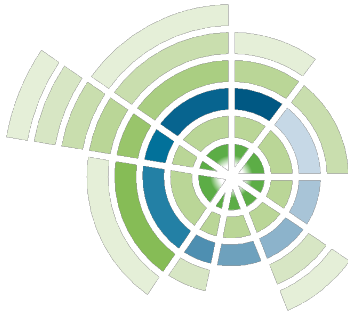




Fjernvarmens konkurrenceforhold overfor individuel opvarmning

Hvornår er fjernvarme
den billigste
opvarmningsform?



Grøn Energi er fjernvarmens tænketank. Vi omsætter innovation og analyser til konkret handling til gavn for den grønne omstilling, vækst og beskæftigelse i fjernvarmebranchen. Grøn Energi bygger på et dynamisk fællesskab mellem Dansk Fjernvarme, de toneangivende danske eksportvirksomheder, rådgivere, interesseorganisationer samt universiteter.

Dato: 17. januar 2018

Udarbejdet af: Christian Holmstedt Hansen og Oddgeir Gudmundsson

Kontrolleret af: Hanne Kortegaard Støchkel og Nina Detlefsen

Beskrivelse: Analysen belyser konkurrenceforholdet mellem nyetableret fjernvarme og individuel opvarmning ved at vise beregninger for et dansk eksempel. Der redegøres for hvilke parametre som påvirker prisen på både fjernvarme og varme fra individuel forsyning og hvilken indflydelse varmebehovet har for priserne. Konkurrenceforholdet mellem individuel forsyning og fjernvarme vil netop være aktuelt ved nyetablerede fjernvarmesystemer i udlandet og derfor er resultaterne fra analysen relevante i et eksport perspektiv.

Grøn Energis medlemmer:



Opsummering

Grøn Energi har analyseret hvad varmeprisen for en husstand vil blive, hvis man etablerer et nyt fjernvarmesystem i et område. Med ny fjernvarme menes at der etableres fjernvarme i et område hvor der ikke før har været fjernvarme og derfor skal der både etableres et rørsystem og et produktionsapparat. Den resulterende varmepris sammenlignes med hvad det vil koste for en forbruger at etablere ny individuel opvarmning og opvarme boligen. Beregningerne i analysen er dermed foretaget med udgangspunkt i et område, hvor der i dag ikke er varmforsyning (hverken kollektiv eller individuel), eller hvor den eksisterende varmforsyning er i en stand, der gør at den skal udskiftes. Formålet med analysen er dermed at undersøge under hvilke forhold fjernvarme kan siges at være billigere end individuel opvarmning, og dermed under hvilke forhold man skal etablere fjernvarmeforsyning.

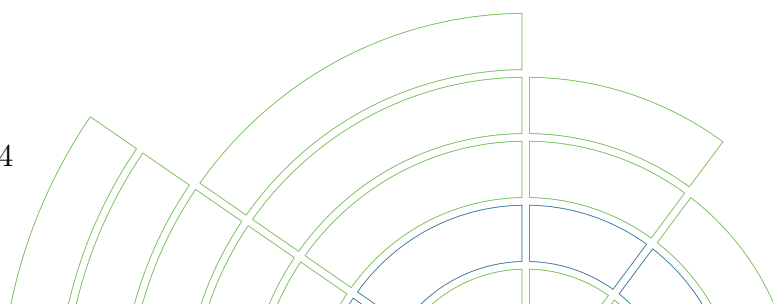
Overordnet viser analysen at nyetableret fjernvarme i høj grad er konkurrencedygtig i forhold til individuel opvarmning, både ved det varmeforbrug som bygninger har idag og når bygningsmassen er omstillet til lavenergi. Selv hvis elafgiften til rumvarme sættes ned eller endda fjernes helt, vil nyetableret fjernvarme være i stand til at konkurrere med individuelle teknologier som f.eks. individuelle varmepumper.

Fjernvarme og individuel opvarmning: Ved et varmebehov for en energirenoveret husstand på 13 800 kWh/år, er nyetableret fjernvarme den billigste opvarmningsform. Dette er tilfældet både når fjernvarmen produceres med en fliskedel eller en eldrevet varmepumpe. I dette scenarie er den årlige varmepris ca. 3200 kr. lavere end individuel naturgas og ca. 6000 kr. lavere end træpillefyr og luft/vand varmepumper. I procent svarer det til at fjernvarme er ca. 19 % billigere end individuel naturgas og 30-31 % billigere end træpillefyr og luft/vand varmepumper.

Fjernvarme og lavenergi: I et scenarie hvor bygningsmassen i et område er 4900 kWh/år, hvilket svarer til varmebehovet for en husstand på 130 m², er nyetableret fjernvarme også konkurrencedygtig i forhold til individuel opvarmning. Det angivne behov svarer til energirammen for BR15. I dette scenarie er den årlige varmepris ca. 2000 kr. lavere end individuel elvarme (19 %) og naturgas (22 %) og ca. 7000 kr. lavere end luft/vand varmepumper (ca. 47 %).

Fjernvarme og afgifter: Sammenligner man nyetableret fjernvarme med individuel opvarmning, uden afgifter, er det under danske forhold særligt interessant at undersøge fjernvarmens konkurrenceforhold til individuelle varmepumper. Resultaterne viser, at nyetableret fjernvarme er konkurrencedygtig overfor individuelle varmepumper, også hvis man sænker elafgiften til rumvarme eller helt fjerner den.

Fjernvarme og eksportpotentiale: Det altafgørende for fjernvarmens eksportpotentiale er om fjernvarme kan levere varme til en lavere pris end individuel opvarmning. Denne analyse har vist at dette i høj grad er muligt for nyeableret fjernvarme i Danmark. Der er endda plads til væsentlig usikkerhed i etableringsomkostningerne for fjernvarmenet. I udlandet er det sandsynligt at fjernvarmen skal produceres på andre måder end i Danmark, hvor der i denne analyse er taget udgangspunkt i en fliskedel og en eldrevet kollektiv varmepumpe. Brændselspriser, tariffer og afgifter i udlandet vil gøre at forskellige varmeproduktionsteknologier og brændsler er fordelagtige i forskellige lande. Grundlæggende vil fjernvarmens fordele (høj brændselseffektivitet, behov for lavere varmeproduktionskapacitet og billigere brændsler) oftest være til fordel for fjernvarme. Særligt i tætbebyggede områder, hvor varmetabet vil være lavt. Dette vil derfor være et naturligt sted at starte med at etablere fjernvarme i udlandet.



Abstract

Green Energy Association has analyzed which heat price can be obtained for a household by establishing a new district heating system in an area. The resulting heat price is compared to the cost of establishing an individual heating system. The costs of heating a house with the two systems are compared. The calculations in the analysis are done under the assumption that there is no existing heat supply in the area (neither district heating nor individual). This can also be viewed as a case where the existing heat supply in the area has reached its technical lifetime and is in need of replacement. The purpose of the analysis is therefore to examine under which circumstances district heating is cost-effective compared to individual heating solutions and therefore under which circumstances it is preferable/beneficial to establish a new district heating system.

This section summarizes the results for the competitive conditions of district heating for both heating demands which is assumed normal today and for future low-energy buildings. Furthermore, the significance of taxes on the district heating price is discussed, the competitive conditions of district heating compared to individual heating solutions is shown and the export potential of district heating is indicated.

The analysis builds upon prices, technologies and efficiencies from the Danish system and the cost calculations include Danish taxes and tariffs.

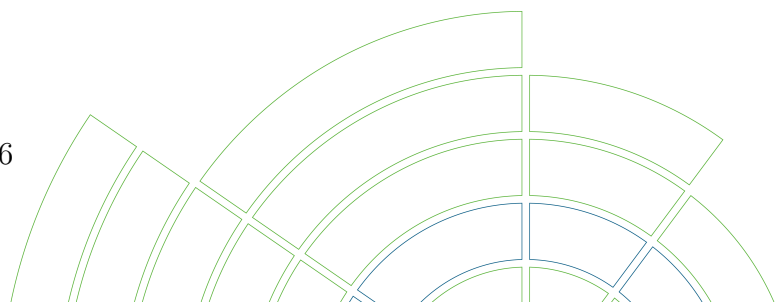
The overall outcome of the analysis is that a new district heating system is highly competitive with respect to heating price when compared to individual heating solutions. This is the case for both the state of buildings as of today and for areas that are converted to low-energy buildings. Even if the taxes on electricity for space heating is lowered or even completely removed, new district heating systems will be able to compete with individual heating solutions, such as individual heat pumps.

District heating and individual heating: At a heat demand of 13 800 kWh/year, which corresponds to an energy renovated building, a new district heating system is the most cost-effective source of heating. This is the case when the district heating is produced with either a wood chip boiler or an electrical compression heat pump. In this scenario the yearly price of heating is approximately 3200 kr. cheaper for district heating compared to an individual natural gas boiler. Compared to an individual biomass boiler and individual air-to-water heat pump, district heating is approximately 6000 kr. cheaper. In percentages, the annual cost of district heating is approximately 19% lower than an individual natural gas boiler and approximately 30-31% cheaper than an individual biomass boiler and an individual air-to-water heat pump.

District heating and low-energy: In a scenario where the buildings in an area are converted to meet the energy limit of the Danish building regulations for 2015 (BR15), a new district heating system is the most cost-effective source of heating when compared to individual heating solutions. For a 130 m² building this is equivalent to a heat demand of 4900 kWh/year. In this scenario the yearly price of heating is approximately 2000 kr. cheaper than individual electric heating (19 %) and an individual natural gas boiler (22 %). Compared to an individual air-to-water heat pump, the yearly price of heating for a new district heating system is approximately 7000 kr. cheaper (47 %).

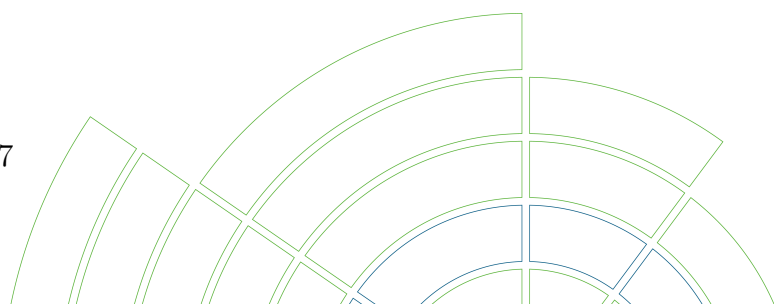
District heating and taxes: Comparing a new district heating system to individual heating solutions, without taxes, it will under Danish conditions be of particular interest to compare district heating to individual heat pumps. The results from the analysis show that a new district heating system is the most cost-effective source of heating when compared to individual heating solutions even if the taxes on electricity for space heating is lowered or completely removed.

District heating and export potential: In order to even consider establishing district heating in a new area it must first be determined whether a district heating system can deliver more cost-effective heating compared to individual heating solutions. This analysis has showed that this is indeed possible for new district heating systems in Denmark. There is even room for considerable uncertainties regarding the costs of establishing the district heating network. Outside Denmark, it is likely that the heat in a district heating system will not be produced with the same technologies as in Denmark, as in the cases of a wood chip boiler and an electrical compression heat pump that are shown in the analysis. The results depends on fuel prices, tariffs and taxes and as these vary from country to country the results may change. These factors decide which heat producing technology is the cheapest in each country. The advantages of district heating (high fuel efficiency, lower heat production capacity requirement and cheaper fuels) will most often make district heating cost efficient. This is especially the case in densely populated areas where the heat loss will be low. Densely populated areas will therefore be the natural starting point for establishment of new district heating systems outside of Denmark.



Indhold

Opsummering	3
Abstract	5
Indhold	7
Introduktion	8
Data og metode	10
Netværksmodellering	16
Parametre som påvirker prisen på fjernvarme	22
Varmebehovets indvirkning på varmeprisen	25
Fjernvarmens konkurrenceevne ifht. individuel opvarmning	30
Afgifters betydning for konkurrenceforholdet	37
Litteratur	42
Bilag A Varmebehovsvariationer	44
Bilag B Netværksmodellering	47
Bilag C Europæiske energipriser	50
Bilag D District heating pipe costs	52



Introduktion

Formålet med denne analyse er at undersøge om man opnår den laveste varmepris ved at nyetablere et fjernvarmesystem eller ved at etablere individuel opvarmning. Analysen forholder sig dermed ikke til konkurrenceevnen for eksisterende fjernvarmesystemer og betydningen af ændrede rammevilkår for disse systemer.

I Grøn Energi's analyse fra efteråret 2016, kaldet "Energiforsyning 2030", så man et billede af at den gennemsnitlige fjernvarmepris i Danmark havde svært ved at konkurrere med individuelle opvarmningsformer, særligt den individuelle luft/vand varmepumpe. Selvom denne konklusion er rigtig, så betyder det ikke at det er ufordelagtigt at anlægge fjernvarme. Det skyldes at "Energiforsyning 2030" tog udgangspunkt i et gennemsnit af meget forskelligartede, og ofte ældre, fjernvarmesystemer og nye individuelle opvarmningsteknologier. Sammenligningen mellem fjernvarme og individuel opvarmning vil i dette tilfælde give et forvredet billede af konkurrenceforholdet når formålet er at undersøge om man opnår den laveste varmepris ved at nyetablere fjernvarme eller ved at etablere individuel opvarmning.

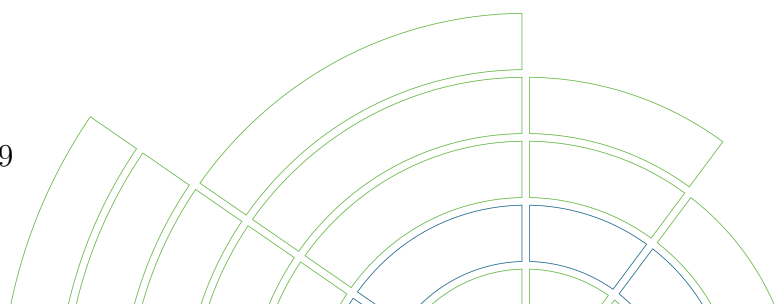
Med baggrund i dette har Grøn Energi udarbejdet denne analyse med det formål at undersøge fjernvarmens konkurrenceforhold til de forskellige individuelle opvarmningsformer. Dette er gjort ved at sammenligne varmeprisen for et nyetableret fjernvarmesystem baseret på forskellige produktionsteknologier med varmeprisen for nyetablerede individuelle varmeproduktionsanlæg. I analysen beregnes der kun selskabsøkonomi, ikke samfundsøkonomi. Det nyetablerede fjernvarmesystem er modelleret med inspiration fra et virkeligt område som består af både lejlighedskomplekser, parcelhuse og rækkehuse. Området består af ca. 1800 husstande.

Det samlede varmebehov for fjernvarmesystemet varieres i analysen på to måder. For det første varieres varmebehovet for den gennemsnitlige husstand i seks scenarier, fra 4900 kW h/år som det laveste, til 13 800 kW h/år som det højeste. For det andet opstilles forskellige scenarier for afstanden mellem punkterne i netværket, hvilket skal simulere netværk med forskellige varmetætheder. Disse variationer vil have betydning for både dimensionering af fjernvarmerør, produktionsanlæg og varmetab i systemet. Desuden beregnes varmeprisen for fjernvarme med to forskellige varmeproduktionskilder, en fliskedel og en kollektiv eldrevet varmepumpe.

I analysen er der anvendt to forskellige sæt af antagelser for de individuelle teknologier. Det første sæt bygger udelukkende på data fra Energistyrelsens Teknologikatalog ([Energistyrelsen, 2017b](#)). I det andet sæt antagelser er enkelte af antagelserne udskiftet med værdier som enten er mere opdaterede eller som stemmer mere overens med de forhold teknologierne bliver benyttet under.

Af resultaterne fremgår hvor stor en andel af de samlede omkostninger de forskellige omkostningselementer udgør for både fjernvarme og individuel opvarmning. Dette vil, udover at vise forskellen i omkostningsstrukturen for fjernvarme og

individuel opvarmning, også gøre det nemmere at perspektivere til udenlandske forhold, hvor afgiftstrukturen er anderledes end den danske.



Data og metode

Dette afsnit indeholder en samling af de teknologidata som er anvendt i analysen, både for individuelle varmeanlæg og fjernvarmeproduktionsanlæg. I afsnittet er det også beskrevet hvilke brændselspriser, afgifter og økonomiske parametre som er anvendt i analysen. Desuden indeholder afsnittet en beskrivelse af den beregningsmetode som er anvendt i analysen.

Den gennemsnitlige husstand i analysen antages at være et eksisterende byggeri med radiatorer som vandbåret system. I beregningerne antages det desuden at indkøbet af anlæg foregår i 2017, med 2018 som første varmeproduktionsår. I næste afsnit angives specifikke teknologidata for den enkelte teknologier, dog er følgende gældende:

- Omkostninger til etablering af fjernvarmeunit er inklusiv stikledning og måler.
- Omkostninger til etablering af træpillefyr er inklusiv skorsten.
- Omkostninger til etablering af naturgasfyr er inklusiv stikledning. Omkostninger til etablering af naturgasdistributionsnet er ikke medtaget i analysen.
- Omkostninger til etablering af oliefyr er inklusiv varmtvandsbeholder. Det er antaget at en olietank er etableret.
- Omkostninger til etablering af både luft/vand og jordvarmepumpe er inklusiv varmtvandsbeholder og supplerende udstyr.

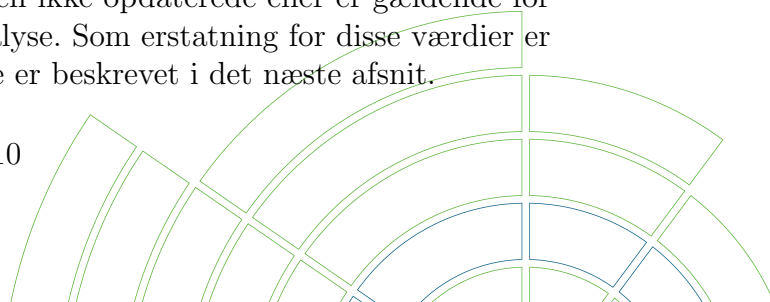
Teknologidata for individuelle varmeanlæg, Teknologikatalog

De følgende data er hentet direkte fra Teknologikataloget ([Energistyrelsen, 2017b](#)). Virkningsgraderne er totalvirkningsgrader og alle priser er inkl. moms.

Opvarmningsform	Investering [kr.]	Virkningsgrad [%]	Levetid [år]	Vedligehold [kr./år]
Fjernvarmeunit	46 000	100	25	500
Oliefyr	56 000	92	20	2200
Træpillefyr	80 000	80	20	4500
Naturgasfyr	48 000	97	22	1900
Elpanel/radiator	37 000	100	30	500
Luft/vand varmepumpe	93 000	325	20	2700
Jordvarmepumpe	149 000	360	20	2700

Tabel 1: Forudsætningerne for de individuelle teknologier og fjernvarmeunit

Nogle af værdierne i Tabel 1 er enten ikke opdaterede eller er gældende for forhold som ikke passer ind i denne analyse. Som erstatning for disse værdier er der fundet mere retvisende kilder. Disse er beskrevet i det næste afsnit.



Teknologidata for individuelle varmeanlæg, revideret

De følgende data i Tabel 2 kommer til dels fra Teknologikataloget og fra andre kilder. De data som ikke kommer fra Teknologikataloget er markeret med en *.

Opvarmningsform	Investering [kr.]	Virkningsgrad [%]	Levetid [år]	Vedligehold [kr./år]
Fjernvarme	46 000	100	25	500
Oliefyr	56 000	92	20	2200
Træpillefyr	80 000	80	20	4500
Naturgasfyr	48 000	92*	19*	1900
Elpanel/radiator	37 000	100	30	500
Luft/vand varmepumpe	93 000	233*	15*	2700
Jordvarmepumpe	149 000	263*	20	2700

Tabel 2: Forudsætningerne for de individuelle teknologier og fjernvarme

Naturgasfyr: Totalvirkningsgraden for naturgasfyr sættes i teknologikataloget til 97%. Ifølge rapporten Facts and figures about domestic gas boilers (DGC, 2017a) sættes virkningsgrader som inkluderer brugsvand til mellem 97,4% og 100,2% (afhængig af om der er tale om lavtemperatur eller traditionel temperatur) ved et varmebehov på 18 000 kWh. Det inkluderede brugsvandsforbrug er dog maksimalt på 2000 kWh, hvilket er lavere end de ca. 3100 kWh som anvendes i denne analyse, ligesom at varmekonsumet er højere end de 4900-13 800 kWh som anvendes i denne analyse. Det vil dermed ikke være retvisende at bruge disse tal fordi årsvirkningsgraden er faldende både ved højere brugsvandandel og lavere varmebehov.

Kun få producenter af naturgasfyr oplyser specifikt virkningsgraden for varmt brugsvand. En af producenterne som opdeler virkningsgrader i varme og brugsvand er Vaillant. Det mest effektive af deres naturgasfyr angives med en virkningsgrad for opvarmning på 94% og en virkningsgrad for varmt vand på 87% (Vaillant, 2017). Antager man at brugsvand udgør 30% af varmebehovet resulterer det i en totalvirkningsgrad på 91,9%. Denne virkningsgrad er anvendt ved alle varmebehovsscenerierne i analysen, selvom totalvirkningsgraden vil være lavere i de scenarier hvor det totale varmebehov er mindre, fordi andelen af brugsvand her vil være større.

Levetiden for et naturgasfyr er i teknologikataloget sat til 20 år, hvor kilden er et internt notat fra HNG Statistik. DGC publicerede i 2016 (DGC, 2017b) en analyse hvor de finder at levetiden på et naturgas fyr er omkring 19 år. Resultaterne bygger på over 50 000 enheder og må anses for at være troværdig. Derfor er levetiden på 19 år anvendt her.

Varmepumper: Virkningsgraderne for varmepumperne er i teknologikataloget sat til 325% for luft/vand varmepumper og 360% for jordvarmepumper for eksisterende huse. For nye huse (lavt energiforbrug) er virkningsgraderne henholdsvis 285% og 310%. Virkningsgraderne er teoretisk beregnede værdier baseret på tests ved en række forskellige temperaturer efter EN14825 og EN16147 standarderne. Værdierne repræsenterer dermed ikke nødvendigvis de virkningsgrader man som forbruger vil opleve.

I ForskEL-projektet “Styr Din Varmepumpe” har man over en årerække indsamlet og analyseret driftsdata fra 53 individuelle luft/vand varmepumper og 219 individuelle jordvarmepumper (ForskEL, 2015). Rapporten finder en median årlig systemeffektivitet på 257 % ud fra ca. 150 observationer hvor målingerne vurderes at være fornuftige. Antager man at andelen af luft/vand varmepumper og jordvarmepumper er repræsentativ for hele populationen og at forholdet mellem virkningsgraderne er det samme som i teknologikataloget, ender man med en virkningsgrad for luft/vand varmepumpen på 233 % og 263 % for jordvarmepumpen, hvilket er brugt i denne analyse.

Teknologisk Institut udgav i 2013 en rapport med resultater fra et måleprogram om varmepumpedata (Teknologisk Institut, 2013). Rapporten finder gennemsnitlige årsvirkningsgrader for jordvarmepumper på 282 % og 303 % i henholdsvis oktober 2011 og oktober 2012. For luft/vand varmepumper finder rapporten gennemsnitlige årsvirkningsgrader på 251 % og 247 % i henholdsvis oktober 2011 og oktober 2012. Flere af stikprøverne er små, men underbygger dog at systemeffektiviteten i teknologikataloget er for høj.

Levetiden for luft/vand varmepumper blev sat op fra 15 år til 20 år i den seneste udgave af teknologikataloget fra september 2017 (Energistyrelsen, 2017b). Usikkerheden omkring levetider for varmepumper er stor, og der er ingen dokumentation for at levetiden skal sættes op til 20 år for luft/vand varmepumper. Derfor er der anvendt en levetid på 15 år for luft/vand varmepumper i analysens reviderede datasæt.

Teknologidata for fjernvarmeproduktionsanlæg

De følgende data i Tabel 2 kommer til dels fra Teknologikataloget og erfaringstal fra danske fjernvarmeprojekter.

	Fliskedel	Eldrevet varmepumpe	Akkumulerings tank	Elpatron
Investering [mio. kr./MW _{varme}]	5,5	5,25	1150 ¹	0,6
Virkningsgrad [%]	108 ²	400	95	99
Levetid [år]	20	20 ³	20 ⁴	20
Fast D&V [kr./MW _{varme}]	77 000	15 000	0 ⁵	9000
Variabel D&V [kr./MWh]	25	15	0 ⁶	4

Tabel 3: Forudsætningerne for fjernvarme teknologier, ex. moms

¹Prisen er i kr./m³

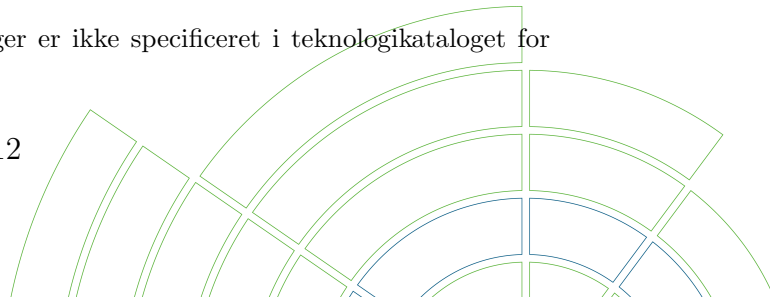
²Det antages at der investeres i røggaskondensering

³Teknologikataloget foreskriver 25 års levetid for en kompressionsvarmepumpe til fjernvarme. I denne analyse er anvendt en levetid på 20 år.

⁴Levetiden er ikke specificeret i teknologikataloget, men antages at være mindst 20 år

⁵Faste drift-og vedligeholdelseskostninger er ikke specificeret i teknologikataloget for akkumuleringsstanke

⁶Variable drift-og vedligeholdelseskostninger er ikke specificeret i teknologikataloget for akkumuleringsstanke



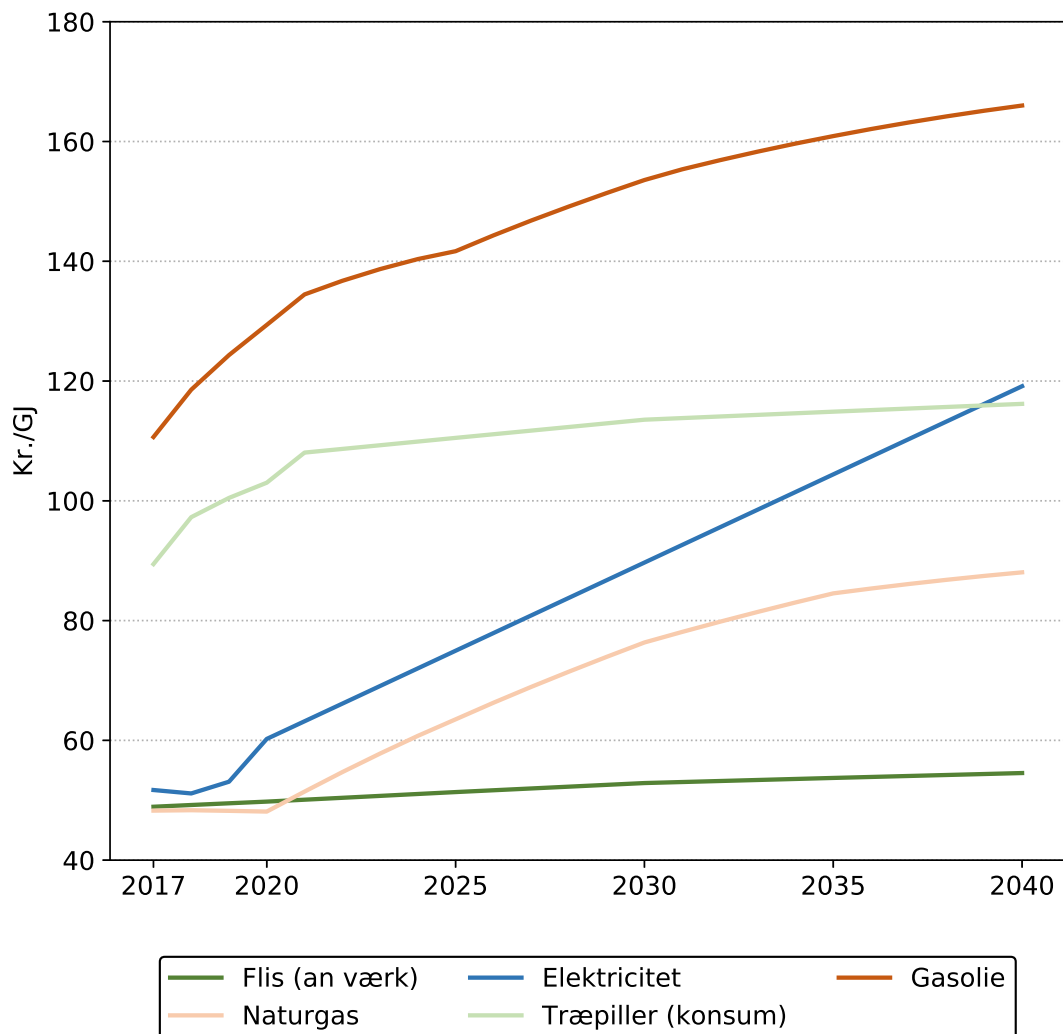
Den eldrevne varmepumpe med COP på 4 er antaget at bruge grundvand som varmekilde. Hvis grundvand ikke er tilgængeligt kan en COP på 3,5 med rimelighed opnåes med udeluft som varmekilde ([Grøn Energi, 2017](#)).

I analysen er anlægsomkostningerne til ledningsanlæg baseret på at rørene lægges ned i forstadsområder hvor der er asfalt/fortov. Dette øger omkostningerne til ledningsnettet i forhold til hvis rørene skulle lægges i et ubefæstet jord (f.eks. barmarksområder). Levetiden for ledningsanlæg sættes i analysen til 50 år.

I alle scenarier investeres i en akkumuleringstank som dimensioneres efter 10 timers spidseffekt, samt en elpatron som kan dække spidslastbehovet.

Brændselspriser

Brændselspriserne i analysen er de rå samfundsøkonomiske beregningspriser fra [Energistyrelsen \(2017a\)](#). Brændselspriserne ses i Figur 1, omregnet til kr./GJ.



Figur 1: Rå brændselspriser

Afgifter og økonomiske parametre

Dette afsnit indeholder information om de afgifter, tariffer, rente og distributions- og administrationsomkostninger for fjernvarmesystemet.

Distributions- og administrationsomkostninger for fjernvarmesystemet er baseret på gennemsnitsomkostninger fra Dansk Fjernvarmes Statistik 2015-2016 ([Dansk Fjernvarme, 2016](#)). Distributionsomkostningerne udgør 60 kr./MWh, mens administrationsomkostningerne udgør 35 kr./MWh.

Afgifterne/tarifferne vist i Tabel 4 er afgiftssatserne for de individuelle teknologier i analysen og er angivet ekskl. moms. Det er antaget at afgifter/tariffer er konstante i analysen. Den anvendte nedre brændværdi for gasolie er sat til 9,964 kWh/l, afgifterne er fra [SKAT \(2017d\)](#), [SKAT \(2017c\)](#) og [SKAT \(2017e\)](#). Den anvendte nedre brændværdi for naturgas er sat til 11 kWh/Nm³, afgifterne og tarifferne er fra [Energitilsynet \(2017\)](#), [SKAT \(2017b\)](#), [SKAT \(2017c\)](#) og [SKAT \(2017e\)](#). Afgifterne og tarifferne for elektricitet er fra [Energitilsynet \(2016\)](#) og [SKAT \(2017a\)](#).

Afgift/Tarif	Gasolie [øre/l]	Elektricitet [øre/kWh]	Naturgas [øre/Nm ³]
Energiafgift	198,2	⁷ 40,5	218,8
CO ₂	45,7	-	38,9
NO _x	0,9	-	0,8
Distribution	-	⁸ 35,66	⁹ 111

Tabel 4: Tabel indeholdende afgifter og tariffer for de individuelle teknologier

Afgifterne/tarifferne i Tabel 5 er afgiftssatserne for fjernvarmeteknologierne i analysen og er angivet ekskl. moms. Afgiften for flis er fra [SKAT \(2017e\)](#). Afgifterne for el er fra [SKAT \(2017a\)](#) og tarifferne er fra [Energinet.dk \(2016\)](#) og [Dansk Energi \(2016\)](#). PSO-afgiften er under udfasning og medtages derfor ikke i analysen.

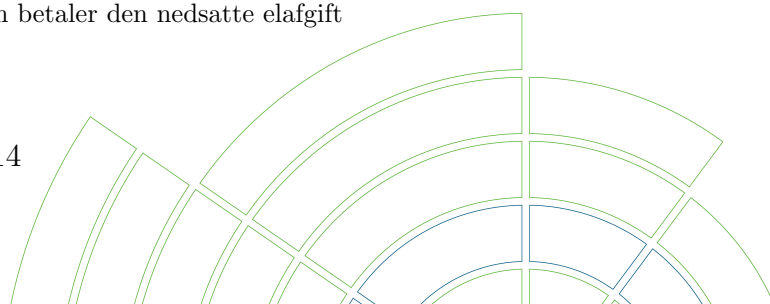
Afgift/Tarif	Flis [kr./MWh]	Elektricitet [kr./MWh]
Energiafgift	-	405
NO _x	1,80	-
Distribution	-	106,9
Systemtarif og transmission	-	83

Tabel 5: Tabel indeholdende afgifter og tariffer for fjernvarme teknologier

⁷Antaget at elforbruget til opvarmning kun betaler den nedsatte elafgift

⁸Nettarif, transport og handel

⁹Inkl. nødforsyningstarif



Anlægsomkostningerne til ledningsanlæg for fjernvarme er baseret på erfaringspriser på projekter i Jylland for små og mellemstore værker. Anlægsomkostningerne dækker smedeeentreprise, jordentreprise og rørleverance. Erfaringspriserne er fra danske fjernvarmeprojekter og kan ses i Tabel 7. Den anvendte diskonteringsrente i analysen er den samfundsøkonomiske diskonteringsrente på 4%. Varmeprisen sammenlignes for en bolig på 130 m².

Beregningsmetode

For at analysere om opvarmning med fjernvarme kan konkurrere med individuel opvarmning, både i dag og i fremtiden, er det beregnet hvad det vil koste at investere i en teknologi til individuel opvarmning og forsyne boligen med rumvarme og varmt brugsvand. Omkostningerne er her de gennemsnitlige omkostninger i teknologiens levetid.

Grundet forskellige levetider af de tilgængelige teknologier til opvarmning, vil det ikke være tilstrækkeligt at vælge mellem investeringsalternativer udelukkende på baggrund af nutidsværdimetoden. Det skyldes at investeringerne kan ses som værende gensidigt udelukkende, samt det faktum, at en bolig skal opvarmes hvert år. Det vil, i dette tilfælde, derfor ikke give mening direkte at sammenligne nutidsværdien af en investering som har en levetid på 15 år med en investering som har en levetid på 20 år, da investeringen som har en levetid på 20 år kan benyttes til at levere varme fem år længere end den anden investering.

For at undgå dette kan man, ved hjælp af reinvesteringer, konstruere en så lang betalingsrække at to alternativers levetid udløber på samme tid. En anden mulighed er at beregne den ækvivalente årlige annuitet, ved hjælp af annuitetsmetoden. Med annuitetsmetoden beregnes den gennemsnitlige nettobetaling pr. periode, hvilket i dette tilfælde vil svare til den gennemsnitlige varmepris pr. år. Denne findes ved Formel (1) (Christensen, 2005)

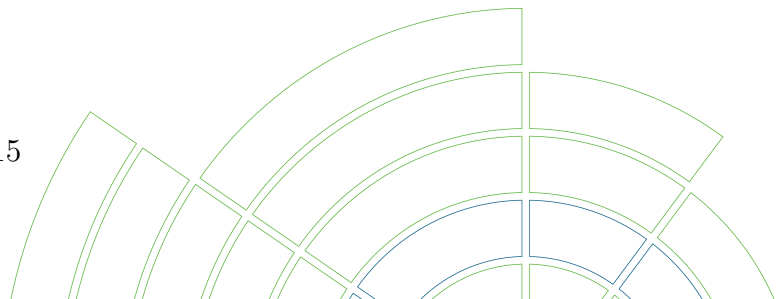
$$\text{Årlig gns. varmepris} = NV_j(k) \cdot \alpha_{T,k}^{-1} = \left[\sum_{t=0}^T NB_{j,t} (1+k)^{-t} \right] \cdot \alpha_{T,k}^{-1} \quad (1)$$

hvor $\alpha_{T,k}$, kaldes kapitalindvindingsfaktoren eller annuitetsfaktoren, defineret i Formel (2)

$$\alpha_{T,k} = \frac{1 - (1+k)^{-T}}{k} \quad (2)$$

$NB_{j,t}$ er nettobetalingen på tidspunkt t for alternativ j . T er levetiden af investeringen og k er diskonteringsrenten. NV_j er nutidsværdien for alternativ j som funktion af diskonteringsrenten.

Denne metode er anvendt til at bestemme den gennemsnitlige årlige varmepris for forbrugeren ved etablering og drift af henholdsvis individuelle systemer og fjernvarmesystemet.



Netværksmodellering

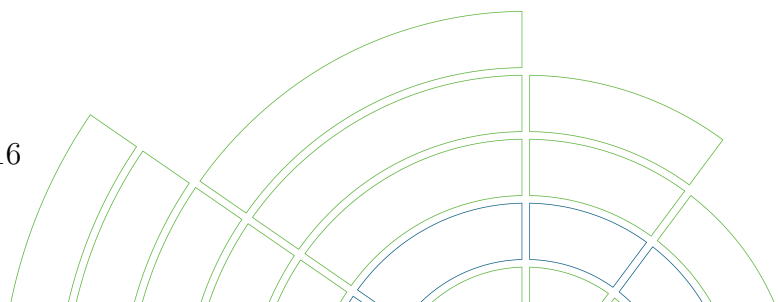
Dette afsnit indeholder en beskrivelse af den modellering af fjernvarmenetværk som er udført i forbindelse med analysen. Desuden indeholder afsnittet en beskrivelse af de ændringer i varmetætheden som er analyseret, i form af varmebehovsvariationer og netværksvariationer.

Fjernvarmeområdet i analysen

For at beregne varmeprisen ved nyetablering af fjernvarmesystemet i analysen er distributionsnettet i fjernvarmesystemet modelleret. Som inspiration for fjernvarmenettets størrelse og udseende er der taget udgangspunkt i et område i Fredericia som repræsenterer forskellige typer af boliger og som har delområder med forskellige varmetætheder. Det er antaget at ledningsnettet har en størrelse der gør at det er tilstrækkeligt kun at have tilgang af varme et sted i nettet. Inspirationsområdet ses i Figur 2.



Figur 2: Luftfoto af området i Fredericia

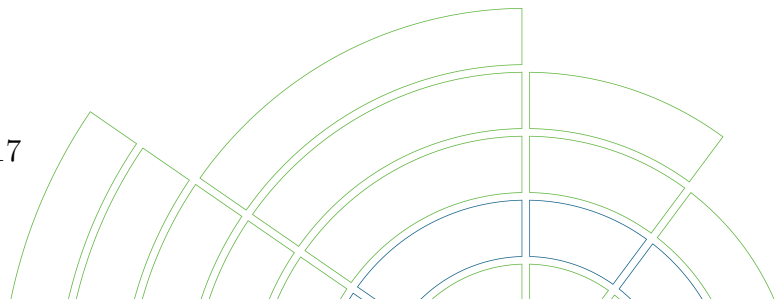


Underområder i fjernvarmenettet

Området i analysen er opdelt i tre underområder som hver har forskellige karakteristika, se Figur 3. Område 1 har en stor andel af lejlighedskomplekser i midten af området og har parcel- og rækkehuse rundt om. Område 2 er et område med få lejligheder og rækkehuse og mange parcelhuse. Område 3 består kun af parcelhuse. Det samlede antal husstande i området er i modellen ca. 1800. I denne analyse er det valgt kun at se på områderne som en helhed, der vises altså ikke resultater for hvert underområde.



Figur 3: Fjernvarmeområdet opdelt i tre underområder

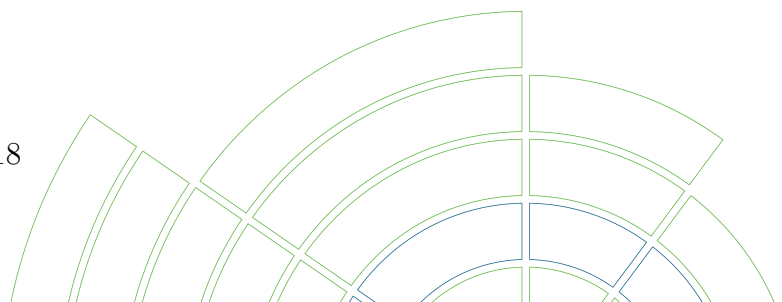


Hovedledningens placering i fjernvarmenettet

Figur 4 viser placeringen af hovedledningen i modellen.



Figur 4: Placering af hovedledninger i fjernvarmeområdet



Distributionsnettets placering i fjernvarmenettet

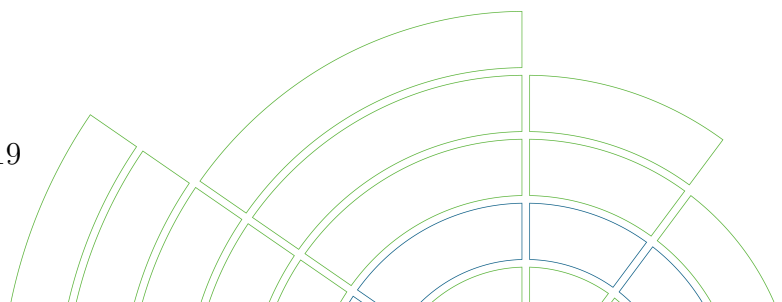
Figur 5 viser placeringen af distributionsnettet i underområde 2. Distributionsnettet i underområde 1 og 3 er placeret efter samme metode.



Figur 5: Placering af distributionsledninger i område 2

En mere detaljeret beskrivelse af netværksmodelleringen kan ses i Appendix B.

I analysen er der anvendt forskellige varmebehovsvariationer som repræsenterer bygningsmasser med forskellige varmebehov. I analysen er der antaget et konstant varmt brugsvandsbehov på $24,1 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$. For en bolig på 130 m^2 svarer det til et forbrug på ca. 3100 kWh varmt brugsvand pr. år. Varmebehovet varierer for rumvarme. I analysen benyttes der seks forskellige variationer af rumvarmebehov; disse kan ses i Tabel 6. Metoden er uddybet yderligere i Appendix A.

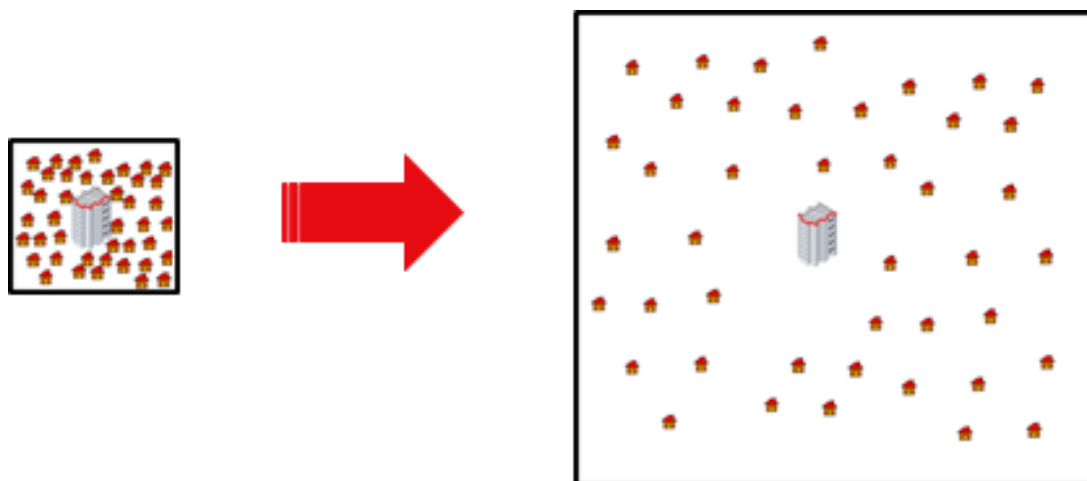


Variation	Rumvarmebehov [kWh/m ² /år]	Varmt brugsvandsbehov [kWh/m ² /år]	Samlet behov ved 130 m ² [kWh/år]
1	82,0	24,1	13 800
2	68,3	24,1	12 000
3	54,6	24,1	10 200
4	41,0	24,1	8500
5	27,3	24,1	6700
6	13,7	24,1	4900

Tabel 6: Varmebehovsvariationer i analysen

De forskellige varmebehov har til formål at belyse konkurrenceforholdet mellem fjernvarme og individuel opvarmning ved både bygninger med et højt energiforbrug og nyere bygninger med et lavt energiforbrug. Det skal bemærkes at der i de variationsscenerier hvor det totale varmebehov er lavt vil være en høj andel varmt brugsvand, dette vil sænke virkningsgraden for de fleste individuelle teknologier, men de lavere virkningsgrader er ikke afspejlet i analysen.

Udover størrelsen af varmebehovet varieres også størrelsen af netværket i analysen. Dette er gjort ved at ændre afstanden mellem bygningerne i netværket. Netværket er stadigvæk inspireret af det samme fysiske område, men det er simuleret hvordan netværket ville have set ud hvis afstanden mellem bygningerne er større end det er tilfældet i det modellerede netværk. Netværket er simuleret i længderne 1, 1,5, 2, 2,5 og 3, hvor 1 er det oprindelige netværk, mens 3 repræsenterer et netværk hvor afstanden mellem bygningerne er tre gange længere end i det oprindelige netværk. En illustration af dette kan ses i Figur 6.



Figur 6: Illustration af netværksskalering

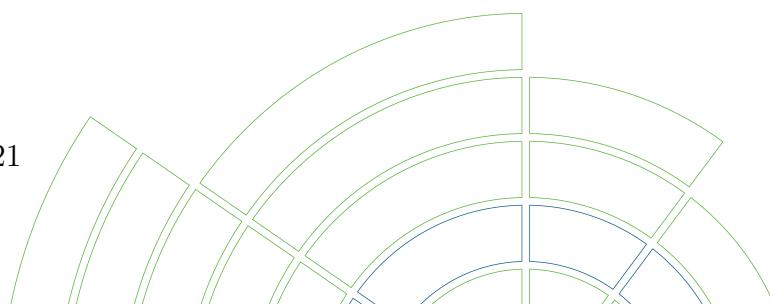
Både variationen i varmebehov og netværksslængde ændrer på varmetætheden i fjernvarmesystemet og dermed ledningstab. I analysen vil scenariet med netværksslængden 1 og et rumvarmebehov på 82,0 kWh/m²/år (variation 1 i Tabel 6) således have det laveste relative varmetab, grundet at netværket er mindst samtidig med at forbruget er højt. I dette scenarie er der i modellen



et totalt varmebehov på ca. 27 500 MWh, hvoraf ca. 8,5% er ledningstab. Det højeste relative varmetab vil være det tilfælde hvor der er et lavt forbrug og det længste netværk altså scenariet med netværkslængden 3 og $13,7 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$. I dette scenarie er der i modellen et totalt varmebehov på ca. 14 000 MWh, hvoraf ca. 36% er ledningstab.

Variationerne i varmetæthed ændrer ikke kun på varmetabet, men også på investeringsomkostningerne. Hvor ændringen i varmebehovet primært ændrer rørdimensionerne i netværket (større/mindre rørdimension, højere/lavere investeringsomkostninger), så påvirker afstanden mellem bygningerne kun rørlængden (længere rør, højere investeringsomkostninger), givet at det maksimale trykniveau ikke overskrides for rørdimensionen.

Variationen af netværkslængden er foretaget i analysen for at undersøge konkurrenceforholdet i områder som er mindre tætbeholdet end det oprindelige område.

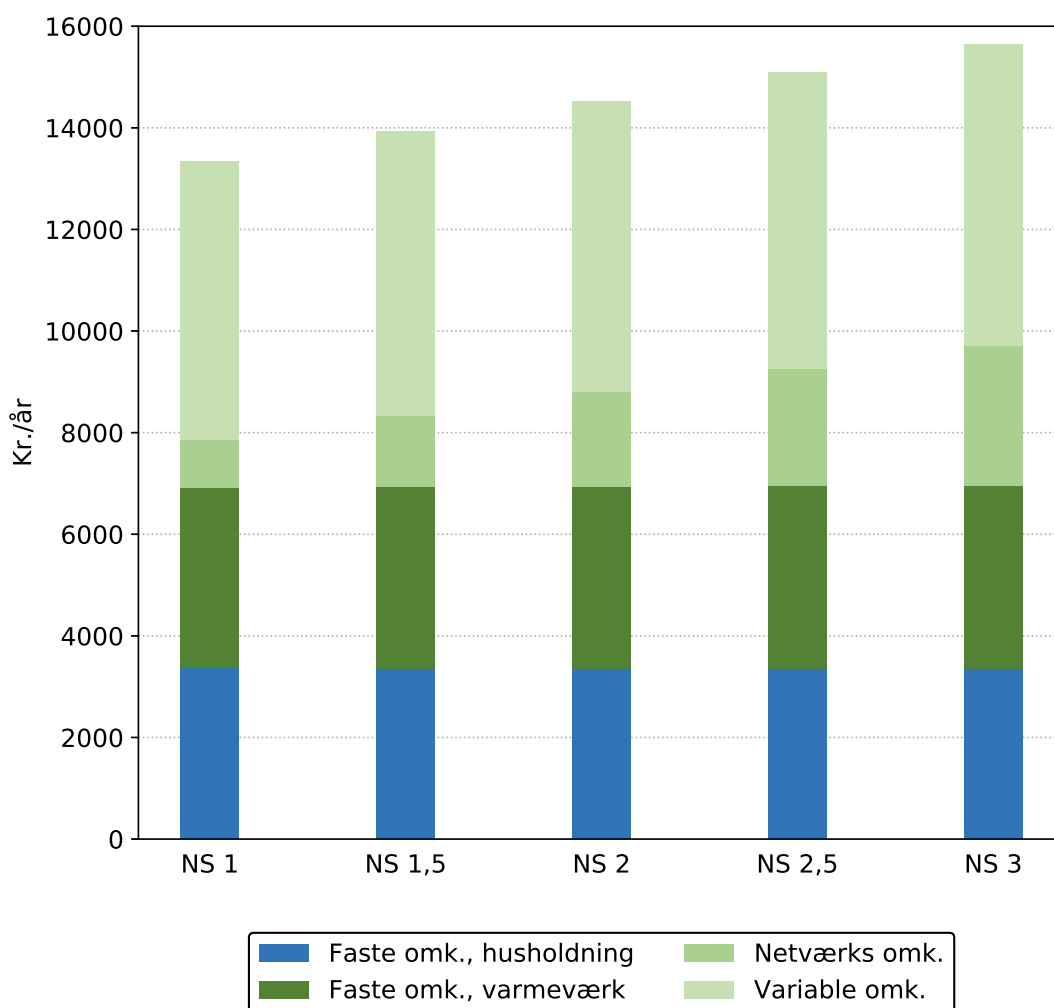


Parametre som påvirker prisen på fjernvarme

Dette afsnit indeholder en beskrivelse af de vigtige parametre som ved etablering af et nyt fjernvarmesystem påvirker investeringerne i systemet og dermed prisen på fjernvarme i det resulterende system. Netværkslængde og varmebehov afgør varmetætheden i systemet og dermed varmetab og effekt. Mens typen af varmeproduktionsanlæg afgør hvad det koster at producere varmen.

Netværkslængde

Længden af ledningsnettet i et fjernvarmesystem påvirker fjernvarmeprisen på to måder. For det første er investeringsomkostningerne i et ledningsnet større jo længere det er. Investeringen i ledningsnettet er en betydelig del af den samlede investering i et fjernvarmesystem, og derfor er længden af nettet ikke en uvæsentlig faktor. For det andet vil et længere ledningsnet, alt andet lige, gøre varmetætheden i lavere. Det betyder at varmetabet i et længere ledningsnet, alt andet lige, vil være større og der skal dermed produceres mere varme på værket for at dække det samme fjernvarmebehov i husstandene.



Figur 7: Netværkslængdens påvirkning på varmeprisen for nyeetableret fjernvarme ved et husstandsbehov på 13800 kWh. Fjernvarmen produceres med en fliskedel.

Figur 7 viser netværkslængdens påvirkning på fjernvarmeprisen når fjernvarmebehovet ved forbrugeren fastholdes på 13 800 kWh. De faste omkostninger for husholdningen indeholder investering i fjernvarmeunit, stikledning, måler, drift og vedligehold af fjernvarmeunit. De faste omkostninger for varmeværket indeholder omkostning til investering i varmeproduktionsanlæg, lager, fast drift og vedligehold. Netværksomkostningerne indeholder omkostninger til investering i ledningsnettet. De variable omkostninger indeholder omkostninger til variabel drift og vedligehold, brændsler, distribution og administration.

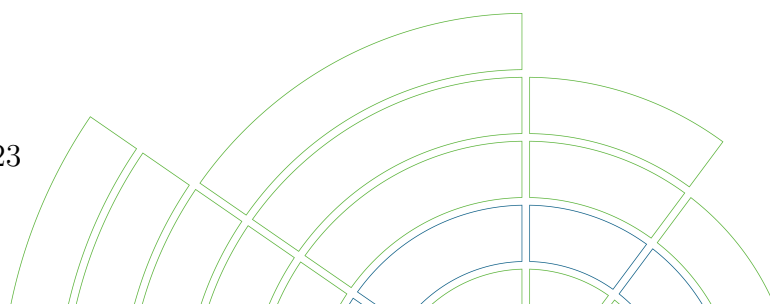
Figuren viser at den årlige fjernvarmepris er stigende med netværkslængden. Forskellen i den årlige varmepris, for en husstand, mellem det korteste ledningsnet (NS 1) og det længste (NS 3), svarende til en tredobling af ledningsnettets størrelse, er ca. 2300 kr./år.

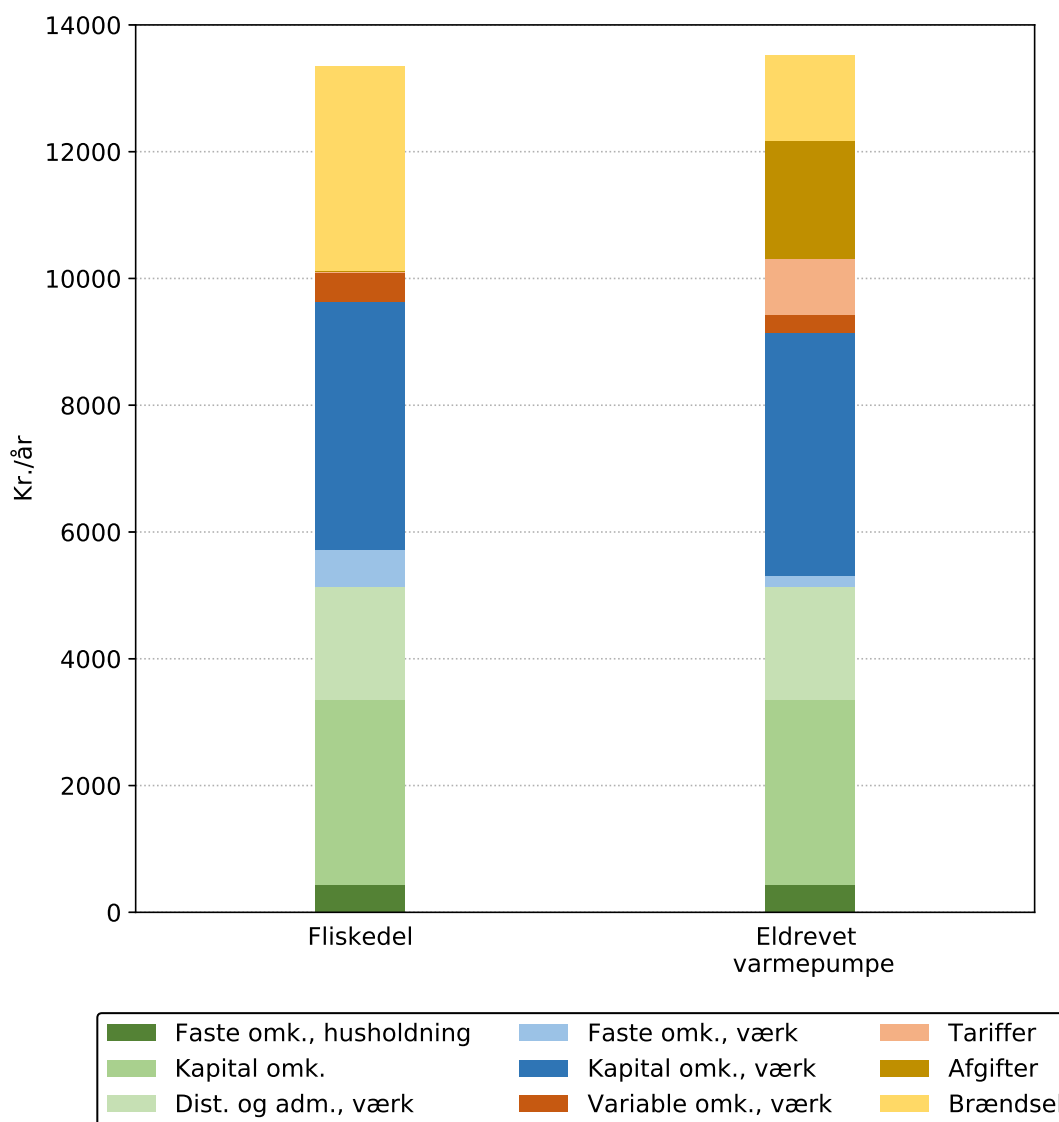
Prisforskellen opstår som følge af øget investering i ledningsnet, øget varmetab og en marginalt større investering i varmeproduktionskapacitet grundet det større ledningstab. Det samme billede kan ses hvis varmebehovet er lavere, her vil niveauet blot være lavere.

Varmeproduktionsanlæg

Hvad det rent faktisk koster at producere energien i fjernvarmesystemet afhænger af hvilket varmeproduktionsanlæg der investeres i. For fjernvarmeteknologier er driftsomkostningerne meget afhængige af brændselsprisen (inkl. afgifter og tariffer).

I denne analyse er der taget udgangspunkt i to forskellige varmeproduktionsanlæg, en fliskedel og en eldrevet varmepumpe. Disse to teknologier har forskellige omkostningsfordelinger til trods for at de samlede omkostninger ikke er langt fra hinanden. Figur 8 viser varmeprisen for en husholdning med et årligt varmebehov på 13 800 kWh og Netværksskalering 1, hvor den eneste forskel er at varmen til fjernvarmesystemet i det ene tilfælde produceres med en fliskedel og i det andet tilfælde en eldrevet varmepumpe.





Figur 8: Sammenligning af varmeprisen for nyetableret fjernvarme med NetværksSkalering 1 ved en husstand på 13800 kWh. Fjernvarme produceret med hhv. fliskedel og eldrevet varmepumpe.

De to søjler i Figur 8 har de samme faste- og kapitalomkostninger for husstanden (mørke og mellemgrønne farver), fordi hverken investeringen eller de årlige vedligeholdelseskostninger ved husstanden afhænger af varmeproduktionsanlægget på fjernvarmeværket. Kapitalomkostningerne indeholder omkostningerne til ledningsnettet (mørkeblå farve). Ligeledes er omkostningerne der går til distribution og administration af fjernvarmen den samme, da denne heller ikke afhænger af produktionsteknologien (lysegrøn farve). Forskellene ligger i investeringen i varmeproduktionsanlægget og driftsomkostningerne. Fliskedlen har væsentligt højere faste omkostninger til drift og vedligehold end den eldrevne varmepumpe, henholdsvis 77 000 kr./MW og 15 000 kr./MW (lyseblå farve). De variable omkostninger til drift og vedligehold er ligeledes højere for en fliskedel end for den eldrevne varmepumpe, med henholdsvis 25 kr./MWh og 15 kr./MWh (mørkerød). Investeringssomkostningerne i fliskedlen er 0,25 mio. kr./MW højere end for varmepumpen.

Den helt store forskel er omkostningen til brændsel og afgifter/tariffer. Fliskedlens omkostninger til brændsel og afgifter/tariffer består af ca. 99 % brændsel og en lille NO_x-afgift. Den eldrevne varmepumpes omkostninger til brændsel og afgifter/tariffer består af ca. 21 % tariffer, ca. 46 % afgifter og ca. 33 % brændsel (el) (hhv. lyserød farve, mørkegul farve og lysegul farve). Varmepumpens omkostninger til brændsel og afgifter/tariffer består altså kun af ca. 1/3 el og ca. 2/3 tariffer og afgifter, hvor fliskedlen næsten kun havde omkostninger til brændsel.

De samlede omkostninger til brændsel og afgifter/tariffer er højere for den eldrevne varmepumpe, end for fliskedlen. Hvilket bidrager til at varmeprisen for husstanden er ca. 200 kr./år højere når varmen produceres på en eldrevet kollektiv varmepumpe fremfor en fliskedel.

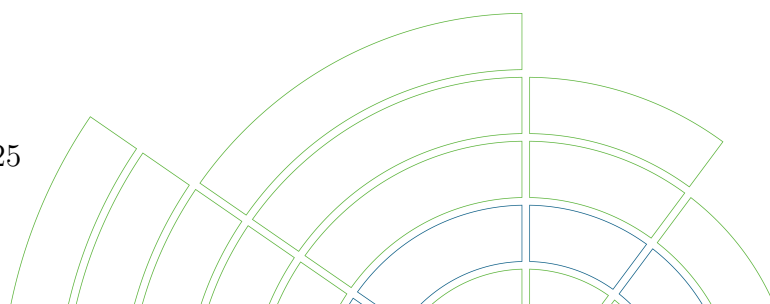
Varmebehovets indvirkning på varmeprisen

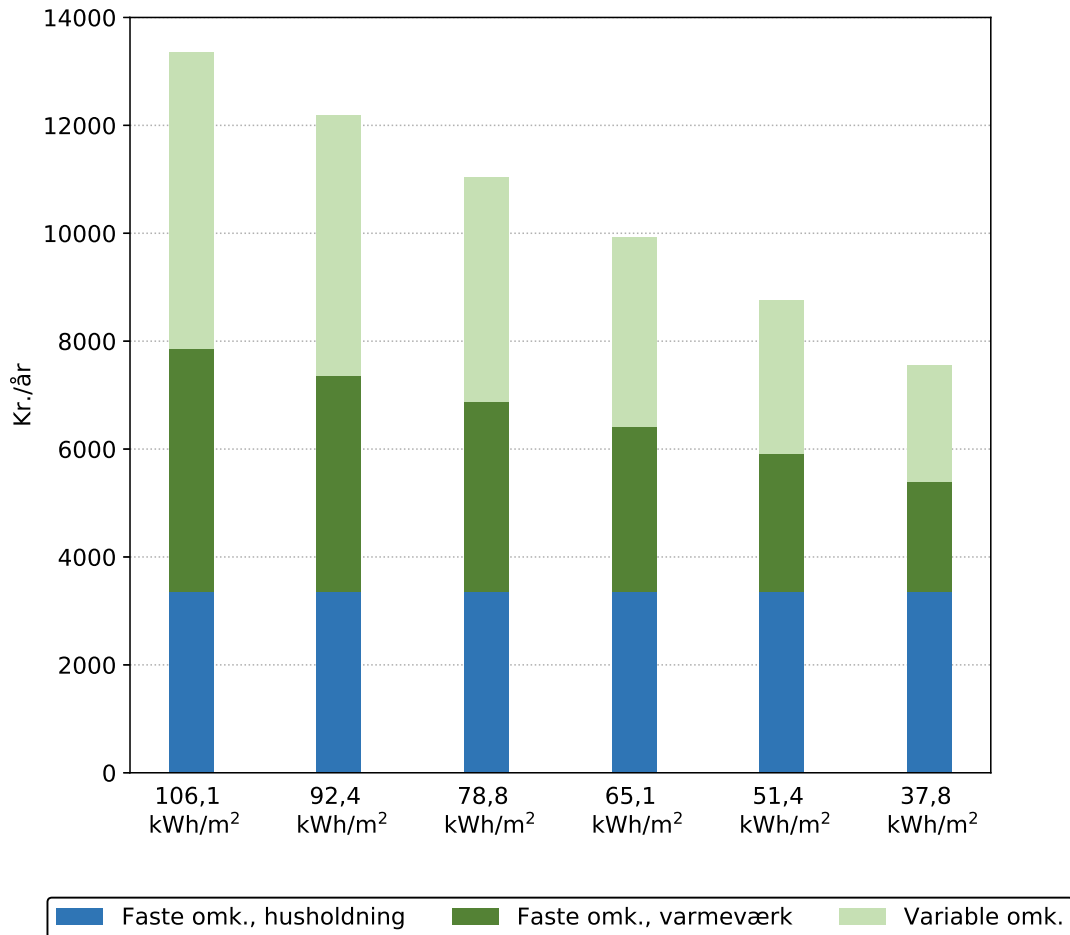
Dette afsnit indeholder en beskrivelse af hvad størrelsen af varmebehovet betyder for varmeprisen i fjernvarmesystemet og ved individuel opvarmning.

Varmebehovet i fjernvarmesystemet påvirker prisen på to modsatrettede måder. Et nedsat varmebehov vil nedsætte varmetætheden i systemet, hvilket øger det relative ledningstab. Samtidigt gør et nedsat varmebehov at man skal fordele de faste omkostninger for systemet på færre energienheder. Varmeprisen pr. MWh bliver altså højere. Modsat fører et lavere forbrug til en mindre investering i varmeproduktionskapacitet og en mindre dimensionering af ledningsnettet. Dette er dog under antagelsen af kontinuerte rørdimensioner, hvilket ikke er benyttet i denne analyse. I virkeligheden fører en reduktion i rumvarmebehovet fra f.eks. 82,0 kWh/m²/år til 13,7 kWh/m²/år ikke til betydeligt forskel i totalomkostninger hvis røret er en eller to størrelser mindre.

En reduktion af varmebehovet på en given rørstrækning betyder altså ikke nødvendigvis at man kan nedsætte rørdimensionen en størrelse, både fordi maksimal tilladt flowhastighed og trykfald skal overholdes, men også fordi det varme brugsvand kræver at man har behov for at kunne trække en høj effekt. Særligt i scenarierne med lavt rumvarmebehov har det varme brugsvand stor indflydelse på dimensioneringen. Reduktionen i rørdimensioner er mest aktuell inderst i netværket, hvor samtidigheden i varmt brugsvand er høj. I de ydre grene af nettet vil det mindre rumvarmebehov have mindre betydning for reduktion af rørdimensionen fordi den påkrævede kapacitet i høj grad er styret af det varme brugsvand.

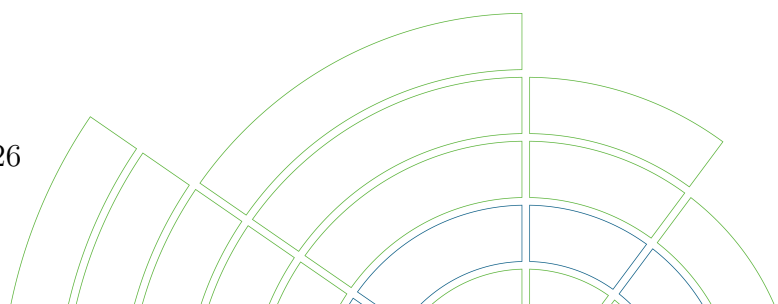
Figur 9 viser fjernvarmeprisen pr. år for seks forskellige varmebehov. Som forventeligt viser figuren en lavere varmeregning ved et lavere forbrug. Det grafen ikke viser er hvad der sker med fjernvarmeprisen pr. energienhed når forbruget og dermed varmetætheden i dette system falder.

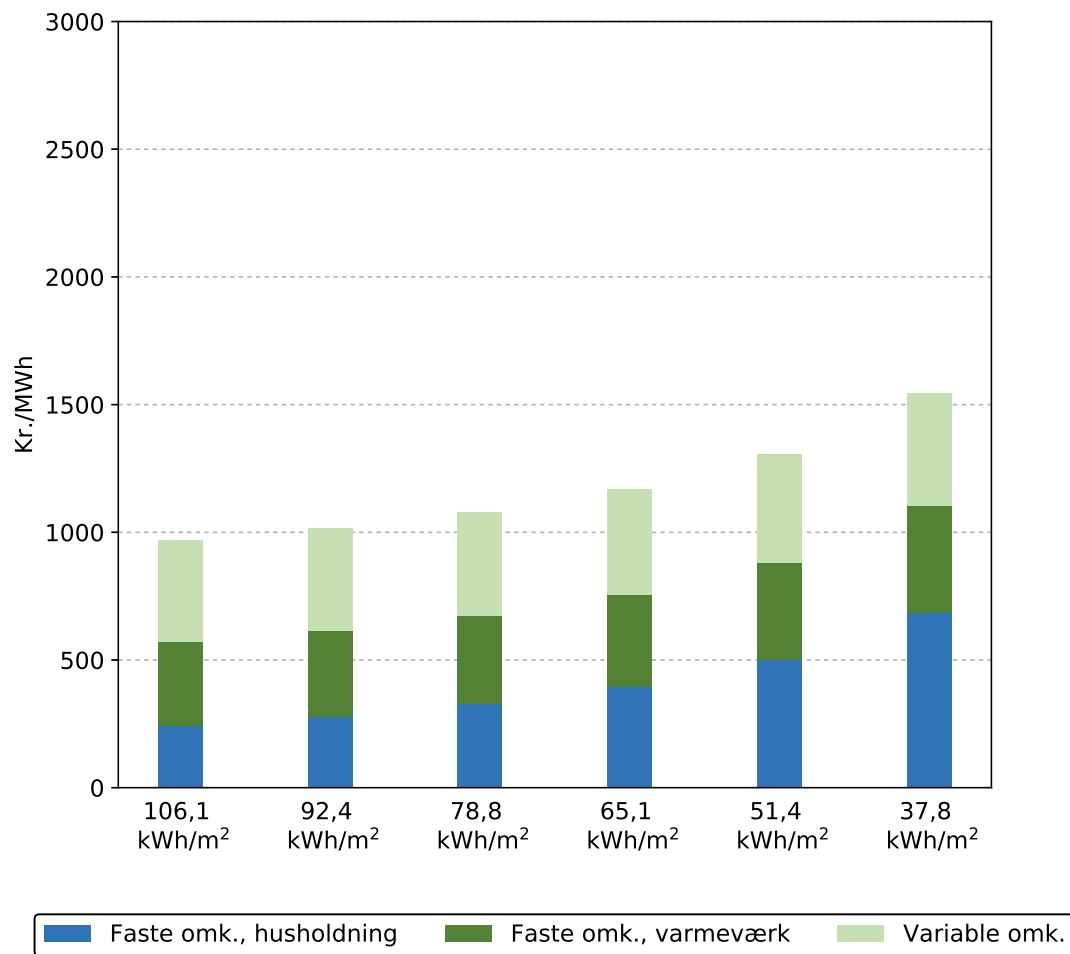




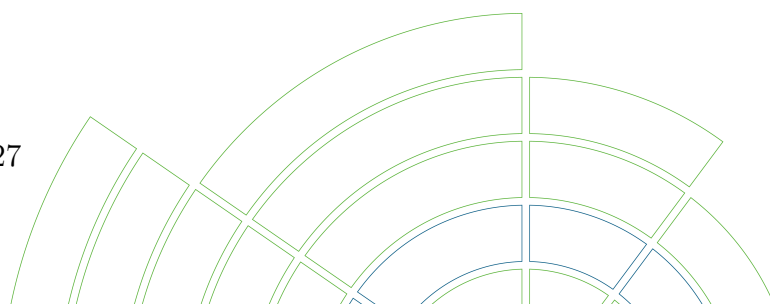
Figur 9: Sammenligning af varmeprisen pr. år for nyetableret fjernvarme med NetværksSkalering 1 ved forskellige varmebehov. Fjernvarmen produceres med en fliskedel.

Figur 10 viser at fjernvarmeprisen pr. MWh er højere jo lavere varmeforbruget pr. husstand er i fjernvarmesystemet. Årsagen til dette er de faste omkostninger, mest for husstanden, men også for varmeværket. I husstanden skyldes det at investerings- og vedligeholdelsesomkostningerne er ens i alle varmebehovsvariationerne, fordi den samme fjernvarmeunit kan benyttes til alle variationerne. De faste omkostninger på varmeværket er stigende pr. MWh når varmebehovet er faldende. Det skyldes som beskrevet tidligere de tilgængelige rørdimensioner og at samtidigheden i forbrug ikke reducerer den nødvendige varmeproduktionskapacitet i samme takt som varmebehovet sænkes.



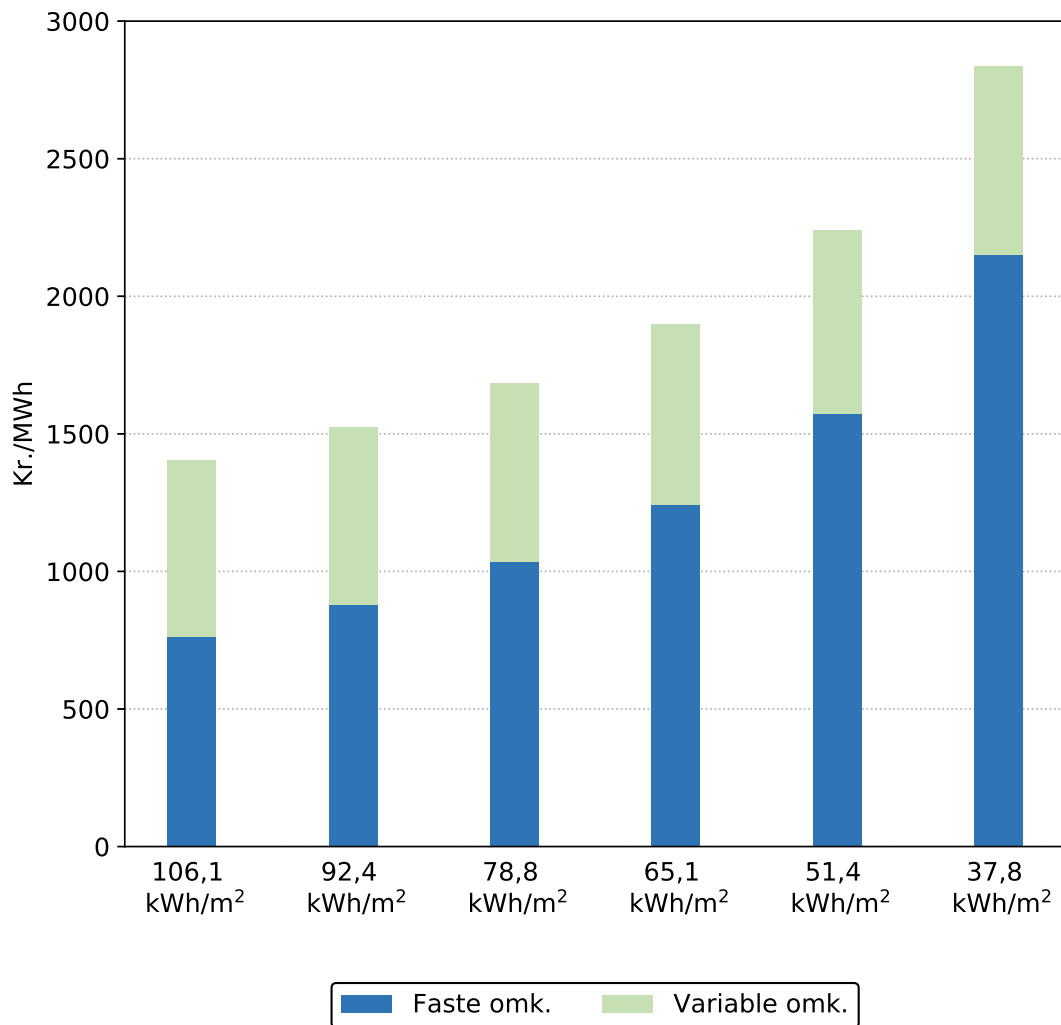


Figur 10: Sammenligning af varmeprisen i kr./MWh for nyetableret fjernvarme med Netværks-Skalering 1 ved forskellige varmebehov. Fjernvarmen produceres med en fliskedel.



Individuelt træpillefyr

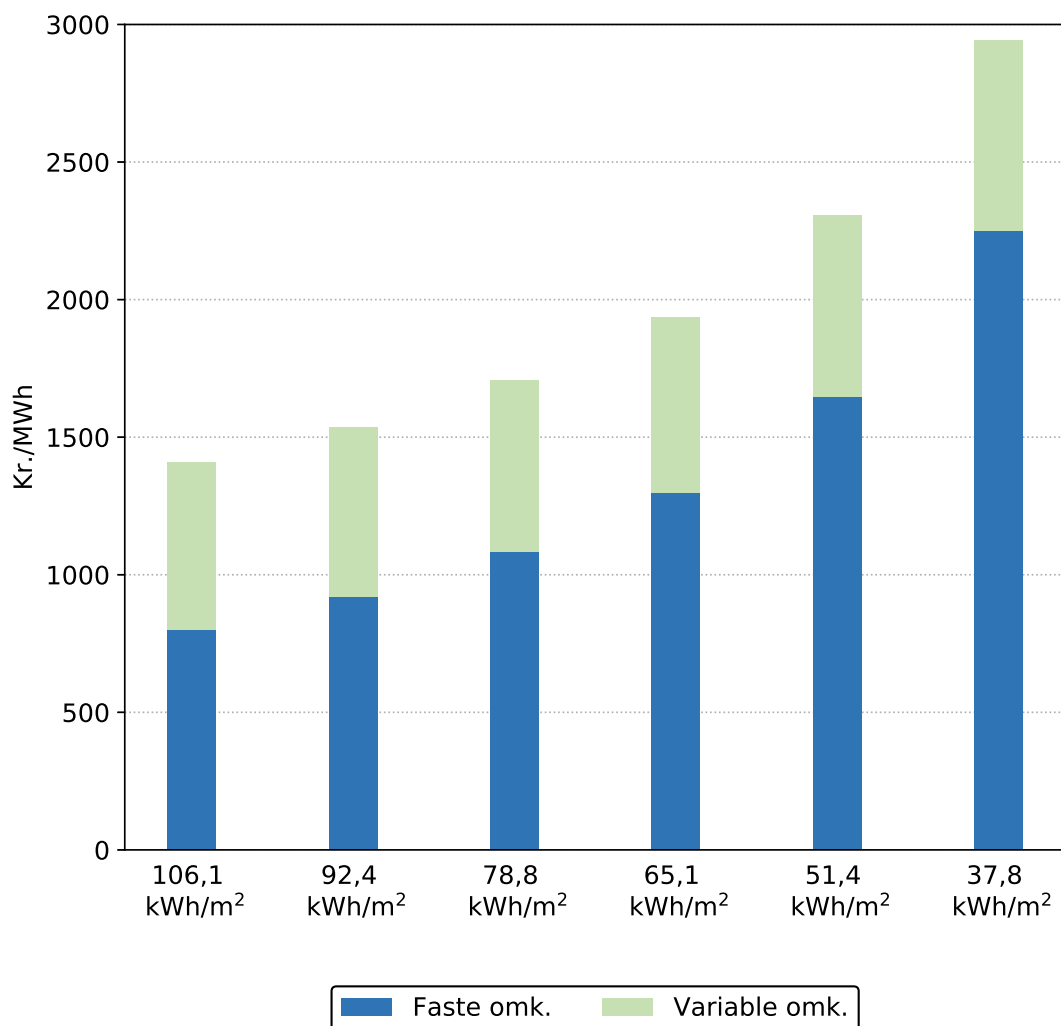
Figur 11 viser varmeprisen pr. MWh for de seks forskellige varmebehov for et træpillefyr. Figuren viser den samme tendens som for fjernvarmeprisen, nemlig at prisen pr. MWh er stigende jo lavere varmekonsumet er. Årsagen er den samme, nemlig at investerings- og vedligeholdelsesomkostningerne ikke ændrer sig med varmebehovet. Det skyldes at de fleste træpillefyr fås i størrelser fra 10 kW og opefter. Man investerer dermed i kapacitet som man ikke eller meget sjældent benytter. Teknologikataloget foreskriver også den samme størrelse træpillefyr til nye og eksisterende bygninger. Dog er totalvirkningsgraden sat ned til 75 % for nye bygninger (lavt energiforbrug), denne betragtning er dog ikke taget med i analysen.



Figur 11: Sammenligning af varmeprisen i kr./MWh for et individuelt træpillefyr ved forskellige varmebehov

Individuel luft/vand varmepumpe

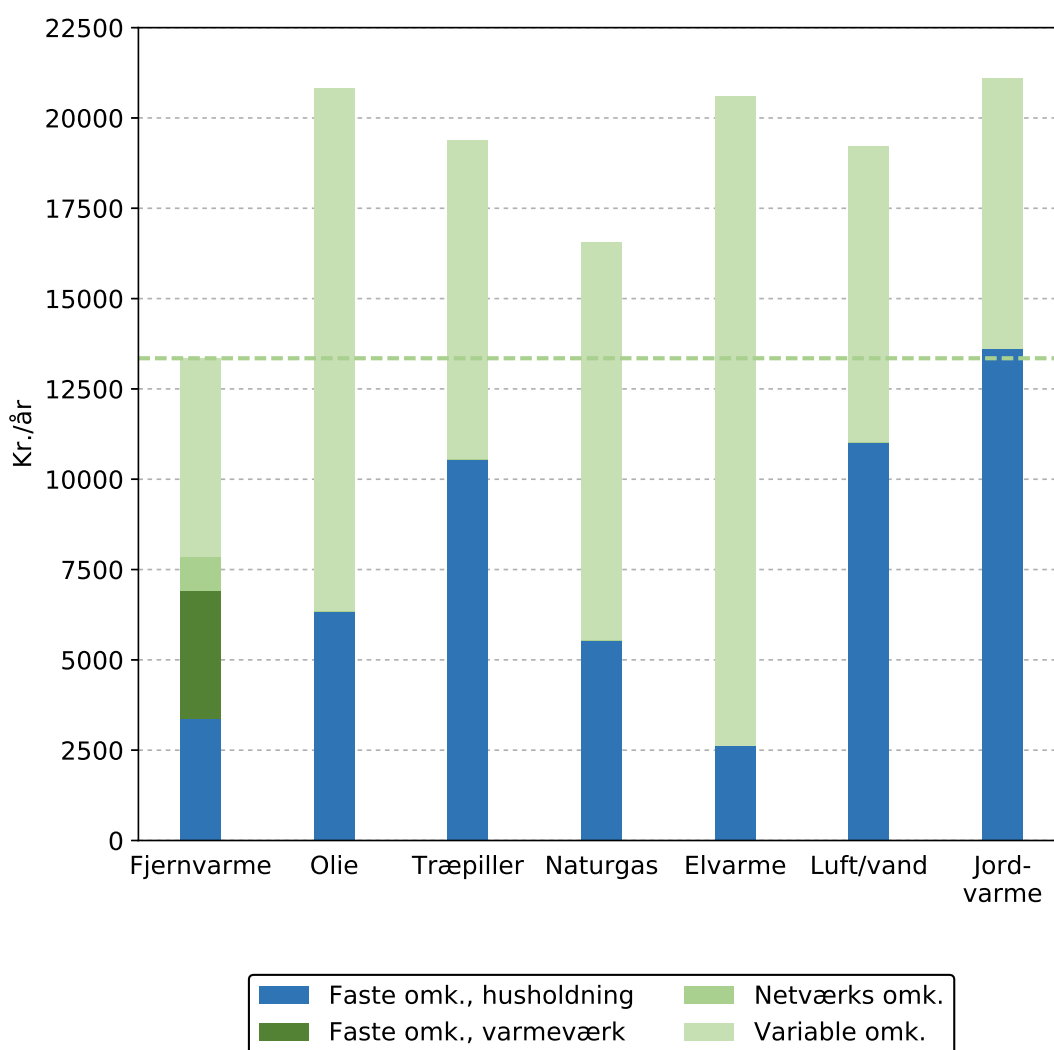
Figur 12 viser varmeprisen pr. MWh for de seks forskellige varmebehov for en luft/vand varmepumpe. Tendensen er den samme som ved fjernvarme og træpillefyr. Teknologikataloget foreskriver at man for et nyt én-familie hus kan købe en varmepumpe med lavere effekt end for et eksisterende byggeri. Dette kan ifølge Teknologikataloget reducere investeringsomkostningen med ca. 28 000 kr. og dette kan reducere de årlige kapitalomkostninger med ca. 3100 kr., men samtidigt nedsættes varmepumpens virkningsgrad i Teknologikataloget med ca. 40 %-point, pga. det lavere varmebehov. I analysen er det valgt at bruge samme omkostninger og virkningsgrader for alle varmebehovsscenarioer, fordi det er vanskeligt at differentiere hvordan omkostninger og virkningsgrader reduceres for de forskellige varmebehov.



Figur 12: Sammenligning af varmeprisen i kr./MWh for en individuel luft/vand varmepumpe ved forskellige varmebehov

Fjernvarmens konkurrenceevne ifht. individuel opvarmning

Dette afsnit indeholder resultater fra analysen om konkurrenceforholdet mellem fjernvarme og individuel varmforsyning. Afsnittet indeholder resultater for husstande med varmebehov på 4900 kWh/år og 13 800 kWh/år hvor der er anvendt en Netværksskalering på 1 og det reviderede datasæt, jf. Tabel 2. Desuden er der vist resultater for et varmebehov på 4900 kWh/år hvor der er anvendt en Netværksskalering på 3. Til sidst redegøres der for forudsætningernes betydning for resultaterne. Resultaterne med det reviderede data og Teknologikatalogets data sammenlignes for et varmebehov på 13 800 kWh/år.



Figur 13: Sammenligning af varmeprisen for nyetableret fjernvarme produceret med fliskedel med Netværksskalering 1 og forskellige typer af individuel opvarmning. Varmebehov på 13 800 kWh/år og revideret data.

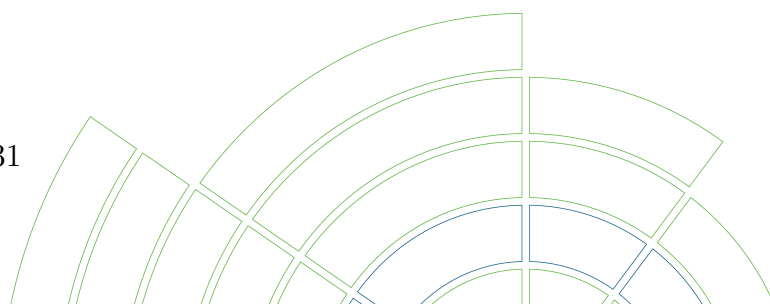
Figur 13 viser de årlige omkostninger for at levere rumvarme og varmt brugsvand til en husstand med et samlet varmebehov på 13 800 kWh/år. Fjernvarmen er produceret med en fliskedel. Figuren viser at nyetableret fjernvarme under disse forudsætninger er den billigste opvarmningsform for en husstand. Fjernvarme er

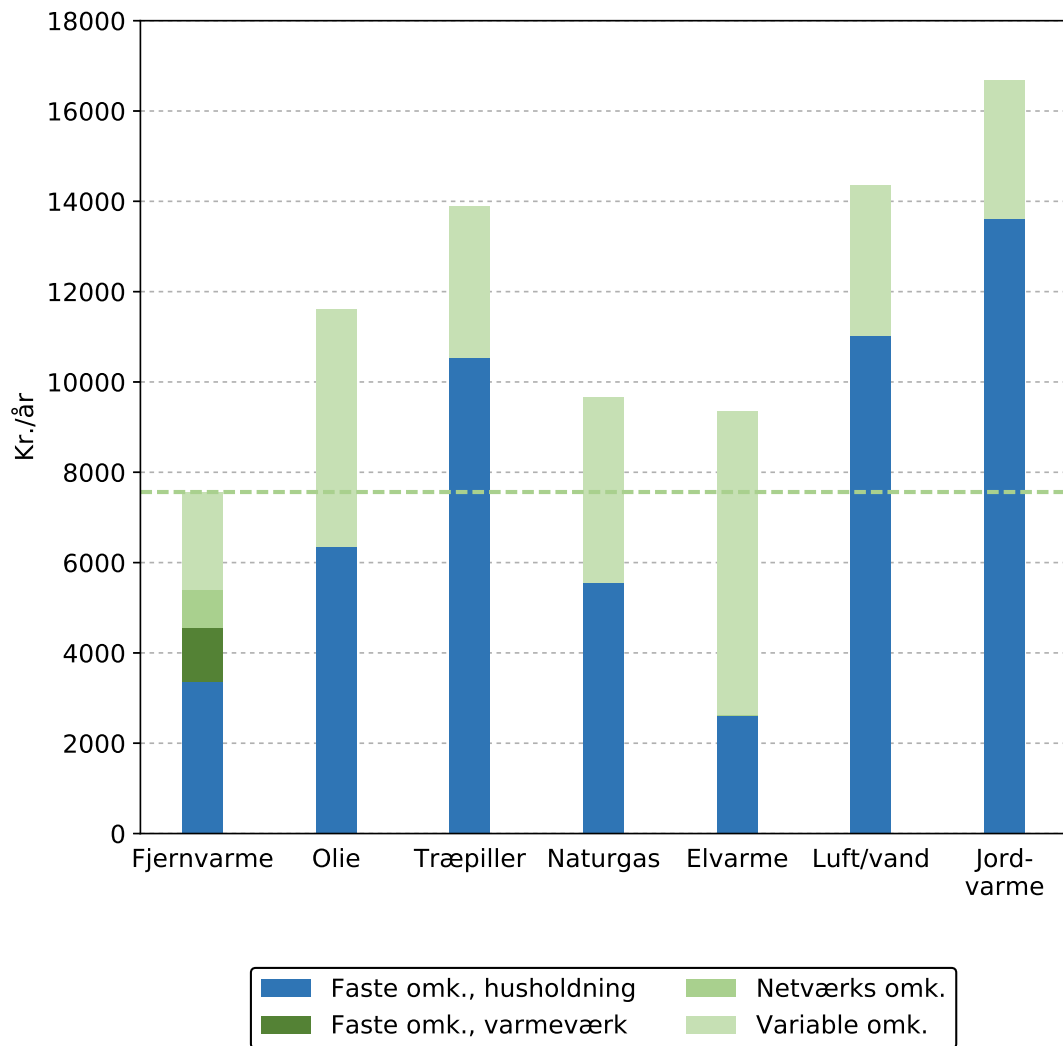
ca. 3200 kr., eller hvad der svarer til ca. 19 %, billigere end det næst billigste alternativ som her er individuel naturgas. Efter individuel naturgas kommer luft/vand varmepumpen og træpillefyret, som er henholdsvis ca. 5900 kr. og 6000 kr. dyrere end fjernvarme, hvilket svarer til henholdsvis ca. 30 % og ca. 31 % dyrere.

De individuelle teknologier har vidt forskellige omkostningsstrukturer som giver forskellige årsager til hvorfor fjernvarme er billigst. Dette bliver uddybet i det sidste kapitel.

Figur 13 viste at nyetableret fjernvarme er konkurrencedygtig i en situation hvor det årlige varmebehov er 13 800 kWh/år. Kravene til nybyggede boliger er væsentligt lavere end dette forbrug. Det er derfor nødvendigt at undersøge om fjernvarmen også er konkurrencedygtig i en fremtid hvor varmekonsumet er lavere end i dag.

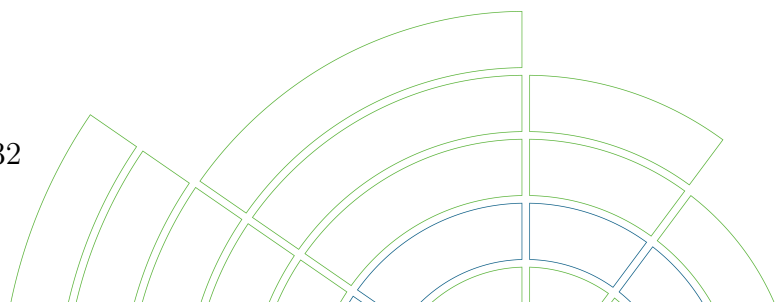
Figur 14 viser de årlige omkostninger for at levere rumvarme og varmt brugsvand til en husstand med et samlet varmebehov på 4900 kWh/år. Netværksskaleringen og typen af varmeproduktionsanlæg for fjernvarme er som i Figur 13. Et varmebehov på 4900 kWh/år svarer til energirammen for BR15, for en bolig på 130 m² (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2017). Figuren repræsenterer dermed en situation hvor bygningmassen er omstillet til lavenergi. Figuren viser at nyetableret fjernvarme under disse forudsætninger er den billigste opvarmningsform for en husstand. Fjernvarme er ca. 2000 kr., eller hvad der svarer til ca. 21 %, billigere end det næst billigste alternativ som her er elvarme. Individuel naturgas er ca. 300 kr. dyrere end elvarme i dette tilfælde. Varmebehovet er i dette tilfælde så lavt at kapitalomkostningerne har meget stor betydning. Elvarme er billigst at etablere, men har de højeste variable omkostninger. Teknologier som træpiller og varmepumper har for høje investerings- og vedligeholdelsesomkostninger til at blive opvejet af de lavere variable omkostninger (sammenlignet med med de individuelle opvarmningsformer; olie, naturgas og elvarme).

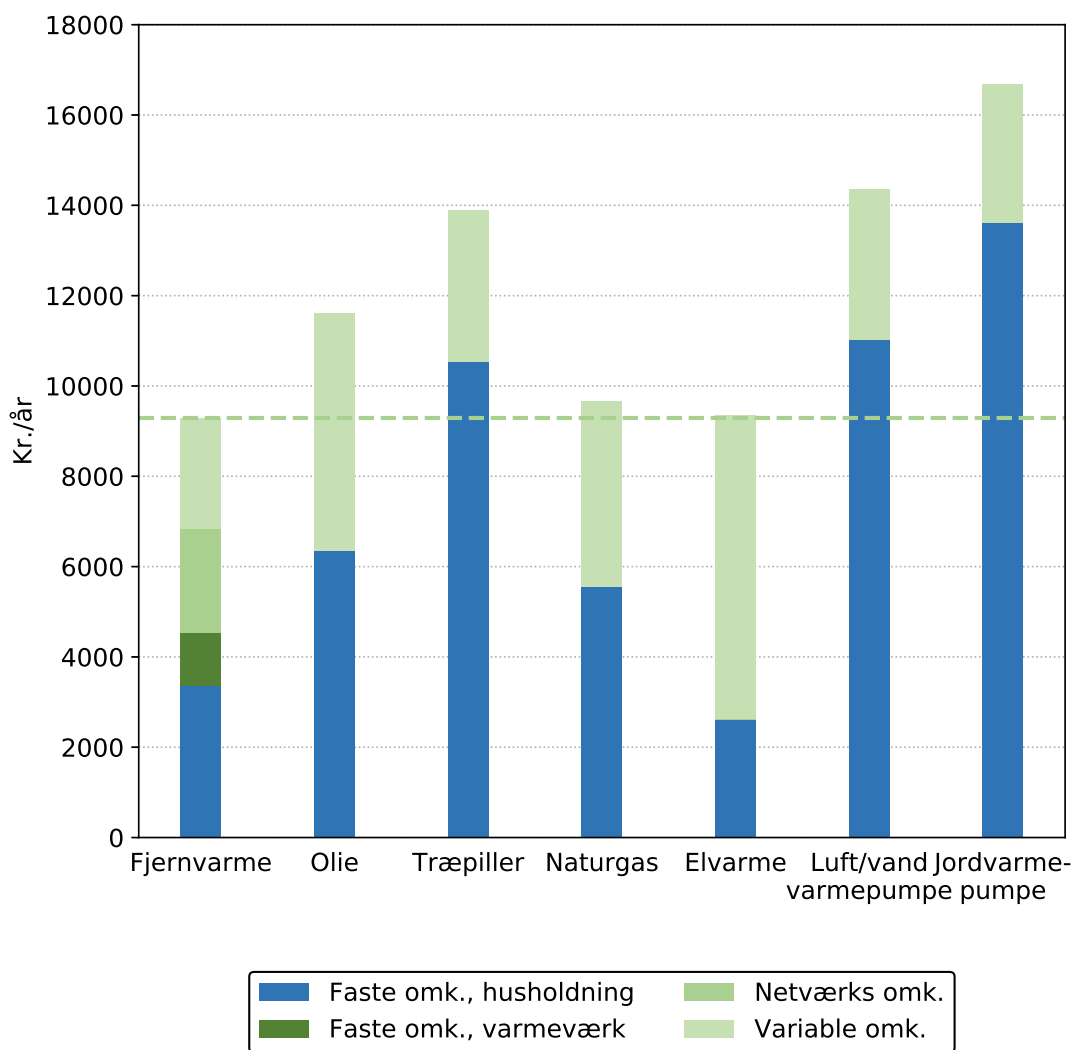




Figur 14: Sammenligning af varmeprisen for nyetableret fjernvarme produceret med fliskedel med NetværksSkalering 1 og forskellige typer af individuel opvarmning. Varmebehov på 4900 kWh/år og revideret data.

Figur 15 viser resultater hvor det samlede fjernvarmebehov er det samme som i Figur 14, men ledningsnettet er skalleret til en tredoblet størrelse. Dette betyder at varmetætheden i fjernvarmenettet er mindre og varmetabet er højere end i Figur 15.





Figur 15: Sammenligning af varmeprisen for nyetableret fjernvarme produceret med fliskedel med NetværksSkalering 3 og forskellige typer af individuel opvarmning. Varmebehov på 4900 kWh/år og revideret data.

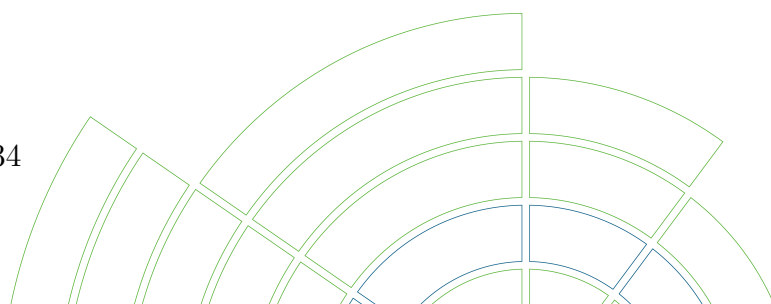
Varmepriserne for de individuelle teknologier i Figur 15 er identiske med Figur 14, men fjernvarmeprisen er forøget med ca. 1700 kr. Nyetableret fjernvarme er under disse forudsætninger den billigste opvarmningsform sammen med elvarme, og ca. 400 kr. billigere end individuel naturgas. I denne analyse er det altså omkring denne netværkslængde (og den tilhørende varmetæthed), at fjernvarme ikke længere er det meste omkostningseffektive. Omkring dette punkt kan lokale forhold som f.eks. jordenterprise og om der industri i området, afgøre om det er mest fordelagtigt at etablere fjernvarme eller individuel opvarmning.

I tilfældet i Figur 15 er der altså ikke plads til øgede netværksomkostninger. Det er der derimod i Figur 13 og Figur 14. I Figur 13 kan netværksomkostningerne stige med op til 350 % før fjernvarmeprisen balancerer med naturgas, mens netværksomkostningerne i Figur 14 kan stige med op til 200 % før fjernvarmeprisen balancerer med elvarme og naturgas. Her er der altså plads til en del usikkerhed i fjernvarmens anlægsomkostninger.

Resume: Resultaterne i dette afsnit har vist at nyetableret fjernvarme i høj grad kan konkurrere med individuel opvarmning, ved etablering af ny varmforsyning. Det skyldes at fjernvarmesystemet kræver lavere varmeproduktionskapacitet, anvender billigere brændsler og udnytter brændslet mere effektivt i en sådan grad at det opvejer ledningstab og de dertilhørende etableringsomkostninger. Endnu en fordel ved fjernvarme er der at i nogle områder vil være mulighed for at udnytte overskudsvarme fra industri, som kan udnyttes i fjernvarmesystemet, men ikke ved individuel opvarmning. Derudover har fjernvarmesystemer en række ikke økonomiske fordele som kan gøre at man i et område vil etablere fjernvarme fremfor individuel opvarmning, når prisforskellen er lav. Fordele som et højt komfortniveau ved fjernvarme og kollektiv grøn omstilling. Varmeforsyningen for et stort antal indbyggere kan inden for fjernvarmen omstilles på én gang ved f.eks. at udskifte varmeproduktionsanlæg eller etablere solvarme, som desuden kan reducere varmeprisen for fjernvarme.

Varmeproduktionsprisen for den kollektive eldrevne varmepumpe kan reduceres i forhold til de resultater som er vist i denne analyse. I denne analyse er det antaget at alt el købes til gennemsnitsprisen for året (ligesom ved de individuelle teknologier). På et fjernvarmeverk vil man dog kunne udnytte svingende elpriser og akkumuleringstanken til at reducere driftsomkostningerne. Driftsomkostningerne for en kollektiv varmepumpe kan også reduceres ved at byde varmepumpen ind på regulerkraftmarkedet. Desuden betaler fjernvarmeverket en lavere distributionstarif, både fordi man kan kobles på et højere spændingsniveau end en individuel forbruger, men også fordi man som stor elforbruger betaler en lavere distributionstarif pr. MWh.

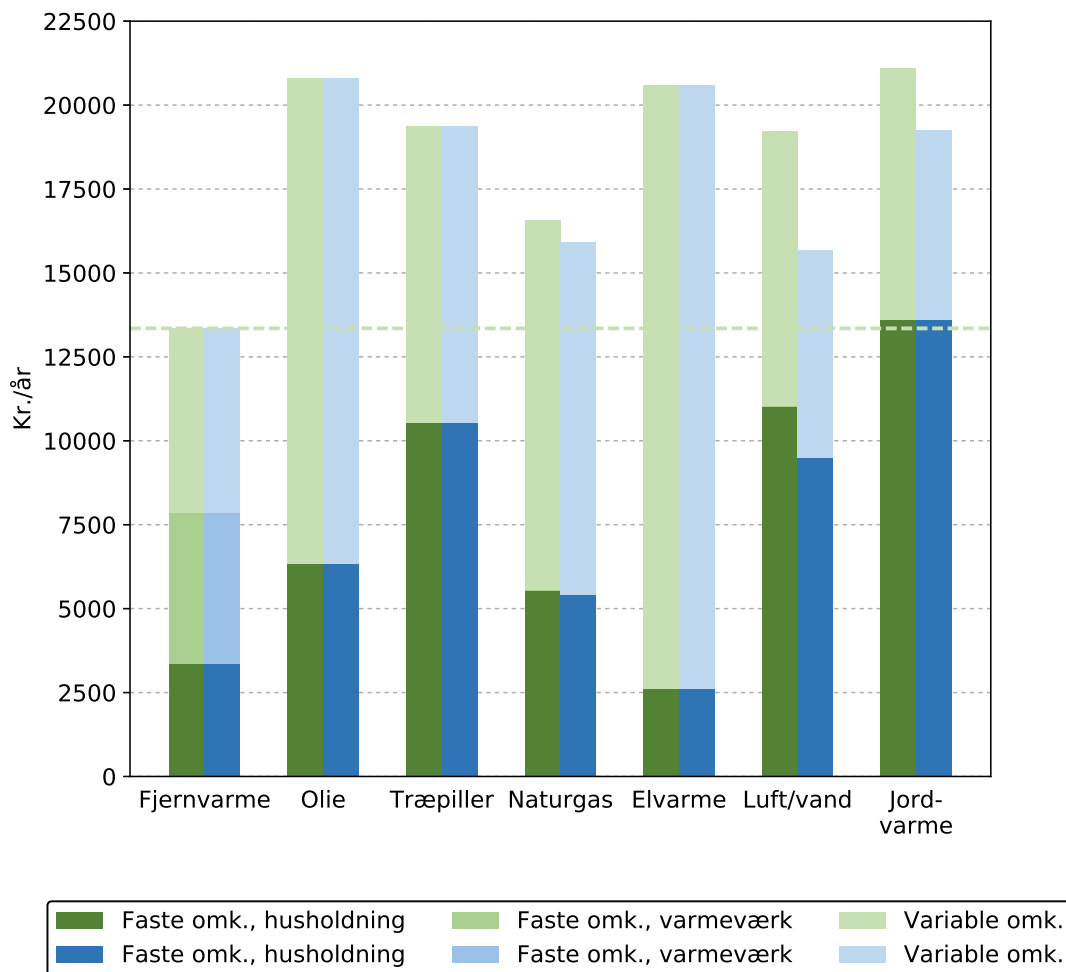
I de tilfælde hvor disse fordele er store nok til at opveje fjernvarmens ledningstab og investeringer i ledningsnet vil fjernvarme være det oplagte valg. I områder hvor befolkningstætheden er for lav (stort ledningsnet) eller der ikke er billigere varmekilder til rådighed, vil det ikke være omkostningseffektivt at etablere fjernvarme og her vil individuel opvarmning være det oplagte valg.



Forudsætningernes betydning for konkurrenceforholdet

I dette afsnit bliver det belyst hvilken betydning det har for konkurrenceforholdet mellem individuel opvarmning og fjernvarme når man udelukkende bruger tal fra Teknologikataloget, sammenlignet med det reviderede datasæt som blev præsenteret i Data-afsnittet.

Figur 16 viser de årlige omkostninger for at levere rumvarme og varmt brugsvand til en husstand med et samlet varmebehov på 13 800 kWh/år. Søjlerne med de grønne nuancer er beregnet med data fra det reviderede datasæt, mens søjlerne med de blå nuancer udelukkende er baseret på data fra Teknologikataloget.

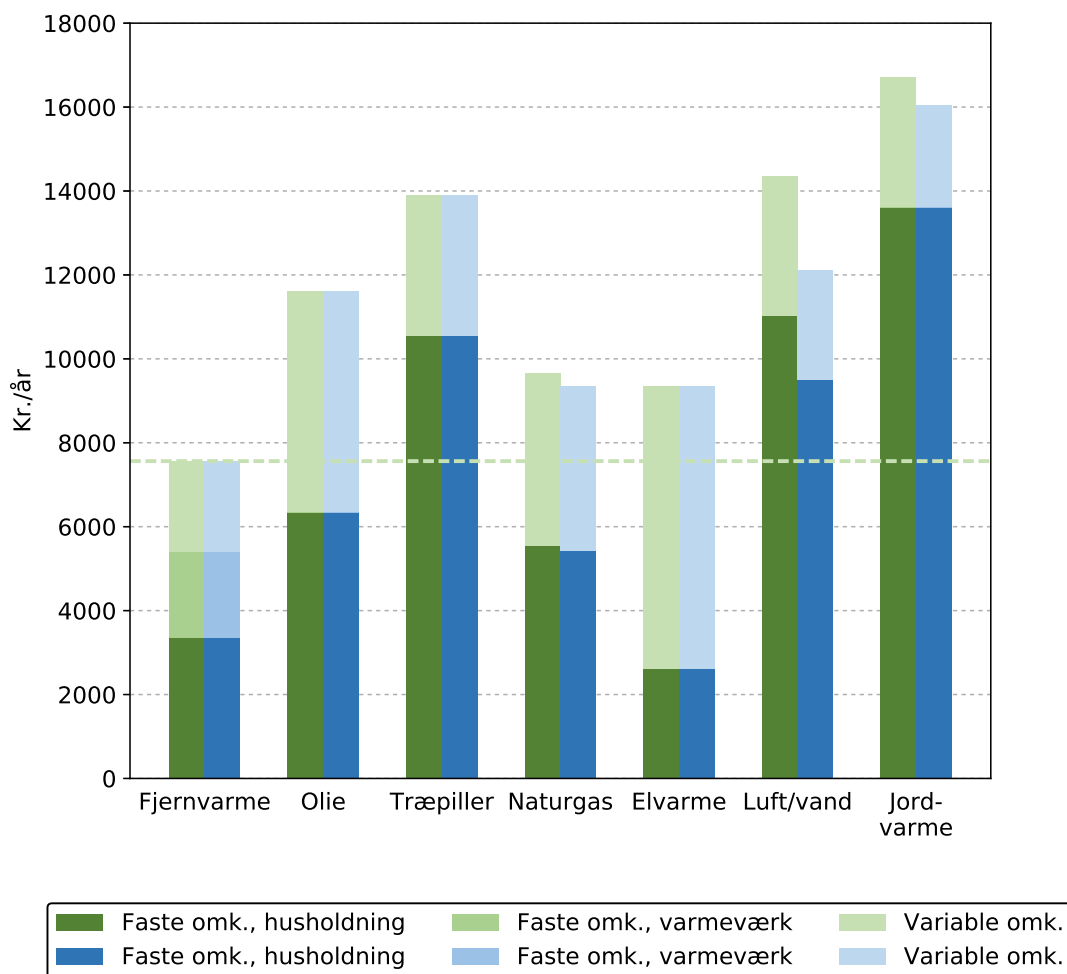


Figur 16: Sammenligning af varmeprisen for nyetableret fjernvarme produceret med fliskedel med NetværksSkalering 1 og forskellige typer af individuel opvarmning. Varmebehov på 13 800 kWh/år. Grønne nuancer er revideret data. Blå nuancer er Teknologikatalogets data.

Dataene er kun forskellige for naturgas og varmepumperne. Indvirkningerne på den årlige varmepris er for naturgas kun ca. 600 kr. Det skyldes at de ændrede forudsætninger kun er mindre ændringer for levetid (sænket fra 20 år til 19 år) og virkningsgrad (sænket fra 97% til 92%). De største ændringer er for varmepumperne og særligt luft/vand varmepumpen. For begge varmepumper er virkningsgraderne sat ned. For luft/vand varmepumpen er virkningsgraden i det reviderede datasæt sat ned fra 325% til 233%, mens jordvarmepumpens

virkningsgrad er sat ned fra 360 % til 263 %. Desuden er levetiden for luft/vand varmepumper sat ned fra fra 20 år til 15 år. Indvirkningerne på den årlige varmepris er for luft/vand varmepumpen ca. 3500 kr., mens det for jordvarmepumpen er ca. 1900 kr.

Figur 17 er lavet med det samme datasæt som Figur 16, men med et varme-forbrug på 4900 kWh/år i stedet for 13 800 kWh/år. Konklusionen er den samme som i Figur 16, nemlig at fjernvarme er konkurrencedygtig under begge datasæt.

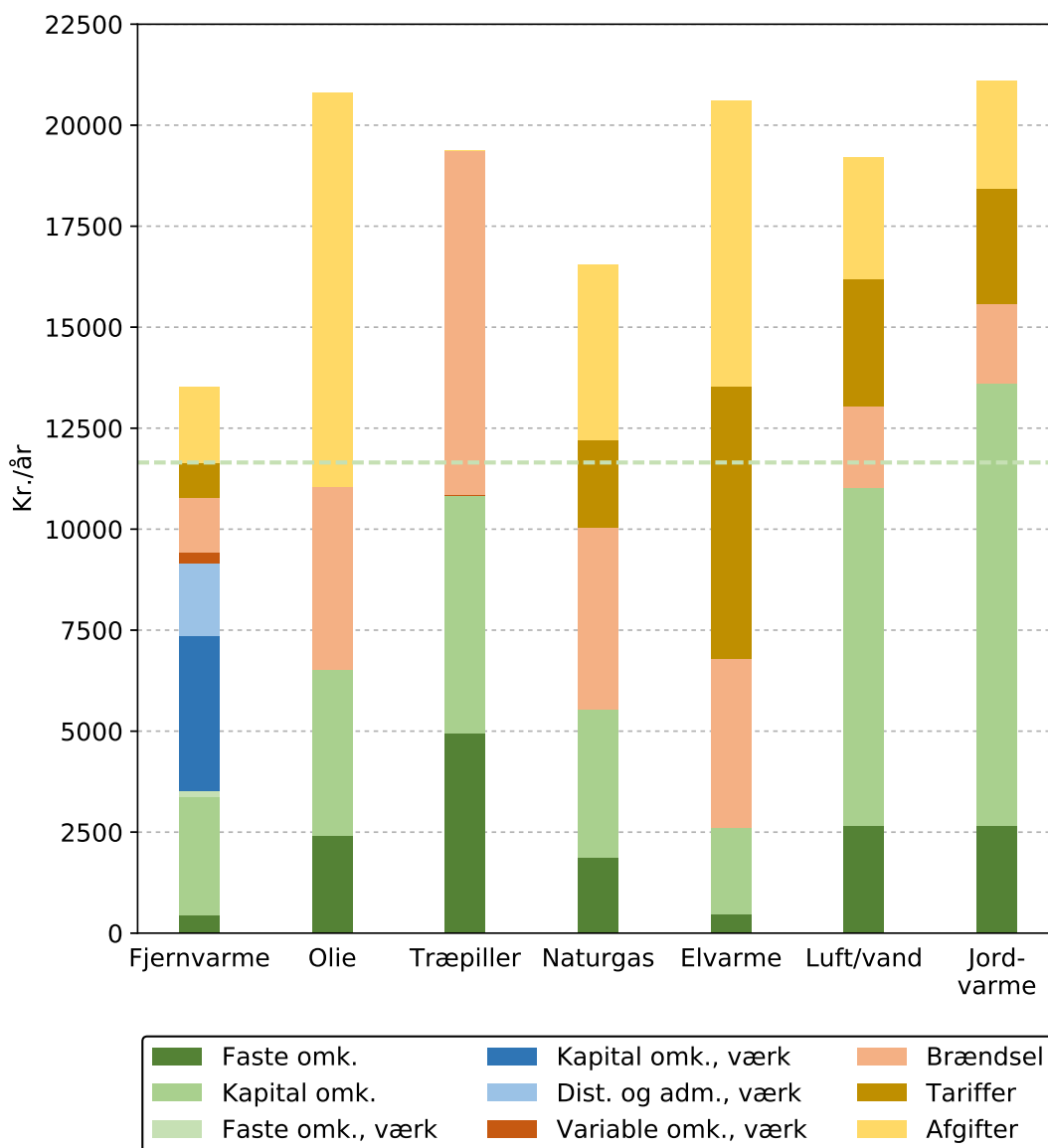


Figur 17: Sammenligning af varmeprisen for nyetableret fjernvarme produceret med fliskedel med NetværksSkalering 1 og forskellige typer af individuel opvarmning. Varmebehov på 4900 kWh/år. Grønne nuancer er revideret data. Blå nuancer er Teknologikatalogets data.

Resume: Overordnet ændrer det ikke på konklusionerne om fjernvarmens konkurrenceforhold hvis man bruger det rene Teknologikatalog datasæt frem for det reviderede datasæt. Ændringen gør at den årlige varmepris for luft/vand varmepumpen kommer ned på niveau med individuel naturgas. Fjernvarme er lige så konkurrencedygtig under disse forudsætninger, men luft/vand varmepumpen kan konkurrere med individuel naturgas under disse forudsætninger.

Afgifters betydning for konkurrenceforholdet

I dette afsnit bliver det belyst hvilken betydning afgifter har for konkurrenceforholdet mellem fjernvarme og individuel opvarmning. Omkostningselementerne for de forskellige varmeproduktionsteknologier er her finere opdelt end tidligere i analysen. Dette gør at man kan se konkurrenceforholdet hvis de danske afgifter ændres, men også kan perspektivere resultaterne til udenlandske forhold hvor særligt afgifter, men også brændselspriser er anderledes end de danske.



Figur 18: Sammenligning af varmeprisen for nyetableret fjernvarme produceret med eldrevet varmepumpe med NetværksSkalering 1 og forskellige typer af individuel opvarmning. Varmebehov på 13 800 kWh/år og revideret data.

Figur 18 viser de årlige omkostninger for at levere rumvarme og varmt brugsvand til en husstand med et samlet varmebehov på 13 800 kWh/år, hvor fjernvarmen er produceret på en eldrevet varmepumpe. Med de nuværende danske afgifter er nyetableret fjernvarme afgjort konkurrencedygtig i forhold til individuel

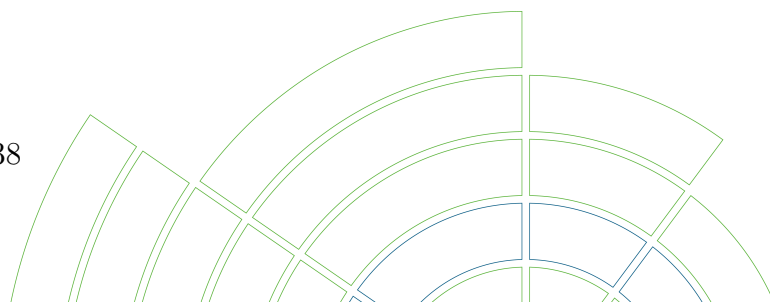
opvarmning i scenariet i Figur 18. Ser man på varmeprisen uden afgifter er kun olieopvarmning billigere end nyetableret fjernvarme (bemærk at ca. halvdelen af omkostningen ved olieopvarmning er afgifter). I en fremtid hvor man går mod et mindre fossilafhængigt samfund kan man dog diskutere om olieopvarmning er en reel konkurrent. Nyetableret fjernvarme er altså en billigere opvarmningsform end både naturgas og de elopvarmede teknologier også når man ser bort fra afgifter.

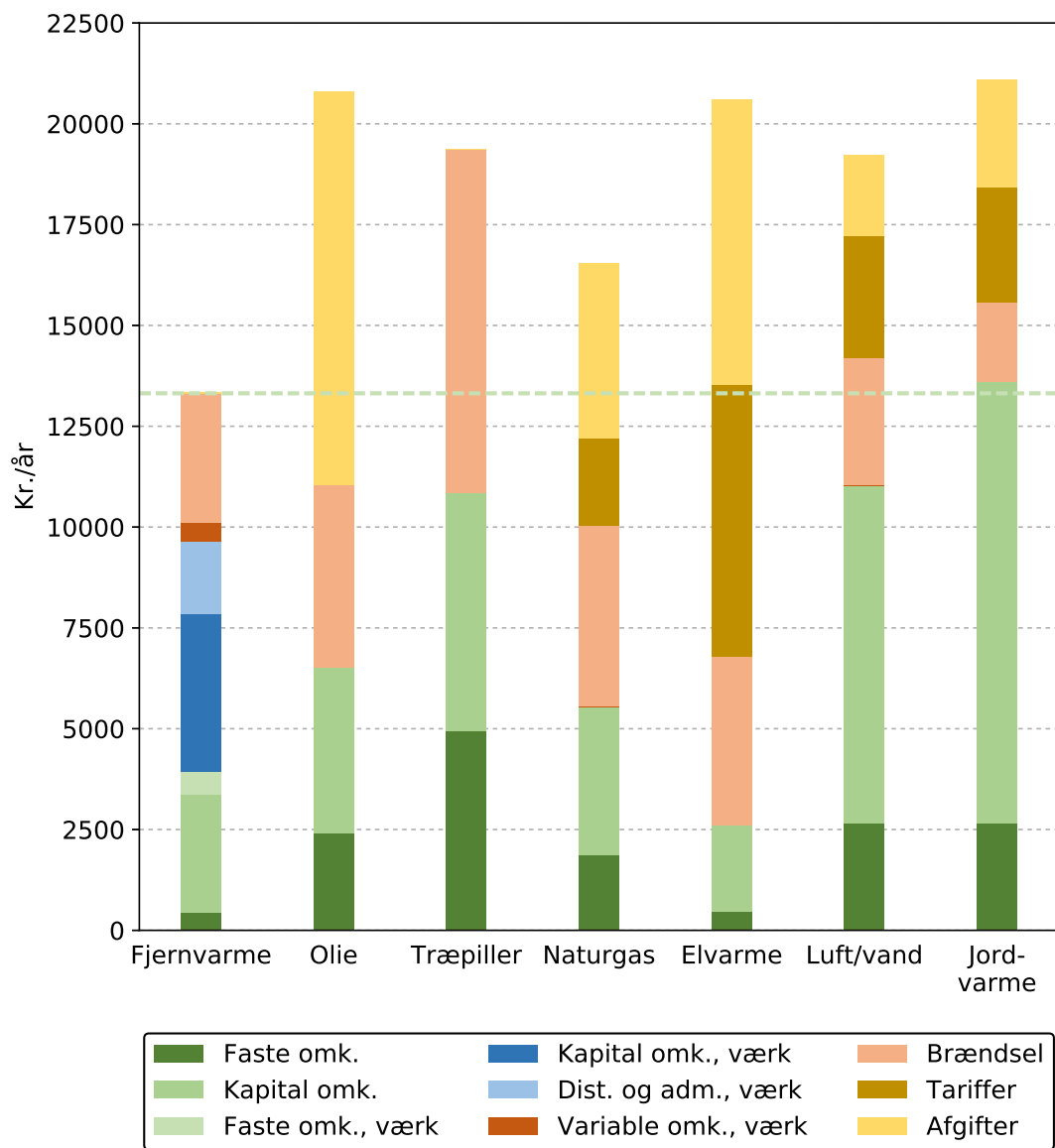
Sænkes elafgiften i Danmark vil nyetableret fjernvarme altså stadig kunne konkurrere med individuel opvarmning. Individuel naturgas er den teknologi som kommer tættest på fjernvarmen i årlig varmepris. Her skal nævnes at Danmark har meget lave naturgaspriser (når man kun ser på brændslet) sammenlignet med flere andre europæiske lande, se Figur 25 i Appendix C. Medtager man også afgifter og tariffer er naturgaspriserne i Danmark i den høje ende af skalaen. I en situation hvor den rene naturgaspris er højere end den danske (men afgifter og tariffer er lavere end de danske) bør nyetableret fjernvarme dermed have en klar konkurrencefordel i forhold til individuel naturgas.

Det samme er gældende for elvarme-teknologierne. Den rene elpris i Danmark er blandt de laveste i Europa, mens prisen inklusiv afgifter og tariffer er den højeste i Europa, se Figur 26 i Appendix C. I en situation hvor den rene elpris er højere end den danske (men summen af afgifter og tariffer er lavere end de danske) bør nyetableret fjernvarme dermed have en klar konkurrencefordel i forhold til elopvarmning, særligt varmepumperne. Den høje virkningsgrad i fjernvarmesystemet, sammen med lavere kapitalomkostninger gør her fjernvarmen til den billigste opvarmningsform.

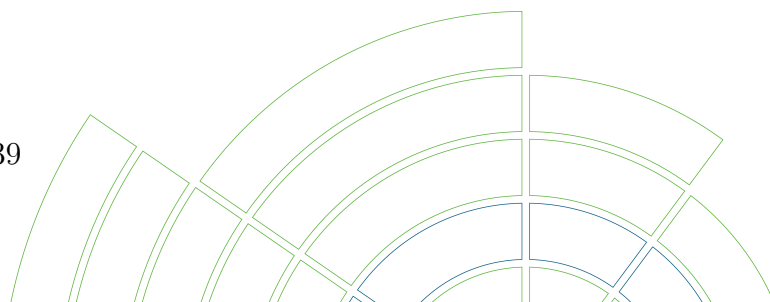
Figur 19 viser de årlige omkostninger for at levere rumvarme og varmt brugsvand til en husstand med et samlet varmebehov på 13 800 kWh/år, hvor fjernvarmen er produceret på en fliskedel. Hvor brændselsomkostningen for en eldrevet varmepumpe er ca. 46 % afgifter, 33 % elpris og 21 % tariffer, så består brændselsomkostningen for en fliskedel af ca. 99 % omkostninger til flis og ca. 1 % afgift. Den meget lave afgiftsbetaling, sammenlignet med elektricitet, gør at en fliskedel i dag giver en lavere fjernvarmepris end en eldrevet kollektiv varmepumpe. Sænkes elafgiften til varme, til f.eks. det halve, vil den eldrevne kollektive varmepumpe have en lavere varmeproduktionspris.

Ser man på varmepriserne uden afgifter i Figur 19 da er individuel naturgas billigere end nyetableret fjernvarme, omend kun ca. 800 kr. Dette er baseret på de lave danske naturgaspriser. I en udenlandsk sammenhæng hvor naturgasprisen er højere (og afgifterne lavere end de danske) vil nyetableret fjernvarme også her være konkurrencedygtig, givet at priserne på flis ikke er meget højere end de danske. Ifølge Energistyrelsens samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger er CIF-priserne (importpriser til Danmark) ca. 5 kr./GJ højere end priserne fra en dansk producent ([Energistyrelsen, 2017a](#)).

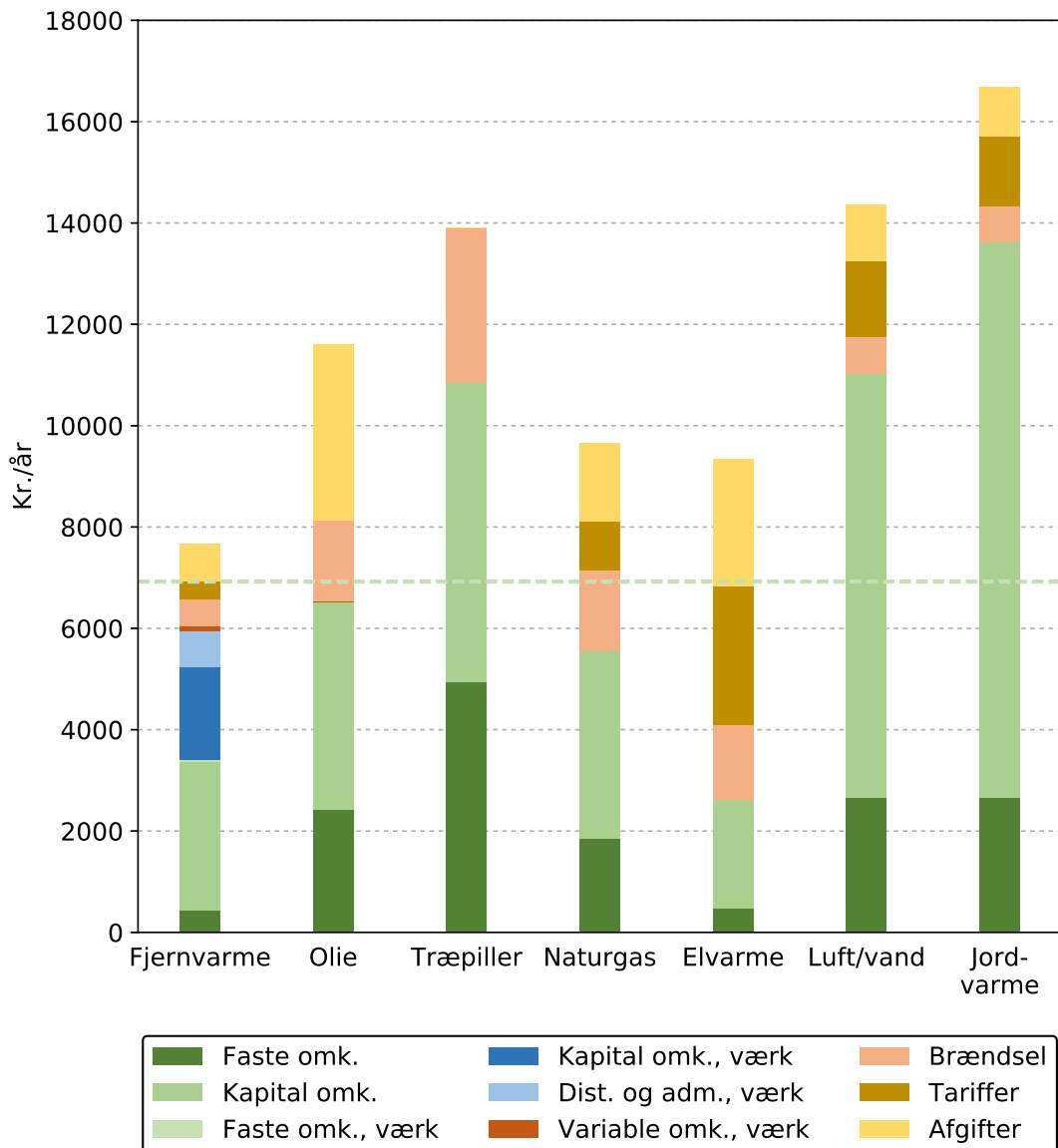




Figur 19: Sammenligning af varmeprisen for nyetableret fjernvarme produceret med fliskedel med NetværksSkalering 1 og forskellige typer af individuel opvarmning. Varmebehov på 13 800 kWh/år og revideret data.



Figur 20 viser de årlige omkostninger for at levere rumvarme og varmt brugsvand til en husstand med et samlet varmebehov på 4900 kWh/år, hvor fjernvarmen er produceret på en eldrevet varmepumpe. Også her er nyetableret fjernvarme konkurrencedygtig i forhold til alle de individuelle teknologier. Sammenligner man de årlige varmepriser uden at medtage afgifter, så balancerer fjernvarme med individuel elopvarmning i dette tilfælde, mens fjernvarme er billigere end alle de andre alternativer. Fjernvarmen balancerer med individuel elvarme fordi investeringsomkostningerne ved elvarme er lave. Desuden er elpriserne i Danmark lave, når man ser bort fra afgifter og tariffer. Ved højere elpriser vil den høje effektivitet ved fjernvarme produceret på en eldrevet varmepumpe gøre at fjernvarme er billigere end individuel elvarme. Varmebehovet er desuden lavt i dette scenarie, som gør at den lave effektivitet for individuel elvarme bliver opvejet af de lave kapitalomkostninger.

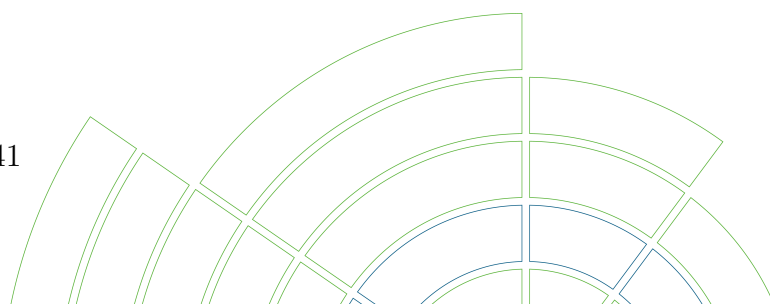


Figur 20: Sammenligning af varmeprisen for fjernvarme, med NetværksSkalering 1, og individuel opvarmning ved et varmebehov på 4900 kWh/år, fjernvarme produceret på eldrevet varmepumpe

Ved etablering af fjernvarme i udlandet er det ikke en selvfølge at fjernvarmen skal produceres på samme måde som i Danmark, fordi afgifter, tilskud og brændselspriser er særegne i hvert land. I Tyskland er der f.eks. høje afgifter på elektricitet, men meget lave afgifter på naturgas. Her gives der desuden tilskud til kraftvarmeproduktion og derfor vil det i Tyskland sandsynligvis give mere mening at etablere f.eks. naturgasfyret kraftvarmeproduktion og udnytte varmen til fjernvarme, fremfor at producere varmen på en fliskedel eller en eldrevet varmepumpe.

Der er desuden en del usikkerhed i hvad det koster at etablere fjernvarmenet i udlandet. Figurerne i analysen har dog vist at der under danske forhold er plads til høje etableringsomkostninger for fjernvarmenettet, uden at det går ud over konkurrenceevnen i forhold til individuel opvarmning.

Resume: Generelt viser graferne i dette afsnit at der er forskellige ulemper ved de individuelle teknologier som gør at de ikke kan konkurrere med nyetableret fjernvarme. Træpillefyr har lav effektivitet, høje kapitalomkostninger og høje faste omkostninger. Individuel elvarme har høje afgifter, mens varmepumper både har høje afgifter og høje kapitalomkostninger. Individuel naturgas har høje omkostninger til brændsel (inkl. afgifter og tariffer).



Litteratur

- Peter Ove Christensen. *Investeringssteori*. Syddansk Universitetsforlag, 2 edition, 2005.
- Dansk Energi. Elforsyningens nettariffer & priser. Dansk Energi, 2016. URL https://www.danskeenergi.dk/~media/Filer_til_nyheder_2016/Elforsyningens_netatariffer_og_priser_2016-endelig.ashx.
- Dansk Fjernvarme. Statistik 2015/2016, 2016. URL <http://www.danskfjernvarme.dk/~media/danskfjernvarme/videnom/aarstatistik/%C3%A5rsstatistik-2016---n%C3%B8gletal.xlsx>.
- DGC. Facts and figures about domestic gas boilers, September 2017a. URL http://www.dgc.dk/sites/default/files/filer/publikationer/R1603_facts_gas_boilers_0.pdf.
- DGC. Gaskedlers levetid er omkring 19 år i gennemsnit, September 2017b. URL http://www.dgc.dk/sites/default/files/filer/publikationer/A1621_gaskedler_levetid.pdf.
- Energinet.dk. Tariffer, September 2016. URL <https://www.energinet.dk/El/Tariffer>.
- Energistyrelsen. Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger for energipriser og emissioner, apr 2017a. URL https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/samfundsoekonomiske_beregningsforudsætninger_2017_ver_2.pdf.
- Energistyrelsen. Teknologikatalog for individuelle varmeanlæg og energitransport, 2017b. URL https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/sep_2017_update_-_technology_data_for_individuel_heating_-_xlsx.
- Energitilsynet. Elprisstatistik 1. kvartal 2017, sep 2016. URL http://energitilsynet.dk/fileadmin/Filer/0_-_Nyt_site/EL/Prisstatistik/2017/Elprisstatistik_1.__kvartal_2017.pdf.
- Energitilsynet. Naturgasstatistik 1. kvartal 2017, sep 2017. URL http://energitilsynet.dk/fileadmin/Filer/0_-_Nyt_site/GAS/Prisstatistik/2017/Naturgasstatistik_1._kvt._2017.pdf.
- EQUA. Weather files generated from test reference year (try) files. Web, 2017. URL <http://www.equaonline.com/iceuser/iceweather.html>.
- Euroheat & Power. Guidelines for district heating substations, 2008. URL <https://www.euroheat.org/wp-content/uploads/2008/04/Euroheat-Power-Guidelines-District-Heating-Substations-2008.pdf>.
- Eurostat. Electricity prices for household consumers, second half 2015 (eur per kwh) yb16. Web, 2015. URL <http://ec.europa.eu/eurostat/>

[statistics-explained/index.php/File:Electricity_prices_for_household_consumers,_second_half_2015_\(%C2%B9\)_\(EUR_per_kWh\)_YB16.png](#).

Eurostat. Natural gas prices for household consumers, second half 2016 (eur per kwh) yb17. Web, 2016. URL [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Natural_gas_prices_for_household_consumers,_second_half_2016_\(EUR_per_kWh\)_YB17.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Natural_gas_prices_for_household_consumers,_second_half_2016_(EUR_per_kWh)_YB17.png).

ForskEL. Styr din varmepumpe vers. 2, feb 2015. URL <https://www.styrdinvarmepumpe.dk/sites/default/files/Slutrapportering%20fra%20SDVP2%20forskEL%2012075.pdf>.

Grøn Energi. Inspirationskatalog for store varmepumpeprojekter i fjernvarmesystemet, 2017. URL <http://www.danskfjernvarme.dk/-/media/danskfjernvarme/gronenergi/projekter/drejbog-om-store-varmepumper/drejbog2017/inspirationskatalog-for-store-varmepumper.pdf>.

Leon Buhl Nick Bjørn Andersen, Bjarne Andreasen. *Varme Ståbi*, volume 7. 2015.

SKAT. Skat, September 2017a. URL <http://www.skm.dk/skattetal/satser/satser-og-beloebsgraenser/elafgiftsloven>.

SKAT. Skat, September 2017b. URL <http://www.skm.dk/skattetal/satser/satser-og-beloebsgraenser/gasafgiftsloven>.

SKAT. Skat, September 2017c. URL <http://www.skm.dk/skattetal/satser/satser-og-beloebsgraenser/co2-afgiftsloven>.

SKAT. Skat, September 2017d. URL <http://www.skm.dk/skattetal/satser/satser-og-beloebsgraenser/mineralolieafgiftsloven>.

SKAT. Skat, September 2017e. URL <http://www.skm.dk/skattetal/satser/satser-og-beloebsgraenser/kvaelstofoxiderafgiftsloven-nox>.

Teknologisk Institut. Godkendelse af tilskudsberettigede anlæg, måling, dataindsamling og formidling. Technical report, Teknologisk Institut, 2013.

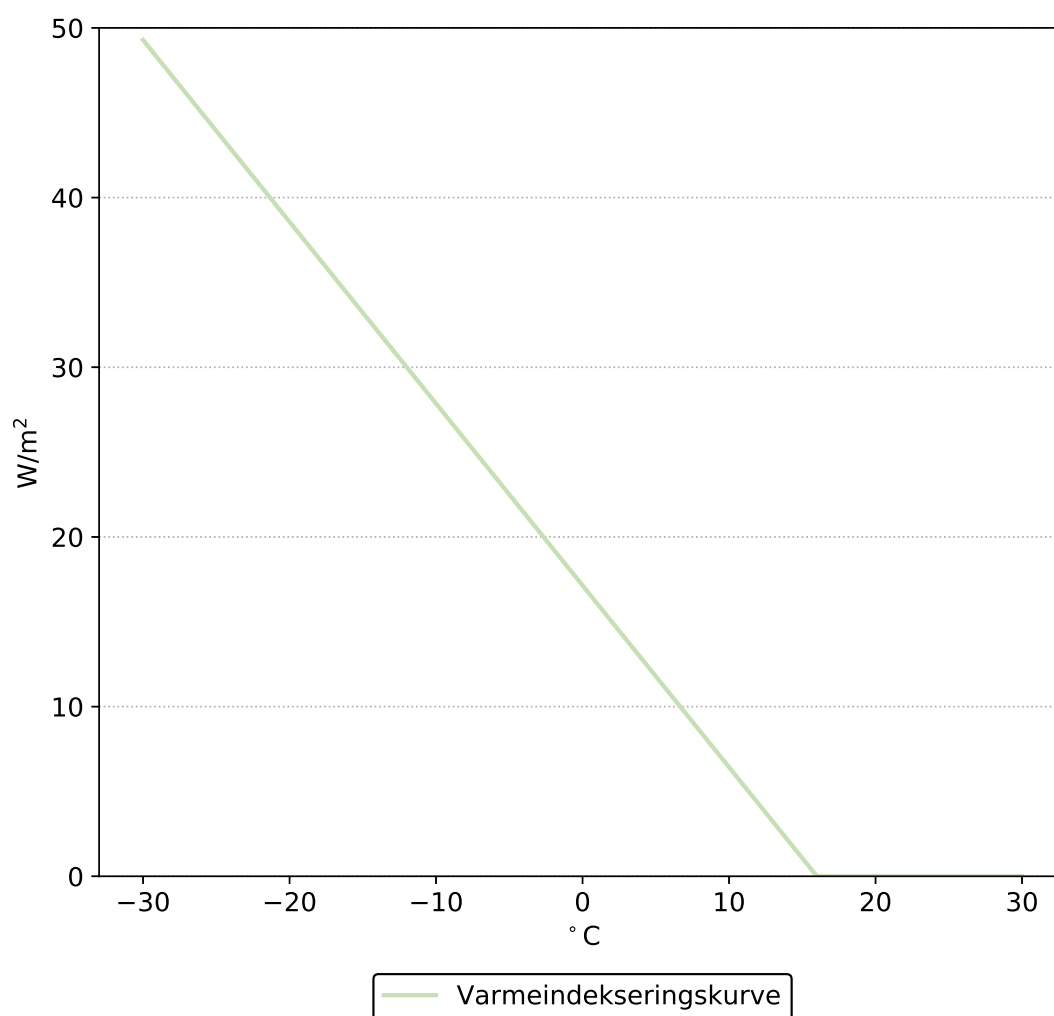
Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. Trafik-, bygge- og boligstyrelsen, September 2017. URL http://bygningsreglementet.dk/br15_03_id108/0/42.

Vaillant. ecotec plus vcw / vci med actostor vih cl 25 s, September 2017. URL <https://www.vaillant.dk/kunder/produkter/ecotec-plus-vcw-vci-med-actostor-vih-cl-25-s-836.html>.

A Varmebehovsvariationer

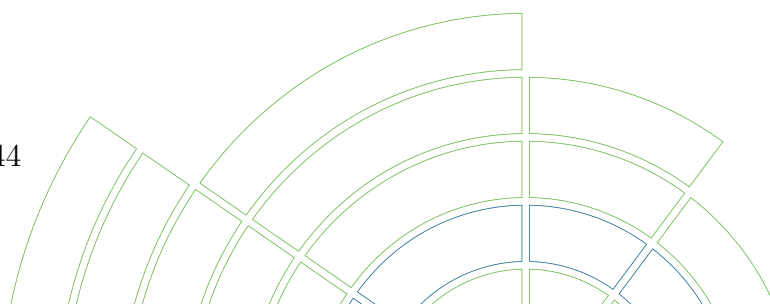
Dette afsnit indeholder en beskrivelse af hvordan varmebehovsvariationerne i analysen er udarbejdet.

De forskellige varmebehovsvariationer som er anvendt i analysen er baseret på en varmeindekseringskurve under forudsætning af at varmetabet i en bygning primært afhænger af udetemperaturen. For at lave varmeindekseringskurven bestemmes bygningens dimensionerende varmetab, i dette tilfælde ved $-12\text{ }^\circ\text{C}$, samt ved hvilken temeperatur bygningen ikke længere har noget opvarmningsbehov, i dette tilfælde $16\text{ }^\circ\text{C}$. Det antages at der er en lineær sammenhæng mellem disse to punkter. I tilfældet hvor det dimensionerende varmetab ved $-12\text{ }^\circ\text{C}$ er 30 W/m^2 ser varmeindekseringskurven ud som i Figur 21.

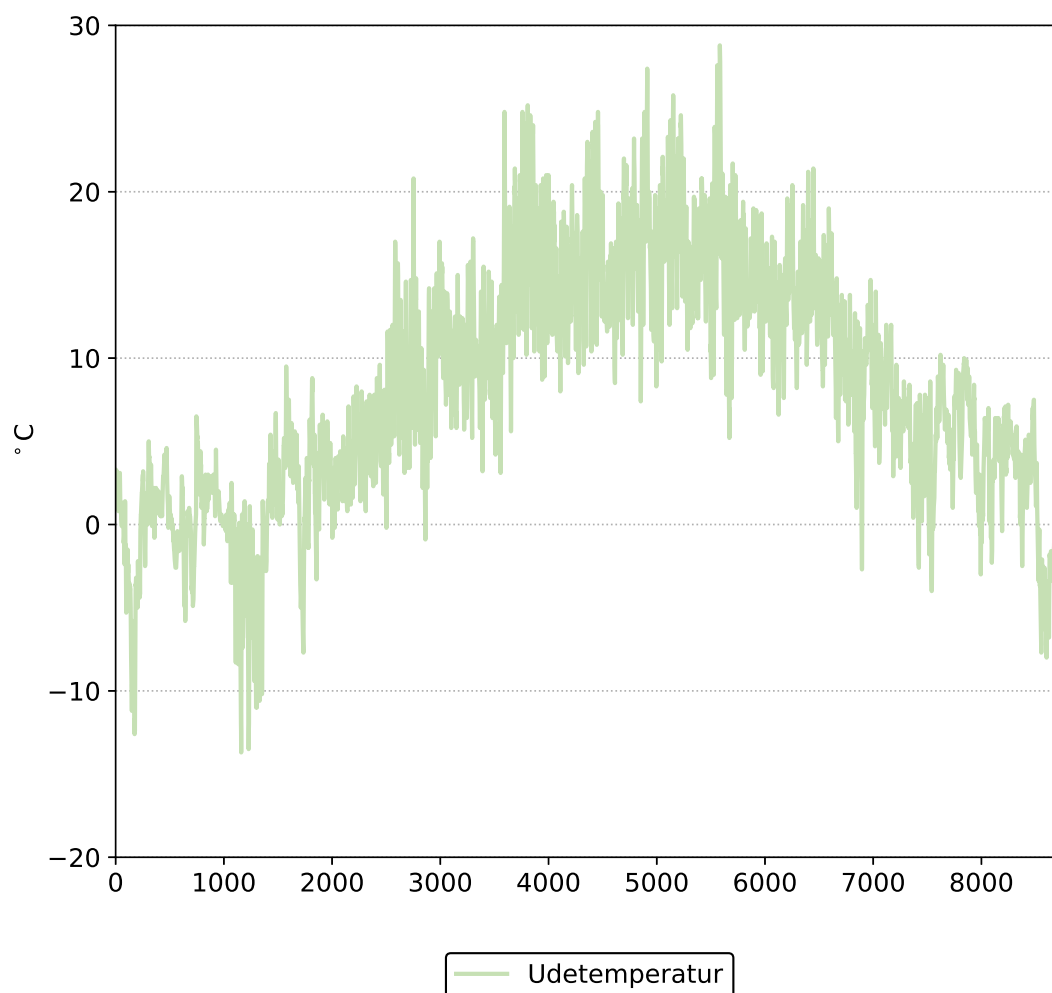


Figur 21: Varmeeffekt som funktion af udetemperatur

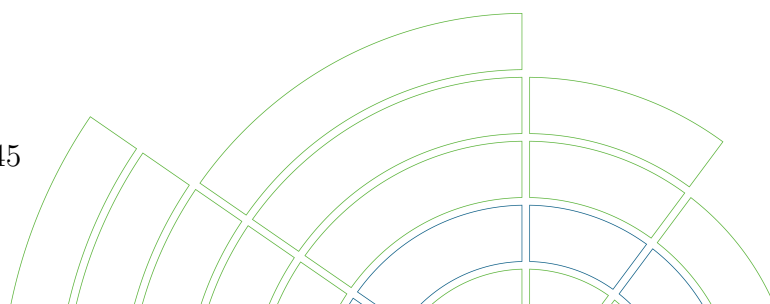
Dette kan også ses som den varmeeffekt pr. m^2 bygningen kræver ved en given temperatur.



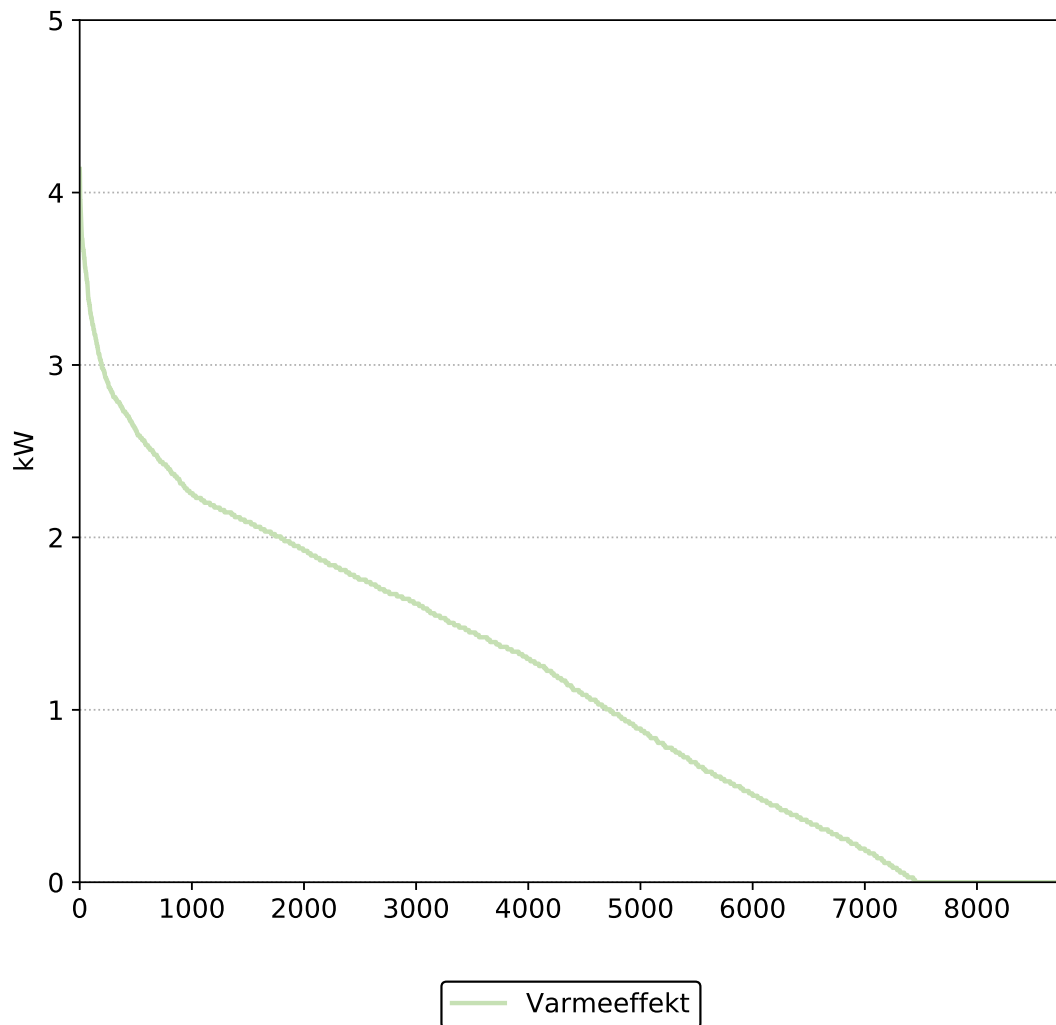
Det samme er gjort for at finde varmeindekseringskurver for 25 W/m^2 , 20 W/m^2 , 15 W/m^2 , 10 W/m^2 og 5 W/m^2 , som til sammen er de seks varmebehovsvariationer som anvendes i analysen. Når bygningens varmebehov kendes for en given temperatur kan bygningens årlige varmebehov bestemmes ud fra en tidsserie af vejrdata. I dette tilfælde anvendes et års timeværdier for udetemperatur fra EQUA (2017), se Figur 22.



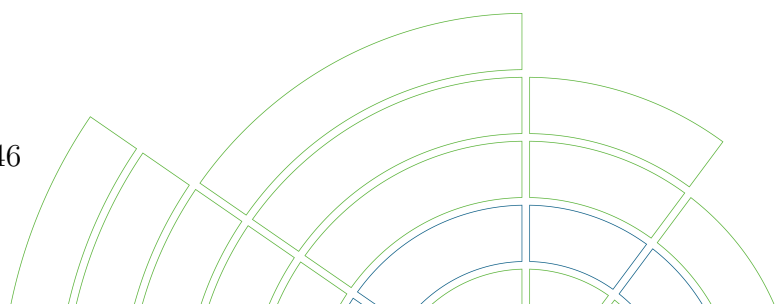
Figur 22: Udetemperatur for timer i året



Det resulterende varmebehov for en bygning på 130 m² med et varmebehov pr. m² på 30 W kan ud fra varmeindekseringskurven og et års udetemperaturer ses som en varighedskurve i Figur 23.



Figur 23: Varighedskurve af rumvarmebehov for bygning



B Netværksmodellering

Dette afsnit indeholder en mere dybdegående beskrivelse af metoden som er anvendt til netværksmodelleringen i analysen.

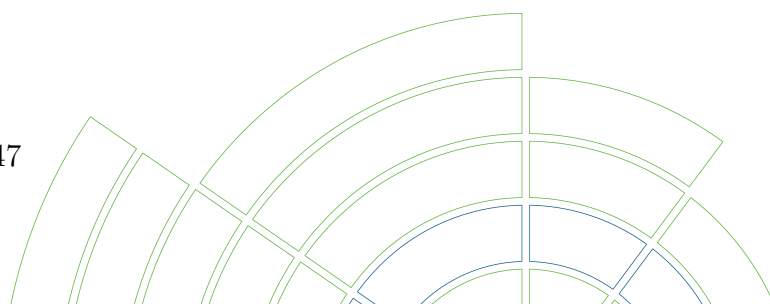
Når kapaciteten af de bygninger som indgår i modelområdet er defineret, kan netværket dimensioneres ud fra disse kapaciteter. Netværket dimensioneres ud fra følgende parametre:

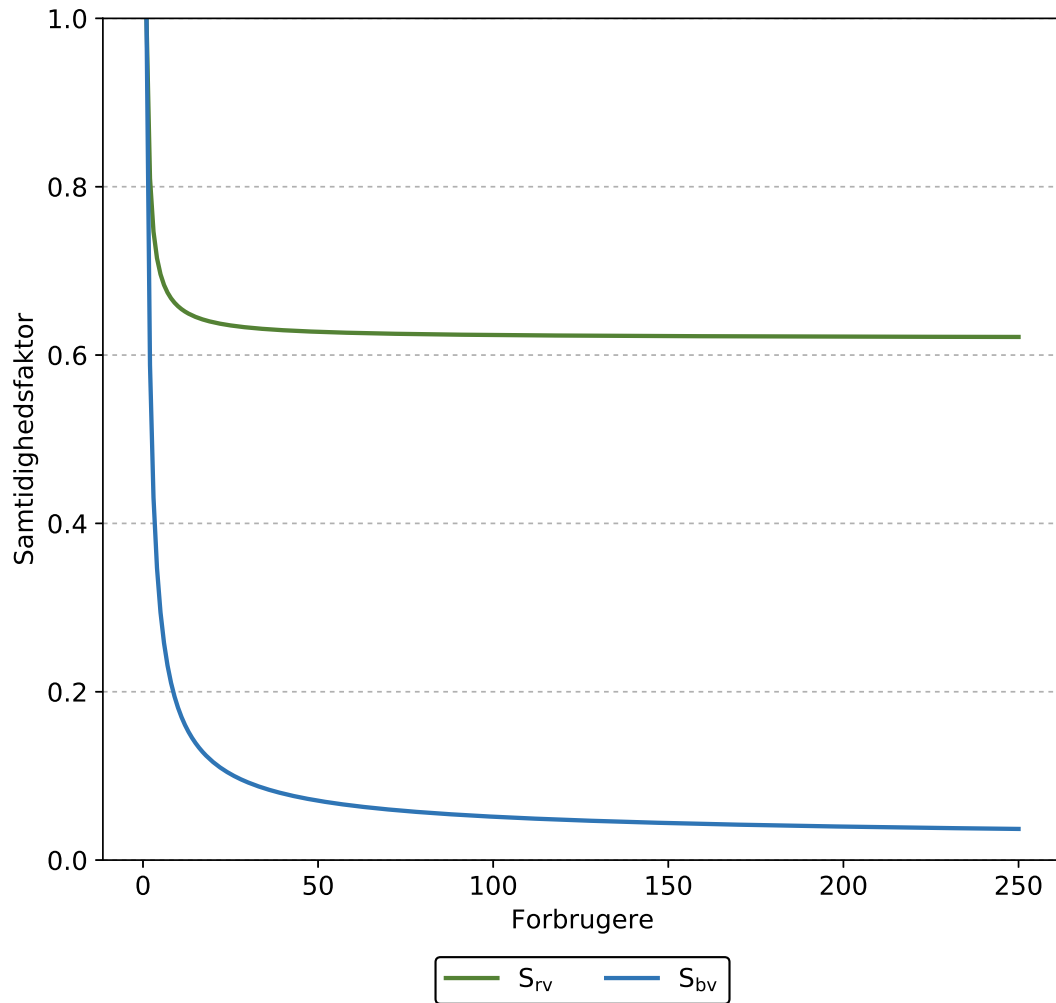
- Fremløbs- og returtemperatur
- Maksimalt tilladt flowhastighed og trykfald pr. meter ledning (den første overskredne grænse dimensionerer røret)

Fordi forbruget fra de forskellige punkter i ledningsnettet ikke sker på samme tid er det muligt at reducere rørdimensionerne i netværket ved at benytte samtidighedsfaktorer. I analysen er dette gjort både for rumvarme og varmt brugsvand efter [Nick Bjørn Andersen \(2015\)](#). Således er samtidighedsfaktoren for rumvarme

$$S_{rv} = 0,62 + \frac{0,38}{n}$$

Mens samtidighedsfaktoren for varmt brugsvand er baseret på [Euroheat & Power \(2008\)](#). Samtidighedsfaktorerne er illustreret grafisk i [Figur 24](#).





Figur 24: Samtidigheidsfaktorer for rumvarme og brugsvand som funktion af antal forbrugere

Bemærk at samtidigheidsfaktoren for rumvarme går mod 0,62 når antallet af forbrugere vokser. Når antallet af forbrugere på en ledningsstrækning er større end 50 fører en forøgelse af rumvarmebehovet på 1 kW ved forbrugeren kun til et behov for at flytte ca. 0,62 kW yderligere effekt gennem røret.

Denne metode bruges til at bestemme den nødvendige kapacitet på alle ledningsstrækninger (for område 2 ses ledningsstrækningerne i Figur 5). Ledningsnettet i analysen designes til en fremløbstemperatur på 65 °C og en returtemperatur på 30 °C. Størrelsen af rørene for hver ledningsstrækning kan nu beregnes ud fra de to parametre flowhastighed og trykfald.

Gennemstrømningen i $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ bestemmes ud fra formlen

$$V = \frac{E_{varme}}{c_p \cdot (T_{fremløb} - T_{retur}) \cdot \rho} \cdot S_v$$

hvor E_{varme} er varmeeffekten i $\frac{\text{kJ}}{\text{s}}$, c_p er den specifikke varmekapacitet (for vand)

i $\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$, ρ er massefylden (for vand) i $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $T_{\text{fremløb}}$ og T_{retur} er henholdsvis fremløbs- og returtemperaturen og S_v er den specifikke volumen (for vand) i $\frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$. Den mindste mulige rørdimension kan nu findes ved formlen

$$d_{\text{min}} = \sqrt{4 \cdot \frac{A}{\pi}}$$

hvor $A = \frac{V}{v_{\text{max}}}$, hvor v er flowhastigheden. Den beregnede rørdimension rundes op til den nærmest mulige fysiske rørdimension.

Tryktabet i Pascal estimeres for de tilgængelige rørdimensioner ud fra formlen

$$\Delta P = \lambda \frac{L \rho v^2}{d \cdot 2}$$

hvor en af følgende friktionsfaktorer anvendes:

$$\lambda_{\text{Karman}} = \left(2 \cdot \log \frac{d}{e} + 1,14 \right)^{-2}$$

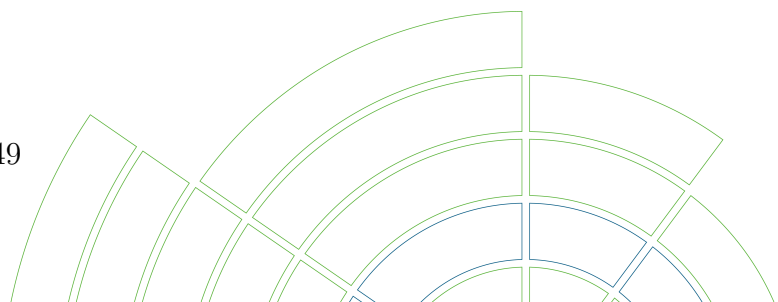
$$\lambda_{\text{Swamee-Jain}} = 0,25 \left[\log \frac{e/d}{3,7} + 5,74 \left(\frac{Vd}{v} \right)^{0,9} \right]^{-2}$$

hvor L er rørlængden i meter og e er en ruhedsfaktor i meter. I analysen beregnes spidstryktabet som den højeste sum af tryktab på en ledningsstrækning. Hertil tillægges 10% til at dække mindre tab som lukkeventiler og bøjninger. Derudover tillægges 30 kPa til drift af fjernvarmeunits.

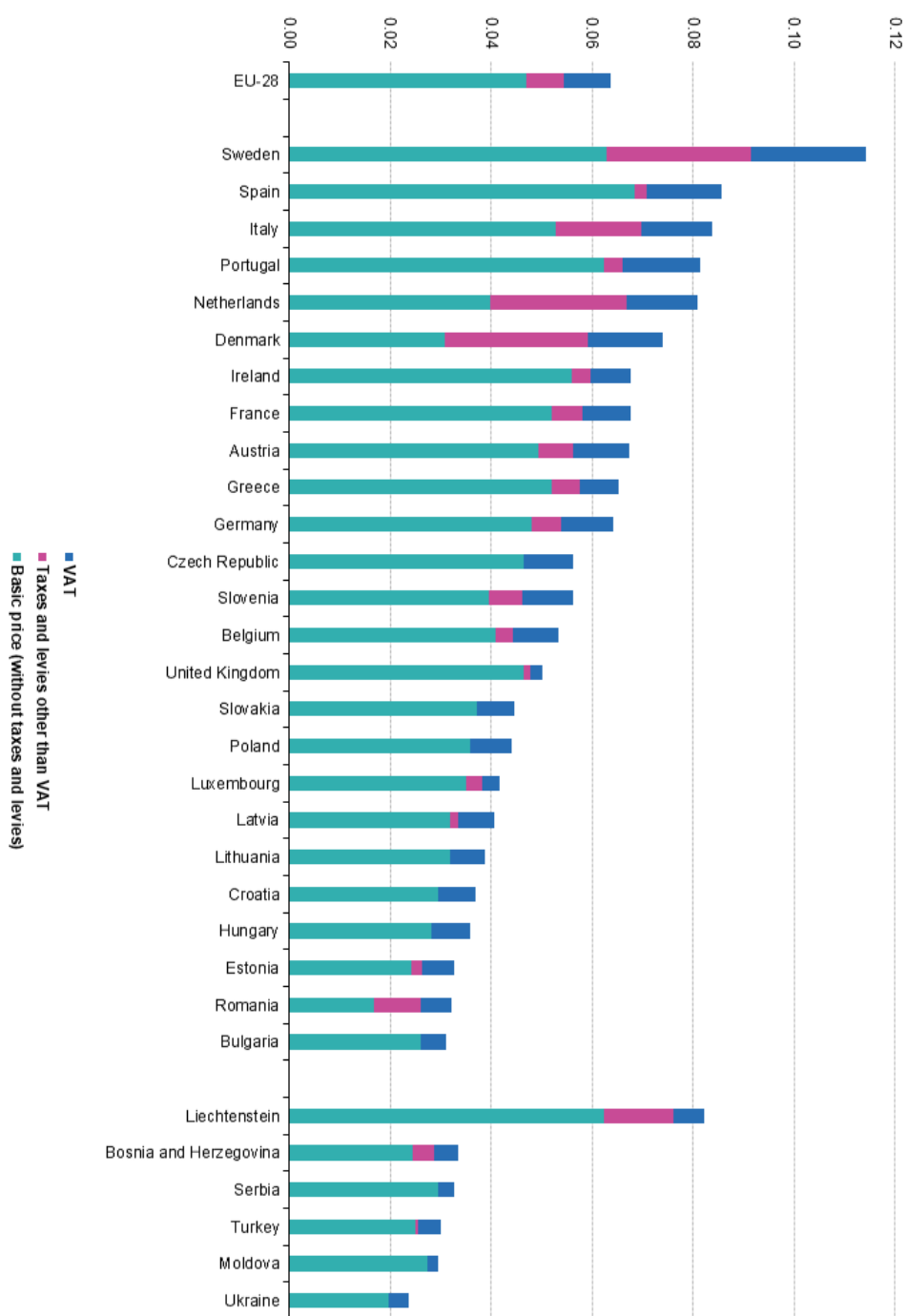
Den endelige rørdimension for strækningen vælges ud fra den mindst mulige rørdimension som både kan overholde den maksimale flow hastighed for røret (men stadig kan flytte den krævede kapacitet) og det maksimale tilladte tryktab.

Varmetabet hl i W for en given rørstrækning kan ud fra varmetabskoefficienten k (med enheden $\text{W/m} \cdot \text{K}$) estimeres ved hjælp af formlen

$$hl = k \cdot (T_{\text{fremløb}} + T_{\text{retur}} - 2 \cdot T_{\text{omgivende}}) \cdot L$$

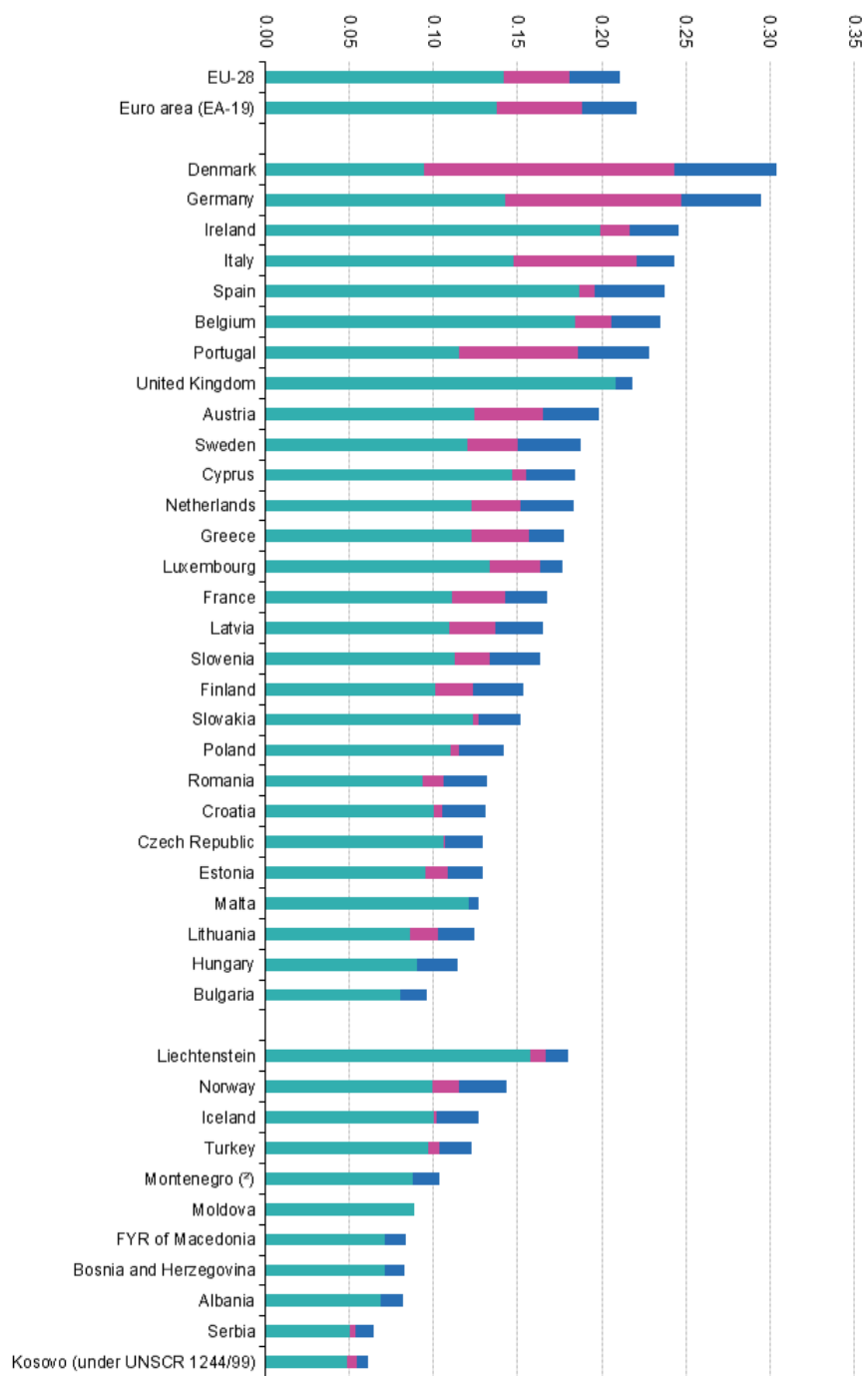


C Europæiske energipriser



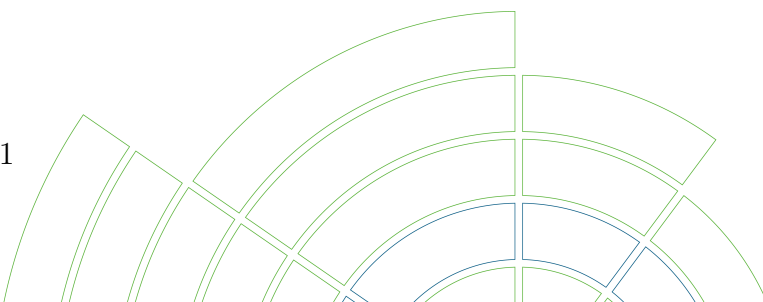
Note: annual consumption: 20 GJ < consumption < 200 GJ. Cyprus and Malta: not relevant. Finland: not available.
Source: Eurostat (online data code: nrg_pc_202)

Figur 25: Naturgaspriser for europæiske husholdninger
Kilde: Eurostat (2016)



(*) Annual consumption: 2 500 kWh < consumption < 5 000 kWh.
 (?) Taxes and levies other than VAT are slightly negative and therefore the overall price is marginally lower than that shown by the bar.

Figur 26: Elpriser for europæiske husholdninger
 Kilde: Eurostat (2015)



D District heating pipe costs

Omkostningerne i Tabel 7 er erfaringspriser fra danske fjernvarmeprojekter.

Ledningsdimension	Ubefæstet	Befæstet (Fliser/SF sten)	Asfalt/fortov, forstad	Asfalt/fortov
DN25	1265	1610	1967	2180
DN32	1323	1668	2018	2240
DN40	1323	1668	2018	2240
DN50	1438	1783	2122	2350
DN65	1553	1898	2225	2460
DN80	1668	2013	2381	2600
DN100	1840	2243	2691	2900
DN125	2185	2588	3002	3300
DN150	2588	3048	3416	3700
DN200	3220	3738	4244	4700

Tabel 7: Omkostninger til fjernvarmerør anvendt i analysen, uden moms. Omkostningerne er i [kr./m]

