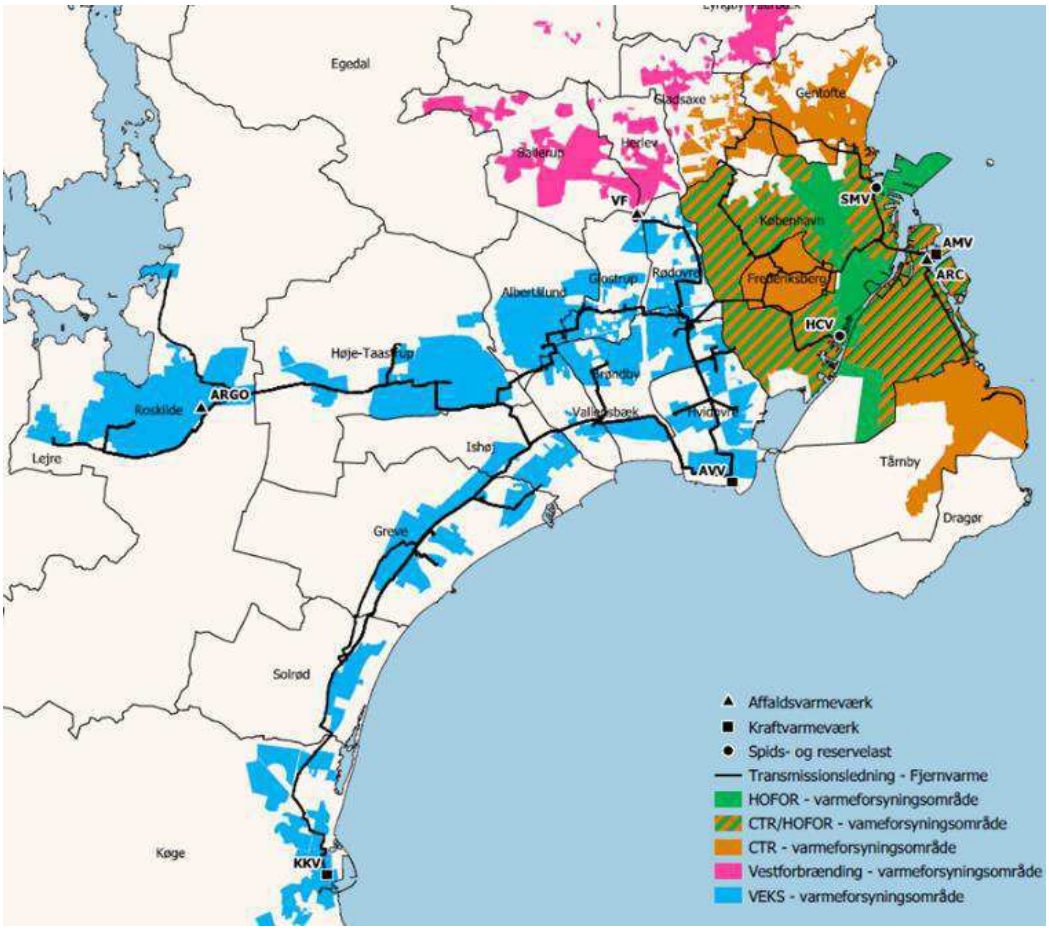
[3] Ea Energianalyse, *Scenarier for udvikling af energisystemet i Københavns Kommune*, 2023

2.4 Fjernvarmesystemet

Fjernvarmesystemet i hovedstadsområdet dækker i dag 17 kommuner og bestiller samlet 8.800-9.500 GWh varme om året, hvori København alene forbruger ca. 50% af varmen.

Varmen kommer primært fra få kraftvarmeværker baseret på hhv. biomasse og affald. Der er seks biomassefyrede kraftvarmeblokke i hovedstadsområdet med en samlet kapacitet på ca. 1.790 MW.

To blokke ligger inden for Københavns Kommune: Amagerværket Blok 1 og Amagerværket Blok 4. Følgende tabel opsummerer de seks biomassebaserede kraftvarmeanlægs idriftsættelse og kontraktudløb, samt deres varme- og el-kapacitet.



Figur 6. Fjernvarmesystemet i Hovedstadsområdet. Kilde: Fremtidens Fjernvarme i Hovedstadsområdet 2050

Tabel 2. Oversigt over varmekontrakter på biomasse kraftvarmeværker (Kilde: HOFOR, CTR)

Anlæg	Idriftsættelse, Kontraktudløb*	Varme-kapacitet (MW)	Elkapacitet (MW)
Køge Kraftvarme	1987/1999 – ukendt	51 (60)**	8,5
Avedøreværket, Blok 1	1990-2033	360	258
Avedøreværket, Blok 2	2001-2027	460 (540)***	375
Avedøreværket, Blok 2, Halmkedel	2026 - 2040	57 (100)**	35,5
Amagerværket, Blok 1	2010-2029	277 (343)**	68
Amagerværket, Blok 4	2019-2049	392 (540)**	150

*Anm. * kraftværksblokkenes teknisk-økonomiske levetid kan være længere end kontrakterne særligt hvis der kan gennemføres rentable levetidsforlængelser.*
*Anm. ** Med bypass af turbinen kan anlægget opnå en maks. varmeproduktion*
*Anm. *** Med anvendelse af gasturbine*

Ejerne af kraftværksblokkene er forpligtet af varmekontrakter indgået mellem energiproducenterne og varmekøberne. Ved kontraktudløb drøftes blokkens fremtid, herunder eventuel lukning. Amagerværkets Blok 1, som HOFOR Energiproduktion ejer, og Avedøreværkets Blok 1, har kontraktudløb inden 2035 - hhv. 2029 og 2033.

Affaldsforbrændingsanlæg
I hovedstadsområdet findes der 3 affaldsforbrændingsanlæg, nemlig ARC, Vestforbrænding og ARGO, hvor ARC ligger i København. ARC producerer el og varme. Den samlede kapacitet på de tre anlæg er ca. 493 MW varme (ca. 508 MW inkl. bypass). Affaldsforbrænding udgør i dag ca. 1/4 af varmeproduktionen i hovedstaden.

Disse anlæg energiudnytter affald fra både Danmark og fra EU, som kan komme fra forskellige affaldsfraktioner fx restaffald fra husholdninger og erhverv, importeret affald, biomasseaffald (fx vedholdig del af have- og parkaffald og affald fra skovbrug). Der energiudnyttes ikke affald, som kan genanvendes, men i restaffaldet indgår også affald, der ikke er blevet sorteret tilstrækkeligt. Det er biogent affald såsom pap og madaffald og en mindre andel fossilt affald fx plast.

De affaldsfraktioner, som afbrændes og energiudnyttes, har forskellig andel af fossilt indhold og dermed CO_2-udledninger fra forbrændingen. Tendensen er øget sortering, genanvendelse og dermed en mindre andel plast i vores husholdningsaffald, som genererer fossile udledninger ved forbrænding.

Spidslast
Der findes mindre varmeproduktionsanlæg i hovedstadsområdet, som primært anvendes i de kolde dage, hvor varmebehovet er stort i en kort periode (fx mellem kl. 06-09 eller mellem kl. 17-20). Disse anlæg kaldes 'spidslastanlæg' og anvender typisk olie og gas, da de hurtigt kan opstartes og producere varme. De fungerer også som reservelastanlæg ved nedbrud på de store kraftvarmeblokke eller hydrauliske begrænsninger.

Kapaciteten af spids- og reservelastkedler i hovedstadsområdet er 2.293 MW. Kapaciteten er meget stor, endnu større end biomassekraftvarmeværkernes kapacitet, men disse spidslastanlæg kører relativt få timer årligt og bruges også til at opretholde forsyningssikkerhed. I fremtiden forventes det, at en større del af spidslastkapaciteten er baseret på fossilfrie kilder fx el eller biogas.

Spidslastproduktion fylder kun ca. 5% af fjernvarmemikset, men repræsenterer ca. halvdelen af CO_2-udledningerne i hovedstadens varmesystem. De nuværende spidslastanlæg, forventes at blive erstattet af fossilfri varmeanlæg såsom elkedler assisteret med varmelagre.

Varmelagre
Varmelagre gør det muligt at gemme varme fra et tidspunkt til et andet, så varmeproduktionen ikke er bundet til at blive produceret samtidigt med, at det forbruges. Varmelagre er ikke en varmeproduktionsteknologi som sådan, men en infrastruktur-forbedring.

I takt med, at varmesystemet bliver tættere koblet til elmarkedet, vil de fluktuerende elpriser gøre det mere attraktivt at etablere varmelagre. Både for at gemme varme fra kraftvarmeværker, der producerer strøm ved høje elpriser og for at gemme varme fra varmepumper og elkedler, der kan producere

billig varme ved lave elpriser. På den måde bidrager varmelagre med en fleksibilitet i fjernvarmesystemet, som kan understøtte integrationen af vindkraft og solceller i elsystemet.

Den optimale størrelse på en konkret varmelagre for fjernvarmesystemet kommer an på varmeaftaget i den givne placering, men højden er i omegn af 20-40 meter med 15-25 meter i diameter. Det vurderes, at der skal etableres 1-5 varmelagre i København frem mod 2035. Det afhænger desuden af valg af teknologi for varmelageret.

Varmelastfordeling i hovedstadsområdet
Lastfordeling er et udtryk for, hvordan varmeproduktionen i fjernvarmesystemet dagligt tilrettelægges, så den altid bliver produceret på de billigste anlæg. I hovedstadsområdet er varmeproduktionen tilrettelagt af *Varmelast*, der er et samarbejde mellem transmissionsselskaberne CTR og VEKS samt distributionsselskabet HOFOR Fjernvarme.

Den nuværende metode for lastfordeling sker ved, at Varmelast vurderer de samlede omkostninger til el- og varmeproduktion på de anlæg i hovedstadsområdets fjernvarmesystem, som indgår i lastfordelingen. Der arbejdes dog på et projekt til vurdering af lastfordeling på baggrund af anlæggenes varmepriser. Dette med henblik på, at fremtidssikre lastfordelingen så den understøtter bl.a. nye teknologier i fjernvarmesystemet, bedre sektorkobling og lavere varmepriser.

Varme fra forbrænding af affald er i dag prioriteret i varmelastfordeling. Affaldsvarme, herunder eksplicit også varme fra importaffald, er prioriteret mhp. at udnytte kommunernes investeringer i affaldsforbrændingsanlæg bedst muligt.

Affaldsvarme har også typisk været den billigste varmekilde, da affaldsforbrændingsanlæg modtager en gebyrbetaling fra kommunerne for at behandle deres affald. Derudover konkurrerer de store biomasse kraftvarmeanlæg, en række spidslastanlæg samt decentrale anlæg såsom varmepumper om at producere varme til resterende efterspørgsel.

Biomassevarme er i dag den næst-billigste varmekilde efter affald i hovedstadens fjervarmesystem – endda billigere på nogle tidspunkter. I den nære fremtid, når varmepumper og elkedlerne etableres, forventes det, at elbaseret varmeproduktion prismæssigt vil kunne konkurrere med biomassevarme og affaldsvarme på nogle tidspunkter, og dermed have forrang i varmelastfordeling - med forbehold for den fremtidige prioritering af affaldsvarme. Hvis det lykkes at etablere varmepumper på rette placeringer med gode kildegrundlag, forventes det at kunne udkonkurrere en del af varmeproduktion fra biomasse[4].

2.5 Elnet og elbehov

Der er derfor et stort behov for vedvarende el i nettet. Elforbruget i Danmark forventes at være mere end fordoblet allerede frem mod 2040.

I København forventes der at kunne være et netto elforbrug i omegn af 700-1.000 GWh i varmesektoren frem mod 2035 og op til 900-1.300 GWh i 2050. I dag er varmesektoren i sig selv elproducerende. Der forventes et elbehov til transport på 700 GWh til vejtransport i København og herudover el til ikke-vejgående maskiner, tog og landstrøm på 500 GWh i 2050[5], som illustreret i figur 7 (næste side).

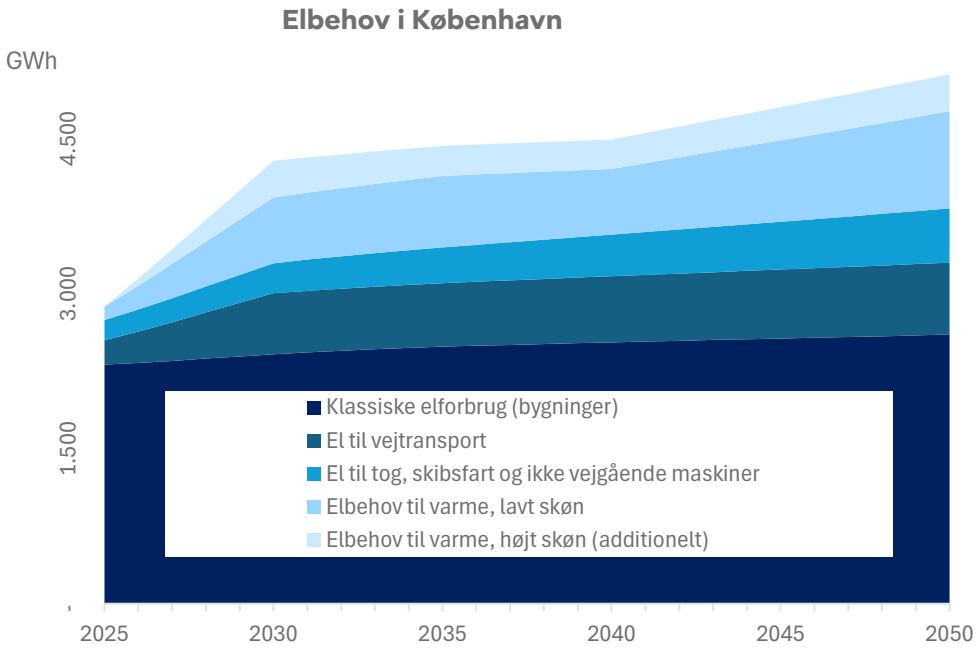
Transportsektoren er kendetegnet ved stor spredning i størrelser, transportmønstre og forretningsmodeller. Elektrificering vil have implikationer for organiseringen af den enkelte transportvirksomhed såsom kørselsruter og hvor køretøjerne parkeres om natten. Elbaseret transport er i hastig udvikling både hvad angår teknologi og forretningsmodeller.

Det medfører større uvisheder om de specifikke behov på langt sigt. Der er i disse år desuden en skærpet konkurrence om positionering på markedet for ladeinfrastruktur, hvilket gør det svært bl.a. at vurdere fremtidige prisforhold.

Tidlig investering i eldrevne flåder medfører risiko for, at de forældes hurtigere, men er samtidig

[4] Ea Energianalyse, Scenarier for udvikling af energisystemet i Københavns Kommune, 2023

[5] COWI for Københavns Kommune 2024: Model for fremskrivning af elbehovet for mobiliteten mm i Københavns Kommune



Figur 7. Elbehov i København. Kilde: Ea Energianalyse 2023, COWI 2024 og Københavns Kommune

nødvendigt for at drive udviklingen. Der er en risiko for uhensigtsmæssig teknologisk fastlåsning (såkaldt lock-in) dog formodentligt størst for ladeinfrastruktur.

Københavns Kommune vil bidrage til det stigende behov for vedvarende el i nettet gennem HOFORs VE-indsats, som dog ikke forventes at kunne dække hele det nye elbehov i 2035, hvorfor vi er afhængige af VE-udbygning nationalt så den nationale ambition om 100% vedvarende energi i elnettet i 2030 bliver en realitet. Meget strøm vil blive produceret andre steder i landet og internationalt, hvilket stiller krav til transmissionsnettet. 100% grøn strøm i elnettet er afgørende for, at elektrificering af varmesektoren og transportsektoren giver mening.

Elnettets udbygning og finansiering

Opbygningen af elnettet kan sammenlignes med vejnettet. Energinet, som er en statsejet virksomhed, er ansvarlig for motorvejen, eltransmissionsnettet, mens eldistributionsselskaberne er ansvarlig for det øvrige – i og omkring København er det Radius Elnet. Hvor i elnettet de forskellige elforbrug tilkobles afhænger af deres effektbehov og elnettet i den lokale geografi.

Eldistributionsselskaberne er ansvarlige for udbygningen, men Københavns Kommune spiller som myndighed en væsentlig rolle for at sikre fremtidens elnet i København.

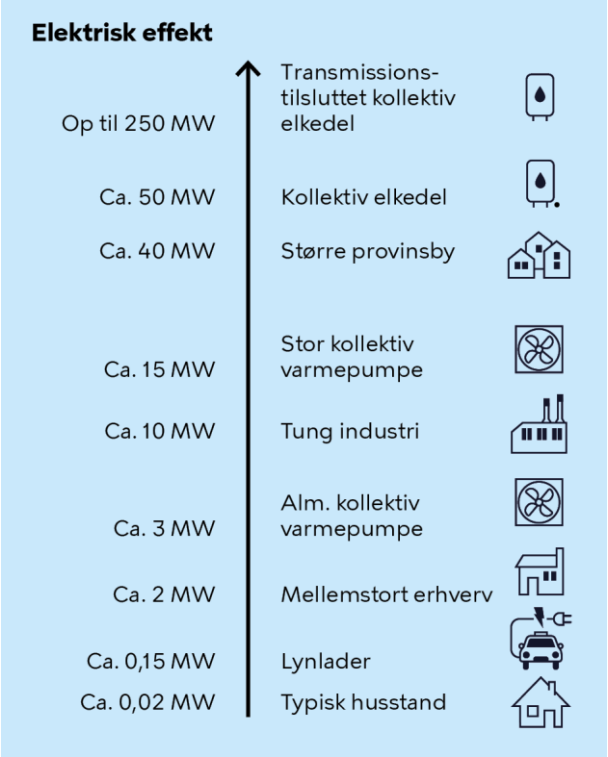
- Kommunen som planmyndighed skal godkende et givent projektforslag med hensyn til placeringen af ledninger og produktionsanlæg.
- Kommunen har direkte indflydelse på en lang række af de processer fx ændring af lokalplaner, udstedelse af landzonetilladelser, miljøvurderinger, byggetilladelser etc., som er fundamentale for, at projekter kan gennemføres og elnettet kan udbygges.
- Kommunen kan muliggøre plads til el-anlæg i byen.

Udbygning af elnettet er drevet af elbehovet fra store VE-anlæg, fjernvarme, industri, byudvikling og elbaseret transport, som skal tilsluttes og forsynes fra nettet. Tilslutning til elnettet kan være ligetil eller en mere kompleks proces alt afhængig af projektets type og størrelse.

Tilslutning af små forbrug kan oftest ske til allerede eksisterende anlæg, hvorimod tilslutning af store forbrug vil medføre etablering af et tilslutningspunkt i passende størrelse.

Fælles for alle tilslutninger er dog, at Radius Elnet skal have en aftale med forbrugeren omkring tilslutningen, inden der etableres et tilslutningspunkt til nettet, hvilket kan være udfordrende for udbygningen på grund af den hastigt stigende efterspørgsel, da vi ikke i alle tilfælde kender de konkrete behov og deres placering.

En central udfordring ved udbygningen elnettet er at undgå at udlægge det overalt uden præcis viden om placeringen af især de store forbrugs- og produktionssteder. Man risikerer, at omkostningerne eksploderer ved at dække alle områder samtidig med en risiko for ikke rettidigt at dække steder med reelt behov. Den hastige udvikling kræver en proaktiv tilgang for at vurdere behovet og mindske disse risici.



Figur 8. Elektrisk. Kilde: Dansk Fjernvarme og Cerius-Radius, Sæt strøm til Fjernvarmen, oktober 2023

Elnettets udbygning og vedligehold finansieres af elnettariffer, som skal være "rimelige og omkostningsægte" jf. Elforsyningsloven. Forståelsen af dette er nærmere fastsat på bekendtgørelsesniveau. Tariffer bruges også til at påvirke og flytte forbrug. Nye tarifmodeller gør bl.a. tidsdifferentierede tariffer til standard og introducerer effektbetaling for de højeste spændingsniveauer. Kunderne kan på basis af markedssignaler vælge at flytte eller undgå forbrug.

Alle elnetdistributionsselskaber er pålagt at udarbejde netudviklingsplaner hvert andet år med en 10-årig tidshorisont. Formålet er at skabe gennemsigtighed om fremtidig udvikling og behov i eldistributionsnettet. Planerne skal også indeholde de investeringer, der er planlagt for de næste fem til ti år og indeholde anvendelsen af fleksibelt elforbrug, energieffektivitet, energilagre eller andre ressourcer, som netvirksomheden vil bruge som alternativ til systemudvidelse. Ikke bare den samlede MW kapacitet, men også den geografiske placering er vigtig.

Forventede udvidelser omkring København
Eldistributionsnettet i København er i dag robust og tilstrækkeligt, men udviklingen i København går hurtigt. Netselskaberne, Cerius og Radius Elnet forventer at investere over 2 mia. kr. i eldistributionsnettet årligt i udbygning og reinvestering af distributionsnettet. En del af dette vil være i København.

Det vil derfor være synligt i bybilledet med øget graveaktivitet og etablering af mange netstationer og kabelskabe samt behov for arealer både over og under jorden. Radius Elnet har i dialog med større markedsaktører identificeret et potentielt kommende behov på omtrent 3.400 MW frem mod 2030 inden for Cerius-Radius samlede forsyningsområde. Ca. 480 MW af dette forventes for nuværende at være i København.

Det stigende elforbrug til fjernvarme indebærer en markant stigning i efterspørgslen på elektrisk effekt. Store el-drevne fjernvarmeanlæg såsom fx varmepumper og elkedler kan have et ekstremt højt effektbehov (op til 50 MW) og sandsynligvis endnu større kapaciteter op mod flere hundrede MW. Til sammenligning trækker Roskilde by ca. 40 MW, når elforbruget er på sit højeste.

2.6 Decentral energiforsyning

København har Hovedstadsområdets bedste potentialer for store varmepumper. Potentialerne er store langs havet ud til Øresund, ved havnen og ved spildevandsledning eller renseanlæg. Små og mellemstore varmepumper tilsluttet fjernvarmenettet vil kunne sikre en økonomisk fordelagtig udnyttelse af mindre varmekilder, som fx overskudsvarme, og de fylder og støjer mindre end de store. Disse skal især kunne indpasses på en god måde i byens rum, hvad angår funktion og arkitektur samt overholdelse af støj- og sikkerhedskrav.

HOFOR har en ambition om at etablere 300 MW varmepumper frem mod 2033 samt 550 MW elkedler. Den samlede udbygning af HOFORs ambitioner for varmepumper og elkedler vil samlet set kræve en el-effekt på ca. 625-650 MW ved

maksimal varmeproduktion. Elkedler producerer 1 MW varme pr. 1 MW el, mens varmepumper producerer 3-4 MW varme pr. 1 MW el. Elkedler forventes helt eller delvis at tilkobles elnettet med afbrydelighed og således anvende den redundans i elnettet, der sikrer elforsyningssikkerheden.

Geotermi

Geotermi er en kilde, der kan forsyne en varmepumpe, der således kan levere varme til fjernvarmenettet. Der er endnu ikke et fungerende geotermi-anlæg i eller omkring København. Innargi, som er den operatør, der har vundet tilladelse til efterforskning og indvinding af geotermisk energi i hovedstadsområdet, har lavet en undersøgelse der viser, hvor der er muligheder for at indvinde geotermisk varme.

Det viser sig, at hovedstadsområdet har godt potentiale inklusive i København, særligt i den nordøstlige del af byen. Innargi har, af potentiale- og arealmæssige grunde, valgt først at fokusere på aktiviteter tre steder i CTRs område uden for Københavns Kommune forudsat enighed om pris og vilkår, som endnu ikke er fastlagt. Efterfølgende kan arbejdet på lokationer i Københavns Kommune påbegyndes. Anlægsfasen af geotermi-anlæg kræver et stort areal – ca. 6.000 m^2. Når anlægget er bygget, kræver det kun 5-600 m^2 til en varmepumpebygning.

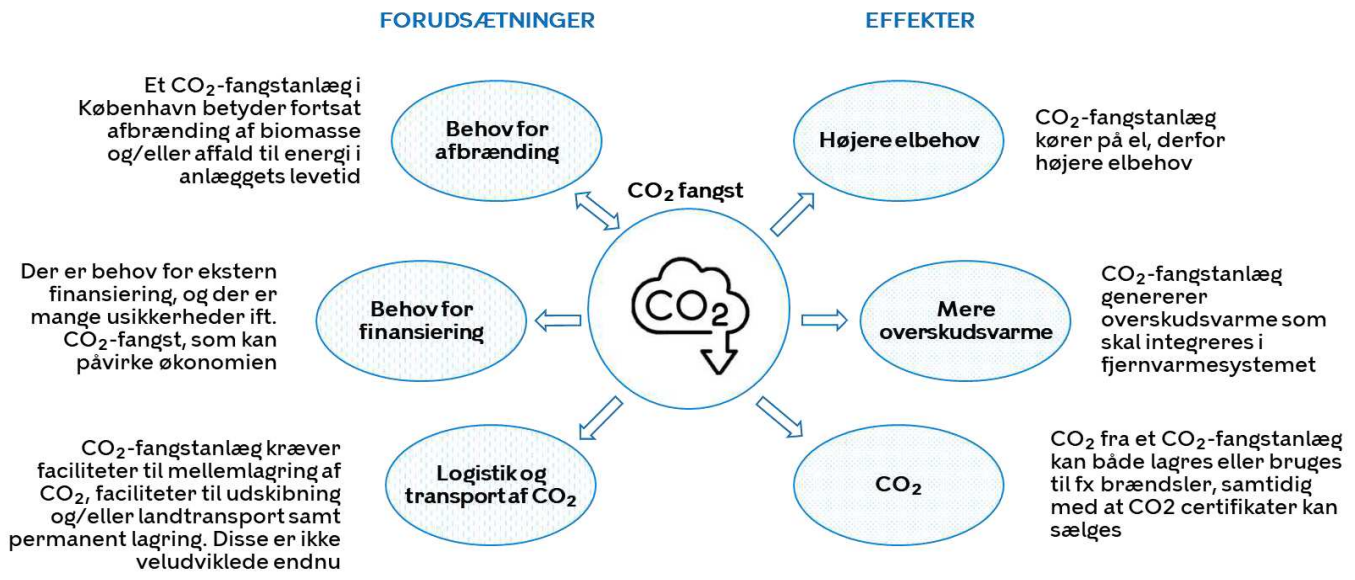
2.7 CO_2-fangst

CO_2-fangst og lagring – også kendt som Carbon Capture and Storage (CCS) – er en proces, hvor CO_2 fra afbrænding fanges og dernæst lagres i undergrunden.

I København er der mulighed for at etablere CO_2-fangst-anlæg på ARC og Amagerværkets blok 4. På disse to enheder er der samlet mulighed for at fange en betydelig del af de 1.500.000t CO_2, der udledes om året. Det omfatter både biogene og fossile udledninger. CO_2-fangst i stor skala er en forudsætning for at sikre klimapositivitet i København i 2035 for at kunne indfange de forventede CO_2-restudledninger.

I andre steder af hovedstadsområdet, arbejdes der også med etablering af CO_2-fangst. Ørsted vandt det statslige udbud fra 2023 og er i gang med at etablere et CO_2-fangstanlæg på Avedøreværket. Andre selskaber i hovedstadsområdet arbejder for muligheden for at etablere CO_2-fangst herunder Vestforbrænding og ARGO.

Etablering af CO_2-fangst kræver en række forudsætninger, som er illustreret i figur 9. For det første, kræver CO_2-fangst afbrænding for at kunne indfange udledninger. Derfor fastlåser investering i et CO_2-fangstanlæg afbrænding i en vis periode for at kunne opretholde en fornuftig økonomi i projektet. Fx vil CO_2-fangst på Amagerværkets blok 4 være betinget af fortsat biomasseafbrænding i CO_2-fangstanlæggets afskrivningsperiode.



Figur 9. Forudsætning og effekter ved CO2-fangst

Reduktion af biomasseforbruget i hovedstadsområdet kan til gengæld forsætte ved udfasning af andre biomassefyrede blokke fx Amagerværkets blok 1, hvis varmeproduktion kan erstattes af elkedler og varmepumper.

Derudover kræver etablering af CO_2-fangst ekstern finansiering, da anlæggene er meget dyre. Ekstern finansiering kan fx være statslig støtte eller fra en ekstern, privat partner, som kan være med til at begrænse de økonomiske risici - især for den del af værdikæden, som ligger ud over fangst. Det vil sige transporten og lagringen af det fangede CO_2, samt salg af eventuelle CO_2-certifikater.

Etablering af CO_2-fangst kommer også med en vis antal effekter. CO_2-fangst-anlæg kører på el, hvorfor der vil være en højere el-efterspørgsel efter etablering af CO_2-fangst. I fangstprocessen danner anlæg derudover en del overskudsvarme, som kan integreres i fjernvarmenettet og være til gavn for systemet. Derudover kan den fangede CO_2 anvendes til lagring, men på sigt også til dannelse af grønne brændstoffer (også kaldte Power-to-X). Disse brændsler har et stort potentiale for at nedbringe CO_2-udledninger fra sektorer, hvor det er vanskeligt at finde alternative bæredygtige løsninger såsom skibs- og luftfarten.

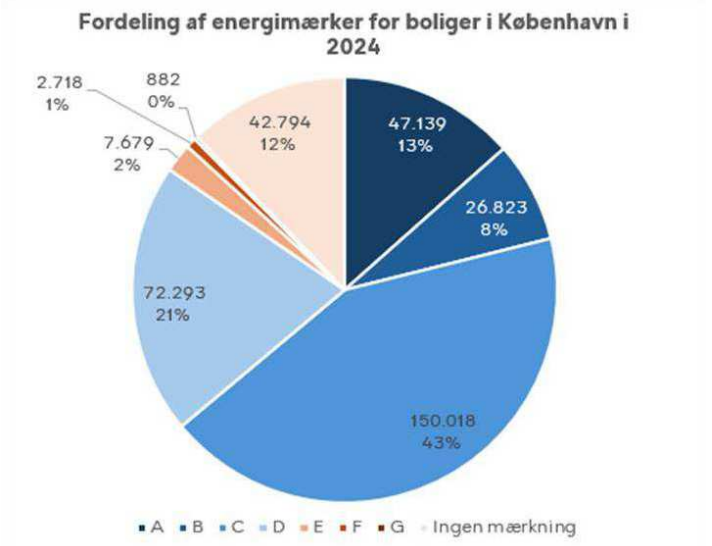
2.8 Bygninger

Byens bygninger er nøglen til at sikre omstilling af energisystemet, da de bl.a. kan bidrage med fleksibilitet i varmesystemet ved at bruge bygningsmassen som varmelager. Bygningerne skal dog være i tilstrækkelig, energimæssig god stand for at kunne dette. De skal være energioptimerede for at kunne lagre varmen. En energioptimeret bygningsmasse er desuden en forudsætning for at temperaturen i fjernvarmenettet kan sænkes og stadig sikre tilstrækkelig varme og komfort i bygningerne og for bedre integration af elbaseret varmeproduktion i varmesystemet

Det reelle behov for energioptimerings- og -renovering af bygningsmassen for at kunne modtage lavere temperatur fjernvarme er endnu ikke klarlagt. Det er kendt, at nogle bygninger kræver mindre investering i optimeret drift og andre kræver større investeringer i ændring af radiatorer, varmecentraler eller klimaskærm.

En væsentlig del af bygningerne forventes ikke at skulle energirenoveres for at kunne modtage lavere temperatur fjernvarme. Det vil typisk være bygninger med bedst energimærker (A-C), som omfatter mere end 60% af boligerne i København (figur 10). Særligt bygninger med dårlige energimærker (D-E-F-G) og bygninger uden energimærke må forventes at skulle investere i energirenoveringer. De udgør knap 40 pct. af boligerne i København (figur 10). En bygnings energimærke viser hvor god en bygnings energistandard generelt er.

I København er der stadig relativt mange bygninger, især enfamilieshuse og rækkehuse, med et energimærke E, F eller G og også mange uden et energimærke. Mange etageboligejendomme har gode energimærker, men der er der er fortsat omkring 1200 etageboligejendomme (med mere end 5 boliger) med dårligt energimærke (E-F-G) eller intet energimærke.



Figur 10. Fordeling af energimærker (antal boliger, % af samlet antal boliger) i København i 2024.

Energiforbruget i bygninger, som dækker elforbrug og fjernvarmeforbrug forventes frem mod 2050 at være nogenlunde stabilt til trods for øget bygningsareal samt forventet befolkningstilvækst. Dette skyldes optimeret energistyring og bedre elektriske produkter.

Det har også stor betydning for en bygnings energiforbrug, hvordan komplekse tekniske installationer som fjernvarmecentral og ventilation bliver driftet og vedligeholdt. 42% af store ejendomme (primært etagebolig- og kontorejendomme) har i dag intelligent energistyring, og målet på 50% i KBH2025 Klimaplanen i 2025 forventes at blive

opnået. Intelligent energistyring er også vigtigt for, at en bygning er klar til at agere som fleksibel forbruger.

Solceller på bygninger
Solceller på byens tage skal bidrage til den samlede VE-produktion i Danmark og samtidig gøre det muligt for borgere, erhverv og andre aktører at engagere sig i produktion af vedvarende energi. Solceller skal kunne opsættes enten af en enkelt bygningsejer med energiproduktion til internt brug, eller som del af et energifællesskab med henblik på at sikre maksimal udnyttelse af tagfladerne til mest mulig produktion.

I Københavns Solcellehandlingsplan fra 2022 er der sat et mål for solenergi produceret fra byens tage på 75.000 MWh/år. I de kommende år kan udvikling i teknologi og rammebetingelser påvirke dette potentiale.

Der er oprettet puljer til screening af bygningers potentiale, igangsat opsøgende indsats overfor bygningsejere fra 2024 samt undersøgelse af muligheder for solceller på kommunale ejendomme i samarbejde med HOFOR.

2.9 Bygas

Bygasnettet har eksisteret i mere end 160 år i København. Bygas anvendes primært til privat madlavning, i restauranter og institutioner samt procesvarme i industrien. I starten blev bygas produceret på kul, for i dag primært at være baseret på biogas. Bygasproduktionen forventes 100% CO_2-neutral fra 2025.

Samlet set forsyner HOFOR bygas til i alt 300.000 Københavnere. HOFOR leverer bygas i København og i mindre områder i Tårnby, Hvidovre og Rødovre. Derudover forsyner Frederiksberg Kommune sine ca. 17.000 kunder med bygas fra HOFOR.

Den vigtigste barriere for CO_2-neutral bygas er mængden af tilgængeligt og anvendeligt biomateriale til produktionen af biogas og eventuelle uforudsete økonomiske udfordringer i realiseringen af de projekter, der skal sikre biogasproduktionen.

Del 3 – Grundprincipper – forventninger og opmærksomhedspunkter

I denne del uddybes og begrundes de 19 grundprincipper, da der er en række antagelser, forudsætninger, forventninger og opmærksomhedspunkter inden for de forskellige områder, som er relevante at beskrive for at få en fuld forståelse af grundprincipperne og herefter at kunne sikre de rette handlinger, som kan realisere ambitionerne og omstillingen med hensyn til økonomi, bæredygtighed og forsyningssikkerhed jf. forsyningstrekanten vist indledningsvis (figur 2).

3.1 Varmeproduktion – affald, biomasse og spidslast
Biomassekraftvarmeværker, affaldskraftvarmeværker og spidslastværker kan producere varme på forskellige tidspunkter, til forskellige priser og på forskellige brændsler. Hvor meget og hvornår hver teknologi bliver brugt, afhænger af, hvad de øvrige teknologier kan producere og til hvilken pris. I fremtidens varmeforsyning vil man derfor fortsat se på alle teknologier sammen og hvordan de vil supplere hinanden.

Biomasse i varmeproduktionen

1. Forbruget af træbaseret biomasse til fjernvarmeproduktion i Københavns Kommune reduceres frem mod 2035, i takt med, at der etableres tilstrækkelig eldrevet produktion af varme.

Der sigtes mod en reduktion af den træbaserede biomasses andel af fjernvarmeproduktionen. Dette sikres ved, at der etableres varmepumper og elkedler som alternativ varmeproduktion, forventeligt i takt med at ældre biomasseanlæg afskrives. Nye anlæg som alternativer til biomasseproduktionen kan ifølge varmeforsyningsloven kun godkendes, hvis de tilbyder billigere varme end eksisterende anlæg.

Udfasning af biomasse kan derfor ikke fremmes på andre måder end at sikre alternativ, konkurrencedygtig produktion. Nye elbaserede anlæg (fx varmepumper) vil – især ved lave elpriser – udkonkurrere produktionen på de dyreste kraftvarmeanlæg time-for-time.

Det vil derfor medføre en reduktion af driftstimer på biomasse-kraftvarmeværkerne, som efterfølgende kan føre til beslutninger om lukning af specifikke blokke på bestemte anlæg. Lukninger skal dog vurderes ud fra stabiliteten i driften på de nye, eldrevne anlæg, så forsyningssikkerheden opretholdes. En fuldstændig elektrificering af varmesektoren inden 2035 er forsyningsmæssigt, økonomisk og teknisk urealistisk.

Biomasse betragtes som vedvarende energi og CO_2-neutralt[6], og der skal fortsat tages hensyn til krav om bl.a. certificering og evt. dobbeltcertificering af biomassen samt hensyn til social bæredygtighed[7]. En reduktion af biomasseforbrug vil derfor heller ikke give direkte CO_2-reduktioner i København. Bæredygtighed ved produktion fra varmepumper er afhængig af, at de drives af fossilfri strøm.

Affald i varmeproduktionen

2. Der sikres opmærksomhed på og hensyntagen til samspillet mellem affald- og varmesektorerne – særligt i lyset af liberaliseringen af affaldssektoren og overvejelserne om overgang til en prisbaseret lastfordeling i fjernvarmesektoren.

Affaldsværker har flere roller – de er ansvarlige for at behandle affald og de er samtidig varme- og elproducenter. Affaldssektoren og varmesektoren har stor indflydelse på hinanden, hvorfor der bør være opmærksomhed på forandringer i de to sektorer og effekterne heraf.

[6] United Nations, IPCC (UN)

[7] Borgerrepræsentation, En ny klimaplan 2035, 23 september 2021

For eksempel bør affaldsbaseret varme, når den er dyrere end alternative varmekilder, efter der er tillagt afgifter og CO_2-kvoter, ikke øge varmekundernes priser ved altid at være prioriteret varme. Samtidig bør varmelastfordeling – naturligvis med hjemmel i lovgivning - tage hensyn til affaldssektorens miljøforpligtelser samt give incitament til, at affaldsværker producerer varme, når varmebehovet er højt.

Affald i varmeproduktionen

3. Import af udenlandsk affald giver mening ift. CO_2-reduktioner i et globalt perspektiv, når affaldshåndtering og energiudnyttelsen er mere fordelagtig i København end afbrænding eller deponi i udlandet. Dette på trods af, at det isoleret set kan belaste Københavns Kommunes klimaregnskab.

Den igangværende liberalisering af affaldssektoren fra 2025 kommer til at ændre markant på vilkårene for affaldsforbrændingsanlæg, og dermed også for hovedstadens varmeproduktion. Det er fx uklart, hvordan affaldspriser, regulering, organisering mv. udvikler sig, og det er stadig ukendt hvordan balancen mellem miljøopgaven, værdien af de kommunale investeringer og varmeopgaven skal håndteres i fremtiden. Derfor er der et behov for at revidere affaldsområdet i Energistrategi for København efter 2030, når konsekvenserne af affaldsliberaliseringen er bedre kendt.

Konsekvenserne af liberalisering af affaldsforbrændingssektoren gør det uklart i hvilket omfang, affaldsanlæg vil afbrænde lokalt affald eller om de vil modtage affald fra andre kommuner eller fra udlandet – økonomien vil være styrende. Derfor er det på nuværende tidspunkt svært at vurdere, om affaldet vil være mindre eller mere fossilt og dermed spare eller genere CO_2-udledninger.

Udenlandsk affald har typisk en større andel af fossilt indhold end det danske, og dermed kan import af udenlandsk affald give øgede udledninger lokalt. Situationen er dog, at ca. 40% af affaldet i Europa i dag bliver enten deponeret, forbrændt uden energigenvinding eller bortskaffet på anden vis[8]. Energiudnyttelse ved afbrænding i Danmark er høj sammenlignet med behandling i udlandet, hvorfor afbrænding af importeret affald vurderes at være til gavn for klimaet globalt set til trods for de øgede udledninger inden for en kommunes grænser.

Spids- og reservelast i fjernvarmesystemet

4. Der arbejdes mod fossilfri spidslast i 2035. Behovet for spids- og reservelast håndteres bl.a. med elkedler, bypass, grøn gas, varmelagre og fleksibilitetstiltag herunder fleksibelt varmeforbrug i bygninger. Som del af dette arbejder varmeselskaber og -producenter for, at lastfordelingen i fjernvarmesystemet værdisætter fleksibiliteten fra varmelagre, så det understøtter udbygningen for systemets bedste.

Fossil baseret spidslastsproduktion fra olie og gas er i dag en del af hovedstadens fjernvarmesystem og udledningen herfra udgør ca. halvdelen af CO_2 udledninger fra fjernvarmesystemet. Derfor er det vigtigt at erstatte de nuværende spidslastanlæg med grønnere varmeløsninger såsom elkedler, grøn gas, anvendelse af varmelagre og fleksible varmeforbrug.

Etablering af disse løsninger forventes desuden at ændre de enkelte spidslastenheders rolle i fremtiden. Det skyldes, at de ofte kan fungere som både grundlast og spidslast – hvor olie- og gasfyrede anlæg blot kan bruges som spidslast grundet deres dyre brændsler. Nye teknologier, der producerer på el, vil med fordel kunne bruges afhængig af de fluktuerende elpriser og derfor spille en rolle som både spidslast og, når elpriserne er lave, som konkurrencedygtige grundlastenheder.

Fleksibelt varmeforbrug vil derudover også være med til at reducere forbruget af den CO_2-

[8] Eurostat, Waste Statistics 2024

belastende spidslast ved at flytte dele af varmeforbruget til tidspunkter med mindre samlet varmebehov. På den måde kan man optimere varmesystemet og undgå overinvestering i varmeproduktion.

Fleksibel produktion vil desuden kunne udnyttes yderligere med integration af varmelagre. Formålet med varmelagre er at lagre fjernvarmen, når den er billig at producere, og omvendt at udnytte varmen fra lageret, når varmen er dyr at producere. I et stort fjernvarmesystem som i Hovedstadsområdet, er varmelagre til gavn for både producenterne og varmeselskaberne. Det betyder, at den aktør, der investerer i et varmelager, skaber økonomisk værdi for alle aktører i systemet, hvorfor det kan være svært at værdisætte varmen fra varmelagre til systemet. Lastfordelingen skal værdisætte den lagrede varme, så nytteværdien for systemet afspejles og investeringer i varmelagre bliver mere attraktive.

3.2 Decentral energiforsyning

I de kommende år skal der etableres decentrale eldrevne varmeforsyningsanlæg, fx varmepumper, i København og i hovedstadsområdet. Det stigende elbehov kræver etablering af decentrale elnetanlæg, såsom transformerstationer og net-skabe. Etablering af disse decentrale energiforsyningsanlæg er en forudsætning for at sikre energiforsyningen til København. Det kræver arealer til at placere anlæggene på i byen og skal indtænkes i byens udvikling, men også forholde sig til de tekniske potentialer og begrænsninger.

Decentrale varmeforsyningsanlæg kan ikke etableres hvor som helst. De har brug for adgang til specifikke varmekilder (som kan fx være havvand, spildevand eller grundvand), tekniske adgangsforhold og tilslutning til energinettene.

Derudover er det vigtigt, at der etableres el- og varmeforsyningsanlæg både i eksisterende og nye byudviklingsområder af hensyn til udnyttelse af mindre varmekilder såsom overskudsvarme. Energiforsyningsanlæg har derudover miljøpåvirkninger (fx støj) og stiller særligt krav til byens planlægning fx ift. adgangsforhold, sikkerhed og afstand til fx boliger. Det betyder, at der er en række begrænsninger for hvor og i hvilket omfang anlæg kan etableres i byen.

Arealer til placering af el-og varmeanlæg skal sikres gennem målrettet fysisk planlægning ved at energi- og forsyningsselskaber, grundejere og Københavns Kommune, herunder By & Havn, arbejder sammen om at placere og integrere anlæggene i byens funktioner og byrum og skabe merværdi, hvor det er muligt. Placeringerne skal ske under hensyntagen til øvrigt byggeri, lokale borgere og el- og varme-infrastrukturen.

Decentral energiforsyning – placering af anlæg i byen

5. Energiforsyning i København kan kun sikres, hvis der er plads til varmepumper, elkedler, varmelagre og el-anlæg (fx netstationer og kabelskabe) i byen. Det skal sikres ved at energi- og forsyningsselskaber, grundejere og Københavns Kommune arbejder sammen om at placere og integrere anlæggene i byens funktioner og byrum. Placeringerne skal ske under hensyntagen til øvrigt byggeri, lokale borgere og el- og varme-infrastrukturen. Hertil skal placeringerne være forenelige med Københavns Kommunes øvrige forpligtelser.

Placeringerne skal desuden være forenelige med Københavns Kommunes øvrige forpligtelser. Energi- og forsyningsselskaberne skal selv erhverve eller leje arealer, hvorfor det er en væsentlig faktor for økonomien i projekterne og dermed realisering.

Københavns Kommune har en hovedopgave i at sikre en smidig proces for sikring af arealer. Kommunen kan, fx ved hjælp af kommuneplan og lokalplan, skabe bedre planmæssige betingelser for etablering af energianlæg.

Københavns Kommune kan også sikre dialog og opmærksomhed mellem de nødvendige aktører, og Københavns Kommune kan derudover understøtte at decentrale energiforsyningsanlæg tænkes sammen med andre formål for at skabe merværdi fx biodiversitet, rekreative områder, formidling eller arkitektonisk bidrag. Det kræver dog en tidlig dialog og prioritering ift. konkrete områder og byudvikling.

3.3 Bygninger

Forandringerne i fremtidens energisystem kræver samspil mellem energisystemet og bygningerne særligt i forbindelse med indførelsen af lavere temperatur i fjernvarmeforsyningen og et øget elforbrug i byen.

I et energisystem baseret på vedvarende energi forventes mængden af energi, der produceres på et givent tidspunkt, at variere. Derfor skal bygningernes forbrug i højere grad spille sammen med den aktuelle energiproduktion.

Bygninger

6. Københavns Kommune arbejder for, at byens bygninger og energisystemet spiller aktivt sammen, så temperaturerne i fjernvarmenettet kan sænkes. Det gør systemet samlet mere energieffektivt og understøtter elektrificeringen, som forudsætning for at reducere biomasseforbruget. Det kræver renovering eller driftsoptimering af dele af bygningsmassen, så bygninger fortsat kan opvarmes tilstrækkeligt og samtidig opnå god afkøling af fjernvarmen.

En lavere temperatur i fjernvarmenettet vil give bedst mulige betingelser for sektorkobling og dermed integration af decentrale varmeproduktionsenheder til fjernvarmesystemet, samt give mindre produktionsudledninger til fjernvarmen og kan give mindre nettab. Det vil også give bedre betingelser for at integrere overskudsvarme fra fx CO_2-fangst i og arbejde med fleksibilitet i både el- og varmenettet.

Der er mange aktører i spil, når bygningsmassen skal integreres og spille en rolle i energisystemet. Både forsyningsselskaber, men også mange borgere, boligforeninger, virksomheder og andre aktører er optagede af at kunne bidrage til den grønne omstilling, men støder på komplekse systemer og dilemmaer, der gør det svært. Det omfatter fx,

- Hvordan der sikres en tilstrækkelig hurtig omstilling med en balanceret fordeling af indsats og udgifter på forskellige typer af bygningsejere og borgere?
- Hvordan betalbare boliger fastholdes og hvordan energifattigdom undgås samtidig med, at ineffektive bygninger energirenoveres uden at stigninger i boligudgifter mærkbart påvirker beboere.
- Hvordan kan de centrale forsyningskatørers give mere plads til selvstændige borgerinitiativer fx i form af energifællesskaber?

Bygninger skal fortsat kunne opvarmes tilstrækkeligt til trods for den lavere fjernvarmetemperatur. Det betyder, at bygningsejere, brugere, forsyningsselskaber, kommunen m.fl. skal samarbejde for at sikre, at bygningerne kan håndtere denne lavere temperaturer i fjernvarmen. Fjernvarmeselskaber er i dag begrænsede i at gennemføre aktiviteter i bygningerne.

Bygninger

7. Ansvaret for at klargøre bygninger og sikre samspil til energisystemet hviler i fællesskab på forsyning, energi-distribution, bygningsejere, bygningsbrugere og Københavns Kommune.

Derfor er det vigtigt at understøtte udviklingen af nye muligheder, så fjernvarmeselskaber får mulighed for at fremme de nødvendige energioptimeringer og renoveringer, hvor et stort behov er inde i bygninger i fx varmecentraler.

For en række bygningsejere vil det medføre behov for store investeringer og planlægning, og vil alle steder kræve et langt større og løbende fokus på energidrift end i dag og at energirenoveringer integreres som en del af en langsigtet renoveringsplan. Behovet og omfanget af den nødvendige energioptimeringer af bygninger er ukendt, men en del af de københavnske bygninger har behov for at blive optimeret.

Samtidigt tager implementeringen tid, da de fleste investeringer i energirenoveringer sker i forbindelse med generel bygningsrenovering og

højst én gang i de kommende ti år fx for et nyt tag eller nyt varmesystem i en etageejendom.

Bygninger

8. Gennem fokus på korrekt drift af ejendomme er det ambitionen at få mest mulig ud af fjernvarmen, så samspillet med fjernvarmenettet styrkes og dermed giver værdi for det samlede net. Det vil øge energieffektiviteten, fleksibiliteten og derigennem give billigere og grønnere fjernvarmeproduktion og -distribution.

Nøglen til en optimeret bygningsmasse er bedre udnyttelse af energien gennem optimeret drift af ejendomme. Det er et løbende behov, men samtidig en begrænset investering fx i form af datadrevet, elektronisk energistyring af varme- og elinstallationer. For at sikre fremdrift anbefales det at sætte mål for den enkelte bygnings energieffektivisering og løbende opfølgning.

En stor del af ejendommene i København vil kunne få gavn af fokus på drift og tilpasning af varmeanlæg for at opnå energibesparelser, bedre komfort og bedre betingelser for varme-fleksibilitet. Varmefleksibilitet består i at forskyde varmeforbruget tidsmæssigt eller delvist undgå varmeforbrug på visse tidspunkter. Denne form for fleksibilitet i store ejendomme, fx etageboliger er vigtigt for at undgå aktivering af spidslastkedler fyret med fossile brændsler. Herudover understøtter det forsyningssikkerheden.

Der kan desuden arbejdes for at prisen hos forbrugeren/varmekunden på den elbaserede fjernvarme i højere grad afspejler priserne for el time for time, så elmarkedernes prissignaler giver sunde incitamenter til det elbaserede varmeforbrug.

El-fleksibilitet er også et væsentligt. Ved at forskyde elforbruget, så det i højere grad er tilpasset el-markedets markedspriser og behovet for systembalance-ydelser, vil det betyde lavere elregninger for kunderne og understøtte den fælles forsyningssikkerhed.

Ved at bruge mindre energi i Københavns bygninger, bliver omstillingen nemmere og energiregningerne mindre. Det betyder at der skal anvendes færre ressourcer til energiproduktion, der bliver behov for mindre produktionskapacitet og energisystemet bliver mere robust. Det imødekommer desuden fremtidige krav i EU's Energieffektiviseringsdirektiv og Bygningsdirektiv, som vi dog ikke kender den konkrete implementering af i dansk lov fra 2025 og 2026.

Det kan være svært at fastholde fokus på energibesparelser og investeringer i fortsatte klimavenlige energirenoveringer, mens energiforsyningen til København bliver mindre CO_2-belastende som følge af en mere vedvarende energi både el-og varmesystemet. Der er dog fortsat mange fordele for systemet ved i at fokusere på energibesparelser i bygninger.

Bygninger

9. Adfærd, driftsoptimering og renovering er vigtigt, når der arbejdes med energioptimering af bygningsmassen. Herigennem reduceres både energispild og energibehovet. Det er hensigtsmæssigt, at omkostninger til investeringer i energioptimering og renovering vurderes i forhold til den samlede energibesparelse både for bygning, beboer og energisystemet.

Forberedelsen af bygningsmassen til at kunne modtage lavtemperatur fjernvarme vil kræve store private og offentlige investeringer. I Københavns Kommune arbejder vi for at fremme energioptimerende tiltag i bygninger, så de står i et rimeligt forhold til den effekt, det samlet set har i bygningen og for energisystemet.

Renoveringer og investeringer skal derfor indtænkes i vedligeholdsplaner og primært udføres, når der alligevel skal udskiftes fx et tag eller vinduer, som kun vil ske få gange i en lang årrække.

Det kan være en udfordring for mindre andels- og ejerforeninger at finansiere energioptimering og renoveringer. Der skal derfor arbejdes med at

dette gøres så rentabelt som muligt i samspil med planlægning af øvrige renoveringsbehov.

Udover eventuelle finansieringsudfordringer er det kendt, at en del af bygningsmassen fx bevaringsværdige bygninger kan være svære at energioptimere tilstrækkeligt, hvorfor det kan være nødvendigt med tiltag i form fx af lokale booster-løsninger i nettet uden for bygningerne for at kunne levere tilstrækkelig varme til nogle bygninger jf. leveringsbestemmelserne.

Bygninger

10. Københavns Kommune vil muliggøre lokalt engagement fra borgere, mindre virksomheder og bygningsejere i den grønne omstilling og energisystemet. Det kan fx være i energifællesskaber om solceller eller ladestandere lokalt, så det er foreneligt med omstilling af det kollektive forsyningssystem.

Der er en voksende interesse i samfundet for at bidrage aktivt til den grønne omstilling. Det skal være muligt, men der eksisterer i dag lovgivningsmæssige barrierer, som komplicerer og i værste fald hindrer aktører i at investere i lokale energianlæg fx solceller på tage. Et engagement gennem medejerskab i lokal produktion af vedvarende energi kan styrke opbakningen til den grønne omstilling generelt. Samtidig kan lokale energifælleskaber bidrage til at imødekomme det generelt store behov for produktion af vedvarende energi, på tilsvarende vis som kommunen arbejder for, at der kan etableres solceller på kommunens tage.

3.4 CO_2-fangst

Carbon capture eller CO_2-fangst er en teknologi, som forventes at blive en del af energisystemet i København i det kommende årti. Med CO_2-fangst kan CO_2 fra kraftvarmeværkernes røggas opsamles og lagres permanent i undergrunden. Fangst og lagring af CO_2 fra bæredygtige materialer såsom biomasse og pap vil fjerne CO_2 fra atmosfæren, hvilket er afgørende for Københavns Kommunes ambition om at blive klimapositiv.

CO_2-fangst

11. Københavns Kommune understøtter etablering af CO_2-fangstanlæg i København og mulighederne for samarbejde mellem flere aktører om fx infrastruktur med henblik på at skabe et godt forretningsmæssigt grundlag.

CO_2-fangst forventes at blive en energitung proces, hvorfor energiforsyningen til CO_2-fangsanlægget også skal indgå i planlægningen.

Det er nødvendigt at transportere og lagre CO_2'en for at opnå en klimagevinst. Etablering af transportinfrastruktur og CO_2-lagre er omfattende og kræver bl.a. store investeringer og omfattende planlægning. Markedet for CO_2 og reguleringen af sektoren er under udvikling. CO_2-fangst og lagring er en teknologi, som kræver fortsat teknologisk udvikling.

CO_2-fangst

12. Overskudsvarme fra CO_2-fangst udnyttes i videst muligt omfang i fjernvarmenettet, når det er økonomisk fordelagtigt for fjernvarmesystemet.

Selvom teknologien er velkendt i fx olie- og gasindustrien, er teknologien relativt ny i stor skala i forbindelse med kraftvarmeværker og i integration med fjernvarmenettet. De CO_2-fangstanlæg, der skal bygges i Danmark i de kommende år, vil være blandt de første af den type og den skala i verden.

CO_2-fangst danner overskudsvarme i fangstprocessen. Overskudsvarme fra fangstprocessen kan anvendes i fjernvarmeforsyningen og dermed bidrage til den fælles fjernvarmeforsyning med en billig og grøn kilde. Udnyttelsesgraden af denne overskudsvarme øges når temperaturen i fjernvarmenettet sænkes jf. grundprincip 6.

En af de væsentlige usikkerheder i forbindelse med CO_2-fangst er finansieringsdelen, som omfatter statslig støtte og salg af CO_2-kreditter.

Særligt salg af CO_2-kreditter er betinget af usikkerhed i et umodent marked.

Det forventes, at CO_2-fangst kan løses i joint ventures, hvor en privat partner tager en stor del af investeringen og risikoen. Samarbejde mellem aktører kan medvirke til hurtige og billigere etablering af teknologien og infrastrukturen omkring den. Det anses som attraktivt at samarbejde her, da det kan forbedre økonomien i projekterne.

CO_2-fangst

13. Virksomheders salg af CO_2-certifikater anerkendes som væsentlige for finansiering af virksomhedernes CO_2-fangstprojekter og vil forventeligt udgøre en stor del af projekternes økonomiske grundlag.

Certifikat-salg af den indfangede og lagrede CO_2 forventes at udgøre en af de største finansieringskilder, evt. op imod 2/3 af de samlede investeringer i CO_2-fangstprojekter. Det vurderes som en nødvendig indtægt i et CO_2-fangstprojekt, men markedet er umodent og prisniveauet er dermed usikkert. Det forventes, at særligt certifikater for indfanget biogen CO_2 fra fx biomasse eller biogent affald vil være attraktivt på et certifikatmarked.

Københavns Kommune har ikke mulighed for at bestemme, hvordan selskaber håndterer de certifikater, de genererer, får, køber eller sælger og vurderes heller ikke at kunne selv opkøbe certifikater på grund af Kommunalfuldmagten.

3.5 Elnet

Fremtidens systembalance og netkapacitet står over for store udfordringer og forandringer, som skyldes en øget elektrificering af samfundet samtidigt med, at en større andel af elektricitetsproduktionen vil fluktuere. Københavns Kommune ønsker fortsat at understøtte en høj elforsyningssikkerhed til rimelig samfundsøkonomisk pris.

De vigtigste fokusområder i bestræbelserne på at sikre en robust udbygning af elnettet er 1) en effektiv udnyttelse af elnettet, 2) et fælles overblik over det fremtidige kapacitetsbehov og 3) et forum for løbende dialog og koordinering.

Den nødvendige udbygning af elnetkapaciteten er så stor og tidsfristen så kort, at et samlet overblik er nødvendigt for at forstå opgavens samlede omfang og implikationer for bl.a. at kunne prioritere rækkefølge og identificere muligheder for synergier på tværs af aktører. Elnetselskaber og Københavns Kommune tilstræber et samlet overblik over denne udfordring – her og nu og frem mod 2050.

Et langsigtet overblik kan medvirke til at undgå gradvis knopskydning, som kan ende med at kræve mere plads og højere samlede investeringer. Et overblik over fremtidige behov kan med fordel omfatte både København og de omkringliggende kommuner.

Elnet

14. Elnetselskaber og Københavns Kommune samarbejder for at fremme udbygning af elnettet til det øgede elbehov i byen. Det sker bl.a. ved at minimere tidsforbruget fra idé til realisering af projekter, der skal tilsluttes elnettet. Det opnås gennem et fast forum for løbende, gensidig orientering og dialog, givet den foranderlige markedssituation og behovet for koordinering af processer, tilladelser og sagsbehandling.

Overblikket opretholdes bedst gennem regelmæssig dialog, hvor Energinet, Radius Elnet, HOFOR, By & Havn samt Københavns Kommune, informerer hinanden gensidigt om overvejelser og potentielle aktiviteter forud for egentlige projekter for derved at muliggøre en vis forudseenhed.

Det kan også være regelmæssig dialog i et dedikeret transportforum, hvor Radius Elnet, transportvirksomheder, Københavns Kommune og udvalgte omegnskommuner informerer hinanden gensidigt om overvejelser og potentielle aktiviteter forud for egentlige projekter.

Der er lovkrav om, at varmeselskaber skal fremsende et projektforslag til godkendelse hos kommunen. Fjernvarmeselskabet er begrænset ift. hvilke udgifter de kan afholde, før deres projektforslag er godkendt. Komprimering af projektformulerings- og ansøgningsprocesser kan spare tid.

Informationsarbejde omkring forløbet af processer kan spare tid, men en konceptualisering, som tillader samtidig behandling som alternativ til sag-til-sag håndtering, vil være til gavn.

Et fleksibelt samspil mellem elproduktion og elforbrug stiller krav til elnettet, tarifprodukter og styringsmuligheder. Tidsdifferentierede tariffer og afbrydelighed kan medvirke til at sikre, at for brugssiden bidrager til, at elnetkapaciteten udnyttes bedst muligt.

Elnet

15. I Københavns Kommune arbejder elnetselskaber og brugere for effektiv udnyttelse af elnetkapacitet herunder også etableret ladekapacitet og elkedler tilsluttet med afbrydelighed, så behovet for udbygning minimeres. Dermed opnås mest mulig samfundsmæssig nytte af tidligere og nye investeringer i elnetkapacitet.

Muligheder for at bidrage til at opretholde systembalancen kan desuden være med til at undgå unødigt høje elpriser. Adgang til data, samt udvikling og implementering af nye tarifprodukter og fleksibilitetsløsninger er således væsentlige elementer for fremtidens elnet.

Udover optimering af den enkelte transportvirksomheds ladebehov kan der også være synergier ift. ladearealer og ladekapacitet på tværs af virksomheder fx i form af erhvervshubs, deling af ladefaciliteter, fremme af samarbejde om udnyttelsen af ladestandere eller opladning af syge-/flextransport på hospitalernes parkeringspladser.

Den fælles orientering inkluderer ud over Københavns Kommune, også omegnskommuner og transportvirksomheder og ladeanlægs-operatører. Helhedsorienteret placering af opladningsfaciliteter (og parkeringsanlæg) kan være svært og omfatter mange overvejelser, herunder hvordan vi som by og region får maksimalt udbytte af arealer og sikrer ensartede muligheder for store og små transportvirksomheder.

Her har Københavns Kommune og By & Havn en særlig rolle og mulighed fx i forbindelse med lokalplaner og muliggørelse af arealer til erhvervshubs. Det omfatter også en opmærksomhed på, hvordan de strukturelle ændringer påvirker de forskellige transportvirksomheders forretningstyper/-modeller og organisering af parkering. Adgang til velplacerede busgarager er fx af betydning for en effektiv busdrift.

Elnet

16. Københavns Kommune, elnetselskaber og ladeoperatører orienterer hinanden gensidigt om den geografiske placering af ladeanlæg og el-parkeringspladser ift. elnet og byudvikling. Det omfatter, at forpligtende tilkendegivelser om konkret forbrug og placering meldes ind til Radius Elnet i god tid.

Transportsektoren er midt i en markedsudviklingsfase for køretøjer, maskiner, ladeinfrastrukturer, og prissætning, hvor bl.a. udbydere af ladeinfrastruktur er i færd med at sikre sig en markedsposition. Radius Elnet skal ikke tage strategisk stilling til placering af ladeanlæg og el-parkeringspladser. Dette er markedsdrevet eller politisk drevet.

Det betyder, at forholdene i dag ikke nødvendigvis er udtryk for, hvordan fremtidens muligheder og prisbilleder kan forventes at blive. Københavns Kommune skal give plads til de kommercielle kræfter på lige vilkår og samtidig sikre et helhedsorienteret blik på udviklingen til fælles gavn.

3.6 VE-produktion

Elproduktionskapacitet i byen forventes at falde i takt med et politisk ønske om reduceret kraftvarmeproduktionen baseret på biomasse. Derfor er der behov for ny grøn strøm både til at dække den fremtidige reducerede kraftværksbaseret elproduktion og den øgede elektrificering af varmeproduktion og transportsektoren.

Det kan således argumenteres for, at København har et ansvar for at bidrage til at sikre tilstrækkeligt elproduktion til at kunne dække byens behov for grøn strøm.

Prisen for grøn strøm er faldet markant de seneste år. Landvind er i dag tæt på hvis ikke allerede den billigste elproduktion[9]. Solceller oplever også kraftig teknologiudvikling og markant faldende priser. Samlet vil udbuddet af vedvarende energi blive markant øget i de kommende år. Det vil gavne elektrificeringen.

VE-produktion

17. Københavns Kommune vil gennem HOFOR bidrage til den vedvarende energiproduktion med vind- og solenergi, som kan ske såvel inden for som uden for kommunens grænser. Der arbejdes for placeringer tættest muligt på København for at imødekomme ønske om at placere produktion tæt på forbruget. Realisering af VE-målet understøtter elektrificering af København.

VE-produktion omfatter større vedvarende energianlæg (som udgangspunkt vind og sol), både inden for og uden for kommunegrænsen. Med til princippet hører, at energiproduktionsanlæg skal placeres hvor det giver mening ift. energi-ressourcen. Placeringer af større anlæg kan realistisk kun ske uden for Københavns Kommune.

Placeringer tættest muligt på København kan reducere belastning af det kollektiv elnet samt undgå kendte flaskehalse i elnettet. Det er væsentligt at understrege, at placeringer længere væk fra København, herunder i udlandet, også kan være relevant, hvis der identificeres attraktive, rentable projekter.

Placering af vedvarende energi udenfor København er ikke en del af Klimaplan 2035s geografiske opgørelse af udledninger. Vedvarende energiproduktion udenfor kommunegrænsen, som ikke producerer energi, der direkte forbruges af københavnere, er heller ikke med i den forbrugsbaserede afgrænsning for klimaplanen.

HOFOR har i nuværende klimaplan (KBH2025 Klimaplanen) en målsætning om 560 MW vind og sol. Produktion derfra svarer ca. til elforbruget i København i 2025.

HOFOR undersøger for nuværende muligheden for, at de danner et selskab, der kan varetage opsætning af solceller på kommunale bygninger, bl.a. inden for Københavns Kommunes geografiske område – selvom potentialet fra solceller på tag er dog relativt lille ift. solcelle anlæg på mark.

3.7 Kommunen som myndighed i omstillingen

Københavns Kommune har som myndighed og som en facilitator en væsentlig rolle at spille for at fremme omstillingen af energisystemet og indfri ambitionen om klimapositivitet til trods for, at Københavns Kommune ikke er udøvende aktør med det primære ansvar for områderne i denne strategi.

Derfor opstilles to grundprincipper for kommunens arbejde. Det handler i særdeleshed om sagsbehandling, men også i arbejdet med planforhold i både Kommuneplan og lokalplaner, da realisering af arealer til både el-anlæg og decentral varmeproduktion er en nøgle i omstillingen.

Derfor ønsker Københavns Kommune at etablere to koordinationsfora på operationelt niveau for hhv. varmeplanlægning og elnet med fokus på udviklingsplaner for el, varme og byudvikling på tværs af byen, samt de enkelte lokalplaner.

Formålet er også at sikre en helhedsorienteret og fremsynet planlægning, hvor forsyningerne bedre understøtter lokalplansprocessen og der samtidig tilvejebringes et mere oplyst grundlag for energiplanlægning i forsyningerne.

[9] International Renewable Energy Agency (2023) med begrænset databehandling af Our World in Data: Levelized cost of energy by technology, World (ourworldindata.org)

Myndighed

18. For at fremme udbygning af grøn infrastruktur vil Københavns Kommune arbejde for bedst muligt at understøtte projekter, der udvikler el- og varmesystemet. Det kan fx ske gennem optimering af myndighedsbehandling, godkendelse af byggesager, lokalplandispensationer eller -ændringer. Faste drøftelser mellem kommunens forvaltninger, elnetselskaber og varmeselskaber til desuden sikre en mellem- eller langsigtet afstemning af forventninger og planer til forsyningsudbygninger.

Koordinationsforummet skal også være med til at sikre, at lokalplaner for relevante erhvervsområder skaber mulighed for placering af tekniske anlæg, så etableringen af den nødvendige forsyning kan ske uden behov for en dispensation fra lokalplanerne og dermed minimering af tidsforbrug og samfundsøkonomiske omkostninger.

Myndighed

19. Københavns Kommune vil arbejde for, at samtænke planforhold i kommuneplan og relevante lokalplaner med infrastrukturbehov til CO_2-fangst, elnet, elkedler, varmelagre og varmepumper mv. Herunder muliggøre etablering af el- og varmeforsyningsanlæg i byudviklingsområderne såvel som i den eksisterende by.

Både varmepumper, varmelagre mv. er pladskrævende anlæg. De forventede udbygninger og nye forbrug, herunder særlige forhold ift. infrastruktur til varmepumper, elkedler, elnet mv. samt til CO_2-fangst skal inddrages i arbejdet med lokalplaner og hvor planforhold i kommuneplanen kan være afgørende. CO_2-fangstanlæg er pladskrævende og har brug for en fysisk infrastruktur til fx transport af den fangede CO_2. Derfor bør planforholdene ikke være til hinder for etablering af dette.

Planforhold i Kommuneplan og relevante lokalplaner skal i videst muligt omfang og under hensyn til miljø- og risikoforhold muliggøre, at CO_2-fangst samt infrastruktur (fx CO_2-fangst anlægget, skib, rør og mellem lagre) rent praktisk kan etableres, her tænkes specifikt på Prøvestenen og Kraftværkshalvøen.

3.8 Certifikater

Certifikater spiller en større og større rolle i fremtidens energisystem - særligt ift. finansiering af store projekter såsom CO_2-fangsanlæg nævnt i grundprincip nr. 13.

Formålet med at adressere certifikater i Energistrategien er at synliggøre vigtigheden af certifikater i fremtidens energisystem og tydeliggøre Københavns Kommunes handlerum i forbindelse med opnåelse af målsætninger, finansiering af projekter eller kontering i rapporteringer.

De involverede aktører i udvikling af Energistrategien er underlagt anden lovgivning og praksis om fx rapporteringer og CSRD-direktivet med krav til bæredygtighedsrapporteringer.

Certifikater og klimaarbejdet generelt i Københavns Kommune

Københavns Kommune stræber i sit klimaarbejde med CO_2-reduktioner efter indsatser, der reducerer udledninger først, fremfor brug af certifikatkøb til opnåelse af målsætninger. Konkrete initiativer og handlinger, der fører til CO_2-reduktioner, kan desuden bidrage med positive merværdier fx til at skabe øget livskvalitet, innovation, flere jobs og investeringer i København.

Kommunen har ikke mulighed for at købe CO_2-certifikater for at understøtte de kommunale selskaber eller opnå fremtidige klimamålsætninger. Det vurderes ikke at være i overensstemmelse med kommunalfuldmagtsregler (ift. lokalitetsprincippet – opgaver skal være interessemæssigt knyttet til kommunen – samt kravet om forholdsmæssighed – den kommunale støtte skal stå i et rimeligt forhold til den kommunale interesse).

Københavns Kommune har ikke mulighed for at bestemme, hvordan selskaber – ej heller kommunale selskaber - agerer eller håndterer de certifikater, de genererer, får, køber eller sælger. Kommunen har heller ikke mulighed for at bestemme

hvordan selskaber, andre byer eller lande udarbejder deres CO_2-regnskaber.

Kommunen har dog mulighed for at købe VE-certifikater eller indgå i en Power Purchase Agreement (PPA) for at dække eget forbrug af energi med vedvarende energi. En PPA adskiller sig fra køb af oprindelsescertifikater, idet PPA medvirker til etablering af nyopført VE-produktionskapacitet, såkaldt yderligere VE. Københavns Kommune har besluttet at indgå en PPA til køb af strøm svarende til Københavns Kommunes eget elforbrug.

Kontering af udledningsgevinster
Københavns Kommune forsøger at undgå kontering af den samme klimagevinst flere gange. Københavns Kommune anerkender samtidig, at en reduktion kan eksistere i flere parallelle, uafhængige regnskaber, som fx i et lands opgørelse, i flere af kommunens egne opgørelser (fx forbrugsbaserede udledninger og geografiske udledninger), andre kommuners regnskaber eller i virksomheders opgørelser.

Del 4 – Økonomi og forventet investeringsbehov

Den forventede omstilling af energisystemet kræver enorme investeringer, som skal besluttes inden for de kommende år. Forandringer foregår i høj hastighed og etablering af store anlægsprojekter skal igangsættes for at kunne være i drift og realisere de grønne løsninger i tide. Investeringer er underlagt af en række rammebetingelser samt en række kendte forhold og øvrige usikkerheder, som kan påvirke de økonomiske forudsætninger. Det er dog væsentligt at pointere, at investeringer i energisystemet på mange områder er en nødvendighed. Alternativet er *ikke*, at investeringer kan udelades – det ville ellers kræve andre investeringer i systemet.

Investeringer sker for varmesystemet i overensstemmelse med varmeforsyningslovens principper om, at de samfundsøkonomisk, herunder miljømæssigt, bedste løsninger benyttes. For udviklingen af elnettet sker det i overensstemmelse med elforsyningsloven og de lovpligtige netudviklingsplaner for København og de forventede investeringer hertil.

Der bør dog nævnes et behov for særlig opmærksomhed på ny regulering og lovgivning på området. Fx at der for nuværende behandles ændringer i rammevilkår i Lov om varmeforsyning med forslag bl.a. om at indføre et prisloft for varmepriser. I arbejdet med at implementere energistrategien, vil dette naturligvis følges tæt.

4.1 Lovmæssige rammer og variable omkostninger

Varme- og elforsyningsloven
Varmeforsyningsloven har stor betydning for fjernvarmeselskabers økonomi og investeringsplaner. Lovens formål er at fremme den mest samfundsøkonomiske og miljøvenlige anvendelse af energi til bygningers opvarmning, hvorfor alene projekter, der viser både positive samfunds- og selskabsøkonomisk værdi kan godkendes og dermed etableres. De samfundsøkonomiske beregninger bag dette vurderer systematisk et projekts samfundsmæssige fordele og ulemper ved at opgøre alle værdier i faste priser bl.a. med afsæt i Energistyrelsens teknologikataloger.

Det er en kommunal opgave at godkende varmeplanlægningen, hvorfor det er kommunalbestyrelserne, der tager den endelige beslutning om, hvordan varmeplanlægningen og udbygningen skal foregå i kommunen inden for varmeforsyningslovens rammer.

Elnet- og elproduktionsselskaber er underlagt elforsyningsloven, hvis formål er at sikre forbrugerne adgang til billig elektricitet, ved at landets elforsyning tilrettelægges og gennemføres i overensstemmelse med hensynet til elforsyningssikkerhed, samfundsøkonomi, miljø og forbrugerbeskyttelse. Biomasse-kraftvarmeværkerne er godkendt efter elforsyningsloven, som gælder alle værker, der producerer mere end 25 MW. Væsentlige ændringer af værkerne fx nedlukning af en blok skal derfor godkendes af Energistyrelsen af hensyn til elforsyningssikkerheden.

Ud over det monopolregulerede elnet inkluderer Elforsyningsloven også lovrammerne for kommerciel elhandel og elproduktion. Elproduktion fra fx vindmøller, solceller og biomassekraftvarme er eksempler på kommerciel elproduktion.

Elnettets infrastruktur – dvs. udbygning og vedligehold - finansieres via elnettariffer og tilslutningsbidrag. En tarif er en afgift, som forbrugere, producenter og balanceansvarlige betaler. Fx opkræver Energinet to typer forbrugstariffer; en nettarif og en systemtarif. Energinets nettarif dækker i store træk investeringer, afskrivninger og vedligehold af master, kabler, transformere mv. Energinets systemtarif dækker drift, forsyningssikkerhed og administration. De danske elnettariffer skal jf. elforsyningsloven være rimelige og omkostningsægte og er derudover begrænset af en samlet indtægtsramme for alle netselskaberne, udmeldt årligt af Forsyningstilsynet.

Et tilslutningsbidrag er en enkelt betaling, som betales ved etablering af forbrug eller produktion.

Variabler for økonomi i varme- og elprojekter
Der er adskillige variabler, som kan påvirke økonomien i varmeprojekter. De vil indgå i en samlet vurdering af rentabilitet og risici af investeringen for hvert enkelt projekt. Brændsels- og elpriser samt anlægsomkostninger er blandt de vigtigste variabler.

Brændselspriser har direkte indflydelse på samfunds- og selskabsøkonomi i hvert enkelt projekt. Priser på fx biomasse, affald eller naturgas, samt deres udvikling over varmeprojektets periode, står typisk for én af de største, løbende udgifter. El kan også være en udgift i varmeprojekter (fx til elkedler og varmepumper), men kan også være en indtægt (fx når kraftvarmeværker sælger deres elproduktion).

Det forventede generelle fald i elpriserne vil derfor påvirke varmesektoren fra to sider: Der vil komme mindre elproduktion fra kraftværker og samtidig vil forbruget af el i varmesektoren øges betydeligt. Varmesektoren kan afhjælpe de volatile elpriser gennem fleksibel varmeproduktion og varmelagre, og det kan give en øget indtægt til de tilbageværende kraftværker.

Det kan ske ved elproduktion, når elprisen er høj eller billig elektrificeret varmeproduktion, når elpriserne er lave. Det stiller samtidig også større krav til varmesektoren om fleksibilitet og flerstrengethed. Sektoren bliver mere kompleks med flere produktionsenheder og afhængigheder, som vil kræve betydelige investeringer herunder også et tilstrækkelig udbygget elnet.

Affaldsmarkedet er omfattet af usikkerheder med liberalisering af affaldssektoren for affaldspriser herunder hvordan øget import af udenlandsk affald vil påvirke affaldsmarkedet. Der er desuden uklarhed om CO_2-markedet samt prisudviklingen i EU's CO_2-kvotemarked og de priser, CO_2-fangstaktører kan opnå ved at sælge negative CO_2-emissioner til et marked eller til en tilskudsgiver (staten). Disse vil have betydelig indflydelse på økonomien for et CO_2-fangst-anlæg, da de forventes at udgøre ca. 2/3 af finansieringen af det samlede projekt over en årrække. Om den faktiske pris matcher den forventede, er endnu ikke kendt grundet et umodent marked.

Hvert varmeproduktionsanlægs økonomi er desuden afhængig af, hvor mange driftstimer anlægget kan have; jo flere konkurrencedygtige driftstimer, desto bedre økonomi. Det skyldes bl.a., at anlægsinvesteringen vil blive fordelt over flere driftstimer, desto flere timer, anlægget opererer. Det er varierende, hvor mange driftstimer et anlæg har over en årrække. Det afhænger bl.a. af udvikling af varmeproduktion fra andre kilder i varmeområdet, af varmebehovet (og dermed vejret), variable omkostninger, metoden for lastfordeling osv.

Eksempel. Forhold mellem investeringer og driftstimer for varmepumper og elkedler

Varmepumper er relativt dyre i investeringsomkostninger (10-15 mio. kr./MW, som ikke omfatter arealkøb og evt. forstærkning af el- og varmenet), men producerer 3 til 4 gange så meget varmeeffekt som den strøm de bruger, hvilket bl.a. betyder, at der kræves mindre el-infrastruktur end til fx elkedler. Derfor vil varmepumper i mange timer om året producere billigere varme end biomassefyrede kraftvarmeværker og - i nogle timer – billigere end affaldsværkerne. Jo flere varmepumper der etableres, desto færre driftstimer vil der være på kraftvarmeværkerne og tilsvarende mindre biomasse vil blive anvendt.

Elkedler er til sammenligning betydeligt billigere i investeringsomkostninger (ca. 1 mio. kr. pr. MW, som ikke omfatter arealkøb og evt. forstærkning af el- og varmenet), men producerer blot lige så meget varmeeffekt som den bruger strøm, hvilket bl.a. betyder, at der kræves mere el-infrastruktur end fx varmepumper. Derfor vil elkedler producere mest varme, når elpriserne er særligt lave og have tilsvarende færre driftstimer set over et år. Elkedler vil som varmepumper have potentiale for at reducere varmeproduktion fra biomasse og fossil spidslast ved at udkonkurrere den på pris i de timer, hvor elprisen er lav. Hvis elpriserne er høje, og biomassepriserne ikke er tilsvarende høje, vil et biomassekraftvarmeanlæg og affaldsvarme have en økonomisk fordel i forhold til elkedler og varmepumper

Lukning eller levetidsforlængelse af kraftværker
For så vidt angår allerede etablerede kraftvarmeværker, er det relevant at vurdere om det bedst kan betale sig at fastholde dem i drift eller om de skal lukkes ned fx ved kontraktudløb. Fortsat drift kan koste investeringer i levetidsforlængelse (fx renoveringer), som skal sammenstilles med de forventede driftstimer og den forsyningssikkerhed, som anlægget vil bidrage med. Beslutningen herom skal i sidste ende træffes af kraftværksejerne i dialog med de varmekøbende selskaber.

Hvis levetidsforlængelse kan gennemføres rentabelt, kan det være hensigtsmæssigt både økonomisk og for forsyningssikkerheden at anvende blokkene i længere tid – om end eventuelt med færre driftstimer. Det skyldes bl.a., at der forsat vil betales renter og afdrag på gælden på fx relativt lave investeringer i levetidsforlængelse, samt, at anlæggene har indtægter ved elsalg. Man vil dog ikke kunne levetidsforlænge mange gange.

Det vurderes omvendt, at en fremskyndet lukning af biomasseværker vil give højere varmeproduktionsomkostning end hvis biomaseanlæggene lukker ved endt teknisk/økonomisk levetid. Det skyldes, at en fremrykning medfører en kortere driftsperiode til at betale af på de oprindelige og løbende anlægsinvesteringer. Varmepumperne skal således ikke etableres med det formål at lukke en kraftværksblok, men i stedet for at tilbyde lavere varmepriser time-for-time, som over tid reducerer driftstimerne på biomassekraftværkerne. Biomasse kan først reduceres, når alternativet er billigere, hvorfor lukninger af biomasseværker ikke kan forceres på andre måder.

Fremtidig el-efterspørgsel
Udbygning og forstærkning af elnettets infrastruktur påvirkes af flere variabler. Den primære usikkerhed om investeringsbehovet knytter sig til den fremtidige el-efterspørgsel. Denne afhænger bl.a. af samfundsmæssige trends og den teknologiske udvikling. En af hovedudfordringerne med at sikre tilstrækkelig elkapacitet omkostningseffektivt er, at man i en vis udstrækning ikke ved, hvor og hvornår efterspørgslen kommer. Uventede nye elbehov, eller stigning af elbehov i et bestemt område, hvor elnettet skal omdimensioneres, kan fordyre udvidelsen af nettet markant. Der er mange udfordringer med dette i en tæt og i mange områder gammel by som København. Det gælder fx med ladeinfrastruktur, som udvikler sig hurtig pga. stærke markedskræfter uden at el-distributionsselskabet og kommunen har mulighed for at styre det. Af denne grund er tidlig dialog som nævnes i grundprincip 16 vigtigt for at holde omkostningerne nede.

Andre variabler med betydning for økonomi
Udover ovenstående variabler skal den generelle økonomi og globale udfordringer også tages i betragtning. Økonomiske kriser, inflation, krig, naturkatastrofer osv. kan påvirke el- og varmeprojekter markant. Fx har Ruslands krig mod Ukraine påvirket energimarkedet, hvor prisen på el, kul og gas steg voldsomt i februar 2022.

Grundpriser skal også nævnes, da de i fremtiden vil have en større betydning i varmesektorens økonomi. Det skyldes, at varmepumper, geotermi og elkedler skal etableres tæt på varmeforbruget – altså decentralt i byen, hvor mange efterspørger arealer til forskellige formål. Varmeanlæg har hidtil været begrænsede til få lokationer med god afstand fra borgere og byliv. Grundpriser og ejerforholdene vil derfor have en væsentlig indflydelse på økonomien i varmeprojekterne.

Desuden har materialepriser i byggeriet også indflydelse på nye investeringer. I april 2023 lå materialepriserne samlet ca. 20% højere end i januar 2019 – det påvirker el- og varmeselskaberne, når de skal investere i nye net- og produktionsanlæg. Hertil skal nævnes mangel på arbejdskraft som væsentlig variabel. Bygge- og anlægsbranchen mangler hænder, og teknisk faglærte er en mangelvare til både etablering og drift af nye anlæg – ikke mindst i store byer som København, og derfor stiger lønomkostningerne. Det sætter pres på projekterne og bremser den grønne omstilling.

4.2 Estimater af forventede investeringer og omkostninger

Adskillige aktører forventes at skulle investere i dele af energisystemet for at sikre omstillingen og for at realisere ambitioner om klimapositivitet, mindre biomasse og høj forsyningssikkerhed. Investeringerne er store og bygger på forretningsmodeller af forskellig karakter og ophæng fx i lovgivning, hvilket naturligvis påvirker investeringers risikoprofil. Fx forventes nogle projekter at være selvfinansierende over tid bl.a. gennem salg af el og CO_2-kreditter. Andre projekter finansieres gennem varme- og elpriser. Hertil bør det tilføjes, at

investeringerne i flere tilfælde vil være betinget af en nødvendig alternativ investering i fx varmeproduktion og investeringeringen kan derfor ikke ses som en meromkostning.

For eldistribution er der især tale om merinvestering og udvidelse af kapacitet. For fjernvarmen er der til dels tale om investeringer til erstatning af ældre anlæg. Her skal der tænkes på, at alternativet er investeringer i andre produktionsformer (fx ny biomassekraftvarme).

I tabel 3 nedenfor fremgår et overblik over de forventede investeringer fra centrale aktører i København. Investeringerne er overordnede skøn, hvis formål primært er at illustrere omfang, typen og bredden i investeringerne. Der er afhængigheder mellem investeringerne og de nævnte variable, som skaber en risikoprofil for investeringen, som også omfatter at nogle aktører forventeligt har mange investeringer og dermed også øget porteføljerisiko og risiko for garantistilleren.

HOFOR
I alt estimeres investeringsomkostningerne for HOFOR til at blive mellem ca. 6,5-11,0 mia. kr. CO_2-fangst forventes gennemført i partnerskab med en forretningspartner, som er med til at bære den kommercielle og finansielle risiko og dermed også en del af investeringen. Varmepumper og elkedler forventes derimod finansieret af HOFOR Fjernvarme inden for varmeforsyningslovens "hvile-i-sig-selv rammer" med positiv samfunds- og selskabsøkonomi.

Det forventes, at Københavns Kommune skal udstede garantier for HOFORs investeringer som forudsætning. Hertil kommer de konkrete sol- og vindprojekter, som lever op til de kommercielle forretningsgrundlag og også skal understøttes af kommunegaranti. Flere projekter kræver garantistillelse fra kommunen samtidig, hvilket sker med stor fokus på ansvarlig styring på tværs af alle kommunens garantistillelser til de store investeringsprojekter.

Radius Elnet
For eldistribution er der tale om reinvestering og samfundsdrevne investeringer. For Radius Elnet gælder, at el-anlæg, som tilsluttes på begrænset netadgang (afbrydelige kunder), pr. definition ikke driver omkostninger til udbygning eller forstærkning af nettet.

En stor del af en eventuel udbygningsomkostning for el-anlæg, som tilsluttes på fuld netadgang (ikke-afbrydelige kunder), afholdes dog af den enkelte kunde selv. Omkostninger dækkes ved tilslutningsbidrag fra nye kunder tilsluttet med fuld netadgang og med løbende betaling for de ekstra kWh og det øgede effektbehov. Radius Elnet forventer, at det øgede forbrug (og produktion) fører til lavere enhedspriser, eftersom der vil være mere forbrug og produktion til at dække omkostninger.

'Almindelige' kunder, som ikke øger deres elforbrug, vil ikke skulle betale mere som følge af omkostninger til udbygning af elnettet. De øgede omkostninger dækkes altså af det øgede forbrug og ikke højere enhedspriser.

Med andre ord forventer Radius Elnet, at elforbruget stiger relativt mere end omkostningerne ved udbygning af elnettet. Dette forhold er dog med en forudsætning om, at eksogene omkostninger til finansiering mv. ikke stiger som følge af ændringer i markedet.

Omkostninger ved indpasning af tekniske anlæg i byen
Endnu en faktor, som kan have betydning for de samlede investeringer og integration af tekniske anlæg i byen er den ønskede merværdi i projekterne med indpasning af energianlæg fx varmepumper eller transformatorer.

Dobbeltprogrammering, eller integrationen af et teknisk anlæg ved at imødekomme flere funktioner, kan ske på forskellige måder. Fx ved aktivering af byrum, ved at skabe biodiversitet, kultur, formidling eller give et særlig arkitektonisk udtryk. Indpasning af anlægget vil have forskellig økonomisk betydning afhængig af omfang af indpasningen. Fx vil det være relativt dyrt og ressourcekrævende at indpasse et energianlæg (fx varmepumpe) med parkeringer eller boldbaner, mens biodiversitetstiltag og arkitektonisk udtryk lettere kan realiseres.

Der kan være forskellige motivationsfaktorer alt efter hvilken bygherre, der er tale om. Fx kan økonomien fylde mere i den samlede business case for en privat bygherre, mens andre hensyn som fx biodiversitet eller kulturelle formål kan vægte tungere for en offentlig bygherre.

Derudover er der juridiske barrierer for at finansiere integration af anlæg, da

varmeforsyningsselskaber kun må påtage sig "nødvendige omkostninger", som kan begrænse muligheder for at investere i dobbeltprogrammeringstiltag.

Tabel 3. Overslag over forventede investeringer fra selskaberne frem til 2035

Aktør	Projekt	Investeringsomfang	Finansieringstype
HOFOR	Varmepumper	3-5 mia. kr.	Takstfinansiering via. varmepriser
	Elkedler	0,5-1 mia. kr.	Takstfinansiering via. varmepriser
	Varmelagre	0,2-1 mia. kr.	Takstfinansiering via. varmepriser
	CO_2-fangst	3-6 mia. kr.	Kommercielt med ekstern partner
	Vind og sol	-	Kommercielt
CTR	Varmepumper	3.4 mia. kr.*	Takstfinansiering via. varmepriser
	Elkedler	0,5 mia. kr.	Takstfinansiering via. varmepriser
	Varmelagre	0,6 mia. kr.	Takstfinansiering via. varmepriser
ARC	CO_2-fangst	3-6 mia. kr.	Kommercielt inkl. certifikatsalg
By & Havn	Landstrøm	0,30-0,35 mia. kr.**	Takstfinansiering/tariffer***
Ørsted (inden for KK)	Elkedler	0,25 mia. kr.**	Takstfinansiering via. varmepriser
	Varmepumper	0,3 mia. kr.**	Takstfinansiering via. varmepriser
Radius Elnet (inden for KK)	Eldistributionsnettet i alt Samfundsdrevne investeringer Reinvesteringer	6 mia. kr. i alt - 4 mia. kr. - 2 mia. kr.	Takstfinansiering via. elpriser (tariffer og tilslutningsbidrag)
Københavns Kommune	Energirenoveringer Solceller på egne bygninger Elektrificering af bilflåde Ladestandere Forberedelse af kommunale bygninger til lavtemperatur fjernvarme (renovering af fjernvarmeanlæg og efterisolering)	305 mio. kr. (*er afsat*). 109 mio. kr.	Kommunale budgetmidler Garantistillelse for lån til store projekter i kommunale selskaber

Der tages forbehold for de overordnede tal og deres forudsætninger, som selskaberne selv har angivet.
**Der kan være overlap/dobbeltkontering af investeringer mellem CTR og HOFOR*
For varmepumper og kedler gælder det endvidere, at der kun er tale om anlægsoverslag, og hvor omkostninger til jordkøb elnetforstærkninger og opkobling på varmenettet ikke indgår.
***Forventet investering frem til 2030.*

**** Lån op baggrund af By og Havns aftalegrundlag med Copenhagen Malmø Port*

Forventninger til Københavns Kommune egne investeringer
Som det fremgår af tabellen ovenfor, ligger langt de fleste investeringer uden for Københavns Kommunes budget selvom kommunen spiller en væsentlig rolle fx som garantistiller ved flere projekter. Herunder er oplistet allerede afsatte midler fra Københavns Kommune på Energistrategiens område, som i alt udgør lidt mere end 300 mio. kr. Herudover må det forventes, at kommunen investerer yderligere frem mod 2035.

- Energirenovering til Københavns Kommunes egne bygninger: 45 mio. kr. afsat frem til 2027
- Solceller på kommunale bygninger + pulje til bygningsejere: 39 mio. kr. frem til 2027
- Elektrificering af Københavns Kommunes bilflåde: 205 mio. kr. til 2030 (tal indeholder det fulde beløb til omstilling af bilpark; derudover er der afsat 82 mio. dkk til dækning af merudgift i forbindelse med krav om anvendelse af fossilfri arbejdsmaskiner til anlæg)
- Ladestandere: 16 mio. kr. til 2026

Omkostninger hos bygningsejere
Det er svært at estimere de samlede omkostninger for bygningsejere til at klargøre bygningsmassen til at kunne modtage lavere temperatur fjernvarme, herunder hvor stor en del af udgiften der også vil være en rentabel investering for bygningsejerne. Det vurderes som et groft overslag fra HOFOR, at bygningsejerne i København i alt skal investere ca. 1. mia. kr. frem mod 2035 i energioptimering og renoveringer, hvis bygningsmassen skal kunne modtage lavere temperatur fjernvarme forsyning. Denne vurdering er dog usikker, men man vil i de kommende år have et mere konkret billede af behovet.

Det er vigtigt at disse investeringer samtænkes med øvrige investeringer i renovering af bygningsmassen. Det vil særligt være ældre ejendomme med enstrengede varmeanlæg. Bygningsejerne skal selv afholde sådanne investeringer, men kommunen kan fremme investeringer gennem oplysning og mulighed for at afhjælpe mindre dele af udgiften, fx via kommunale støttepuljer til energioptimering. Behovet for og størrelsen af puljerne afventer vurdering af investeringens omfang.

Forventede omkostninger til energioptimering forud for lavtemperatur fjernvarme hos Københavns Ejendomme
Københavns Ejendommes foreløbige estimat er, at der frem mod 2035 er behov for investeringer i størrelsesordenen 109 mio. kr., fordelt på 60 mio. kr. til renovering af fjernvarmeanlæg og 49 mio. kr. til efterisolering af ca. 100 ejendomme, for at imødekomme lavere fremløbstemperaturer i fjernvarmen.

Udover investeringer i tekniske installationer, er der også behov for en større indsats i driften af bygningerne, det forventes at kræve yderligere ressourcer både lokalt til opkvalificering af driftspersonale og centralt til energistyring. Københavns Ejendomme forventer også, at der i nogle bygninger vil være behov for yderligere isolering eller udskiftning af vinduer og døre for at reducere det samlede varmebehov.

Nødvendige investeringer i energisystemet uden for Københavns Kommune
Udover de investeringer, der skal foretages i Københavns Kommune, er der også adskillige andre investeringer der skal påtages i omegnskommunerne, som har effekt i København.

Fjernvarmeselskaber er allerede i gang med flere projekter og der vil være stor anlægsaktivitet i det kommende årti. Det forventes, at der skal udbygges markant med varmepumper, varmelagre, og elkedler i omegnskommuner bl.a. som erstatning for individuel naturgas som varmekilde. Mange omegnskommuner er i gang med at udfase naturgas og at udrulle fjernvarme i stedet for. Disse aktiviteter påvirker naturligvis hele hovedstadens fjernvarmesystem.

Derudover har Innargi vundet udbuddet om koncessionsretten til undergrunden i hovedstadsområdet i 2021, hvilket betyder, at Innargi skal undersøge mulighederne for geotermi i hovedstadsområdet og evt. etablere geotermiske anlæg. Innargis indledende screening har tydet på, at der er et betydeligt geotermiske potentiale i Hovedstaden. Realisering af dette afhænger af potentialet, omkostninger og dermed den samlede businesscase ift. at etablere geotermi som varmkilde.

På kraftvarmeværket Avedøreværket i Hvidovre er Ørsted påbegyndt etablering af et CO_2-fangstanlæg, som årligt vil indfange 150.000 tons biogent

CO_2. CO_2-fangstanlægget vil i øvrigt sende mere end 30 MW overskudsvarme i varmenettet.

Det øgede elbehov i varmesektoren vil også stille nye krav til elnettet, som vil skulle investere markant i infrastrukturen for at kunne imødekomme den nye elbehov. Det betyder, at transmissionsselskabet Energinet vil skulle investere for at omdimensionere infrastrukturen også rundt om København. Det finansieres via tariffer af forbrugerne. Cerius-Radius forventer desuden at investere i udbygninger og forstærkninger af elnettet i hele deres forsyningsområde i Storkøbenhavn, Nordsjælland og Midtsjælland.

Det øgede elbehov betyder desuden, at der skal produceres mere el. Det er derfor også vigtigt, at der investeres i VE-udbygning, så elektriciteten forbliver grøn og med høj forsyningssikkerhed.

Omkostninger hos el- og varmekunder
Det forventes, at de gennemsnitlige elpriser i fremtiden vil være en smule højere end de er i dag[10], samtidig med at elpriserne vil fluktuere meget mere end i dag. Det skyldes både, at der har været en generel stigning i elpriserne historisk som forventes at fortsætte, og den kommende store udbygning af vind og sol, som kan give varierende produktion og dermed elpriser.

De gennemsnitlige østdanske elpriser forventes at være noget højere end de historiske elpriser frem til 2020, men markant lavere end ekstremårene 2021 og 2022 (under gaskrisen). Der forventes betydelige elprisforskelle i et normalt klimaår i 2035 og i 2050 dvs. mange timer med nulpriser, og mange timer med priser omkring 1.000 kr./MWh.

På nuværende tidspunkt vides det ikke, om varmeprisen vil stige eller falde i fremtiden. Det skyldes, at der er mange variabler såsom brændselspris, markedernes udvikling, den faktiske teknologiske udvikling i hovedstadsområdet, osv., som ikke kan værdisættes med så lang tidshorisont. Det kan dog godt være, at varmeprisen i korte perioder vil stige markant pga. eksterne faktorer som krig eller kriser.

4.3 Implementering af strategien

Arbejdet med at indfri ambitionerne i denne strategi bliver en del af handleplan for implementering af Klimaplan 2035, men omfatter også allerede eksisterende arbejde i regi af nuværende klimaplan. Energistrategien beskriver som nævnt retningen for Københavns Kommunes arbejde og samarbejdet med aktørerne på energiområdet fremover og vil være grundlaget for at udvikle og implementere konkrete indsatser i samarbejde med Energistrategiens aktørkreds.

Ambitionen om at energistrategien bliver et fælles grundlag for tættere koordinering mellem aktørerne og Københavns Kommune sikres gennem det fortsatte samarbejde i Energistrategisk Forum med fokus på implementering af strategien, fortsat koordinering og videndeling.

Konkret igangsætter Københavns Kommune koordinationsforum for el- og varmeplanlægning og indgår dialog med forsyningsaktører, kommuner i hovedstadsområdet og relevante samarbejdsfora om indholdet af strategien og et videre samarbejde om energiomstilling.

[10] Energistyrelsen, *Analyseforudsætninger til Energinet 2023, 13 oktober 2023*

Kilder

Borgerrepræsentation, En ny klimaplan 2035, 23. september 2021 (En ny klimaplan 2035 | Københavns Kommunes hjemmeside (kk.dk))

COWI for Københavns Kommune 2024*: Model for fremskrivning af elbehovet for mobiliteten mm. i Københavns Kommune*

Dansk Fjernvarme og Cerius-Radius, *Sæt strøm til Fjernvarmen, oktober 2023*

Ea Energianalyse for Københavns Kommune, *Scenarier for udvikling af energisystemet i Københavns Kommune*, 2023

Ea Energianalyse, *Fremtidens Fjernvarme i Hovedstadsområdet 2050 (FFH50)*

Energistyrelsen, *Analyseforudsætninger til Energinet 2023*, *13. oktober 2023*

Energistyrelsen, *Hovedrapport: Elforsyningssikkerhed frem mod og efter 2030,* januar 2022.

Eurostat, Waste Statistics 2024

International Renewable Energy Agency (2023) med begrænset databehandling af Our World in Data: Levelized cost of energy by technology, World (ourworldindata.org)

Netudviklingsplan 2025 for Cerius & Netudviklingsplan 2025 for Radius Elnet

Operate*, Fremtidsbilleder for klimaet i København,* april 2023 Klimafremtidsbilleder 2035 (kk.dk)

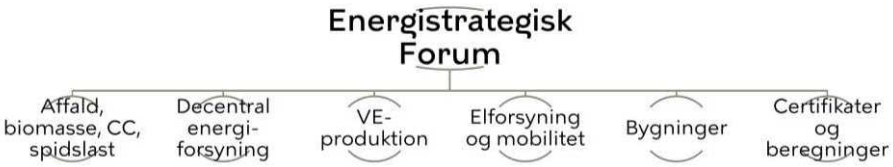
United Nations, The Clean Development Mechanism (UN)

Bilag

Bilag 1: Aktørliste

Energistrategisk Forum

- ARC
- Cerius/Radius
- CTR
- Energinet
- HOFOR
- Teknik- og Miljøforvaltningen
- Økonomiforvaltningen
- Ørsted



Aktører i arbejdsgrupper

ARC
- Elnet og elbaseret transport
- Carbon capture, Biomasse, Affald og Spidslast
- Certifikater & Opgørelsesmetoder

By&Havn
- Decentral varmeforsyning

Cerius-Radius
- Decentral varmeforsyning

CTR
- Decentral varmeforsyning
- Carbon capture, Biomasse, Affald og Spidslast
- Certifikater & Opgørelsesmetoder

Dansk e-Mobilitet
- Elnet og elbaseret transport

Dansk PersonTransport
- Elnet og elbaseret transport

Dansk Transport & Logistik
- Elnet og elbaseret transport

Drivkraft Danmark
- Elnet og elbaseret transport

Energinet
- Elnet og energianlæg

HOFOR
- Elnet og energianlæg
- Decentral Varmeforsyning
- Carbon capture, Biomasse
- Certifikater og opgørelsesmetoder
- Vind og Sol

Movia
- Elnet og elbaseret transport

Metroselskabet
- Elnet og elbaseret transport

Radius Elnet
- Elnet og energianlæg

Region Hovedstaden
- Elnet og elbaseret transport

Økonomiforvaltningen
- Elnet og elbaseret transport
- Decentral varmeforsyning
- Carbon capture, Biomasse, Affald og Spidslast
- Vind & Sol
- Certifikater og Opgørelsesmetoder

Ørsted
- Carbon capture, Biomasse, Affald og Spidslast
- Certifikater og Opgørelsesmetoder

Bilag 2. Teknologioverblik

	Varmepumper	Elkedler
Teknologien kort	En varmepumpe er et anlæg, som optager varme fra en lavtemperatur varmekilde, fx hav- eller spildevand og ved hjælp af en kompressor omsættes varmen til en højere temperatur, som dermed kan anvendes til opvarmning.	En elkedel er et anlæg, som anvender el til at skabe varme. De bruges typisk på samme måde som olie- og gaskedler til at håndtere spidsbelastning, hvor der er ekstra stort behov for varme eller ved nedbrud på andre anlæg.
Størrelse og placerings-krav	En varmepumpe fylder mellem 800 m^2 til 15.000 m^2 afhængig af kapacitet (fra 5-150 MW). De bedste tekniske muligheder er ved København Østsiden, og ved Renseanlæg Lynetten samt Kløvermarken.	En elkedel fylder ca. 20-40m^2 og er 5-6m høj. Derudover har elkedler brug for en buffertank med en højde på op til 13 meter. Når HOFOR skal placere elkedler vil HOFORs eksisterende produktionslokationer blive prioriteret først.
Forventning ift. systemet	300 MW i København frem mod 2035.	550 MW i København frem mod 2035.
Fordele	Har en stor el-til-varme effektivitet (danner 3-4 MW varme pr. 1 MW el).	Er en relativ billig investering sammenlignet med andre varmeproduktionsteknologier og kræver mindre arealer til opsætning end varmepumper.
Ulemper	Skal placeres tæt på varmeforbrug og har en stor fysisk påvirkning i byen på grund af størrelse.	Har en lav el-til-varme effektivitet (1 MW varme pr. 1 MW el) og kan ikke 100% erstatte fossil spidslast grundet svingende elpriser.

	Varmelagre **(Varmeakkumuleringstank, VAK og damvarmelager)**	**Geotermi**
Teknologien kort	Varmelagre kan tænkes som en infrastrukturforbedring frem for en produktionsteknologi. Ved at lagre varme, som er produceret med el, når elpriserne er lave, og anvende varmen, når varmebehovet er højt, kan varmelagre bidrage til at reducere behov for spidslastproduktion.	Geotermi anvender varme fra undergrunden ved at cirkulere vand gennem specifikke geologiske lag på 2-3 km dybde. Herefter anvendes en varmepumpe til at hæve temperaturen, så den er tilpasset til fjernvarmenettet.
Størrelse og placerings-krav	Et varmelager i form af varmeakkumuleringstank er mellem 20-40 m høj, er mellem ca. 14-26 m i diameter. Et varmelager i form af damlager er mindre realistisk i Københavnda disse anlæg fylder i størrelsesordenen 70.000 m3 og 11.000 m2, hvilket er større end en fodboldbane.	Et geotermianlæg fylder 5-600 m^2 når anlæg er etableret. Det kræver op mod 6.000 m^2 at etablere et anlæg til byggeplads og borerig. 1-2 gange i anlæggets levetid på 30 år, skal boringen renses med borerig, hvilket kræver, at 3000 m^2 friholdes for permanente strukturer.
Forventning ift. systemet	Der er ikke lavet en vurdering af det realistiske potentiale endnu. Behovet for varmelagre er stort, men pga. arealkrav, er det usikkert, hvor mange varmelagre der reelt kan etableres.	100 MW i hovedstadsområdet og anledningsvis placering i omegnskommuner.
Fordele	Varmelagre forbedre udnyttelse af produktionsteknologier og reducerer dermed behov for fossil spidslast samtidig med at der opnås en økonomisk gevinst for hele varmesystem	Mindre arealkrav end andre varmepumper når anlægget er i drift.
Ulemper	Har en stor fysisk påvirkning i byen på grund af størrelse af.	Mulige arealer er begrænsede af undergrundsforholdene og teknologi er stadig umoden.

	CO_2-fangst - Carbon Capture and Storage (CCS)
Teknologien kort	CO_2-fangst og lagring – også kaldet Carbon Capture and Storage (CCS) – er en proces, hvor CO_2 fra afbrænding fanges og dernæst lagres i undergrunden.
Forudsætning	Etablering af CO_2-fangst er dyrt og kræver statsstøtte samt en køber af CO_2'en. Det kræver også, at hele værdikæden fra fangst til lagring er på plads.
Forventning ift. systemet	CO_2-fangst kan etableres på ARC og på Amagerværkets blok 4.
Fordele	CO_2-fangst kan fange op til 1,3 mio. tons CO_2 per år i København og er derfor et afgørende klimaværktøj. I fangstprocessen dannes overskudsvarme, som kan anvendes til fjernvarme.
Ulemper	CO_2-fangst er en teknologi, der ikke tidligere har været anvendt på kraftvarmeværker, og en teknologi som kræver meget store investeringer.

	Lavere temperatur fjernvarme
Teknologien kort	I et 'lavere temperatur-fjernvarmesystem' sendes fjernvarmevand på 60-70°C (frem for typisk 80-90°C) fra fjernvarmeværket ud til områdets husstande.
Forudsætning	Lavere temperatur fjernvarme kræver, at bygninger kan opvarmes tilstrækkeligt og samtidigt sende tilstrækkelig afkølet vand retur i systemet.
Forventning ift. systemet	Det forventes, at Københavns Kommune vil være forsynet med lavere temperatur fjernvarme fra 2033. Det indebærer 65°C for størstedelen af året og 75°C på de kolde dage.
Fordele	Der skal anvendes mindre energi til produktion af fjernvarmen og der kan være mindre energitab fra fjernvarmenettet.
Ulemper	Det kræver investeringer hos bygningsejere for at bygningerne kan integrere lavere temperatur fjernvarme.

	Intelligent energistyring i bygninger
Teknologien kort	Et digitalt system som kan styre, regulere og overvåge en bygnings mange tekniske installationer fx varme og ventilation. En intelligent styring kan sikre, at installationerne bliver tilpasset specifikke behov fx vejrkompensering eller brugen af bygningen, så det er muligt at spare energi og samtidig opnå ~~med~~ et bedre indeklima.
Forudsætning	Bygningen skal have et centralt styringssystem til varme og ventilation fx CTS (central tilstandskontrol og styring) eller Leanheat mfl., som kan tilgås online.
Forventning ift. systemet	Intelligent energistyring i bygninger giver øget fleksibilitet. Det kræver dog, at bygningernes tekniske installationer er korrekt indreguleret.
Fordele	Forholdsvis lav investering ift. de besparelser/gevinster, som kan opnås. Gode økonomiske gevinster, bedre indeklima samt bidrag til et effektiv samlet energisystem.
Ulemper	Der er stor kompleksitet i bygninger og styringssystemerne, hvilket kræver det rigtige niveau af intelligent styring for den enkelte bygning. Intelligent energistyring kan ikke kompensere for en dårligt driftet bygning, hvor systemerne ikke er indreguleret.