Energistyrelsen

Comprehensive Assessment 2020

Danmark

Introduktion

Nærværende analyse er lavet som en del af den danske forpligtigelse til at identificere og høste potentialer for effektiv varme- og køling. Analysen skal udarbejdes hvert femte år for at efterleve forpligtelsen. Forpligtelsen fremgår af Energieffektiviseringsdirektivets (EED) artikel 14 om fremme af højeffektiv varme og køling. Seneste analyse blev lavet i 2015, og Energistyrelsen har derfor udarbejdet nærværende analyse *Comprehensive Assessment 2020*, som hermed indberettes til EU-Kommissionen.

Denne omfattende analyse består af fire dele:

1. En vurdering af det tekniske potentiale for varme og køling
2. En beskrivelse af strategier, politikker og mål
3. En cost-benefit-analyse af et basisscenarie for Danmark samt følsomhedsvurderinger heraf
4. Anbefalinger og virkemidler for realisering af de fundne potentialer

Analysen af varmesektoren baserer sig primært på data fra Energistyrelsens basisfremskrivning 2020 (BF20), mens data der ligger til grund for analysen af kølesektoren, er baseret på fremskrivninger fra Rambølls screeningsværktøj DC Mapper samt interviews med eksisterende fjernkøleleverandører.

Del 1 i analysen indeholder, ud over vurderingen af det tekniske potentiale for varme og køl, desuden en identifikation af potentielle forsyningskilder for spildvarme med en indfyret termisk kapacitet på mere end 20 MW. Endvidere indeholder del 1 GIS-kort, der viser varme- og kølebehov i Danmark. Det tekniske potentiale er vurderet af rådgivningsvirksomheden Rambøll i dialog med Energistyrelsen.

Del 2 indeholder en beskrivelse af de målsætninger, strategier og politiktiltag, som er blevet aftalt efter indrapportering af den nationale energi- og klimaplan ultimo 2019.

Del 3 i analysen indeholder en analyse af de samfunds- og selskabsøkonomisk mest fordelagtige fjernvarmeteknologier i ti forskellige fjernvarmeområder. Derudover indeholder del 3 en følsomhedsvurdering på CO_2-pris og varmepumpers investeringsomkostning. Analyse af det økonomiske potentiale er udarbejdet af rådgivningsvirksomheden Rambøll i dialog med Energistyrelsen.

Analysens del 4 indeholder en beskrivelse af de potentielle nye politiktiltag, som ønskes gennemført for at høste potentialerne for grøn og effektiv varme og køling i Danmark.

1. Et overblik over varme og nedkøling

I denne del vurderes indledningsvist mængden af nytteenergi og det endelige energiforbrug per sektor kvantificeres. Dernæst fremskrives varme- og kølebehovet ud fra en frozen policy-tilgang. Generelt bemærkes, at datagrundlaget for fremskrivninger og den senere cost-benefit analyse er baseret på Energistyrelsens BF20[1], som er fremskrevet til 2030. Fremskrivningen følger en frozen policy-tilgang og indeholder dermed ikke ændringer eller tiltag, som ikke er vedtaget i 2020. Varmebehovet i 2030 er ekstrapoleret til 2050 baseret på en forventet udvikling inden for en given branche. Denne ekstrapolering er udarbejdet af Rambøll, den anvendes udelukkende i denne analyse og kan ikke anvendes i andre sammenhænge.

1.1 Vurdering og fremskrivning af nytteenergi og endeligt energiforbrug per sektor

Varme- og kølebehovet er fordelt på sektorer, som igen er opdelt efter branchekoder fra Energistyrelsens energistatistik[2]. Varmebehovet er angivet i nytteenergi og endeligt energiforbrug, og er defineret i Energieffektiviseringsdirektivet[3].

Nytteenergi er defineret som ”al den energi, som slutbrugerne efterspørger i form af varme og kulde efter at alle trin i energiomdannelsesprocessen har fundet sted i varme- og køleudstyret”.

Endeligt energiforbrug er defineret som ”al energi leveret til industri, transport, husholdninger, tjenesteydelser og landbrug. Det endelige energiforbrug omfatter ikke leverancer til energiomdannelsessektoren og energiindustrien selv”.

Forskellen mellem endeligt energibehov og nytteenergi er det lokale tab i konverteringsenheden for eksempel et olie- eller naturgasfyr.

Resultaterne, der er opdelt i hhv. varme- og kølebehov, er angivet i bilag 5.5 for hvert år mellem 2018 og 2050.

Tabel 1 og Tabel 2 viser varmebehovsfordelingen i det endelige energiforbrug og nytteenergi fordelt på sektorer. Tallene er baseret på Energistyrelsens BF20[4] som er fremskrevet til 2030. Fremskrivningen følger en frozen policy-tilgang og indeholder dermed ikke ændringer eller tiltag, som ikke er vedtaget i 2020. Varmebehovet i 2030 er ekstrapoleret til 2050 baseret på en forventet udvikling inden for en given branche. Denne ekstrapolering er udarbejdet af Rambøll, anvendes udelukkende i denne analyse og kan ikke anvendes i andre sammenhænge.

Det fremgår af Tabel 1, at der frem mod 2050 forventes at være øget behov for nytteenergi, mens det endelige energiforbrug er faldende. Dette skyldes en forventning om øget effektivitet i konverteringsteknologierne, som reducerer energitab. Tabel 2 har fratrukket energibesparelser og energieffektivisering, som fremgår af BF20.

---

[1] https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/basisfremskrivninger
[2] Fortrolige statistikker som ikke publiceres grundet delvist forretningsfølsomme oplysninger.
[3] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019H1659&from=EN#ntr2-L_2019275DA.01009601-E0002
[4] https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/basisfremskrivninger

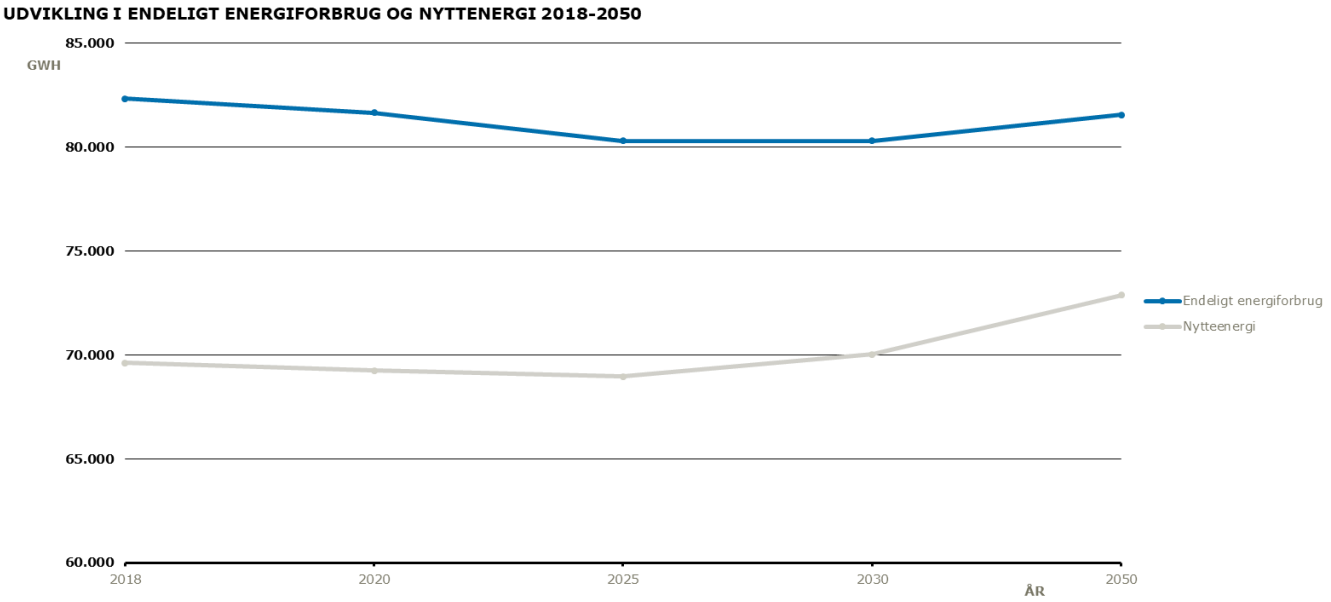
Varmebehov, endeligt energiforbrug (GWh)					
Sektor	**2018**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
Husholdninger	46.126	45.465	43.893	42.819	42.764
Servicesektoren	13.789	13.964	14.455	15.155	15.794
Industrisektoren	18.908	18.735	18.471	18.836	19.336
Andre sektorer	3.497	3.471	3.472	3.475	3.642
Sum GWh	82.320	81.636	80.291	80.285	81.535

Tabel 1 Endeligt energiforbrug samlet varmebehov fordelt på sektorer (kilde: BF20).

Varmebehov, nytteenergi (GWh)					
Sektor	**2018**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
Husholdninger	39.674	39.270	38.435	38.187	38.295
Servicesektoren	12.532	12.726	13.319	14.106	15.005
Industrisektoren	14.608	14.477	14.397	14.873	16.457
Andre sektorer	2.791	2.764	2.800	2.846	3.108
Sum GWh *	69.606	69.238	68.951	70.013	72.865

Tabel 2 Nytteenergi samlet varmebehov fordelt på sektorer (kilde: BF20). *Minus energibesparelser/effektivisering.

Figur 1 illustrerer udviklingen i endeligt energiforbrug og nytteenergi frem mod 2050. Varmebehovet (nytteenergi) forventes generelt at stige frem mod 2050. I 2020 er varmebehovet 69.238 GWh. I 2050 forventes varmebehovet at være 72.865 GWh grundet en forøgelse i bygningsmassen. Det er en stigning på 5 pct. fra 2020 til 2050. Til trods for at varmebehovet forventes at stige frem mod 2050, forventes det endelige energibehov at falde over samme periode. Dette skyldes en forventning om mere energieffektive bygninger med lavere varmebehov, samtidig med en gradvis udskiftning af konverteringsteknologier til mere effektive teknologier.



Figur 1 Udvikling i endeligt energiforbrug og nytteenergi 2018-2050 (kilde: BF20).

Det forventes, at varmepumper, både til individuel- og kollektiv forsyning, vil have en væsentlig betydning for den øgede effektivitet. Varmepumper er nærmere beskrevet i bilag 5.1.

1.2 Kølebehov og energiforbrug til køleproduktion

Mens varmebehovet er baseret på realiserede data, er kølebehovet fastlagt ud fra Rambølls screeningsværktøj DC Mapper, og er således baseret på et teoretisk kølepotentiale. Der tages derfor forbehold for, at DC Mapper ikke inkluderer økonomisk potentiale. Dermed fås ikke et realistisk billede af kølebehov.

Det samlede tekniske kølebehov er identificeret til ca. 12.800 GWh/år. Baseret på resultaterne fra DC Mapper vurderes der at være et økonomisk potentiale for, at ca. 5.500 GWh/år kan omlægges til central forsyning i bygningsklynger større end 2 MW. Der tages forbehold for, at det økonomiske potentiale er antaget, og dermed ikke direkte et udtryk for det realistiske potentiale. Det bemærkes, at det i dag er under 1 pct. af kølebehovet i Danmark, som dækkes af fjernkøling. Det skyldes bl.a., at individuel køling er konkurrencedygtig med fjernkøling. Det kan derfor ikke uden videre antages, at potentialet indfries, da den individuelle køleteknologi udvikler sig markant i takt med et stigende fokus på varmepumper til varmeforsyning, da varmepumper også anvendes til at producere køling – til brug for køleproduktion kaldes varmepumper kølekompressorer.

Det samlede behov for køling forventes at forblive konstant frem mod 2050. Det skyldes øgede energieffektiviseringskrav til nye bygninger og renoverede bygninger. I husholdningssektoren antages kølebehovet begrænset, hvorfor behovet for køling i denne sektor antages at være 0 i hele analyseperioden. Med Rambølls analyseværktøj, DC Mapper, er der identificeret et teoretisk kølebehovspotentiale i navnlig industri- og servicesektoren.

Udviklingen i energiforbruget (elforbruget) til køling afhænger af teknologierne, der anvendes til produktion af køling og udviklingen i anlæggenes effektivitet.

Rambøll har antaget, at køling produceres ved hhv. samproducerende varmepumper, frikøling og kølekompressorer, der bortkøler varmen til udeluften.

Data for årene 2018 til 2050 er angivet i bilag 5.5. Tabel 3 viser det samlede kølebehov fordelt på sektorer, og er beregnet af Rambøll. Rambøll anvender erfaringsbaserede faktorer for at estimere fjernkølingsbehovet, fx en faktor der antager, at den samlede kapacitet reduceres ved fjernkølingsproduktion ift. individuel køling. Disse antagelser vurderes at have markant betydning for den samlede vurdering af fjernkølingsbehovet, hvorfor behovet vurderes at kunne se anderledes ud ved brug af andre antagelser.

Kølebehov, nytteenergi (GWh/år)				
Sektor	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
Husholdninger	0	0	0	0
Servicesektoren	6.403	6.207	6.011	5.228
Industrisektoren	5.826	5.621	5.416	4.595
Andre sektorer	349	340	330	291
Sum GWh	**12.579**	**12.168**	**11.757**	**10.113**

Tabel 3 Nytteenergi samlet kølebehov fordelt på sektorer (kilde: Rambøll).

Størstedelen af kølebehovet som anført i Tabel 3 er i dag dækket af individuel køling. Gennem interviews med eksisterende fjernkøleleverandører, er det nuværende fjernkølingsbehov kortlagt til omkring 100 GWh[5]. Fjernkøling dækker derfor under 1 pct. af det samlede kølebehov, men forventes at kunne dække en større andel fremover, såfremt efterspørgslen er til stede og såfremt fjernkøling er rentabelt ift. individuel køling.

Køleeffektbehov Danmark (MW)				
Sektor	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
Husholdninger	0	0	0	0
Servicesektoren	7.160	7.160	7.160	7.160
Industrisektoren	3.820	3.820	3.820	3.820
Andre sektorer	445	445	445	445
Sum MW	**11.425**	**11.425**	**11.425**	**11.425**

Tabel 4 Køleeffektbehov fordelt på sektorer (kilde: Rambøll).

Tabel 4 og Tabel 5 viser hhv. køleeffektbehovet samt det endelige energibehov til at dække kølebehovet i Danmark. Det fremgår, at det endelige energibehov er mindre end nytteenergibehovet grundet den høje effektivitet på individuelle køleanlæg.[6]

[5] Rambøll har estimeret køleleverance fra HOFOR og Frederiksberg Forsyning. For HOFOR er estimeret 85 MW anlæg med en benyttelsestid på 800 timer svarende til 68.000 MWh. Dette er baseret på informationer fra HOFORs hjemmeside. Frederiksberg Forsyning er beregnet ud fra deres Miljødeklaration 2019 angivet til 4.800 MWh i 2019. Fra hjemmeside og projektforslag er estimeret omkring 6 MW anlægskapacitet ved 800 timers benyttelsestid.

[6] Der er generelt regnet med en COP værdi på 5 for kompressorkøleanlæg.

Kølebehov, endeligt energiforbrug (GWh/år)				
Sektor	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
Husholdninger	0	0	0	0
Servicesektoren	1.281	1.241	1.202	1.046
Industrisektoren	1.165	1.124	1.083	919
Andre sektorer	70	68	66	58
Sum GWh	**2.516**	**2.434**	**2.351**	**2.023**

Tabel 5 Kølebehov, endeligt energiforbrug fordelt på sektorer (kilde: Rambøll).

Rambøll vurderer, at elforbruget til produktion af køling vil være faldende, efterhånden som effektiv produktion af køling ved samproduktion af varme og køling er stigende.[7] Der er regnet med en mindre stigning i effektiviteten for individuelle køleanlæg.

[7] Regnet med COP på 5 for individuel køling og COP på 6 for kombineret køl/varme.

1.2.1 Fjernkølebehov ved DC Mapper

Som nævnt er kølebehovet i Danmark baseret på resultater fra Rambølls værktøj DC Mapper. Værktøjet er udviklet til at identificere bygninger, som har et potentielt kølebehov samt til at give bud på, hvilke bygninger der med fordel kan samles i et fjernkølenet. Der er altså tale om en teoretisk potentialevurdering.

På grund af de mindre temperaturforskelle ved køling vil kølenet typisk have større rørdimensioner end fjernvarmenet med tilsvarende kapaciteter. Derfor vurderes etablering af kølenet generelt forbundet med større omkostninger end fjernvarmenet. Skal der etableres et kølenet, skal energitætheden således være højere end ved fjernvarme. Det betyder også, at hvor fjernvarmenet strækker sig over større afstande, forventes fjernkølenet at være mere lokale.

DC Mapper kombinerer data fra BBR- og CVR-registeret til at identificere et teoretisk kølebehov til specifikke erhvervsbygninger. Bygningernes kølebehov identificeres ved at kombinere bygningsinformationerne med viden om de tilknyttede branchers kølebehov. Branchernes kølebehov er fundet ved brug af "*Kortlægning af energiforbrug i virksomheder*", Energistyrelsen 2015 og Rambølls erfaringstal for kølebehov og virkningsgrader.

Ud fra kølebehovet i den enkelte bygning samt informationer om omkostninger ved at etablere en fjernkølecentral og at etablere fjernkøleledninger vurderer DC Mapper muligheden for at forbinde flere bygninger i klynger. Besparelsen ved fjernkøling for den enkelte bygning visualiseres ved at vise rækkevidden, såfremt besparelsen bruges til rør i jord. Dette skaber en cirkel/buffer, og hvis cirkler overlapper, er der et teknisk potentiale for fjernkøling. DC Mapper benyttes dermed til at identificere potentielle fjernkøleklynger, men DC Mapper beregner ikke den økonomiske gevinst ved fjernkøling set i relation til individuel køling. I et efterfølgende projektforslag, vil det vise sig, hvorvidt der er en økonomisk gevinst for forbrugerne. Den økonomiske beregning er nødvendig for at kunne overføre resultaterne fra teori til praksis. Der tages derfor forbehold for potentialevurderingen af fjernkølingsbehovet.

Baseret på DC Mapper er der identificeret et teknisk fjernkølebehov pr år i analyseperioden for bygningsklynger større end 2 MW. Tabel 6 viser fjernkølingsbehovet i energiforbrug (GWh) fordelt på sektorer og regioner, mens Tabel 8 viser fjernkølingskapacitet (MW) fordelt på sektorer og regioner.

Fjernkølebehov i Danmark GWh/år (over 2 MW grupper)

Sektor	Sum GWh	Region Hovedstaden	Region Sjælland	Region Syddanmark	Region Midtjylland	Region Nordjylland
Husholdninger	-	-	-	-	-	-
Servicesektoren	**2.608**	1.084	369	478	506	172
Industrisektoren	**2.721**	707	634	611	458	312
Andre sektorer	**131**	77	7	10	30	6
Sum GWh	**5.460**	**1.867**	**1.010**	**1.099**	**994**	**489**

Tabel 6 Fjernkølebehov for køleklynger større end 2 MW fordelt på sektorer (GWh/år) (kilde: Rambøll).

Fjernkølebehov i Danmark MW (over 2 MW grupper)						
Sektor	**Sum MW**	**Region Hovedstaden**	**Region Sjælland**	**Region Syddanmark**	**Region Midtjylland**	**Region Nordjylland**
Husholdninger	-	-	-	-	-	-
Servicesektoren	**2.512**	1.015	251	507	558	181
Industrisektoren	**1.217**	269	278	294	236	140
Andre sektorer	**164**	96	9	13	38	7
Sum MW	**3.893**	**1.381**	**538**	**814**	**832**	**328**

Tabel 7 Fjernkølekapacitet for køleklynger større end 2 MW fordelt på sektorer (MW) (kilde Rambøll).

1.3 Opgørelse over nuværende endelige forbrug af varme og køling

Følgende afsnit angiver en opgørelse af det nuværende endelige forbrug af varme og køling fordelt på teknologier og brændsler. Varmedata kommer fra Energiproducenttællingen 2018, mens køledata er estimeret fra Rambølls teoretiske værktøj DC Mapper.

Tabel 8 viser det nuværende endelige forbrug af opvarmning for 2020 fordelt på teknologier. Data kommer fra Energistyrelsens Energiproducenttælling 2018.

Opvarmning, nuværende endeligt forbrug (GWh)	
Teknologier	**2020**
Direkte anvendelse, fx ovne og motorer	8.611
Kedler og varmeveksler, fx damp- og hedtvandskredse	25.992
Varmepumper	4.880
Kedler/varmevekslere	41.675
Elpaneler	478
Sum GWh	**81.636**

Tabel 8 Nuværende endeligt forbrug opvarmning fordelt på teknologier (kilde: Energistyrelsens Energiproducent-tælling 2018).

1.3.1 Køling, endeligt forbrug

Rambøll har ikke analyseret fordelingen mellem teknologier, der producerer køling i dag. Der findes ikke centrale data om produktionsfordelingen mellem teknologier, hvorfor Rambøll har vurderet dette. Det er Rambølls vurdering, at langt hovedparten af kølingen bliver produceret på kompressorkølere, der køler udeluften. I perioder hvor der er et behov for køling og der er tilgængelige kilder med lavere temperaturer (udeluft, grundvand, havvand mv.), anvendes disse kilder til frikøling. Det er Rambølls vurdering, at 15-20 pct. af kølebehovet dækkes ved frikøling. Endvidere vurderer Rambøll, at produktion af køling ved absorptionskøling er begrænset.

1.3.2 Fjernkøling, endeligt forbrug

Der findes ikke centrale data om produktionsfordelingen mellem teknologier. Derfor har Rambøll gennem en spørgeskemaundersøgelse forespurgt eksisterende fjernkølingsselskaber, hvorledes de producerer køling. Ofte er køleproduktionen fordelt på forskellige teknologier, eksempelvis kompressorkøling og frikøling. Fjernkølingsselskaberne har ikke angivet, hvordan den præcise produktionsfordeling af fjernkøling er. Fjernkølingsselskaberne har ligeledes ikke angivet, hvilken sektor de leverer køl til. Fordelingen i Tabel 9 er derfor baseret på vurderinger.[8]

Fjernkøling, Nuværende endeligt forbrug (GWh/år)	
Teknologier	**2020**
Varmepumpe	3
Kompressor	52
Absorption	1
Frikøl	44
Sum GWh	**100**

Tabel 9 Fjernkøling, nuværende endeligt forbrug fordelt på teknologier (kilde: Rambøll).

1.4 Potentielle forsyningskilder til spildvarme/overskudsvarme

Rambøll har udregnet et teoretisk potentiale for udnyttelse af overskudsvarme fra erhvervssektoren i Danmark til anvendelse i indeværende analyse. Det bemærkes, at overskudsvarmekilder på under 20 MW ikke er inkluderet, jf. bilag til artikel 14 om indholdet i rapporteringsforpligtelsen. En del af overskudsvarmen benyttes imidlertid internt i virksomhederne eller forventes ikke at være teknisk til rådighed for ekstern udnyttelse f.eks. pga. virksomhedernes egne planer om øget energieffektivitet og -besparelser.

Erhvervssektorernes overskudsvarmepotentiale i Danmark er estimeret ved at kombinere to metoder: en top-down- og en bottom-up-metode. Metodeanvendelsen er uddybende beskrevet i bilag 5.2. De primære datakilder er Danmark Statistiks (DTS) database *ENE2HA*[9]*: Energiregnskab i GJ efter anvendelse og energitype*, BBR (Bygnings- og boligregisteret), Adresseregisteret, ESR (Det fælleskommunale ejendomsstamregister) og CVR (Det centrale virksomhedsregister) og EU Emissions Trading System (EUETS). EU Emissions Trading System (EUETS).

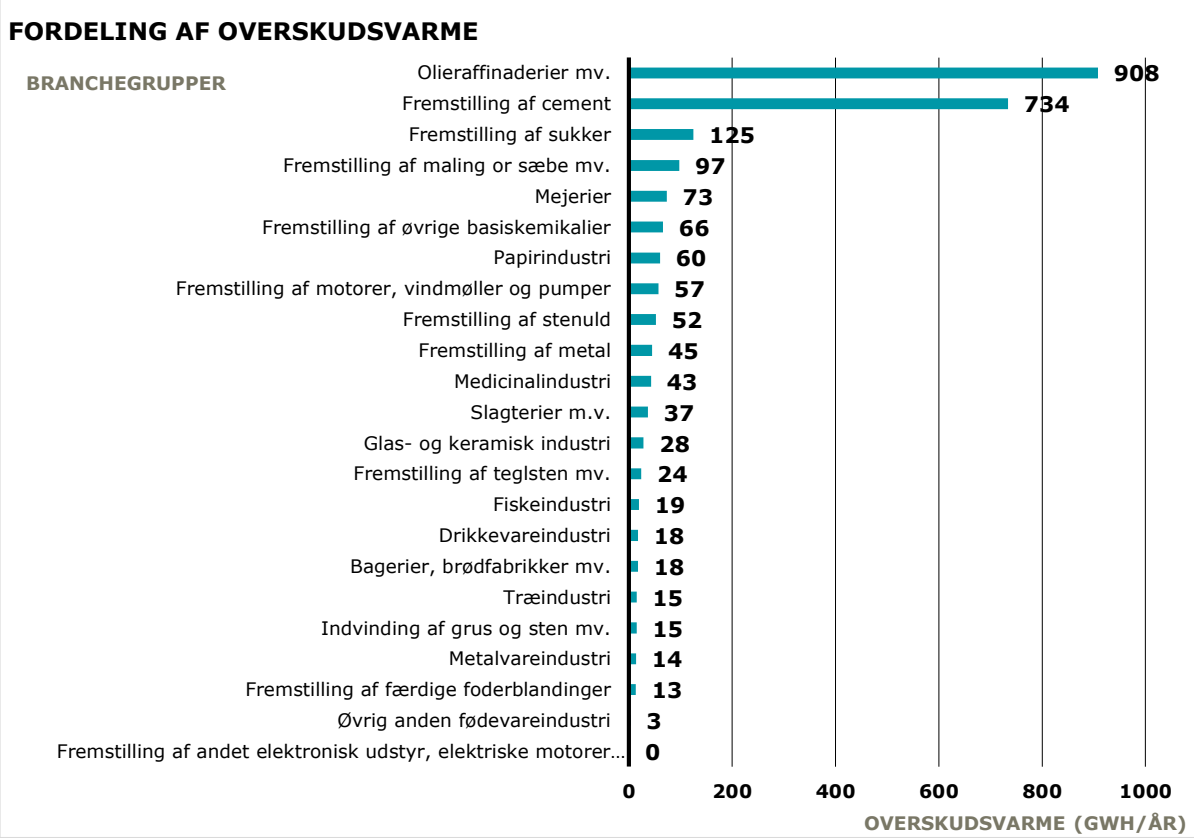
1.4.1 Resultater fra analyserne

Der er identificeret 78 teoretiske overskudsvarmekilder med en indfyret termisk effekt på 20 MW med et samlet potentiale på i alt 8,9 PJ eller 2.471 GWh.

Figur 2 viser fordelingen af overskudsvarme på branchegrupper. Resultaterne er angivet i GWh/år. Det ses tydeligt, at olieraffinaderierne og fremstilling af cement står for hovedparten

[8] Det er antaget for HOFOR, at 40 GWh bliver produceret på frikøl, mens de resterende 28 GWh produceres på kompressoranlæg. For Frederiksberg Forsyning er antaget, at alle 4,8 GWh er produceret på kompressorkøl.
[9] https://www.statbank.dk/statbank5a/SelectVarVal/Define.asp?Maintable=ENE2HA&PLanguage=0

af den tilgængelig overskudsvarme i Danmark. Størstedelen heraf udnyttes allerede i dag. Denne analyse har dog identificeret et større teoretisk potentiale for udnyttelse hos virksomheder, der allerede i dag leverer overskudsvarme til fjernvarmenettet. Hvorvidt det er rentabelt at realisere dette, er ikke vurderet yderligere.



Figur 2 Overskudsvarmemængder fordelt på branchegrupper med en indfyret termisk effekt over 20 MW (kilde Rambøll).

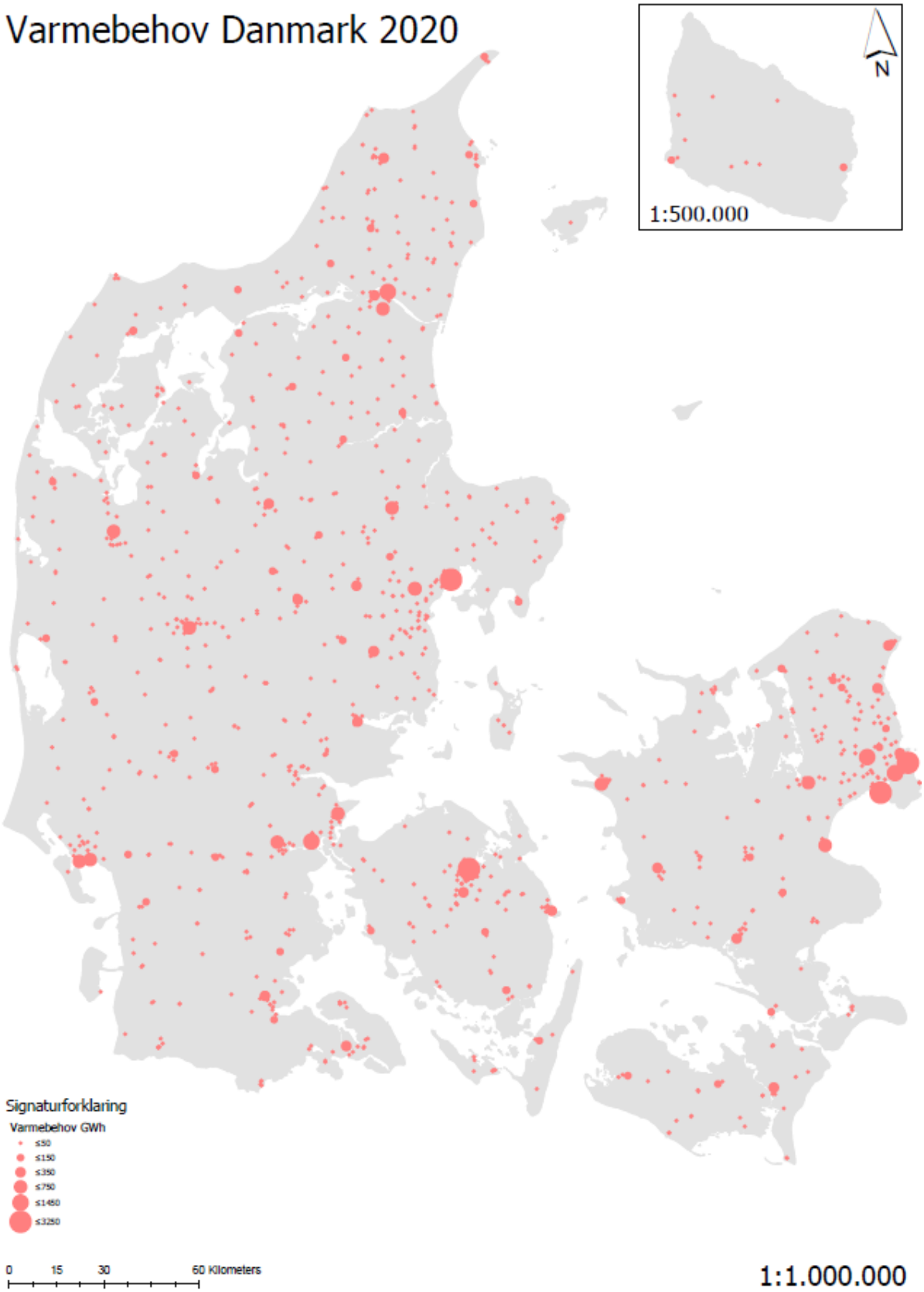
1.5 Fremskrivning af varme- og kølebehov

Se under afsnit 1.1 og 1.2.

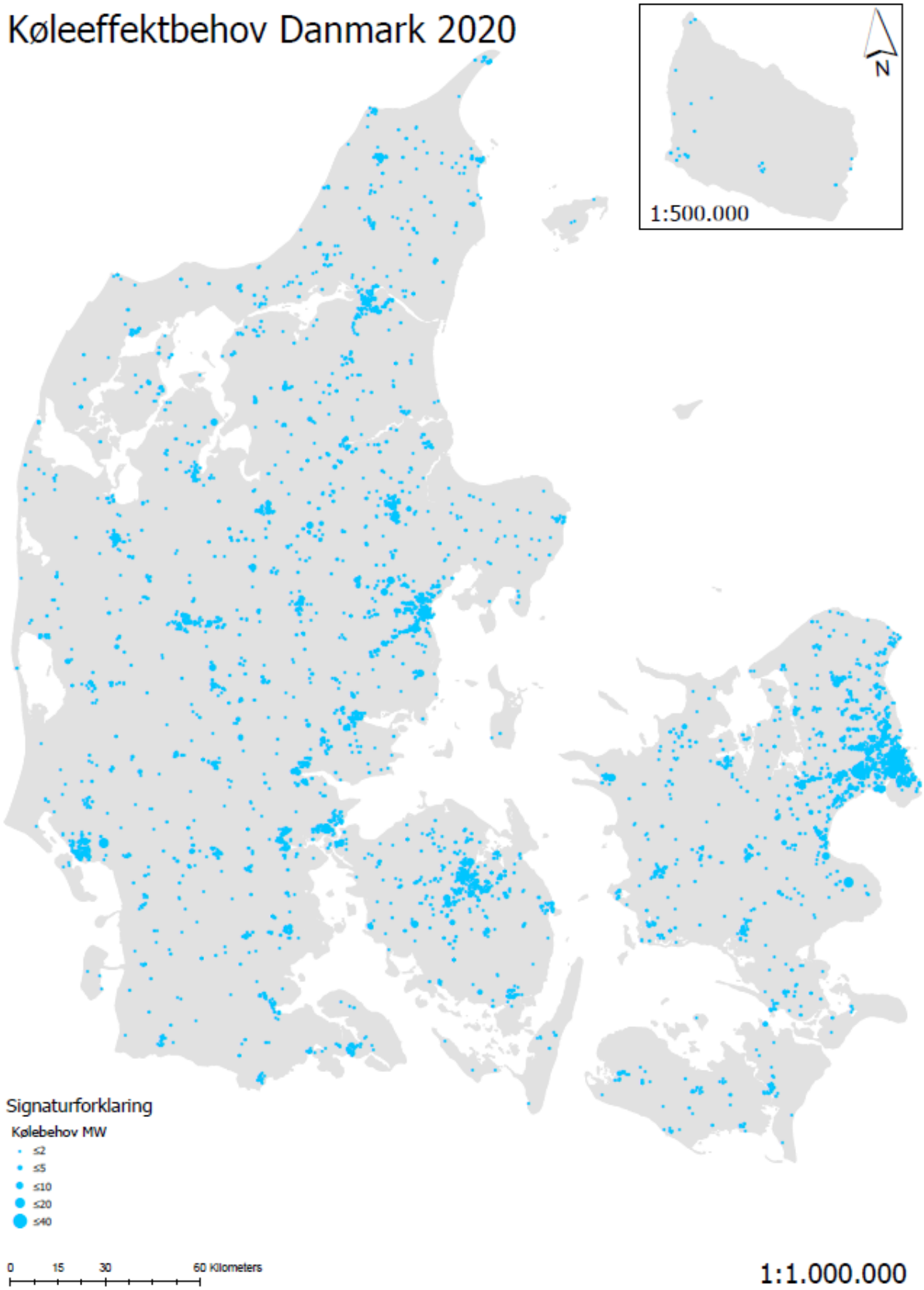
1.6 GIS-kort over varme og køling i Danmark

Figur 3 viser varmebehovet i Danmark. Varmebehovet er fordelt på de centrale værker fra Energistyrelsens Energiproducenttælling, og er angivet i GWh. Varmen bliver distribueret fra de centrale varmeproducerende værker til bygninger.

Figur 4 viser køleeffektbehovet i Danmark. Køleeffektbehovet er fordelt på bygninger identificeret i DC Mapper, og er angivet i MW. Det ses i begge figurer, at både køle- og varmebehovet hovedsageligt er omkring de større byer i Danmark.



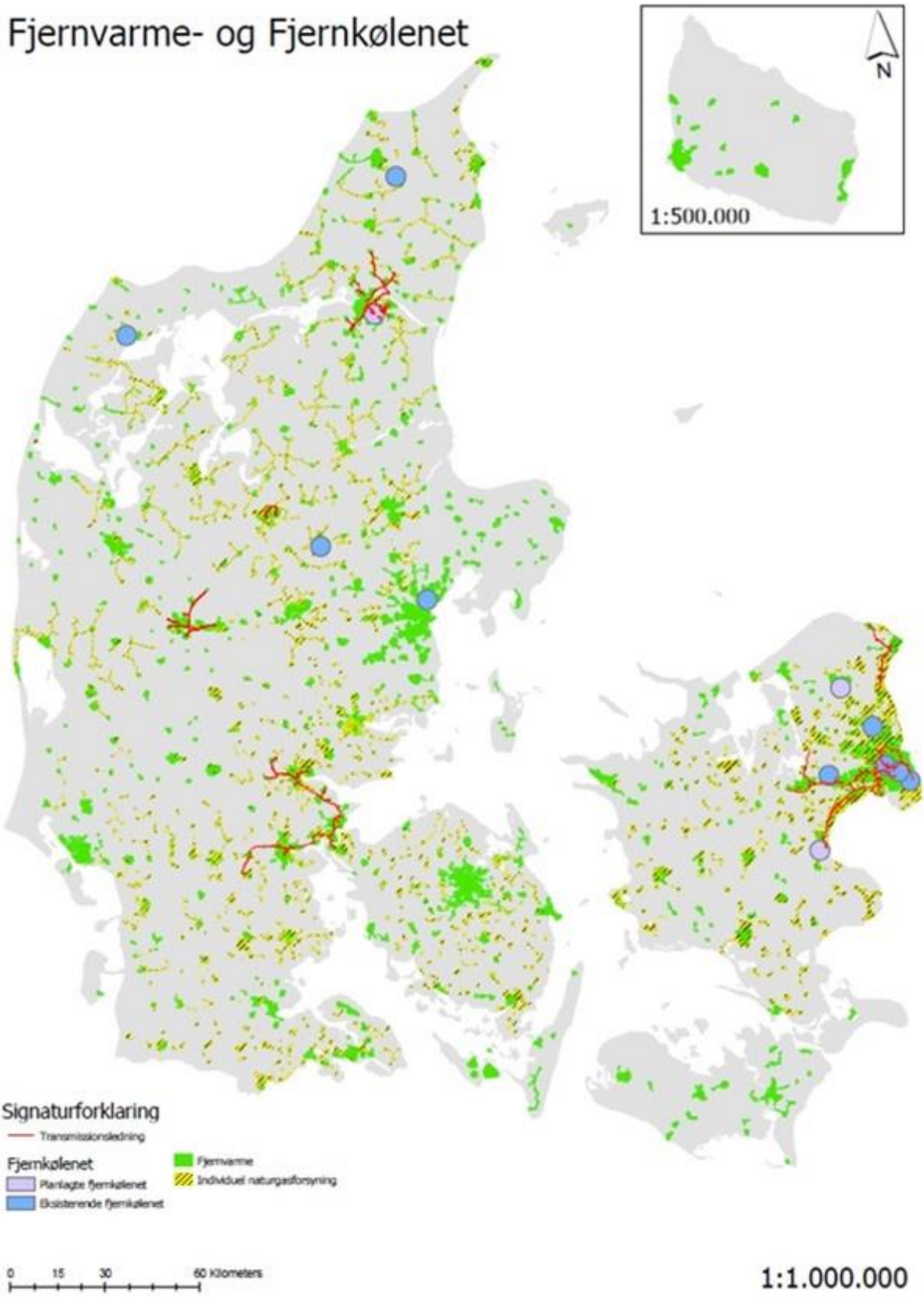
Figur 3 Varmebehov Danmark (kilde: Energistyrelsen).



Figur 4 Køleeffektbehov Danmark (kilde: Rambøll).

Figur 5 viser fjernvarme- og fjernkølenet i Danmark. De røde linjer angiver fjernvarmetransmissionsledningerne, mens de grønne og gule områder viser de gældende forsyningsområder til henholdsvis fjernvarme og naturgas. Data for forsyningsområderne kommer fra Plansystem.dk og er det bedst tilgængelige data på trods af, at der stadig er områder, der ikke er opdaterede.

De blå og lilla cirkler viser eksisterende og kendte planlagte fjernkølenet. Det har ikke været muligt at angive de præcise ledningsnet for køling, men cirklerne indikerer, hvor nettene er placeret. Cirklerne er ikke skaleret efter størrelse, men hovedparten af fjernkølenettet findes i Hovedstadsområdet.



Figur 5 Fjernvarme- og fjernkølenet Danmark (kilde: Rambøll).

2. Målsætninger, strategier og politiktiltag

Dette kapitel beskriver hvilke målsætninger, strategier og politiktiltag, Danmark har ift. individuel eller kollektiv opvarmning og køling. Der tages dog kun udgangspunkt i de målsætninger, strategier og politiktiltag, som er politisk besluttet efter indrapportering af Danmarks nationale energi- og klimaplan (NECP) den 20. december 2019[10]. Først beskrives varmesektoren med udgangspunkt i Energistyrelsens BF20. Disse tal inkluderer ikke de politikker, som er besluttet efter NECP er indberettet. Det betyder bl.a., at initiativerne fra klimaaftale for energi og industri fra juni 2020 ikke er indregnet. I aftalen er der truffet beslutning om en række initiativer ift. til udfasning af fossile brændsler i både den kollektive og individuelle varmesektor samt affaldsforbrænding. Der forventes at foreligge en ny fremskrivning foråret 2021, hvor disse initiativer er inkluderet.

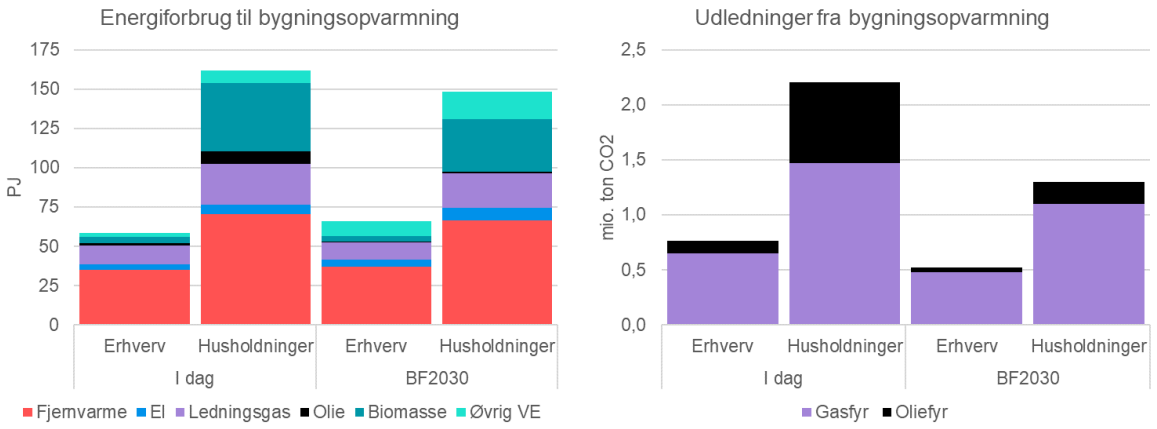
2.1 Grøn og effektiv varme

Fjernvarmesektoren er langt i den grønne omstilling, og der forventes i 2030 kun at være et begrænset potentiale for yderligere drivhusgasreduktioner. Der forventes derimod at være et noget større reduktionspotentiale i den individuelle fossile opvarmning, hvor der allerede i dag er kendte teknologier til at reducere drivhusgasudledninger.

2.1.1 Drivhusgasudledninger

Husholdninger og erhverv kan få varme enten via kollektiv fjernvarmeforsyning eller individuel opvarmning (el/varmepumper, olie-, naturgas- og træpillefyr samt brændeovne).

Drivhusgasudledningerne i den individuelle opvarmning forventes i 2030 at udgøre en samlet udledning på 1,82 mio. tons CO_2e (jf. Figur 6), som forventes at komme fra 220.000 naturgasfyr og 30.000 oliefyr, og er baseret på BF20.



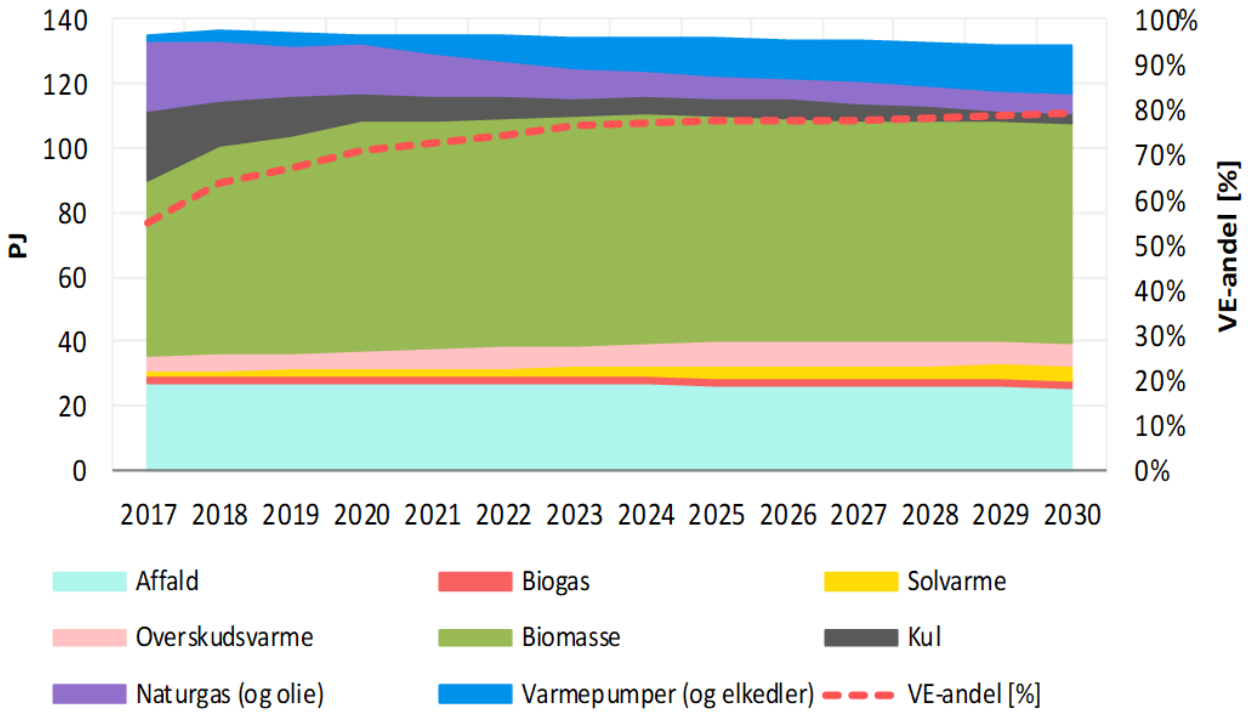
Figur 6 Energiforbrug til og udledninger fra bygningsopvarmning (kilde BF20).

[10] Danmarks nationale energi- og klimaplan (NECP) (kilde: https://ens.dk/en/our-responsibilities/energy-climate-politics/eu-energy-union-denmarks-national-energy-and-climate)

Fjernvarmesektoren (inkl. kraftvarmeværker, der producerer både el og varme) udledte i 2018 7,8 mio. tons CO_2, ifølge BF20. Affaldsforbrænding står for yderligere 1,54 mio. tons CO_2 i 2018.

Drivhusgasudledningerne fra fjernvarme skønnes ifølge BF20 i 2030 at udgøre ca. 0,5 mio. tons CO_2 hvoraf 0,2 mio. tons ud af de samlede 0,5 mio. tons CO_2 i sektoren forventes at komme fra spids- og reservelastanlæg, der anvender naturgas eller olie. Derudover kommer ca. 1,5 mio. ton fra affaldsforbrænding. CO_2-udledninger fra de større anlæg i fjernvarmesektoren er omfattet af kvotesystemet, som dækker ca. 61 pct. af udledningerne fra sektoren i 2030.

I den kollektive opvarmning forventes VE-andelen i 2030 at være knap 80 pct., hvoraf de 63 pct.-point stammer fra forbrænding af fast biomasse, jf. Figur 7. Derudover produceres ca. 2 pct. af fjernvarme ved solvarme, 1 pct. produceres ved biogas, og derudover produceres ca. 8 pct. via elbaserede anlæg såsom varmepumper eller elkedler. I 2030 vurderes den danske el at bestå af over 100 pct. VE, hvorfor de elbaserede varmeanlæg også anses som VE derfra.



Figur 7 VE-andel i kollektiv opvarmning (kilde: Energistyrelsens Basisfremskrivning 2019).

2.1.2 Strategi for varmesektoren

Sammen med et bredt flertal i Folketinget har den nuværende danske regering sat et mål om 70 pct. reduktion i drivhusgasudledning i 2030 (ift. 1992 niveau). Den danske fjernvarmesektor skal bidrage hertil ved at omstille fra fossil varme til VE-baseret varme. Det fremgår af *Klimaaftale om energi og industri mv. 2020* (Klimaaftalen) at: ”Den danske fjernvarmesektor har med sin forankring i fællesskabet leveret en sikker, stabil og i stigende grad grøn varmeforsyning til de danske fjernvarmeforbrugere. Fjernvarmen vil spille en væsentlig rolle i fremtidens forsyningssektor, hvor øget sektorkobling mellem fjernvarme og andre sektorer bliver

drivende for den grønne omstilling. Det er vigtigt, at fjernvarmesektoren er underlagt rammevilkår, der understøtter, at husholdninger og erhvervsliv har adgang til grøn fjernvarme til forbrugervenlige priser."[11]

2.1.3 Klimaaftalen 2020

Den 22. juni 2020 indgik et flertal af Folketinget *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020*. Klimaaftalen indeholder flere initiativer, som skal fremskynde den grønne omstilling af varmesektoren. Afsnit 2.1.4 giver et overblik over drivhusgasreduktionerne for Klimaaftalens initiativer, og dermed hvordan initiativerne bidrager til den danske regerings mål om 70 pct. reduktioner i drivhusgasudledning i 2030 (ift. 1992-niveau). Klimaaftalen betyder, at udledninger fra varmesektoren forventes reduceret med 0,72 mio. t. CO_2e i 2030, jf. Tabel 10.

2.1.4 Grøn fjernvarme og de fem energidimensioner

Afsnit 2.1.4 og afsnit 2.2 beskriver, hvordan hvert af initiativerne fra Klimaaftalen for energi og industri mv. 2020 samt yderligere initiativer efter 20. december 2019 bidrager til de fem EU-dimensioner: Dekarbonisering (Tabel 10), generel energieffektivitet (Tabel 11), energisikkerhed (Tabel 12), det indre marked for energi (Tabel 13) samt forskning, innovation og konkurrenceevne (Tabel 14).

Initiativ til reduktion af drivhusgasser *Herunder reduktion og fjernelse af drivhusgasemissioner.*
Grøn omlægning af varmeafgifter Partierne er derfor enige om at forhøje satsen for rumvarmeafgiften (fossile brændsler) fra 56,7 kr./GJ til 62,3 kr./GJ og at nedsætte satsen for elvarmeafgiften fra 15,5 øre/kWh til henholdsvis 0,4 øre/kWh for erhverv og 0,8 øre/kWh for husholdninger (svarende til EU's minimumssatser). Ændringerne træder i kraft med virkning fra 1. januar 2021. *Udfasning af individuelle olie- og gasfyr* I 2020 afsættes 290 mio. kr. (opgjort i 2020-priser og inklusiv afledt afgiftstab) til udfasning af olie- og gasfyr. Puljen udmøntes med 35 mio. kr. til Skrotningsordningen, og 245 mio. kr. til Bygningspuljen. Der er derudover enighed om, at forbrugerbindingerne til naturgasnettet afskaffes, og at samfundsøkonomikravet moderniseres, jf. Grøn fjernvarme. Partierne er endvidere enige om, at der afsættes 410 mio. kr. i 2021, 500 mio. kr. i 2022, 455 mio. kr. i 2023, 375 mio. kr. i 2024 og 545 mio. kr. årligt i 2025 og 2026, 240 mio. kr. i 2027, 260 mio. kr. i 2028, 280 mio. kr. i 2029 og 300 mio. kr. i 2030 (opgjort i 2020-priser og inklusiv afledt afgiftstab) til tilskudspuljer til udfasning af olie- og gasfyr, herunder en pulje til afkobling fra naturgasnettet og til udrulning af fjernvarme. Regeringen og Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten og Alternativet er enige om at styrke indsatsen for den grønne omstilling af individuel opvarmning yderligere ved at øge udfasningen af olie- og gasfyr. Der afsættes i alt 225 mio. kr. i 2021, 225 mio. kr. i 2022, 145 mio. kr. i 2023, 155 mio. kr. i 2024 og 60 mio. kr. i 2025 til de tilskudspuljer til udfasning af olie- og gasfyr, som blev aftalt med Klimaaftale for energi og industri mv. 2020 og den opfølgende aftale af d. 30. oktober 2020. De afsatte midler er inklusiv afledt afgiftstab.[12] Der afsættes desuden i alt 300 mio. kr. i 2021 og 25 mio. kr. årligt fra 2022 alene til bygningspuljen. Midlerne er inkl. afledt afgiftstab.

[11] Klimaaftale for energi og industri mv. 2020 https://fm.dk/media/18085/klimaaftale-for-energi-og-industri-mv-2020.pdf
[12] Aftale om finansloven for 2021 og aftale om stimuli og grøn genopretning (https://fm.dk/media/18330/aftale-om-finansloven-for-2021-og-aftale-om-stimuli-og-groen-genopretning.pdf)

Grøn fjernvarme

For at anskueliggøre en fossilfri fjernvarmesektor og sikre, at reguleringen følger med den teknologiske udvikling i sektoren, og for at bane vejen mod en energisektor, der i 2030 er fri for kul, olie og naturgas, laves en analyse, der skal belyse konsekvenserne ved et eventuelt forbud mod olie og naturgas til fjernvarmeproduktion fra 2030, herunder for forsyningssikkerhed, el- og varmepriser.

Grøn skattereform

Energiafgiften på fossile brændsler for erhverv forhøjes med 6 kr. pr. GJ.

Reduktion af CO_2 i affaldssektoren

Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi forventes at reducere de samlede CO_2-udledninger i affaldssektoren med ca. 0,7 mio. tons i 2030. En stor del af denne reduktion vil medvirke til at reducere CO_2-udledninger i fjernvarmesektoren. De væsentligste initiativer i Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi i et klimaperspektiv er udsortering af 80 pct. dansk plast fra forbrændingen i 2030, reduktion af de danske affaldsmæng-der, samt reduktion i den samlede danske miljøgodkendte kapacitet til forbrænding af affald, som skal reduceres med 30 pct. i 2030 set i frohold til i dag. Det betyder at den samlede miljøgodkendte kapacitet til forbrænding af affald skal nedbringes til nationale affaldsmængder frem mod 2030.[13]

Tabel 10 Initiativer inden for energidimensionen dekarbonisering (kilde: Klimaaftale for energi og industri mv 2020 og Aftale om finanslovfinansloven for 2021 og aftale om stimuli og grøn genopretning).

Generel energieffektivitet

Herunder bidraget til opfyldelsen af EU's energieffektivitetsmål for 2030 og de vejledende milepæle 2030, 2040 og 2050.

Fremme af udnyttelse af overskudsvarme

Afgiften til varme baseret på el, fx overskudsvarme, sænkes til EU's minimumssatser, hvorved afgiften for elbaseret overskudsvarme bortfalder. Det fremmer overskudsvarme fra bl.a. datacentre og supermarkeder.

Tabel 11 Initiativ inden for energidimensionen generel energieffektivitet (kilde: Klimaaftale for energi og industri mv 2020 og Aftale om finanslovfinansloven for 2021 og aftale om stimuli og grøn genopretning).

Energisikkerhed

Herunder diversificering af energiforsyningen, styrkelse af energisystemets modstandsdygtighed og fleksibilitet samt reduktion af importafhængighed.

Bæredygtighedskrav til biomasse til energi

Biomasse står for hovedparten af den vedvarende energi, som bruges i Danmark og har i stigende grad erstattet brugen af kul i el- og varmesektoren. Det undersøges pt., hvorvidt det er muligt at stille lovkrav om bæredygtighed af træbiomasse til energi samt krav til dokumentation og verifikation. Kravene skal understøtte, at brugen af træbiomasse til el og varme er så bæredygtig som muligt under hensyntagen til forsyningssikkerheden. De konkrete krav aftales mellem partierne på baggrund af et oplæg fra regeringen.

Elforsyningssikkerhed

For at anskueliggøre en fossilfri fjernvarmesektor og sikre, at reguleringen følger med den teknologiske udvikling i sektoren, og for at bane vejen mod en energisektor, der i 2030 er fri for kul, olie og naturgas, laves en analyse, der skal belyse konsekvenserne ved et eventuelt forbud mod olie og naturgas til fjernvarmeproduktion fra 2030, herunder for forsyningssikkerhed, el- og varmepriser.

Tabel 12 Initiativer inden for energidimensionen energisikkerhed (kilde: Klimaaftale for energi og industri mv 2020).

[13] Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi af 16. juni 2020 (kilde: https://www.regeringen.dk/media/9591/aftaletekst.pdf)

Det indre marked
Herunder forbedring af sammenkobling, transmissionsinfrastruktur, konkurrencedygtige priser og en interessentinddragelsesorienteret forbrugerpolitik samt bekæmpelse af energifattigdom.
Af klimaaftale for energi og industri fremgår det, at fjernvarmesektoren skal moderniseres: For det første skal fjernvarmesektorens produktionsbindinger moderniseres for at give fjernvarmeproducenterne et mere frit valg over egne investeringer. Det betyder konkret, at brændselsbindingen til naturgas samt kraftvarmekravet ophæves for fjernvarmeproducenterne. Derudover justeres samfundsøkonomikravet, så fjernvarmeprojekter kan godkendes uden en sammenligning med fossile alternativer, hvilket bl.a. vil sikre, at reguleringen ikke er en unødvendig bremse for konverteringer af naturgasområder til fjernvarmeområder. Derudover er der enighed om, at aftagepligten til fjernvarme skal moderniseres, for at muliggøre en øget udnyttelse af overskudsvarme og egen VE-produktion.

Tabel 13 Initiativer inden for energidimensionen det indre marked (kilde: Klimaaftale for energi og industri mv 2020).

Forskning, innovation og konkurrenceevne
Herunder bidrag til privat forskning og innovation samt anvendelse af rene teknologier.
EUDP Højtemperaturvarmepumper med naturlige kølemidler til bæredygtig procesvarme Udvikling af hurtigt regulerende varmepumper ved anvendelse af dynamiske modeller Legionellasikring af energieffektivisering for installationer og forsyning *Grøn forskning* Derudover har den danske regering afsat midler til det offentlige forskningsbudget, som bl.a. skal gå til grøn forskning, på samlet 24,2 mia. kr. i 2021[14].

Tabel 14 Initiativer inden for energidimensionen forskning, innovation og konkurrenceevne (kilde: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Forskning_og_udvikling/oversigt_over_stoettede_eudp_projekter_2020-i.pdf).

2.2 Grøn og effektiv køling

Danmark bidrager til grøn fjernkøling dels via at fremme VE-el, som kan anvendes til køleproduktion via elbaserede varmepumper, og dels ved at sætte krav til kølevæsker.

Fjernkøling produceres primært ved kompressionskøling, absorptionskøling og frikøling. Frikøling anvender omgivelseskilder (fx sø, luft, hav) til at levere køling, mens absorptionskøling anvender overskudsvarme fra primært fjernvarmeproduktion til at levere køling. Frikøling er derfor vedvarende energi. Absorptionskøling kan i visse tilfælde anses som overskudsvarme, og indgår derfor ikke som en VE-kilde, jf. definitionen af overskudsvarme i VE-direktivet, men bidrager til energieffektivitet i kølesektoren. Kompressionskøling er køling drevet af el. I Danmark forventes elsystemet at være 100 pct. VE fra omkring 2027

Da selve energikilden til at producere fjernkøling er overvejende klimavenlig, er det primært drivhusgasudledninger fra kølevæsker, som kan skabe drivhusgasudledninger fra fjernkøling.

[14] Forslag til Finanslov for finansåret 2021 (https://fm.dk/media/18181/ffl21a.pdf)

2.2.1 Grøn fjernkøling og de fem energidimensioner

Dekarbonisering

I klimaaftalen 2020 blev det besluttet at ændre på kravene til visse kølevæsker med det formål at reducere brugen af klimaskadelige HFC-gasser. Den nye grænse bevirker, at klimabelastningen af påfyldte HFC-gasser i et køleanlæg maksimalt må være 5 ton CO_{2e}. Desuden forhøjes CFC-afgiften med ca. 30 kr. pr. ton CO_{2e}, så udledningen af disse drivhusgasser afgiftsmæssigt ligestilles med CO_2. Dertil ophæves loftet over afgiften på 600 kr./kg., så afgiften for alle gasser svarer til skadesomkostningen for klimaet. Endelig indekseres CFC-afgiften fremadrettet, så afgiften ikke udhules. Derudover fjernes bagatelgrænsen på import af kølemidler, så der altid skal svares afgift ved import af afgiftspligtige kølemidler.

Justeringerne skønnes at reducere CO_{2e}-udledningerne marginalt set over hele energisystemet. For fjernkølingssektoren, som netop udnytter varmepumper i høj grad, kan effekten dog være mere tydelig. Der er ikke regnet på, hvilken effekt strengere krav til kølemidler har på drivhusgasudledninger i kølesektoren.

Generel energieffektivitet

Siden afrapportering af NECP er der ikke besluttet yderligere initiativer for energieffektivisering af fjernkøling i Danmark.

Energisikkerhed

Siden afrapportering af NECP er der ikke besluttet yderligere initiativer for energisikkerheden af fjernkøling i Danmark.

Det indre marked for energi

Siden afrapportering af NECP er der ikke besluttet yderligere initiativer for det indre marked af fjernkøling i Danmark.

Forskning, innovation og konkurrenceevne

Under denne energidimension hører forskning, innovation og konkurrenceevne herunder bidrag til privat forskning og innovation samt anvendelse af rene teknologier (clean tech).

Tabel 15 viser hvilke projekter relateret til køling, der i 2020 er støttet gennem EUDP.

EUDP støttede projekter, relateret til køling, 2020
Udvikling af hurtigt regulerende varmepumper ved anvendelse af dynamiske modeller
Legionellasikring af energieffektivisering for installationer og forsyning

Tabel 15 Oversigt over projekter som er støttet gennem EUDP i 2020 (kilde: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Forskning_og_udvikling/oversigt_over_stoettede_eudp_projekter_2020-i.pdf).

Derudover har den danske regering afsat midler til det offentlige forskningsbudget, som bl.a. skal gå til grøn forskning, på samlet 24,2 mia. kr. i 2021[15].

[15] Forslag til Finanslov for finansåret 2021 (https://fm.dk/media/18181/ffl21a.pdf)

3. Analyse af det økonomiske potentiale for varme- og køleeffektivitet

I dette afsnit beregnes det økonomiske potentiale for fjernvarme. Resultaterne er opdelt i samfundsøkonomiske resultater og selskabsøkonomiske resultater. Den samfundsøkonomiske cost-benefit analyse berører primært fjernvarmesektoren og til dels individuel varme. Det skyldes, at datagrundlaget for fjernkølingssektoren samt individuel køling er begrænset i Danmark, hvorimod datagrundlaget for fjernvarmesektoren er veludbygget. Derudover er fjernkølingsbehov og kølebehovet relativt begrænset i Danmark ift. fjernvarmebehovet, hvilket hovedsageligt skyldes det koldere klima i Danmark.

3.1 Beskrivelse af basisscenariet

Analyserne er udarbejdet for et basisscenarie. Basisscenariet følger en frozen policy-tilgang, da der anvendes data fra BF20.

Cost-benefit analysen udføres i programmet EnergyPRO, og modellen har til formål at fordele produktionsenhederne i fjernvarmenettet. Den individuelle opvarmning, køling og fjernkøling er ikke en direkte del af modellen.

Figur 8 viser centrale elementer i basisscenariet. Kilden er angivet ud for hver række.

Generel produktionsprioritet		Alternativ 0 - Basis			Kilde
		2020	2030	2050	
Prioriteret grundlast					
AffaldsKV	GWh	-	-	-	
Solvarme	GWh	-	-	-	ENS BF20
Geotermi	GWh	-	-	-	ENS BF20
Industrivarme	GWh	-	-	-	Rambøll vurdering
Varmepumper (elpris- og lagerstyret)					
Varmepumpe med køl	MW-v	-	-	-	Rambøll vurdering
IndustriVP	MW-v	-	-	-	ENS BF20 men med COP=4,2
OmgivVP	MW-v	-	-	-	ENS BF20 men med COP=3,2
Kraftvarme (ekskl. affald)					
Kul KV	MW	-	Udgår		ENS BF20 dvs udgår før 2030
BiogasKV	MW	-	-	-	ENS BF20
Anden bio KV	MW	-	-	-	ENS BF20
Træpille KV	MW	-	-	-	Udgår efter end teknisk levetid
Gas KV	MW	-	-	-	
Spidslast					
Naturgaskedler		-	-	-	
Olie		-	-	-	

Figur 8 En oversigt over basisscenariet (kilde: Rambøll).

Scenariet beskrives herunder.

Basisscenariet er baseret på BF20, som indeholder data frem til 2030. Niveauerne i 2030 er derefter fastholdt frem mod 2050. BF20 beskæftiger sig med varmefremskrivning, og tager derfor ikke højde for kølingssektoren.

Energistyrelsen har forsøgt at beregne et scenarie, hvori den samlede mængde forbrændingsegnet affald reduceres jf. *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi juni 2020*[16]. Det er endnu ikke besluttet, hvilke affaldsværker der skal lukkes. Derfor har det ikke

[16] https://www.regeringen.dk/media/9591/aftaletekst.pdf

været muligt at udføre en analyse af et sådan scenarie, hvorfor Energistyrelsen har forholdt sig til udviklingen i basisscenariet som det eneste scenarie, der regnes på. Energistyrelsen kan drage god erfaring fra basisscenariet, hvilket bl.a. skyldes, at analyseperioden er længere end normalt (2021-2050), hvorimod der primært regnes til og med 2030 i de danske fremskrivninger. En udvidelse af analyseperioden har derfor i sig selv ageret et vigtigt redskab i beregning af potentialerne for effektiv varme.

Der er udarbejdet følsomhedsvurderinger på basisscenariet, hvilket giver et indblik i alternative udviklinger, som kan bruges som et scope for, hvilke politiktiltag der kan bidrage til at høste dele af potentialerne for effektiv varme.

3.2 Metode for den samfundsøkonomiske analyse

Til den økonomiske analyse af fjernvarmesektoren er der opstillet en samfundsøkonomisk beregningsmodel til vurdering af de enkelte teknologier og forskellige brændselstyper. Som datagrundlag benyttes:

- Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger for energipriser og emissioner, Energistyrelsen oktober 2019
- Energistyrelsens og Finansministeriets vejledninger i samfundsøkonomiske analyser
- Energistyrelsens teknologikatalog (Teknologikatalog for produktion af el og fjernvarme - Opdateret april 2020)

Alle priser er opdateret til prisniveau 2020. I modellen betragtes driftsperioden 2021-2050 og alle omkostninger nuværdi-vægtes over driftsperioden med diskonteringsrenten 4 pct. p.a. og tilbageføres til år 2020.

Til analysen er der opstillet to grupper af beregninger, der benævnes 'beregningsgrupper'. I Beregningsgruppe 1 vurderes teknologiers konkurrencedygtighed og CO_{2e}-aftryk generelt, mens i Beregningsgruppe 2 indgår de konkurrencedygtige teknologier konkret som varmeforsyningsanlæg, hvoraf udgangspunktet for fjernvarmen er konkrete værker.

Metoden er nærmere beskrevet i bilag 5.3.

3.3 Samfundsøkonomisk analyse

Følgende afsnit indeholder resultater fra scenarieanalysenn samt følsomhedsvurderinger bestående af en øget CO_2-pris og øgede investeringsomkostninger på varmepumper.

3.3.1 Basisscenariet (samfundsøkonomi)

For fjernvarmen er den samfundsøkonomiske nuværdi-vægtede varmepris an kunde 384 kr./MWh for en varmekunde placeret i et fjernvarmeområde (centralt) og er således generelt væsentligt lavere end individuelle alternativer.

For fjernvarme generelt set hen over perioden 2021-2050 er CO_{2e} belastningen 75 kg/MWh varme an kunde, mens f.eks. individuelle varmepumper har en CO_{2e} belastning på 14 kg/MWh. Fjernvarmens højere CO_{2e} belastning skyldes primært eksisterende varmeværker, hvoraf nogle har et relativt højt CO_{2e}-aftryk.

Specielt skal det nævnes, at når varme fra affaldsafbrænding udnyttes til fjernvarme, bidrager affaldsvarmen i beregningsmetoden med et CO_{2e}-aftryk på 153 kg/MWh. Alternativt kan

affaldsvarmen køles bort, uden at den udnyttes til fjernvarme, men klimabelastningen vil være den samme.

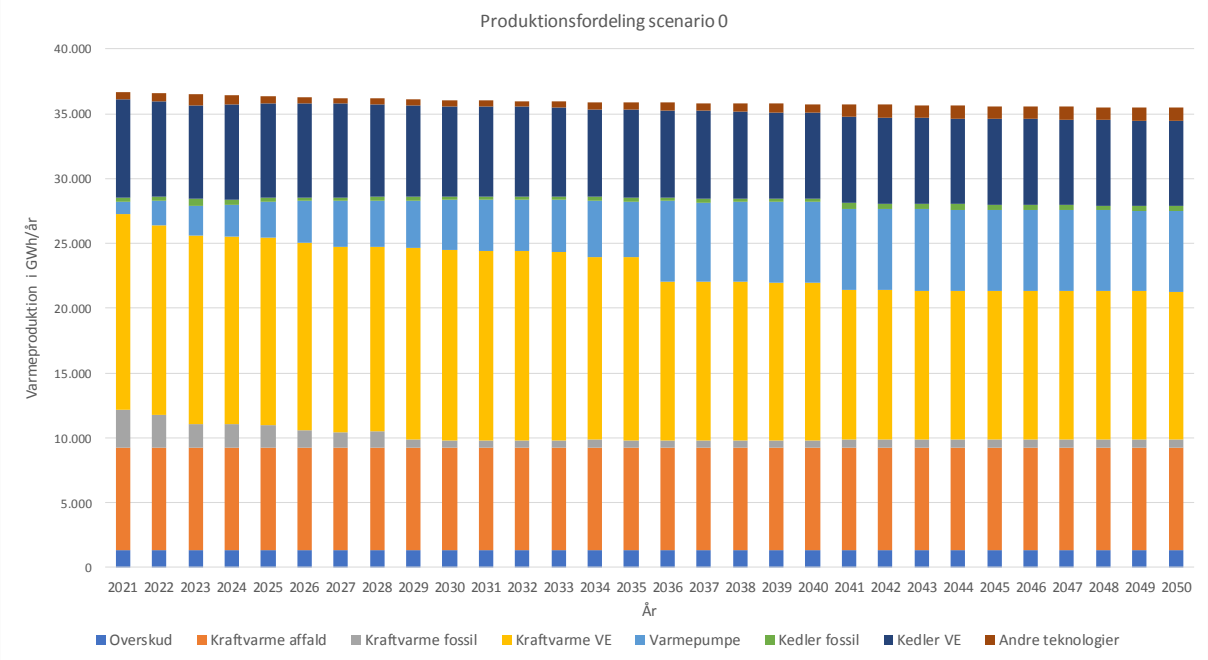
Den samfundsøkonomiske analyse viser, at i basisscenariet bidrager kraftvarme baseret på VE med den største fjernvarmeproduktion. Varmeproduktionen herfra er nogenlunde konstant frem mod 2035, hvorefter produktionen fra kraftvarme baseret på VE falder en smule, og erstattes primært af varmepumper. Den fossile kraftvarmeproduktion udgør en lille del af den samlede produktionsfordeling, særligt efter 2029 hvor produktionen herfra er minimal.

Produktionsfordelingen for fjernvarme i basisscenariet er angivet i Figur 9 fordelt fra 2021 til 2050. Produktionsfordelingen er inddelt i overskudsvarme, kraftvarme affald, kraftvarme fossilt, kraftvarme VE, varmepumper, kedler fossilt, kedler VE og andre teknologier. Basisscenariet tager udgangspunkt i BF20 i perioden 2020-2030. Efter 2030 er udviklingen fra BF20 ekstrapoleret frem til 2050.

Produktionsfordelingen i basisscenariet viser, at kraftvarme baseret på VE bidrager med den største fjernvarmeproduktion. Varmeproduktionen herfra er nogenlunde konstant frem mod 2035 hvorefter produktionen fra kraftvarme baseret på VE falder en smule, og erstattes primært af varmepumper. Den fossile kraftvarmeproduktion udgør en lille del af den samlede produktionsfordeling, særligt efter 2029 hvor produktionen herfra er minimal.

Overskudsvarme og affaldskraftvarme er nogenlunde konstant gennem hele analyseperioden.

Fjernvarmeproduktion fra VE og fossile kedler er ligeledes nogenlunde konstant i hele analyseperioden.



Figur 9 Produktionsfordeling for fjernvarme i basisscenariet (kilde: Rambøll).

3.4 Selskabsøkonomisk analyse

I det følgende gennemgås resultaterne fra den selskabsøkonomiske analyse for basisscenariet inkl. følsomhedsberegningerne.

I den selskabsøkonomiske analyse antages generelt erfarede varmesalgspriser for hvert produktionsanlæg i de 10 repræsentative fjernvarmesystemer med tillæg af løbende reinvesteringer og vedligehold af distributionssystemet set over en teknisk levetid på 50 år.

Da et fjernvarmeselskabs økonomi i udgangspunktet er unik for hvert fjernvarmeselskab, ses der i praksis en stor variation af varmepriser for landets fjernvarmeselskaber.

Det bemærkes, at kun det samfundsøkonomisk bedste alternativ kan godkendes af varmeplanmyndigheden (kommunalbestyrelsen), men selskabs- og brugerøkonomi skal ligeledes være gunstige, for at et fjernvarmeudvidelsesprojekt kan realiseres. Alternativet er, at varmeforbrugerne overgår til individuelle varme ved udfasning af eksisterende individuel varme.

3.4.1 Basisscenariet (selskabsøkonomi)

I den selskabsøkonomiske beregning er der estimeret en fjernvarmepris for hver af de 10 fjernvarmesystemer over perioden 2021-2050 og med 1 pct. realrente, jf. Tabel 16. Det bemærkes, at der er tale om estimerede værdier.

Grundscenarie (Sc0) Selskabsøkonomi	Varmeköb kr./MWh	Distrib. kr./MWh	Salg kr./MWh	Netto GWh/år	Omsætn. mio.kr./år
Fjernvarme centralt	269	109	378	28.241	10.668
1 Storkøbenhavn	238	106	344	7.759	2.670
2 Aarhus	237	106	342	2.503	857
3 Odense	235	106	341	2.036	694
4 Aalborg	219	106	325	1.477	479
5 TVIS	300	106	406	1.431	581
6 Esbjerg	200	106	306	904	277
7 Affald	195	111	306	2.611	799
8 Biomasse	312	111	423	2.798	1.184
9 Diverse	322	111	433	594	257
10 Små byer	352	116	468	6.129	2.870

Tabel 16 Selskabsøkonomisk vurdering for 30 år for basisscenariet (kilde: Rambøll).

Tabel 16 viser, at der er stor forskel på fjernvarmeområdernes størrelse. Storkøbenhavn estimeres til at producere mest varme årligt, svarende til over 1.000 GWh mere årligt end alle de små byområder til sammen. Den estimerede selskabsøkonomiske fjernvarmepris er lavest i områderne TVIS og Esbjerg, hvor varmeprisen er 306 kr./MWh. Den højeste estimerede varmepris ses i de små byområder, hvor den estimerede selskabsøkonomiske varmepris i gennemsnit er 468 kr./MWh. Der ses derfor en markant spredning i den estimerede selskabsøkonomiske varmepris. Nærværende selskabsøkonomiske analyse afspejler ikke nødvendigvis, hvilke fjernvarmeområder der i praksis har den laveste selskabsøkonomiske varmepris.

Da fjernvarmesektoren er hvile-i-sig-selv reguleret, er der nogenlunde overensstemmelse mellem den samlede varmeproduktionsomkostning og den selskabsøkonomiske varmepris. Der tages dog forbehold for, at den faktiske varmepris i praksis ikke kan sammenlignes med Tabel 16, da der i praksis er flere økonomiske poster, som påvirker den samlede varmepris.

Økonomiske poster fx henlæggelser, afskrivninger, mv., er ikke inkluderet i nærværende analyse, og sammen med flere økonomiske poster samt varmetab udgør den faktiske fjernvarmepris i hvert fjernvarmeområde. Fjernvarmepriser er således unikke i hvert enkelte fjernvarmeområde.

3.5 Følsomhedsvurdering

Det er vurderet, hvilken effekt en højere CO_2-pris samt en højere investeringsomkostning i varmepumper kan have på basisscenariet.

3.5.1 Følsomhed på CO_2-prisen

Det vurderes, at en højere CO_2-pris kan have en effekt i de fjernvarmeområder, som modtager varme fra fossile anlæg, fx naturgasfjernvarmeværker. Det forventes dog, at effekten vil være begrænset set over hele analyseperioden 2021-2050, da det forventes, at ca. 80 pct. af fjernvarmeproduktionen i Danmark er baseret på VE i 2030. Den resterende andel fossil varme kommer til dels fra fossil spids- og reservelast fx olie- eller gaskedler.

3.5.2 Følsomhed på investeringsomkostning for varmepumper

Det vurderes, at fjernvarmesektoren i fremtiden vil være mere elektrificeret, end hvad der er tilfældet i dag. I praksis ses økonomiske incitamenter til at investere i kollektive varmepumper, hvorfor basisscenariet er følsomt for en stigning i varmepumpers investeringsomkostning. Den konkrete effekt af en stigning i investeringsomkostningen kan dog ikke vurderes, og vil afhænge af den varmekilde, som det konkrete projekt anvender, hvor projektet er lokaliseret ift. elsystemet og varmekilder, mv.

4. Potentielle nye strategier og politiktiltag

Dette afsnit beskriver, hvilke tiltag der gøres for at indhente det samfundsøkonomiske potentiale for hhv. varme- og kølesektoren. Det bemærkes dog, at data om kølesektoren, herunder fjernkølingssektoren, er særdeles sparsom, hvilket har begrænset mulighederne for politiktiltag til at indhente potentiale for køling og fjernkøling. Derudover er behovet for køling og fjernkøling relativt mindre end varme og fjernvarme i Danmark. Derfor fokuseres overvejende på tiltag, som kan indhente det samfundsøkonomiske potentiale for effektiv varme og fjernvarme.

4.1 Tiltag for fremme af effektiv varme

Med *klimaaftale for energi og industri mv. 2020*[17]*, Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi og finanslovsaftalen for 2021* blev der aftalt adskillige initiativer, som fremmer grøn varme og fjernvarme. Disse initiativer følger resultaterne fra denne analyse, og er blevet besluttet sideløbende med udarbejdelsen af denne rapport, hvorfor initiativerne anvendes i denne sammenhæng som værende initiativer, der understøtter analysens resultater om fremme af effektiv varme.

4.1.1 Afgifter der understøtter grøn varme

Grøn omlægning af varmeafgifter

Afgiftssystemet skal understøtte den grønne omstilling af danskernes varmeforbrug. Det skal være dyrere at varme op med fossile kilder og billigere at varme op med grøn el. Derfor forhøjes satsen for rumvarmeafgiften (fossile brændsler) og satsen for elvarmeafgiften nedsættes fra 15,5 øre/kWh til henholdsvis 0,4 øre/kWh for erhverv og 0,8 øre/kWh for husholdninger (svarende til EU's minimumssatser). Ændringerne træder i kraft med virkning fra 1. januar 2021.

Momsregistrerede erhverv vil med lempelsen have samme sats for el til både varme og proces.

4.1.2 Overskudsvarme

Fremme af udnyttelse af overskudsvarme

Elvarmeafgiften lempes til EU's minimumssatser, hvorved afgiften for elbaseret overskudsvarme bortfalder. Det fremmer overskudsvarme fra bl.a. datacentre og supermarkeder. Desuden reduceres omkostningerne ved at nyttiggøre anden lunken overskudsvarme. Hertil fjernes overskudsvarmeafgiften, hvis overskudsvarmen er certificeret eller underlagt en tilsvarende aftaleordning, der sikrer energieffektiviseringer hos overskudsvarmeleverandøren.

[17] https://fm.dk/media/18085/klimaaftale-for-energi-og-industri-mv-2020.pdf

4.1.3 Individuel varme

Udfasning af individuelle olie- og gasfyr

I 2020 afsættes 290 mio. kr. (opgjort i 2020-priser og inklusiv afledt afgiftstab) til udfasning af olie- og gasfyr. Puljen udmøntes med 35 mio. kr. til Skrotningsordningen, og 245 mio. kr. til Bygningspuljen. Der er derudover enighed om, at forbruger-bindingerne til naturgasnettet afskaffes, og at samfundsøkonomikravet moderniseres, jf. Grøn fjernvarme.

Partierne er endvidere enige om, at der afsættes 410 mio. kr. i 2021, 500 mio. kr. i 2022, 455 mio. kr. i 2023, 375 mio. kr. i 2024 og 545 mio. kr. årligt i 2025 og 2026, 240 mio. kr. i 2027, 260 mio. kr. i 2028, 280 mio. kr. i 2029 og 300 mio. kr. i 2030 (opgjort i 2020-priser og inklusiv afledt afgiftstab) til tilskudspuljer til udfasning af olie- og gasfyr, herunder en pulje til afkobling fra naturgasnettet og til udrulning af fjernvarme.

Der afsættes i alt 225 mio. kr. i 2021, 225 mio. kr. i 2022, 145 mio. kr. i 2023, 155 mio. kr. i 2024 og 60 mio. kr. i 2025 til de tilskudspuljer til udfasning af olie- og gasfyr, som blev aftalt med Klimaaftale for energi og industri mv. 2020 og den opfølgende aftale af d. 30. oktober 2020. De afsatte midler er inklusiv afledt afgiftstab. Hertil kommer, at der til bygningspuljen afsættes i alt 300 mio. kr. i 2021 og 25 mio. kr. årligt fra 2022. Midlerne er inkl. afledt afgiftstab.

4.1.4 Energieffektivisering

Øget energieffektivisering i bygninger

Regeringen og Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten og Alternativet er enige om at forøge Bygningspuljen. Midlerne styrker den grønne omstilling ved at understøtte energieffektiviseringer i helårsboliger. Der afsættes i alt 300 mio. kr. i 2021 og 25 mio. kr. årligt fra 2022. Midlerne er inkl. afledt afgiftstab.

4.1.5 Grøn fjernvarme

For det første skal fjernvarmesektorens produktionsbindinger moderniseres for at give fjernvarmeproducenterne et mere frit valg over egne investeringer. Det betyder konkret, at brændselsbindingen til naturgas samt kraftvarmekravet ophæves for fjernvarmeproducenterne. Derudover justeres samfundsøkonomikravet, så fjernvarmeprojekter kan godkendes uden en sammenligning med fossile alternativer, hvilket bl.a. vil sikre, at reguleringen ikke er en unødvendig bremse for konverteringer af naturgasområder til fjernvarmeområder. Derudover er der enighed om, at aftagepligten til fjernvarme skal moderniseres, for at muliggøre en øget udnyttelse af overskudsvarme og egen VE-produktion.

For det andet er aftalepartierne enige om, at de ambitiøse CO_2-reduktionsmål i Klimaloven har skabt behov for en ny model for regulering af fjernvarmesektoren, der skal sikre en omkostnings- og klimaeffektiv omstilling af sektoren. Partierne bag aftalen er enige om, at der i anden halvdel af 2020 indkaldes til forhandlinger om en ny fremtidssikret økonomisk regulering, der tager højde for Danmarks nye klimamål og sikrer effektivisering og fremtidige forbrugervenlige priser. Der skal desuden ses på rammerne for geotermi. Regeringen vil forud for disse forhandlinger fremlægge forskellige modeller uden unødvendige administrative byrder for dette med inddragelse af sektoren.

For det tredje igangsættes en række initiativer, der skal anskueliggøre en fossilfri fjernvarmesektor og sikre, at reguleringen følger med den teknologiske udvikling i sektoren. Partierne er enige om at vise vejen mod en energisektor, der i 2030 er fri for kul, olie og naturgas.

På den baggrund igangsættes en analyse, der skal belyse konsekvenserne ved et eventuelt forbud mod olie og naturgas til fjernvarmeproduktion fra 2030, herunder for forsyningssikkerhed, el- og varmepriser. Analysen skal desuden vurdere, hvordan relevante initiativer i denne aftale vil påvirke elforsyningssikkerheden.

Reduktion af CO_2 i affaldssektoren

Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi forventes at reducere de samlede CO2-udledninger i affaldssektoren med ca. 0,7 mio. tons i 2030. En stor del af denne reduktion vil medvirke til at reducere CO2-udledninger i fjernvarmesektoren. De væsentligste initiativer i Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi i et klimaperspektiv er udsortering af 80 pct. dansk plast fra forbrændingen i 2030, reduktion af de danske affaldsmængder, samt reduktion i den samlede danske miljøgodkendte kapacitet til forbrænding af affald, som skal reduceres med 30 pct. i 2030 set i frohold til i dag. Det betyder at den samlede miljøgodkendte kapacitet til forbrænding af affald skal nedbringes til nationale affaldsmængder frem mod 2030.[18]

4.1.6 Reduktioner i varmesektoren

Tabel 17 viser drivhusgasreduktioner i varmesektoren ved implementering af de nævnte politiktiltag. Der tages forbehold for, at reduktionsniveauerne er partielle.

Drivhusgasreduktioner *(mio. t. CO_2e)*	**2025**	**2030**
Grøn omlægning af afgifter på varme	*0,25*	*0,35*
Grøn fjernvarme	*0,05*	*0,02*
Individuel opvarmning: Udfasning af olie- og gasfyr	*0,2*	*0,35*
Bidrag fra Finanslov 2021	*0,06*	*0,04*
Reduktion af CO_2 i varmesektoren	**Ca. 0,6**	**Ca. 0,8**
Reduktion af CO_2 i affaldssektoren		**0,7**

Tabel 17 Omtrentlige estimater af drivhusgasreduktioner ved implementering af de nævnte tiltag på varmeområdet (kilde: Klimaaftale for energi og industri mv 2020, Aftale om finansloven for 2021 og aftale om stimuli og grøn genopretning samt Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi af 16. juni 2020).

4.2 Tiltag for fremme af effektiv køling

Ultimo 2020 er der truffet politisk beslutning om at implementere to initiativer, som skal bidrage til at fremme effektiv køling herunder at øge viden om sektoren. Disse initiativer er et supplement til initiativerne vedr. fjernkøling fra Energiaftale 2018, som allerede er indmeldt til EU, og som implementeres sideløbende med nedenstående.

4.2.1 Fjernkøling

Klarere regulering af fjernkøling

Der indføres klarere regler for myndighedsgodkendelser af fjernkølingsprojekter. Reglerne for myndighedsgodkendelse justeres, så det konkret skal påvises, at et fjernkølingsprojekt er

[18] Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi af 16. juni 2020 (kilde: https://www.regeringen.dk/media/9591/aftaletekst.pdf)

mere energieffektivt end alternative køleløsninger i henhold til definitioner fra EED om effektiv fjernkøling. Dermed får kommunerne et håndgribeligt værktøj til at håndtere godkendelser af fjernkølingsprojekter.

Datakrav for fjernkøling

Som nævnt er der begrænset viden om fjernkølingssektoren i Danmark. Derudover er sektoren lille, og fjernkølingsbehovet begrænset grundet det danske klima. For at få øget viden om fjernkølingssektoren, stilles krav om, at fjernkølingsvirksomheder oplyser visse data om deres produktion. Der findes ikke centrale data om sektoren, herunder ift. omsætning, brændselsforbrug og udledninger. Disse data vurderes nødvendige for at regulere sektoren, hvorfor dette ses som det primære initiativ for fremme af effektiv fjernkøling.

4.2.2 Reduktioner i kølesektoren

Der vurderes ikke at være CO_2-udledninger forbundet med fjernkølingsproduktion ud over evt. udledninger fra den bagvedliggende produktion af el og varme, der typisk indgår i produktion af fjernkøling.

5. Bilag

5.1 Teknologibeskrivelse
5.2 Metodebeskrivelse for beregning af spildvarmepotentiale
5.3 Metodebeskrivelse for cost-benefit analysen
5.4 Økonomisk potentiale ved teknologier til effektiv opvarmning og køling og opvarmning og køling med VE, identificeret ved cost-benefit analysen
5.5 Fremskrivning af varme- og kølebehov og -forsyning