

VARMEPLAN

Hovedstaden



Varmemarkedets udvikling

Baggrundsrapport til
Varmeplan Hovedstaden 3

1. maj 2014



Indholdsfortegnelse

<i>Scenarier for varmemarkedsudvikling</i>	4
Indledning.....	4
Metode.....	5
Resultater	9
Detaljeret beskrivelse af forudsætninger for grundscenariet.....	15
Referencer	19
<i>Bilag 1: Energiselskabernes energispareforpligtigelse</i>	21
<i>Bilag 2: Teknisk og økonomisk potentiale for varmebesparelser</i>	32
<i>Bilag 3: Konverteringer</i>	49

Scenarier for varmemarkedsudvikling

Indledning

Varmeselskaberne CTR, HOFOR og VEKS har i 2012-2014 gennemført projektet *Varmeplan Hovedstaden 3* om den fremtidige fjernevarmeforsyning i hovedstadsområdet. Denne baggrundsrapport beskriver scenarier for varmemarkedets udvikling bl.a. til brug for modelberegningerne i projektet. Rapporten omfatter udviklingen i CTR, VEKS, HOFOR og Vestforbrændings forsyningsområder.

Særligt to forhold forventes at få betydning for den fremtidige udvikling i efterspørgslen på fjernvarme:

- 1) Implementering af energi- og varmebesparelser i eksisterende bygninger, bl.a. som konsekvens af energispareforpligtigelsen
- 2) Konverteringer til fjernvarme via ændret områdeafgrænsning (og mindre omfang fortætning); herunder særligt udvidelse af fjernvarmeforsyningen til kunder, som i dag anvender naturgas.

Derudover har følgende forhold betydning:

- 3) Nybyggeri (og tilbygninger) og i hvilket omfang dette tilsluttes fjernvarmenettet
- 4) Sammenkobling med andre fjernvarmeselskaber, hvilket vil give større forbrug (men også adgang til produktionsanlæg)

Historisk set har ændringer i adfærd og højere komfortkrav også givet anledning til stigende fjernvarmeforbrug. Denne tendens vurderes at være af mindre betydning fremadrettet, ud fra en betragtning om at der allerede leveres et højt komfortniveau i dag, og effekten af dette har ikke været genstand for nærmere analyse i projektet.

I forbindelse med denne delopgave har været nedsat en Varmemarkedsgruppe med følgende deltagere:

- Sannah Grüner og Mia Nordqvist Nielsen, HOFOR,
- David Magnusson, CTR
- Jens Brandt Sørensen, VEKS
- Sirid Sif Bundgaard og Anders Kofoed-Wiuff, Ea Energianalyse.

Spørgsmål om metode, data og scenarier har været drøftet i gruppen, som i alt har holdt fem møder. Mia Nordqvist Nielsen har ledet gruppens arbejde,

mens Ea Energianalyse har stået for udarbejdelse af nærværende rapport og størstedelen af databehandlingen.

Som en del af varmemarkedsgruppens arbejde er der blevet udviklet et Excel baseret værktøj til prognosefremskrivninger.

Metode

Der er opstillet et grundscenarie for varmemeforbrugets udvikling frem til 2035 samt et perspektivscenarie frem til 2050. Hertil er der udarbejdet to følsomhedsanalyser af grundscenariet med hhv. et højt og et lavt forbrug. Udgangspunktet for scenarierne og følsomhedsanalyserne er distributionsselskabernes indberetninger.

Et meget centralt spørgsmål i analysen er, hvor mange varmebesparelser, der vil blive gennemført i de kommende årtier. I Bilag 1 undersøges konsekvenserne af energispareforpligtelsen, herunder om og hvordan forpligtelsen kan bruges som input til at fremskrive varmemeforbruget. I Bilag 2 undersøges problemstillingen desuden ved at se på de tekniske og økonomiske potentialer for at gennemføre varmebesparelser. Begge analyser har bidraget til at vurdere niveauet af besparelser, der indgår i scenarierne og følsomhedsanalyserne og er desuden anvendt som kvalitetssikring af distributionsselskabernes indberetninger for varmebesparelser.

Det andet centrale spørgsmål er, hvor mange konverteringer fra individuel opvarmning til fjernvarme, der vil blive gennemført. Det belyses i Bilag 3, ved dels at se på de aktuelle fremskrivninger (indberetningerne fra distributionsselskaberne), dels ved at undersøge de tekniske potentiale – ud fra varmeselskabernes informationer og ud fra data fra Danmarks Statistik om opvarmningsformer i de relevante kommuner. Endeligt ses på økonomien i at gennemføre konverteringsprojekter, dels projektøkonomien i konverteringsprojektet, dels samfundsøkonomien som skal være positiv for at konverteringsprojektet kan godkendes (jf. projektbekendtgørelsen).

Grundscenariet

Grundscenariet dækker perioden 2012-2035 og er varmemarkedsgruppens bedste bud på, hvordan efterspørgslen på fjernvarme udvikler sig frem til 2035. Scenariet baserer sig på distributionsselskabernes indberetninger på den korte bane frem til 2025, dvs. det varmegrundlag, der anvendes i budgetterne i distributionsselskaberne. Forudsætningerne for grundscenariet er skitseret herunder, mens en mere detaljeret beskrivelse findes på side 14.

Konvertering fra andre opvarmningsformer til fjernvarme samt varmebesparelser indgår i prognoserne ud fra de forudsætninger, de enkelte selskaber har anvendt i deres fremskrivninger. Der er i nogle tilfælde fortaget forlængelser af tendenser i distributionsselskabernes indberetninger, hvor disse ikke har dækket hele perioden til 2025.

Fremskrivningen forudsætter, at næsten alle større bygninger tilsluttes fjernvarme frem til 2025, samt at ca. halvdelen af villaer og rækkehuse tilsluttes i perioden 2025-2035. I praksis er der inkluderet 50% af det tekniske potentiale som ikke allerede er realiseret frem til 2025. Det forudsættes i den forbindelse, at regeringens målsætning om at udfase fossile brændsler i el- og varmforsyningen i 2035 indfris, hvilket betyder, at naturgas ikke vil blive anvendt til opvarmning efter 2035.

Efter 2025 anvendes en analyse af potentialet for energirenovering fra Statens Byggeforskningsinstitut af (SBI 2013) som pejlemærke for udviklingen inden for varmebesparelser. Det indebærer, at der indregnes 22% besparelser samlet set frem til 2035 (inkl. 2% fra nedrivning og erstatningsbyggeri). Dette svarer desuden til, hvad der vurderes at være samfundsøkonomisk rentabelt i Bilag 2.

Prognoser for nybyggeri er baseret på distributionsselskabernes indberetninger frem til 2025 og frem til 2035, hvor dette indgår. Der er en vis usikkerhed omkring det fremtidige omfang af nybyggeri, men på grund af de strenge energikrav som stilles til nye bygninger vil dette ikke have nævneværdig betydning for fremskrivningen.

Følsomhedsanalyse 1: Højt forbrug

I følsomhedsanalysen *Højt forbrug* antages en markant udvidelse af varmemarkedet inden for Varmeplan Hovedstaden 3's forsyningsområde. Fra 2025 til 2035 forudsættes det, at stort set alle villaer og rækkehuse konverteres til fjernvarme. Følsomhedsanalysen kan fx illustrere konsekvensen af en potentiel forskydning i konkurrenceforholdene mellem fjernvarme og individuel opvarmning (hovedsageligt varmepumper) efter 2025 i fjernvarmens favør. Mængden af varmebesparelser er sat til 12% fordelt jævnt over perioden frem til 2035 (inkl. 2% fra nedrivning og erstatningsbyggeri). Denne udvikling erstatter distributionsselskabernes indberetninger for besparelser. Mængden af varmebesparelser er således sat lavere end i grundscenariet for at vise konsekvensen af, at besparelsesindsatsen ikke fortsætter på samme niveau, som forventet. Denne udvikling erstatter distributionsselskabernes indberetninger for besparelser.

Følsomhedsanalyse 2: Lavt forbrug

I følsomhedsanalysen *Lavt forbrug* betragtes en udvikling, hvor der gennemføres en ambitiøs, men dog realistisk indsats inden for varmebesparelser. Der tages udgangspunkt i SBI 2013 rapportens mest vidtgående besparelsscenario ca. 31% jævnt fordelt over perioden frem til 2035 (inkl. 2% fra nedrivning og erstatningsbyggeri). Den øgede indsats kunne fx være en konsekvens af, at varmeselskaberne i højere grad gennemfører deres energibesparelsesforpligtelser inden for eget område, eller den kan være et resultat af nye virkemidler, som følge af den energirenoveringsstrategi, som er under forberedelse af regeringen. For konverteringer medtages kun projekter, som indgår i distributionsselskabernes indberetninger frem til 2025. Konverteringer indberettet for perioden 2026-2050 medtages ikke, da villapotentialet i denne følsomhedsanalyse ikke forventes at blive realiseret.

Perspektivscenariet

Perspektivscenariet er en fortsættelse af grundscenariet og tager således udgangspunkt i samme forudsætninger og data som dette frem til 2035. Det er valgt at fastholde fremskrivningsmetoden fra grundscenariet, hvor SBI 2013-rapporten's centrale scenario ligger til grund. Det indebærer, at der gennemføres varmebesparelser på 29% i 2050 sammenlignet med 2012 – svarende til en øget indsats på 9 procentpoint i forhold til den indsats der er indregnet i referencescenariet for 2035. Dertil kommer besparelseseffekten fra nedrivninger og erstatningsbyggeri på 5%. I perspektivscenariet kommer man tættere på det tekniske potentiale end i grundscenariet alene pga. den længere periode.

Perspektivscenariet er opstillet således, at det understøtter den langsigtede omstilling af el- og varmeforsyningen til vedvarende energi. Regeringens mål, om, at varmeforsyningen er fossilfri i 2035, indgår som en forudsætning i fremskrivningerne, således at den individuelle opvarmning enten skal være på fjernvarme, biogas, varmepumper eller fast biomasse evt. suppleret med solvarme. Dette betyder, at konverteringsprojekterne antages at være afsluttet i 2035 – og der vil derfor ikke være forskel på, hvor mange konverteringer der er med i grundscenariet i 2035 og i perspektivscenariet i 2050.

Overblik over scenarier og følsomhedsanalyser

Tabel 1 giver et overblik over de forskellige metodiske tilgange, som ligger til grund for fremskrivningerne. Tabel 2 giver en oversigt over konverteringer (TJ) fordelt på kommuner i de forskellige scenarier

Forbrugsbase	Grundscenarie	Højt forbrug (Følsomhedsanalyse 1)	Lavt forbrug (Følsomhedsanalyse 2)	Perspektivscenarie 2050
Varmebesparelser inkl. besparelser fra erstatningsbyggeri	Indberetning fra distributionsselskab (2012-2025). 2025: 12% 2035: 22%	Begrænset besparelsesindsats: 2025: 6% 2035: 12%	Ambitiøst besparelsesniveau 2025: 17% 2035: 31%	Fortsættelse af grundscenariet: 2025: 12% 2035: 22% 2050: 34%
Konverteringer til fjernvarme	Indberetning fra distributionsselskab (2012-2025). 50% af potentialet i villaer/rækkehuse (2026-2035).	Markant udvidelse. 100% af det tekniske potentiale indberettet af distributionsselskab (2012-2035).	Indberetning fra distributionsselskab (2012-2025). Ingen konverteringer efter 2025.	Indberetning fra distributionsselskab (2012-2025). 50% af potentialet i villaer/rækkehuse (2026-2035). Ingen konverteringer efter 2035.
Nybyggeri	Indberetning fra distributionsselskab	Indberetning fra distributionsselskab	Indberetning fra distributionsselskab	Indberetning fra distributionsselskab

Tabel 1: Oversigt over forbrugsbaser og metodiske tilgange benyttet i scenarier og følsomhedsanalyse.

	Konverteringer til fjernvarme				
	Grundscenarie		Højt forbrug	Lavt forbrug	Perspektivscenarie
	2025 TJ	2035 TJ	2035 TJ	2035 TJ	2050 TJ
Albertslund	-	-	-	-	-
Brøndby	329	467	604	329	467
Frederiksberg	409	409	409	409	409
Gentofte	1.256	1.256	1.256	1.256	1.256
Gladsaxe	392	392	392	392	392
Glostrup	256	301	345	256	301
Greve	158	353	548	158	353
Hvidovre	522	522	522	522	522
Høje Taastrup	271	271	271	271	271
Ishøj	162	205	247	162	205
København	62	62	62	62	62
Køge	719	945	1.172	719	945
Roskilde	279	498	716	279	498
Rødovre	505	510	514	505	510
Solrød	277	548	820	277	548
Tårnby	247	396	546	247	396
Vallensbæk	-	20	40	-	20
Vestforbrænding**	1.189	1.189	1.189	1.189	1.189
I alt	7.034	8.343	9.653	7.034	8.343

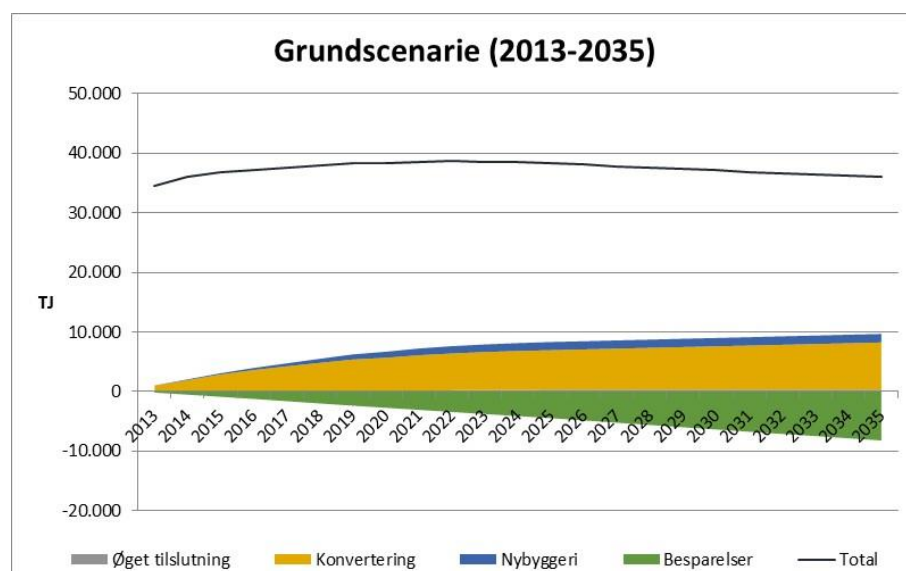
Tabel 2: Oversigt over akkumulerede konverteringer til fjernvarme (TJ) fordelt på kommuner i de forskellige scenarier.
 *Konverteringer i denne tabel omfatter ikke konverteringer fra damp til vand i HOFORs forsyningsområde. **For Vestforbrænding er opgivet et samlet tal for de forskellige kommuner, der forsynes herunder også Gladsaxe.

Resultater

I dette afsnit vises varmemeforbrugsprognoserne for grundscenariet og de to følsomhedsanalyser. Grundscenariet er det som er brugt videre i VPH3, mens følsomhedsanalyserne viser det potentielle spænd for varmemeforbruget i tilfælde af at besparelser eller konverteringsindsatsen afviger væsentligt fra forventningerne.

Grundscenariet

I det følgende er resultaterne for grundscenariet vist, opgjort på forbrugsbaser samt modelområder. Figur 1 viser udviklingen i grundscenariet frem til 2035. Det ses af femskrivningen at der kan forventes et stigende varmemeforbrug på kort og mellemlang sigt (frem til 2025) hvorefter varmebehovet er svagt faldende.

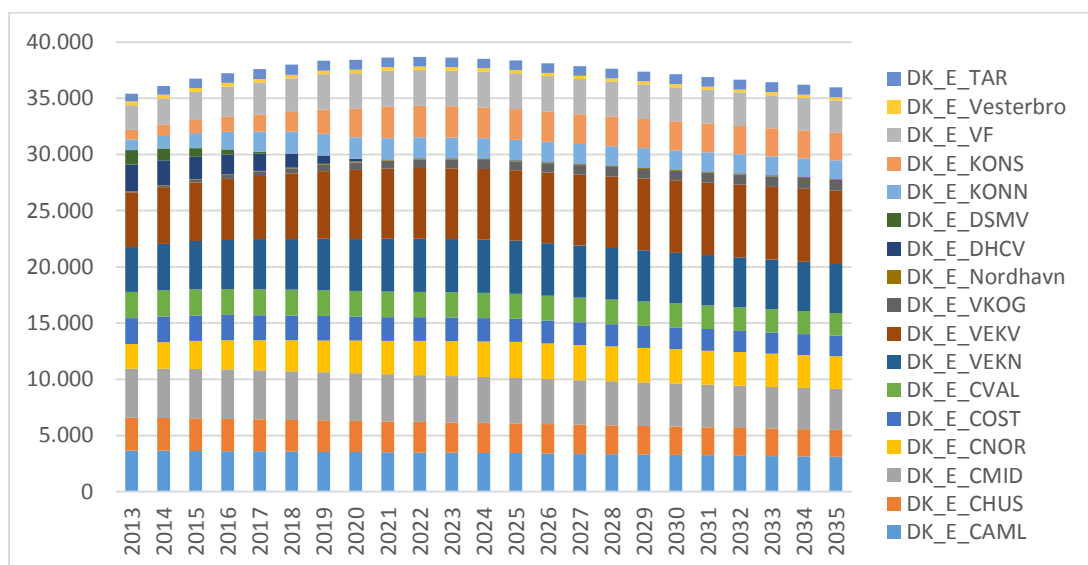


Figur 1: Varmemarkedets udvikling i grundscenariet fordelt på forbrugsbaser. Opgjort af transmissionsnet.

Tabellen og figuren nedenfor viser udviklingen i varmemeforbruget fordelt på modelområder, hvor der er taget højde for varmebesparelser, nybyggeri og konverteringer. Figur 2 er en grafisk fremstilling af Tabel 3. Generelt kan det siges at varmemeforbruget falder i de indre byområder mens det er stigende i yderområderne. Dette hænger tæt sammen med konverteringspotentialet som frem mod 2035 primært findes i villaer/rækkehuse.

Balmorelområde	2013	2015	2020	2025	2030	2035
DK_E_CAML	3.659	3.620	3.529	3.444	3.273	3.110
DK_E_CHUS	2.924	2.912	2.772	2.638	2.507	2.382
DK_E_CMID	4.355	4.387	4.237	4.042	3.841	3.650
DK_E_CNOR	2.192	2.491	2.897	3.208	3.048	2.897
DK_E_COST	2.305	2.258	2.148	2.043	1.941	1.845
DK_E_CVAL	2.336	2.321	2.282	2.244	2.133	2.027
DK_E_DHCV	2.402	1.993	248	0	0	0
DK_E_DSMV	1.266	751	0	0	0	0
DK_E_KONN	940	1.341	1.918	1.824	1.733	1.647
DK_E_KONS	872	1.170	2.539	2.718	2.583	2.455
DK_E_Nordhavn	51	58	79	91	87	82
DK_E_TAR	684	822	875	832	864	894
DK_E_VEKN	3.996	4.321	4.625	4.703	4.520	4.347
DK_E_VEKV	4.868	5.213	6.137	6.267	6.401	6.527
DK_E_Vesterbro	337	331	315	299	284	270
DK_E_VF	2.191	2.513	3.163	3.189	3.031	2.880
DK_E_VKOG	31	230	659	810	888	962
DK_E_CAML	3.659	3.620	3.529	3.444	3.273	3.110

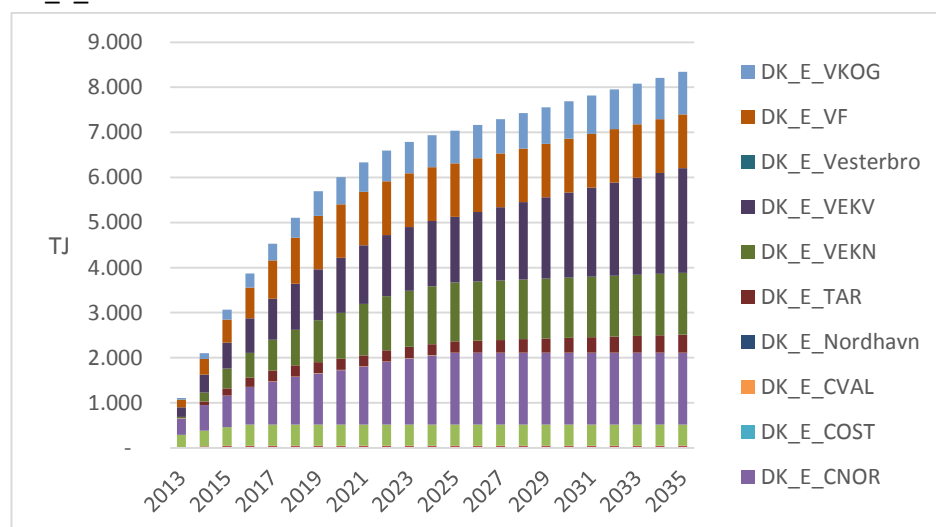
Tabel 3: Varmemarkedets udvikling (TJ) i grundscenariet fordelt på modelområder. Opgjort af transmissionsnet.



Figur 2: Varmemarkedets udvikling i grundscenariet fordelt på modelområder. Opgjort af transmissionsnet.

Som følge af energiselskabernes spareforpligtigelse kan der forventes besparelser i alle modelområder. Omfanget af konverteringer er således stor indflydelse på den geografiske spredning af ændringerne i varmemeforbruget over tid.

Figur 3 viser en grafik fremstilling af de akkumulerede konverteringer i grundscenariet fordelt på modelområder. Figuren indeholder ikke konverteringer fra damp til vand. Det fremgår af at den største udbygning sker frem til ca. 2020, hvorefter den fortsatte udbygning primært skyldes konverteringer i DK_E_VEKSV.



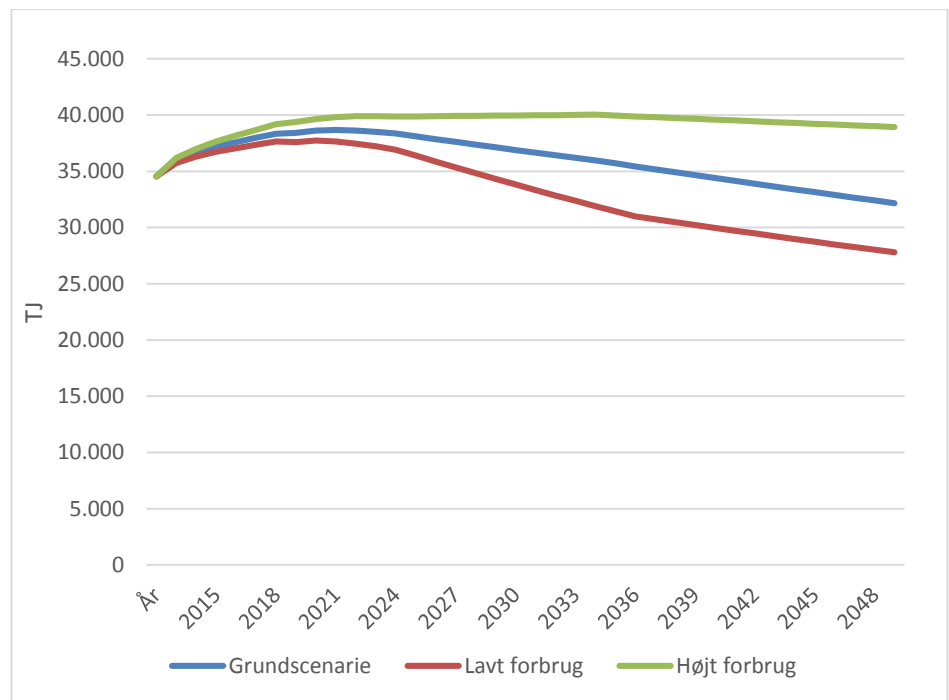
Figur 3: Akkumulerede konverteringer i grundscenariet fordelt på modelområder. Opgjort af transmissionsnet.

Metode til fremskrivning af varmemarkeds udvikling ligner den anvendte metode i VPH1 og VPH2. Der er inkluderet nye data for besparelspotentialt fra SBI og der er lagt større vægt på at analysere effekten af energiselskabernes spareforpligtigelse og økonomien i konverteringspotentialt. Der er anvendt samme normalår og klimakorrektion forudsætninger som i VPH1 og VPH2.

Samlet set er varmemeforbrugsprognosen 8% højere end grundscenariet VPH2 i 2020, 11% højere i 2035 og 6% højere i 2050. Forskellen skyldes især omfanget af konverteringer (specielt distributionsselskabernes indberetninger frem til 2025) og fjernvarmemarkedets udvikling frem mod 2035 ligner derfor i højere grad VPH2 følsomhedsanalysen "Øget varmemarked".

Følsomhedsanalyser

Der er som nævnt foretaget to følsomhedsanalyser med fokus på varmebesparelser og konvertering for at vise det potentielle spænd for varmemeforbruget. Figur 4 viser forbruget i grundscenariet og følsomhedsanalyserne.



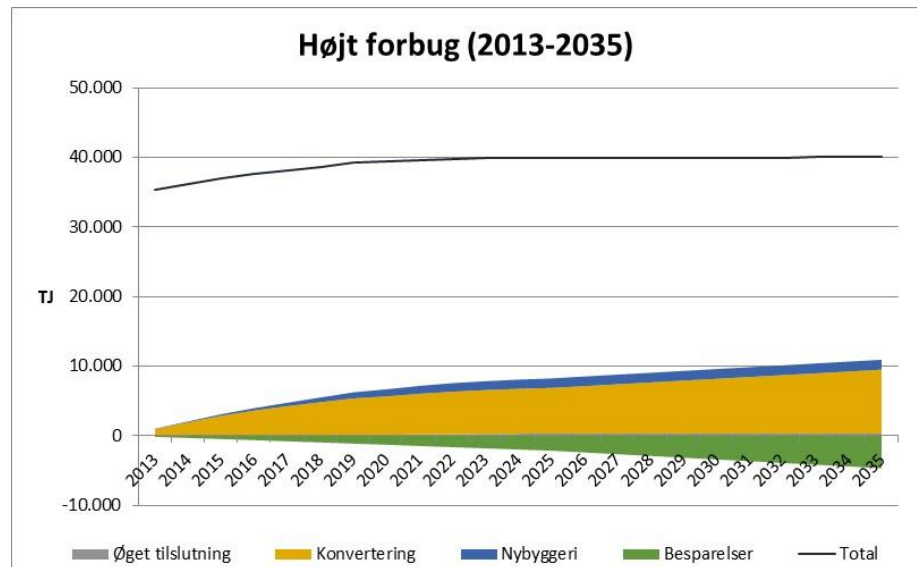
Figur 4: Varmemarkedets udvikling i grundscenariet og de to følsomhedsanalyser "Højt forbrug" og "lavt forbrug".

	2013	2015	2020	2025	2030	2035	2050
Grundscenarie	34.551	36.732	38.422	38.353	37.134	35.975	32.174
Lavt forbrug	35.150	36.323	37.611	36.926	34.327	31.915	27.792
Højt forbrug	35.383	37.012	39.387	39.867	39.950	40.031	38.943

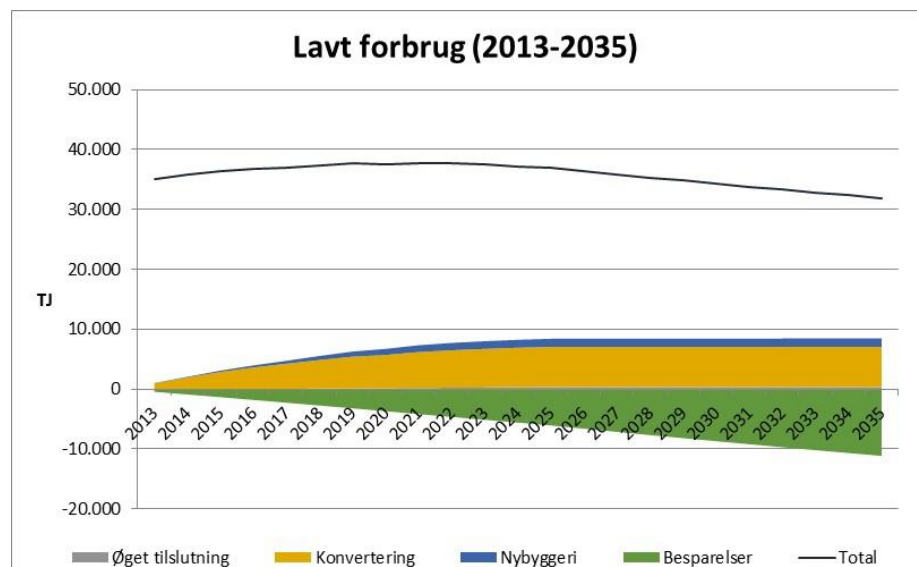
Figur 5: Varmemarkedets udvikling (TJ) i grundscenariet og de to følsomhedsanalyser "Højt forbrug" og "lavt forbrug" i nedslagsår.

Den primære konklusion som kan drages på grundlag af følsomhedsanalyserne er at der også på lang sigt vil være et omfattende fjernvarmebehov i hovedstadsområdet. Selvom besparelsesindsatsen øges væsentligt som i "lavt forbrug" scenariet, vil det tage lang tid før effekten slår igennem. Konverteringers konkurrenceevne i forhold til individuelle løsninger er derimod en parameter som på kortere sigt og med kort varsel kan ændre varmebehovet.

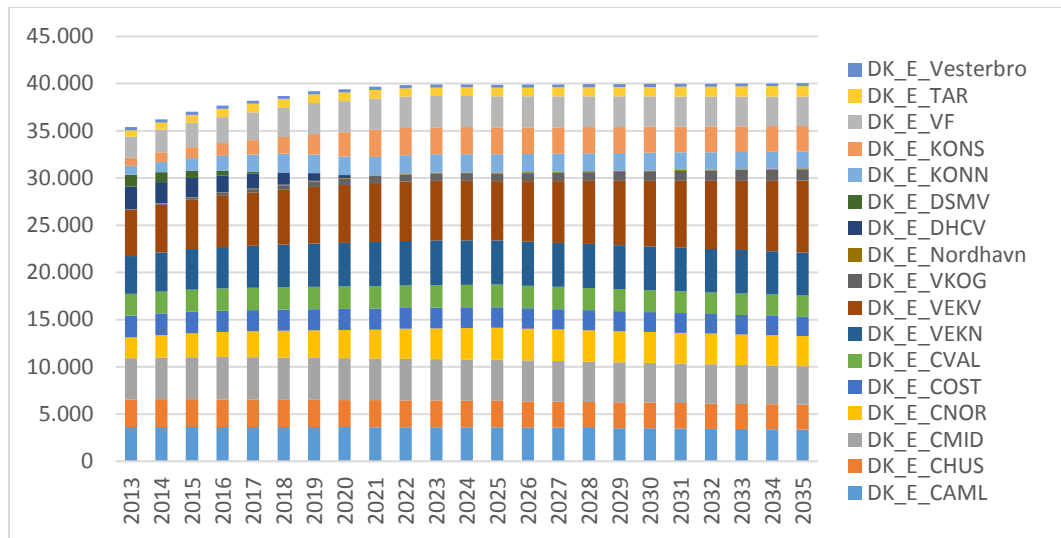
De følgende figurer viser resultaterne for følsomhedsanalyserne fordelt på forbrugsbaser og modelområder. De to følsomhedsanalyser repræsenterer yderpunkterne for den forventede udvikling hvor hhv. konverteringer og besparelser er den dominerende faktor i udviklingen.



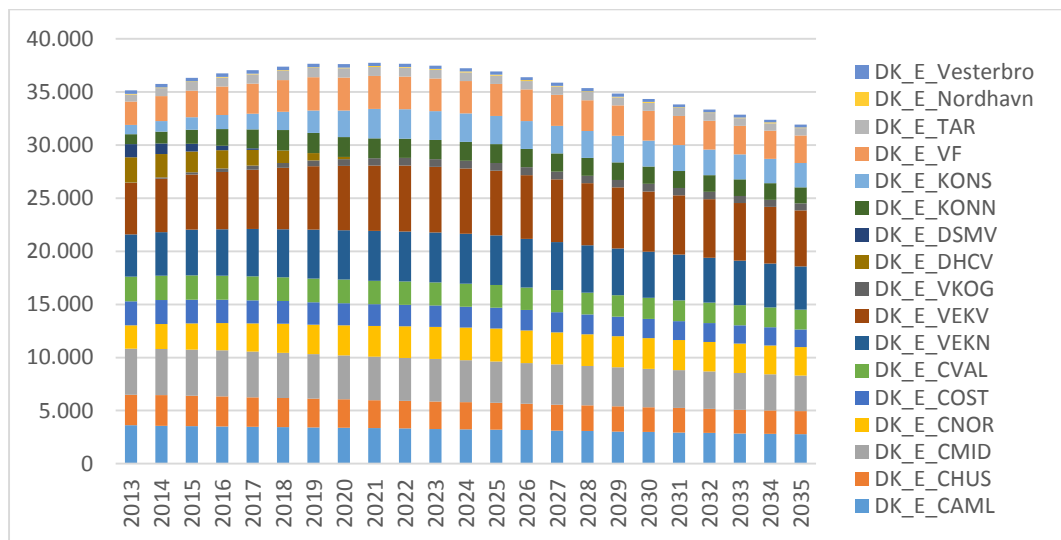
Figur 6: Varmemarkedets udvikling følsomhedsanalysen "Højt forbrug" fordelt på forbrugsbaser. Opgjort af transmissionsnet.



Figur 7: Varmemarkedets udvikling i følsomhedsanalysen "Lavt forbrug" fordelt på forbrugsbaser. Opgjort af transmissionsnet.



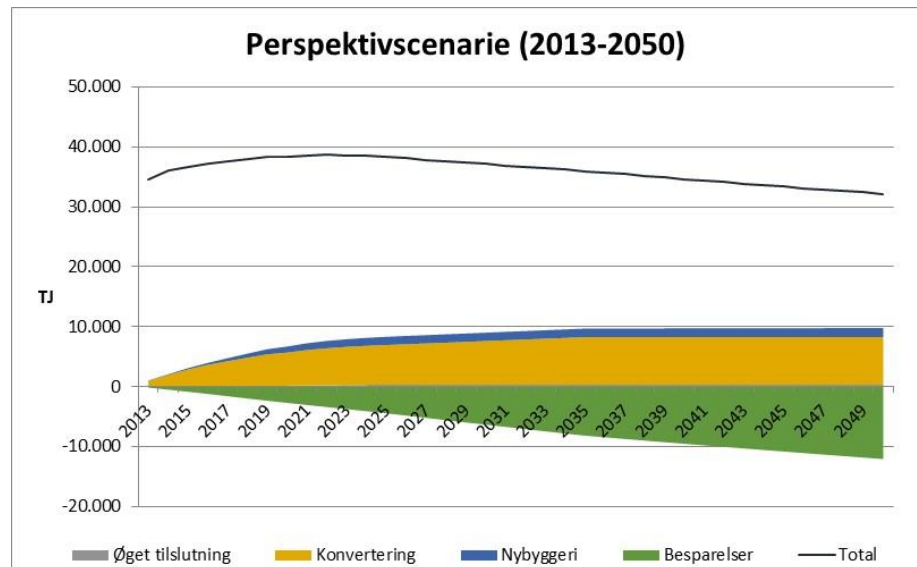
Figur 8: Varmemarkedets udvikling i følsomhedsanalysen "Højt forbrug" for 2035 opdelt på modelområder. Varmebehovet er opgjort af transmissionsnet.



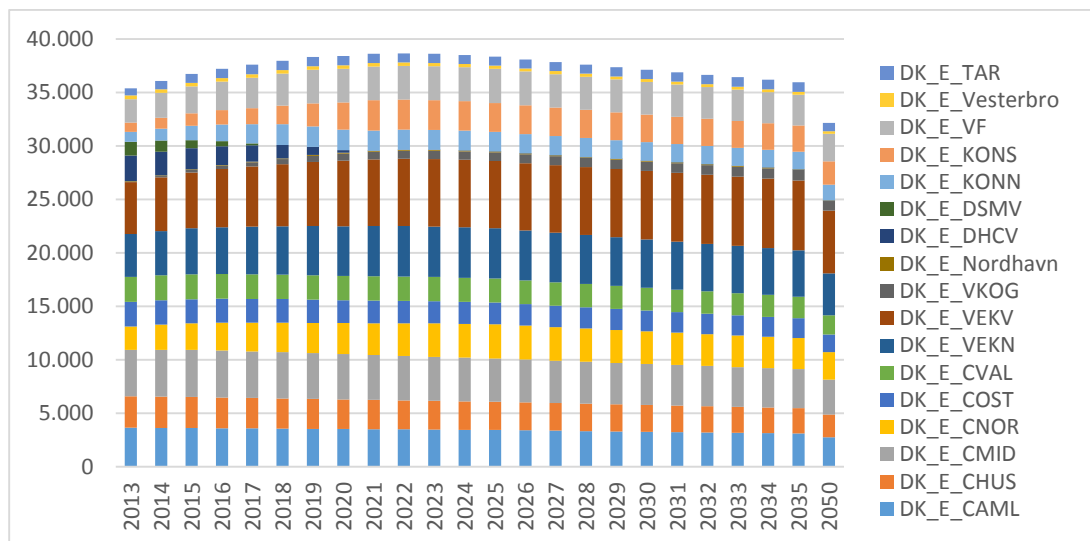
Figur 9: Varmemarkedets udvikling i følsomhedsanalysen "Lavt forbrug" for 2035 opdelt på modelområder. Varmebehovet er opgjort af transmissionsnet.

Perspektivscenariet

Figur 10 og figur 11 sammenfatter udviklingen i varmemarkedet i perspektivscenariet. Tallene for perspektivscenariet er sat i relation til udvikling i grundscenariet. Kolonnen længst til højre (2050) i figur 11 viser således varmemeforbruget i perspektivscenariet. Som det fremgår, sker der et fald i varmemeforbruget på 2,7 PJ fra 2035 til 2050, fordi udvidelsen af varmemarkedet ikke fuldt ud modsvarer den øgede varmebesparelsesindsats.



Figur 10: Varmemarkedets udvikling i perspektivscenariet fordelt på forbrugsbaser. Opgjort af transmissionsnet.



Figur 11: Varmemarkedets udvikling i perspektivscenariet for 2050 (kolonnen længst til højre) opdelt på modelområder. Varmebehovet er opgjort af transmissionsnet.

Detaljeret beskrivelse af forudsætninger for grundscenariet

Grundscenariet er varmemarkedsgruppens bedste bud på, hvordan nettoopvarmningsbehovet udvikler sig frem til 2035.

Udgangspunktet

Udgangspunktet for forbrugsudviklingen er distributionsselskabernes forventninger til varmemeforbrug baseret på distributionsselskabernes indberetninger.

Forudsætningerne er ikke nødvendigvis de samme i alle kommuner. Distributionsselskabernes indberetninger ligger til grund for omfanget af varmebesparelser, konverteringer og nybyggeri frem til 2025. Der er i enkelte tilfælde foretaget korrektioner af distributionsselskabernes indberetninger, hvor varme-markedsgruppen har vurderet, at det var relevant.

Normalår og klimakorrektion

Udgangspunktet for analysen er forbrugsdata for 2012. Dog er forbruget klimakorrigeret, hvilket indebærer en nedjustering af 2012 værdierne med 2%. Klimakorrektionen er baseret på data for Teknologisk Instituts opgørelse af graddage. Der er valgt et normalår baseret på det gennemsnitlige antal graddage over de sidste 10 år. Samme metode blev anvendt i VPH1 og VPH2¹. Man skal bemærke, at de sidste 10 år har været mildere, end hvis man går længere tilbage. Man kunne have valgt et 30-årigt gennemsnit, men i og med at vi formentligt vil opleve et varmere klima i fremtiden, vurderes det 10-årige gennemsnit at være mere retvisende.

En del af brændselsforbruget til opvarmningsformål er dog uafhængigt af udeklimaet, fx opvarmning af brugsvand, varmetab fra installationer og ledningsnet mv. Som hovedregel er 65 % af brændselsforbruget til opvarmning i husholdninger graddageafhængigt jf. Energistyrelsens Statistik. Derfor er kun 65% af forbruget graddagskorrigeret.

Det skal understreges, at et varmere (eller koldere klima) fremadrettet i sig selv udgør en ikke ubetydelig usikkerhed for prognoserne.

Varmebesparelser

Distributionsselskaberne har samlet set indberettet ca. 12% besparelser i 2025. Varmeforbruget for 2025-2035 er justeret, så der indregnes varmebesparelser svarende til 22% samlet set i 2035 i forhold til i dag (inkl. besparelser som følge af nedrivninger og deraf følgende nybyggeri). Dette er baseret på det centrale scenarie i SBI 2013-rapporten, hvor 80% af alle udskiftninger af bygningskomponenter overholder nyeste bygningsreglement (se mere herom i Bilag 1). Dette betyder en gennemsnitlig varmebesparelse på ca. 0,9% årligt i slutforbruget i perioden 2013-2035. Varmebesparelsekraften er ikke differentieret for de forskellige kommuner /afsætningsområder /Balmorel-områder.

Konverteringer

For perioden 2012-2025 er distributionsselskabernes indberetninger for konverteringer af naturgas til fjernvarme anvendt. Disse indberetninger vedrører primært konverteringer af større bygninger som etagebyggeri og kontorbyggeri, men i mindre omfang også villaer/rækkehuse.

¹ Antallet af graddage har været 8% under Teknologisk Instituts graddagsnormal som er baseret på perioden 1940-1980. Til sammenligning ligger DMIs opgørelse som er baseret på perioden 1983-2013 ca. 5% under Teknologisk instituts graddage.

Fra 2025 til 2035 er der indregnet 50% af det indmeldte potentiale for yderligere konverteringer. Dette potentiale vedrører primært villa og rækkehuse. Det er valgt kun at inkludere halvdelen af de indmeldte potentialer fordi det ikke er entydigt om fjernvarme eller individuel opvarmning vil være den mest økonomiske opvarmningsform. I bilag 3 er der foretaget en analyse af økonomien i at foretage fjernvarmekonverteringer i villaer/rækkehuse, som viser, at fjernvarme og varmepumpe er omtrent lige konkurrencedygtige, ud fra et selskabsøkonomisk perspektiv, dvs. når afgifter indregnes, mens varmepumpe-løsningen falder lidt gunstigere ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv. For varmepumpe løsninger gælder dog det forhold, at der i nogle huse vil skulle laves ændringer i varmesystemet før de kan anvendes.

De indmeldte potentialer er sammenlignet med potentialer opgivet i VPH1 samt tekniske potentialer beregnet ud fra data fra Danmarks statistik (se mere herom i Bilag 3). Det var generelt god overensstemmelse mellem de tre opgørelser. Kun i enkelte tilfælde er der foretaget mindre korrektioner af de indmeldte potentialer på grundlag af sammenligningen².

HOFOR's nuværende dampområder forudsættes konverteret til vandbaseret forsyning frem mod 2021 (se tabel 4).

Afsætningsområde	2013 TJ	2015 TJ	2020 TJ	2025 TJ
Damp Nord (SMV)	1.266	751	0	0
Damp Syd (HCV)	2.402	1.993	248	0
Konverteret område Nord	940	1.341	1.918	1.824
Konverteret område Syd	872	1.170	2.539	2.718
Total	5.481	5.255	4.705	4.543

Tabel 4: Varmebehovsprognose for HOFOR's dampforsynede område. Data inkluderer de store netbesparelser som opnås ved konvertering fra damp til vand.

Nedrivninger og erstatningsbyggeri

I Klimakommissionens baggrundsnotater (RISØ DTU og Ea Energianalyse, 2010; RISØ DTU 2010) antages at ca. 10% af den eksisterende bygningsmasse i 2008 bliver revet ned og erstattet med nyt frem til 2050. Dette betyder at nedrivninger og erstatningsbyggeri fremskrives som en årlig besparelse 0,20% efter 2025. I perioden 2026-2050 behandles nedrivninger og erstatningsbyggeri i analysen som en del af besparelsesindsatsen med udgangspunkt i data fra Klimakommissionen. Samlet set betyder dette en besparelse på 2% i 2035 og 5% i 2050.

² Bl.a. er potentialet i Tårnby hævet med 300 TJ i forhold til distributionsselskabets indberetning.

Nybyggeri, og dermed også erstatningsbyggeri, er kontrolleret af bygningsreglementet, som er planlagt strammet med 25 % i 2015 og igen i 2020. Der regnes med at nybyggeri i perioden frem til 2020 har et energiforbrug på 30% af det eksisterende (42 kWh/m²/år), mens dette vil falde til 15% efter 2020 (21 kWh/m²/år). Dette inkluderer en antagelse om, at nye bygningers varmekonsum ligger ca. 20 % over bygningsreglementet dels pga. ændret adfærd f.eks. højere komfortkrav (såkaldt rebound effekt), dels fordi bygningerne ikke fysisk lever op til kravene i bygningsreglementet. Selv hvis denne procent sats havde været 50% ville det ikke have haft stor indflydelse på fremskrivningerne, da forbruget i nybyggeri og dermed erstatningsbyggeri er meget lille.

Nybyggeri

Nybyggeri fremskrives på baggrund af distributionsselskabernes indberetninger til varmeselskaberne om omfang og tilslutning frem til 2050. Energimæssigt vil nybyggeri dog ikke fylde særligt meget pga. de høje energikrav, der stilles i bygningsreglementet.

Kun enkelte distributionsselskaber har inkluderet planer for nybyggeri efter 2025 i deres indberetninger til distributionsselskaberne. Der vil selvfølgelig forekomme nybyggeri efter 2025, så i princippet kunne man indregne et bidrag for denne forbrugsbase. Der er imidlertid stor usikkerhed i forhold til omfang og placering af nybyggeriet inden for hovedstadsområdet, hvorfor det er valgt at kun inkludere nybyggeri, som fremgår af distributionsselskabernes indberetninger.

Fjernkøling

De eneste planer, som foreligger for fjernkøling (København og Frederiksberg), er for anlæg baseret på eldrevet kompression kombineret med frikøling. Disse anlæg vil ikke påvirke efterspørgslen på fjernvarme eller damp. HOFOR har et dampdrevet anlæg, men dette benytter kun begrænsede mængder damp og forventes afviklet inden for en overskuelig årrække. Fjernkøling indgår derfor ikke i analysen.

Netttab

Lavere specifikt energiforbrug taler for, at det relative nettab i distributionsnettet vil stige. Omvendt vil løbende renoveringer nettet føre til modsatrettet tendens. I forbindelse med de forskellige scenarier for varmebesparelser er der regnet med uændret relativt nettab i indberetningerne fra distributionsselskaberne. Reduktion af nettab ved konvertering fra damp til vand er regnet som et reduceret varmebehov for det specifikke afsætningsområde.

Der i alle scenarier regnet med uændret absolut nettab i transmissionsnettet hos CTR og VEKS. Vestforbrænding har indberettet et stigende nettab grundet store udvidelser af nettet.

Referencer

Energistyrelsen (2012): "Strategisk energiplanlægning i kommunerne. KORTLÆGNING & NØGLETAL Vejledning i kortlægningsmetoder og datafangst".

Energistyrelsen (2013): "Status for energiselskabernes energispareindsats 2012". Link: <http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/dokumenter/side/status2012.pdf>

Lyngby-Taarbæk Kommune (2013). "Ambitiøs fjernvarmeplan for Lyngby-Taarbæk Kommune." 01.02.2013 Link: [http://www.ltk.dk/composite\(8859\).htm](http://www.ltk.dk/composite(8859).htm)

Rambøll (2011): "Projektforslag vedrørende fjernvarmeforsyning af Køge by og omegn."

RISØ DTU (2010): "Energiforbrug og besparelser i bygninger. Sektoranalyse "Bygninger"" Baggrundsnotat til Klimakommissionen. Link: <http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/politik/dansk-klima-energipolitik/klimakommissionen/groen-energi/baggrundsrapporter/Energiforbrug%20og%20besparelser%20i%20bygninger%20sept%202010.pdf>

RISØ DTU og Ea Energianalyse (2010): "Baggrundsnotat om referenceforløb A og fremtidsforløb A. Ambitiøst fremtidsforløb uden mulighed for nettoimport af biomasse." Baggrundsnotat til Klimakommissionen. Link: <http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/politik/dansk-klima-energipolitik/klimakommissionen/groen-energi/baggrundsrapporter/Baggrundsnotat om%20ambitioes reference%20 og fremtidsforloeb.pdf>

SBi (2009): "Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri". SBi 2009:05. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Link: <http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energibesparelser/potentielle-energibesparelser-i-det-eksisterende-byggeri>

SBi (2010): "Danske bygningers energibehov i 2050". SBi 2010:56. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Link <http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energibesparelser/danske-bygningers-energibehov-i-2050>.

SBi (2013): "Varmebesparelser ved løbende bygningsrenovering frem til 2050". SBi 2013:08. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Link:

<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energibesparelser/varmebesparelser-ved-lobende-bygningsrenovering-frem-til-2050.-netvaerk-for-energirenovering>

Vestforbrænding (2013): "Lyngby." Link: <http://www.vestfor.dk/web/varme-og-energi/lyngby1>

Bilag 1: Energiselskabernes energispareforpligtigelse

Dette bilag til rapporten "Varmemarkedets udvikling" fokuserer på betydningen af varmebesparelser for fremskrivning af nettoopvarmningsbehovet i hovedstadsområdet. Konsekvenserne af energispareforpligtelsen analyseres, herunder om hvordan forpligtelsen kan bruges som input til at fremskrive varmemeforbruget

Forpligtigelsen

Energieffektiviseringer er et centralt emne i energiaftalen af 22. marts 2012. Heri fremgår det bl.a. at net- og distributionsselskabernes energispareforpligtigelse øges med 75% svarende til i alt 10,7 PJ per år i perioden 2013-2014 og 100% svarende til i alt 12,2 PJ årligt i perioden 2015-2020 (målt i førsteårs besparelser). Det fremgår desuden af indsatsen målrettes eksisterende bygninger og erhverv, omend det ikke er beskrevet hvordan denne målretning gennemføres i praksis.

Metodefrihed

Net- og distributionsselskaberne (herefter refereret til som *energiselskaberne*) har metodefrihed til at opnå de fastsatte forpligtigelse på en omkostningseffektiv måde og er ikke begrænset af forsyningsområde eller energiart.

Inden for eget forsyningsområde og egen energiart kan energiselskaberne f.eks. benytte faglig eller finansiell bistand, herunder tilskud til virksomheder og private. Derudover kan energiselskaberne kombinere rådgivning og tilskud over for slutbrugerne.

Energiselskaberne kan uafhængigt af forsyningsområde og energiart indgå aftaler med andre aktører om realisering af energibesparelser. Eksterne aktører omfatter i aftalen af 13. november 2012 energiselskabernes egne koncernforbundne handelsselskaber, andre handelsselskaber samt uafhængige rådgivnings- og installationsvirksomheder³.

Energiselskaberne må ikke direkte forestå finansiering af energibesparelser. Dette forhindrer dog ikke, at deres involvering kan være udelukkende finansiell f.eks. når besparelsen købes af et andet energiselskab. Energibesparelser, som købes hos andre energiselskaber, skal leve op til de samme krav, som gælder for øvrige besparelser. Det vil sige, at energiselskabet, som sælger besparelsen,

³ Som led i markedsorientering skal der ske en fortsat styrkelse af mulighederne for inddragelse af eksterne aktører i forbindelse med realiseringen af besparelserne. I denne forbindelse opfattes koncernforbundne rådgivnings- og installationsvirksomheder ikke som eksterne aktører.

skal overholde samme krav til aftale om tilskrivningsret, tidspunkt for involvering, dokumentation og kvalitetssikring.

Reglerne for energiselskabernes energispareindsats er opsummeret i tabel 5. Det er vigtigt at pointere, at begrænsningerne er rettet mod energiselskabernes aktiviteter. De eksterne aktører, som indgår aftaler med energiselskaberne, er ikke underlagt de samme begrænsninger som energiselskaberne.

Aktiviteter som energiselskaber må forestå selv	Eget område OG egen energiart	Andet område ELLER anden energiart
Rådgive (en-til-en)	OK	NEJ
Informere (en-til-en)	OK	NEJ
Realiserer besparelser i ledningsnet inklusive aflæsnings- og overvågningsudstyr	OK	NEJ
Indgå aftaler med eksterne aktører	OK	OK
Tilskud til slutbrugere	OK	OK
Køb af besparelser fra andre energiselskaber	OK	OK
Kontrakt med slutbruger om finansiering med låneelement	NEJ	NEJ
Konkret realisering hos slutbruger (installationsarbejde, teknisk effektivisering)	NEJ	NEJ
Salg af energieffektivt udstyr	NEJ	NEJ
Forestå finansiering af realisering	NEJ	NEJ

Tabel 5: Regler for energiselskaberne energispareindsats. Kilde: Aftalen af 13. november 2012 om energiselskabernes energispareforpligtigelse.

Ny aftaleperiode

Aftalen af 13. november 2012 mellem klima-, energi- og bygningsministeren og net- og distributionsselskaberne inden for el, naturgas, fjernvarme og olie angiver de konkrete vilkår for energiselskabernes energispareindsats. De overordnede rammer og mål i denne aftale gælder for perioden 2013-2020, mens de konkrete retningslinjer mv. gælder dog kun for perioden fra den 1. januar 2013 til den 31. december 2015.

Aftalen inkluderer en række ændringer i forhold til den tidligere aftaleperiode. Dette omfatter bl.a.:

- Enkelte besparelser i transportsektoren inkluderes
- Kollektive solfangeranlæg omfattes kun frem til 2015
- Minimum baseline for isolering øget fra 0 til 100mm
- Energiselskaberne kan ikke yde tilskud til slutforbrugeren, hvis den simple tilbagebetalingstid derved bliver mindre end 1 år, og
- Ændringer i prioriterings- og konverteringsfaktorerne for fjernvarme

Derudover omfatter aftalen en opdatering af standardværdierne, som blev offentliggjort 1. april 2013⁴. Denne opdatering omfatter bl.a.:

- En mere entydig beskrivelse af de forskellige standardværdier, herunder "før" og "efter" situation, gyldighedsområde, mv.
- En opdatering af standardværdierne, herunder en bedre dokumentation af forudsætninger mv.
- Ændring af en række standardværdier i overensstemmelse med principperne i den nye aftale, særligt med fokus på at skabe øget additonalitet.

Fordelingen af energisparemålet fremgår af tabellen nedenfor. Spareforpligtigelsen er overordnet fordelt på brancheniveau og derefter fordelt proportionalt i forhold til selskabernes salg af energi vægtet over de seneste tre år.

PJ	2013-2014	2015
El-netselskaber	4,5	5
Naturgasselskaber	2	2,3
Fjernvarmeselskaber	3,7	4,3
Olieselskaberne	0,5	0,6
I alt	10,7	12,2

Tabel 6: Fordeling af energisparemålet.

Fjernvarmeselskabernes forpligtigelse svarer til hhv. 2,6% i 2013-14 og 3 % i 2015. Disse procentsatser er centrale for, hvordan besparelsesindsatsen som følge af energispareforpligtelsen bliver fremskrevet.

Prioriteringsfaktorer

Der skal anvendes simple prioriterings- og konverteringsfaktorer ved opgørelsen af besparelserne, med henblik på at styre indsatsen i retning af besparelser, som

- har en lang levetid
- i stor grad medvirker til at reducere bruttoenergiforbruget og
- medvirker til at reducere CO₂-udledningen særligt i de ikke kvote-belagte områder.

På nærmere angivne besparelestiltag med en levetid på under 4 år skal der anvendes en faktor på 0,5, og besparelestiltag med levetider på over 15 år inden for ikke-kvotebelagte brændsler skal der anvendes en faktor på 1,5.

⁴ <http://svk.teknologisk.dk/>

Prioriteringsfaktorer på 0,5:

- Energieffektivisering af kedler og varmeanlæg på baggrund af eftersynsordninger (Hvis levetiden af besparelsen er mindre end 1 år, kan besparelsen ikke medtælles)
- Energieffektivisering af ventilationsanlæg på baggrund af eftersynsordninger (Hvis levetiden af besparelsen er mindre end 1 år, kan besparelsen ikke medtælles)
- Indregulering af varmeanlæg (Hvis levetiden af besparelsen er mindre end 1 år, kan besparelsen ikke medtælles)
- Systematiske eftersynsordninger udover normal vedligeholdelse for motorer, pumper og procesanlæg Energiledelse

Prioriteringsfaktorer på 1,5. Punkter tilføjet med aftalen af 13. november 2012 er fremhævet med fed:

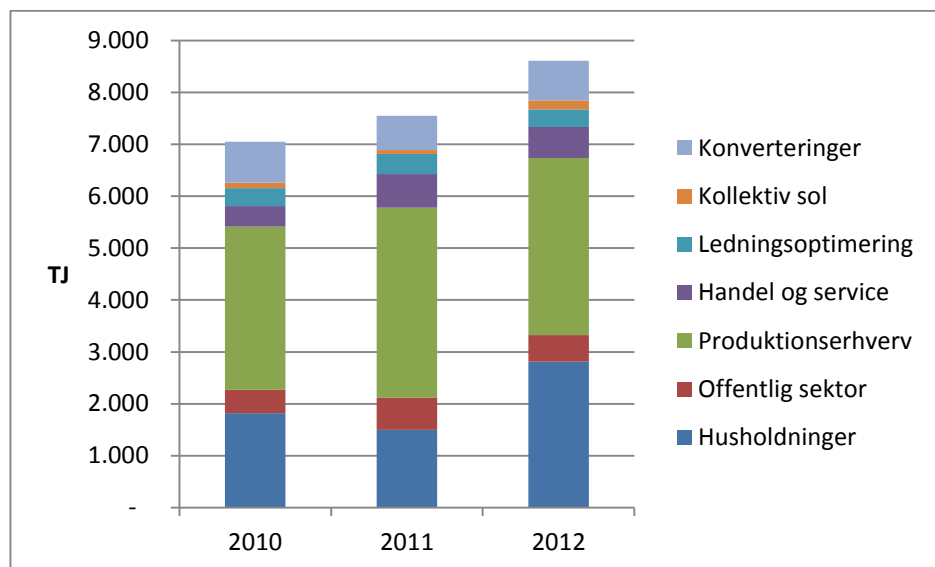
- Øget isolering af gulv, vægge og loft/tag som reducerer rumvarme-forbruget i olie- og gas-opvarmede bygninger.
- Nye **A-mærkede** vinduer og døre som reducerer rumvarme-forbruget i olie- og gasopvarmede bygninger.
- **Varmegenvinding til rumopvarmning i forbindelse med mekanisk ventilation i olie- og gas-opvarmede bygninger.**
- Øget isolering af varmtvandsbeholder og rørinstallationer i forbindelse med anlæg til rum-opvarmning i bygninger i forbindelse med anvendelse af ikke-kvotebelagte brændsler.
- Nye olie- og gaskedler i **det omfang der er tale om et ikke-kvotebelagt olie- eller gasforbrug**
- **Tilslutning af olie- og gasopvarmede bygninger til fjernvarme**
- **Installering af varmepumper som fortrænger et ikke-kvotebelagt olie- eller gasforbrug**
- Solfangere på olie- og gasopvarmede bygninger

Det bemærkes, at prioriteringsfaktoren på 1,5 ikke anvendes på varmebesparelser i fjernvarmeforsynede bygninger (fordi fjernvarmeproduktionen fra de store kraftvarmeværker er kvoteomfattet).

Ved anvendelse af standardværdier fremgår prioriteringsfaktoren af standardværdikataloget.

Indberettede besparelser

Figur 12 viser de indberettede besparelser i 2010-2012 under energiselskabernes energispareforpligtigelse fordelt på sektorer. I det følgende vil de forskellige muligheder for at opfylde spareforpligtigelsen blive gennemgået, samt hvordan de forventes at have betydning for hvor mange varmebesparelser der reelt bliver realiseret.



Figur 12. Realiserede besparelser i perioden 2010-2012 under energiselskabernes energispareforpligtigelse fordelt på sektorer.

Energiselskaberne samlet har overopfyldt deres samlede mål med 26% over aftaleperioden fra 2010-2012. Betragter man perioden fra 2006, hvor selskabernes forpligtigelse startede, til 2012 har energiselskaberne akkumuleret 121% af deres samlede forpligtigelse. Denne overopfyldelse vil blive overført til næste aftaleperiode, hvor den vil medvirke til at opfylde den væsentlig forøgede målsætning. Overopfyldelsen svarer til 60% af energispareforpligtigelsen i 2013 (Energistyrelsen 2013).

”Reelle” energibesparelser

Fjernvarmebesparelser i eksisterende bygninger (husholdninger, offentlig sektor samt handel og service) samt industri har direkte betydning for nettoopvarmningsbehovet i det forsyningsområde hvor de realiseres. Dertil kommer besparelser i produktionserhverv. Langt størstedelen af spareforpligtelsen realiseres inden for disse sektorer (hhv. 5.811 TJ, 6.424 TJ og 7.331 TJ i perioden 2010-2012). Besparelser i fjernvarme udgør samlet set knap en tredjedel af de ”reelle” energibesparelser.

Konverteringer

Energiselskaberne har mulighed for at indrapportere konverteringer fra fx gasfyret kedel til fjernvarme som en del af besparelsesindsatsen. I perioden

2010-2012 udgjorde konverteringer ca. 10% af besparelserne (hhv. 789 TJ, 659 TJ, 767 TJ). Heraf udgjorde konverteringer til fjernvarme ca. 45%.

Ved konvertering fra en energiart til en anden skal der anvendes de konverteringsfaktorer, som fremgår af tabellen nedenfor. Tabellen viser kun konverteringsfaktorer som har betydning for opgørelsen af besparelserne, dvs. ikke konverteringsfaktorer på 1 til 1.

Konvertering		Faktor der ganges på	
Fra	Til	Den energimængde, der konverteres fra	Den energimængde, der konverteres til
- El	- Fjernvarme - Kvotebelagte brændsler (olie, naturgas, kul)	2,5	1,0
- Fjernvarme - Kvotebelagte brændsler (olie, naturgas, kul)	- El	1,0	2,5
- Fjernvarme	- Ikke-kvotebelagte brændsler - Biomasse	0,8	1,0
- Ikke-kvotebelagte brændsler - Biomasse	- Fjernvarme	1,0	0,8

Tabel 7: Konverteringsfaktorer som har betydning for opgørelsen af besparelserne jf. aftalen af 13. november 2012 om energiselskabernes energispareforpligtigelse.

Tilslutning af olie- og gasopvarmede bygninger til fjernvarme er blevet tilføjet på listen over 1,5 prioriteringer. Dette betyder at de giver 50% mere i den nye periode i forhold til den gamle.

I forbindelse med konvertering fra ikke-kvotebelagte brændsler (olie, naturgas og kul) til andre forsyningsformer, herunder også et andet ikke-kvotebelagt brændsel, som har en levetid på mere end 15 år, skal både prioriterings og konverteringsfaktorerne anvendes i forbindelse med konverteringsprojekter. Ved sådanne konverteringer skal den direkte effekt således ganges med en faktor 1,5. Faktorerne er indregnet i standardværdierne.

En grov regneregul for konverteringsprojekter kan således være:

*Den besparelse der kan indregnes udgør ca. 30 % af den konverterede bygnings energiforbrug: $(1-0,8)*1,5 = 0,3$.*

På første møde i VPH3's Kommuneforum, blev der udtrykt forskellige erfaringer med energibehovet efter konvertering fra naturgas til fjernvarme. Nogle kommuner registrerer et større varmebehov end forventet efter konvertering, hvilket sandsynligvis kan tilskrives *non-energy benefits* som fx øget komfort og rumvarme temperatur, mens andre kommuner registrerer omfattende energibesparelser som følge af at slutbrugerne (specielt virksomheder) benytter lejlighed til at gennemføre energioptimeringer eller renoveringer (som muligvis indberettes separat).

Netrenoveringer

I det omfang, et energiselskab gennemfører aktiviteter, der medvirker til at reducere tabene i egne ledningsnet, kan dette medregnes som energibesparelser i henhold til reglerne specificeret i aftalen af 13. november 2012.

Energioptimeringen kan omfatte optimering/forbedring af net og rør, optimering af pumper, ventiler og andet udstyr, samt optimering af tryk og temperatur. Det er alene besparelser, som fremkommer ved valg af løsninger, som er bedre end dagens standard for nye anlæg eller ved forbedringer, som ellers ikke ville være gennemført, som kan medregnes. Dagens standard er for fjernvarmerør er defineret i et dokument, som er tilgængelig på Dansk Fjernvarmes og Energistyrelsens hjemmeside⁵.

Kun ca. 5% af de indrapporterede besparelser i perioden 2010-2012 var ledningsoptimeringer (hhv. 318 TJ, 371 TJ og 341 TJ). Det begrænsede omfang blev bl.a. tilskrevet usikkerhed om reglerne i forhold til "hvad der kan tælles med".

Aftalen af 13. november 2012 specificerede reglerne omkring opgørelse af energioptimering af fjernvarmeledningsnet, hvilket bl.a. indbefattede:

- Specifikation af forskellen mellem "teknisk udtjent" og "ikke teknisk udtjent" ledningsnet.
- At ledningsnet, ældre end 40 år, altid regnes som teknisk udtjente.

Energioptimering af ledningsnettet har betydning for fremskrivninger opvarmningsbehovet, idet varmebehovet fremskrives an net/ab værk i VPH3.

Kollektive solfangeranlæg

Som noget nyt kunne energiselskaberne fra 2010 medregne etablering af kollektive solfangeranlæg i forbindelse med fjernvarmeforsyning i opfyldelsen af deres forpligtigelse. Som følge af aftalen af 13. november 2012 kan kollektive solfangeranlæg dog kun medregnes til og med 2015.

⁵ <http://www.ens.dk/forbrug-besparelser/energiselskabernes-sparsindsats/dokumenter-energiselskabernes-sparsindsats>

Kollektive solfangeranlæg blev kun i meget begrænset omfang indrapporteret i perioden 2010-2012, ca. 2% (106 TJ, 79 TJ og 170 TJ) af de samlede indrapporterede besparelser til Energistyrelsen.

Opførelse af kollektive solfangeranlæg vil ikke have indflydelse på fjernvarmeefterspørgslen, og bør derfor i princippet fraregnes i forhold til forpligtigelsens indflydelse på udviklingen af varmemarkedet. Der er dog tale om en ubetydeligt effekt i fremskrivningssammenhæng.

Transport

Tidligere har kun intern arbejdskørsel, herunder brug af landbrugstraktorer, vandingsmaskiner m.v. kunne medregnes som en energibesparelse, da det betragtes som en del af erhvervenes procesenergiforbrug.

Besparelser i transport indgår i aften af 13. november 2012. Besparelser i transportsektoren afgrænses til følgende tiltag med tilhørende fastsatte opgørelsesmetoder:

- 1) Udskiftning af vognpark til energieffektive personbiler
- 2) Udskiftning af vognpark til energieffektive varevogne
- 3) Montering af brændstofbesparende dæk
- 4) Montering af automatisk dæktrykskontrol

Når aftalen genforhandles i løbet af 2015, vurderes det på baggrund af de indsamlede erfaringer hvilken rolle transport skal have i forhold til opfyldelse af forpligtelsen fremadrettet.

Besparelser i transport vil naturligvis ikke have indflydelse på fjernvarmeefterspørgslen, og bør derfor fraregnes i forhold til forpligtigelsens indflydelse på udviklingen af varmemarkedet. I og med, at transport er en ny sektor i forbindelse med energispareforpligtigelsen, er der dog ikke historiske data for, i hvor stort omfang denne mulighed benyttes.

Overskudsvarme

Udnyttelse af overskudsvarme kan indberettes som en besparelse under energiselskabernes energispareforpligtigelse. Energiselskabernes besparelsesindsats er rettet mod energibesparelser i det endelige energiforbrug (slutforbruget af energi) i Danmark samt reduktion af tabene i transmissions- og distributionsnettene.

Det endelige energiforbrug og reduktionerne heri opgøres netto, dvs. som forskellen mellem den samlede tilførte energimængde og energimængder som leveres ud af virksomheden, f.eks. i form af overskudsvarme. Overskudsvarme, som leveres fra kollektive produktionsanlæg og raffinaderier, kan dog ikke medregnes i opgørelsen. jf. aftalen af 13. november 2012, Bilag 1, pkt. 3, 11 og 12.

Reglerne er i forbindelse overskudsvarme er blevet præciseret i aftalen af 13. november 2012 i forhold til aftalen af 20. november 2009 (Bilag 1, pkt. 3 og 8), men der er ikke blevet inkluderet eller ekskluderet nye besparelsesmuligheder i forhold til tidligere.

Jf. energiaftalen af 22. marts 2012 udarbejdes der en analyse af mulighederne for bedre udnyttelse af overskudsvarme fra industri. Problemstillingen drøftes i energiaftalens forligskreds inden medio 2013.

Fremskrivninger

Hvor forpligtelsen i 2012 svarede til ca. 1,5 % af energiselskabernes salg, ligger den fra 2015 på ca. 3 % af salget. Det er oplagt, at dette potentielt er et meget kraftigt virkemiddel til besparelser. Hvis man forudsatte, at varmedistributionsselskaberne indfrie deres forpligtelse via varmebesparelser, kunne det i princippet medføre besparelser på 20 % i perioden 2013 til primo 2020 ($2 \cdot 2,5 \% + 5 \cdot 3\%$). Dette regneeksempel gælder imidlertid kun hvis besparelsetiltagene har lang levetid. Hvis besparelserne foretages i industri og produktionsmetoden ændres efter et par år, så er investeringen i besparelser tabt.

En række forhold taler desuden for at effekten formentlig vil blive væsentlig mindre, bl.a. at selskaberne har vid grad af metodefrihed til at finde besparelserne – forpligtelsen kan både opfyldes ved tiltag inden for selskabet eget forsyningsområde, uden for eget forsyningsområde – og ofte kan de hentes billigere i fx industrien. Desuden kan en række tiltag – som ikke egentlige besparelser i slutforbruget – bruges til at opfylde spareforpligtelsen, det gælder fx konverteringer fra olie eller gasfyring til fjernvarme.

Der implementeres imidlertid også besparelsetiltag som ligger uden for energiselskabernes energispareforpligtigelse. Fx har HOFOR flere initiativer i forbindelse med energiledelse og temperaturstyring som ikke kan rapporteres under forpligtelsen. Adfærd har stor indflydelse på varmeanlægget og erfaringer fra København viser, at man kan opnå ca. 10% ved at optimere på driften af varmeanlæg.

I en fremskrivning af besparelsesindsatsen er det distributionsselskabernes samlede forpligtigelse om udgør udgangspunktet. Som beskrevet ovenfor vil nogle "besparelser" som kan indberettes under forpligtigelsen vil ikke resultere i et reduceret nettoopvarmningsbehov. Dette omfatter:

- Besparelser i kollektive solfangeranlæg, transport og industri
- Konverteringer tæller en tredjedel af energiforbruget om en besparelse, samtidig øges nettoopvarmningsbehovet
- Initiativer planlagt ud over forpligtigelsen.

Fremskrivningen kan foretages enten tage udgangspunkt i det afgrænsede VPH system, baseret på distributionsselskabernes planer og forventninger eller det åbne system, baseret historiske fordelinger

Tager man udgangspunkt i det afgrænsede system baseret på distributionsselskabernes planer og forventninger:

- Hvor mange konverteringer er der planlagt
- Er der strategi om at gennemfører alle besparelser lokalt
- Hvor meget købt på markedet uden for forsyningsområdet
- Hvor meget forventes at hentes i industri/transport/sol inden for forsyningsområdet
- Hvor mange besparelser er der "tilbage" herefter.

Denne tilgang anses for at være afspejlet i distributionsselskabernes indberetninger, og svare derfor til varmebesparelserne grundscenariet. Samlet set er der indberettet besparelser svarende til 10% besparelser i 2025 (0,7% per år).

Tager man derimod udgangspunkt i det åbne system, baseret på selskabernes planer og historiske fordelinger er spørgsmålet i højere grad om der er nogen grund til at forvente at hovedstadsområdet har særlige karakteristika som betyder at besparelserne vil blive realiseret anderledes end gennemsnittet i Danmark fx i forhold til besparelspotentiale/renoveringsstrategier, andel af industri mv.

- Hvordan har besparelserne historisk fordelt sig på "reelle besparelser" og andre initiativer, evt. justeret for identificerede forskelle.
- Hvor mange besparelser er der "tilbage" herefter.

Med udgangspunkt i de tekniske potentialer er der ikke nogen grund til at besparelser vil søge hverken til eller fra hovedstadsområdet. Over de seneste tre år har reelle fjernvarmebesparelser udgjort knap 30 procent af forpligtigelsen.

Hertil kommer fjernvarmebesparelser som ikke bliver indberettet under forpligtigelsen, hvilket vil forøge procentsatsen en smule. Med en årlig spareforpligtigelse på 3% kan effekten således forventes at være omkring 1% af det eksisterende forbrug hvert år. Antages spareforpligtigelsen at fortsætte efter 2020 i samme størrelsesorden og antages potentialet for konverteringer at være opbrugt i 2035, jf. regeringens strategi for et fossilfrit varmesystem, vil den årlige effekt af spareforpligtigelsen herefter være 1,15% i det konverteringer til fjernvarme historisk har udgjort ca. 5% af de indberettede besparelser.

Opsamling

Fjernvarmeselskaberne skal samlet set spare 2,6% i 2013-14 og 3 % i 2015-2020 som følge af Energiaftalen af 22. marts 2012 og Aftalen af 13. november 2012 med klima-, energi- og bygningsministeren. For perioden 2010-2012 er knap en tredjedel af de realiserede besparelser sket i fjernvarme. Af de besparelser der kan tælles med i opfyldelsen af forpligtelsen, som ikke er traditionelle energibesparelser (konverteringer, kollektive solfangeranlæg, transport og overskudsvarme) det kun omfanget af konverteringer som vurderes at have en betydeligt (negativ) indflydelse effekten af spareforpligtigelsen.

Foretages fremskrivningen med udgangspunkt i det afgrænsede VPH system, baseret på distributionsselskabernes planer og forventninger betyder dette en besparelsesprocent på 0,7% per år (2012-2025). Dette adskiller sig således en smule fra en fremskrivning med udgangspunkt i det åbne system, baseret historiske fordelinger frem til 2035, hvor den årlige besparelsesprocent ville være 1%.

Bilag 2: Teknisk og økonomisk potentiale for varmebesparelser

I det følgende præsenteres et overslag over varmebesparelspotentialet i bygninger inden for Varmeplan Hovedstadens 3's forsyningsområde. Følgene emner behandlet:

- SBI's 2013 rapport
- SBI's 2010 rapport
- Enhedsforbrug og energisparepotentiale
- Hvor bygningstyperne med stort potentiale er placeret
- Økonomisk potentiale
- Total og marginale omkostninger ved varmebesparelser
- Økonomisk rentabilitet

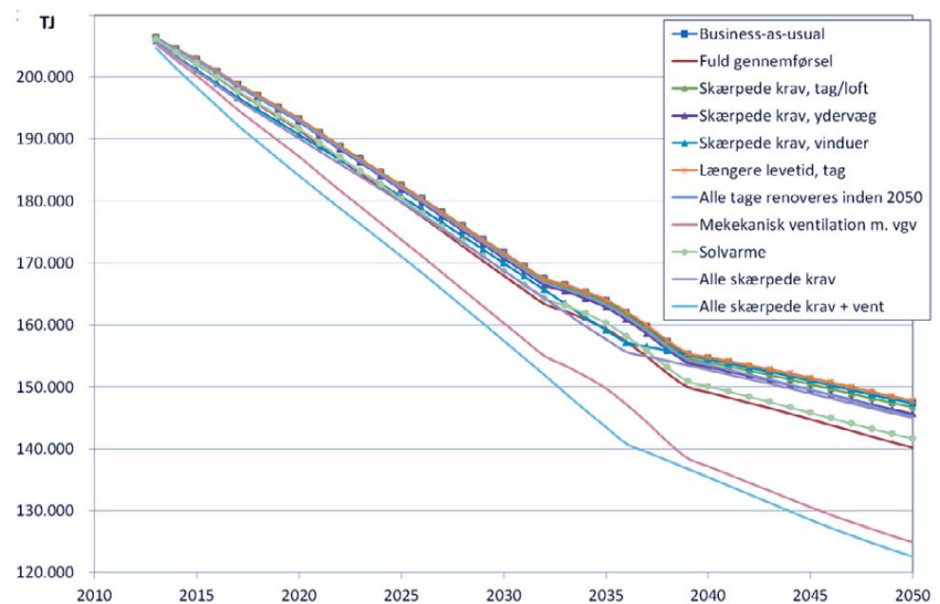
SBI's 2013 rapport

SBI har i 2013 udarbejdet en baggrundrapport til regeringens energirenoveringsstrategi, der viser, at der kan spares 28,5% på varmekonsumet i den eksisterende bygningsmasse i perioden 2012 til 2050 i det centrale scenarie (scenarie A). I dette scenarie gennemføres renovering af den danske bygningsmasse i den takt, hvor de enkelte bygningskomponenter er udtjente, og energimæssige forbedringer sker i det samme omfang, som det historisk er sket.

Scenariet tager højde for, at ikke alle renoveringsarbejder i praksis overholder gældende bygningsreglement, idet der regnes med at 80% af alle udskiftninger af bygningskomponenter overholder reglerne. Dette svarer til, at 20 % af det berørte areal ikke bliver opgraderet på grund af tekniske, arkitektoniske eller økonomisk rentable forbehold. I rapporten er der regnet på forskellige scenarier, hvoraf det største yderligere potentiale fås ved etablering af varmegenvindingsanlæg, hvorved potentialet stiger til 40 %.

Det mest optimistiske kombinationsscenarie belyser den samlede effekt ved en stramning af kravene til klimaskærmen (kombination af skærpede krav til loft/tage, til ydervægge og til vinduer). Dette er suppleret med installation af mekanisk ventilation med varmegenvinding i forbindelse med renovering/udskiftning af tagdækning på skrå tage.

Generelt knækker forbruget for alle scenarier omkring 2037, hvilket skyldes, at på dette tidspunkt er alle vinduer opgraderet svarende til kravene til vinduer i 2020, og at der derfor ikke opnås yderligere besparelser uden stramning af kravene eller udvikling af vinduernes energimæssige ydeevne.



Figur 13. *Udvikling i netto-energiforbrug til rumopvarmning og varmt brugsvand i SBI's scenarier for energirenovering (SBI, 2013). Det centrale scenarie forudsætter, at 80% af det berørte areal for tag og ydervægge bliver efterisoleret, når bygningskomponenterne all*

Ud over data fra SBI-analysen er det nødvendigt med viden om hastigheden af nedrivning af den eksisterende bygningsmasse, omfanget af nybyggeri samt info om flytning mellem land og by for at vurdere det tekniske potentiale og for varmebesparelser. Dette er imidlertid ikke inkluderet i nedenstående resultater (dvs. tabeller s. 35 og frem).

Bilagsrapporten med baggrundsdata for SBI 2013 rapporten er imidlertid stadig under udarbejdelse. Detaljerede oplysninger om energisparepotentiale og omkostninger i forbindelse med realiseringen af en del af potentialet for forskellige bygningstyper og opførelsesår er således endnu ikke tilgængelige.

I det følgende er der derfor brugt baggrundsdata for scenarie A fra rapporten "Danske bygningers energibehov i 2050", udarbejdet af Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) i 2010. Ifølge udsagn fra forfatterne er beregningerne fra 2010 ikke helt retvisende for hvordan udviklingen kan forventes at ske og de modellerede scenarier er derfor ikke oplagte at bruge til fremskrivninger. Vi har dog valgt at anvende baggrundsdata fra SBI 2010 rapporten, da de er det bedste, der haves netop nu.

På baggrund af SBI 2010-rapportens scenarie A er det tekniske potentiale for at realisere varmebesparelser i hovedstadsområdet således vurderet. Dette

sammenlignes med landsdata for at vurdere om besparelserne vil søge til hovedstadsområdet

SBi's 2010 rapport

Potentiale vurderingen i SBI 2010 rapporten er baseret på data fra energimærkningsordningen, som er ekstrapoleret til den samlede danske bygningsmasse på baggrund af informationer fra Bolig- og Bygningsregistret (BBR) og Danmarks Statistik.

På baggrund heraf er der opstillet modeller af fem bygningskategorier inden for ni tidstypiske byggeperioder, som bygningerne fremgår i dag. Hver periode repræsenterer en byggeskik eller skærpede energikrav i de gældende bygningsreglementer.

Dernæst er energiforbruget til varme og varmt vand i bygningerne beregnet. Efterfølgende er der foretaget en beregning af bygningernes energiforbrug på baggrund af tre forskellige scenarier for gennemførelse af energiforbedringer af klimaskærmen, ventilation med varmegenvinding og solvarmeanlæg til varmt brugsvand, frem mod 2050:

- Scenarie A – en reduktion af energiforbruget på 52%⁶
- Scenarie B – en reduktion af energiforbruget på 65%
- Scenarie C – en reduktion af energiforbruget på 72%

I nedenstående tages der udgangspunkt i scenarie A, da det vurderes at være det mest realistiske, bl.a. set i lyset af den historiske udvikling. I Scenarie A er der følgende andel af de enkelte bygningsselementer antaget forbedret: Ydervægge 50%, Lofter 75%, Gulve 50%, Vinduer 75%, Varmt brugsvand 50%, Ventilation 75/50% (For byggeperioderne 1999-2006 og efter 2007 er der anvendt en lidt lavere forbedringsandel for ventilation med varmegenvinding og solvarmeanlæg, da andelen der allerede har dette installeret antages at være større.)

På baggrund af SBI 2010-rapportens scenarie A er det økonomiske potentiale for at realisere varmebesparelser i hovedstadsområdet vurderet i det følgende. Dette sammenlignes med landsgennemsnit for at vurdere om besparelserne vil søge til hovedstadsområdet. Sammenligningen baseres på data fra SBI og Danmarks Statistik.

⁶ Hvis solvarme ikke medregnes vurderer Energistyrelsen, at den samlede besparelse bliver 3-5% mindre. Kilde: Energistyrelsen 2011.

Enhedsforbrug og energisparepotentiale

Tabellen nedenfor viser det af SBI beregnede enhedsforbrug i GJ pr. m² til varme og varmt brugsvand før implementering af energibesparende tiltag. De røde markeringer viser, hvor forbruget er højest, og de grønne hvor det er lavest. Det fremgår, at det højeste enhedsforbrug findes i parcelhuse og rækkehuse bygget i perioderne 1931-1950 og 1951-1960.

Periode	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etagebolig	Kontor/Handel
Før 1850	0,526	0,531	0,519	0,491	0,347
1850-1930	0,551	0,557	0,592	0,551	0,370
1931-1950	0,592	0,656	0,667	0,567	0,571
1951-1960	0,590	0,665	0,641	0,503	0,487
1961-1972	0,455	0,491	0,460	0,444	0,442
1973-1978	0,350	0,400	0,358	0,419	0,396
1979-1998	0,258	0,308	0,273	0,408	0,333
1999-2006	0,236	0,245	0,219	0,274	0,253
2007-	0,132	0,173	0,159	0,187	0,183

Tabel 8: Beregnet enhedsforbrug (GJ/m² pr. år) til varme og varmt brugsvand før implementering af energibesparende tiltag. Enhedsforbruget dækker ikke arealet for fredede bygninger og bygninger uden varmeinstallation. Kilde: SBI 2010.

Beregnes besparelspotentialet i GJ pr. m² ses det, at det største potentiale især findes i byggeri fra 1931-1950. De grønne markeringer viser, hvor potentialet er størst, og de røde hvor det er lavest. Det skal bemærkes, at der også inden for handel & service og etageboliger findes et betydeligt besparelspotentiale i denne periode. Besparelspotentialet ses i Tabel 9.

Periode	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etagebolig	Kontor/Handel
Før 1850	0,252	0,239	0,233	0,257	0,189
1850-1930	0,263	0,258	0,281	0,335	0,222
1931-1950	0,305	0,327	0,336	0,340	0,352
1951-1960	0,306	0,310	0,318	0,306	0,298
1961-1972	0,230	0,225	0,224	0,275	0,253
1973-1978	0,182	0,190	0,184	0,265	0,228
1979-1998	0,134	0,138	0,127	0,251	0,197
1999-2006	0,103	0,083	0,079	0,137	0,118
2007-	0,072	0,072	0,066	0,110	0,097

Tabel 9: Beregnet besparelspotentiale (GJ/m² pr. år) i SBI-scenarie A, ekskl. øget elforbrug til ventilation. Kilde: SBI 2010.

Fra Danmarks Statistik er der indhentet data om fordelingen af bygninger på bygningskategorier og opvarmningsform. Ved at kombinere data fra Danmarks Statistik og SBI, er det muligt at estimere energiforbrug og energibesparelspotentialer i kommunerne.

SBI har estimeret energiforbrug, potentialer og omkostninger, for nogle anvendelses typer af bygninger, disse estimater er ekstra poleret til andre Danmarks Statistik bygningskategorier (som der er væsentlig flere af), som de antages at kunne repræsentere. Anvendelsestyper med (-) indgår ikke i beregningerne. Dette skal opdateres med 2013-rapporten, da der her regnes på flere anvendelsestyper. Anvendelses typer som indgår i beregningerne

Anvendelse (Danmarks Statistik)	Anvendelse (SBI 2010)	Anvendelse (VPH3)
Anden bygning til produktion	-	-
Anden bygning til transport, h	-	-
Anden helårsbeboelse	-	-
Andre fritidsformål	-	-
Andre institutioner	-	-
Avls- og driftsbygninger	-	-
Biblioteker, kirker, museer, t	-	Kontor/Handel
Daginstitutioner	-	Kontor/Handel
Døgninstitutioner	-	Kontor/Handel
El-, gas- vand- og varmeværker	-	-
Etageboligbebyggelse	Etagebolig	Etagebolig
Fabrikker, værksteder o.l.	-	-
Feriekoloni, vandrehjem	-	-
Hospital, sygehjem o.l.	-	Kontor/Handel
Hotel, restauration, frisør, v	-	Kontor/Handel
Idrætshaller, klubhuse	-	Kontor/Handel
Kollegier	-	Etagebolig
Kolonihavehuse	-	-
Kontor, handel, lager heru. of	Kontor/Handel	Kontor/Handel
Parcelhuse	Parcelhuse	Parcelhuse
Række-, kæde- og dobbelthuse	Rækkehuse	Rækkehuse
Sommerhuse	-	-
Stuehuse	Stuehuse	Stuehuse
Transport- eller garageanlæg	-	-
Ukendt Anvendelse	-	-
Undervisning, forskning o.l.	-	Kontor/Handel
Uoplyst enhedsanvendelse	-	-

Tabel 10: Anvendelsestyper som indgår i beregningerne.

Hvor er bygningstyperne med stort potentiale placeret?

De to tabeller nedenfor viser data for fjernvarmede bygninger inden for Varmeplan Hovedstadens 3's forsyningsområde som ikke er frednings- eller bevaringsværdige, inden for de kategorier som SBI har data for, samt bygningstyper som vurderes at kunne repræsenteres ved SBI's data. De grønne markeringer viser, hvor potentialet er størst, og de røde hvor det er lavest. Som vist i tabel 11 findes det største absolutte potentiale ikke overraskende i etageboliger – specielt i bygninger opført mellem 1850-1950. Det største relative potentiale for besparelser ligger inden for etageboliger og kontor/handel opført før 1998 (se tabel 12).

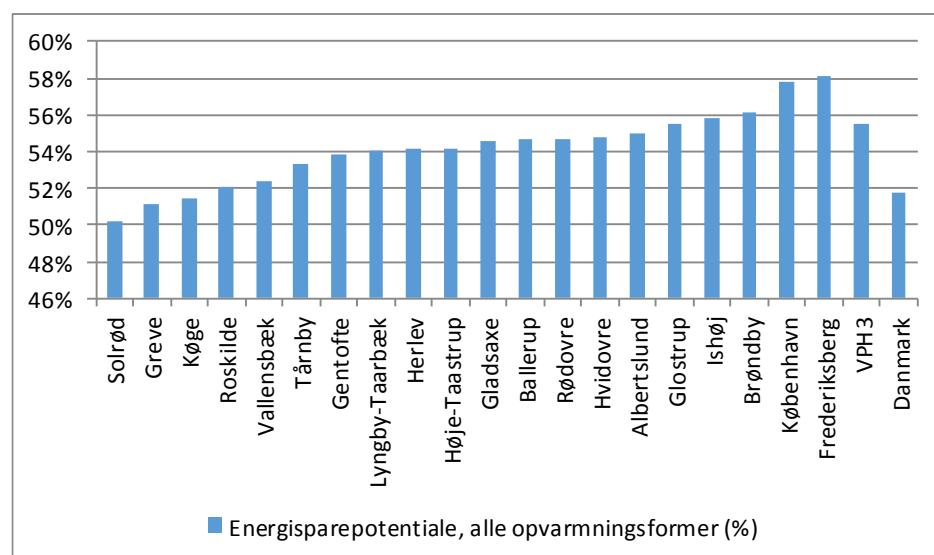
Periode	Parcelhuse (inkl. stuehuse)	Kontor/Handel	Rækkehuse	Etagebolig	Total
Før 1850	23.845	350.823	38.365	1.234.917	1.647.949
1850-1930	223.108	483.853	66.566	2.835.989	3.609.517
1931-1950	310.903	500.286	88.772	2.564.676	3.464.636
1951-1960	129.021	359.617	119.667	961.784	1.570.088
1961-1972	132.324	726.928	175.605	1.027.020	2.061.878
1973-1978	67.679	754.754	211.921	936.922	1.971.276
1979-1998	20.237	626.433	102.127	622.923	1.371.721
1999-2006	10.664	176.329	6.915	74.641	268.549
2007-	9.871	136.845	14.263	185.705	346.685
Total	927.349	4.115.869	824.201	10.444.576	16.312.299

Tabel 11: Beregnede energisparepotentialer (GJ) i Varmeplan Hovedstadens 3's forsyningsområde fordelt på bygningstyper og periode for opførelsesår. Beregnet ud fra SBI 2010. Kun fjernvarmeforsynede bygninger uden fredningskode.

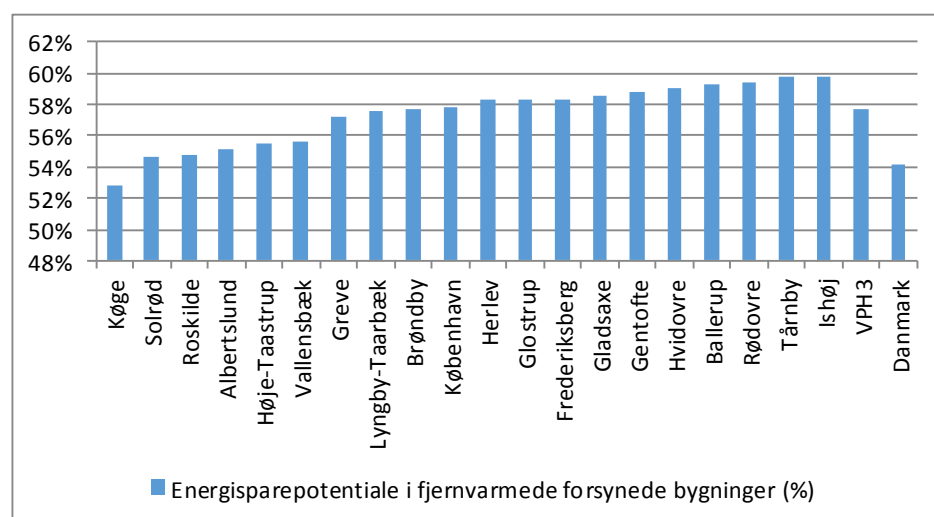
Periode	Parcelhuse (inkl. stuehuse)	Kontor/Handel	Rækkehuse	Etagebolig	Total
Før 1850	45%	54%	45%	52%	52%
1850-1930	46%	60%	47%	61%	59%
1931-1950	50%	62%	50%	60%	59%
1951-1960	47%	61%	50%	61%	58%
1961-1972	46%	57%	49%	62%	58%
1973-1978	47%	58%	51%	63%	59%
1979-1998	45%	59%	47%	61%	59%
1999-2006	34%	47%	36%	50%	46%
2007-	42%	53%	42%	59%	55%
Total	47%	58%	49%	60%	58%

Tabel 12: Beregnede energisparepotentialer (%) i Varmeplan Hovedstadens 3's forsyningsområde fordelt på bygningstyper og periode for opførelsesår. Beregnet ud fra SBI 2010. Kun fjernvarmeforsynede bygninger uden fredningskode.

Figur 14 og figur 15 nedenfor viser potentialet af varmebesparelser fordelt på kommuner. Figur 14 inkluderer alle bygninger med varmeinstallation mens figur 15 kun viser fjernvarmeforsynede bygninger. Data for figurene er vist i tabel 13 og tabel 14.



Figur 14: Energisparepotentiale per kommune. Beregnet ud fra SBI 2010. Figuren viser alle opvarmningsformer uden fredningskode.



Figur 15: Energisparepotentiale per kommune. Beregnet ud fra SBI 2010. Figuren viser fjernvarmeforsynede bygninger uden fredningskode.

Kommune	Energiforbrug før energispa- reindsats (GJ)	Energiforbrug efter energi- spareindsats (GJ)	Energispare- potentiale (GJ)	Energispare- potentiale (%)
Solrød	607.119	302.110	305.008	50%
Greve	1.415.007	691.920	723.087	51%
Køge	1.975.037	958.319	1.016.719	51%
Roskilde	2.704.588	1.296.869	1.407.719	52%
Vallensbæk	352.353	167.737	184.616	52%
Tårnby	1.201.386	560.285	641.102	53%
Gentofte	2.341.426	1.079.859	1.261.567	54%
Lyngby-Taar- bæk	1.969.372	904.195	1.065.177	54%
Herlev	884.350	405.772	478.578	54%
Høje-Taastrup	1.544.115	707.947	836.168	54%
Gladsaxe	1.979.634	899.318	1.080.316	55%
Ballerup	1.555.422	705.302	850.120	55%
Rødovre	1.116.533	506.130	610.403	55%
Hvidovre	1.630.667	737.349	893.318	55%
Albertslund	950.408	427.452	522.955	55%
Glostrup	779.438	346.682	432.756	56%
Ishøj	589.874	260.512	329.362	56%
Brøndby	1.097.721	481.703	616.019	56%
København	17.098.889	7.218.893	9.879.996	58%
Frederiksberg	3.206.502	1.341.653	1.864.849	58%
I alt VPH3 kommuner	44.999.843	20.000.005	24.999.838	56%
Danmark	231.503.291	111.644.274	119.859.016	52%

Tabel 13: Beregnet energiforbrug til opvarmning per kommune og energisparepotentiale. Beregnet ud fra SBI 2010. Tabellen omhandler alle opvarmningsformer uden fredningskode.

Kommune	Enhedsforbrug før energispareindsats (GJ)	Enhedsforbrug efter energispareindsats (GJ)	Energisparepotentiale (GJ)	Energisparepotentiale (%)
Køge	119.557	56.390	63.167	53%
Solrød	189.472	85.908	103.564	55%
Roskilde	1.388.179	627.933	760.246	55%
Albertslund	796.722	357.039	439.682	55%
Høje-Taastrup	917.714	408.185	509.530	56%
Vallensbæk	162.256	71.914	90.342	56%
Greve	345.828	147.813	198.015	57%
Lyngby-Taarbæk	661.646	280.418	381.228	58%
Brøndby	764.581	323.476	441.105	58%
København	15.947.230	6.718.647	9.228.583	58%
Herlev	317.206	132.322	184.883	58%
Glostrup	238.303	99.323	138.980	58%
Frederiksberg	2.958.605	1.232.146	1.726.459	58%
Gladsaxe	402.553	166.669	235.885	59%
Gentofte	658.999	271.321	387.678	59%
Hvidovre	762.449	312.189	450.259	59%
Ballerup	467.149	190.153	276.996	59%
Rødovre	431.202	175.164	256.038	59%
Tårnby	428.013	172.258	255.754	60%
Ishøj	307.394	123.489	183.905	60%
I alt VPH3 kommuner	28.265.055	11.952.756	16.312.299	58%
Danmark	100.471.211	46.076.183	54.395.028	54%

Tabel 14: Beregnet energiforbrug til opvarmning per kommune og energisparepotentiale. Beregnet ud fra SBI 2010. Kun fjernvarmeforsynede bygninger uden fredningskode.

Tabel 15 nedenfor viser besparelspotentialer for fjernvarmeforsynede bygninger, som ikke er frednings eller bevaringsværdige, inden for de kategorier som SBI har data for, samt bygningstyper som vurderes at kunne repræsenteres ved SBI's data fordelt på anvendelsesform.

Kommune	Parcelhuse	Stuehuse	Kontor/ Handel	Rækkehuse	Etagebolig	Total
Køge	45%	48%	58%	46%	60%	53%
Solrød	46%		58%	49%	62%	55%
Roskilde	47%	49%	57%	47%	61%	55%
Albertslund	46%		58%	49%	63%	55%
Høje-Taastrup	46%	52%	58%	49%	62%	56%
Vallensbæk	44%		57%	50%	62%	56%
Greve	47%		57%	49%	62%	57%
Lyngby-Taarbæk	46%		57%	49%	61%	58%
Brøndby	45%		58%	49%	62%	58%
København	48%		58%	48%	59%	58%
Herlev	48%		58%	50%	62%	58%
Glostrup	38%		58%	47%	61%	58%
Frederiksberg	47%		58%	48%	59%	58%
Gladsaxe	42%		57%	49%	61%	59%
Gentofte	46%		56%	48%	60%	59%
Hvidovre	48%		58%	49%	61%	59%
Ballerup	45%		57%	50%	62%	59%
Rødovre	46%		58%	49%	61%	59%
Tårnby	49%		56%	51%	61%	60%
Ishøj	47%		58%	51%	63%	60%
VPH3	47%	49%	58%	49%	60%	58%

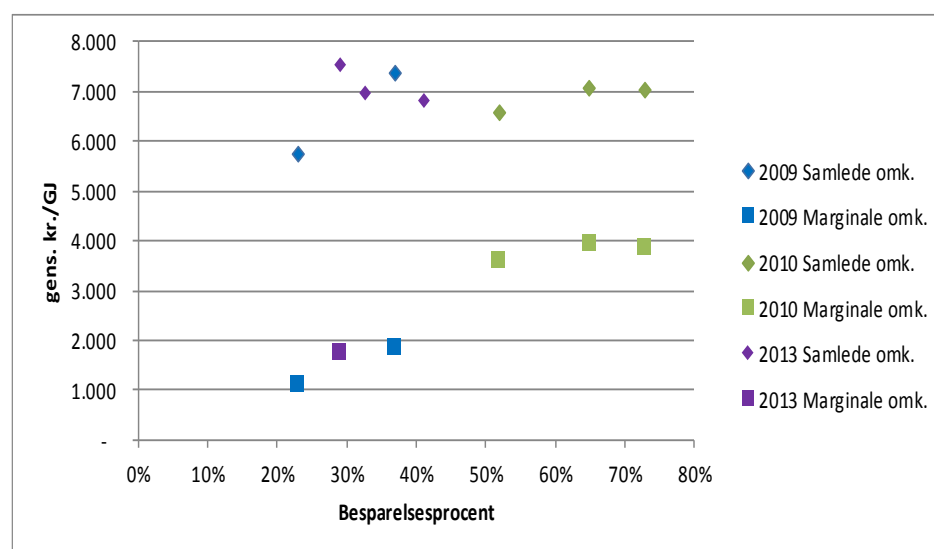
Tabel 15: Beregnede energisparepotentialer fordelt på bygningstyper og kommuner. Beregnet ud fra SBI 2010. Kun fjernvarmeforsynede bygninger uden fredningskode.

Analysen peger på, at det relative energirenoveringspotentiale kan være lidt større i Frederiksberg og København end i landet som helhed. Der specielle forudsætninger i forhold til fredning og bevaringsværdige bygninger (og fejlindberetninger til BBR) som gør at dette besparelspotentiale ikke forventes at kunne udnyttes til fulde. Desuden kan antagelse i forhold til "oversættelsen" mellem oplysninger om opførelsesår og SBI's opførselsperioder have en indflydelse idet der ikke er fuldstændig overensstemmelse mellem kategorierne – specielt ikke for de helt gamle bygninger.

Konklusionen på analysen af det tekniske potentiale er, at der ikke er meget stor forskel mellem kommunerne og derfor giver det ikke mening at differentiere besparelsesprocenterne. For fremskrivningerne af varmekonsumet betyder dette således at der antages samme generelle udvikling i alle kommuner.

Økonomisk potentiale

SBI har både i 2009, 2010 og 2013 regnet på omkostningerne ved at gennemføre varmebesparelser, både de samlede omkostninger og de marginale omkostninger ved energirenovering i forbindelse med anden renovering. Resultaterne er samlet i figuren nedenfor.



Figur 16. Samlede og marginale investeringsomkostninger ved forskellige besparelsesindsatser baseret på SBI (2009), SBI (2010) og SBI (2013). Omkostningerne er korrigeret således at der anvendes samme prisniveau (2013 priser) jf. Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, april 2011. SBI' efterfølgende har taget visse forbehold for 2009 omkostningerne, men de vurderes stadig relevante at vise fordi VPH1 analyserne var baseret på dem.

Nedenstående tabel viser, flere af forudsætningerne bag figuren.

SBI rapport	Scenarie	Besparelse	% af nuværende forbrug	Samlede omk.	Marginale omk.
2009	1	37 PJ	23%	214 mia. kr.	41 mia. kr.
	2	58 PJ	37%	431 mia. kr.	108 mia. kr.
	3	-	2%	35 mia. kr.	-
2010	A	81 PJ	52%	531 mia. kr.	292 mia. kr.
	B	102 PJ	65%	716 mia. kr.	399 mia. kr.
	C	116 PJ	73%	812 mia. kr.	448 mia. kr.
2013	A	61 PJ	29,2%	459 mia. kr.	107 mia. kr.
	B	68 PJ	32,7%	475 mia. kr.	-
	Kombi	86 PJ	41,1%	587 mia. kr.	-

Tabel 16: Samlede og marginale omkostninger ved forskellige besparelsesindsatser baseret på SBi (2009), SBi (2010) og SBi (2013). Omkostningerne er korregeret således at der anvendes samme prisniveau (2013 priser) jf. Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, april 2011. SBi' efterfølgende har taget visse forbehold for 2009 omkostningerne, men de vurderes stadig relevante at vise fordi VPH1 analyserne var baseret på dem.

SBi 2013-rapporten har de mest opdaterede oplysninger i forhold til omkostninger ved energibesparelser. Rapportens potentialevurdering er baseret på data fra energimærkningsordningen, som er ekstrapoleret til den samlede danske bygningsmasse på baggrund af informationer fra Bolig- og Bygningsregistret (BBR) og Danmarks Statistik.

Bilagsrapport og baggrundsdata for SBi's 2013 er som nævnt ikke tilgængelige endnu, hvorfor data fra SBi 2010 rapporten er benyttet til at undersøge det økonomiske potentiale. På baggrund af SBi 2010-rapportens scenarie A er det økonomiske potentiale for at realisere varmebesparelser i hovedstadsområdet vurderet. Dette sammenlignes med landsdata for at vurdere om besparelserne vil søge til hovedstadsområdet.

Total og marginale omkostninger ved varmebesparelser

Omkostningerne ved at gennemføre varmebesparelser afhænger i høj grad af, om indgrebet i bygningen alene sker af hensyn til at opnå besparelser, eller om det gennemføres i forbindelse med en renovering, som skal finde sted under alle omstændigheder. I sidstnævnte tilfælde er det kun relevant at betragte de marginale omkostninger, dvs. den ekstra omkostning, som er forbundet med at gennemføre besparelsetiltaget. Det betyder f.eks., at der ikke indregnes omkostninger til ny tagdækning i forbindelse med isolering af tag,

men alene udgifter til udlægning af isolering og eventuel forøgelse af spærhøjden.

De totale investeringsomkostninger per sparet GJ for at realisere de ovenfor viste potentialer svarende til SBI-scenarie A fremgår af Tabel 17. Det ses, at de laveste besparelsesomkostninger målt i kr. per sparet energienhed (mørkegrøn) findes i rækkehuse fra 1931-60, etageboliger fra 1973-78 og kontor-/handelsbygninger fra 1931-50 og fra 2007 og frem.

Periode	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Kontor/Handel
Før 1850	7.778	5.000	6.944	6.667
1850-1930	7.778	4.722	6.111	6.389
1931-1950	6.944	4.167	5.278	4.444
1951-1960	7.222	4.167	4.722	5.000
1961-1972	9.167	5.556	5.000	5.278
1973-1978	10.000	6.111	4.444	5.556
1979-1998	8.333	5.833	4.722	5.278
1999-2006	7.222	6.111	6.111	6.111
2007-	5.556	5.833	5.000	4.444

Tabel 17: **Total** investeringsomkostning ekskl. moms (kr./GJ) i SBI-scenarie A. Kilde: SBI 2010.

Den tilsvarende merinvesteringen (de marginale investeringsomkostninger) forbundet med realiseringen af varmebesparelsespotentialer i forbindelse med den almindelige forbedring og vedligeholdelse af bygningerne inden for hver kategori fremgår af Tabel 17. Forskellen fremgår tydeligt ved en sammenligning af tallene i Tabel 17 og Tabel 18. Kan besparelsesarbejdet gennemføres som del af en almindelig renovering skifter billedet, således at de billigste besparelser kan findes i de nyere bygninger, herunder specielt i etagebyggeri.

Periode	Parcelhuse	Rækkehuse	Etageboliger	Kontor/Handel
Før 1850	4.444	2.778	4.167	3.611
1850-1930	4.444	2.778	3.611	3.611
1931-1950	3.889	2.500	3.056	2.500
1951-1960	4.167	2.500	2.778	2.778
1961-1972	5.000	3.056	2.500	2.778
1973-1978	5.556	3.333	2.222	3.056
1979-1998	4.444	2.778	2.222	2.222
1999-2006	2.778	2.222	2.222	2.500
2007-	2.222	2.500	2.222	2.222

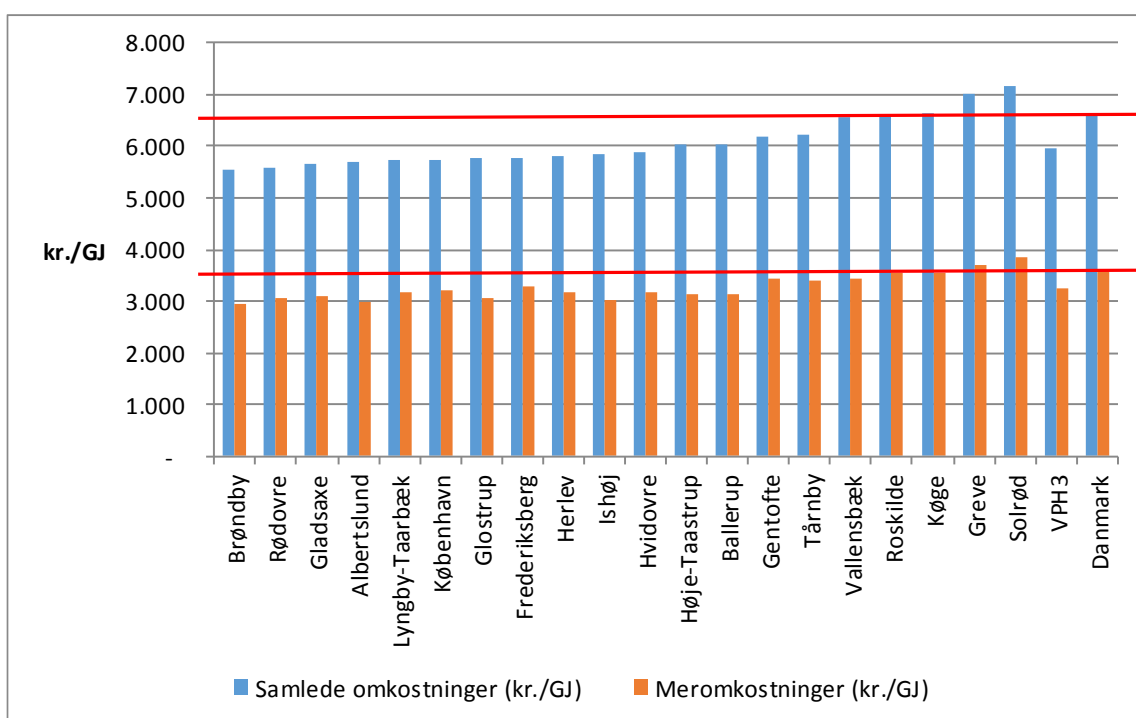
Tabel 18: **Marginal** investeringsomkostning ekskl. moms (kr./GJ) i SBI-scenarie A.

Kilde: SBI 2010.

De billigste besparelser findes i de nyere bygninger (specielt i etageboliger), men de dyreste generelt findes i parcelhuse opført frem til 1978. Flere forskellige faktorer spiller ind i forhold til hvilke bygningstyper og opførselsperioder, som er billigst at renovere. For nyere bygninger er der færre energibesparelser at hente, og de tiltag som er mulige f.eks. udskiftninger af vinduer er billigere end f.eks. efterisolering af ydervægge. Opgørelserne skal fortolkes med dette in mente.

Derudover varierer energispareomkostningen for de enkelte energisparetiltag for de forskellige bygningsanvendelser. For efterisolering af ydervægge skyldes dette f.eks., at der er meget forskellige isoleringsniveauer som udgangspunkt, og det påvirker varmebesparelsen. Da startomkostningen for efterisolering af ydervæggen er konstant vil energispareomkostningen afspejle, hvordan varmebesparelsen pr. mm isolering falder i takt med at denne øges.

Tabel 19 viser de samlede og marginale investeringsomkostning ekskl. moms (kr./GJ) i SBI-scenarie A fordelt på kommuner i VPH3's forsyningsområde sammenlignet med landsgennemsnittet. Tabellen viser at besparelserne generelt er smule billigere i VPH3's forsyningsområde end landsgennemsnittet. Forskellen vurderes dog ikke at være så stor at besparelserne vil søge til hovedstaden i større omfang.



Tabel 19: Samlede og marginale investeringsomkostning ekskl. moms (kr./GJ) i SBI-scenarie A fordelt på kommuner i Varmeplan Hovedstaden 3's forsyningsområde sammenlignet med landsgennemsnittet. Kilde: SBI 2010 og Danmarks statistik.

Økonomisk rentabilitet

For at vurdere rentabiliteten af varmebesparestiltagene sammenlignes de beregnede marginale omkostninger med varmeprisen forbrugerne betaler. Set fra et samfundsøkonomisk perspektiv skal omkostningerne være lavere end omkostningerne ved at producere varmen, de såkaldte langsigtede marginale produktionsomkostninger.

Tabellerne nedenfor viser hhv. den annuierede, totale energibesparelsespris ekskl. moms (kr./GJ) og den annuierede, marginal energibesparelsespris ekskl. moms (kr./GJ) ved samlet energibesparelsesindsats ved 30 års levetid på renoveringer og 3 % i rente baseret på SBI 2010, Scenarie A. De røde markeringer viser, hvor det er dyrest, og de grønne hvor det er billigst. Billedet er identisk med de tidligere viste for investeringsomkostninger, da annuierede omkostningerne er helt proportionale med investeringsomkostningerne.

Periode	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etagebolig	Kontor/Handel
Før 1850	340	397	255	354	340
1850-1930	354	397	241	312	326
1931-1950	340	354	213	269	227
1951-1960	368	368	213	241	255
1961-1972	439	468	283	255	269
1973-1978	468	510	312	227	283
1979-1998	397	425	298	241	269
1999-2006	354	368	312	312	312
2007-	283	283	298	255	227

Tabel 20: Annuiseret, **total** energibesparelsespris ekskl. moms (kr./GJ/år) ved samlet energibesparelsesindsats ved 30 års levetid på renoveringer og 3 % i rente, SBI 2010, Scenarie A.

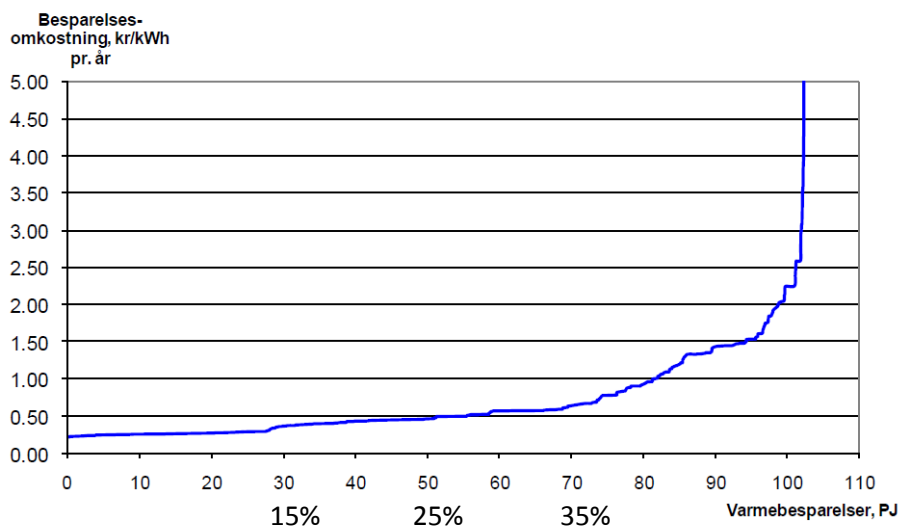
Periode	Stuehuse	Parcelhuse	Rækkehuse	Etagebolig	Kontor/Handel
Før 1850	184	227	142	213	184
1850-1930	198	227	142	184	184
1931-1950	198	198	128	156	128
1951-1960	198	213	128	142	142
1961-1972	241	255	156	128	142
1973-1978	255	283	170	113	156
1979-1998	198	227	142	113	113
1999-2006	113	142	113	113	128
2007-	85	113	128	113	113

Tabel 21: Annuiseret, **marginal** energibesparelsespris ekskl. moms (kr./GJ/år) ved samlet energibesparelsesindsats ved 30 års levetid på renoveringer og 3 % i rente, SBI 2010, Scenarie A.

Det skal understreges, at resultatet er yderst følsomt over for det valgte renteniveau og den forventede levetid af investeringer. Således bliver de annuise-rede omkostninger 57 % højere end vist ovenfor, hvis man i stedet opererer med en real rente på 5 % og en levetid på 20 år.

Det opgjorte besparelsespotentiale i dette bilag er ikke udtryk for en økonomisk optimering. I forbindelse med Klimakommissionens analyser blev der opstillet en omkostningskurve for varmebesparelser baseret på SBI's data og analyse. Det "optimale" varmebesparelsesniveau vil afhænge af prisen på at producere fjernvarme i fremtiden. Denne omkostning er i bilag 3, beregnet til i størrelsesordenen 115-150 kr./GJ (privatøkonomisk an forbruger, ekskl. moms og eksklusiv investeringer i opvarmningsteknologi/fjernvarmenet), eller hvad der svarer til ca. 40-55 øre/kWh. Dette niveau indikerer, at det vil være rentabelt at gennemføre varmebesparelser på op mod ca. 30%. (ca. 60 PJ varmebesparelser på landsplan). Altså væsentligt mindre besparelse end der indgår i SBI's scenarie A.

Den samfundsøkonomiske varmeproduktionsomkostning er noget lavere og ligger på ca. 40 øre/kWh afhængigt af forudsætningerne, hvilket peger på et lavere samfundsøkonomisk besparelspotentiale på i størrelsesordenen ca. 20%. Det skal bemærkes, at der kan være en række "non-energy" benefits ved at gennemføre varmebesparelser i form af eksempelvis bedre komfort for brugerne af bygningerne, hvilket sammenligningen ikke tager højde for.



Figur 17: Omkostningskurve for varmebesparelser i danske bygninger (annuieret omkostning ved 5% rente). Det samlede energiforbrug til opvarmning udgør ca. 200 PJ. 45% besparelse i bygningsmassen (89 PJ) kan nås ved en marginal omkostning på 1,40 kr./kWh, 35% (70 PJ) ved 0,60 kr./kWh og 15% (30 PJ) ved 0,35 kr./kWh. Omkostningsvurderingen, forudsætter at varmebesparelserne gennemføres som en del af øvrig renovering – ellers vil de være betydeligt dyrere. Kilde: "Baggrundsnotat om referenceforløb A og fremtidsforløb A", RISØ DTU og Ea Energianalyse, september 2010.

Bilag 3: Konverteringer

Teknisk potentiale

Ud fra data fra SBI og Danmarks Statistik er det beregnet at det samlede nettoenergiforbrug i "VPH3 kommunerne" (se tabel nedenfor) udgør ca. 46 PJ. Heraf forsynes ca. 29 PJ fra fjernvarme, knap 1 PJ fra varmepumper og 16 PJ med andre energiformer som potentielt kan konverteres til fjernvarme. Tabellen nedenfor viser dette "ultimate" konverteringspotentiale beregnet per kommune/bygningstype.

Det ultimate potentiale er holdt op mod distributionsselskabernes indberetninger, og på den baggrund er der foretaget enkelte korrektioner af disse. Det ultimate potentiale har dog ikke direkte kunne anvendes i vurderingerne, fordi potentialet ikke tager hensyn til afstand til fjernvarmenettet for de relevante bygninger. Desuden tyder det på, at der kan være fejlindberetninger i BBR, som gør, at der fremgår konverteringspotentialer, som ikke kan genfindes af varmeselskaberne. Det gælder fx det forholdsvis store potentiale i København på næsten 1 PJ.

Kommune	Parcelhuse	Stuehuse	Kontor/Handel	Rækkehuse	Etagebolig	Total
Albertslund	43.127	684	82.327	3.782	8.864	138.784
Ballerup	452.490	1.393	452.366	56.023	104.240	1.066.512
Brøndby	142.368	328	151.845	22.952	1.823	319.317
Frederiksberg	28.541		56.178	7.295	141.871	233.885
Gentofte	967.664		191.923	98.456	382.246	1.640.290
Gladsaxe	555.169		341.363	278.192	364.272	1.538.996
Glostrup	198.735	227	227.088	16.658	89.112	531.820
Greve	710.529	21.401	219.446	74.655	11.343	1.037.375
Herlev	232.377	1.878	122.998	119.874	72.472	549.600
Hvidovre	502.660	701	198.114	67.866	55.782	825.122
Høje-Taastrup	258.311	23.421	254.434	34.689	20.376	591.230
Ishøj	125.921	7.593	108.278	29.414	348	271.554
København	112.295		497.341	33.216	343.719	986.571
Køge	849.981	111.387	433.730	110.964	242.742	1.748.804
Lyngby-Taarbæk	575.693	1.071	274.596	207.843	207.993	1.267.197
Roskilde	754.442	96.485	257.839	81.308	29.151	1.219.225
Rødovre	321.092		118.756	152.832	76.393	669.073
Solrød	309.865	17.578	52.009	10.507	6.125	396.084
Tårnby	485.197	5.086	137.245	91.191	31.844	750.562
Vallensbæk	122.697	587	41.257	15.762	3.576	183.880
VPH3	7.749.155	289.819	4.219.134	1.513.480	2.194.292	15.965.881

Tabel 22: Det "ultimate" konverteringspotentiale (GJ) fordelt på kommuner og bygningstyper.

Økonomi i fjernvarmekonverteringer

For at sammenligne kollektiv og individuel varmforsyning af parcelhuse og rækkehuse er der gennemført en omkostningsanalyse for 2025.

I forhold de tidligere analyser i Varmeplan Hovedstaden I og II er der sket en række ændringer i afgiftsreguleringen. Væsentligt af indførelsen af forsynings-sikkerhedsafgiften og nedsættelse elvarmeafgift, hvilket er til fordel for el-drevne varmepumper. Konsekvenser af en eventuel tilbagerulning af forsynings-sikkerhedsafgiften er ikke behandlet i dette bilag.

Beregningerne er gennemført for et hus med et varmeforbrug 14,5 MWh svarende til 20 % under et standardparcelhus med et årligt varmebehov på 18,1 MWh. Reduktion afspejler den energirenoveringsindsats, der forventes fremadrettet.

For fjernvarme der anvendt en *lav* og *høj* selskabsøkonomisk – og samfundsøkonomisk fjernvarmepris på hhv. 70 og 100 kr./GJ ab værk ekskl. Moms for at afspejle et realistisk fremadrettet interval. Hertil er indregnet omkostninger forbundet med drift- og vedligeholdelse af fjernvarmedistributionsnettet på knap 2 kr./GJ, som oplyst i teknologikataloget, og en øget fjernvarmepris som følge af et forudsat distributionstab på 12 %.

Beregningerne tager udgangspunkt i Energistyrelsens brændselsforudsætninger (opdateret med prisfremskrivning fra IEAs World Energy Outlook 2013), Energistyrelsens teknologikatalog for individuel opvarmning og en kalkulationsrente på 4 %. Nøgleforudsætninger og resultater beskrives nedenfor. Efterfølgende uddybes de anvendte beregningsforudsætninger.

Type	Investering (kr./installation)	D&V (kr./år)	Virkningsgrad (%)
Luft til vand-varmepumpe, i dag	60.347	1.132	250%
Luft til vand-varmepumpe	60.347	1.132	350%
Jordvarme	105.608	1.509	375%
Naturgas (ny)	36.208	1.088	102%
Oliefyr	49.786	2.037	100%
Træpillefyr	55.595	1.509	89%
Fjernvarme, parcelhus	75.956	1.230	98%

Tabel 23: Nøgleforudsætninger for opvarmningsformer 2025, 2012-priser ekskl. moms. Baseret på Baseret på Energistyrelsen teknologidata for 2020 og 2030 (Energistyrelsen, 2012) og Energitjenesten (2013).

Med teknologikataloget forventes der en virkningsgrad for luft til vand-varmepumper på 300 %, 330 % og 370 % i hhv. 2015, 2020 og 2030. Til sammenligning har Energitjenesten vurderet, at luft til vand-varmepumper i mange huse i dag har en årvirkningsgrad på under 300%. Årsagen er, at varmeanlægget ikke er indrettet til de lave fremløbstemperaturer, som varmepumpen producerer mest effektivt med. Energitjenesten forudsætter derfor, at luft til vand-varmepumper i tilknytning til eksisterende traditionelle radiatorer i dag har en virkningsgrad på 250 % og på 300% med nye, store radiatorer.

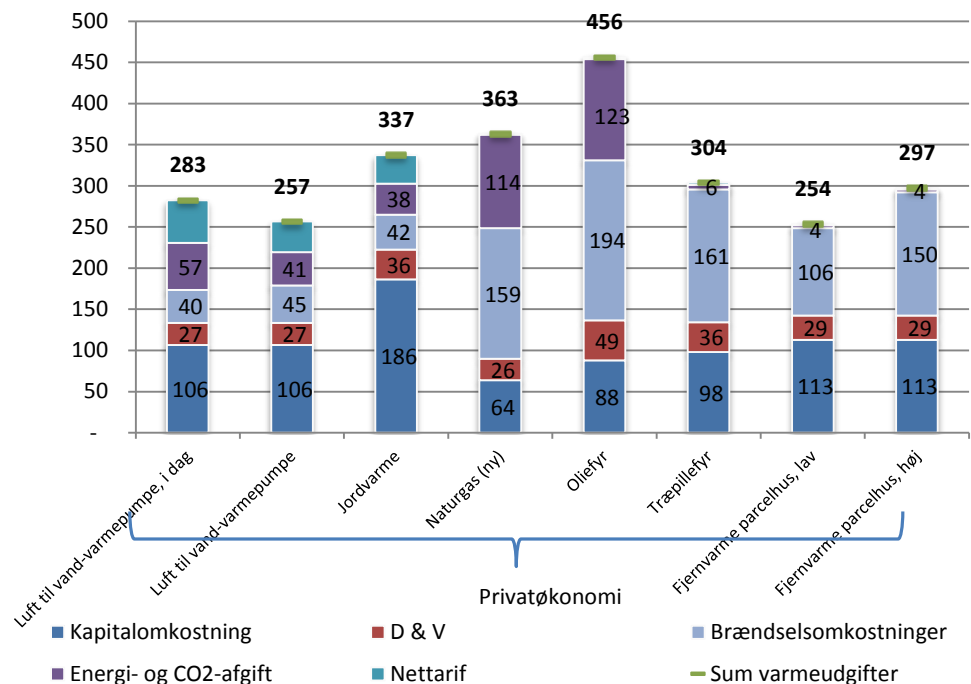
For at illustrere dette forholdsvis store spænd i virkningsgrader er der i det følgende valgt at medtage en luft til vand-varmepumpe med en virkningsgrad på 250 %. De i teknologikataloget anførte investeringsomkostninger er bibeholdt.

Selskabsøkonomi

De selskabsøkonomi varmeproduktionsomkostninger – dvs. Inklusiv afgifter - for det nævnte standardhus i 2025 ses i Figur 1. Det fremgår, at fjernvarme ved en *lav* fjernvarmepris er den mest attraktive forsyningsløsning. Fjernvarme og luft til vand-varmepumpen må dog siges at være forholdsvis konkurrencedygtige med mindre, at fjernvarmeprisen bliver høj, og luft til vand-varmepumpen opnår en virkningsgrad på 350%. Og omvendt - i tilfælde af at fjernvarmeprisen bliver *lav* og luft til vand-varmepumpen ikke opnår en virkningsgrad på 350%.

I beregningen indgår ikke afpropning ved konvertering væk fra naturgas. Frakobling er på baggrund af Hvidovre Fjernvarme (2011) anslået til 5.520 kr. ekskl. moms, hvilket svarer til en omkostning på knap 8 kr./GJ.

Jordvarme er en forholdsvis dyr løsning, der adskiller sig fra luft til vand-varmepumper ved at have en betydeligt højere investeringsomkostning (ca. 45.000 kr. ekskl. moms), men også en højere virkningsgrad. Jordvarme skal dog opnå en virkningsgrad på over 600 % for at være konkurrencedygtig med luft til vand-varmepumpen.

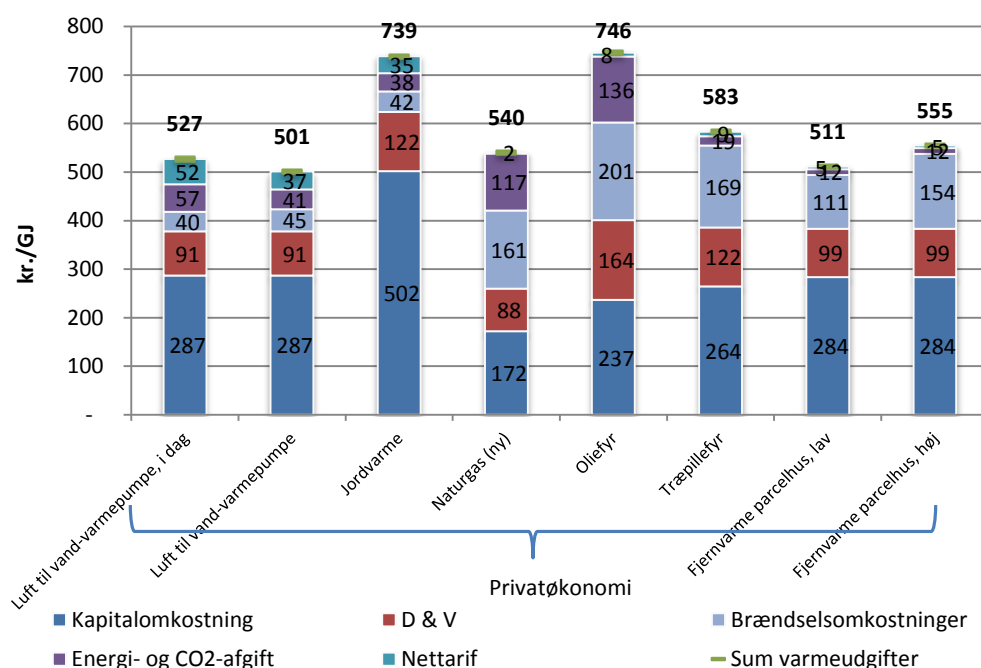


Figur 1: Selskabsøkonomisk varmeproduktionsomkostninger i 2025 for et standardparcelhus med et forbrug på 14,5 MWh/år. Nettariffen angiver den selskabsøkonomiske nettarif for el. For andre brændsler er distributionsomkostningen inkluderet i brændselsprisen. Priserne er inkl. moms.

Desuden er der regnet på varmeproduktionsomkostninger ved et væsentligt lavere varmebehov på 4,3 MWh. Dette har indflydelse på investeringsomkostningen. Skønsmæssigt er det derfor forudsat, at investeringsomkostningen falder med 20 %.

For nye bebyggelser kan der forventes et væsentligt lavere varmebehov, hvilket favoriserer løsninger med lave investeringsomkostninger. Det konkrete varmebehov vil selvsagt variere som følge af en række forhold. Det er her valgt at sammenligne de forskellige forsyningsløsninger ved et årligt varmebehov på 4,3 MWh, som svarer til lavenergibyggeri. Valget af det konkrete varmebehov uddybes nedenfor i afsnittet beregningsforudsætninger.

Figur 2 viser varmeproduktionsomkostningerne ved et varmebehov på 4,3 MWh. Som det fremgår af figuren, er luft til vand-varmepumpen den privatøkonomiske mest attraktive løsning i tæt konkurrence med fjernvarme ved en lav fjernvarmepris.

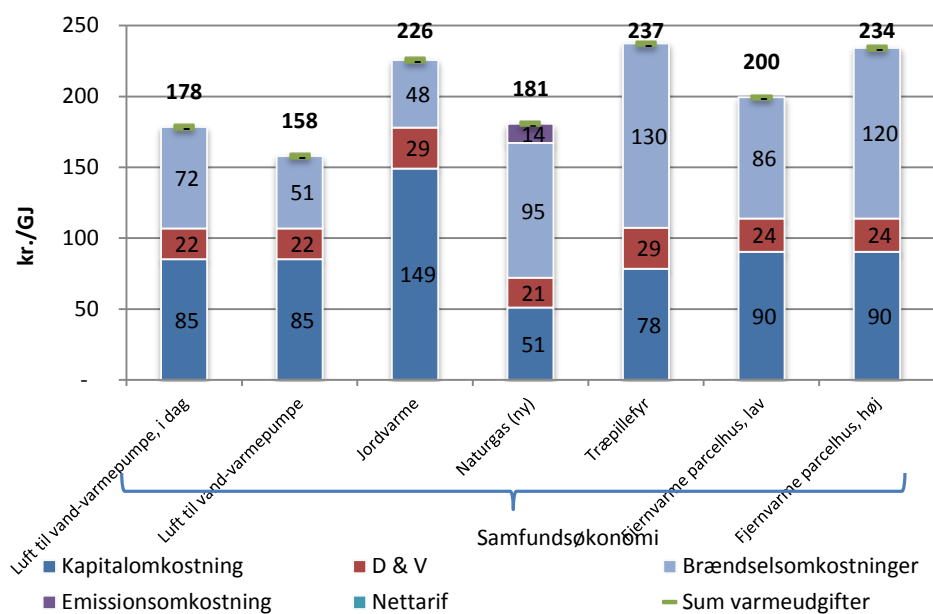


Figur 2: Selskabsøkonomisk varmeproduktionsomkostninger i 2025 for et standardparcelhus med et forbrug på 4,3 MWh/år. Nettariffen angiver den selskabsøkonomiske nettarif for el. For andre brændsler er distributionsomkostningen inkluderet i brændselsprisen. Elforbrug til pumper og brændere er antaget konstant, hvorfor brændselsomkostningen i kr./GJ varierer en smule. Priserne er inkl. moms.

Så længe luft til vand-varmepumpen har en virkningsgrad på ca. 210 % eller derover, er det en privatøkonomisk mere attraktiv løsning end fjernvarme ved en *høj* fjernvarmepris for et parcelhus med et varmebehov på 4,3 MWh årligt. Ved en *lav* fjernvarmepris er luft til vand-varmepumpen konkurrencedygtig med en årsvirkningsgrad op ca. 325 %.

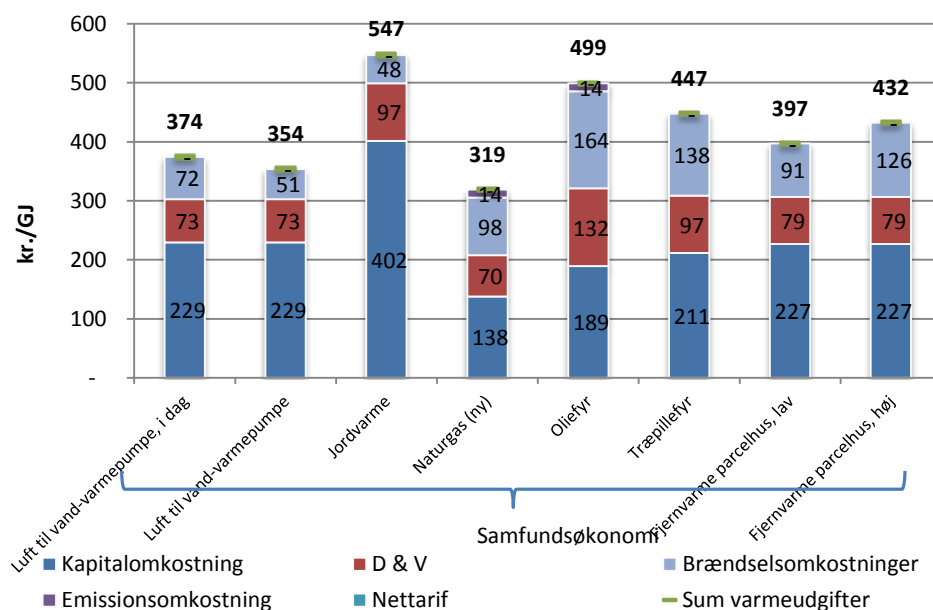
Samfundsøkonomi

De samfundsøkonomiske varmeproduktionsomkostningerne for standardhuset i 2025 fremgår af Figur 3. Luft til vand-varmepumpen er her den mest attraktive løsning for det eksisterende standardparcelhus og dernæst fjernvarme ved en *lav* fjernvarmepris.



Figur 3: Samfundsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger i 2025 for et standardparcelhus med et forbrug på 14,5 MWh/år. Brændselsomkostningerne inkluderer de samfundsøkonomiske omkostningerne ved distribution af el og brændsler. Priserne er ekskl. moms.

I figur 4 er de beregnede samfundsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger i 2025 vist ved det væsentligt reducerede varmebehov på 4,3 MWh.



Figur 4: Samfundsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger i 2025 for et standardparcelhus med et forbrug på 4,3 MWh/år. Brændselsomkostningerne inkluderer de samfundsøkonomiske omkostningerne ved distribution af el og brændsler. Elforbrug til pumper og brændere er antaget konstant, hvorfor brændselsomkostningen i kr./GJ varierer en smule. Priserne er ekskl. moms.

Det ses, at naturgas er den mest attraktive løsning efterfulgt af luft til vand-varmepumpen.

Opsamling

Opsamlende viser beregningerne, at luft til vand-varmepumpen og fjernvarme ud fra et privatøkonomisk perspektiv er de mest attraktive løsninger. Konkurrenceforholdet styrkes til fordel for luft til vand-varmepumpen ved et lavt varmebehov.

Ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv er luft til vand-varmepumpen mest attraktiv, men ved et lavt varmebehov er opvarmning med naturgas mest attraktivt.

Andre aspekter

Udover de analyserede økonomiske faktorer inddraget ovenfor, er der en række forhold, der kan tale for eller i mod de forskellige løsninger:

- Naturgas passer dog ikke ind i Regeringens langsigtede vision om uafhængighed af fossile brændsler.
- Individuelle varmeproduktionsanlæg som træpillefyr og brændeovne kan have betydelige lokale emissioner, der ikke er værdisat i beregningerne. Lokale emissioner er endvidere nemmere at håndtere på store produktionsanlæg, hvilket favoriserer løsninger baseret på el eller fjernvarme. Emissionerne fra naturgasfyr er også relativt små.
- Der vil være pladskrav og opgravningssgener i forbindelse med etablering af jordvarme (opgravning af have) og fjernvarme (opgravning af veje)
- I forbindelse med etablering af vertikale jordvarmeanlæg baseret på jord-spyd kan der være problemstillinger omkring forurening af grundvand.
- Individuelle luft-vand varmepumper kan medføre støjgener og en effektiv drift (og høj virkningsgrad) nødvendiggør en forholdsvis lav fremløbstemperatur. Den kan diskuteres om den anvendte virkningsgrad forudsætter udvidede radiatorer for bedre afkøling⁷. Ved et stort varmtvandsbehov vil virkningsgraden givetvis blive reduceret.

På længere sigt kan det vise sig, at store varmepumper – i stedet for individuelle – er attraktive i fjernvarmesystemer, fordi de kan aftage strøm fra nettet og være med til at balancere store mængder vindkraft - og samtidigt mindske behovet for biomasse. Da der er bedre muligheder for varmelagring i fjernvarmenettet, har store varmepumper i et fjernvarmesystem bedre mulighed for fleksibel drift end individuelle varmepumper og kan således udnytte lave elpriser mere effektivt. I perioder med høje elpriser vil det omvendt være muligt at basere fjernvarmeproduktionen på biomasse. Der til kommer, at individuelle

⁷Se fx <http://ing.dk/artikel/billige-naturgasfyr-udkonkurrerer-varmepumper-stik-mod-klimamaal-164470>

varmepumper vil være dimensioneret til at dække det lokale varmebehov ved forholdsvis konstant drift. Det begrænser mulighederne for fleksibel varme-
produktion.

Varmepumper i fjernvarmesystemet kan desuden placeres, så de kan udnytte varmekilder som spildevand eller industriel overskudsvarme. I alt vil deres effektivitet dog sandsynligvis stadig ligge under effektiviteten for individuelle varmepumper, da individuelle varmepumper kan nøjes med et lavere temperaturløft, end der er brug for i fjernvarmesystemet.

I et langsigtet perspektiv kan det også tillægges værdi, at fjernvarme giver større brændselsfleksibilitet og dermed forbedret forsyningssikkerhed sammenlignet med de individuelle løsninger.

Strategisk planlægning

I forhold til at opnå en total udfasning af fossile brændsler til opvarmning kan udvidelse af fjernvarmeområderne være et effektivt virkemiddel, fordi udviklingen er nemmere at styre i forhold til individuelle varmeproduktionsløsninger. For de individuelle løsninger vil der sandsynligvis blive tale om et mix af teknologier, og det er sværere at sikre VE-baseret varmeproduktion.

Beregningsforudsætninger

Teknologidata

Som nævnt indledningsvis er beregningernes nøgleforudsætninger Energistyrelsens teknologikatalog for individuel opvarmning. I kataloget er der anført teknologidata for 2020 og 2030. Til denne analyse er der derfor foretaget et gennemsnit af relevante data for 2020 og 2030.

For fjernvarme er der ikke anvendt den i teknologikataloget anførte pris – undtagen for drift og vedligehold af fjernvarmenet. Desuden er katalogets priser korigeret for, at der ved en fejl var tillagt moms på naturgasfyr og varmepumpeteknologier.

Omkostningen for fjernvarmeinstallation og –net uddybes i det følgende.

Investering i fjernvarme- installation og –net

Investering til fjernvarme udgøres af tre til fire hovedkomponenter:

- Brugerinstallation
- Stikledning
- Gadenet (Distributionsnet)
- Transmissionsnet ved udvidelse af fjernvarmens områdefrænsning

Afhængigt af afstanden til det eksisterende fjernvarmenet og produktionsanlæggene kan det være nødvendigt at investere i transmissionsnettet, herun-

der varmevekslere til tilkobling af nye forbrugere på distributionsniveau. Investeringen i stikledning og gadenet afhænger i høj grad af det konkrete område, tætheden på bebyggelsen, varmekonsumet pr. enhed og om der er tale om nye bebyggelsesområder eller konvertering af eksisterende byggeri. Derudover kan der være en omkostning i forbindelse med fjernelse af den eksisterende installation og fx afskæring af naturgas.

Alt i alt kan investeringsbehovet for udbredelse af fjernvarme derfor variere betydeligt, hvor de laveste omkostninger typisk findes ved tilslutning af:

- eksisterende bygninger i eksisterende fjernvarmeområder uden behov for et nyt gadenet (såkaldt fortætning) og
- nye tæt bebyggede fjernvarmeområder

De højeste omkostninger findes ved konvertering af eksisterende bebyggelse, hvor der også kræves et nyt gadenet og eventuel transmissionsledning. Derudover er investeringerne typisk højere i Hovedstadsområdet end i Jylland.

Efter dialog med COWI, der har bistået Energistyrelsen med teknologikataloget, er det vurderet, at katalogets pris ikke er relevant for etablering af fjernvarme i eksisterende villa- og rækkehusområder. Årsagen hertil er, at den anførte investeringsomkostning er baseret på et konkret projekt for fjernvarmeforsyning af især større byggeri med et højere varmekonsum pr. enhed.

Der er til dette projekt derfor foretaget en undersøgelse af investeringsomkostningen for fjernvarme i en række øvrige kilder.

Tabel 2 nedenfor viser eksempler på omkostninger anført i forskellige referencer ekskl. moms. Som det ses af tabellen, varierer omkostningen for fjernvarme betydeligt fra reference til reference.

Beskrivelse	Varmeplan Danmark (Kbh.)	Varmeplan Danmark (Jylland)	Teknologikataloget
Brugerinstallation	13.500	13.500	
Stikledning	34.050	17.025	
Gadenet	53.800	26.900	
Total	101.350	57.425	50.140*

Tabel 2: Investeringsomkostninger for fjernvarmeinstallation og -net i forskellige referencer (Varmeplan Hovedstaden I, 2009; Varmeplan Danmark I, 2008; Energistyrelsen, 2012). *Forudsat middelværdi, Investeringsomkostningen er i kilden oplyst som et interval.

Der er derfor foretaget en supplerende undersøgelse af investeringen for etablering af fjernvarme i eksisterende parcelhus- og rækkehusområder i Hovedstadsområdet. Til brug herfor er der udvalgt et konkret projektforslag for fjernvarmeforsyning af i Hvidovre.

Projektforslaget vedrører etablering af fjernvarmeforsyning til boliger og plejehjem i området omkring Strandmarkskvarteret.

Boligerne består især af parcelhuse, men derudover findes også en mindre andel rækkehuse og lavt etagebyggeri – i alt 435 kunder med et samlet varmebehov på 7.684 MWh. Kunderne har således et gennemsnitligt, årligt nettovarmebehov på knap 18 MWh, hvorfor det vurderes, at det er et hensigtsmæssigt grundlag at opgøre investeringsomkostningen til eksisterende parcel og –rækkehuse på.

Det skitserede projekt omfatter en samlet investering på 32,19 mio. kr. ekskl. moms for fjernvarme- og stikledninger samt i fjernvarmeunits. Den samlede investering er her anført ekskl. drift og vedligehold samt frakobling af gasstik (Hvidovre Fjernvarme, 2011)

På baggrund af ovenstående kan der beregnes følgende investeringsomkostning i forbindelse med investering i fjernvarmeinstallation og –net pr. standardparcelhus med et varmebehov på 18,1 MWh: 32,19 mio. kr. / 7.684 MWh * 18,1 MWh/år = 75.825 kr. ekskl. moms.

Selskabsøkonomisk og
samfundsøkonomisk
fjernvarmepris – ab
værk

De forudsatte fjernvarmepriser på 70 og 100 kr./GJ ab værk er baseret på beregninger foretaget vha. Balmorel. Forskellen i priserne repræsenterer et sandsynligt udfaldsrum. Da den fremtidige udvikling belyses som en integreret del af VPH-projektet, og der henvises derfor hertil for yderligere beskrivelse af den beregnede fjernvarmepris. Nedenfor belyses dog kort enkelte usikkerheder.

Fjernvarmepris an fjern-
varmeforbruger

I forhold til fjernvarmeprisen ab værk så skal fjernvarmeprisen an forbruger tillægges omkostninger til drift af fjernvarmenettet og dækning af tab i fjernvarmenettet. Dertil kommer kapitalomkostninger til udvidelse af fjernvarmenettet.

Der er regnet med et nettab på 12 % hos fremtidige kunder i villa og rækkehuse og nybyggeri. Dermed fås en *lav* og *høj* selskabs- og samfundsøkonomisk fjernvarmepris an fjernvarmeforbruger på ca. 82 kr. GJ og 116 kr./GJ, når omkostningerne ved drift og vedligehold af nettet på knap 2 kr./GJ også er indregnet.

I beregningerne er der ikke tillagt omkostninger til drift og afskrivning for transmissionsnettet, da disse kun vil ændre sig marginalt ved tilslutning af nye forbrugere. Dertil kommer at omkostninger til transmissionsnettet fremadrettet må forventes at blive lavere, i takt med at nettet afskrives. Dette fravalg betyder, at den privatøkonomiske fjernvarmeproduktionsomkostning kan være undervurderet lidt.

Varmebehov

Der er som et supplement til den forventede energispareindsats foretaget en beregning af omkostningerne ved et varmebehov på 4,3 MWh/år, idet ny bebyggelse skal leve op til bygningsreglementets energiramme krav. I de nuværende krav indgår der en frivillig klassificering (Lavenergi2015), som formentlig bliver bindende i 2015. Ifølge kravene for Lavenergi2015 skal et parcelhus leve op til en energiramme på 36,7 kWh/m². Forsynes huset med fjernvarme, må der dog indregnes en faktor på 0,8, dvs. at det faktiske varmeforbrug ved fjernvarmeforsyning derfor må være $36,7/0,8 = 45,9 \text{ kWh/m}^2$.

I udkastet til bygningsreglementet for 2020, som skal gælde fra 2020, indgår der en energiramme på 20 kWh/m². Samtidig sænkes faktoren for fjernvarmeforsyning dog til 0,6 og det faktiske forbrug må derfor komme op på 33 kWh/m². Denne værdi bruges her til ny bebyggelse i 2025.

Antages det forsimplet, at et standardparcelhus er 130 m², kan der estimeres et årligt varmebehov på ca. 4,3 MWh for nybyggeri i 2025 (svarende til $130 \text{ m}^2 * 33 \text{ kWh/m}^2$). Det faktiske varmebehov for større parcelhuse vil være lidt højere, og tilsvarende lavere for fx mindre rækkehuse. Desuden kan varmeforbruget i praksis være højere, hvis der for eksempel installeres solceller for at kompensere for dette.

Samtidig vil der gælde andre krav for andre varmeforsyningsformer. Eksempelvis vil et parcelhus forsynet med naturgas skulle leve op til højere krav end en fjernvarmeforsynet bolig, fordi naturgas indgår med en faktor 1,0 i energirammeberegningen. For gennemskuelighedens skyld, er der dog her valgt at regne på samme faktiske varmebehov for alle forsyningsformer

Referencer

Energistyrelsen (2013): "Technology Data for Energy Plants. Individual Heating Plants and Energy Transport". Maj 2012, revideret oktober 2013.

Hvidovre Fjernvarme, (2011): Projektforslag for fjernvarmeforsyning af Strandmarkskvarteret i Hvidovre Kommune. Udarbejdet af COWI. December 2011.

Rambøll & Aalborg Universitet (2008: "Varmeplan Danmark". Oktober 2008.

Rambøll & Aalborg Universitet (2008: "Varmeplan Danmark 2010". September 2010.

Ingeniøren (2013): <http://ing.dk/artikel/billige-naturgasfyr-udkonkurrerer-var-mepumper-stik-mod-klimamaal-164470>