

Fælles Strategisk Energiplan for Hovedstadsområdet



Bemærkninger til færdiggørelse af den strategiske energiplan fra styregruppen den 22. marts 2018

Dette dokument indeholder det fjerde udkast (v4.3.) til den fælles strategiske energiplan der skal udarbejdes som en af fem hovedleverancer i projektet Energi på Tværs 2. Planen er udarbejdet i et samarbejde mellem sekretariatet (Gate 21) og projektdeltagere fra de 33 kommuner, 10 forsyningsselskaber og Region Hovedstaden i projektets temagrupper og arbejdsgrupper. Der indgår dertil bidrag fra konsulenter i både første og anden fase af projektet.

Planen har været præsenteret for projektet styregruppe den 22. marts 2018, hvor der indkom følgende kommentarer:

- Sammendrag skal udbygges til en 5-6 sider så det indeholder de vigtigste elementer fra hovedrapporten.
- Kapitel 3: Beskrivelsen af præferencescenariet skal udvides, således at forudsætninger, sigtelinjer og forbehold beskrives i større omfang (i stedet forventninger).
- Kapitel 4: Beskrivelsen af udvalgte tiltag i Roadmap 2025 skal omformuleres (herunder særligt tiltag om affald og geotermi), så de ikke beskrives som tiltag der skal igangsættes af projektfællesskabet, men tiltag der er igangsat som skal følges.
 - Potentialet for grøn gas holdt i forhold til gasbehov i præferencescenariet og Roadmap 2025 må gerne beskrives mere præcist.
 - Afsnittet om energibesparelser bør styrkes yderligere.
- Kapitel 5: Beskrivelsen i kapitel 5 bør have mere fokus på hvordan planen skal realiseres og på de tværgående elementer der skal samarbejdes om fremadrettet.
- Kapitel 6 bør indeholde en effektvurdering af de enkelte tiltag og planen som helhed. Denne er under udarbejdelse hos Ea Energianalyse.
 - Planen bør dertil munde ud i en mere operationel handleplan, hvor de vigtigste indsatser identificeres. Denne del bør udpege hvad der skal gøres som det første (det vi med en vis sikkerhed skal kaste os over) og hvad der er sigtet i de følgende år.

Eventuelle bemærkninger kan sendes til Anders Hasselager på anders.hasselager@gate21.dk eller Tue Damsø tue.damsoe@gate21.dk frem til 15. april 2018. Planen bearbejdes på denne baggrund til en version der skal endeligt godkendes på styregruppemøde den 24. april 2018 og efterfølgende præsenteres den på det energipolitiske topmøde den 25. maj 2018.

Indholdsfortegnelse

LÆSEVEJLEDNING TIL STYREGRUPPEN

FEJL! BOGMÆRKE ER IKKE DEFINERET.

INDHOLDSFORTEGNELSE	3
SAMMENDRAG FOR BESLUTNINGSTAGERE	5
Summary for policymakers	6
1. INDLEDNING	8
1.1. Strategisk energiplanlægning	8
1.2. Energi på Tværs	8
1.3. Fælles Strategisk Energiplan for 33 kommuner i Greater Copenhagen	9
2. UDGANGSPUNKT: PROJEKTOMRÅDETS ENERGISYSTEM	11
2.1. Projektområdet	11
2.2. Energiforbrug og drivhusgasudledning i 2015	11
2.2.1. Udvikling i perioden 2012-2017	13
2.3. Projektområdets energisystemer	14
2.4. Potentialer og styrkepositioner	15
2.5. Opsummering	18
3. LANGSIGTET OMSTILLINGSPLAN	19
3.1. Energivision	19
3.2. Præferencescenarie	19
3.3. Planlagte investeringer	21
3.4. Forudsætninger og perspektiver for omstillingen	24
3.5. Opsamling & anbefalinger	25
4. ROADMAP 2025	26
4.1. Omstilling af energisystemerne	26
4.1.1. Indsatsområder og tiltag	27
4.2. Fjernvarme- og kraftvarmeproduktion	28

4.3. Varmeforsyning	32
4.4. Elsystemet	36
4.5. Gassystemet	39
4.6. Transportsystemet	41
4.7. Energiforbrug	44
4.8. Opsamling og tværgående perspektiver	46
4.8.1. Omstillingsfaser	46
4.8.2. Tiltagsrelationer og prioritering	47
5. IMPLEMENTERING OG FREMTIDIGT SAMARBEJDE	49
5.1. Implementering	49
5.2. Samarbejde	51
5.3. Opfølgning	52
6. ANBEFALINGER OG ENERGIVISIONEN	55
6.1. anbefalinger og effekter	55
6.2. Energivision og systemudvikling	55
REFERENCER	57
BILAG A: OVERSIGT OVER PUBLIKATIONER OG BAGGRUNDSRAPPORTER	60
BILAG B: KORT OVER FJERNVARMEOMRÅDER I PROJEKTOMRÅDET	62
BILAG C: KORT OVER HMNS GASNET I PROJEKTOMRÅDET	63
BILAG D: KOMMUNALE KLIMAMÅL	64

Sammendrag for beslutningstagere

Sammendrag for beslutningstagere

Den danske energiforsyning har forandret sig markant over de seneste 100 år, og der kræves lige så radikale forandringer frem mod 2050, hvis den fælles politiske målsætning om en fossilfri energiforsyning skal nås. Vi ser ind i et fremtidigt energisystem med langt mere vindkraft og mindre kraftvarme. Et system, som skal være fossilfrit, men hvor afhængigheden af biomasse i el- og kraftvarmesektoren skal reduceres på langt sigt og biomassen og biogassen mere og mere skal bruges i transportsektoren. Den strategiske energiplanlægning skal bidrage til at realisere omstillingen mod fremtidens fossilfrie energisystem.

I Region Hovedstaden blev det tværgående arbejde med strategisk energiplanlægning igangsat med vedtagelsen af den fælles regionale klimastrategi fra 2012. I denne lanceres et fælles projekt, sidenhen kendt under titlen Energi på Tværs, der skulle skabe et overblik over udfordringer og aktører. Denne strategiske energiplan er udarbejdet som afslutning på anden fase af projektet, og dækker, foruden Region Hovedstaden, 33 kommuner og 10 forsyningselskaber i Greater Copenhagen området. Planen tager sit udspring i en fælles energivision om en fossilfri el- og varmeforsyning i 2035 og en fossilfri transportsektor i 2050, og indeholder en række initiativer der skal bidrage til at realisere denne vision.

Udgangspunktet for handling er et endeligt energiforbrug i 2015 på 38 GWh, hvoraf omkring 40% anvendes i transportsektoren, 40% til opvarmning og til procesformål i industrien, og hvor de resterende 20% anvendes som elektricitet. Dette energiforbrug dækkes med omkring 65% fossil energi, 17% vedvarende energi og de resterende 16% ved en nettoimport af elektricitet til projektområdet. Samlet set var der i 2015 en drivhusgasudledning på 10,2 millioner ton CO₂ ækvivalenter, svarende til omkring 20% af Danmarks samlede drivhusgasudledning.

Der bor omkring 2 millioner mennesker i de 33 kommuner der er med i projektet, hvilket udgør 35% af Danmarks befolkning, og udledningen er dermed lavere pr. indbygger end i Danmark som helhed. Området skiller sig ud fra resten af landet på flere måder der har stor betydning for hvilken indsats der kan gennemføres. For det første er der en høj befolkningstæthed og et stort bebygget areal. Det giver gode muligheder for at gennemføre energibesparelser og for kollektive løsninger såsom fjernvarme og kollektiv transport og for opsætning af tagbaserede solcelleanlæg, men kan vanskeliggøre opsætning af eksempelvis vindmøller. For det andet er erhvervs sammensætningen kendetegnet ved få landbrugs- og industrierhverv og en del servicevirksomheder, hvilket betyder at potentialerne for biomasse er lavere end i resten af Danmark, mens mulighederne knyttet til anvendelse af organisk affald er langt større. Disse karakteristika resulterer samlet set i et forholdsmæssigt lille potentiale for lokal vedvarende energiproduktion, men gode muligheder for at udvikle nye løsninger med systemintegration og fleksibelt forbrug. Samtidig er det afgørende at energiforbruget nedbringes, som led i at skabe en bedre balance mellem energiforbrug og vedvarende energiressourcer.

Energivisionen er i projektet omsat i et præferencescenarie for hvordan systemet kan udvikles til at opnå målsætningerne i 2035 og 2050. Her vil der ske en omstilling til biomasse i perioden frem til 2035, og efterfølgende en udvikling mod en større anvendelse af vind og sol og dermed en større integration af elektricitet i varme- og transportsektorerne. Der er en lang række planlagte investeringer i projektområdet, og de er alle i tråd med energivisionen ved udelukkende at fokusere på vedvarende energi og energibesparelser, og vil tilsammen resultere i en betydelig omstilling til biomasse frem mod 2025, mens fremtidens løsninger udvikles. På baggrund af præferencescenariet og de igangsatte initiativer er der i projektet defineret 33 tiltag som kommuner, forsyningselskaber og regionen kan iværksætte frem mod 2025 for at bidrage til realisering af energivisionen. Blandt indsatserne er en række strategisk vigtige fyrtårnsprojekter, der bør prioriteres politisk for at bane vejen for den langsigtede omstilling mod 2050:

- For *fjernvarme- og kraftvarmeproduktionen* er geotermi en løsning med stort fortrængningspotentiale og varmepumper en kritisk udviklingsindsats for omstillingen væk fra biomasse i fjernvarmen efter 2035.
- For *varmeforsyningen* er en fælles varmeplanlægning og tilhørende omstilling af forsyningen et kritisk element. Uden en langsigtet optimering af varmeforsyningen er der en stor risiko for at systemet fastlåses i en u hensigtsmæssig sammensætning.
- For *elsystemet* er udbygningen af vind og sol helt afgørende for målopfyldelse i 2035, og elektrificeringen af varme og transportsystemet er et kritisk element i den videre udvikling mod visionen i 2050.
- For *gassystemet* er en udvidet biogasproduktion og demonstration af nye teknologier der kombinerer biogas med andre forsyningskilder potentielt betydningsfulde elementer. Biogasproduktionen skal bidrage til levering af den grønne gas der efterspørges til transport, industri og spidslastproduktion, mens teknologikombinationer skal reducere gasbehovet til opvarmning.
- For *transportområdet* er særligt infrastrukturudbygning afgørende, mens omstillingen af de offentligt finansierede flåder kan bidrage til at sikre markedsmodningen.
- Endelig, for *energibesparelser*, er det afgørende at der sikres en stabil organisering rundt om det lange seje træk med en fælles platform for energibesparelser, hvis tiltag og kampagner skal have en vedholdende effekt.

I perioden frem mod 2025 bør der arbejdes på flere niveauer med implementering af alle 33 tiltag, mens den tværgående koordinering og opfølgning kan have et særligt fokus på de kritiske elementer. Hvis energivisionen skal realiseres er det afgørende at alle aktører anvender de handlingsmuligheder de har som eksempelvis forbruger, myndighed, forsyner eller facilitator og samarbejder om de udfordringer og indsatser der går på tværs af kommunale og regionale grænser og på tværs af energiformer og forsyningssystemer. Samlet set kan implementeringen af den fælles strategiske energiplan bidrage væsentligt til omstillingen af energisystemerne i Greater Copenhagen og skabe rammen om den fælles indsats for udvikling af fremtidens bæredygtige energisystem.

Summary for policymakers

The Danish energy supply has changed significantly over the past 100 years, and radical changes are required by 2050 if the common political objective of a fossil-free energy supply is to be achieved. We are looking into a future energy system with much more wind power and less cogeneration. A system that must be fossil-free but where the dependence on biomass in the electricity and power sector must be reduced in the long term and biomass and biogas will increasingly be used in the transport sector. Strategic energy planning will help to realize the transition to the future's fossil-free energy system.

In the Capital Region of Denmark, cross-cutting work with strategic energy planning was initiated with the adoption of the Common Regional Climate Strategy from 2012. In this, a joint project, later known as 'Energi på Tværs' (Energy Crossroads), was launched to provide an overview of challenges and actors. This strategic energy plan has been prepared as the end of the second phase of the project and covers, in addition to the Capital Region, 33 municipalities and 10 utilities in the Greater Copenhagen area. The plan takes point of departure in a joint energy vision of a fossil-free electricity and heat supply in 2035 and a fossil-free transport sector in 2050; and contains a number of initiatives that will help to realize this vision.

The starting point is a final energy consumption of 38 GWh in 2015, of which about 40% is used in the transport sector, 40% for heating and industrial purposes, and the remaining 20% are used as electricity. This energy consumption is covered by about 65% fossil fuels, 17% renewable energy and the remaining 16% by net imports of electricity to the project area. Overall, there was a greenhouse gas emission of 10.2 million tonnes of CO₂ equivalents in 2015, corresponding to about 20% of Denmark's total greenhouse gas emissions.

There are about 2 million people living in the 33 municipalities participating in the project, which accounts for 35% of Denmark's population, and the emissions pr. capita are thus lower than in Denmark as a whole. The

area stands out from the rest of the country in several ways, that holds significant bearing on what actions can be taken. Firstly, there is a high population density and a large built area, which provides good opportunities for implementing energy savings and for collective solutions such as district heating and public transport as well as for setting up roof-based solar systems, but it may hamper the setup of wind turbines. Secondly, the structure of businesses is characterized by few agricultural and industrial sectors and a significant amount of service companies, which means that the biomass potential is lower than in the rest of Denmark, while the potential for organic waste is greater. These characteristics, overall, result in a relatively small potential for local renewable energy production, but good opportunities for developing new solutions with system integration and flexible consumption. At the same time, it is crucial to reduce energy consumption as part of creating a better balance between energy consumption and renewable energy resources.

The energy vision in the project has been transformed into a preference scenario for how the system can be developed to achieve the objectives in 2035 and 2050. Here, a change will be made to biomass in the period up to 2035 and subsequently a development towards a greater use of wind and solar power, and thus a greater integration of electricity in the heat and transport sectors. There are a large number of planned investments in the project area, all in line with the energy vision by focusing exclusively on renewable energy and energy savings. Combined they will result in a significant conversion to biomass by 2025, while also developing future solutions (such as heat pumps for district heating). Based on the preference scenario and the planned investments, the project has defined 33 initiatives that municipalities, utilities and the region can launch by 2025 to contribute to the realization of the energy vision. Among the efforts are a number of strategically important projects that should be prioritized politically to pave the way for the long-term transition to 2050:

- For *the production of district heating and cogeneration*, geothermal heat production is a solution with great potential and heat pumps for district heating are a critical development effort for the conversion from biomass in district heating after 2035.
- For *the heat supply*, a joint heat planning and related conversion of the supply is a critical element. Without a long-term optimization of the heat supply, there is a high risk that the system will be locked-in to a suboptimal composition.
- For *the electricity system*, the expansion of wind and sun is essential for goal achievement in 2035, and the electrification of the heating and transport systems is a critical element in transition towards 2050.
- For *the natural gas system*, expanding biogas production and demonstration of new technologies combining biogas with other sources of supply are potentially significant elements. Biogas production should contribute to the supply of green gas needed for transport, industry and peak load production, while technology combinations need to reduce the gas demand for heating.
- For *transportation*, infrastructure development is crucial, while the conversion of the publicly funded fleets can help ensure market demand.
- Finally, for *energy savings*, it is vital to ensure a stable organization around the long-term action need to ensure viable energy savings, which can be done utilizing a joint platform for energy savings, organizing campaigns and initiatives together.

Moving towards 2025, efforts should be made at several levels with implementation of all 33 actions, while cross-cutting coordination and follow-up may focus on the critical elements outlined above. If the energy division is to be realized, it is crucial that all actors use the opportunities they have, as consumers, regulators, suppliers or facilitators, and collaborate on the challenges and efforts that cut across municipal and regional boundaries and across energy forms and supply systems. Overall, the implementation of the joint strategic energy plan can make a significant contribution to the conversion of energy systems in Greater Copenhagen and create the framework for the development of the sustainable energy system of the future.

1. Indledning

I juni 2015 vedtog Regionsrådet og KKR Hovedstaden en fælles vision om en fossilfri el- og varmforsyning i 2035 og en fossilfri transportsektor i 2050. Projektet Energi på Tværs 2 blev iværksat for at omsætte visionen til handling. Omstillingen til et fossilfrit energisystem rummer både store udfordringer og muligheder for **hovedstadsregionen** og denne fælles strategiske energiplan, skal bidrage til et styrket samarbejde i energisektoren, så omstillingen bygger på de mest hensigtsmæssige løsninger (EPT2, 2016a; Region Hovedstaden, 2012: 27).

1.1. Strategisk energiplanlægning

Den danske energiforsyning har forandret sig markant over de seneste 100 år, og der kræves lige så radikale forandringer frem mod 2050, hvis den fælles politiske målsætning om en fossilfri energiforsyning skal nås (Ea, 2015a: 4).

Den strategiske energiplan er et planlægningsværktøj, der giver kommunerne mulighed for at bidrage systematisk til denne indsats ved at planlægge omstillingen af de enkelte energisystemer i sammenhæng med det samlede, overordnede og sammenhængende energisystem. Derigennem opnås et system, der er mere effektivt og fleksibelt og samtidig opnås en uafhængighed af de fossile brændsler (KL & ENS, 2010: 7). Den strategiske energiplanlægning skal sikre et fremtidigt energisystem, der både udnytter og prioriterer energiressourcerne så **effektivt** som muligt og er mere **fleksibelt** i forhold til at indpasse og koble forskellige energikilder. For at kunne løfte denne opgave, skal den strategiske energiplan (KL & ENS, 2010: 7; Energinet.dk, 2014: 16ff):

- Være tværgående og **helhedsorienteret** i at planlægge et optimalt samspil mellem energibehovet og energiforsyningen, så energiressourcerne udnyttes optimalt. Det kræver en planlægning, der omfatter hele energikæden og går på tværs af både energisystemer (el, varme, køling & transport) og kommunegrænser.
- Være strategisk **langsigtet** ved at have blik for de langsigtede omstillingsmål og sikre, at de bliver omsat i konkrete initiativer og handlingsplaner. For at undgå at realiseringen af 'ikke-strategiske' investeringer bliver begrænsende for det samlede systems udviklingsmuligheder er det afgørende at de langsigtede visioner omsættes til og indtænkes i konkrete tiltag.
- Være **robust** og tage højde for den usikkerhed der er forbundet med at planlægge en langsigtet udvikling. For at undgå fejlinvesteringer og suboptimering er det afgørende, at planen tager højde for den usikkerhed, der er forbundet med implementering af ny teknologi og medtænker udfasningen af den fossile energi i det eksisterende system.

Vi ser ind i et fremtidigt energisystem med langt mere vindkraft og mindre kraftvarme. Et system, som skal være fossilfrit, men hvor afhængigheden af biomasse i el- og kraftvarmesektoren skal reduceres på langt sigt og biomassen og biogassen mere og mere skal bruges i transportsektoren. Den strategiske energiplanlægning skal bidrage til at realisere omstillingen mod dette system.

En sådan planlægning er kun mulig, hvis den også sker via et **tværgående samarbejde**. Både horisontalt på tværs af kommuner, vertikalt mellem kommune, region og stat, internt i den kommunale organisation og lokalt mellem kommune, virksomheder og energiselskaber (Ea, 2016a: 6). Hvis den strategiske energiplanlægning skal bidrage til en bæredygtig energiomstilling, er det afgørende, at den aktiverer og engagerer de forskellige aktører i omstillingsindsatsen.

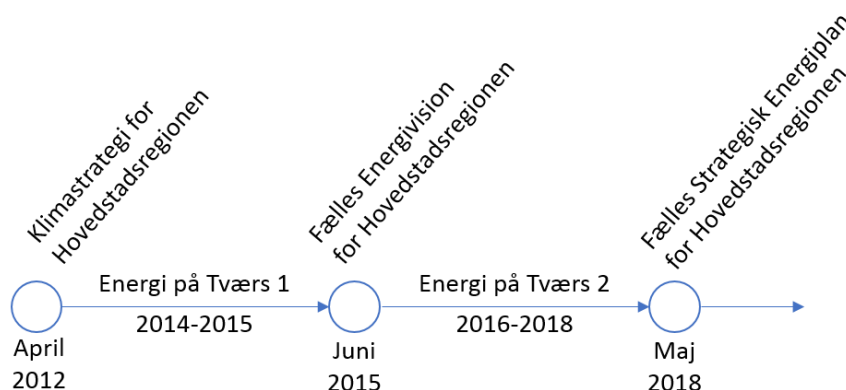
1.2. Energi på Tværs

I Region Hovedstaden blev det tværgående arbejde med strategisk energiplanlægning igangsat med vedtagelsen af den fælles regionale klimastrategi fra 2012. I denne lanceres et fælles projekt, sidenhen kendt under titlen Energi på Tværs, der skal skabe et overblik over udfordringer og aktører (Region Hovedstaden, 2012: 6, 30).

I projektets **første fase**, fra 2014 til 2015, blev der gennemført en række analyser og kortlægninger af det regionale energisystem samt potentialerne for lokal vedvarende energiproduktion, energibesparelser og fleksibelt forbrug. Der blev udarbejdet en række energiscenarier for Region Hovedstaden for udviklingen frem mod 2050 og projektet mundede ud i et præferencescenarie og en fælles energivision for hovedstadsregionen (EPT1, 2015a: 2). Visionen fastlægger en politisk målsætning om, at el- og varmeforsyningen skal være fri for fossile brændsler i 2035 og at hovedstadsregionen skal være helt uafhængig af fossile brændsler i 2050 (EPT1, 2015a: 2).

I projektets **anden fase**, fra 2016 til 2018, skal denne vision omsættes til handling. Dette skal ske gennem udarbejdelse af denne fælles strategiske energiplan, et samlet investeringsoverblik over energiforsyningen og en række business cases for projekter og initiativer. Det skal også ske gennem en indsats for at understøtte konkrete initiativer i kommuner og forsyningsselskaber og gennem politisk forankring af den fælles omstilling (EPT2, 2016a: 4f). Det fremtidige samarbejde om strategisk energiplanlægning opridses i kapitel 5.

Figur 1. Strategisk Energiplanlægning i hovedstadsregionen



Samarbejdet om en strategisk energiplanlægning i hovedstadsregionen bunder særligt i et ønske om at yde en større indsats for at begrænse den globale opvarmning og det fossile energiforbrug samt herigennem også at sikre en højere forsyningssikkerhed for regionens energiforbrugere.

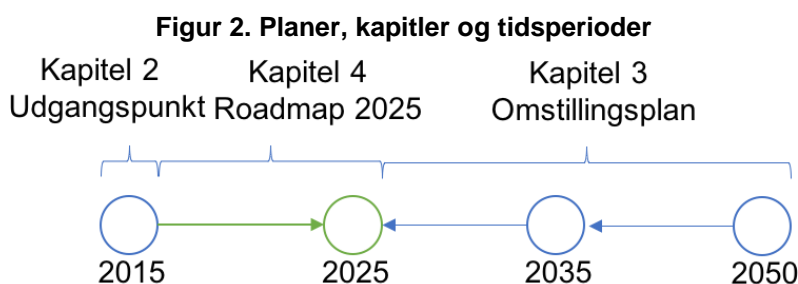
Et stærkt samarbejde kan dog også bidrage til at skabe innovative grønne løsninger, som er unikke og efterspørges verden over og derigennem give øget vækst og profilere hovedstadsregionen som en grøn metropol, der kan fastholde og tiltrække virksomheder og styrke beskæftigelsen og eksporten. Den grønne vækstanalyse fra maj 2017 peger blandt andet på, at grøn vækst kan skabe op til 42.000 nye job i Greater Copenhagen i 2035 i forhold til i dag (Gate 21 et al., 2017: 4). Tilsvarende peger en kortlægning af Greater Copenhagens forskningsstyrker med potentiale for investeringsfremme på både bioenergi og vind & energilagring som to blandt tolv styrkepositioner (Region Hovedstaden & Copenhagen Capacity, 2016: 6f). Endelig kan et samarbejde om energiomstillingen sikre, at der gennemføres de rette investeringer på tværs af kommunale og regionale grænser og undgå de suboptimeringer, der kan opstå, hvis de enkelte kommuner, regioner og virksomheder agerer alene (EPT1, 2015b). I anden fase af Energi på Tværs deltager alle 29 kommuner i hovedstadsregionen og yderligere 4 kommuner fra Region Sjælland. Hertil deltager 10 forsyningsselskaber, Region Hovedstaden og Gate 21 i projektet. Den brede deltagelse skaber et optimalt grundlag for at opnå disse fordele.

1.3. Fælles Strategisk Energiplan for 33 kommuner i Greater Copenhagen

Den fælles strategiske energiplan skal bidrage til omstillingen ved at sikre realisering af den fælles vision, kompetenceløft i de enkelte kommuner, effektiviseringer af investeringer og ressourcer, optimering af løsninger og at indsatsen kobles til arbejdet med grøn vækst i Greater Copenhagen (EPT2, 2016a: 4f). Planen opridses de tiltag, der skal gennemføres frem til 2025 for at håndtere de emner, der blev afdækket i

projektets første fase¹. Planen skaber også et robust grundlag for den langsigtede omstilling mod den fælles energivision om et fossilfrit og fleksibelt energisystem.

Efter dette introduktionskapitel følger en redegørelse for udgangspunktet for handling i kapitel 2, mens den overordnede energivision, præferencescenariet og den langsigtede omstillingsplan bliver præsenteret i kapitel 3. Kapitel 4 indeholder Roadmap 2025, der opridser de konkrete delmål og tiltag for de forskellige fokusområder frem mod 2025, mens det fremadrettede samarbejde om strategisk energiplanlægning præsenteres i kapitel 5. Endelig indeholder kapitel 6 en sammenfatning af delmål og anbefalinger til de forskellige aktører. Planen er struktureret sådan, at de forskellige kapitler fokuserer på forskellige tidsperioder. Hvor kapitel 2 ser på systemet i et basisår (2015), drøfter kapitel 3 udviklingen på den lange bane frem mod 2050 og kapitel 4 fokuserer på de konkrete tiltag frem til 2025. Dette er illustreret i figur 2.



Tilknyttet den fælles strategiske energiplan er der udarbejdet en **baggrundsrapport**, der indeholder en mere detaljeret gennemgang af de forskellige tiltag i Roadmap 2025. Her drøftes det mere dybdegående hvad der skal gøres, hvem der skal handle og hvordan for forskellige tiltag. Det er hensigten at denne rapport kan anvendes i den konkrete implementeringsindsats i kommuner og forsyningselskaber. For udvalgte tiltag er der dertil udarbejdet en række **vejledninger** med specifikke anvisninger og fremgangsmåder.

I rapporten anvendes en række **nøglebegreber** der kort defineres i tabellen nedenfor.

Tabel 1. Nøglebegreber

EPT33	Energi på Tværs 33 (EPT33) er et begreb der bruges til at beskrive projektområdet for Energi på Tværs 2, der dækker 33 kommuner (alle 29 kommuner i Region Hovedstaden, samt Greve, Solrød, Køge og Roskilde i Region Sjælland).
Målsætning	Begrebet målsætning anvendes alene om de langsigtede målsætninger i 2035 og 2050, mens mål for udviklingen i 2025 beskrives som delmål eller milepæle.
Roadmap 2025	Begrebet Roadmap bruges om implementeringsplanen i den fælles strategiske energiplan der indeholder konkrete tiltag og delmål for perioden frem til 2025.
Indsatsområde	Roadmap 2025 er opdelt i seks forskellige delsektorer, betegnet indsatsområder, for hvilke der er identificeret konkrete tiltag.
Tiltag	Begrebet tiltag anvendes om de konkrete handlingsinitiativer der indgår i Roadmap 2025 under de forskellige indsatsområder. Tiltag i planen beskrives som handlinger kommuner, forsyningselskaber eller regionen anbefales at gennemføre i perioden frem til 2025 som led i realisering af den fælles energivision.
Sigtelinje 2030	Sigtelinje anvendes om de tiltag der 'sigtes mod' på længere sigt. Det er initiativer der kan udvikles på længere sigt og indgå i en ny indsatsplan for perioden 2025-2030, men hvor der er behov for mere viden eller nye udviklinger før de kan igangsættes.

¹ En samlet oversigt over baggrundsrapporter og publikationer fra første fase af Energi på tværs fremgår af bilag A.

2. Udgangspunkt: Projektområdets energisystem

Kapitel 2 opridses udgangspunktet for handling og hvilke byggesten det er særligt relevant at tage højde for i den fremtidige planlægning. Kapitlet indeholder en beskrivelse af projektområdet og dets energisystemer samt en energibalance og et drivhusgasregnskab for 2015². Projektområdet er karakteriseret ved store kollektive energisystemer og en erhvervsstruktur der er domineret af handelsvirksomheder. Det resulterer i en række unikke styrkepositioner, der skal udnyttes i langt højere grad end det sker i dag for at få fremtidens energisystem til at fungere optimalt (EPT1, 2015a: 3).

2.1. Projektområdet

Projektet Energi på Tværs 2 (EPT2) dækker alle 29 kommuner i Region Hovedstaden samt kommunerne Roskilde, Greve, Solrød og Køge i Region Sjælland, der alle er tilkøbet de storkøbenhavnske fjernvarmesystemer. Disse 33 kommuner udgør tilsammen projektområdet, benævnt EPT33. Der bor lige over 2 millioner mennesker i projektområdet, som dermed udgør 35% af Danmarks **befolkning** (medio 2017). Projektområdet dækker den folkerigeste region i Danmark, og er også det mest befolkningstætte område med en tæthed, der er 6-9 gange større end de andre danske regioner (DST, 2017a, 2017b; COWI, 2015a: 8). Dertil er der en forventning om en kraftig stigning i indbyggertallet frem mod 2040, hvilket vil medføre et øget pres på ressourcer og infrastruktur, men også give mulighed for en mere effektiv udnyttelse af centrale løsninger som fjernvarme og kollektiv transport. Derfor er det særligt vigtigt at disse løsninger fremtidssikres i forbindelse med udvikling af energisystemerne (COWI, 2015a: 9).

Foruden den høje befolkningstæthed, skiller projektområdet sig ud fra resten af Danmark på flere måder. Hvis der ses på **arealanvendelsen**, anvendes over halvdelen af arealet til by og anlæg mens landbrug kun tegner sig for omkring en fjerdedel, mod mere end 60% i Danmark som helhed (Ea, 2015b: 6). Tilsvarende for **bygningsmassen** tegner området sig for over halvdelen af alle Danmarks etageejendomme og det laveste boligareal pr. person på kommuneniveau i Danmark. Dette skyldes at omkring halvdelen af indbyggerne bor i etageejendomme og omkring 30% i stuehuse, mens det forhold for landet som helhed er omvendt (COWI, 2015a: 9f). Disse karakteristika skaber både muligheder og udfordringer. Den høje varmetæthed skaber et godt grundlag for udbredelse af fjernvarmesystemer, mens det store bygningsareal, den høje koncentration af lejeboliger, offentlige bygninger og bevaringsværdige bygninger gør udfordringerne med at realisere energibesparelser særligt kritiske i projektområdet (COWI, 2015a: 10). Projektområdet har dertil en **erhvervs sammensætning** med omkring en tredjedel af både private og offentlige serviceerhverv i Danmark, mens andelen af primære erhverv som landbrug, industri og fremstillingserhverv er væsentligt under landsgennemsnittet. Den store koncentration af serviceerhverv med betydeligt kølebehov, skaber et godt grundlag for fjernkøling og muligvis udnyttelse af overskudsvarme fra både serviceerhverv og den lille andel industrivirksomheder, der befinder sig i området, mens mulighederne for at udnytte overskydende biomasse fra landbruget er mindre end i resten af landet (COWI, 2015a: 11). Endelig hvad angår **transport**, er der et lavt transportarbejde (antallet af køretøjskilometer) i projektområdet, når det sammenlignes med andre regioner i Danmark. Foruden at have et lavt transportarbejde udgør kollektiv transport, cykel og gang en større andel end i resten af landet. Selvom kollektiv transport udgør en større andel, sker transportarbejdet stadig primært som biltrafik (COWI, 2015b: 4ff). Den høje befolkningstæthed og andel af kollektiv transport skaber dog et godt grundlag for fortsat udbygning af de kollektive transportsystemer.

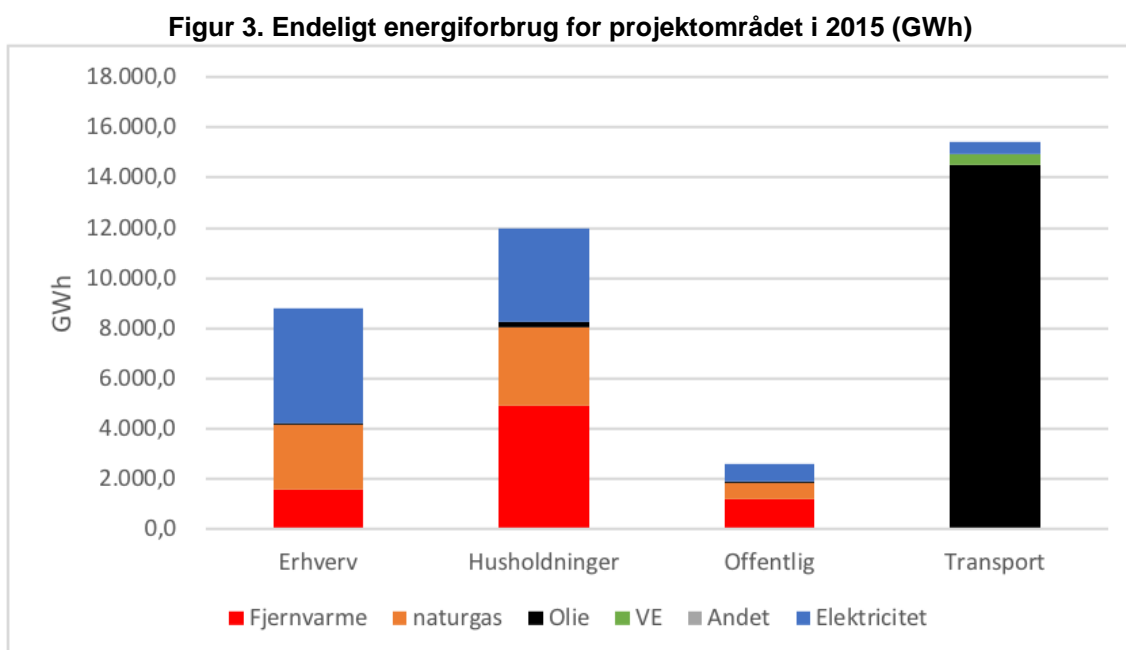
2.2. Energiforbrug og drivhusgasudledning i 2015

Energiforbrug og den tilhørende drivhusgasudledning i projektområdet er opgjort for 2015 ved brug af Energi- og CO₂-regnskabet³ (Sparenergi.dk, 2018). I 2015 var der et **endeligt energiforbrug** på 38.362

² Principper og metoder for det fælles drivhusgasregnskab er beskrevet i baggrundsrapportens kapitel 2.

³ Energi- og CO₂-regnskabet er et værktøj udviklet af Viegand Maagøe for Energistyrelsen, der opgør energiforbrug og drivhusgasudledning for alle landets kommuner. Værktøjet foreligger i en beta-version, med en række datamangler. Det vurderes dog at være det bedst tilgængelige grundlag for kortlægning af

MWh, fordelt med omkring 40% på henholdsvis varme og transport, samt de resterende 20% på elektricitet. Energiforbruget fordelt på sektorer og brændsler er illustreret i figuren nedenfor.



Kilde: Spareenergi.dk, 2018.

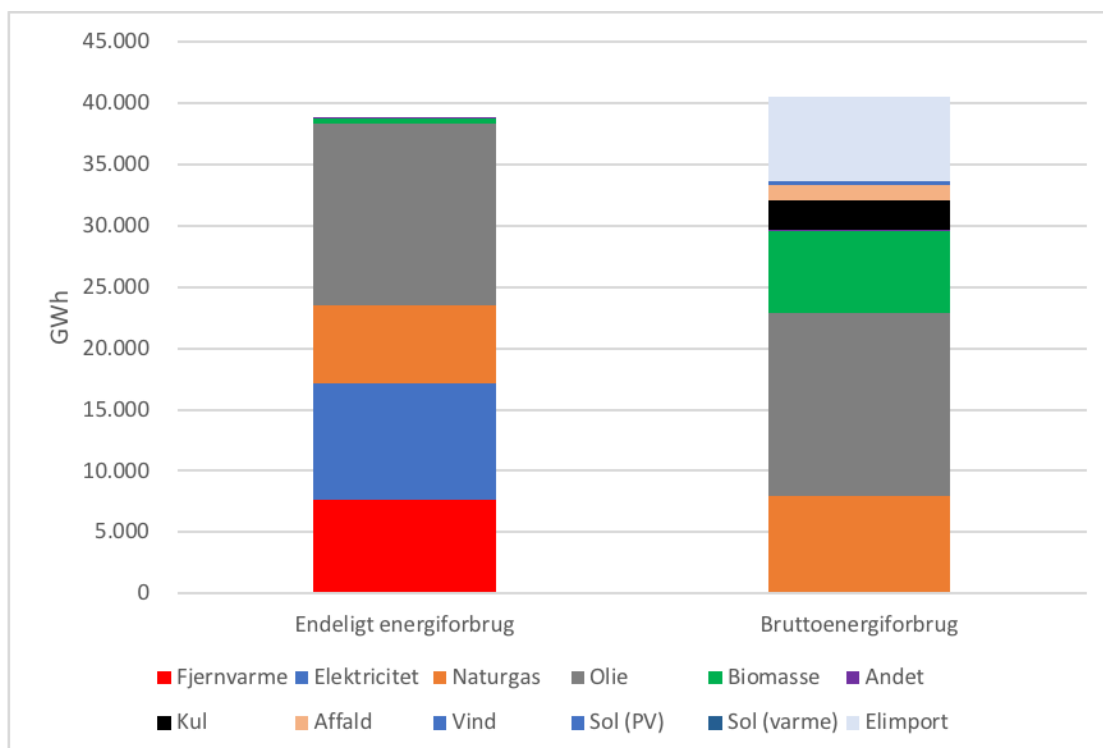
Som nævnt tegner transportsektoren sig for omkring 40% af dette forbrug og er dermed den største sektor, der i høj grad er domineret af olieforbrug. Husholdninger forbruger omkring 30%, primært til opvarmning (fjernvarme, naturgas og olie), mens erhverv stor for omkring en fjerdel af forbruget, heraf primært elektricitet.

Dette energiforbrug dækkes ved en kombination af energiforbrug på anlæg i projektområdet, samt en stor import af elektricitet. **Bruttoenergiforbruget** i 2015 var på 40.555 MWh, heraf omkring 65% fossile brændsler, 17% vedvarende energi og 16% importeret elektricitet. Langt det største brændsel er olie der anvendes i både kraftvarmeproduktionen, individuel opvarmning og i transportsektoren. Varmeforbruget er omkring ligeligt fordelt på fjernvarme og individuel opvarmning, hvor den individuelle opvarmning primært dækkes ved naturgasforbrug. Vendes blikket mod elsystemet dækkes lidt under en tredjedel af forbruget ved elproduktion i projektområdet, primært på kraftvarmeanlæg, men med bidrag fra både vindmøller og solceller. De resterende to tredjedele importeres. Det endelige energiforbrug og bruttoenergiforbruget fordelt på kategorier fremgår af figuren nedenfor.

Figur 4. Endeligt energiforbrug og bruttoenergiforbrug for EPT33 i 2015 (GWh)

udledningen for projektområdet, hvorfor det anvendes i dette projekt. Det indgår endvidere i projektet at videreudvikle værktøjet. Værktøjet er tilgængeligt på hjemmesiden Spareenergi.dk:

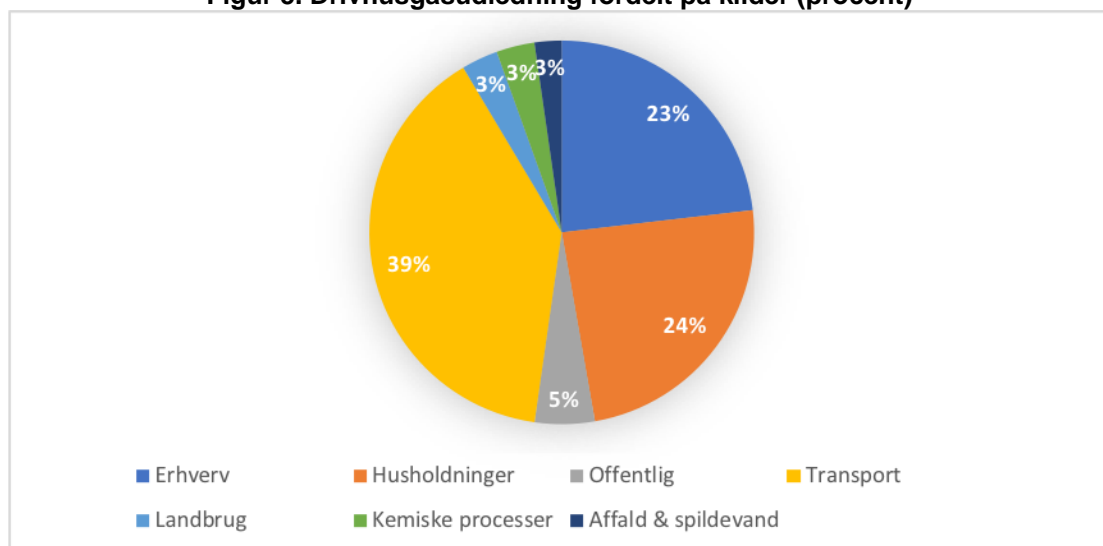
<https://spareenergi.dk/offentlig/vaerktoejer/energi-og-co2-beregneren>.



Kilde: Sparenergi.dk, 2018.

Der var en drivhusgasudledning i projektområdet på 10,2 millioner ton CO₂-eq i 2015, hvor energiforbruget udgjorde langt den største kilde (omkring 90%). Foruden energisektorerne har der en mindre udledning fra landbrug, kemiske processer og spildevand. Udledningen er fordelt på kilder i figuren nedenfor. Som det fremgår er transportsektoren langt den største bidragsyder, efterfulgt af energiforbruget i husholdninger og erhverv. Bidraget fra de ikke-energirelaterede kilder udgør omkring 9%.

Figur 5. Drivhusgasudledning fordelt på kilder (procent)



Kilde: Sparenergi.dk, 2018.

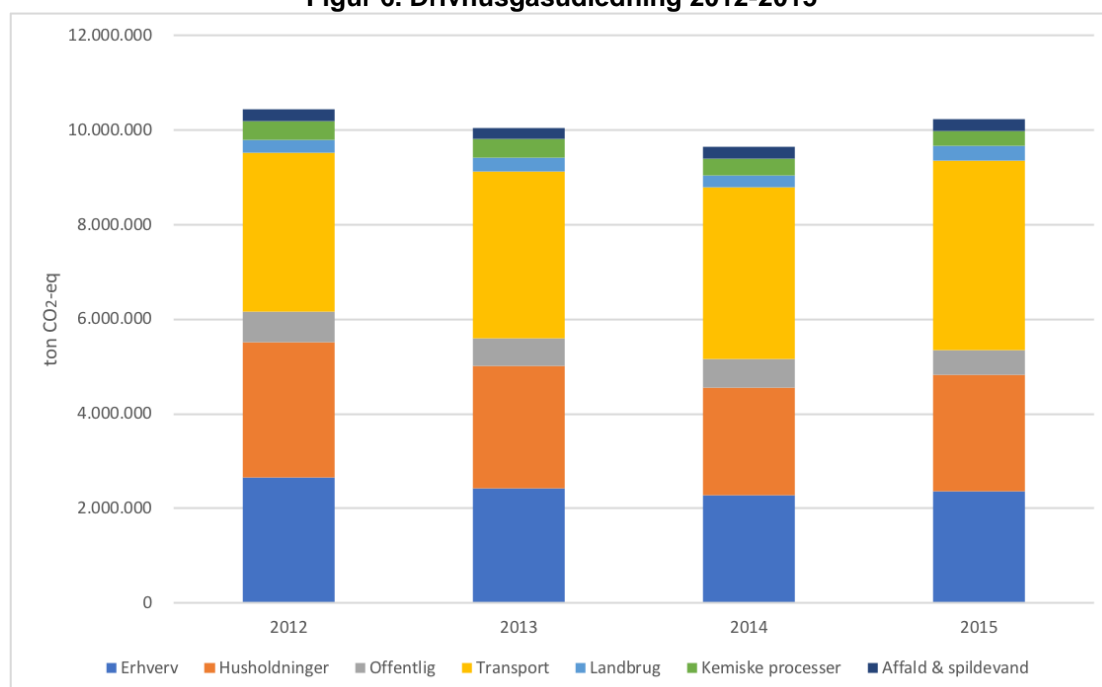
2.2.1. Udvikling i perioden 2012-2017

Opgørelser af energiforbrug og drivhusgasudledning kan bedst vurderes hvis de sættes ind i kontekst. Derfor kan det være relevant at se på udviklingen i energiforbrug og drivhusgasudledning for perioden 2012-2015.

Det **endelige energiforbrug** har været stort set konstant i perioden (2% stigning), hvilket dog dækker over forskydninger mellem sektorerne, hvor energiforbruget til opvarmning er faldet mens både elforbrug og transportenergiforbrug er steget. Tilsvarende for **bruttoenergiforbruget** har der været et lille fald, men store interne forskydning: Et stigende olieforbrug, faldende naturgasforbrug og kulforbrug, et svagt faldende biomasseforbrug og en betydelig stigning i importen af elektricitet til projektområdet. Den stigende elimport knytter sig til et fald i den varmebunde elproduktion. Der har dog samtidig været en stigning i både kystvind-, landvind- og solcelleproduktionen, for solceller med 471%, hvilket vidner om en stor indsats for udbygning med vedvarende energi.

Udviklingen i drivhusgasudledningen følger de samme tendenser. Udledningen er faldet en smule (2%), særligt fra energiforbruget i erhverv, husholdninger og offentlige institutioner, mens udledningen fra transportsektoren er steget. Udviklingen i drivhusgasudledningen er illustreret i figuren nedenfor.

Figur 6. Drivhusgasudledning 2012-2015



Kilde: Spareenergi.dk, 2018.

Hvis blikket efterfølgende vendes mod den efterfølgende periode er det muligt, særligt for energisektorerne, ved brug af supplerende datasæt at se på udviklingen fra 2015 til 2017. Her kan det ses at der siden basisåret sket en betydelig omstilling til biomasse i fjernvarme- og kraftvarmeproduktionen, samt en begyndende indfasning af biogas i naturgasnettet (Ea, 2018a). Det betyder at store dele af kulforbruget og dele af gas- og olieforbruget allerede er omstillet til biomasse. Denne omstilling er tæt ved afsluttet for fjernvarmeproduktionen, hvilket har stor betydning for hvilke tiltag der bør indgå i handlingsplanen. I samme periode er varmeproduktion på affald steget, formentligt pga. affaldsimport, og anvendelsen af gaskedler i fjernvarmeforsyningen er steget betydeligt (Ea, 2018a).

2.3. Projektområdets energisystemer

Energiforbruget i projektområdet dækkes af en række delvist forbundne energisystemer, der forsyner forbrugerne med elektricitet, fjernvarme, naturgas og brændsler til individuel opvarmning, procesenergi og

transport. Det er væsentligt at forstå hvordan disse systemer er opbygget og forbundet, i arbejdet med at omstille dem til vedvarende energi.

Elforbruget i hovedstadsregionen var i 2015 på knap 9.000 GWh og elproduktionen omkring 2.700 GWh. Dermed var projektområdet i 2015 en betydelig nettoimportør af el. Den primære elproduktion i området stammer fra kraftvarme, og den importerede el er ud fra de anvendte beregningsprincipper overvejende baseret på kul. Der har været en stigning i produktionen fra vind og sol i perioden 2012-2015, og en stigning i produktionen på biomasse i perioden 2015-2017.

Varmeforbruget adskiller sig fra resten af Danmark ved at være lavere end landsgennemsnittet pr. indbygger og ved at indeholde en langt større andel fjernvarme og naturgas (Ea, 2015c: 7). Over halvdelen af varmekonsumet kommer fra fjernvarme og omkring 45% fra naturgas, der dermed tilsammen dækker næsten hele varmforsyningen i området. Fjernvarmeproduktionen foregår næsten udelukkende som kraftvarme- (80%) og på kedelanlæg (19%), med et lille bidrag fra overskudsvarme, solvarme og varmepumper (1%). Hvis der ses på brændsler, kommer det største bidrag fra biomasse, efterfulgt af kul, naturgas og affald.

Der er omkring 30 fjernvarmesystemer i projektområdet, der hver har en eller flere producenter, der leverer fjernvarme til et eller flere forsyningselskaber⁴. I de større systemer bindes flere distributionsnet sammen af transmissionsledninger. Størstedelen af fjernvarmesystemerne består af få producenter, der leverer fjernvarme til et enkelt forsyningselskab. I nogle kommuner er der flere uafhængige fjernvarmesystemer og der er enkelte større systemer der går på tværs af flere kommuner (Ea, 2015c: 13). Blandt de større fjernvarmenet kan nævnes (Ea, 2015c: 15f):

- *Storkøbenhavn's fjernvarme* der består af transmissionselskaberne VEKS (Vestegnens Kraftvarmeselskab) og CTR (Centralkommunernes Transmissionselskab), som leverer fjernvarme til distributionselskaber i 17 kommuner.
- *Vestforbrænding* der foruden at levere fjernvarme til VEKS og CTR leverer fjernvarme i fem kommuner.
- *Hillerød-Farum-Værløse* der forsyner fjernvarmenet i Hillerød og Furesø kommuner.
- *Nordøstsjælland's fjernvarme* der forsyner fire kommuner fra Norfors og Helsingør Kraftvarmeverk.
- *DTU-Holte-Nærum* der forsyner to kommuner og er koblet til Nordøstsjælland's fjernvarmesystem.

Den relativt tætte bebyggelse i projektområdet betyder, at der er udlagt naturgasforsyning⁵ til en stor andel af de huse, der ikke er opvarmet med fjernvarme. Varmeplanlægningen i 1980'erne har medført at nogle naturgasområder ligger tæt op af eksisterende fjernvarmesystemer. Foruden individuel opvarmning anvendes naturgas også til at producere bygas i København, til procesenergi og til produktion af fjernvarme.

Transportenergiforbruget er domineret af benzin og diesel. Benzin dækker omkring 53% af vejtransporten og diesel 41%, mens de resterende dækkes af biobrændstof iblandet begge. Benzinforsyningen er dominerende i persontransporten, mens dieselforsyningen dækker langt størstedelen af godstransporten. Der forekommer en betydelig pendling både i og til projektområdet med en tendens til længere og længere pendlingsafstande. Det gælder særligt centralkommunerne (København & Frederiksberg) og de Københavnske vestegnskommuner, der har et overskud af arbejdspladser og pendlingen forekommer i høj grad til de store erhvervsområder langs Ring 3 korridoren (COWI, 2015b: 6).

2.4. Potentialer og styrkepositioner

Scenarieanalyser peger på, at fremtidens energiforsyning bliver kendetegnet ved, at elektricitet bliver den dominerende energiform i samspil med fjernvarme, og at denne elektricitet i højere grad bliver produceret af

⁴ Kort over fjernvarmesystemer fremgår af bilag B.

⁵ Kort over HMN's naturgasnet fremgår af bilag C.

vindmøller og solceller. For at indpasse en større andel af disse fluktuerende produktionskilder i energisystemet, er der behov for, at synergieffekter udnyttes, at balancen i elnettet sikres igennem intelligent styring, og at de forskellige energisystemer integreres i højere grad, end de er i dag. Projektområdet er allerede i front, når det kommer til de sammenkoblede energisystemer. Udbredelsen af de kollektive systemer, der kendetegner forsyningen i EPT33, er oplagte **styrkepositioner** at bygge videre på (EPT1, 2015a: 3f):

- Den udbredte fjernvarmeforsyning giver mulighed for at udnytte mange forskellige varmekilder, herunder virksomhedernes overskudsvarme. Kilderne kan dertil via varmelagre og varmepumper yde et væsentligt bidrag til integration af vind- og solenergi i energisystemet.
- Det vidtforenede gasnet har høj kapacitet, og de eksisterende gaslagre giver gode lagringsmuligheder i fremtidens energisystem domineret af fluktuerende el. De stigende mængder biogas kan med fordel anvendes i transportsektoren, i industrien og til spidslastproduktion af el og varme. Dette kan bl.a. ske gennem introduktion af gas/el-hybridvarmepumper i dele af den individuelle opvarmning.
- Transportstrukturen med en høj andel af kollektiv transport og korte transportafstande, giver særlige muligheder for at samordne individuel og kollektiv trafik, at udbrede alternative drivmidler i de offentligt finansierede flåder og for udbredelse af elbiler.
- Indbyggerne i projektområdet er meget ressourcerstærke, og har dermed et godt grundlag for at bidrage til omstillingen gennem investeringer i renovering, lokal vedvarende energiproduktion og køretøjer på alternative drivmidler.

EPT33 har på den baggrund en god mulighed for at udvikle sig til en pioner på systemintegration og fleksibelt el- og varmeforbrug. For at realisere denne mulighed skal **potentialerne** for energibesparelser, systemændringer og vedvarende energiproduktion udnyttes.

Energibesparelser er et afgørende element i en omkostningseffektiv omstilling af energisystemet. I projektets første fase er potentialet for energibesparelser og fleksibelt forbrug blevet kortlagt. Der vurderes, at være et varmebesparelsepotentiale på 28% i regionen et elbesparelsepotentiale på 21% med en tilbagebetalingstid på op til 4 år og op mod det dobbelte, hvis der accepteres en tilbagebetalingstid op til 10 år. For procesenergi forventes der et besparelsepotentiale på 12% svarende til landsgennemsnittet (Ea, 2015d: 5). Elforbrug der kan flyttes i tid kan ydermere understøtte integrationen af den fluktuerende vindkraftproduktion. Flexibelt elforbrug kan være med til at sikre den kortsigtede balance i elsystemet. Potentialet for fleksibelt elforbrug vurderes at være knap en fjerdedel af elforbruget i EPT33 (2.225 GWh). Størstedelen af dette potentiale vurderes dog kun at være fleksibelt indenfor en kort tidshorisont (minutter til timer). Det samlede potentiale for energibesparelser og fleksibelt forbrug er sammenfattet i tabel 1 nedenfor (Ea, 2015e: 6).

Tabel 2. Potentiale for energibesparelser og fleksibelt forbrug (procent)

Sektor	Elbesparelser	Varmebesparelser	Procesenergi	Flexibelt elforbrug
Kommunen	28%	17-28%		21%
Handel & service	19%	21-28%		21%
Husholdninger	21%	22-33%		35%
Produktionserhverv	19%		12%	18%
Total	21%	28%		27%

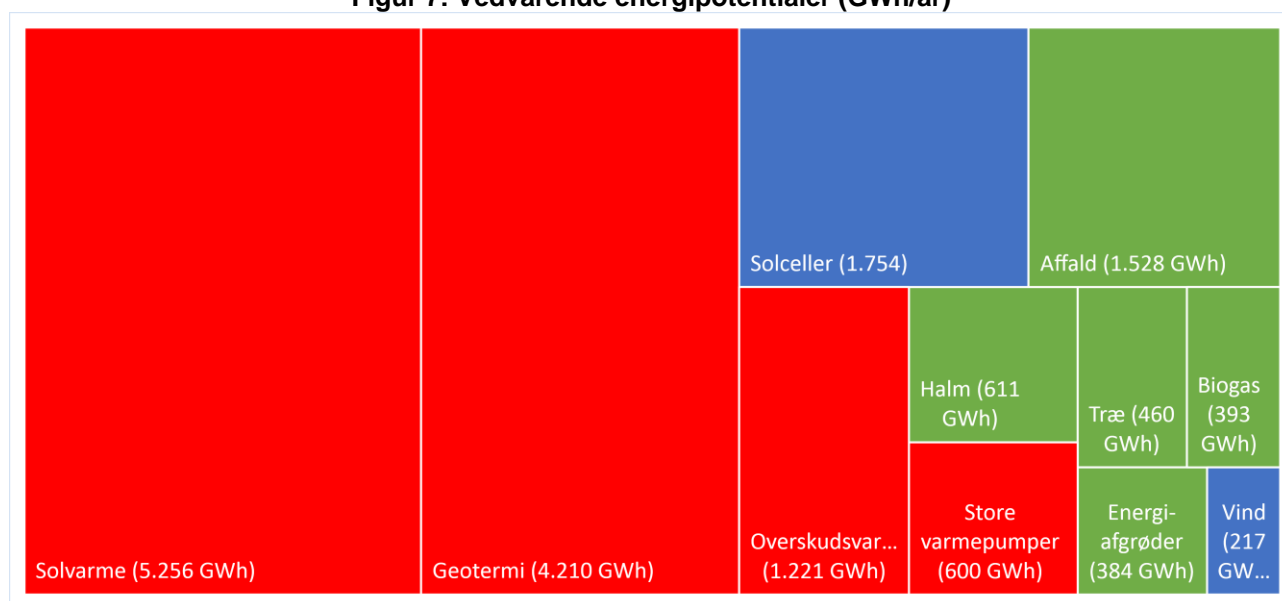
Kilde: Ea, 2015e: 7

Ved **systemændringer** og nye koblinger af de forskellige delsystemer kan fjernvarmeforsyningen anvendes til indpasning af mange forskellige energikilder og til at udjævne fluktuationerne i den variable elproduktion. Disse egenskaber kan styrkes yderligere gennem en udbygning af fjernvarmeproduktion og transmission i regionen samt gennem en sammenkobling af eksisterende fjernvarmesystemer. I den regionale

fjernvarmeanalyse fra 2015 er der foretaget en screening af mulighederne for en koordineret udbygning af fjernvarmeproduktionen og transmissionen. Denne analyse peger på et selskabsøkonomisk potentiale for ny transmissionskapacitet på ca. 190 MW, især ved sammenkobling af de større fjernvarmesystemer. I en samfundsøkonomisk optimering er der et væsentligt mindre behov for transmissionskapacitet, mens varmepumper spiller en langt større rolle i regionens fjernvarmeforsyning (Ea, 2015f: 6). Denne udbygning drives dog særligt af mulighederne etablering af biomassekraftvarme i de forskellige fjernvarmeområder i regionen og den driftsnytte der opnås ved sammenkobling af fjernvarmesystemer med forskellig type produktion (Ea, 2015f: 4f).

Foruden ændringer i forbrug og transmission forudsætter en bæredygtig energiforsyning ændringer i energiproduktionen. Her er der i første fase af projektet gennemført en kortlægning af **vedvarende energipotentialer** i Region Hovedstaden (Ea, 2015b). Regionen har samlet set et potentiale for vedvarende energi (VE) produktion på 16.600 GWh, fordelt på energikilder i figur 7 nedenfor.

Figur 7: Vedvarende energipotentialer (GWh/år)



Kilde: Ea, 2015b: 7-12. Træ: Potentiale for træ for 2020. Vind: Udelukkende planlagte og eksisterende landvindmøller placeret indenfor Region Hovedstaden. Geotermi: svarende til 50% af fjernvarmeforbruget fratrukket produktionen baseret på affald. Affald: 55% af affaldsressourcen forudsættes at være nedbrydelig. Varmepumper: Drivenergi til varmepumperne forudsættes at være vedvarende energi, hvilket betyder at elsystemet her forudsættes at være fossilfrit.

Hvis dette potentiale sammenholdes med den nuværende produktion af vedvarende energi i projektområdet, anvendes hele affalds og træpotentialet, tre fjerdedele af halmpotentialet og vindpotentialet, samt en betydelig mængde træpiller der importeres (3.350 GWh). For de resterende energikilder anvendes maksimalt 5% af potentialet, og der er således betydelige muligheder for udbygning af produktionen baseret på lokale vedvarende energikilder. Hertil kommer potentialet i de fire kommuner i Region Sjælland, der ikke indgår i ovenstående kortlægning.

I udnyttelsen af disse ressourcer er det dog afgørende at skelne mellem det tekniske og økonomiske potentiale. Hvor det tekniske potentiale opgør energipotentialet i de forskellige kilder, indskrænkes det økonomiske potentiale af, hvorvidt dette også er økonomisk attraktivt at udnytte (Blok, 2007: 209). I ovenstående figur er det, for eksempel for varmepumper, det tekniske potentiale der er opgjort og faktorer såsom energikildens afstand til fjernvarmenet kan have væsentlig betydning for omkostningerne forbundet

med udnyttelse af disse ressourcer. Energikilderne kan eksempelvis være havvand, søvand, spildevand og drikkevand. Dermed kan det realiserbare potentiale i praksis være mindre, end det der fremgår ovenfor.

Samtidig er det vigtigt ikke at betragte projektområdet som en ø der skal forsyne sig selv. Energisystemer og ressourceoplande går på tværs af ikke kun kommunale men regionale grænser og en optimering af ressourceudnyttelsen bør ofte ses i endnu større sammenhæng end EPT33. Det kan derfor være hensigtsmæssigt at opføre vindmøller udenfor projektområdet og importere den el de producerer, at eksportere organisk affald og importere biogas. På denne måde opnås en bedre anvendelse af ressourcerne i den fælles omstilling af det danske energisystem.

2.5. Opsummering

Der blev i 2015 anvendt 40.554 GWh energi i projektområdet, til at dække borgernes og virksomhedernes energiforbrug, og en drivhusgasudledning på 10,2 millioner tons CO₂-eq, ud af Danmarks samlede udledning på omkring 50 millioner ton CO₂-eq i 2015 (Nielsen et al., 2017: 14). I Danmark var udledningen pr. indbygger omkring 8,8 ton CO₂-eq, mens den for EPT33 var på 5,2 ton. Projektområdet er kendetegnet ved en stor befolkningstæthed, et lille boligareal pr. indbygger og store kollektive forsyningsystemer. Disse karakteristika resulterer i et forholdsmæssigt lille potentiale for lokal vedvarende energiproduktion, men gode muligheder for at udvikle nye løsninger med systemintegration og fleksibelt forbrug. Samtidig er det afgørende at energiforbruget nedbringes, som led i at skabe en bedre balance mellem energiforbrug og vedvarende energiressourcer.

3. Langsigtet omstillingsplan

Det langsigtede mål for omstillingen er en fossilfri el- og varmforsyning i 2035 og en fossilfri transportsektor i 2050. Dette kapitel opridser den langsigtede vision og præferencescenariet for systemudviklingen frem mod disse målsætninger, og opridser derefter planlagte investeringer og de perspektiver disse investeringer og præferencescenariet skaber for indsatsen frem mod 2025.

3.1. Energivision

Den fælles energivision blev godkendt af Regionsrådet og KKR Hovedstaden i juni 2015 (EPT2, 2016a: 1). Målsætningen er, at el- og varmforsyningen skal være fri for fossile brændsler i 2035, og at hovedstadsregionen er uafhængig af fossile brændsler i 2050. I realiseringen af denne målsætning vil energisystemerne blive endnu mere sammenvævede og komplekse, end de er i dag, og dette kræver, at kommuner, region og forsyningselskaber samarbejder i endnu højere grad end i dag om en koordineret energiomstilling, både realisering af energibesparelser og omstilling til vedvarende energi (EPT1, 2015a; 2015b). Den vedtagne energivision og mission fremgår af tabel 2 nedenfor.

Tabel 3. Energivision & mission

Vision: "Hovedstadsregionen skal være en førende region indenfor grøn omstilling og vækst. I 2035 skal hovedstadsregionens el- og varmforsyning være fossilfri og transportsektoren skal være fossilfri i 2050."
Mission: "Kommuner, region og forsyningselskaber samarbejder om strategisk energiplanlægning og koordinerer fremtidige investeringer i energisystemet, så synergier udnyttes og energi- og transportsystemet bliver effektivt. Der samarbejdes med virksomheder og universiteter om at være førende indenfor innovation og udvikling af grønne løsninger, der sikrer jobskabelse, grøn vækst og øget livskvalitet."

Kilde: EPT1, 2015b: 3.

3.2. Præferencescenarie

I den første fase af Energi på Tværs blev der udviklet og vedtaget et præferencescenarie for, hvordan denne energivision kan realiseres, hvor energiforbruget fremskrives ud fra en række forskellige forudsætninger (Ea, 2015a: 9f). I denne plan er scenariet tilpasset så det dækker de 33 kommuner der deltager i Energi på Tværs fase 2.

Den første er en forventning om en stigning i det opvarmede areal på omkring 25% frem til 2050, men på grund af energirenoveringer og nedrivninger forventes der et fald i det samlede energiforbrug til **opvarmning** på omkring 20% i 2050 (Ea, 2015a: 15-20). I præferencescenariet forudsættes en væsentlig udbygning med fjernvarme, der for langt størstedelens vedkommende forventes at ske på bekostning af naturgas, da det primært er i naturgasforsynede områder, at energitætheden er tilstrækkelig til, at fjernvarme kan blive konkurrencedygtig (Ea, 2015a: 25). For de bygninger, der også efter 2035 skal forsynes individuelt, forventes der særligt en udbygning af varmepumper, mens træpillefyr og brændeovne forventes kun at spille en meget lille rolle (Ea, 2015a: 21, 25).

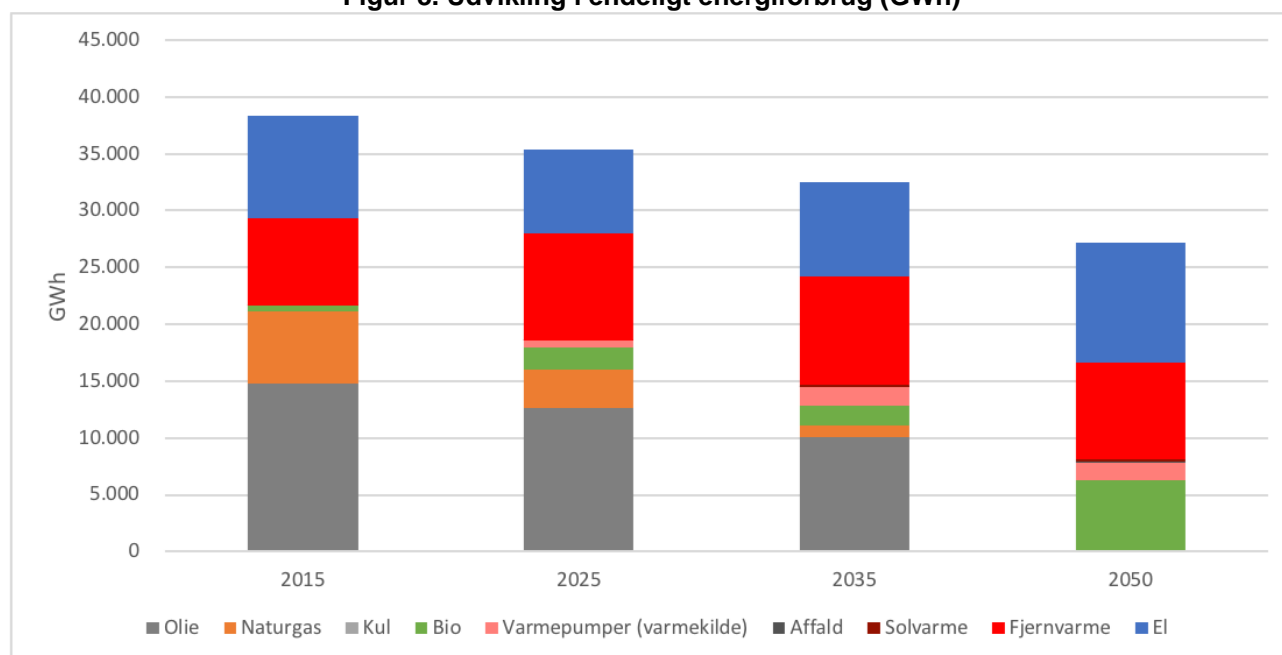
Udviklingen i det klassiske **elforbrug** følger Energistyrelsens forventninger om en moderat stigning frem mod 2050 (Ea, 2015a: 27f). Der forventes dog også et betydeligt nyt elforbrug til individuel opvarmning og fjernvarmeproduktion (varmepumper og elpatroner) samt til eldrevne køretøjer i transportsektoren. I præferencescenariet forventes en markant elektrificering og en tilhørende stigning i elforbruget på mere end 70%. Da energiforbruget generelt set er faldende, stiger elektricitetens andel af det samlede energiforbrug i projektområdet fra knap en femtedel til ca. halvdelen (Ea, 2015a: 41f; EPT1, 2015a: 6).

I **transportsektoren** forudsættes der i præferencescenariet en indsats for at reducere efterspørgslen efter transport. Denne indsats vurderes at kunne reducere stigningen i personbiltrafikken, men der forventes fortsat en stigning i transportarbejdet på ca. 30% frem mod 2050 (EPT1, 2015a: 5; Ea, 2015a: 39). Hvis vi vender blikket mod hvordan vi transporterer os, forventes det at en meget stor del af personbiltransporten er elbaseret i 2050 og regionen forudsættes i præferencescenariet at blive en foregangsregion med hensyn til

elektrificering af busstrafik og personkøretøjer, hvilket er en vigtig forudsætning for at reducere bioenergiforbruget, mens der for den tunge trafik forventes en større anvendelse af biodiesel og bionaturgas. Det forventes, at elkøretøjer dækker 25% af personbilernes transportarbejde i 2035 og 80% i 2050, mens der indenfor godstransport forventes et mindre gennemslag af el, primært indenfor varebiler (Ea, 2015a: 38; EPT1, 2015a: 5).

Ud fra disse forudsætninger forventes det at det **endelige energiforbrug** falder med knap 30% fra 38.366 GWh i 2015 til 27.200 GWh i 2050. Samtidig sker der en total udfasning af olie og naturgas og til gengæld en stigning i anvendelsen af el, fjernvarme og biomasse (Ea, 2015a: 49). Det samlede endelige energiforbrug er illustreret i figuren nedenfor.

Figur 8. Udvikling i endeligt energiforbrug (GWh)



Kilde: Egen bearbejdning baseret på Spareenergi.dk, 2018 og Ea, 2015a: 49.

Fjernvarmeforbruget forventes at forblive nogenlunde konstant, da konverteringer til fjernvarme opvejes af varmebesparelser. På den korte bane forventes **fjernvarmeforsyningen** tilvejebragt ved en omstilling til biomasse. En række fremskredne planer peger i retning af en betydelig biomasseomstilling allerede i 2020. På længere sigt kan fjernvarmeforsyningen imidlertid blive udfordret af både begrænsede biomasseressourcer og behovet for indpasning af vindkraft, hvor fjernvarmen spiller en afgørende rolle. På den baggrund er omstillingen af fjernvarmeforsyningen opdelt i to stadier (Ea, 2015a: 32f; EPT1, 2015a: 4f):

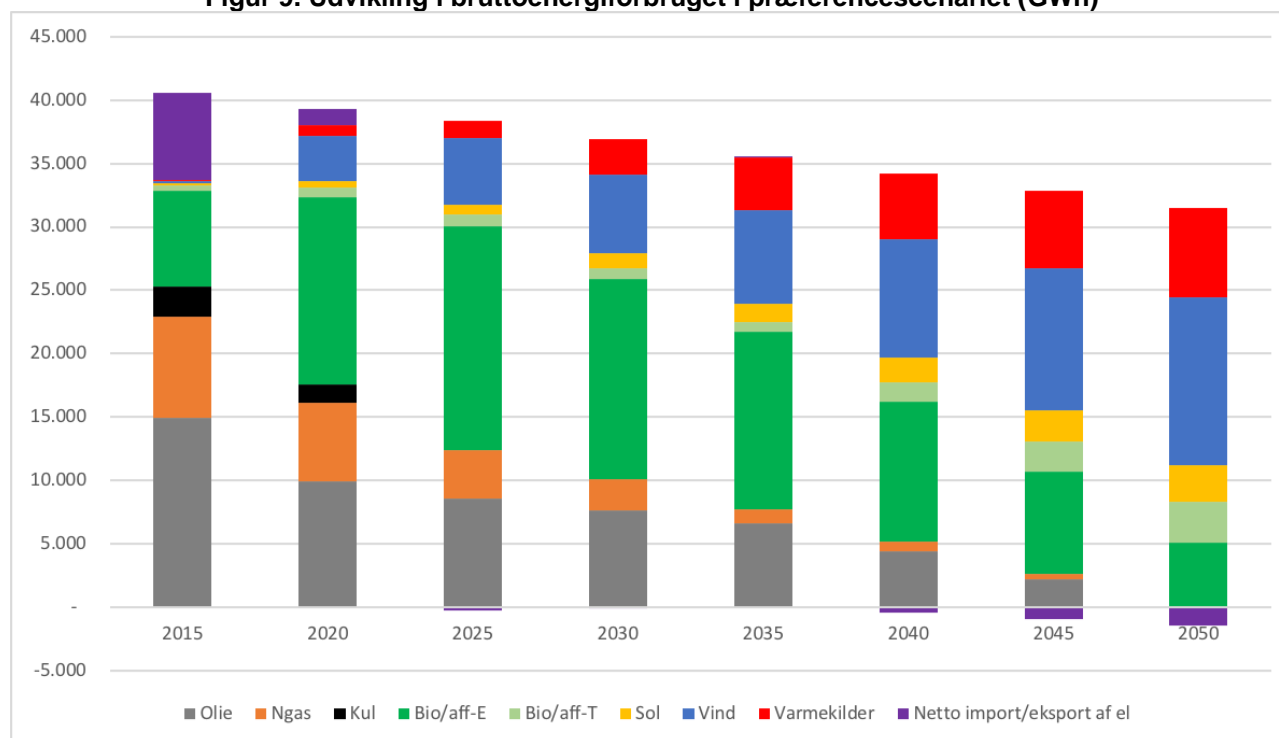
- 1) Frem til 2035 vil der være et betydeligt forbrug af biomasse på kraftvarmeværkerne
- 2) Perioden mellem 2035 og 2050 hvor fjernvarmesektoren forventes at udskifte en væsentlig andel af biomasseanlæggene med store elvarmepumper, geotermi og solvarme.

Elproduktionen forventes ligeledes udbygget, både hvad angår solceller, landvindmøller og kystnære havvindmøller. Ved indregning af disse bidrag og regionens andel af den forventede nationale havvindmølleudbygning opnår regionen omtrent balance mellem elforbrug og produktion i 2035 trods stigende elforbrug og faldende kraftvarmeproduktion. I 2050 opnår hovedstadsregionen ud fra de anvendte forudsætninger en mærkbar nettoeksport (Ea, 2015a: 47f).

Som for det endelige energiforbrug forventes der en væsentlig reduktion i **bruttoenergiforbruget** frem mod 2050. Der sker også her en total udfasning af de fossile brændsler og anvendelsen af biomasse stiger

betydeligt frem mod 2035, primært med baggrund i omstillingen til biomasse på kraftvarmeværkerne. Derefter reduceres biomasseforbruget i takt med udbygningen af varmepumper, solvarme og geotermi i fjernvarmeproduktionen, så det i 2050 er i samme størrelsesorden som nuværende forbrug (Ea, 2015a: 49). Udviklingen i bruttoenergiforbruget i præferencescenariet er sammenfattet i figuren nedenfor.

Figur 9. Udvikling i bruttoenergiforbruget i præferencescenariet (GWh)



Kilde: Egen bearbejdning baseret på Sparenergi.dk, 2018 og Ea, 2015a: 50.

I takt med denne omstilling forventes de samlede CO₂-udledninger at falde med omkring tre fjerdedele fra 2015 til 2035 og at den resterende udledning fra energiforbrug i 2050 alene stammer fra den resterende fossile fraktion i affaldsforbrændingen (Ea, 2015a: 51).

3.3. Planlagte investeringer

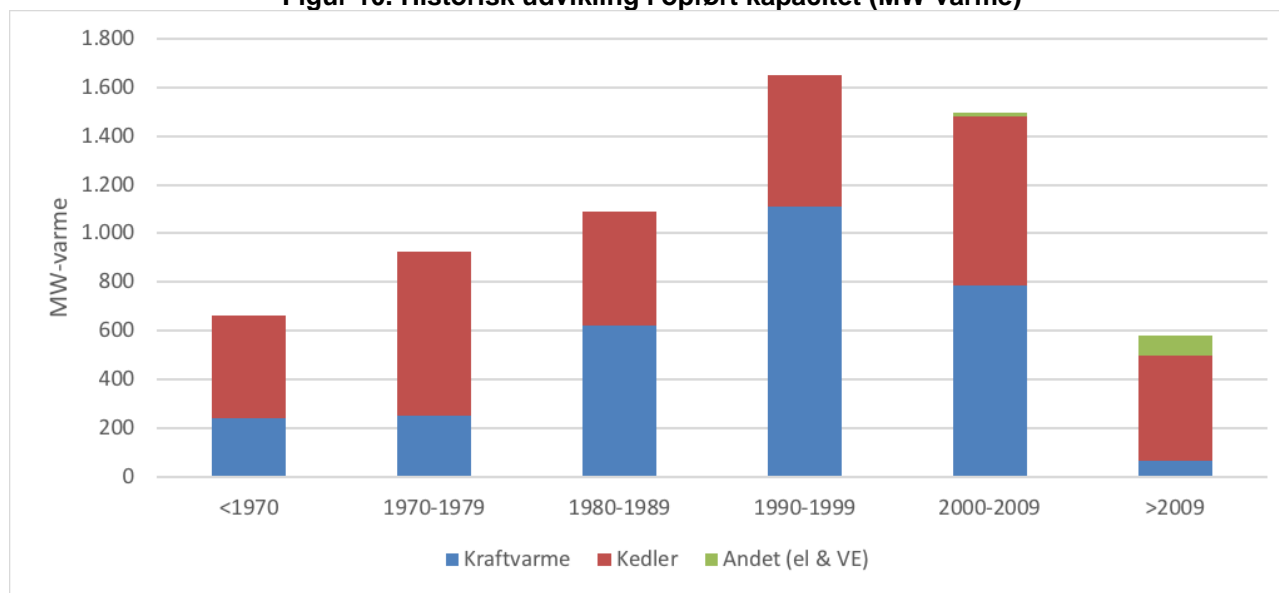
I vurderingen af hvilken indsats der skal gennemføres for at realisere dette omstillingsscenarie, er det hensigtsmæssigt først at vurdere hvilke konkrete planer for investeringer og omstillinger, der er igangsat eller vedtaget blandt de deltagende aktører. Her kan der dels ses mod de kommunale klimaplaner⁶, der opstiller en række reduktionsmål, men som kun i begrænset omfang opidser de specifikke investeringer der skal foretages. Dertil kan der ses på de konkrete investeringsplaner i kommuner og forsyningsselskaber, der særligt for de første omstillingsår kan anskueliggøre hvad der er igangsat og hvad der bør prioriteres i indsatsplanen.

Hvis der først ses på den **eksisterende el- og varmeproduktionskapacitet** har Energistyrelsen registreret 11.108 MW termisk produktionskapacitet (indfyret) i EPT33, med elkapacitet på 2.569 MW-el og en varmekapacitet på 6.402 MW-varme (Energistyrelsen, 2017a). Halvdelen af denne kapacitet er idriftsat før 1990 og er dermed ældre end 25 år (samlet omkring 3.300 MW), hvoraf størstedelen dog er spids- og reservelastanlæg, der ofte er kedler med en længere levetid på omkring 30-40 år. Hertil kommer yderligere knap 10% af den eksisterende varmeproduktionskapacitet, der vil være ældre end 25 år i 2025 (Energistyrelsen, 2017a). Ses der på sammensætningen af den opførte fjernvarmeproduktionskapacitet over

⁶ Kommunernes klimamål er sammenfattet i bilag D.

tid, er der sket en udvikling fra kedelproduktion til kraftvarmeproduktion og i den seneste tid til andre vedvarende energibaserede kilder som geotermi, varmepumper, overskudsvarme og elpatroner (Energistyrelsen, 2017a). Denne udvikling er illustreret i figuren nedenfor.

Figur 10. Historisk udvikling i opført kapacitet (MW-varme)



Eksisterende termisk produktionskapacitet i EPT33 fordelt på opførelsesperioder og type.

Kilde: Energistyrelsen, 2017a.

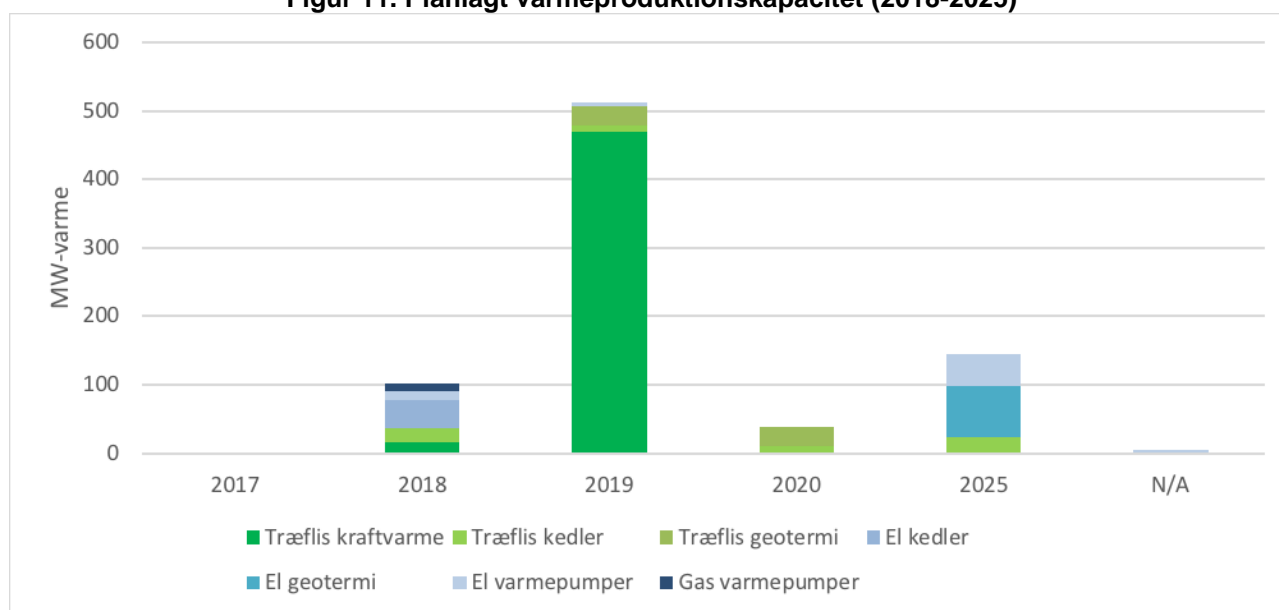
Udviklingen for el- og varmesektorerne for perioden 2012 til 2017 kan ud fra tilgængelige datakilder sammenholdes med den angivne udvikling i præferencescenariet. Her kan det ses at udbygningen med både individuelle varmepumper og varmepumper i fjernvarmen ikke følger udviklingskurven i præferencescenariet. Det samme gør sig gældende for geotermi, elkedler og solvarme hvor udbygningen ikke er tilstrækkelig til at følge præferencescenariets omstillingsmål (Ea, 2018a). Omstillingen fra kul til biomasse i fjernvarme- og kraftvarmeproduktionen er derimod på sporet i forhold til præferencescenariet, og anvendelsen af gaskedler er steget væsentligt og er ligefrem højere end tilsigtet (Ea, 2018a). For elproduktionen er udbygningen af landvindmøller og kystnære møller for langsom i forhold til den udvikling der er tilsigtet i præferencescenariet (Ea, 2018a). Disse foreløbige udviklingstendenser afspejler til dels udviklingen i de nationale rammebetingelser, men kan også bidrage til at fokusere indsatsen i perioden frem mod 2025.

Der er i projektet udarbejdet en **investeringsoversigt**, der giver et overblik over de planlagte og forventede investeringer i kollektive energiforsyningsanlæg i EPT33 i perioden 2017-2020 og i enkelte tilfælde frem til 2025 (Ea, 2017a: 15). Oversigten viser planer om etablering af biomassekraftvarme på 485 MW-varme bl.a. til afløsning af ældre kulfyret kapacitet, og etablering af ca. 200 MW-varme eldrevet varmeproduktionskapacitet, herunder primært varmepumper og geotermi (Ea, 2017a: 5). Oversigten viser desuden, at alle planlagte anlæg for fjernvarme og kraftvarme er baseret på vedvarende energi, og at der foruden den biomassebaserede og eldrevne varmeproduktion, planlægges en udvidelse af den kollektive solvarmekapacitet på 65% af den eksisterende kapacitet (næsten 30.000 m² solfangerareal) samt etablering af knap 14.000 MWh varmelagerkapacitet indenfor projektområdet (Ea, 2017a: 6, 31f).

Der kan overordnet set skelnes mellem det Storkøbenhavnske fjernvarmenet (CTR, HOFOR & VEKS) og de resterende fjernvarmeområder i EPT33. Investeringsplanerne i det Storkøbenhavnske fjernvarmenet tegner sig for omkring to tredjedele af de planlagte kraftvarmeanlæg på biomasse og stort set hele den planlagte eldrevne **varmeproduktionskapacitet**. Der forventes 415 MW træflisfyret varmeproduktionskapacitet på

Amagerværket (Bio4) der er under opførelse, og planlægges derudover ca. 180 MW eldrevet varmeproduktionskapacitet fordelt på geotermi, varmepumper og elkedler, hvor biomassekapaciteten er besluttet og under opførelse, mens de eldrevne kilder i langt overvejende grad er under overvejelse og udvikling (Ea, 2017a: 16, 29). Der er dermed en vis usikkerhed knyttet til de eldrevne teknologier, og hvornår de kan forventes implementeret. Vendes blikket mod de øvrige fjernvarmeområder er der samlet planer for omkring 200 MW varmeproduktionskapacitet, fordelt på træflisbaseret kraftvarme og kedler samt varmedrevet geotermi, hvortil kommer en meget lille andel eldrevne varmepumper og solvarme. Disse planlagte anlæg fordeler sig nogenlunde ligeligt mellem besluttede anlæg, planlagte anlæg og anlæg i overvejselsesfasen (Ea, 2017a: 17, 30). Den samlede planlagte varmeproduktionskapacitet er sammenfattet i figur 11 fordelt på produktionskilder og forventet opførelsesår.

Figur 11. Planlagt varmeproduktionskapacitet (2018-2025)



Kilde: Ea, 2017a: 31.

Der planlægges ny kollektiv **solvarmekapacitet** på omkring 30.000 m², hvilket svarer til en udvidelse på 65% ift. den nuværende kapacitet. Disse planer ligger udelukkende i små og mellemstore fjernvarmeområder (udenfor det Storkøbenhavnse net), og mens der forventes over 11.000 m² opført i 2018 er de resterende planer på overvejsesstadiet. Hvis alle projekterne realiseres ville det give en solvarmeproduktion på omkring 1,5% af det samlede fjernvarmeforbrug i de små og mellemstore områder til sammen (Ea, 2017a: 6). For **varmelagring** planlægges der omkring 13.300 MWh ny kapacitet, svarende til en firedobling af den eksisterende kapacitet. De primære bidrag hertil kommer fra to damvarmelagre, hvoraf det største er i overvejselsesfasen og det andet er planlagt men ikke besluttet. Hertil kommer omkring 600 MWh i ny korttids varmelagerkapacitet (akkumuleringstanke) i de små og mellemstore områder og 750 MWh i det Storkøbenhavnse system (Ea, 2017a: 7, 32). Endelig er der en række planer for udvidelse af **varmetransmissionskapaciteten** og fjernvarmeområder samt indføring af bionatargas i **gasnettet** og fjernaflæste elmålere i hele Radius forsyningsområde som et første skridt mod et mere fleksibelt forbrug (Ea, 2017a: 7f).

Som grundlag for at vurdere planlagte investeringer i **energibesparelser** er der foretaget en gennemgang af kommunale drifts- og anlægsbudgetter for 2018, hvorudfra kommunerne planlagte investeringer i energibesparelser i 2018 og for budgetoverslagsårene 2019-2021 kan opgøres. Der er planlagt investeringer i energibesparelser for 538 millioner kroner i 2018, og 1,4 milliarder kroner i alt for perioden 2018-2021. Fordelingen på budgetår og kategorier fremgår af tabellen nedenfor. De største enkeltposter er investeringer i nye belysningsanlæg (særligt LED i vejbelysningen) og energirenovering af kommunale ejendomme, mens

øvrige klima- og energiinvesteringer, blandt andet dækker over borgernære initiativer, opsætning af solceller og energipuljer.

Tabel 4. Planlagte kommunale investeringer i energibesparelser (mio. kr.)

Kategori	2018	2019	2020	2021	Total
Belysning	109	41	43	33	226
Energirenovering	246	172	106	103	628
Øvrige	182	179	111	119	591
Total	538	391	260	256	1.445

Kilde: Egen bearbejdning ud fra kommunernes budgetter for 2018.

Afslutningsvist kan blikket vendes mod **vindenergi** og planer for udbygning med vindmøller i projektområdet. Der var i 2017 130 MW vindmøller i projektområdet, hvortil kommer at tre kommuner eller deres forsyningsselskaber ejer vindmøller opsat udenfor projektområdet på samlet omkring 100 MW (Energistyrelsen, 2017b; HOFOR, 2018; Frederiksberg forsyning, 2018; Roskilde, 2018). Af de 130 MW opsat i projektområdet er omkring 2% ældre end 25 år og står dermed overfor snarlig udskiftning, mens mere end halvdelen af kapaciteten ud fra denne forudsætning skal udskiftes frem til 2025 (Energistyrelsen, 2017b). Der er således et betydeligt investeringsbehov hvis den eksisterende kapacitet skal opretholdes. Der er dertil udpeget områder til nye vindmøller i 6 kommuner, og der er enkelte selskaber med konkrete planer om at opføre ny vindmøllekapacitet udenfor projektområdet. Eksempelvis har HOFOR Vind planer om at opnå en samlet kapacitet på 360 MW i 2025, hvilket svarer til omkring 4,7 gange deres nuværende kapacitet (HOFOR, 2018).

Samlet set indikerer disse investeringsplaner at omstillingen til en fossilfri energiforsyning er godt i gang. Man kan dog ikke herfra konkludere at omstillingstakten er tilstrækkelig til at nå de fremsatte mål eller vurdere om teknologisammensætningen er i tråd med energivisionen, men ud fra den foreløbige udvikling frem til 2017 er omstillingstakten for biomassekonvertering på sporet, mens udbredelsen af eldrevne varmeteknologier og opsætning af vindmøller ikke følger udviklingsmålene i præferencescenariet (Ea, 2018a). Hvis målet skal nås vil det kræve en vedholdende indsats, og de betydelige forventede investeringer peger i høj grad på et behov for tværgående koordination så det sikres at disse investeringer ses i et samlet systemperspektiv.

3.4. Forudsætninger og perspektiver for omstillingen

Energivisionen og præferencescenariet fastlægger både den langsigtede målsætning og den optimale vej derhen. I Roadmap 2025 skal disse visioner omsættes til handling, og målsætningerne i dette kapitel giver en række bindinger på både rækkefølgen og hastigheden i omstillingen. Kul forventes fuldt udfaset til fordel for biomasse allerede i 2023, og samtidig omstilles en væsentlig del af naturgasforbruget til biomasse på de decentrale kraftvarmeværker i perioden frem til 2025. Disse anlæg har en levetid på 20-30 år, og derfor forventes der en ny omstillingsbølge fra 2030-2050, med fokus på varmepumper i de kollektive systemer (EPT1, 2015a: 5). I denne sammenhæng er det relevant at være opmærksom på levetider og udskiftningstempo for **infrastrukturen** i sammenhæng med den tidshorisont planlægningen orienterer sig imod. Generelle tekniske levetider for en række centrale teknologier er sammenfattet i tabellen nedenfor.

Tabel 5. Udskiftningstempo frem mod 2050

Teknologi	Personbil	Lastbil	Kraftvarmeværk	Varmepumpe	Havvindmølle
Levetid	16 år	8 år	25 år	20 år	25 år
Skift til 2035	1	2	0	0	0
Skift til 2050	2	4	1	1	1

Kilde: Pedersen, 2014.

Der er 32 år til 2050 og 17 år til 2035. Indenfor disse tidshorisoner er der ganske få skift for de fleste teknologier, hvorfor alle reinvesteringer bør vurderes i forhold til den langsigtede robusthed. Hertil kommer at ovenstående levetider ikke tager højde for reinvesteringer og levetidsforlængelser. Mange kraftværker lever i praksis op imod 30 år, og levetidsforlænges 10-15 år derefter. Det er særligt aktuelt for el- og varmesystemet, hvor teknologierne har meget lange levetider, hvor der ofte foretages levetidsforlængelser og hvor omstillingen til fossilfrihed, skal være realiseret allerede i 2035. Det betyder at alle investeringer i ny produktionskapacitet bør være forenelige med målsætningen om en fossilfri el- og varmeforsyning og at en stor andel af dem også bør ses i sammenhæng med den efterfølgende omstilling fra biomasse til varmepumper i fjernvarmen (IEA, 2017: 14). Det er afgørende at indpasse investeringer i infrastruktur ikke blot i det eksisterende system, men i det fremtidige system der er uafhængigt af fossile brændsler, for at undgå suboptimeringer og overkapacitet. Tilsvarende er der et begrænset ressourcegrundlag og det giver anledning til at være særligt opmærksom på effektiviteten i hvordan vi bruger de ressourcer og potentialer der er; og det store potentiale for fleksibelt forbrug i fjernvarmesystemet og gasnettet nødvendiggør at vi er opmærksomme på hvordan EPT33 bidrager til systemets overordnede fleksibilitet.

Samtidig bør der også tages hensyn til den usikkerhed der knytter sig til blandt andet den **teknologiske udvikling**. Trods talrige analyser af teknologiske perspektiver er det vanskeligt, hvis ikke umuligt, at forudsige præcis hvordan energiteknologier vil udvikle sig og hvilken betydning de kan få for systemomstillingen. Dette gælder ikke mindst for de langsigtede tidshorisoner der arbejdes med i denne plan. For energisystemet er der 17 år til 2035, svarende til udviklingen fra år 2000 til i dag (2018). For vindmøller har vi eksempelvis oplevet en udvikling fra en gennemsnitlig rotordiameter på 60 meter i 2000 til 111 meter i 2017 på globalt plan (en stigning på 85%). I samme periode er produktion fra vindkraft i Danmark steget med over 200% og produktionen af solenergi med over 1.300% (Energistyrelsen, 2017c; Statista, 2018). År 2000 var samtidig året hvor verdens første større havmøllepark, Middelgrunden, blev idriftsat udenfor København (Energistyrelsen, 2017b). Tilsvarende for energibesparelser, hvor bygningsreglementet gældende i år 2000 (BR98) stillede krav om at nybyggeri maksimalt måtte anvende 70 kWh/m², tillagt 2.200 kWh for bygningen som helhed, mens det gældende bygningsreglement (BR18) stiller krav om at boliger maksimalt må anvende 30 kWh/m², tillagt 1.000 kWh for bygningen som helhed (Bygningsreglementet, 2018). En reduktion på omkring 60%. For transportsektoren har udviklingen i køretøjers energieffektivitet været omtrent tilsvarende, hvortil kommer udviklingen af el- og brintkøretøjer i perioden. Dertil skal transportsektorens udvikling ses i et endnu længere perspektiv, svarende til udviklingen fra 1986 til i dag.

Denne udvikling kan indarbejdes i planlægningen på to måder: Dels kan der arbejdes for at undgå at systemudviklingen låses fast, og at der skabes fleksibilitet til indpasning af nye teknologier, og dels kan der arbejdes med aktivt med teknologisk udvikling. Aktørerne i EPT33 kan aktivt påvirke teknologiudviklingen ved at fremme innovation og udvikling af nye løsninger og derigennem også bidrage til den grønne vækst i Greater Copenhagen. Samlet set peger disse hensyn på at planlægningen bør være helhedsorienteret, langsigtet og robust for at sikre et energisystem der på lang sigt er både effektivt, fleksibelt og uafhængigt af fossile brændsler.

3.5. Opsamling & anbefalinger

Den langsigtede målsætning for energiomstillingen er en fossilfri el- og varmeforsyning i 2035 og en fossilfri transportsektor i 2050. Dette opnås i præferencescenariet gennem betydelige energibesparelser, en markant elektrificering og en omstilling af el- og varmeforsyning til biomasse frem mod 2035, hvorefter den i stigende grad orienteres mod forsyning med store varmepumper til fjernvarme, geotermi og små individuelle varmepumper. Denne omstilling kræver en målrettet indsats fra alle parter, og investeringer på den korte bane der spejler de langsigtede systemhensyn. Dette kan sikres ved at vurdere de enkelte initiativer ud fra deres bidrag til det samlede system og deres indpasning i den fremtidige forsyning.

4. Roadmap 2025

Region Hovedstaden har sammen med kommuner og forsyningselskaber en fælles vision om en fossilfri el- og varmforsyning i 2035 og en fossilfri transportsektor i 2050. Roadmap 2025 er implementeringsplanen for den fælles strategiske energiplan, der indeholder de konkrete tiltag, der skal iværksættes frem til 2025 for at skabe en robust udvikling i retning af et fossilfrit energisystem på længere sigt.

4.1. Omstilling af energisystemerne

Fremtidens energisystem skal baseres på vedvarende energi. Regeringens langsigtede vision er, at det danske energi- og transportsystem frem mod 2050 skal omlægges til at blive uafhængigt af fossile brændsler for at reducere drivhusgasudledningen, og dermed klimapåvirkningen, markant. Inden for el- og varmesektoren kan omlægningen ske hurtigere, og her er visionen for Region Hovedstaden at gøre sig fri af fossile brændsler allerede i 2035.

Vindkraft og solceller forventes at spille afgørende roller i omlægningen af energisystemet i Danmark, og der skal udvikles et energisystem, der kan håndtere store mængder VE-el når det blæser og solen skinner; og meget lidt VE-el når det er vindstille og solen ikke skinner. Udveksling af el med udlandet og anvendelse af el i varme- og transportsektorerne er vigtige elementer i et sådan fremtidigt energisystem og de mange fjernvarmesystemer i regionen giver en særlig mulighed for at integrere store mængder vindkraft- og solcelle-el i energisystemet.

Biomasseanvendelsen på kraftvarmeværkerne er steget de seneste år som følge af en udfasning af kulforbruget i el- og kraftvarmesektoren, og den udvikling fortsætter de næste år. Bæredygtig biomasse i store mængder vil blive anvendt i en overgangsfase, men reduceret i takt med at de store kraftvarmeværker skrottes når deres levetid rinder ud. Der vil dog, i væsentligt mindre målestok, være effektiv biomassekraftvarme i energisystemet helt frem til 2050. Det samme gælder afbrænding af affald til energiformål, som langsomt vil blive reduceret i takt med øget genanvendelse af bl.a. plastik og frasortering af organisk materiale.

Omlægningen væk fra biomasse passer rigtigt godt sammen med at biomasse i stigende omfang skal anvendes til andre formål end el- og varmeproduktion, som f.eks. transport. Men omstillingen kræver at man er klar med konkurrencedygtige alternativer til biomassekraftvarmen i fjernvarmesystemerne og her er den videre udvikling af geotermi, store elvarmepumper, solvarme og varmelagre samt reduktion af temperaturen i fjernvarmesystemerne afgørende for at omstillingen kan ske.

Naturgas skal omstilles til biogas og skal også kun i begrænset omfang anvendes i varmesektoren. Biogas har en vigtig rolle i spids- og reservelastenheder på både el- og varmesiden og skal ellers anvendes til tung transport og i de industrier der er afhængige af gas til procesformål. Vi skal derfor fortsætte konverteringen fra naturgas til fjernvarme i områder tæt på fjernvarmesystemerne og omstille til hybridvarmepumper for de resterende gasforbrugere.

Både i elsystemet og fjernvarmesystemerne skal storskalafordele udnyttes for at VE-teknologierne kan være konkurrencedygtige. I elsystemet ser man en udvikling mod meget store havmøller og store solcelleparker for at opnå storskalafordele samtidig med at der fortsat sker en udbygning i mindre skala lokalt. I fjernvarmesystemerne er fokus på at udvikle geotermi og store elvarmepumper baseret på spildevand og havvand som energikilder, så man både kan høste storskalafordele og opnå højst mulig effektivitet. Samtidig sker der en udbygning med mere lokale teknologier drevet af lokal efterspørgsel efter andre produkter som f.eks. industriel overskudsvarme og overskudsvarme fra fjernkøling.

I takt med at energi- og transportsystemerne kommer over på vedvarende energi bliver det vigtigt at ændre fokus fra at omstille til VE til også at spare på energiressourcerne. Det bliver en særlig udfordring af have de

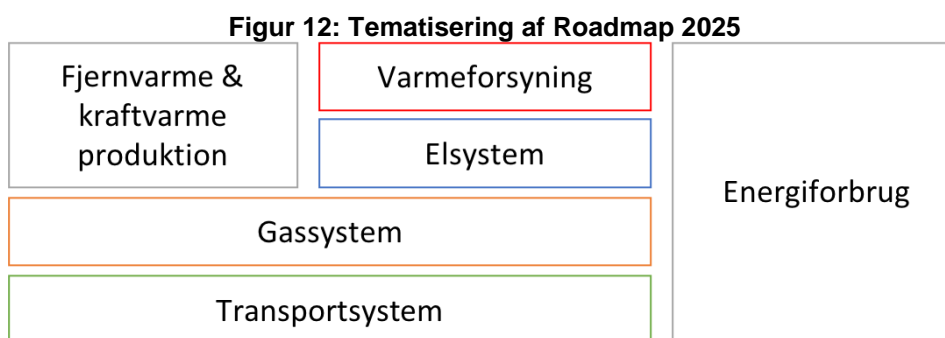
nye teknologier klar, når kraftvarmeverkerne er udtjente og skal skrottes. En så stor transformation, hvor meget kapacitet forsvinder af få omgange, kræver en velplanlagt overgangsfase. Den samlede udfordring bliver at omstille el-, varme og transportsektorerne til vedvarende energi uden væsentligt stigende energiomkostninger og samtidig med at forsyningssikkerheden opretholdes. Det kræver et flerstrengt system med høj fleksibilitet og høj effektivitet. Energilagring spiller en væsentlig rolle i sådan et energisystem, og her er særligt varmelagre i fjernvarmesystemerne en billig og effektiv måde at integrere store mængder vindkraft. Energibesparelser bliver også et centralt omdrejningspunkt for at omstillingen kan ske til rimelige omkostninger og for at undgå unødigt ressourcetræk.

Omstillingen frem mod fossilfrie energisystemer i 2035 og 2050 kræver en betydelig indsats fra en stor gruppe af aktører, og det er væsentligt at alle de ovennævnte omstillingselementer bringes i spil. I perioden frem til 2025 er der en række indsatsområder der er særligt centrale, og dette roadmap indeholder en serie af tiltag der tilsammen kan skabe den omstilling frem til 2025, der muliggør en fossilfri energiforsyning på længere sigt.

4.1.1. Indsatsområder og tiltag

Tiltagene i dette roadmap er opdelt på seks indsatsområder der dækker de forskellige delelementer i energisystemet. For disse indsatsområder er der identificeret 33 tiltag der vurderes at være særligt centrale for at accelerere omstillingen mod et fossilfrit energisystem. Tiltagene er udviklet i et samarbejde mellem aktørerne i EPT33 og skal læses som anbefalinger, kommuner og forsyningselskaber kan anvende i sin egen indsats eller som kan gennemføres via fælles initiativer. Planen er et politisk dokument, der oversendes af projektpartnerskabet til implementeringsarbejdet hos den enkelte aktør, hvor tiltag kan udvælges ud fra hensyn til lokale forhold. For at understøtte dette arbejde er der foruden selve planen udarbejdet en række støttedokumenter, heriblandt en **baggrundsrapport** med mere detaljerede beskrivelser af tiltagene i dette kapitel og henvisninger til yderligere information. For udvalgte tiltag er der dertil udarbejdet specifikke **vejledninger**. Disse fremhæves i tekstbokse og er tilgængelige på projektets hjemmeside.

Kapitlet er som nævnt opdelt tematisk og gennemgår udfordringer og tiltag fordelt på de seks indsatsområder: fjernvarme- og kraftvarmeproduktion, varmforsyning, el-, gas og transportsystemet samt energiforbrug. Denne opbygning er illustreret i figur 12 nedenfor.



For fjernvarmesystemerne anvendes der en opdeling mellem produktion af fjernvarme og kraftvarme, distribution (herunder udbygning og sammenkobling af fjernvarmesystemer), der behandles under varmforsyning, samt det endelige energiforbrug hos slutbrugeren. For individuel opvarmning indgår varmeproduktionen i varmforsyning, ligesom tiltag for produktion af VE-el indgår under elsystemet og produktion af biogas indgår under gassystemet.

For hvert tematisk område opridses hovedudfordringerne indledningsvist som et grundlag for derefter at gennemgå de anbefalede tiltag for aktørerne i projektet samt anbefalinger til ændringer i rammebetingelserne. De konkrete tiltag der gennemgås i dette kapitel er beskrevet mere detaljeret i den nævnte baggrundsrapport. Tiltagenes nummerering er ikke et udtryk for en prioritering, men er alene et

løbenummer der muliggør krydsreferencer i denne rapport og at de kan genfindes i baggrundsrapporten. I forlængelse af den sektorvise gennemgang drøftes udviklingsmæssige faser, relationer og prioritering af strategisk vigtige tiltag kort i en tværgående opsamling.

4.2. Fjernvarme- og kraftvarmeproduktion

Indsatsområdet om fjernvarme- og kraftvarmeproduktion dækker al produktion af fjernvarme og den produktion af elektricitet der sker på kraftvarmeanlæg i projektområdet. Den langsigtede målsætning er en fossilfri el- og varmeforsyning i 2035, og da energianlæg har en lang levetid er der behov for en betydelig omstilling allerede i 2025 (EPT1, 2015b: 3; Ea, 2015a: 31). Omstillingen frem til 2025 vil i høj grad bestå i et skift fra fossile brændsler til brug af bæredygtig biomasse i kraftvarmeproduktionen. Denne udvikling er allerede godt i gang, og med de planlagte projekter er omstillingen til biomasse i de større fjernvarmesystemer stort set gennemført, hvorfor der ikke er selvstændige tiltag om omstilling til biomasse i dette roadmap. Med den betydelige biomassekonvertering er det til gengæld vigtigt at sikre at den biomasse der anvendes også er bæredygtig. Dette kan bedst ske gennem en fortsat udvikling og udbredelse af brancheaftalen om sikring af bæredygtig biomasse, og gennem en løbende vurdering og prioritering af ressourceanvendelsen (Dansk Energi & Dansk Fjernvarme, 2016; IEA, 2017: 19). Hovedudfordringerne frem mod 2025 er dermed heller ikke et brændselskift i grundlastproduktionen, men at reducere drivhusgasudledningen fra de tilbageværende produktionsenheder der bidrager til drivhusgasudledningen: Affaldsforbrænding og spidslastanlæg. Dertil er der behov for en betydelig udbygning med geotermi, solvarme, varmepumper og elkedler til fjernvarme for at forberede en flerstrengt forsyning og en omlægning væk fra biomasse på længere sigt (Ea, 2015a: 31). For at imødegå disse udfordringer er der defineret en række tiltag der gennemgås nedenfor fordelt på grundlast- og spidslastproduktion.

4.2.1. Grundlastproduktion

For grundlastproduktionen består opgaven i at reducere udledningen fra affaldsforbrænding samt i at udvikle og udbrede af de teknologier der skal reducere biomasseanvendelsen i fjernvarme- og kraftvarmeproduktionen på længere sigt, bidrage til elektrificering af fjernvarmesystemet og give en flerstrengt energiforsyning (Ea, 2015a: 50).

Tiltag 1: Omstilling til solvarme

Solvarme er en nemt tilgængelig, bæredygtig og billig varmekilde, der kan fungere som supplement til andre varmekilder, såsom flis, særligt i mindre fjernvarmeområder og kan typisk dække 20% af det årlige varmebehov og mere end det, hvis det kombineres med varmelagring (Ea, 2015g: 55). Solvarme er en vigtig energikilde i fremtiden, der kan bidrage til at reducere vores biomasseforbrug. Der er et stort potentiale for solvarme i projektområdet og aktuelle planer om udbygning med knap 30.000 m², svarende til omkring 65% af det nuværende solvarmeareal (Ea, 2015b: 7-12). Det anbefales at:

- Udbygge med solvarmeanlæg til fjernvarme i de fjernvarmesystemer, hvor det er muligt, hvilket primært gælder de decentrale fjernvarmeområder, hvor der i modsætning til tætte byområder kan findes arealer til formålet, og hvor varmemeforbruget ikke dækkes af affaldsvarme, der i de store byer kan dække hele varmemeforbruget om sommeren, hvor solvarmeanlæg producerer mest.

Tiltag 2: Udbygning med og udvikling af store varmepumper til fjernvarme

I præferencescenariet forventes der en stor udbygning med varmepumper på sigt. I dag eksisterer der få varmepumper i regionen. Varmepumperne kan udnytte varmekilder, der ellers ikke kan anvendes (f.eks. overskudsvarme fra industri og rensningsanlæg eller omgivelsesvarme fra søer og havvand). Jo varmere en varmekilde jo højere effektivitet på varmepumpen. Varmepumper kan samtidig bidrage til at stabilisere balancen mellem elproduktion og –forbrug (Ea, 2015g: 53). Brugen af varmepumper til fjernvarme er meget afhængig af varmekildepotentialet, både hvad angår adgang til overskudsvarme og lavtemperaturkilder. En varmepumpe skal ligge i nærheden af en energikilde, tæt på fjernvarmenet og tæt på stærkt nok elnet for at være realiserbar. I Varmeplan Hovedstaden 3 er der ud fra en vurdering af energindholdet i de tilgængelige

varmekilder og en overordnet vurdering af afsætningspotentiale fastlagt målsætninger om 300 MW i 2035 og 600 MW i 2050 for det Storkøbenhavnske fjernvarmesystem. Dette skal ses i forhold til den samlede grundlastkapacitet i det Storkøbenhavnske system på omkring 2.250 MW, hvilket peger på et fortsat behov for biomasse i fjernvarmeproduktionen (Ea, 2017a: 16). Da både de økonomiske og reguleringsmæssige forhold for store varmepumper er usikre og det er uklart i hvilket omfang varmepumper kan erstatte biomasse i forholdet 1:1, anbefales det at:

- Der fortsat udbygges med varmepumper til fjernvarme som test- og demonstrationsprojekter, hvor aktørerne i EPT33 deler erfaringer med hinanden og med øvrige aktører i Danmark omkring forskellige typer teknologier og varmekilder.

Vejledning	<p>Barrierer og potentialer for store varmepumper i fjernvarmen</p> <p>Som støtte for arbejde med udbredelse af store varmepumper i fjernvarmen, er der udarbejdet et notat, der beskriver de tekniske vilkår og nuværende rammevilkår som et grundlag for kortlægning af udfordringer for varmepumper til fjernvarmen. Dette danner grundlag for fremlæggelse af en række anbefalinger til udbredelse af varmepumper i regionen.</p>
Sigtelinje 2030	<p>Vurdering af potentiale for samarbejde om fjernkøling og industriel overskudsvarme</p> <p>Der er et betydeligt, og stigende kølebehov i de industrialiserede lande der i udbredt grad dækkes ved brug af aircondition. Dette behov kan dækkes ved brug af fjernkøling der giver fordele for både bygningsejer, energiselskab, byer og samfundet, navnlig ved at det baner vejen for store varmepumper i fjernvarmen, fremmer integrationen af fluktuerende vedvarende energi og energiekporten (Rambøll, 2017: 6f). I Danmark gælder det udelukkende kølebehov til industri og serviceerhverv, mens det ikke er lovligt at etablere fjernkøling til boliger. Køleplan Danmark peger på et stort potentiale i EPT33, navnlig i tilknytning til de eksisterende fjernvarmesystemer (Rambøll, 2017: 15). Det anbefales at der foretages en analyse af behov og potentiale for samarbejde om fjernkøling og i den forbindelse også ses på muligheder for industriel overskudsvarme, samt varmekildepotentialet i havvand og spildevand.</p>

Tiltag 3: Fælles udbygning med geotermi

Geotermianlæg udnytter varme fra undergrunden og er anvendt til fjernvarme tre steder i Danmark, herunder på et demonstrationsanlæg ved Amagerværket i København som ejes og drives af Hovedstadsområdets geotermisamarbejde (HGS), bestående af CTR, HOFOR og VEKS. Der vurderes at være et stort potentiale for geotermi i EPT33, og de store fjernvarmesystemer giver et godt grundlag for finansiering af den betydelige anlægsinvestering, der er behov for ved etablering af geotermiproduktion (Ea, 2015g: 54; Ea, 2015b: 7-12). Der er dog samtidig adskillige udfordringer samt betydelig teknisk og økonomisk risiko forbundet med etablering og drift af geotermiboringer, og tillige kun få erfaringer hermed i den danske fjernvarmebranche. På den baggrund anbefales det:

- At det vurderes om det eksisterende geotermianlæg ved Amagerværket med fordel kan omlægges til at producere fra højereliggende sandstenslag med lavere temperatur geotermivand.
- At det på baggrund af produktionserfaringer fra dette højereliggende geotermireservoir vurderes om der i samarbejde f.eks med industrielle geotermiaktører kan etableres et fælles regionalt geotermi projekt under HGS, hvor der gennemføres et antal prøveboringer med produktion fra dette reservoir. Såfremt projektet kan sandsynliggøres succes, at der efterfølgende arbejdes mod en serieentreprise af geotermianlæg enten i samarbejde med private investorer og/eller med statslig medfinansiering (forsikringsordning) og/eller på tværs af forsyningsområder for at dele risikoen, opbygge den nødvendige ekspertise og høste besparelser ved en samlet aftale om successiv etablering af flere anlæg med samme entreprenør.

Successiv udbygning af geotermi (HGS)

Geotermiprojekter har traditionelt anvendt et såkaldt stjerneanlæg. Heri ndgår en række geotermibrønde og et overfladeanlæg med filtrering, pumper og varmepumper. Brøndene bores skråt ud fra overfladeanlægget og vil i horisontalt perspektiv tage form af en stjerne. Der er udarbejdet en business case for et sådant anlæg med en placering tæt på Svanemølleværket i København, der viste at et geotermianlæg i den form ikke for øjeblikket er økonomisk fordelagtigt. På dette grundlag har der siden været arbejdet på at billiggøre geotermi anlæg, bl.a. inspireret af erfaringer fra olie- og gasindustrien i USA, hvor standardisering og masseproduktion af borer har ført til store prisfald i boreomkostningerne. Herved opstod konceptet med en række mindre geotermiske anlæg med mange ens komponenter, herunder borer til en mindre dybde, og dermed udnytte masseproduktions-tanken. Konceptet er karakteriseret ved ønsket om: 1) At anvende en mindre anlægsstørrelse, 2) at placere anlæggene i varmesystemet direkte på distributionsniveau, 3) gennemføre alle borer i et samlet program for at kunne høste læreeffekter, 4) bore flere huller per anlæg for at undgå overbelastning af undergrunden og 5) at reducere boreddybden ved at bruge en anden geologisk formation.

Analysen peger på at design og opførelse af 10 mindre anlæg rummer et potentiale for en billiggørelse på omkring 25%, med mulighed for yderligere at nedbringe omkostningerne ved et større antal borer. Der er dog fortsat behov for ændringer i rammebetingelserne for at gøre investeringen attraktiv.

Tiltag 4: Affaldssortering og etablering af sorteringskapacitet

Med udgangspunkt i regeringens ressourcestrategi, forventes affaldsressourcen til forbrænding at aftage i fremtiden i takt med at en stigende andel af affaldet vil blive genanvendt. Dette er en hensigtsmæssig udvikling, da flere af de udsorterede fraktioner kan anvendes som ressourcer i andre processer, og samtidig forventes energiproduktionen fra affaldsforbrænding at stige som følge af højere virkningsgrader. Denne udvikling er drevet af regulering på nationalt og Europæisk niveau og forudsættes fortsat og forstærket i implementeringsperioden. For den lokale klima- og energiplanlægning er der dog særligt to fraktioner i fokus, hvor yderligere tiltag for fremme af genanvendelsen kan tages i brug:

- **Plast:** Ved udsortering og genanvendelse af plastik reduceres olieforbruget til ny plastproduktion og det fossile indhold i affaldet til forbrænding reduceres tilsvarende. Barrieren for øget udsortering af plast er manglende behandlingskapacitet på sorteringsanlæg og manglende markeder for genbrugsplast. Der arbejdes både i EU og nationalt på at imødegå denne udfordring og denne indsats kan koordineres på tværs af affaldsselskaber.
- **Organisk affald:** Ved udsortering af organisk affald kan det anvendes til biogasproduktion hvorved næringsstofferne kan føres tilbage til landbrugsjorden og energiindholdet samtidig kan udnyttes som biogas (Ea, 2015h: 6; Regeringen, 2013: 31). Den primære barriere for denne udvikling er usikre rammebetingelser for biogasproduktion, og det anbefales at de nationale beslutningstagere fastlægger langsigtede rammebetingelser som grundlag for nye investeringer. Samtidig anbefales det at kommunerne i samarbejde med deres affaldsselskaber arbejder med kortlægning af ressourcepotentialet som beskrevet i tiltag 20.

Tiltag 5: Udnyttelse af forbrændingskapacitet

Med de nyligt afsluttede udbygninger i EPT33 er forbrændingskapaciteten fuldt udbygget og der forventes ikke udbygninger af kapaciteten inden for planlægningsperioden (Ea, 2015a: 34). Det forudsættes derfor, ud fra de gældende rammebetingelser, at der ikke skal etableres ny forbrændingskapacitet før 2050 og der derfor ikke er behov for koordinering af nye investeringer.

I tilknytning til den øgede sortering og genanvendelse af affaldet opstår der et kapacitetsoverskud på forbrændingsanlæggene, der forventes at være på 35% i 2025 (Ea, 2015h: 6). I projektområdet eksisterer dette overskud allerede i dag og det er centralt at denne kapacitet udnyttes på en måde der sikrer god økonomi for området og en bæredygtig anvendelse af knappe ressourcer. Der er flere forskellige principper og strategier og det anbefales:

- At hvert affaldsselskab træffer en aktiv beslutning om principperne for deres kapacitetsanvendelse ud fra lokale forhold og rammebetingelser. Til inspiration for denne proces gennemgås forskellige

principper og betragtninger i baggrundsrapporten. På baggrund af denne beslutningsproces kan der etableres tværgående samarbejder mellem affaldsselskaber med enslydende principper.

4.2.2. Spids- og reservelastproduktion for fjernvarme

Foruden grundlastproduktionen er der en række spids- og reservelastenheder, der leverer el- og fjernvarme i perioder, hvor det er særligt koldt, eller hvis nogle af grundlastenhederne falder ud eller stoppes for at blive vedligeholdt. Spids- og reservelastanlæggene anvender i udbredt grad gas, olie og andre lignende fossile brændsler, og også her, er der et behov for at fremme omstillingen til vedvarende energi/certificeret biogas. Dertil er det afgørende at afklare hvilken rolle varmelagring kan spille i fjernvarmesystemerne, både hvad angår reduktion af spidslastbehov og integration af vindkraft i fjernvarmeforsyningen.

Tiltag 6: Fælles definition af parametre til fastlæggelse af forsyningssikkerhedskrav

Forsyningssikkerhed er et centralt hensyn for alle energisystemer, men måden der arbejdes med forsyningssikkerhed kan være meget forskellige og have stor betydning for hvor meget spidslastkapacitet der er behov for, og dermed for prisen på fjernvarme og behovet for at erstatte den nuværende fossilt baserede spidslastkapacitet med vedvarende energi i forholdet 1:1.

I de forskellige fjernvarmesystemer arbejdes der med flere forskellige definitioner af spidslast og forskellige vurderinger af forsyningssikkerhedsbehovet og det dertilhørende behov for spids- og reservelastenheder. Forsyningssikkerhed er et vigtigt element i den kollektive varmeforsyning, og kan medvirke til at gøre den konkurrencedygtig overfor individuel forsyning. Samtidig med at reservelastforsyningen skal etableres så effektivt som muligt skal den udføres til så lave investeringsomkostninger som muligt, og med driftsomkostninger der svarer til det relativt lave driftstimerantal som må forventes af reservelastcentralerne. Det betyder, at spidslastenheder skal opfylde de krav der er formuleret til forsyningssikkerheden, men ikke overopfylde dem, hvis investeringerne skal holdes på et passende lavt niveau. Det anbefales at:

- Der nedsættes en arbejdsgruppe i et samarbejde mellem fjernvarmeselskaberne der kan fortsætte arbejdet med at etablere fælles definitioner af parametre for fastlæggelse af forsyningssikkerhed og i forlængelse heraf løbende vurdere behovet for spids- og reservelast og hvordan vi vil finansiere forsyningssikkerheden i fremtidens fleksible energisystem. Formålet er således dels at sikre koordinering og undgå overinvestering i regionen, og derudover at skabe debat samt revurdere det generelt meget høje niveau af forsyningssikkerhed i forhold til kundernes ønsker og krav om effektivisering af branchen.

Tiltag 7: Omstilling af spids- og reservelastenheder

Spids- og reservelastanlæg er blandt de primære kilder til drivhusgasudledning i fjernvarmesystemet når omstillingen til biomasse i grundlastværkerne er gennemført. Behovet for denne type anlæg kan mindskes ved at arbejde med varmelagring, ved opbygning af fleksibilitet på forbrugssiden og ved eventuelt at revurdere krav til forsyningssikkerhed. Der vil dog fortsat være brug for en vis spids- og reservelastkapacitet for at kunne forsyne sikkert og stabilt uden overinvestering i grundlastanlæg.

Hvis varmeproduktionen skal være 100 % fossilfri, skal spids- og reservelastanlæg i fjernvarmesystemerne derfor omstilles til fossilfrie energikilder i takt med at de renoveres og udskiftes. Det særlige driftsmønster for denne type anlæg begrænser antallet af egnede brændsler og teknologier, som kan opfylde de tekniske og driftsmæssige krav og samtidig fremvise en gunstig projektøkonomi. En fossilfri løsning er som udgangspunkt ikke en mulighed, hvis det fossile alternativ er mere gunstigt ud fra det regelsæt, som varmeforsyningsselskaberne arbejder indenfor. Der kan således ikke fremhæves én løsning på omstilling af spids- og reservelast som den bedste i alle fjernvarmenet og driftssituationer, og derfor handler arbejdet med fossilfri spids- og reservelast om løbende at afsøge udviklinger og muligheder og at afprøve egnede teknologier og brændsler i en takt, hvor der kan opnås positiv samfunds- og selskabsøkonomi. Som baggrund for det videre arbejde hen imod klimavenlig spids- og reservelast er der udarbejdet en **oversigt over fordele og ulemper ved forskellige brændsler til spids- og reservelastproduktion** der kan anvendes i vurdering af mulighederne for konkrete anlæg. Det anbefales:

- At forsyningsselskaberne ud fra denne oversigt arbejder med at vælge den optimale løsning ved udskiftning af spids- og reservelastanlæg.

Oversigt over fordele og ulemper ved forskellige brændsler til spids- og reservelastproduktion

Som støtte for arbejdet med omstilling af spidslastenheder er der udarbejdet en vejledning der kort drøfter generelle forhold om spidslast i fjernvarmesystemer og derefter gennemgår forskellige fossilfrie brændsler.

Tiltag 8: Fælles varmelagre

Varmelagring kan reducere behovet for spidslastproduktion, forbedre udnyttelsen af overskudsvarme og øge udnyttelsen af grundlastproduktion. Der anvendes i dag to velkendte typer af varmelagring: ståltanke og damlagre. Ståltanke anvendes primært som korttidslagring mens damlagre kan anvendes både til kort- og langtidslagring. Der har forud for Energi på Tværs projektet været et længere samarbejde mellem en række fjernvarmeselskaber om etablering af store varmelagre i fjernvarmesystemerne. I de centrale fjernvarmeområder er udfordringen særligt hvem der skal afholde investeringen i det gevinsten tilfalder både varmemeforbrugere og producenter. Der bør fastlægges en finansieringsmodel, der fastlægger en fordeling af finansieringen mellem de deltagende parter. En beregning af systemnyttéværdi og en afklaring af betalingsvillighed for henholdsvis varmemeforbrugere og producenterne bør ligeledes indgå. I de decentrale områder bør det undersøges at lave varmelagre i tilknytning til overskudsvarme og solvarme. På baggrund af det forudgående arbejde og indsatsen i arbejdsgruppen anbefales det:

- At aktørerne i projektområdet fjernvarmesystemer går sammen om udbygning af varmelagre i form af damvarmelagre og ståltanke.
- At fortsætte arbejdet med vurdering af et muligt damvarmelager i Høje Taastrup og en tryksat ståltank på Amager.
- At undersøge muligheden for og den optimale placering af yderligere damvarmelagre hvor analyserne i projektet peger på Roskilde, Gentofte/Gladsaxe, Albertslund og Brøndby som mulige lokationer, samtidig med at den optimale samlede lagerkapacitet fastlægges.

Notat om udbygning med varmelagre i Hovedstadsområdet

Som støtte for arbejdet med udbygning af varmelagre, er der gennemført en analyse af varmelagre i særligt det Storkøbenhavnske fjernvarmesystem, med henblik på at vurdere hvilke lagertyper der er mest hensigtsmæssige og hvor de optimalt set skal placeres ud fra hensyn til fjernvarmesystemets egenskaber.

4.3. Varmeforsyning

Indsatsområdet om varmemeforsyning dækker de net der leverer fjernvarme til forbrugere, og den varmemeforsyning der sker via individuelle opvarmningsteknologier. For varmemeforsyningen markerer EPT33 sig ved et lavere varmemeforbrug pr. indbygger end landsgennemsnittet og en større andel af fjernvarme og naturgasforsyning. Med 28 fjernvarmesystemer, heriblandt Storkøbenhavns fjernvarme der leverer varme til distributionsselskaber i 17 kommuner, og et fintmasket naturgasnet står de kollektive forsyningsssystemer for en stor andel af varmemeforsyningen i EPT33 (Ea, 2015c: 7, 15f). For varmemeforsyningen er den langsigtede målsætning fossilfrihed i 2035 hvilket kræver at både de kollektive og individuelle varmemeforsyninger er fri for fossile brændsler til den tid (EPT1, 2015b: 3).

Hovedudfordringen for varmemeforsyningen er særligt en afklaring af hvordan denne fossilfrihed bedst kan opnås for de forskellige områder, og deraf hvor fjernvarmen skal udbygges og hvor der skal omstilles til decentrale forsyningsløsninger. For at imødegå denne udfordring indeholder planen et hovedtiltag om fælles varmeplanlægning (tiltag 9) der skal bidrage til denne afklaring og igangsætte omstillingerne i tiltag 10-12.

Dertil er der vigtige indsatser knyttet til en effektivisering af fjernvarmesystemerne og styrket samarbejde i den videre udvikling.

Tiltag 9: Fælles kommunal varmeplanlægning i EPT33

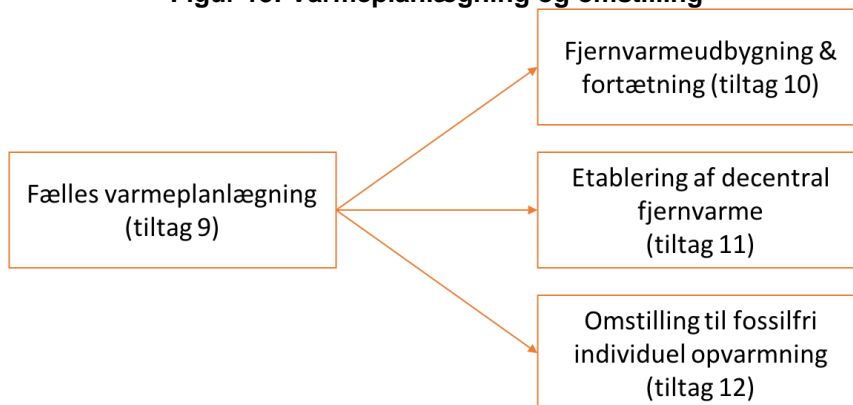
I perioden frem til 2035 skal varmforsyningen omstilles til fossilfrihed, og i den forbindelse bør det overvejes om de enkelte bygninger skal forsynes kollektivt eller individuelt med vedvarende energi. Der kan udbygges med vedvarende energibaseret fjernvarme i nye områder, der kan omstilles til individuelle varmepumper, nogle steder i kombination med biogas eller til nærvarmeløsninger for klynger af huse baseret på vedvarende energi. Ved valget mellem disse løsninger bør planlæggere arbejde mod den samfundsøkonomisk bedste løsning, men de nuværende rammebetingelser vil ikke altid resultere i den samfundsøkonomisk bedste løsning på lang sigt. Dette kan betyde at samfundsøkonomiske hensyn kan sætte begrænsninger for implementering af energivisionen.

For at undgå dette bør varmeplanlæggere i kommuner og forsyningselskaber arbejde med en robust lokal varmeplanlægning der tager højde for både de nuværende rammebetingelser og hvad der er optimalt i et fossilfrit system på lang sigt. For at understøtte denne planlægning er der i projektet udviklet et **beslutningsstøtteværktøj for varmeplanlægning**, der vejleder kommunale medarbejdere om valg af den optimale forsyningsform og hvilke virkemidler der kan anvendes i at understøtte konvertering. Dette værktøj bygger særligt på en **varmforsyningsanalyse** der viser 1) den økonomisk optimale varmforsyning ud fra den forudsætning at fossile brændsler skal udfases, og 2) den økonomisk optimale varmforsyning under gældende rammebetingelser (COWI, 2017a). Ud fra disse vurderinger peger analysen på hvilke tiltag der kan gennemføres under de gældende rammebetingelser, som også er optimale i det fossilfrie system. Det anbefales på den baggrund:

- At kommunerne anvender dette værktøj i deres varmeplanlægning til vurdering af den hensigtsmæssige systemudvikling på lang sigt og til at identificere relevante tiltag frem mod 2025.

Baseret på denne planlægning kan der gennemføre en række konkrete omstillingstiltag ved udbygning af fjernvarmesystemerne (tiltag 10), etablering af decentrale fjernvarme eller nabovarmesystemer (tiltag 11) og omstilling af den individuelle opvarmning (tiltag 12). Denne udvikling er illustreret i figuren nedenfor og de implementerende tiltag beskrives i det følgende.

Figur 13: Varmeplanlægning og omstilling



Vejledning	<p>Beslutningsstøtteværktøj for kommunal varmeplanlægning</p> <p>Som støtte for de kommunale varmeplanlæggere er der udarbejdet et beslutningsstøtteværktøj for kommunal varmeplanlægning der vejleder kommunale planlæggere i hvilke tiltag de kan gennemføre for omstillingen af den individuelle opvarmning til vedvarende energi. Værktøjet neddeler processen i fire skridt: 1) Formulering af en målsætning eller varmeplan, 2) anvendelse af et beslutningstræ og varmeforsyningsanalyse til at vurdere forskellige opvarmningsløsninger, 3) vurdering af forskellige finansieringsmodeller og 4) hvilke virkemidler kommuner, forsyningselskaber og regionen har for at fremme omstillingen for de forskellige forsyningsformer.</p>
Sigtelinje 2030	<p>Dynamisk screeningsværktøj og styrket kommunal varmeplanlægning</p> <p>I forbindelse med kommunalreformen blev kommunernes forsyningselskaber ofte udskilt fra den kommunale organisation og i den forbindelse forsvandt en del kompetencer og ressourcer fra den kommunale organisation. Derfor er der ofte ingen varmeplanlægningskompetencer tilbage, selvom det er en bunden kommunal opgave.</p> <p>Beslutningsstøtteværktøjet kan i et fremtidigt samarbejde videreudvikles til i højere grad at understøtte medarbejderne i kommunerne. Dette kan ske ved en styrket vejledning, efteruddannelse og en udvikling af et dynamisk screeningsværktøj der integrerer en række forskellige datakilder og etablerer en række analyseværktøjer som grundlag for at kommuner og forsyningselskaber nemmere og bedre kan samarbejde om realisering af energibesparelser og omstilling af forsyningsformer fra individuelle løsninger baseret på fossile brændsler. Værktøjet kan hjælpe kommunerne til at indgå i en kvalificeret dialog med selskaberne om forsyning af kommunens borgere.</p>

Tiltag 10: Udbygning og fortætning af eksisterende fjernvarmesystemer

For de områder hvor fjernvarmeudbygning umiddelbart er optimalt i det fossilfrie system (se varmeforsyningsanalyse fra COWI) og muligt under gældende rammebetingelser, bør der igangsættes nærmere analyser om fjernvarmeudbygning (Ea, 2015c: 38; 2015g: 20). Dertil kan der arbejdes med fortætning indenfor eksisterende fjernvarmeområder gennem øget tilslutning og fjernvarmeforsyning af nybyggeri (RUC, 2017: 5). Ved udbygning og fortætning af eksisterende fjernvarmesystemer kan der opnås en bedre udnyttelse af fjernvarmekapaciteten og en fortrængning af fossile brændsler i den individuelle opvarmning. For at understøtte dette arbejde er der i projektet udarbejdet en **fælles værktøjskasse for planlægning og beregning af fjernvarmeprojekter** og et notat med **fælles beregningsforudsætninger for varmeforsyningsprojekter**, der med udgangspunkt i Energistyrelsens forudsætninger drøfter og supplerer disse for fjernvarmeprojekter i EPT33. Det anbefales:

- At kommuner og forsyningselskaber igangsætter en vurdering af fortætnings- og udbygningsprojekter for de områder der er identificeret i varmeforsyningsanalysen.

Vejledning	<p>Fælles værktøjskasse for fjernvarmeprojekter og fælles beregningsforudsætninger</p> <p>Som grundlag for arbejdet med fjernvarmeprojekter er der udarbejdet to notater: 1) Et der gennemgår modeller, beregnere og øvrige relevante værktøjer i arbejdet med energiplanlægning og projektudvikling/godkendelse på kommunalt, regionalt og lokalt niveau og 2) et med en oversigt over relevante kilder til beregningsforudsætninger i forbindelse med arbejdet med energiplanlægning.</p>
------------	--

Tiltag 11: Etablering af nye decentrale fjernvarmesystemer

For en række områder er det hensigtsmæssigt at etablere fjernvarme, men ikke muligt at tilslutte forbrugerne til et eksisterende fjernvarmenet da afstanden er for stor. For disse områder bør der udarbejdes projektforslag for etablering af nye, decentrale fjernvarmesystemer. I disse områder er der en rigtig god mulighed for at udbrede og afprøve nye teknologier og forretningsmodeller som ultralavtemperatur

fjernvarme, nærvarmekoncepter eller med forsyning baseret på solvarme og varmepumper, og derigennem bidrage til udvikling af nye decentrale kollektive forsyningsformer. Det anbefales:

- At der for områder hvor der med fordel kan etableres kollektiv forsyning men som ikke kan tilsluttes eksisterende fjernvarmenet, arbejdes med udvikling af decentrale fjernvarmesystemer baseret på nye teknologier og forretningsmodeller.

Udvikling af fleksible forsyningsløsninger og forretningsmodeller

For områder hvor det optimale i fremtidens fossilfrie varmeforsyning for EPT33 er etablering af fjernvarme, men hvor det ikke er muligt ud fra gældende rammebetingelser, er der behov for udvikling af fleksible forsyningsløsninger og innovative forretningsmodeller, såsom varmepumper på abonnement eller nærvarmesystemer⁷, der muliggør omstilling til fossilfri individuel forsyning, men samtidig fastholder fleksibilitet ift. udvikling mod det fossilfrit optimale energisystem hvis det viser sig hensigtsmæssigt på et senere tidspunkt. Det anbefales at der foretages en analyse af hvordan innovative finansieringsformer kan fremme fleksibilitet i forsyningen for disse områder.

Tiltag 12: Omstilling af individuel opvarmning

For de områder hvor det ikke er hensigtsmæssigt at etablere fjernvarme i det eksisterende eller fossilfrie system, bør der arbejdes med at fremme fossilfri individuel varmeforsyning, særligt udbredelse af individuelle varmepumper og hybridløsninger (Ea, 2015c: 24f; Ea, 2015g: 22). Varmeforsyningsanalysen nævnt under tiltag 9 peger på optimale forsyningsteknologier for de forskellige områder, og beslutningsstøtteværktøjet kan anvendes til nærmere at afklare den optimale forsyningsform og hvilke virkemidler og finansieringsmodeller der kan anvendes for at fremme energiomstillingen i de individuelt opvarmede områder. Det anbefales at:

- At den enkelte kommune anvender virkemidlerne i beslutningsstøtteværktøjet til at fremme en omstilling til vedvarende energi i den individuelle opvarmning.

Tiltag 13: Sammenkobling af fjernvarmesystemer

Der er i tidligere analyser identificeret store potentialer forbundet med sammenkobling af eksisterende fjernvarmesystemer (Ea, 2015f). Det fremhæves at nye og større transmissionsforbindelser mellem fjernvarmesystemer, kan give en bedre udnyttelse af eksisterende produktionskapacitet, storskalafordel ved etablering af ny kapacitet og et mindre overordnet kapacitetsbehov. Dertil er det nemmere at udnytte forskellighed i lokale potentialer (Ea, 2015c: 44f).

I praksis har potentialet dog vist sig betydeligt mindre og afhængigt af et gunstigt bytteforhold mellem de forskellige fjernvarmesystemer, ved at deres forsyning nyttiggør forskellige energikilder eller ved at der er store varmelagringspotentialer der kan udnyttes bedre gennem sammenkobling. Generelt set kan en sammenkobling begrundes i forskelle i teknologimiks, forskelle i installeret kapacitet, skalafordele og eventuelt styringstekniske fordele. For at understøtte et fokuseret og realistisk arbejde med fjernvarmesammenkoblinger, er der i projektet formuleret en række kriterier for sammenkobling af fjernvarmesystemer der kan informere beslutningstagere om hvornår et projekt er relevant at udforske nærmere. Disse kriterier er indeholdt i SEP baggrundsrapporten. Det anbefales:

- At potentielle sammenkoblingsprojekter vurderes ud fra kriterierne i baggrundsrapporten.

Tiltag 14: Temperatursænkning i fjernvarmen

Gennem en løbende modernisering og renovering af fjernvarmenettene kan nettabet nedbringes og derigennem kan fjernvarmesystemerne effektiviseres (RUC, 2017: 6, 37). Der vurderes at være et betydeligt potentiale for reduktion af nettabet ved renovering af fjernvarmenet og et yderligere potentiale ved at sænke fremløbstemperaturen (Ea, 2015g: 72ff, 76f). Dette er et særligt relevant initiativ som vil gøre det nemmere at nyttiggøre varmepumper og solvarme i fjernvarmeforsyningen og at optimere produktionen (Ea, 2015g: 68).

⁷ Se eksempelvis: <https://ens.dk/ansvarsomraader/energibesparelser/varme-og-ventilation/stoette-til-nyt-forretningskoncept> (December 2017).

Særligt gælder det, at såvel ydelsen som effektiviteten på affaldsfyrede og biomassefyrede kraftvarmeverker med røggaskondensering øges betydeligt, når returtemperaturen i fjernvarmesystemet sænkes. Det anbefales på den baggrund at:

1. Alle fjernvarmeforsyningsselskaber vurderer om der er mulighed for reduktion af nettab og fremløbstemperatur i deres forsyningsområde generelt eller for etablering af lavtemperaturfjernvarme i nye forsyningsområder.
2. Der vedtages en lokal målsætning for temperatursænkning eller udlægges områder til lavtemperaturfjernvarme.

Tiltag 15: Styrket samarbejde imellem kommuner og forsyningsselskaber

I arbejdet med realisering af den fælles energivision for EPT33 er der behov for et tæt parløb mellem kommuner og forsyningsselskaber. Dette samarbejde sker allerede i dag og vil fortsætte gennem løbende dialog og samarbejde i konkrete projekter. Men det kan også fremmes yderligere gennem regelmæssige møder, hvor kommuner og forsyningsselskaber deler information om f.eks. byudvikling og strategisk energiplanlægning på kort og lang sigt, for derigennem at sikre en koordineret udbygning og undgå fejlinvesteringer. På møderne kan der også ske koordinering af den praktiske gennemførelse af vedligehold, reparationer og nyetablering af eksempelvis fjernvarmeprojekter. Myndighedsopgaverne inden for varmeforsyning varetages i mange kommuner af en enkelt medarbejder, og opgaverne udgør ofte kun en mindre del af den pågældendes arbejde. Som følge heraf oplever mange medarbejdere, at mulighederne for faglig sparring ofte er begrænset inden for egen organisation. Det anbefales derfor at:

- Kommuner indkalder og faciliterer regelmæssige møder med ledningsejere og forsyningsselskaber for at koordinere de langsigtede udviklingseksempler og den praktiske gennemførelse.
- Kommunerne danner lokale netværk for varmeplanansvarlige sagsbehandlere, hvor der er mulighed for at udveksle erfaringer og drøfte aktuelle problemstillinger, ligesom der vil kunne arrangeres netværksmøder med indlæg fra eksterne oplægsholdere om udvalgte emner.

Vejledning

Inspirationskatalog vedr. styrket samarbejde mellem kommuner og forsyningsselskaber

Inspirationskataloget vil forsøge at give indblik i, hvilke emner kommuner og forsyningsselskaber med fordel kan samarbejde om i forbindelse med fjernvarmeprojekter. Kataloget dækker over projekter, som indeholder vedligehold, reparationer og nybygninger af fjernvarmesystemer. Kataloget er ikke udtømmende, men kan tjene som inspiration for medarbejdere ved kommuner samt for projektledere og projektchefer ved fjernvarmeforsyningsselskaber.

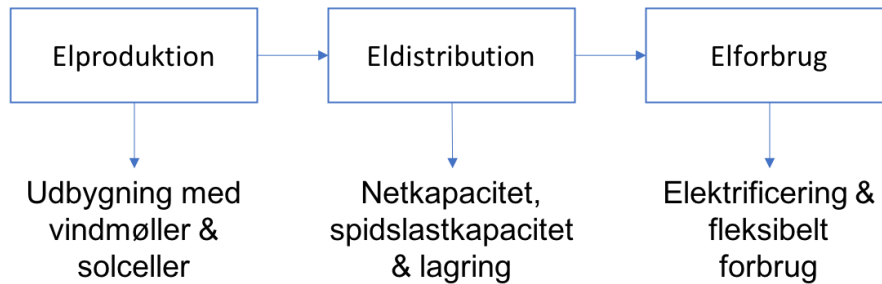
Inspirationslisten har tre formål:

- At give kommuner og forsyningsselskaber et redskab til at strukturere deres dialog og få afdækket rammebetingelserne for et projekt.
- At give forsyningsselskaberne en forståelse af hvilket materiale, der er nødvendigt for kommunernes behandling af et projektforslag.
- At give kommunerne en indsigt i hvilke praktiske udfordringer forsyningsselskaberne har ved projekteringen.

4.4. Elsystemet

Indsatsområdet om elsystemet dækker hele energikæden fra produktion til forbrug. Elsystemet spiller en nøglerolle i energiomstillingen, og skal i fremtiden forsynes i endnu større omfang med vindkraft og solceller og samtidig stå for en langt større andel af det samlede energiforbrug, gennem en betydelig elektrificering af særligt varme- og transportsektorerne der forventes at føre til en stigning i elforbruget på 70% i 2050 (Ea, 2015a: 41f). Denne omstilling vil kræve en indsats i alle led af energikæden, som illustreret i figur 14.

Figur 14: Omstilling i elsystemet



Den langsigtede målsætning er en fossilfri elforsyning i 2035, og hovedudfordringerne for den omstilling er en udbygning med vind og sol, en elektrificering af varme- og transportsektorerne der sikrer den fornødne effektivitet og fleksibilitet, samt sikring af kapacitet og balance i elnettet i et fremtidigt system med langt større elforbrug og langt mindre stabile forsyningskilder. For at imødegå disse udfordringer er der i dette roadmap formuleret tiltag for disse omstillingselementer.

Tiltag 16: Udbygning af vindmøllekapaciteten

Vindenergi er en af de centrale trækheste i omstillingen af det danske energisystem, og bidrager samtidig væsentligt til den danske økonomi, eksport og beskæftigelse, heriblandt med mere end 6.600 fuldtidsbeskæftigede i Østdanmark alene (Vindmølleindustrien, 2017). Der var i 2017 en landbaseret vindmøllekapacitet på 130 MW, med en samlet produktion på 300 GWh i EPT33 (Energistyrelsen, 2017b). Denne produktion dækker lige under 4% af elforbruget i basisåret, og der forventes ikke at ske en væsentlig udbygning af vindenergiproduktionen indenfor projektområdet. Den lave kapacitet skyldes den høje befolkningstæthed og befæstningsgrad der vanskeliggør udbygning med vindmøller på land (Ea, 2015b: 41f). Kommunerne i regionen kan dog stadig bidrage til et mere vindbaseret energisystem i Danmark, ved dels at arbejde for udbygning og renovering af landbaserede vindmøller hvor det er muligt i deres kommuner og dels ved at investere i kystnære vindmøller og vindmøller på land udenfor regionens grænser. Det anbefales derfor:

1. At kommuner i EPT33 arbejder for mindst at fastholde og om muligt udbygge den nuværende vindmøllekapacitet i projektområdet, ved i deres kommuneplaner at vurdere muligheder for at udlægge arealer til landbaserede vindmøller og gå i dialog med vindmølleejere om renovering af bestående møller.
2. At kommuner uden 'realistiske' vindressourcer samarbejder med deres forsyningselskaber om etablering af kystnære havmøller og landbaseret vindmøllekapacitet udenfor regionens grænser gennem aktive partnerskaber og innovative finansieringsmodeller (Ea, 2015g: 100; Region Hovedstaden, 2015: 19). Dette kan understøttes gennem regional samarbejdsfacilitering.
3. At nationale beslutningstagere udvikler og vedtager støtteordninger der kan fremme VE udbygning lokalt, herunder særligt en erstatning for den 'grønne ordning' der fremmer lokal opbakning til vindmøller.

Tiltag 17: Udbygning af solcellekapaciteten

I et fremtidigt energisystem baseret på vind og biomasse er solceller et vigtigt supplement og analyser viser at de bør dække op til 15% af den fluktuerende elproduktion (Mathiesen et al., 2017: 55). Der skal dermed opsættes omkring 5.000 MW solceller i Danmark, fortrinsvis på tagarealer da markbaserede anlæg af det omfang ville beslaglægge store dele af Danmarks markareal (Gate 21, 2017). EPT33 har grundet den høje bebyggelsesgrad langt større potentiale for at bidrage til udbygning med solceller end vindmøller og kan særligt på dette område blive en foregangsregion for den danske energiomstilling. Hvis dette potentiale skal realiseres er der behov for at kommunerne understøtter etableringen af solcelleanlæg gennem deres planlægning og at nationale beslutningstagere udvikler rammebetingelserne for opsætning af solceller. Det anbefales på den baggrund (Gate 21, 2017):

- At alle kommuner udvikler og vedtager en **solcellestrategi** der ud fra hensyn til lokale forhold, udpeger de bedst egnede tagarealer i kommunen til tagplacerede solcelleanlæg, fastlægger arkitektoniske og æstetiske krav og udpeger marginalarealer til markplacerede anlæg.

- At nationale beslutningstagere forenkler rammevilkårene og skaber langsigtede holdbare rammer for solcelleudbygningen, og herunder skaber lige vilkår for virksomheder, parcelhusejere, kommuner, boligselskaber og andre organisationer.

Tiltag 18: Netkapacitet, ellagring og spidslast

Et stigende elforbrug stiller nye krav til elsystemet, både hvad angår elnettets overførselskapacitet og evnen til at dække det stigende elforbrug når vinden ikke blæser gennem udlandsforbindelser, spidslast og ellagring. Danmark har generelt set et meget stærkt elnet og er blandt de førende i verden hvad angår indpasning af variabel vedvarende energi som sol og vind, og en øget integration vil nødvendiggøre innovation og koordination på tværs af niveauer og sektorer (IEA, 2017: 18). Dette er overordnet set aspekter af systemomstillingen der skal håndteres på et nationalt niveau, men da det har stor indflydelse på regionale og lokale aktiviteter bør der etableres en dialog med de ansvarlige aktører for at sikre en optimal systemudvikling. Det anbefales at:

- Der etableres en dialog mellem eldistributionsselskaber og EPT33 aktører om lokalisering af større elforbrugende enheder baseret på en vurdering af elnettets kapacitet og begrænsninger, kortlagt ift. fjernvarmenet og transportkorridorer. Denne dialog kan tage udgangspunkt i en række konkrete områder ud fra kortlægningen i varmeforsyningsanalysen (tiltag 9).
- Der på baggrund af kortlægningen udpeges en række testlandsbyer for hvilke der vurderes hvad en fuld elektrificering ville betyde for elnettet og hvorvidt netkapaciteten er tilstrækkelig til at dække dette forbrug.
- Der etableres en dialog med Energistyrelsen og Energinet om det fremtidige behov for regional spidslastkapacitet, som grundlag for nedlæggelse, renovering eller etablering af decentrale kraftvarmeværker og gasturbiner.

Ellagring

Den betydelige elektrificering og stigende produktion fra variable kilder som vind og sol, har ført til en stigende interesse for ellagring, der ofte ses som et essentielt element i energiomstillingen. Modsat varme kan elektricitet ikke lagres direkte, men skal konverteres til enten varme, gas, kemisk energi (ved batterilagring) eller potentiel energi ved vandkraftlagre i eksempelvis Norge. Der er en særlig stor interesse for batteriteknologien, men det er uklart hvor vigtig en rolle batterierne har i at sikre systembalancen, og hvis batterierne placeres i den enkelte husstand fremfor på systemniveau kan det fordyre den samlede omstilling væsentligt (Mathiesen & Sperling, 2017). Det anbefales at der frem mod 2030 søges en afklaring af hvilken rolle batterier og ellagring spiller i energisystemet og hvilke tiltag der kan gennemføres på regionalt og lokalt niveau for at understøtte dette.

Tiltag 19: Elektrificering og fleksibelt forbrug

Elektrificering af varme- og transportsektorerne er en afgørende hjørnesteen i en omkostningseffektiv grøn omstilling af energisystemet. I præferencescenariet forventes der en moderat stigning i det klassiske elforbrug, men samtidig et betydeligt nyt elforbrug til opvarmning og transport, og med det en stigning i elforbruget på 11% i 2025 stigende til 70% i 2050 (Ea, 2015a: 41f). Koblet med et generelt faldende energiforbrug vil elektricitet dermed blive den dominerende energibærer i det fossilfrie system (Ea, 2015a: 41f). Arbejdet med elektrificering af energiforbruget indgår i en række tiltag på tværs af indsatsområder, både for fjernvarmeproduktion (tiltag 2 og 7), den individuelle opvarmning (tiltag 12 og 21) og transportsektoren (tiltag 23-26). Dette er dog afkoblede tiltag og det kan fortsat være relevant for kommuner at foretage en systematisk vurdering af muligheder for elektrificering af energiforbrug i kommunen. På den baggrund anbefales det:

- At kommuner i deres klimaplanlægning foretager en screening for elektrificeringspotentiale for det energiforbrug der er i kommunen og at forsyningsselskaber foretager en screening af deres energiforbrug med samme sigte.

- At konkrete projekter for elektrificering systematisk indeholder vurderinger af muligheden for at gennemføre energieffektivisering og -besparelser der reducerer det samlede energiforbrug og muligheden for fleksibelt forbrug.

Virkemidler for udbredelse fleksibelt forbrug

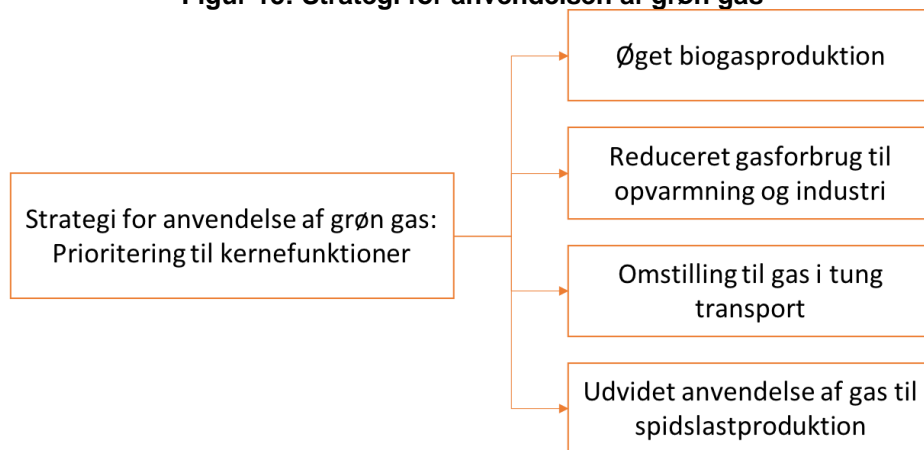
Analysen fra Energi på Tværs fase 1, peger på at op mod 27% af et samlede elforbrug er fleksibelt indenfor en kort tidshorisont (minutter til timer) (Ea, 2015e: 6f). For at omsætte dette potentiale til praksis, anbefales det at der opbygges et partnerskab med elnetselskaberne, hvorigennem det drøftes hvilke virkemidler kommuner og forsyningsselskaber har til rådighed for at fremme udbredelsen af fleksibelt elforbrug og hvordan de herigennem kan bidrage til at reducere spidslastbelastningen og til indpasning af fluktuerende produktionskilder.

4.5. Gassystemet

Indsatsen for omstilling af gassystemet dækker som for elektricitet hele energikæden fra produktion til forbrug. Gas er vidt udbredt i projektområdet, både til individuel og kollektiv opvarmning, samt i mindre omfang til industrierhverv. Det betyder at gasinfrastrukturen er tilstede og relativt billig at drive og vedligeholde. Der er ikke formuleret en selvstændig målsætning for gassystemet, og derfor afhænger målet af hvad gassen anvendes til: Gas anvendt til el- og varmeproduktion skal være fossilfri i 2035, mens gas til transport først skal være fri af fossile brændsler i 2050.

Hovedudfordringen for gassystemet er en omstilling fra billig og rigelig naturgas, til dyr og begrænset bionaturgas, der nødvendiggør en prioritering af hvilke funktioner gassystemet skal udfylde i fremtiden. Her peger en række analyser på at gassens naturlige rolle i et energisystem med store mængder vind og sol er i tung transport og som spidslastbrændsel (Lindboe, 2018: 2). På den baggrund er arbejdet der ud fra en strategi for anvendelsen af grøn gas der er illustreret i figur 14.

Figur 15: Strategi for anvendelsen af grøn gas



Strategien bygger på tre hovedudviklinger: 1) en udvidet produktion af grøn gas, 2) en reduktion i gasforbruget til de funktioner hvor den kan erstattes med andre energikilder og 3) en omstilling til gas for de energiforbrug hvor vi i det fossilfrie energisystem er afhængige af et veludbygget gassystem, navnlig tung transport og spidslastproduktion. Denne strategi skal dels implementeres gennem tiltag specifikt målrettet gassystemet og dels gennem tiltag for særligt varme- el og transportsystemerne. Derfor er indsatsen for reduktion af gasforbrug i opvarmning og omstilling til gas i tung transport indeholdt i tiltag for varmeforsyning og transportsystemet, men der for gassystemet formuleres en række supplerende tiltag der sikrer at alle aspekter af strategien bliver implementeret.

At der var i 2017 tilsluttet et enkelt biogasanlæg til naturgasnettet i EPT33, med en håndfuld andre projekter undervejs. På landsplan er der tilsluttet 21 opgraderingsanlæg til gasnettet, med omkring 15 yderligere anlæg under modning der forventes realiseret inden udgangen af 2018. Fuldt udbygget vil denne første bølge af biogasanlæg betyde at mere end 10% af det samlede gasforbrug fra gasnettet er bionaturgas i 2018, hvortil der ikke regnes den biogas der afsættes uden om gasnettet lokalt, primært til fjernvarmeproduktion.

- Grøn Gas Danmark

Tiltag 20: Biogasproduktion

Som led i omstillingen til et fossilfrit gassystem bør der arbejdes systematisk med at fremme produktionen af biogas. Biogasproduktion kan nyttiggøre energiressourcer vi ellers ikke kunne udnytte (såsom gylle), understøtte recirkuleringen af næringsstoffer i landbruget og samtidig producere en energiressource med bred anvendelighed og høj kvalitet. Dertil viser en nylig analyse fra Damvad Analytics, at der er et betydeligt eksportpotentiale i dansk biogasteknologi på 16 milliarder kroner, eller omkring 18.000 nye arbejdspladser i 2035 (Energy Supply, 2018). Det samlede biogaspotentiale fra husdyrgødning i Region Hovedstaden vurderes at være omkring 140 GWh, eller 280 GWh ved tilsætning af andet organisk materiale, hvilket eksempelvis kunne være organisk affald (Ea, 2015g: 100; 2015b: 29). Det første og vigtigste skridt i at udnytte potentialet for produktion af biogas er, at det organiske affald bliver udsortet. Det er af mindre betydning om biogassen produceres i EPT33 eller udenfor. Det anbefales:

- At der udarbejdes en fælles **biogasstrategi**, der bl.a. vurderer ressourcepotentialet og sikrer en optimal produktion af biogas, herunder, at det organiske affald udnyttes optimalt, og hvorvidt biogassen skal produceres i eller uden for EPT33.

Udnyttelse af lagringskapacitet i gasnettet

Gasnettet udmærker sig ved en betydelig overførsels- og opbevaringskapacitet der også er fri af krav om samtidighed. Dette potentiale bør udnyttes til udbalancering af den fluktuerende VE produktion i elnettet og på længere sigt som aktivt lager for elproduktionen via metanisering. Det anbefales at der gennemføres en analyse af hvilke konkrete tiltag der kan gennemføres for udnyttelse af gassystemets lagringskapacitet.

Tiltag 21: Hybridvarmepumper

For boliger der i dag er opvarmet med naturgas, er der mulighed for at kombinere et gasfyr med en luft til vand-varmepumpe, og derved nyde gavn af de bedste egenskaber fra hver. Kombinationsløsningen fungerer ved at varmepumpen producerer rumopvarmning når virkningsgraden er høj, mens gaskedlen leverer varmen når det er særligt koldt udenfor, og leverer varmtvandsforbruget hele året (Energinet. 2017). Hybridvarmepumper kan potentielt reducere gasforbruget med 70-80%, de kan installeres i eksisterende naturgasområder uden at anlægge ny infrastruktur og bidrage til at reducere kapacitetsproblemer i elnettet samt fleksibelt forbrug til at udbalancere vindenergiproduktionen (Grøn Gas Danmark, 2017b). Udbredelsen er indtil videre begrænset, grundet et manglende kendskab til produktet, og dermed er systemeffekten for elnettet også ukendt (Grøn Gas Danmark, 2017b). Det anbefales derfor:

- At igangsætte et demonstrationsprojekt om varmepumpe-gas hybridløsninger, hvor de testes i klynger af boliger i samme landsby, for at vurdere om denne kombination kan reducere spidslastbehov i elnettet og bidrage med fleksibilitet til elmarkedet.

Tiltag 22: Reduktion af gasforbruget i produktionserhverv

Der er omkring 22.600 gasinstallationer til produktionserhverv i Danmark der står for omkring 35% af gasforbruget. Naturgasforbruget til proces har siden 2005 varieret mellem 7 og 9 TWh er formentlig den del af gasforbruget det er sværest at omstille til alternative forsyningsformer (Grøn Gas Danmark, 2017c; Lindboe, 2017b). Afhængig af det specifikke formål kan det være vanskeligt at finde teknisk og økonomisk bæredygtige alternativer til gas, og det kan være dyrt at foretage en forceret omstilling og vanskeligt da

virksomhederne er meget prisbevidste. Studier peger på at omkring 86% af gasforbruget i industrien er teknisk konverterbart, mens de resterende 14% primært er til industrielle højtemperaturløsninger, procesflamme og halvdelen af forbruget til industriel lavtemperatur (Lindboe, 2017b). Det er dog centralt at der i arbejdet med omstilling af energisystemet i EPT33 og den tilhørende prioritering af energiresourcerne ikke ses bort fra procesenergiforbruget, hvor der dels kan ses på muligheder for brændselsskift og dels på muligheder for at industrien kan levere overskudsvarme til den lokale fjernvarmeforsyning. Det anbefales derfor:

- At kommuner i deres energiplanlægning foretager en screening for store industrielle gasforbrugere i kommunen, og efterfølgende går i en konkret dialog med udvalgte virksomheder om mulighederne for brændselsskift eller udnyttelse af overskudsvarme til fjernvarmeforsyningen.

4.6. Transportsystemet

Indsatsområdet for transportsystemet dækker al energiforbrug til transport i projektområdet, både til kollektive og individuelle køretøjer. Projektområdet markerer sig for transport ved at have kortere transportafstande og en større andel af kollektiv transport, cykel og gang i det samlede transportarbejde end resten af landet. Det til trods er der et stort, og stigende, energiforbrug til personbiler, der helt overvejende er forsynet af benzin og diesel (COWI, 2015b: 37; DST, 2017c). Det langsigtede mål for transportsektoren er fossilfrihed i 2050, og da der samtidig er en lavere levetid for køretøjer end for eksempelvis kraftvarmeværker, kan det forventes at de fleste køretøjer udskiftes mere end en gang inden da. Klimaindsatser i transportsektoren kan generelt skelnes ud fra om de er målrettet at 1) reducere transportarbejdet ved eksempelvis hjemmearbejde og nærhed til kernefunktioner, 2) effektivisere transportarbejde, blandt andet ved skift til cykel og kollektiv trafik (modalskift) eller 3) skifte drivmidlet i køretøjet fra fossil til vedvarende energi (COWI, 2015b: 18f). Hvor de to første er mobilitetstiltag, omhandler den sidste energi og er derfor den der indgår i arbejdet med tværgående strategisk energiplanlægning i denne rapport.

Hovedudfordringen for omstilling af transportsektoren er den begrænsede indflydelse lokale og regionale aktører har på private borgere og virksomheders valg af transportmidler. Derfor er fokus for indsatsen frem til 2025 på to områder hvor aktørerne har en særlig mulighed for at gennemføre en omstilling: 1) Omstilling af kommunalt og regionalt finansierede flåder samt 2) udbygning af infrastruktur til grønne drivmidler (COWI, 2015b: 21f). Udbygningen af infrastruktur og opbygningen af et stabilt marked baseret på offentligt finansierede flåder, kan derigennem muliggøre at private aktører i stigende omfang omstiller efterfølgende.

Tiltag 23: Mål- og udbudsstrategi

Den længere omstillingsperiode for transportsektoren end for el- og varmesektorerne og kortere levetid for køretøjerne, muliggør en mere fokuseret indsats i den første periode frem til 2025 på at igangsætte omstillingen og sikre den fornødne infrastruktur. Det foreslås derfor at kommuner og regionen særligt fokuserer på de offentligt finansierede flåder, hvilket omfatter de køretøjer kommuner, regioner og offentlige selskaber ejer og de køretøjer der anvendes af private aktører til at levere de transportserviceydelser de nævnte aktører indkøber. For disse flåder har kommuner og region den mest direkte indflydelse på valg af drivmiddel, og kan derfor arbejde for at disse flåder undergår en accelereret omstilling der skaber grundlag for en efterfølgende omstilling af de rent private flåder (COWI, 2015b: 22). Kommuner og regioner bør samarbejde på tværs via en fælles enhed, hvor der deles erfaringer mellem offentlige myndigheder og etableres samarbejder med interessenter, borgere og virksomheder. Det anbefales:

- At kommuner og region udvikler en **omstillingsstrategi** for det kommunalt og regionalt finansierede transportarbejde baseret på eksisterende flådeanalyser.
- At denne strategi fastlægger et **mål** for drivmiddelskift, hvor det anbefales at arbejde for at mindst 50 % af regionalt eller kommunalt finansierede transport er drevet af grønne drivmidler i 2025 og 90% er fossilfri i 2035⁸.

⁸ Grønne drivmidler er her forstået som anden generations biobrændstof, biogas, elektricitet og brint. Der kan formuleres et mål ud fra det angivne forslag og stadig anvendes en længere omstillingsperiode for flåder

- At der etableres et Greater Copenhagen Sekretariat, som understøtter konkrete aktiviteter for grøn omstilling af transport på tværs af kommuner og regioner i Greater Copenhagen og blandt interessenter, virksomheder og borgere.

Denne strategi kan danne rammen for omstillingen af de forskellige flåder, der kan gennemføres ved brug af vejledninger i tiltag 24 (egne flåder), 25 (transportserviceydelse) og 26 (bustransport).

Tiltag 24: Fremme af grønne drivmidler i kommunale og regionale indkøb

Kommuner, regioner og forsyningsselskaber både ejer og leaser en række køretøjer der anvendes i eksempelvis hjemmeplejen, til skolekørsel og lignende. Ved indkøb af disse køretøjer eller ved indgåelse af leasing aftaler bør der stilles krav til hvilke drivmidler køretøjet anvender ud fra hensyn til køretøjets anvendelse. Det anbefales:

- At alle køretøjer der købes, leases samt lejes af kommunerne og regionen i EPT33 enten direkte eller gennem deres selskaber fra maj 2018 og frem, i videst muligt omfang anvender vedvarende energi som drivmiddel, medmindre det konkret kan dokumenteres at de opgaver der skal løses ikke kan imødekommes med et køretøj på grønne drivmidler.

Vejledning

Drivmiddelskift i kommuner og region

Som støtte til kommunale planlæggere og indkøbere er der udarbejdet en oversigt over vejledninger om indkøb og udbud af køretøjer, og hvilke krav der kan og skal stilles for at sikre en omstilling af køretøjsflåderne. Vejledningen skelner mellem forskellige køretøjstyper (personbiler, store varebiler, tunge køretøjer og non-road køretøjer) og forskellige ejerskabsforhold (egne køretøjer og serviceydelser) og kan bruges som en håndbog, der kan hjælpe med at finde den rigtige vejledning til det specifikke formål.

Tiltag 25: Fremme af grønne drivmidler i transportserviceydelser

Foruden de køretøjer kommunerne ejer og leaser, foretages en lang række transportopgaver som transportserviceydelser, ved eksempelvis taxakørsel og lignende. Disse serviceydelser bør ligeledes omstilles til grønne drivmidler indenfor den kortest mulige tidsperiode, men det kan være vanskeligt for kommunale indkøbere at vide, hvilke krav det er muligt at stille i de enkelte udbud. Som led i at understøtte de kommunale indkøbere er der udarbejdet en **vejledning for udbud af transportserviceydelser**, der for forskellige flåder og tidsperioder vurderer hvilke krav der kan stilles i det konkrete udbud. Det anbefales:

- At alle transportserviceydelser der bestilles af kommunerne og regionen i EPT33 fra maj 2018 og frem i videst muligt omfang anvender vedvarende energi som drivmiddel.

Vejledning

Inspirationskatalog til offentlige indkøbere: Transportserviceydelser baseret på fossilfrie drivmidler

For indkøb af transportserviceydelser er der i projektet udarbejdet en vejledning med kriteriesæt til offentlige udbud og anbefalinger til udbudsmetoder. Vejledningen dækker en række forskellige køretøjskategorier, herunder lastbiler, busser, minibusser, personbiler og forskellige ikke vejgående maskiner. For disse vurderes mulige minimumskrav, tildelingskriterier og udbudsmetoder for forskellige tidsperioder frem mod 2025.

Tiltag 26: Fremme af grønne drivmidler i bustransporten

Movias bestyrelse har i trafikplan 2016 vedtaget at arbejde mod fossilfri busdrift, hvor al brug af traditionel diesel, naturgas, kul og olie udfases inden 2030. Dette vil i første omgang ske ved særligt at indfase biogas og syntetisk biodiesel og på længere sigt i højere grad el og brint (Movia, 2016: 51). Implementering af det

hvor det kan påvises at det ikke er teknisk hensigtsmæssigt eller uforholdsmæssigt dyrt at omstille til grønne drivmidler.

fossilfri scenarie forudsætter at alle udbud med driftstart fra december 2018 og frem stiller krav om nul-udledning af CO₂. Dette vil resultere i en drivhusgasreduktion på 55% i 2020, 77% i 2025 og 100% i 2030 (Movia, 2016: 51). Denne effekt forudsætter en merbetaling på omkring 6% ift. det fossile alternativ. Det anbefales at kommuner og region stiller et absolut krav om nul-udledning af CO₂ i alle buslinje udbud. Dette kan løses med elbusser, biogasbusser, busser på biodiesel (HVO) eller med brintbusser. Ønsker kommunen at have busdrift uden lokal luftforurening kan Movia – på vegne af kommunen – udarbejde et udbud, der både er CO₂-neutralt og luftemissionsneutralt, eller stille skærpede krav til luftforureningen. Det anbefales:

- At kommuner og region implementerer trafikplan 2016 gennem dialog med Movia for de enkelte udbud.

Vidste du...

At Movia i henhold til trafikselskabsloven mindst hvert 4. år udarbejder en trafikplan i samarbejde med kommuner og regioner, der sætter mål og strategisk retning på den kollektive trafik. 44 (ud af 45) kommuner og 2 regioner bakkede i høringen op om målsætningen om fossilfri drift.

Siden udbuddet af alm rutekørsel med driftsstart 2017, har det for alle udbudte buslinjer været muligt for kommuner og regioner at tilkøbe fossilfrihed. I dag kører følgende buslinjer fossilfrie:

- 5C i København (biogas)
- 600S i Region Hovedstaden og Region Sjælland (syntetisk biodiesel)
- 390R i Region Hovedstaden (syntetisk biodiesel)

I Roskilde Kommune udbydes en række buslinjer med driftsstart i 2019, som el-drift. Derudover udbydes en række buslinjer i København, Frederiksberg, Ballerup, Egedal, Herlev, Frederikssund, Roskilde, Helsingør og Høje Taastrup kommuner, som enten emissionsfrie eller fossilfrie. Disse buslinjer har også driftsstart i 2019.

- Movia

Tiltag 27: Infrastrukturudbygning – lette køretøjer i offentligt regi samt hos private borgere

Kommunerne bør i deres byrumsplanlægning reservere plads til yderligere fælles ladeinfrastruktur.

Omstillingen af de offentlige og den private bilpark, skal særligt bidrage til markedsmodning og udbredelse af den fornødne infrastruktur til elbiler i hele regionen. Derfor er det centralt, at kommunerne understøtter infrastrukturudbygning til grønne drivmidler. Udbygningen skal tillige ske med henblik på at skabe en basisinfrastruktur, der muliggør at private borgere kan vælge køretøjer med alternative drivmidler.

For infrastrukturudbygningen anbefales det at der gennemføres følgende tiltag:

- Installation af ladestandere ved offentlige arbejdspladser, krav om installation af ladestandere ved nybyggeri, reservationer til yderligere fælles ladeinfrastruktur i byrumsplanlægningen, bedre dækning med ladestandere i yderområder udlægning af dedikerede parkeringspladser til elbaserede delebilsordninger, sikre god sagsbehandling omkring etablering af ladestandere, og understøtte oplysning omkring lademuligheder.

Tiltag 28: Infrastrukturudbygning – tunge køretøjer

Omstillingen af de offentlige flåder, skal særligt bidrage til markedsmodning og udbredelse af den fornødne infrastruktur til tunge køretøjer. Derfor er det centralt at kommunerne understøtter infrastrukturudbygning til grønne drivmidler. Udbygningen skal tillige ske med henblik på at skabe en basisinfrastruktur, der muliggør at private aktører som vognmænd, godstransport, busdrift mv. ligeledes kan vælge køretøjer med alternative drivmidler. Her behandles særligt tale om følgende infrastruktur:

- Elladestandere til tunge køretøjer
- Gastankstationer til større flåder
- Fyldningsfaciliteter til øvrige alternative drivmidler, der måtte vise sig konkurrencedygtige

For infrastrukturudbygningen anbefales det at der gennemføres følgende tiltag:

- Koordinere udbud af geografisk tilknyttede flåder, afslutte udbud mindst et år før driftstart og tildele point i bedømmelsen af udbud, hvis der samtidig etableres offentlig adgang til infrastrukturen.

4.7. Energiforbrug

Indsatsområdet om energiforbrug dækker slutforbruget af energi på tværs af alle sektorer. Her er udgangspunktet en fordeling hvor størstedelen af energien forbruges i bygninger, særligt husholdninger, men også i handel og service, og derfor er der særligt fokuseret på at gennemføre energibesparelser for denne gruppe af forbrugere (COWI, 2015a: 17f). Der er ganske betydelige potentialer for besparelser på både el- og varmekonsumet, og hvis energivisionen skal opnås på en omkostningseffektiv måde er det afgørende at disse potentialer realiseres. Der sigtes med denne plan mod et **delmål** om 15% energibesparelser i bygninger i 2025 ift. basisåret 2015.

Hovedudfordringen for energibesparelser er at realisere og fastholde de potentielle besparelser. Selvom bevidsthed og viden er på plads, nedprioriteres energibesparelser ofte til fordel for andre investeringer, trods gode business cases og veldokumenterede fordele. Arbejdet med energibesparelser kræver et vedholdende, langt sejt træk og nogle af de mest succesfulde tiltag har været mærkningsordninger for hvidevarer og elektronik samt energimærkning af bygninger der er løbet over lange perioder.

For at imødegå udfordringerne anbefales det at der oprettes en fælles platform for energibesparelsesindsatsen (tiltag 29) der i sin form og funktion skal opbygges så den løbende kan udvides til at dække flere indsatsområder samt andre kommuner og regioner. Der er klare indikationer på skalafordele i energibesparelsesaktiviteter og der kan være stor gevinst af at der findes et fælles regionalt ankerpunkt hvor indsatserne koordineres og organiseres. Arbejdet i denne platform skal tage udgangspunkt i best practice ud fra en stor erfaringsbase af gennemførte aktiviteter, og de øvrige tiltag i denne rapport (tiltag 30-33) er udvalgt da de enten er et afgørende grundlag for at skabe succes med andre tiltag, eller er udtryk for best practice på feltet der bør udbredes så andre i hele EPT33-området kan drage nytte af erfaringerne og realisere de energibesparelser, tiltagene giver mulighed for.

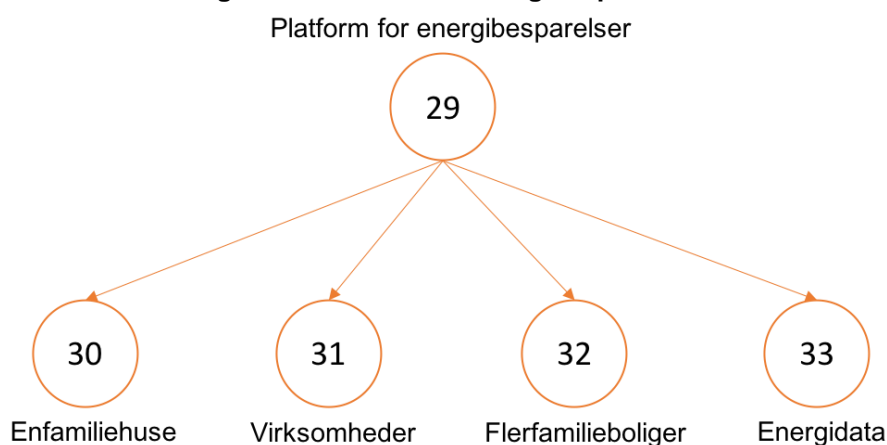
Tiltag 29: Fælles platform for energibesparelser

Der foregår i dag en række lokale kampagner og indsats for at fremme energibesparelser i bygninger og erhverv. En af de store udfordringer er at der ikke findes et fælles ophæng hvor gode erfaringer opsamles og deles og hvorigennem kommuner kan samarbejde om fælles kampagner og tiltag. Det anbefales:

- At der oprettes en fælles regional platform for energibesparelser, der kan understøtte og koordinere de forskellige kampagner og initiativer til at fremme energibesparelser og -effektiviseringer i bygninger.

Som udgangspunkt er de mere organisatoriske aspekter og de overordnede emner koncentreret her, mens de mere målgruppe-specifikke elementer er beskrevet i tiltag 30-33.

Figur 16: Platform for energibesparelser



Dertil kan der gennem samarbejdet i platformen løbende igangsættes nye fælles initiativer, eksempelvis målrettet energibesparelser i erhverv eller transport. De følgende 4 tiltag rummer værktøjer og indsatser gerne drevet i regi af denne platform.

Tiltag 30: Energibesparelser i private enfamiliehuse

En meget stor del af danskerne bor i traditionelle enfamiliehuse – bygget gennem de sidste 50-100 år. Mange af dem har en forholdsvis dårlig energistand. Som tommelfingerregel tyder det på, at alle huse med et energiforbrug svarende til mere end energimærke 'C' typisk vil kunne spare mindst 4.000 kWh pr. år med en energirenovering. De forholdsvis lave besparelspotentialer pr. bolig betyder, at der ikke er oplagte incitamenter for energiselskaber eller andre for at "samle dem op". Derfor er det nødvendigt, at for eksempel kommuner eller andre påtager sig opgaven med at sikre, at den eksisterende boligmasse bringes op på så energieffektivt niveau som muligt. Det anbefales på den baggrund:

- At kommunerne arbejder med fremme af energibesparelser i private enfamiliehuse, med de virkemidler der er angivet i baggrundsrapporten.

Tiltag 31: Greater Copenhagen Virksomhedspagt (Covenant of Companies)

Der er solid dokumentation for, at langt de fleste virksomheder kan effektivisere deres energiforbrug med 10-20% med acceptable tilbagebetalingstider. Samtidig kræver det typisk færre rådgivningstimer at lokalisere fx 10.000 kWh potentielle besparelser i virksomheder end i fx parcelhuse. Det er med til at gøre det til en god forretning at fokusere på virksomheders energiforbrug. Samtidig udgør energi en forholdsvis lille del af virksomhedernes samlede udgiftsbudget, så investeringer i energieffektivisering nedprioriteres – elle udskydes til andre større ændringer alligevel skal gennemføres. En af måderne at få emnet højere på dagsorden hos virksomhederne er at koble energibesparelserne sammen med miljøpolitikken, forbrugertrends, verdensmål og CSR-indsatsen. Med energieffektiviseringer får virksomhederne en mulighed for at gøre en synlig indsats for miljøet og omverden med en økonomisk rationel investering.

Mange af disse hensyn kan indfries ved at skabe et fælles koncept, de enkelte virksomheder kan relatere sig til. Det anbefales:

- At der etableres en ordning hvor virksomheder får ét sted de kan henvende sig for hjælp og inspiration i arbejdet med energibesparelser.

Tiltag 32: Energispring: Partnerskaber for energibesparelser i flerfamilieboliger

Der anbefales en indsats for udvikling og udbredelse af effektive partnerskaber for energibesparelser i flerfamilieboliger, baseret på best practice eksempler om samarbejde mellem boligejere, kommuner og forsyningsselskaber. Københavns Kommune har med succes gennemført projektet "Energispring", som har skabt gode resultater og store besparelser i boligmassen. Det anbefales:

- At dette projekt udvides og styrkes eller kopieres, så flerfamilieboliger i hele EPT33-geografien kan deltage.

Energistyrelsen støtter 5 partnerskaber, som er fokuserede på etagebyggeri. Partnerskabernes mål er at finde effektive modeller med udgangspunkt i kommunerne, til at fremme renovering med energibesparelser som et vigtigt mål og her kan evalueringen af de 5 projekter spille en rolle. Det er disse erfaringer, der lægges til grund for den foreslåede struktur.

Tiltag 33: Data om energiforbrug samt Energimærkeværktøj

Energiforbruget i den enkelte bygning er veldokumenteret og tilgængelig for den enkelte forbruger og for energiselskaberne. Denne informationsmængde stiger i takt med at intelligente målere og individuelle målere bliver installeret. Kommuner og andre offentlige instanser har mulighed for at finde relevante data især på aggregeret niveau. Der er dog stadig en række praktiske barrierer, der gør arbejdet omstændigt og data kan være markant sværere at få adgang til end nødvendigt. Udfordringerne kan afhjælpes med et velfungerende Energi og CO₂-regnskab og på den baggrund gennem etablering af et GIS-baseret benchmarkingværktøj

hvor private bygningssejere årligt kan benchmarke deres ejendommers energipreformance. Som en første indsats anbefales det:

- At der arbejdes med udvikling af et GIS-baseret benchmarkingværktøj for energibesparelser.

Brug af energiforbrugsdata fra private borgere

Anvendelsen af energiforbrugsdata fra private borgere skal tage hensyn til en række juridiske rammer, herunder BBR-loven, databeskyttelsesforordningen og den kommende databeskyttelseslov. Som støtte til planlæggere i kommuner og forsyningsselskaber er der udarbejdet en hvidbog, der beskriver datakategorier og deres forskellige anvendelsesmuligheder, samt retsgrundlaget, den dataansvarliges pligter og den registreredes rettigheder.

4.8. Opsamling og tværgående perspektiver

De 33 tiltag der er præsenteret ovenfor kan sammenlagt drive omstillingen af energisystemerne videre mod den fælles energivision. Alle de medtagne tiltag kan levere et væsentligt bidrag til omstillingen, men der er samtidig store forskelle på deres omfang og karakter. Derfor kan det som en opsamling være relevant at se tværgående på omstillingsfaser, relationer og prioritering.

4.8.1. Omstillingsfaser

Omstillingen til et fossilfrit energisystem er en langsigtet opgave der kræver både ny viden, nye løsninger og en koordineret indsats for at omsætte viden til handling. Der er behov for en vedholdende indsats over de kommende mange år, og derfor skal tiltagene i dette roadmap ikke ses som udtømmende, men som en samling af omstillingselementer der kan udvikle systemet fra hvor vi er i dag. Når indsatsen ses over tid, kan vi med fordel skelne tiltagene ud fra de forskellige udviklingsfaser de er i. Vi skelner i denne plan mellem tre forskellige omstillingsfaser (Københavns Kommune, 2017: 35):

- **Analyse:** Tiltag der indsamler viden og belyser udfordringer og mulige løsninger for omstillingen. Denne type tiltag anvendes for områder hvor der er stor usikkerhed om mulighederne og behovet for handling.
- **Demonstration:** Tiltag der udvikler og demonstrerer løsninger der er centrale for omstillingen, men endnu ikke markedsmodne. Denne type tiltag gennemføres for områder hvor vi kender udfordringen, men mangler gode implementerbare løsninger.
- **Implementering:** Tiltag der uden videre kan implementeres på tværs af projektområdet. Dette er løsninger der er velafprøvet og markedsmodne.

Foruden disse tre typer af tiltag, er der ned igennem kapitlet fremhævet en række **sigtelinjer**, der peger på indsatsområder eller tiltag der bør vurderes i det videre arbejde, og muligvis indarbejdes i en fremtidig opdatering af dette roadmap. Tiltag og sigtelinjer fordelt på indsatsområder og faser er sammenfattet i tabellen nedenfor.

Tabel 6. Faseopdelt tiltagsoversigt

Indsatsområde	Implementering	Demonstration	Analyse	Sigtelinje
Fjernvarme- og kraftvarmeproduktion	1. Solvarme 4. Affaldssortering 5. Forbrændingskapacitet 7. Spidslast 8. Varmelagre	2. Varmepumper 3. Geotermi	6. Forsynings-sikkerhed	Fjernkøling
Varmeforsyning	9. Varme-planlægning 10. Udbygning 12. Individuel opvarmning	11. Decentral fjernvarme		Dynamisk screeningsværktøj Nye forretningsmodeller

	13. Sammenkobling 14. Temperatursænkning 15. Styrket samarbejde			
Elsystem	16. Vindmøller 17. Solceller 19. Elektrificering		18. Netkapacitet & spidslast	Ellagring Fleksibelt forbrug
Gassystem	20. Biogasproduktion 22. Produktions-erhverv	21. Hybridvarmepumper		Lagringskapacitet i gasnettet
Transportsystem	23. Udbudsstrategi 24. Egne køretøjer 26. Busdrift 27. Infrastruktur (lette køretøjer) 28. Infrastruktur (tung transport)	25. Serviceydelser		
Energibesparelser	29. Fælles platform 30. Enfamiliehuse 31. Virksomhedspagt 32. Energispring	33. Data om energiforbrug samt energimærkeværktøj		

Der er en tydelig og forsættelig overvægt af tiltag der skal implementeres i de kommende år, mens tiltagene under demonstration skal bidrage til udvikling af de løsninger der skal implementeres bredt i fremtidige faser, og tiltag under analyse og sigtelinje identificerer områder hvor der er behov for yderligere viden i arbejdet med at definere relevante indsatser. Faseopdelingen giver samtidig et indtryk af rækkefølgen i indsatsen. For nogle dele af omstillingen er der mulighed for en betydelig implementeringsindsats i perioden frem til 2025, mens der for andre er behov for mere viden eller udvikling af løsninger før omstillingen kan tage fart. Samtidig er der med sigtelinjerne udpeget en række emner der vurderes relevante på sigt, men ikke indgår i implementeringsplanen for den første indsatsperiode.

4.8.2. Tiltagsrelationer og prioritering

Foruden en vurdering af de forskellige udviklingsfaser kan der ses på de interne relationer og afhængigheder der eksisterer imellem de forskellige indsatsområder og tiltag. Her er der en række centrale relationer, det er værd at fremhæve:

- For flere indsatsområder anvendes et eller flere paraplytiltag som den primære indsats der regulerer en serie af implementeringstiltag. Dette er blandt andet tilfældet for varmforsyning, hvor tiltag 9 om fælles varmeplanlægning afgør anvendelsen af tiltag 10-12, for transportsystemet hvor udbudsstrategien i tiltag 23 igangsætter aktiviteterne i tiltag 24-26 og for energibesparelser hvor tiltag 30-33 tiltænkes forankret i regi af den fælles platform for energibesparelser i tiltag 29.
- Dertil er der en række naturlige relationer mellem fjernvarme- og kraftvarmeproduktion på den ene side og særligt varmforsyning men også el- og gassystemet på den anden side.
- Endelig er der en række relationer der knytter sig til en øget integration af de forskellige delsystemer, gennem særligt elektrificering og udbredelse af gas til tung transport. Der bliver opbygget en række nye forbindelser på tværs af sektorerne med implementeringen af dette roadmap, der har til formål at give et mere fleksibelt og ressourceeffektivt energisystem.

Tilsammen kan tiltagenes udviklingsfaser og interne afhængigheder bidrage til at identificere en række **strategisk vigtige tiltag** der enten er fyrtårnsprojekter som skal yde et stort bidrag til den samlede omstilling, eller er kritiske udviklingsprojekter der skal bane vejen for den langsigtede udvikling mod 2050. Dette er tiltag der bør være særligt stort fokus på at realisere frem mod 2025. Ud fra drøftelser i projektet vurderes det at der bør være særligt fokus på følgende tiltag:

- For *fjernvarme- og kraftvarmeproduktionen* er geotermi en løsning med stort fortrængningspotentiale og varmepumper en kritisk udviklingsindsats for omstillingen væk fra biomasse i fjernvarmen efter 2035.
- For *varmeforsyningen* er den fælles varmeplanlægning og tilhørende omstilling af forsyningen et kritisk element. Uden en langsigtet optimering af områdeinddelingen er der en stor risiko for at systemet fastlåses i en suboptimal sammensætning.
- For *elsystemet* er udbygningen af vind og sol helt afgørende for målopfyldelse i 2035, og elektrificeringen af varme og transportsystemet er et kritisk element i den videre udvikling.
- For *gassystemet* er en udvidet biogasproduktion og demonstration af hybridløsningerne potentielt betydningsfulde elementer. Biogasproduktionen skal bidrage til levering af den grønne gas der efterspørges til transport, industri og spidslast, mens hybridløsningerne skal reducere gasbehovet til opvarmning og muliggøre brug af gas til spidslast i den individuelle opvarmning.
- For *transportområdet* er særligt infrastrukturudbygningen afgørende, mens omstillingen af de offentligt finansierede flåder kan bidrage til at sikre markedsmodningen.
- For *energibesparelser* er det afgørende at der sikres en stabil organisering rundt om det lange seje træk med den fælles platform for energibesparelser, hvis tiltag og kampagner skal have en vedholdende effekt.

I perioden frem mod 2025 bør der arbejdes på flere niveauer med implementering af alle 33 tiltag, mens den tværgående koordinering og opfølgning kan have et særligt fokus på de kritiske elementer. I de følgende kapitler sættes der fokus på hvordan kommuner og forsyningselskaber kan arbejde med implementering af tiltagene (kapitel 5) og hvilken effekt de enkelte tiltag og den samlede omstilling kan forventes at have (kapitel 6).

5. Implementering og fremtidigt samarbejde

Hvis den fælles strategiske energiplan skal medføre en omstilling af hovedstadsregionens energisystem, er der behov for at den omsættes til handling i de enkelte kommuner og selskaber og at der etableres nye specifikke samarbejder om de tværgående udfordringer. Den strategiske energiplanlægning skal danne en ramme for arbejdet i kommunerne og forsyningsselskaberne, men det er i den enkelte kommune og hos det enkelte forsyningsselskab, at omstillingen skal finde sted (EPT1, 2015a: 1f). I dette kapitel drøftes hvilke virkemidler kommuner og forsyningsselskaber har for at omsætte planen til handling, hvilke behov for fremtidigt samarbejde der udpeges i planen og hvordan der kan følges op på indsatsen.

5.1. Implementering

Det foregående kapitel fremlagde en række anbefalinger til hvordan det regionale energisystem kan omstilles til vedvarende energi. Et centralt element i det fremtidige arbejde med strategisk energiplanlægning er at omsætte disse anbefalinger til handling i kommuner⁹ og forsyningsselskaber. Dette afsnit har til formål at udpege en række virkemidler for hvordan det kan gøres.

Arbejdet med klima og energiomstilling i **kommunerne** er som oftest forankret i en *kommunal klimaplan eller strategisk energiplan*. Disse planer har ikke et entydigt format på tværs af alle kommuner, men de indeholder som oftest en kortlægning af drivhusgasudledningen, en reduktionsmålsætning og en række initiativer og tiltag, i lighed med denne fælles plan. Et første skridt i at omsætte den fælles strategiske energiplan til handling er at kommunerne i EPT33 indarbejder tiltagene i deres lokale klimaplaner efterhånden som planerne revideres¹⁰. Dette bør ske med øje for den lokale kontekst da lokale ressourcer, potentialer og begrænsninger vil være afgørende for hvilke tiltag det er relevant at implementere i den enkelte kommune. Den kommunale klimaplanlægning er en frivillig opgave, uden hjemmel i lovgivningen. Dermed er kommunale klimaplaner ikke i sig selv juridisk bindende, men skal implementeres gennem andre planer og tiltag. De retlige rammer for den kommunale klimainsats er ikke en entydig størrelse, men består af en række forskellige regler der udspringer af både de generelle principper om kommunernes virke (kommunalfuldmagten) og den sektorspecifikke lovgivning, navnlig planlægningslovgivningen og lovgivningen på forsyningsområderne (Rambøll, 2008: 30ff). Som et grundlag for at identificere *handlemuligheder*, kan kommuner med fordel tage udgangspunkt i de forskellige roller de kan indtage i implementeringsindsatsen (Energistyrelsen, 2013: 32f):

1. **Kommunen som forbruger:** Kommunerne er storforbrugere af energi med dertilhørende mulighed for at påvirke markedet gennem energirigtig adfærd og indkøb. Kommunerne kan eksempelvis vedtage indkøbspolitikker, gennemføre besparelser i sine egne bygninger og præge transportvaner hos medarbejdere.
2. **Kommunen som myndighed:** Kommunen er planlægningsmyndighed for en række områder der er centrale for omstillingen, navnlig varmforsyning, affaldsplanlægning og den fysiske planlægning. Kommunen kan eksempelvis gennem varmeplanlægningen initiere omstilling af varmforsyningen og er ansvarlig for godkendelse af projektforslag under varmforsyningsloven, de skal vedtage en plan for håndtering af affald, herunder forbrænding, og kan gennem den fysiske planlægning påvirke lokaliseringen af vindmøller, solceller, biogasanlæg og sætte rammerne for transportarbejdet.
3. **Kommunen som forsyner:** Kommunerne ejer eller finansierer en lang række af de kollektive systemer og kan som ejer i fællesskab med selskaberne fremme en omstilling. Dette gælder eksempelvis for fjernvarme, naturgas, affaldshåndtering, offentlig transport og fjernkøling.
4. **Kommunen som facilitator:** Endelig kan kommunerne agere som facilitator ved for eksempel at gå foran som et godt forbillede, at gennemføre informationskampagner, indgå og facilitere

⁹ Se bilag D for en oversigt over eksisterende kommunale klimamål.

¹⁰ Den udvidede beskrivelse i baggrundsrapport kan bruges som grundlag for denne vurdering og for omsætningen af tiltag til de kommunale planer.

partnerskaber og gennem dialog med borgere og virksomheder i deres daglige virke, herunder ved tilsyn med virksomheder.

Kommunernes grad af indflydelse er størst for punkt 1 og faldende mod punkt 4, mens den potentielle drivhusgasreduktion ofte er stigende fra 1 mod 4 da udledningsskilderne under behandling er langt større for kommunens geografi end dens virksomhed.

Regioner kan anvende en tilsvarende opdeling af indsatsfelter, hvor deres myndigheds- og forsyningsopgaver dog er nogle andre, og for klimaindsatsens vedkommende færre, end kommunernes. Modsat har regionerne en væsentligt større mulighed for at agere som facilitator, blandt andet gennem strategisk anvendelse af de regionale udviklingsmidler og ved at gennemføre kompetenceopbyggende og koordinerende aktiviteter. **Forsyningselskaber** kan i sagens natur primært agere i rollen som forsyner, men kan vurdere om deres forsyningsområde og dermed virkefelt kan udvides (Energistyrelsen, 2013: 32f). En sådan udvidelse kan både være geografisk ved at udvide det område hvor eksempelvis et fjernvarmeselskab leverer fjernvarme, og funktionel ved eksempelvis at udvide med nye opgaver eller teknologier. Det skal dertil nævnes at kommunernes virke som forsyner alene er mulig gennem aktivt samarbejde med deres forsyningselskaber og det er afgørende at denne dialog indgår i både den lokale planlægning og implementering. I selskaberne kan Roadmap 2025 blandt andet implementeres gennem konkrete investeringsstrategier samt udviklings- og anlægsprojekter.

Som grundlag for den lokale implementering kan tiltagene i Roadmap 2025 med fordel skelnes ud fra hvilke handlemuligheder de gør brug af. Dette er gjort for de forskellige indsatsområder i tabellen nedenfor.

Tabel 7. Tiltag og handlemuligheder

Indsatsområde	Forbruger	Myndighed	Forsyner	Facilitator
Fjernvarme- og kraftvarmeproduktion		4. Affaldssortering 5. Forbrænding 8. Varmelager	1. Solvarme 2. Varmepumper 3. Geotermi 4. Affaldssortering 5. Forbrænding 6. Forsynings-sikkerhed 7. Spidslast 8. Varmelager	
Varmeforsyning		9. Varme-planlægning 12. Individuel opvarmning 15. Samarbejde	10. Udbygning 11. Decentral fjernvarme 13. Sammenkobling 14. Temperatursenkning 15. Samarbejde	12. Individuel opvarmning
Elsystem	16. Vindmøller 17. Solceller	16. Vindmøller 17. Solceller	16. Vindmøller 17. Solceller	18. Elnet & ellagring 19. Elektrificering
Gassystem		20. Biogasproduktion	20. Biogasproduktion 21. Hybridvarmepumper 22. Produktions-erhverv	21. Hybridvarmepumper 22. Produktions-erhverv

Transportsystem	23. Mål og udbudsstrategi 24. Egne flåder 25. Serviceydelser	27. Infrastruktur – lette køretøjer 28. Infrastruktur – tung transport	26. Bustransport	
Energibesparelser	29. Platform for energibesparelser		29. Platform for energibesparelser	29. Platform for energibesparelser 30. Enfamiliehuse 31. Virksomhedspagt 32. Flerfamilieboliger 33. Energidata

Overordnet set bør det fremhæves at en række af disse tiltag i sagens natur går på tværs af flere roller, og for enkelte tiltag hvor det er særligt centralt for implementeringen er dette også fremhævet i tabellen. Derudover kan der ses en væsentlig forskel på hvor vægten ligger for de forskellige indsatsområder, hvilket i høj grad spejler de indflydelsesmuligheder aktørerne har. For fjernvarmeproduktion, varmforsyning og gassystemet er der en række muligheder for at agere som forsyner og myndighed, mens der for elsystemet og energibesparelser primært kan ageres som facilitator og for transportsystemet som forbruger. Flere af disse indsatsområder kan med fordel gennemføres eller styrkes gennem tværgående samarbejder og det følgende afsnit sætter derfor fokus på hvilke behov for fremadrettede samarbejder der er udpeget i denne plan.

5.2. Samarbejde

Den lokale indsats kan ikke ses isoleret da den indgår i både en regional, national og global sammenhæng. Lokale aktører kan i samspillet med andre forvaltningsniveauer fungere både som den implementerende enhed der gennemfører nationale målsætninger, og som udviklingsniche for nye løsninger der efterfølgende udbredes på højere niveau. Undervejs i Roadmap 2025 er der således også fremhævet en række anbefalinger til nationale beslutningstagere om ændringer af rammebetingelser der forhindrer realisering af den fælles energivision.

Samarbejde er afgørende for at nå den fælles vision, modvirke suboptimering og udvikle fælles løsninger (EPT2, 2016a: 5). I arbejdet med udvikling af Roadmap 2025 er der identificeret en række specifikke samarbejdsflader, hvor der er projekter som går på tværs af kommune- og forsyningsgrænser eller hvor der kan være gavn af en koordineret udvikling:

- **Tværgående projekter:** Implementeringen af en række tiltag i Roadmap 2025 vil gå på tværs af kommunegrænser og forsyningssystemer, og der er derfor behov for koalitioner af aktører der samarbejder om implementeringen. Dette drejer sig blandt andet om den fælles udbygning med geotermi (tiltag 3), fælles varmelagre (tiltag 8), fremme af grønne drivmidler i bustransporten (tiltag 26) og infrastrukturudbygning (tiltag 27 & 28). For disse tiltag bør involverede og interesserede kommuner og selskaber sammen drøfte de konkrete projekter.
- **Koordineret udvikling:** Foruden implementeringen af tværgående tiltag er der en række områder, hvor EPT33 med fordel kan koordinere indsatsen for udvikling og udbredelse af relevante løsninger og gennemføre opfølgende analyser i fællesskab. Dette drejer sig blandt andet om udvikling af fleksible forsyningsmuligheder (tiltag 11), demonstrationsprojekt på hybridløsninger (tiltag 21) og vurdering af elnettets kapacitet (tiltag 19).
- **Skalérbare opgaver:** Endelig kan der være værdi i et samarbejde om opgaver der med fordel kan løses for alle aktørerne sammen og hvor der dermed kan opnås skalafordele. Dette er tilfældet for opgaver der er vanskelige at få løst for den enkelte kommune, og hvor en fælles finansiering kan styrke både kvalitet og anvendelighed, som eksempelvis fælles kravspecifikation til offentlige indkøb af køretøjer (tiltag 23) og en fælles platform for energibesparelser (tiltag 29).

I tillæg til disse konkrete opgaver kan der være fordel i et samarbejde om erfaringsopsamling og gensidig læring, hvor aktørerne i EPT33 kan lære af hinandens udfordringer samt dele erfaringer med virkemidler og tiltag der har stor effekt. Dette kan med fordel kobles til en fælles indsats for vidensopbygning, hvor igennem medarbejdere i kommuner og forsyningsselskaber kan få opdateret viden om juridiske forhold, tekniske løsninger og projektførelse på kurser, temamøder og erfaringsnetværk for fagmedarbejdere. I nedenstående tabel er tiltagene fordelt på indsatsniveau, hvor der kan skelnes mellem tiltag der skal gennemføres i den enkelte kommune/det enkelte forsyningssystem, tiltag der bør gennemføres tværkommunalt og tiltag der med fordel kan gennemføres regionalt for hele EPT33.

Tabel 8. Tiltag & indsatsniveauer

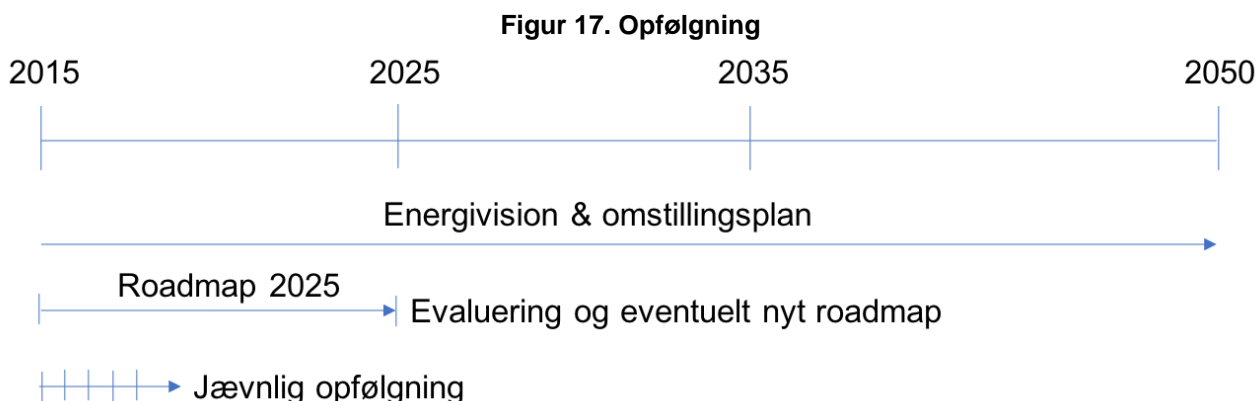
Indsatsområder	Lokalt	Tværkommunalt	Regionalt
Fjernvarme- og kraftvarmeproduktion	1. Solvarme 4. Affaldssortering 5. Forbrænding 7. Spidslast	2. Varmepumper 3. Geotermi 6. Forsyningssikkerhed 8. Varmelager	
Varmeforsyning	9. Varmeplanlægning 10. Udbygning 11. Decentral fjernvarme 12. Individuel opvarmning 14. Temperatur-sænkning	13. Sammenkobling 15. Samarbejde	
Elsystem	16. Vindmøller 17. Solceller 19. Elektrificering		18. Elnet & ellagring
Gassystem	22. Produktionserhverv	20. Biogasproduktion 21. Hybridvarmepumper	
Transportsystem	23. Mål- og udbudsstrategi 24. Egne flåder 25. Serviceydelse	27. Infrastruktur – lette køretøjer 28. Infrastruktur – tung transport	23. Mål og udbudsstrategi 26. Bustransport
Energibesparelser		30. Enfamiliehuse 31. Virksomhedspagt 32. Flerfamilieboliger 33. Energidata	29. Platform for energibesparelser

Som det fremgår kan en række af tiltagene med fordel gennemføres lokalt og flere i et samarbejde mellem grupper af aktører med en særlig interesse for det givne omstillingselement. Udvalgte tiltag kan hensigtsmæssigt forankres regionalt, og dertil vil der være delelementer af tiltag der gennemføres lokalt der kan nyde gavn af et regionalt ophæng, som eksempelvis de lokale udbudsstrategier for grønne drivmidler der kan styrkes betydeligt ved en fælles indsats for opdatering af kravspecifikationer, eller opsætning af vindmøller der kan styrkes af tværgående erfaringsopsamling. Derigennem kan omstillingen accelereres gennem en fortløbende udveksling mellem det lokale, tværkommunale og regionale niveau.

5.3. Opfølgning

Som led i implementeringsindsatsen kan der desuden løbende følges op på fremdriften, for at vurdere om udviklingen går i den rigtige retning og på den baggrund formulere nye fælles initiativer. Som det fremgår af figur 17 nedenfor, dækker energivisionen og den langsigtede omstillingsplan hele perioden frem til 2050, mens det indeholdte roadmap udelukkende dækker perioden frem til 2025. Ved afslutning af denne

delperiode (frem mod 2025) kan der med fordel gennemføres en evaluering af fremdriften og formuleres et nyt roadmap for den følgende delperiode efter 2025.



I opfølgningen på en implementeringsplan kan der skelnes mellem monitorering og evaluering. Hvor monitorering er en systematisk og kontinuerlig vurdering af udvalgte indikatorer er evaluering en mere dybdegående vurdering af effekt og målopfyldelse.

Det kan være hensigtsmæssigt at arbejde med løbende **monitorering** af udvalgte indikatorer der er særligt centrale for fremdriften, som vurderes hvert eller hvert andet år. Dette kan gøres gennem årlige **drivhusgasregnskaber** og energibalancer for EPT33, med vurdering af årsagerne til forandring ift. det foregående års regnskab. Dette årlige regnskab kan udarbejdes ved brug af Energi og CO₂-regnskabet ud fra de angivne metodiske principper i baggrundsrapportens kapitel 2 om det regionale drivhusgasregnskab. I den løbende monitorering bør der indarbejdes fortløbende forbedringer af datagrundlaget¹¹ og foretages tilpasning af basisårsregnskabet hvis de ændringer dette afstedkommer knytter sig til emissionskilder for mere end 10% af den samlede udledning (WRI et al., 2014: 141). Hertil kan der gennemføres opdateringer af den udarbejdede **investeringsoversigt** omkring hvert tredje år, med vurdering af udviklingen i forsyningskapacitet for de forskellige systemer. Dette overblik kan tilvejebringes gennem et fortløbende indberetningssystem for investeringer i forbindelse med de kommunale budgetprocedurer eller ved indberetninger fra et evt. regionalt fjernvarme- og affaldsforum. Oversigten bør give et overblik over eksisterende kapacitet i opgørelsesåret samt forventet nedlagt og etableret kapacitet fordelt på forsyningskilder og årstal for en rullende fireårsperiode. Hvis indberetningen sker fra det eventuelle forum, defineres datakravene i dette forum. Hensigten er at fremme et fælles vidensniveau og overblik for at reducere suboptimering, men samtidig er registreringerne af en ikke bindende karakter for de berørte selskaber.

I arbejdet med den løbende opfølgning bør der også indgå en indsats for udvikling og konsolidering af det anvendte regnskabsværktøj – **Energi og CO₂-regnskabet**. Mange kommuner anvender værktøjet, blandt andet i forbindelse med rapportering til Compact of Mayors, og et velfungerende CO₂-regnskabsværktøj er en central byggesten i det at målrette indsatsen mod aktiviteter med det største potentiale. Gennem arbejdet i projektet har en række kommunale aktører engageret sig i udviklingen af værktøjet og etableringen af et nationalt samarbejdsforum der kan drive værktøjets drift og udvikling. Det videre arbejde med værktøjsudviklingen nationalt kan med fordel knyttes til værktøjsanvendelsen regionalt og lokalt for

¹¹ Disse forbedringer knytter sig til projektets arbejde med videreudvikling af Energi og CO₂-regnskabet, hvor der er udarbejdet forslag til en 3-årig konsoliderings- og udviklingsplan for værktøjet der forventes at medføre fortløbende forbedringer i datagrundlaget.

derigennem at formidle praksisbaserede erfaringer til værktøjsudviklerne og særligt bidrage til løsning af de udfordringer der er centrale for EPT33 regnskabet¹².

Foruden den løbende monitorering bør der arbejdes periodisk med en dybdegående **evaluering** af udviklingen, de gennemførte tiltags effekt og fremdriften mod målopfyldelse. Denne evaluering anbefales knyttet til en revision af indsatsen og formulering af et nyt roadmap og dermed at følge den planproces der er illustreret i figur 17 ovenfor. Dette arbejde bør i givet fald igangsættes 1-2 år før et nyt roadmap skal i anvendelse.

Hensigten er at denne plan ikke skal være gældende helt frem til målårene i 2035 og 2050, men at der arbejdes med periodiske revisioner, hvor erfaringer med de anvendte tiltag og ny viden kan danne grundlag for formulering af et nyt roadmap for en ny implementeringsperiode. I denne plan er der en række sigtelinjer der bør adresseres i en kommende revision, som tiltag der arbejdes med frem mod 2030 og 2035. Det drejer sig blandt andet om vurdering af potentialet for regionalt samarbejde om fjernkøling og industriel overskudsvarme, udvikling af et dynamisk varmeplanlægningsværktøj og formulering af konkrete tiltag for udbredelse af fleksibelt elforbrug og ellagring.

¹² Eksempelvis regional dataadgang og ensartet fremgangsmåde for indregning af vedvarende energianlæg opført i andre kommuner.

6. Anbefalinger og energivisionen

Den grønne omstilling af energisystemet kræver en målrettet og koordineret indsats fra alle parter: Borgere, virksomheder, forsyningselskaber og kommuner. Staten har en vigtig rolle med at opridse de overordnede målsætninger og udforme rammeværket og regionerne med at koordinere og understøtte indsatsen, men de nødvendige handlinger skal besluttes og gennemføres lokalt.

6.1. Anbefalinger og effekter

Den fælles strategiske energiplan udgør den tværkommunale ramme om arbejdet, og afslutningsvist sammenfattes hvilke tiltag der tilstræbes i iværksat for de forskellige fokusområder, hvilken effekt de forventes at have og hvordan det bidrager til realisering af den fælles energivision. De 33 tiltag er i de foregående kapitler sammenfattet baseret på deres omstillingsfaser, handlemuligheder og indsatsniveau. I dette kapitel belyses deres forskellige karakteristika, med særlig vægt på deres bidrag til og betydning for omstillingen, samt deres relative samfundsøkonomiske omkostninger. Til dette anvendes multikriterieanalysen angivet i vejledningen for analyse af systemændringer og resultatet er sammenfattet i tabellen nedenfor (Energistyrelsen, 2017: 44ff).

HER INDSÆTTES EA ENERGIANALYSES VURDERING AF TILTAGENE I ROADMAP 2025

Foruden at bidrage til en prioritering af tiltagene ud fra deres relative væsentlighed, robusthed, synlighed og fortrængningsomkostninger, kan denne vurdering anvendes til en overordnet vurdering af hvilken udvikling tiltagene kan iværksætte og hvorvidt den udvikling er i tråd med energivisionen.

6.2. Energivision og systemudvikling

Den fælles energivision og præferencescenariet sammenfatter den målsatte systemudvikling. Denne er i den strategiske energiplan blevet suppleret med udvalgte anbefalede delmål for systemudviklingen. Mål, anbefalede delmål og udviklingstendenser i præferencescenariet og roadmap 2025 er sammenfattet i tabellen nedenfor, hvor vedtagne mål er **fremhævet** og anbefalede delmål er *kursiveret*.

Tabel 9. Mål og delmål for systemudviklingen

Delsystem	2025	2035	2050
El- og fjernvarme-produktion	Udfasning af kul og betydelig omstilling til biomasse. Udbygning med geotermi, solvarme, varmepumper & elkedler, samt betydelig udbygning med vind & sol. Reduktion og grøn omstilling af spids- og reservelast.	Fossilfri el- og varmforsyning , og stigende omstilling til eldrevet varmeproduktion. Fortsat udbygning med vind og sol og grøn omstilling af spids- og reservelast.	Fortsat omstilling fra biomasse til større anvendelse af varmepumper, solvarme og geotermi. Stabilisering af vind og solkapacitet.
Varmeforsyning	Udbygning med fjernvarme og begyndende omstilling af den individuelle opvarmning til hybridløsninger og varmepumper.	Fortsat udbygning med fjernvarme og omstilling til fossilfri forsyning af den individuelle opvarmning .	Omstilling fra biomasse til større anvendelse af eldrevne teknologier i den individuelle opvarmning.
Elsystemet	Markant elektrificering, reduktion i elforbrug og stigende elproduktion fra vind og sol.	Fossilfri elforsyning og fortsat elektrificering.	Fortsat elektrificering og forventning om overskydende elproduktion (nettoeksport)
Gassystemet	Samlet reduktion i naturgasforbrug (til	Omstilling til grøn gas for el og varmforsyning .	Omstilling til grøn gas i transport og anvendelse af

	opvarmning). Udbredelse af gas til transport i offentlige flåder og fremskredet omstilling til grøn gas.	Fortsat udbredelse af gas til transport, spidslast og proces.	grøn gas til spidslast og i hybridløsninger i den individuelle opvarmning.
Transportsystemet	Reduceret energiforbrug, og betydelig elektrificering og omstilling til grønne drivmidler. <i>Halvdelen af de offentlige køretøjer på grønne drivmidler.</i>	Fortsat omstilling og elektrificering. <i>Hele den offentlige flåde på grønne drivmidler.</i>	Fossilfri transportsektor og en forventning om 80% el o personbiler.
Energiforbrug	Reduktion i energiforbrug gennem elektrificering og effektivisering. <i>15% besparelser i bygninger i forhold til 2015.</i>	Fortsat indsats for reduceret forbrug og elektrificering.	Forventning om knap 40% lavere endeligt energiforbrug.

Samlet set forventes implementeringen af den fælles strategiske energiplan at bidrage væsentligt til omstillingen af energisystemerne i Greater Copenhagen og skabe rammen om den fælles indsats for udvikling af fremtidens bæredygtige energisystem.

**HER INDSKRIVES EN RÆKKE BEMÆRKNINGER BASERET PÅ EA ENERGIANALYSES
EFFEKTVURDERING AF DEN FÆLLES SEP**

Referencer

- Albertslund (2017) *Klimastrategi 2017-2025, udkast*. Albertslund Kommune.
- Allerød (2015) *Planstrategi 2015*. Allerød Kommune.
- Anker, H.T. (2016) *Notat om kommunal planlægning for vindmøller*. IFRO Udredning, Nr. 2016/26. Københavns Universitet.
- Anker, H.T. (2017) *Kommuneplanlægning for vindmøller. Policy Brief #1*. Københavns Universitet.
- ARC (2017) *Personlig korrespondance*.
- Ballerup (2010) *Klimaplan for reduktion af CO₂-udledning i Ballerup*. Ballerup Kommune.
- Blok, K. (2007) *Introduction to energy analysis*. Techne Press, Amsterdam.
- Brøndby (2012) *Varme- og Energiplan for Brøndby Kommune*. Brøndby Kommune.
- Bygningsreglementet (2018) *Bygningsreglementet.dk*. URL: <http://bygningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/11/Krav> (11. marts 2018).
- Clausen, L.T. (2017) *Borgerdeltagelse i vindmølleplanlægning. Policy Brief #4*. Københavns Universitet.
- COWI (2015a) *Regionsrapport*. August 2015. Foruden scenarierapporten anvendes det bagvedliggende regneark med hovedresultater.
- COWI (2015b) *Transport*. April 2015.
- COWI (2015c) *Baggrundsanalyse for virkemidler til omstillingen af transportsystemet*. August 2015.
- COWI (2017a) *Fremtidig varmforsyning i Hovedstadsregionen*. Tilbud.
- Dansk Affaldsforening (2017) *ARGO*. Dansk Affaldsforening: <https://www.danskaffaldsforening.dk/om-os/medlemmer/argo> (20. november 2017)
- Den Store danske (2018) *Elforsyning*. Den store danske: http://denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Elektricitet/Kraftforsyning_generelt/elforsyning (Marts 2018).
- Dragør (2015) *Klimahandlingsplan 2010-2020, Grønt regnskab 2015*. Dragør Kommune.
- DST (2017a) *FOLK1A: Folketal den 1. i kvartalet efter område, køn, alder og civilstand*. Danmarks statistik: www.statistikbanken.dk/FOLK1A (August 2017).
- DST (2017b) *ARE207: Areal 1. januar efter område (2007-2017)*. Danmarks Statistik: www.statistikbanken.dk/ARE207 (August 2017).
- DST (2017c) *BIL10, BIL12, BIL15, BIL18*. Danmarks Statistik: www.statistikbanken.dk/BIL10 (November 2017).
- Ea (2015a) *Energiscenarier for Hovedstadsregionen*. Ea Energianalyse, juli 2015. Foruden scenarierapporten anvendes det bagvedliggende regneark med hovedresultater.
- Ea (2015b) *Lokale vedvarende energiressourcer*. Ea Energianalyse, april 2015.
- Ea (2015c) *Varmeforsyning*. Ea Energianalyse, august 2015.
- Ea (2015d) *Energibesparelser*. Ea Energianalyse, april 2015.
- Ea (2015e) *Energibesparelser og fleksibelt forbrug*. Ea Energianalyse, april 2015.
- Ea (2015f) *Regional fjernvarmeanalyse*. Ea Energianalyse, november 2015.
- Ea (2015g) *Baggrundsanalyse for virkemidler til omstillingen af energisystemet*. Ea Energianalyse, juli 2015.
- Ea (2015h) *Affald*. Ea Energianalyse, august 2015.
- Ea (2016a) *Strategisk Energiplanlægning på kommunalt og regionalt niveau*. Ea Energianalyse, april 2016.
- Ea (2016b) *Samfundsøkonomiske varmepriser i hovedstadsområdet*. Maj 2016.
- Ea (2017a) *Region Hovedstadens kollektive energiforsyning – overblik over planlagte anlæg*. Ea Energianalyse, december 2017.
- Ea (2018a) *Foreløbige resultater for punkt 1 (Energibalancer)*. Notat af 13. december 2018.
- Egedal (2013) *Energiplan Egedal*. Egedal Kommune.
- Energinet.dk (2014) *Strategisk energiplanlægning. ADAPT-energisystemanalyse*. Statusnotat, august 2014.
- Energinet (2017) *Analyse: Anvendelse af gas i et bæredygtigt energisystem*.
- Energistyrelsen (2013) *Strategisk energiplanlægning i kommunerne. Vejledning i analyser af systemændringer og scenarieanalyser*. Oktober 2013.
- Energistyrelsen (2014) *Analyse af elnettets funktionalitet*.

Energistyrelsen (2017a) *Energiproducenttællingen*. Udtræk november 2017.

Energistyrelsen (2017b) *Stamdataregister for vindmøller*. Oktober 2017.

Energistyrelsen (2017c) *Energistatistik 2016*.

Energy Supply (2018) *Analyse: Biogas kan skabe op til 20.000 jobs*. Energy Supply: https://www.energy-supply.dk/article/view/582979/analyse_biogas_kan_skabe_op_til_20000_jobs (Marts 2018).

EPT1 (2015a) *Vision og opsamlingsnotat for Energi på Tværs*. Opsamlingsnotat af 17. august 2015. Energi på Tværs, fase 1.

EPT1 (2015b) *Fælles Energivision i Hovedstadsregionen*. Juni 2015. Energi på Tværs, fase 1.

EPT2 (2016a) *Energi på Tværs – fase 2*. Opsamlingsnotat af 5. oktober 2016. Energi på Tværs, fase 2.

Erhvervsstyrelsen (2015) *Netværksbaseret planlægning – med deltagelse af borgere og andre aktører*.

Eriksen, R.B. (2016) *Drejebog for solvarmeanlæg*. Dansk Fjernvarme, september 2016.

Fredensborg (2016) *Klima- og energipolitik*. Fredensborg Kommune.

Frederiksberg (2015) *Pkt. 110 - Opdatering af strategisk energiplan og relation til regionale visioner*. Frederiksberg Kommune, referat Magistraten 9. marts 2015

Frederiksberg forsyning (2018) *Vores seks vindmøller*. Frederiksberg forsyning: <http://www.frb-forsyning.dk/Default.aspx?ID=3510> (11. marts 2018).

Frederikssund (2015) *CO₂ opgørelse 2015*. Danmarks Naturfredningsforening.

Furesø (2011) *Strategisk energiplan for Furesø Kommune, hovedrapport*. Furesø Kommune

Gate 21, Region Hovedstaden, Region Sjælland og Energi på Tværs 2 (2017) *Grøn vækst i Greater Copenhagen*.

Gate 21 (2017) *Energisystemet i 2050 – hvilken rolle spiller solceller?*

Gentofte (2010) *Gentofte Kommunes Klimaplan 2010-2020*. Gentofte Kommune.

Gladsaxe (2012) *CO₂-handlingsplan 2010-2020*. Gladsaxe Kommune.

Glostrup (2012) *Klimahandlingsplan 2013-2014*. Glostrup Kommune.

Greve (2014) *Klimaplan 2010-2020 for Greve Kommune, 4. Udgave*. Greve Kommune.

Gribskov (2017) *CO₂ beregning 2016 og Klimatiltag 2017*. Gribskov Kommune.

Grøn Gas Danmark (2017) *Baggrundsnotat: "Grøn Gas er fremtidens gas"*.

Grøn Gas Danmark (2017a) *Baggrundsnotat: "Fleksibilitet med grøn gas"*.

Grøn Gas Danmark (2017b) *Baggrundsnotat: "Grøn omstilling i den individuelle opvarmning"*.

Grøn Gas Danmark (2017c) *Baggrundsnotat: "Virksomhedernes afhængighed af gas"*.

Hansen, R.H. & T. Kjær (2017) *Kildesorteret husholdningsaffald (KOD) på biogasanlæg i Region Sjælland*. Roskilde Universitet.

Halsnæs (2013) *Kommuneplan 2013 – Klima*. Halsnæs Kommune.

Helsingør (2014) *CO₂-kortlægning for Helsingør kommune som geografisk område 2013*. Helsingør Kommune (udarbejdet af Rambøll).

HOFOR (2018) *Om HOFOR Vind*. HOFOR: <https://www.hofor.dk/baeredygtige-byer/vindmoeller/om-hofor-vind/> (11. marts 2018).

Hvidovre (2016) *Hvidovre Kommune Grønt Regnskab 2015*. Hvidovre Kommune.

Høje-Taastrup (2015) *Strategisk Energi- og Klimaplan 2020*. Høje-Taastrup Kommune.

Hørsholm (2009) *Klimapolitik*. Hørsholm Kommune.

IEA (2017) *Energy policies of IEA countries – Denmark 2017 Review*. International Energy Agency.

Ishøj (2014) *Kommuneplan 2014*. Ishøj Kommune.

Kirkegaard, J.K. (2017) *Paradigmeskift i dansk vindkraft – kampen om projektudviklerens rolle. Policy Brief #5*. DTU Vindenergi.

Kjær, T. (2017) *Vindkraften i Roskilde. Potentialer ved modernisering eller udskiftning af bestående møller*. Roskilde Universitet.

KL & ENS (2010) *Oplæg om strategisk energiplanlægning*. Kommunernes Landsforening (KL) og Energistyrelsen (ENS), marts 2010.

København (2012) *KBH 2025 - Klimaplanen*. Københavns Kommune.

Københavns Kommune (2017) *CPH Climate Plan. Roadmap 2017-2020*.

Køge (2016), *"Strategisk energiplan*. Køge Kommune.

Lindboe, H.H. (2017) *Et debatoplæg til: Strategiske Energiplan, Energi på Tværs*. Marts 2017.

Lyngby-Taarbæk (2016) *CO2 reduktionsplan 2017*. Lyngby-Taarbæk Kommune.

Mathiesen, B. V., David, A., Petersen, S., Sperling, K., Hansen, K., Nielsen, S., Lund, H. & Neves, J. B. D. (2017) *The role of Photovoltaics towards 100% Renewable energy systems: Based on international market developments and Danish analysis*. Department of Development and Planning, Aalborg University.

Mathiesen, B. V., David, A., Petersen, S., Sperling, K., Hansen, K., Nielsen, S., Lund, H. & Neves, J. B. D. (2017c). *The role of Photovoltaics towards 100% Renewable energy systems: Based on international market developments and Danish analysis. Appendices Report*. Department of Development and Planning, Aalborg University.

Mathiesen, B.V. & K. Sperling (2017) *Ny analyse: Vi har brug for solcellerne – og solcellerne har brug for ny politik*. Altinget: energi og klima, 26. september 2017.

Movia (2016) *Trafikplan 2016*

Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Mikkelsen, M.H., Albrechtsen, R., Thomsen, M., Hjelgaard, K., Fauser, P., Bruun, H.G., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Callesen, I., Caspersen, O.H., Rasmussen, E., Petersen, S.B., Baunbæk, L. & Hansen, M.G. (2017) *Denmark's National Inventory Report 2017. Emission Inventories 1990-2015 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol*. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 231 <http://dce2.au.dk/pub/SR231.pdf>

Pedersen, S.L. (2014) *Fossilfrie scenarier for energisystemet 2035-2050*. Energistyrelsen, september 2014.

Rambøll (2008) *København CO2 neutral i 2025?* Februar 2008.

Rambøll (2017) *Fjernkølingens potentiale*. September 2017.

Regeringen (2013) *Danmark uden affald*.

Region Hovedstaden (2012) *Klimastrategi for hovedstadsregionen*. April 2012.

Region Hovedstaden (2015) *Virkemidler på vej mod et fossilfrit energi- og transportsystem i 2050*.

Region Hovedstaden & Copenhagen Capacity (2016) *Greater Copenhagens forskningsstyrker med potentiale for investeringsfremme. Baggrundsrapport*. December 2016.

Roskilde (2015) *Strategisk Energiplan*. Roskilde Kommune.

Roskilde (2018) *Kommunen investerer 5 mio. i flere vindmølleandele*. URL: <http://roskilde.dk/nyheder/kommunen-investerer-5-mio-i-flere-vindmoelleandele> (13. marts 2018).

RUC (2017) *Indsats i Borgmesterpagten. Forslag til reduktion af udledningen af drivhusgasser i Roskilde Kommune som geografisk område*. Roskilde Universitet, oktober 2017.

Rudersdal (2017) *Klima- og energipolitik*. Rudersdal Kommune.

Rødovre (2016) *CO₂-handlingsplan 2016-2017*. Rødovre Kommune.

SBI (2015) *Baggrundsanalyse for virkemidler til energieffektivisering af bygninger*. Maj 2015.

Solrød (2015) *Status på energi- og klimaindsatsen i Solrød kommune*. Solrød Kommune.

Spareenergi.dk (2018) *Baggrundsdataark*. Udtræk af baggrundsdataark for de 33 kommuner i projektområdet for perioden 2012-2015. Offentlige data kan ses på: <https://spareenergi.dk/offentlig/vaerktoejer/energi-og-co2-beregneren> (10. marts 2018).

Statista (2018) *Rotor diameter size of wind energy turbines from 1990 to 2017*. URL: <https://www.statista.com/statistics/263901/changes-in-the-size-of-wind-turbines/> (11. marts 2018).

Tårnby (2014) *Projekt Klimakommune Handlingsplan*. Tårnby Kommune.

Vallensbæk (2009) *Redegørelse – Klima og miljø*. Vallensbæk Kommune.

Viegand Maagøe (2015) *Baggrundsanalyse for virkemidler til energieffektiviseringer af proces og apparater*. August 2015.

Vindmølleindustrien (2017) *Branchestatistik 2017. Vindmølleindustriens samfundsbidrag*. Danmvad Analytics for Vindmølleindustrien. Juni 2017.

Bilag A: Oversigt over publikationer og baggrundsrapporter

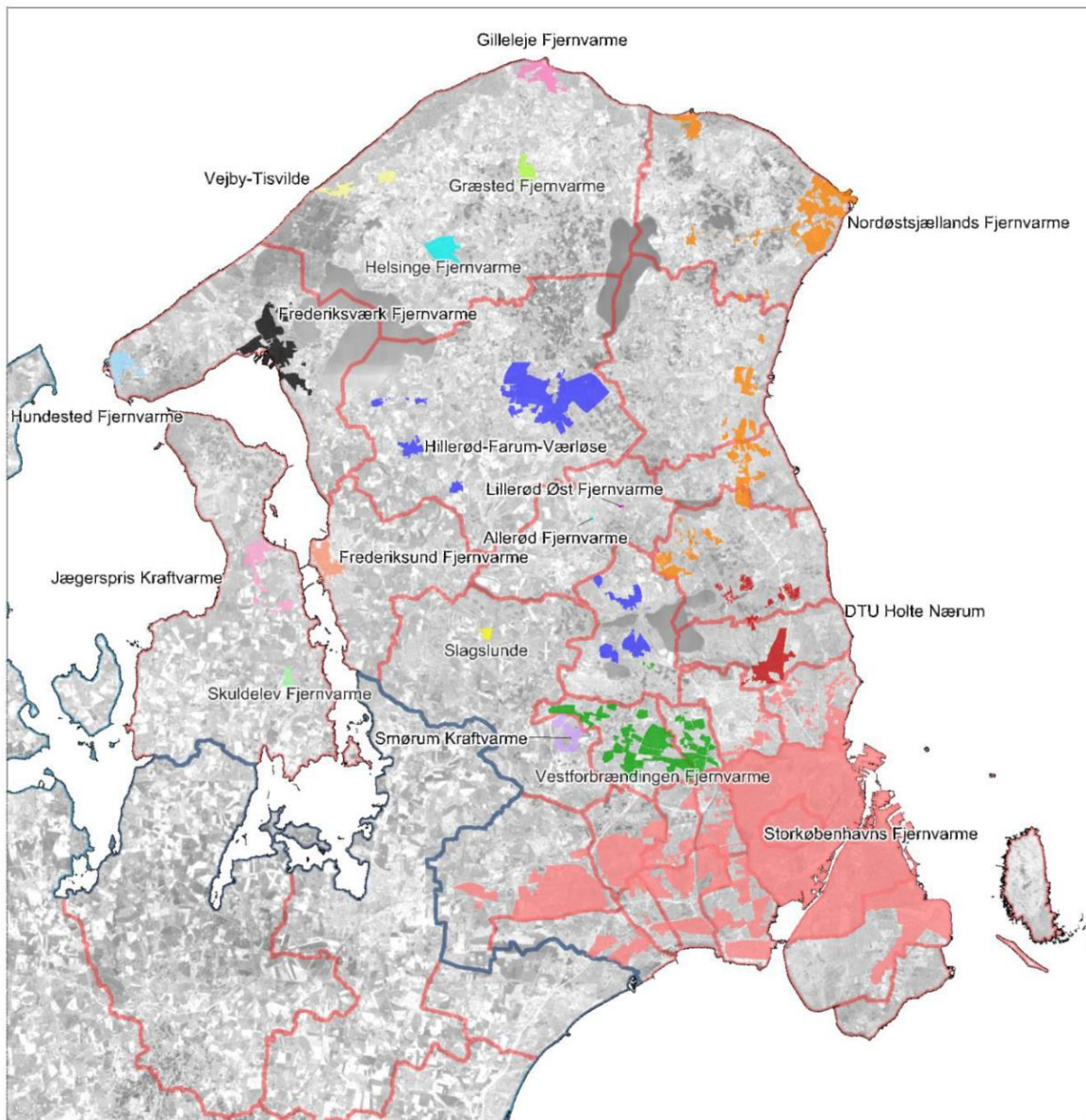
Dette bilag indeholder en oversigt over relevante publikationer og baggrundsrapporter fra første og anden fase af Energi på Tværs. Alle publikationer kan findes på: www.energipåtværs.dk.

Titel	Forfatter, årstal & indhold
Energi på Tværs 1 Publikationer og baggrundsrapport fra første fase af Energi på Tværs.	
Regionsrapport	COWI, 2015 Indeholder en energibalance for regionen i 2012.
Metoder, kilder, forudsætninger samt udfordringer ved dataindsamling og behandling	COWI, 2015 Baggrundsnotat om anvendte metoder i energibalancerapporten og de tilhørende energibalanceregneark.
Eksisterende planer og målsætninger	COWI, 2015 Kortlægning af kommunale klimaplaner og deres målsætninger.
Rammer, muligheder og barrierer for implementering af strategisk energiplanlægning	Ea, 2015 Kortlægning og diskussion af rammebetingelserne for strategisk energiplanlægning, herunder lovgivningsmæssige rammer, økonomiske virkemidler og aktører.
Energibesparelser	Ea, 2015 Temanotat om energibesparelser med drøftelse af potentiale, problemstillinger og virkemidler.
Transport	COWI, 2015 Temanotat om transport med vurdering af transportsektoren i dag, rammevilkår og mulige tiltag for energibesparelser.
Varmeforsyning	Ea, 2015 Temanotat om varmforsyning med status for opvarmning i hovedstadsregionen, drøftelse af regulering og rammer, teknologier og omkostninger for individuel opvarmning og fjernvarme, udvidelse af fjernvarmeområder og samarbejde mellem fjernvarmenet.
Affald	Ea, 2015 Temanotat om affald der ser på ressourceudnyttelsen af affald herunder forbrændingskapacitet og sektorens betydning for el- og varmesystemet.
Energibesparelser og fleksibelt forbrug	Ea, 2015 Potentialevurdering der kortlægger potentialet for besparelser på varme, el og proces samt ser på potentialet for fleksibelt forbrug.
Lokale vedvarende energiressourcer	Ea, 2015 Potentialevurdering der kortlægger de lokale vedvarende energiressourcer, herunder fast biomasse, biogas, affald, vindkraft, solenergi, geotermi, store varmepumper og overskudsvarme.
Energiscenarier for hovedstadsregionen	Ea, 2015 Scenarieanalyse af energisystemernes udvikling frem mod 2035 og 2050, herunder både reference, vind, bio og præferencescenarier.
Fjernvarmescenarier for hovedstadsregionen	Ea, 2015 Scenarieanalyse af hovedstadsregionens fremtidige fjernvarmeforsyning.

Publikationer mellem fase 1 & 2	
Analyser og rapporter der ikke er udarbejdet i regi af Energi på Tværs men alligevel er centrale for projektets planlægning.	
Regional fjernvarmeanalyse	Ea, 2015 Screening af muligheder for en koordineret udbygning af varmetransmission og produktion i Region Hovedstaden frem mod 2035.
Virkemidler på vej mod et fossilfrit energi- og transportsystem	Region Hovedstaden, 2015 Sammenfattende overblik over virkemidler til omstilling af energisystemet, energieffektivisering af bygninger, udstyr og anlæg samt omstilling af transportsystemet.
Baggrundsanalyse for virkemidler til omstilling af energisystemet	Ea, 2015 Baggrundsrapport for virkemiddelanalyse med fokus på tiltag i omstillingen af energisystemet.
Baggrundsanalyse for virkemidler til omstilling af transportsystemet	COWI, 2015 Baggrundsrapport for virkemiddelanalyse med fokus på tiltag i omstillingen af transportsystemet.
Baggrundsanalyse for virkemidler til energieffektivisering af bygninger	SBI, 2015 Baggrundsrapport for virkemiddelanalyse med fokus på tiltag i energieffektivisering af bygninger.
Baggrundsanalyse for virkemidler til energieffektivisering af proces og apparater	Viegand Maagøe, 2015 Baggrundsrapport for virkemiddelanalyse med fokus på tiltag i energieffektivisering af proces og apparater.
Energi på Tværs 2	
Publikationer fra anden fase af Energi på Tværs.	
Grøn vækst i Greater Copenhagen	Damvad Analytics for Gate 21, Region Hovedstaden, Region Sjælland og Energi på Tværs 2, 2017 Analyse af vækstpotentialet i grøn omstilling for Greater Copenhagen området.
Region Hovedstadens kollektive energiforsyning – overblik over planlagte anlæg	Ea Energianalyse, 2017 Kortlægning af planlagte investeringer i fjernvarme, gas og smart grid for EPT33.

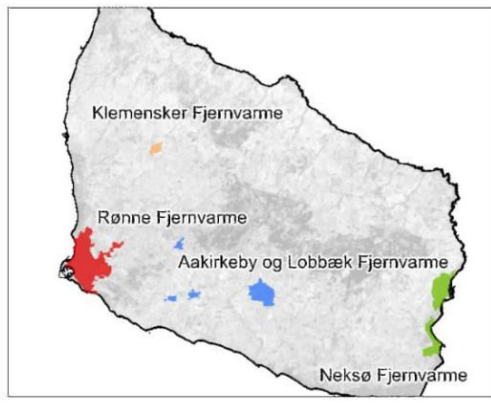
Bilag B: Kort over fjernvarmeområder i projektområdet

UDSKIFTES MED NYT KORT FRA COWI ANALYSE



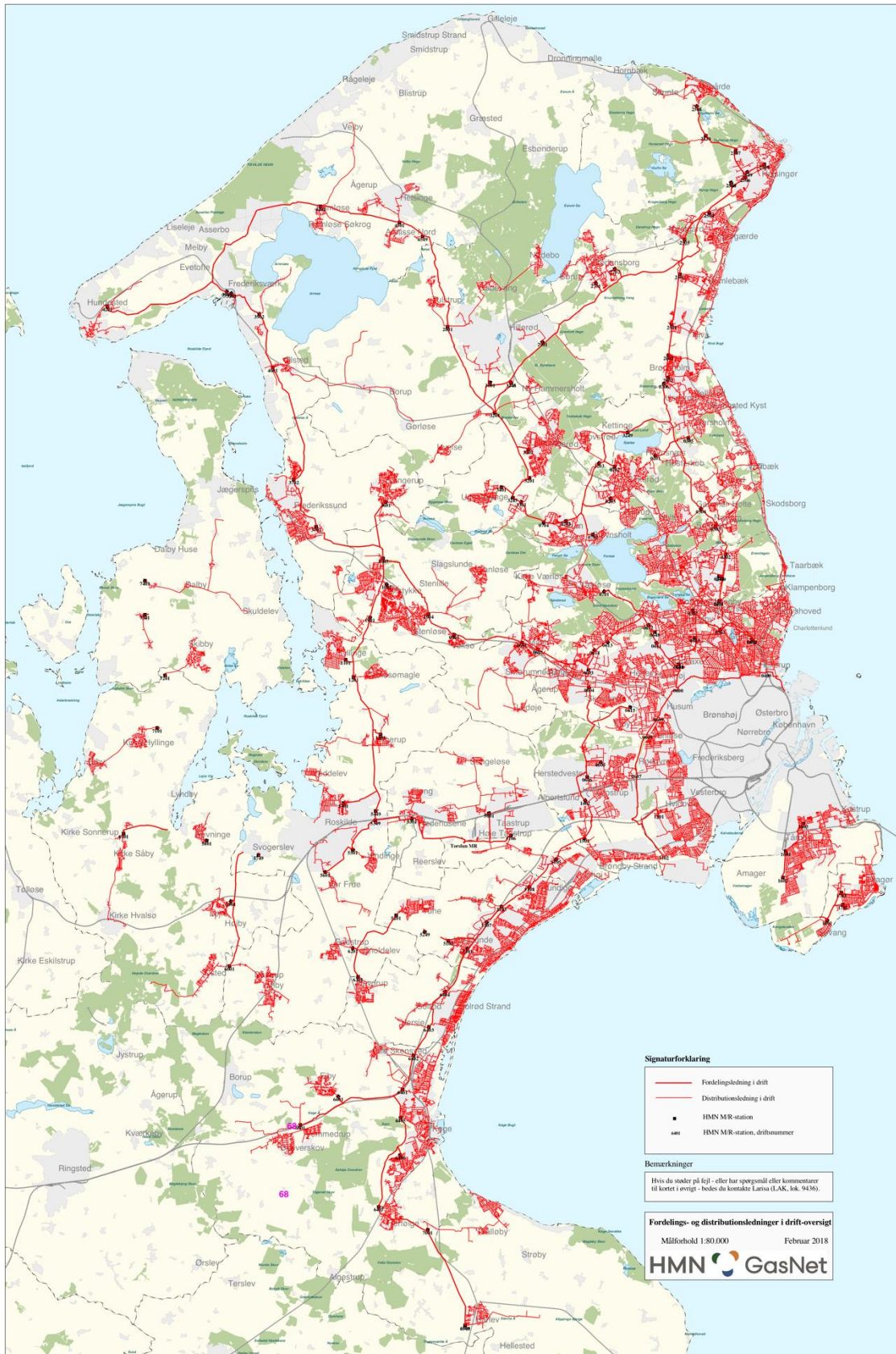
Forsyningsområder Fjernvarmenet

Orange	Nordøstsjælland Fjernvarme	Cyan	Allerød Fjernvarme
Pink	Gilleleje Fjernvarme	Light Orange	Frederiksund Fjernvarme
Light Green	Græsted Fjernvarme	Pink	Jægerspris Kraftvarme
Yellow	Vejby-Tisvilde	Yellow	Slagslunde
Cyan	Helsingør Fjernvarme	Light Green	Skuldelev Fjernvarme
Black	Frederiksværk Fjernvarme	Red	DTU Holte Nærum
Light Blue	Hundested Fjernvarme	Purple	Smørum Kraftvarme
Dark Blue	Hillerød-Farum-Værløse	Green	Vestforbrændingen Fjernvarme
Purple	Lillerød Øst Fjernvarme	Light Red	Storkøbenhavns Fjernvarme
Blue	Aakirkeby og Lobbæk Fjernvarme	Light Green	Neksø Fjernvarme
Light Orange	Klemensker Fjernvarme	Red	Rønne Fjernvarme



Kilde: COWI, 2015a: 57.

Bilag C: Kort over HMNs gasnet i projektområdet



Kilde: HMN, 2018.

Bilag D: Kommunale klimamål

I dette bilag sammenfattes de kommunale klimamål og deres basisår og målar for kommunerne i projektområdet.

Kommune	Basisår	Målar	Mål CO ₂ -reduktion - kommunen som geografisk område	Mål CO ₂ -reduktion - kommunen som virksomhed
Albertslund	2015	2025	Ca. 65 % (der angives en reduktion på 98.954 tons, men der er ikke opgjort en fyldestgørende CO ₂ -udledning for 2015)	
Allerød	2006	2025	55%	
Ballerup	2006	2021	60%	
Bornholm		2025	CO ₂ neutral	
Brøndby	2010	2020	20%	
Dragør	2010	2020	27%	
Egedal	2009	2020	7%	
Fredensborg	2009	2020	25%	
Frederiksberg	2005	2035	CO ₂ neutral (50% i 2020, 85% i 2030)	
Frederikssund	2009			2% årligt
Furesø	2009			2% årligt
Gentofte	2007	2020	12%	
Gladsaxe	2007	2020	25%	
Glostrup	2008	2020	30%	
Gribskov		2018		2 % årligt
Halsnæs		2025		2 % årligt
Helsingør	2007	2030	Fra 6,6 ton per borger til mindre end 1 ton per borger.	
Herlev			Derudover mindst 20% for kommunen som geografisk område fra 2008 til 2020.	
Herlev	-	-	-	
Hillerød	2010	2020		35%
Hvidovre	2008	2025		2% årligt
Høje-Taastrup	2012	2020	3% om året	
Hørsholm	2009	2020	20%, samt 30% i 2035 og 40% i 2050 med basisår i 2010.	
Ishøj	2009	2025		3% årligt
København	2005	2025	CO ₂ neutral	
Lyngby-Taarbæk	2015	2025	25%	
Rudersdal	2016	2021		15%
Rødovre	2012	2017		2% årligt
Tårnby	2009	2018		2% årligt
Vallensbæk	2009	2021		2% årligt
Greve	2010	2020	20%	
Køge	2008	2030	40%	
Roskilde	2008	2020	35%	

Kilder: Albertslund, 2017; Allerød, 2015; Ballerup, 2010; Brøndby, 2012; Dragør, 2015; Egedal, 2013; Fredensborg, 2016; Frederiksberg, 2015; Frederikssund, 2015; Furesø, 2011; Gentofte, 2010; Gladsaxe, 2012; Glostrup, 2012; Gribskov, 2017; Halsnæs, 2013; Helsingør, 2014; Hillerød, 2016; Hvidovre, 2016; Høje Taastrup, 2015; Hørsholm, 2009; Ishøj, 2014; København, 2012; Lyngby-Taarbæk, 2016; Rudersdal, 2017; Rødovre, 2016; Tårnby, 2014; Vallensbæk, 2009; Greve, 2014; Køge, 2016; Roskilde, 2015 & Solrød, 2015.