

# REVURDERING AF POTENTIALE FOR VARMEPUMPER TIL ERSTATNING AF OLIEFYR I DANMARK

*ANALYSE AF TILTAG TIL FREMME AF  
VE TEKNOLOGI SAMT ANBEFALINGER*

DELRAPPORT 3



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

SWECO



# REVURDERING AF POTENTIALE FOR VARMEPUMPER TIL ERSTATNING AF OLIEFYR I DANMARK

*ANALYSE AF TILTAG TIL FREMME AF  
VE TEKNOLOGI SAMT ANBEFALINGER*

DELRAPPORT 3

Energistyrelsen  
Projekt 30.7997.03  
Udgivet november 2015

Udarbejdet af  
Kasper Qvist, Sweco A/S  
Pia Rasmussen A/S

Kontrolleret af  
Svend Vinther Pedersen  
Teknologisk Institut

Forsidebillede  
Kristian Smistrup

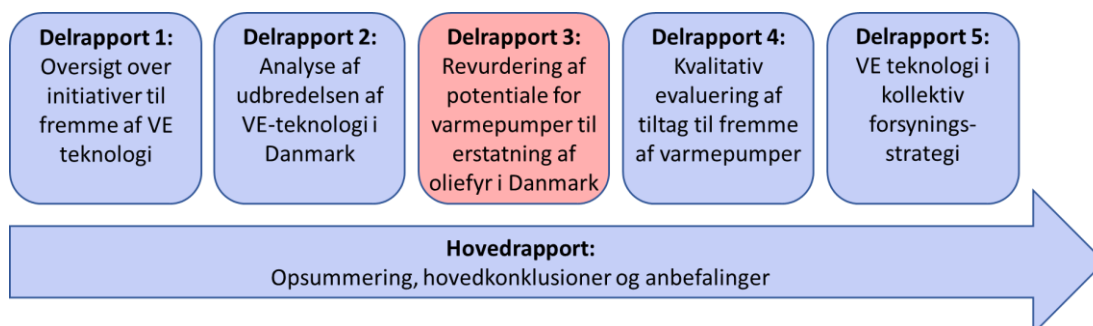


<b>INDHOLDSFORTEGNELSE</b>	<b>SIDE</b>
<b>1 OPSUMMERING</b>	<b>3</b>
<b>2 INDLEDNING</b>	<b>4</b>
2.1 Fokus på fem forudsætninger	5
<b>3 EJENDOMSVÆRDI OG TILBAGEBETALINGSTID</b>	<b>6</b>
3.1 Delvis udfasning af olieopvarmning med varmepumper	8
<b>4 PRIORITERING AF VARMEPUMPETYPE</b>	<b>9</b>
<b>5 INVESTERING I KLIMASKÆRM</b>	<b>10</b>
<b>6 INVESTERING I VARMEFORDELINGSANLÆG</b>	<b>11</b>
<b>7 POTENTIALE I NATURGASOMRÅDER</b>	<b>12</b>
7.1 Revideret teknisk potentiale med naturgasområder	13
7.2 Privatøkonomisk potentiale i naturgasområder	13
<b>8 KONKLUSION</b>	<b>15</b>
<b>9 BILAG 1 – UDDYBNING AF VARMEPUMPEBEGREBER</b>	<b>18</b>
<b>10 REFERENCER</b>	<b>19</b>



## 1 OPSUMMERING

Denne rapport udgør delrapport 3 i projektet *"Analyse af tiltag til fremme af VE teknologi samt anbefalinger"*, der består af fem delrapporter samt en opsummerende rapport for alle delrapporter med tværgående konklusioner og anbefalinger, som illustreret herunder:



Indeværende rapport forsøger, i det omfang det er muligt, at belyse betydningen af de forudsætninger, der danner grundlag for resultatet i rapporten *"Afdækning af potentielle for varmepumper til opvarmning af helårshuse i Danmark til erstatning af oliefyr"* [Potentialerapporten].

Ligeledes vurderes om forudsætningerne kunne eller burde være defineret anderledes på baggrund heraf.

Dette gøres med fokus på følgende forudsætninger, som blev foretaget i Potentialerapporten, herunder hvilken effekt disse har på det endelige resultat:

- Ejendomsværdi og tilbagebetalingstid
- Prioritering af varmepumpetype
- Investering i klimaskærm
- Investering i varmefordelingsanlæg
- Potentiale i naturgasområder

På baggrund af ændringer i ovenstående forudsætninger kan det konkluderes, at Potentialerapportens anvendte forudsætninger kan udfordres, og at metoden hvormed det tekniske og privatøkonomiske potentiale for individuelle varmepumper er opgjort, ikke nødvendigvis er retvisende. Samtidigt er der en indikation på, at det reelle privatøkonomiske potentiale kan være væsentlig højere end de ca. 26 % af det tekniske potentiale, der er opgjort i Potentialerapporten.

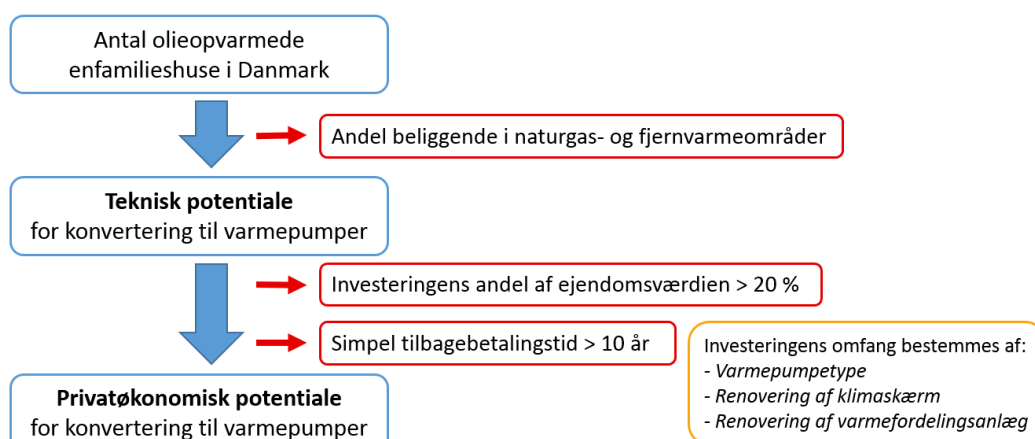
Specielt har prioritering af varmepumpetype, ejendomsværdi som begrænsende faktor og inkludering af investering i klimaskærm betydelig indflydelse på det privatøkonomiske potentiale.

## 2 INDLEDNING

Rapporten "Afdækning af potentiale for varmepumper til opvarmning af helårshuse i Danmark til erstatning af oliefyr" [Potentialerapporten] (COWI; Teknologisk Institut; Statens Byggeforskningsinstitut, 2011) tager udgangspunkt i, at der findes 258.000 olieopvarmede helårshuse i Danmark. Heraf definerer rapporten et teknisk potentiale for udskiftning af oliefyr til varmepumper på ca. 205.000 husstande. På baggrund af privatøkonomiske forudsætninger vurderes der kun at være potentiale for etablering af individuelle varmepumper i ca. 53.000 af disse.

I denne delrapport analyseres Potentialerapportens tekniske og økonomiske forudsætninger, og der foretages vurderinger af betydningen for varmepumpepotentialet, hvis forudsætningerne ændres.

Processen, hvormed henholdsvis det tekniske og det privatøkonomiske potentiale findes, er illustreret herunder.



**Figur 1: Illustration af den trinvis proces benyttet i Potentialerapporten til at fastlægge det privatøkonomiske potentiale for erstatning af oliefyr med varmepumper**

Metoden benyttet til opgørelsen af det privatøkonomiske potentiale i Potentialerapporten fastlægger i første omgang det tekniske potentiale som værende olieopvarmede husstande uden for etablerede eller planlagte fjernvarmeområder og i nogen grad uden for eksisterende naturgasområder.

På baggrund af det tekniske potentiale opgøres det privatøkonomiske potentiale. I korte træk defineres det privatøkonomiske potentiale som de husstande indeholdt i det tekniske potentiale, hvor den beregnede investering ikke udgør mere end 20 % af den offentlige ejendomsværdi, og hvor den beregnede simple tilbagebetalingstid ikke overstiger 10 år.

For at kunne lave begge disse beregninger defineres en række forudsætninger for den samlede investering ved installering af en varmepumper.

De afgørende forudsætninger består i typen af varmepumpe, forudgående renovering af klimaskærmen samt forudgående renovering af varmefordelingsanlægget.

Der tages udgangspunkt i en jordvarmepumpe, som er dyrere i forhold til en luft/vand varmepumpe og i mange tilfælde vurderes det nødvendigt at udføre arbejde på klimaskærmen og varmefordelingssystemet i boligen, før varmepumpen kan installeres. Det medfører bl.a., at den gennemsnitlige omkostning ved installation af en jordvarmepumpe løber op i ca. 200.000 kr., hvilket er væsentligt dyrere end prisen for varmepumpeinstallationen alene<sup>1</sup>.

De forskellige varmepumpetyper og begreber omkring varmepumpers effektivitet er uddybet i bilag 1.

Forudsætningerne for opgørelsen af det tekniske potentiale kan ligeledes genovervejes, idet husstande med oliefyr i naturgasområder er delvist frasorteret. Den langsigtede politiske målsætning er fossilfri boligopvarmning, hvor naturgas deraf også skal udfases.

En række af forudsætningerne for Potentialerapportens resultater kan således udfordres. Denne delrapport vil derfor, i det omfang det er muligt, forsøge at belyse betydningen af de forudsætninger, der danner grundlag for potentialerapportens resultater. Ligeledes vil det vurderes, om forudsætningerne kunne eller burde være defineret anderledes på baggrund heraf.

I Potentialerapporten er der anvendt et datagrundlag og en metode, som ikke umiddelbart kan benyttes til indeværende analyse, grundet begrænsede ressourcer til opgaven, og da analysen bag Potentialerapporten primært er udarbejdet af COWI. Rapportens resultater vil derfor bære præg af at være skøn, der skal åbne op for en diskussion og evt. grundigere revidering af potentialet for individuelle varmepumper i den danske bygningsmasse.

## 2.1 Fokus på fem forudsætninger

I denne analyses revurdering af varmepumpepotentialet i den danske boligmasse fokuseres på 5 af de forudsætninger, der er benyttet i Potentialerapporten. Disse er:

- Ejendomsværdi og tilbagebetalingstid
- Prioritering af varmepumpetype
- Investering i klimaskærm
- Investering i varmefordelingsanlæg
- Potentiale i naturgasområder

I de følgende kapitler behandles disse forudsætninger og det vurderes, hvilken effekt ændringer heri har på det vurderede potentiale.

---

<sup>1</sup> Ca. 131.250 jf. (Energistyrelsen, 2013)

### 3 EJENDOMSVÆRDI OG TILBAGEBETALINGSTID

Potentialerapporten forudsætter en maksimal investeringsgrænse på 20 % af den enkelte boligs ejendomsværdi. Denne begrænsning reducerer potentialet med 38 %. Herefter reducerer kravet til tilbagebetalingstiden det resterende potentiale med 58 %, således at kun ca. en fjerdedel af boligerne får et privatøkonomisk potentiale for varmepumper. Forudsætningen omkring ejendomsværdien er ikke nødvendigvis korrekt, idet den ikke i tilstrækkeligt omfang afspejler rentabiliteten af at investere i en varmepumpe som erstatning for et eksisterende oliefyr. Skal varmepumpen finansieres ved låntagning kan boligens ejendomsværdi have betydning, men det vil langtfra være den afgørende faktor i alle tilfælde.

Det vurderes, at der kan opnås en mere retvisende vurderingsforudsætning, når den enkelte boligs årlige opvarmningsudgift opstilles som den afgørende privatøkonomiske forudsætning. Derved vil en bolig med en høj årlig varmeudgift i større omfang vurderes at have et privatøkonomisk potentiale for installation af en varmepumpe.

Det beskrives i Potentialerapporten, at vurderingen af det privatøkonomiske potentiale bl.a. baseres på beregning af simpel tilbagebetalingstid. I Potentialerapportens referenceberegning er den maksimale simple tilbagebetalingstid 10 år. Dette er uden indregning af eventuelle renteudgifter til finansiering.

Opstilles en beregning, hvor den simple tilbagebetalingstid for en varmepumpeinstallation beregnes på baggrund af den årlige besparelse i brændselsudgifter, fås et resultat som i

Tabel 2<sup>2</sup>. Beregningen er baseret på følgende forudsætninger:

	Enhed	Værdi	Kilde
<b>Årligt varmebehov</b>	MWh/år	18,1 <sup>3</sup>	-
<b>Elpris<sup>4</sup></b>	DKK/MWh	1.466,25	(Energitilsynet, 2015)
<b>Oliepris</b>	DKK/MWh	913,50	(Energi- og olieforum, 2015)

Tabel 1. Forudsætninger for beregning af tilbagebetalingstid for varmepumper

<sup>2</sup> Investeringer, drift og vedligehold samt virkningsgrad er baseret på data fra (Energistyrelsen, 2013).

<sup>3</sup> Svarende til varmebehovet for en gennemsnitlig dansk bolig jf. Energitilsynets prisstatistik (Energitilsynet, 2015).

<sup>4</sup> Inkl. afgiftsfradrag for elopvarmning.

	Enhed	Oliefy <sup>5</sup>	L/V VP	V/V VP	V/V VP (Vertikal)	L/V Hybrid ad-on 60% dækning	Luf/luft 50% dæk- ning
<b>Virknings- grad</b>	-	0,65	3	3,3	3,3	0,65 / 3,0	3,0
<b>Investering</b>	DKK	-	103.125	131.250	178.125	50.000	20.000
<b>Drift og vedli- gehold</b>	DKK/år	2.025	1.125	1.500	1.500	3.000	3.000
<b>Brændsels- forbrug</b>	MWh/år	27,85	6,03	5,48	5,48	Olie: 11,14 El: 3,62	Olie: 13,93 El: 3,02
<b>Brændsels- udgift</b>	DKK/år	25.437	8.846	8.042	8.042	15.484	17.153
<b>Udfaset olie- mængde</b>	MWh	-	27,85	27,85	27,85	16,71	13,92
<b>Årlig bespa- relse</b>	DKK/år	-	<b>17.491</b>	<b>17.920</b>	<b>17.920</b>	<b>9.954</b>	<b>8.295</b>
<b>Tilbagebeta- lingstid<sup>6</sup></b>	År	-	<b>5,9</b>	<b>7,3</b>	<b>9,9</b>	<b>5,6</b>	<b>2,7</b>
<b>Tilbagebeta- lingstid, inkl. finansiering<sup>7</sup></b>	År	-	<b>7,6</b>	<b>9,5</b>	<b>12,9</b>	<b>7,2</b>	<b>3,5</b>
<b>Udfaset olie- mængde pr. investeret kr.</b>	kWh/kr. pr. år		<b>0,270</b>	<b>0,212</b>	<b>0,156</b>	<b>0,334</b>	<b>0,696</b>

**Tabel 2: Beregning af tilbagebetalingstid for varmepumper ift. eksisterende oliefyr gennem besparelse i brændselsudgift.**

Tabellen indeholder beregninger for de tre varmepumpetyper, som Potentialerappor-  
ten beskriver. Desuden er medtaget en hybrid ad-on varmepumpe og en luft/luft var-  
mepumpe for at kunne sammenligne med delvise udfasninger af opvarmning med  
olie.

Som det fremgår af tabellen, er det med udgangspunkt i det gennemsnitlige danske  
årsvarmebehov pr. bolig muligt for alle af de tre varmepumpetyper i Potentialerappor-  
ten at opnå en simpel tilbagebetalingstid på investeringen på under de maksimale 10  
år. Dette alene på baggrund af den årlige besparelse i brændselsudgift.

<sup>5</sup> Eksisterende oliefyr

<sup>6</sup> Uden renteudgift til finansiering.

<sup>7</sup> Inklusiv renteudgifter (5 %, 10 års afdragsperiode, 20 år tekniske levetid).



I beregningerne af tilbagebetalingstiderne benyttes lavere investeringsomkostninger sammenlignet med Potentialerapporten. Dels vurderes selve varmepumperne at være billigere, og dels er der ikke medtaget yderligere omkostninger til varmfordelingssystem og klimaskærm. Det vil sandsynligvis være nødvendigt at lave yderligere arbejde i nogle tilfælde, og det formodes, at de faktiske investeringsomkostninger ligger et sted mellem ovenstående og de investeringsomkostninger, Potentialerapporten beskriver. Men ovenstående beregninger viser, at det beregnede privatøkonomiske varmepumpepotentiale i Potentialerapporten kan diskuteres i forhold til både ejendomsværdi og tilbagebetalingstid og med stor sandsynlighed bør være højere.

Medtages renteudgiften, forøges den simple tilbagebetalingstid for samtlige typer varmepumpeinstallationer væsentligt. Dog opnås stadig en simpel tilbagebetalingstid på under 10 år for luft/vand varmepumper samt væske/vand varmepumper. Det er kun væske/vand varmepumpen med lodret boring, der overskrider de maksimale 10 år. Dette skal tilskrives den væsentligt højere investeringsværdi, hvilket resulterer i en væsentlig større betydning af rentetilskrivning.

Luft/vand varmepumpen vil desuden have en tilbagebetalingstid under 10 år under de givne forbrugsforudsætninger, selv med en rente på op til 11 %. Det viser, at en ændret opgørelsesstruktur, hvor luft/vand varmepumper undersøges som alternativ, når jordvarmepumper er for dyre, kan øge det privatøkonomiske potentiale.

Beregningerne viser således, at selv når der medtages finansieringsomkostninger er luft/vand og væske/vand varmepumper rentable ud fra et kriterie om maksimalt 10 års tilbagebetalingstid. Det springende punkt er så selvfølgelig, om den enkelte husejer kan finde eller låne penge til investeringen. Det vurderes at gælde for væsentlig flere end blot en fjerdedel af det tekniske potentiale, når rentabiliteten i investeringen er så fornuftig. Analysen viser således at det privatøkonomiske potentiale for fuld udfasning af oliefyret til fordel for varmepumper er større end opgjort i Potentialerapporten.

### 3.1 Delvis udfasning af olieopvarmning med varmepumper

Tabellens sidste to kolonner fokuserer på delvis udfasning af olieopvarmningen. I disse løsninger bibeholdes oliefyret, men en del af opvarmningen sker ved hjælp af eldrevne varmepumper. Disse resultater er interessante, da de kan erstatte omkring halvdelen af olieforbruget med vedvarende energi, men med en helt anden privatøkonomisk påvirkning. Tilbagebetalingstiden for hybridvarmepumpen er lidt bedre end luft/vand varmepumpen og luft/luft varmepumpen har en tilbagebetalingstid på kun 3½ år. Hvis luft/luft varmepumpen eksempelvis kun kan udfase 30 % af opvarmningsbehovet, bliver tilbagebetalingstiden 5 år. Rentabiliteten i investeringen er derfor ret robust i forhold til den enkelte installation.

Når man samtidig tager med i betragtning, at disse ad-on løsninger koster væsentlig mindre end en fuld udfasning med varmepumper, så må det privatøkonomiske potentiale i delvis udfasning være signifikant.



Blandt alle husstandene der i Potentialerapporten sorteres fra på baggrund af de privatøkonomiske forudsætninger, vil den delvise udfasning af oliefyr opfylde kriterierne. Da den økonomisk byrde er væsentlig mindre i disse løsninger, udgør de et stort potentiale for vedvarende energi med lave implementeringsbarrierer. Varmepumpeløsninger som kun delvist dækker det samlede opvarmningsbehov bør derfor medtages i fremtidige strategiske overvejelser og særligt i de tilfælde, hvor en fuld dækning af varmebehovet med varmepumper ikke kan lade sig gøre af økonomiske årsager.

#### 4 PRIORITERING AF VARMEPUMPETYPE

I Potentialerapporten prioriteres de forskellige varmepumpeteknologier i følgende rækkefølge:

1. Væske/vand varmepumper
2. Væske/vand varmepumper (Lodret boring)
3. Luft/vand varmepumper

Det er alene husstandens grundareal, der afgør varmepumpetypen. En interessant iteration kunne have været at undersøge, om den billigere luft/vand varmepumpe ville have opfyldt de privatøkonomiske forudsætninger i nogle af de tilfælde, hvor jordvarmepumpen var for dyr. Beregningerne vist i tabel 2 tyder på, at det ville have været tilfældet.

Endvidere medtages varmepumpeteknologier som luft/luft- og gashybridvarmepumper ikke i Potentialerapportens opgørelse. Herved overses et potentiale for at lave en *delvis* udskiftning af opvarmning med olie til opvarmning med vedvarende energi fra luft/luft varmepumper i den enkelte husstand. Om end olien ikke udfases fuldstændigt, så er den økonomiske barriere for investeringen væsentlig lavere, da en luft/luft varmepumpe vil koste under en femtedel af en jordvarmepumpe.

Det kan derfor antages, at det privatøkonomiske potentiale for udskiftning af olieopvarmning med varmepumpeopvarmning ville blive større end opgørelsen i Potentialerapporten med en økonomisk prioritering af varmepumpetyper.

Potentialerapportens økonomiske forudsætninger resulterer i, at ca.  $\frac{3}{4}$  af det tekniske potentiale ikke er økonomisk realiserbart. Det bør derfor vurderes, hvilken betydning det har for det privatøkonomiske potentiale, hvis ovenstående prioritering ændres, så luft/vand varmepumpen prioriteres i tilfælde, hvor investeringsomkostningerne for de to typer væske/vand varmepumper vurderes for stor.



## 5 INVESTERING I KLIMASKÆRM

Potentialerapporten forudsætter, at der forud for eller i forbindelse med en varmepumpeinstallation gennemføres rentable energiforbedringer i de enkelte boliger. Baseret på et stort udvalg af energimærker opgør Potentialerapporten, at der i gennemsnit er ca. 2,5 forskellige rentable energiforbedringer i hver bolig (fraregnet forslag til varmekonvertering). Dette er med til at fordyre den samlede investeringssum forbundet med en varmepumpeinstallation, og det er muligt at boligejeren slet ikke er interesseret i at gennemføre disse forbedringer, eller at de ikke giver mening i sammenhæng med installation af en varmepumpe. Det bør derfor vurderes, hvilken betydning investeringen i disse forbedringer har for det endelige privatøkonomiske potentiale. I dette afsnit belyses effekten af et udvidet investeringsomfang i klimaskærmsforbedring i sammenhæng med varmepumpen.

Ud fra Potentialerapportens ordlyd bør det være rimeligt at antage, at rentable energiforbedringer udføres alt andet lige, idet de netop er rentable. Den økonomiske udgift hertil bør derfor ikke tillægges en eventuel investering i en varmepumpe, og derved ses som en begrænsende faktor. Der kan i stedet argumenteres for, at gennemførelse af energireducerende forbedringer af den enkelte bolig, kan ses som en positiv faktor for potentialet for individuelle varmepumper i den danske boligmasse. Argumentationen herfor er, at ved at minimere den enkelte bygnings varmetab, minimeres også opvarmningsbehovet og derved behovet for installeret opvarmningseffekt og investeringssummen.

Idet indeværende rapport har til formål at udfordre Potentialerapportens konklusioner, er det dog stadig interessant at undersøge, hvilken effekt inkluderingen af udgifter til energimæssige forbedringer har på det privatøkonomiske potentiale for individuelle varmepumper.

På baggrund af Potentialerapportens informationer omkring byggeår, nettoenergibehov og gennemsnitligt økonomisk omfang af rentable energiforbedringer er der opstillet en gennemsnitsbetragtning, hvor det undersøges, i hvilket omfang det privatøkonomiske potentiale påvirkes heraf.

I følgende tabel er det undersøgt, i hvilket omfang inkludering af udgifter til rentable energiforbedringer af den enkelte bolig påvirker varmepumpeinstallationens simple tilbagebetalingstid<sup>8,9</sup>. Det gennemsnitlige energimærke er beregnet på baggrund af Potentialerapportens data for gennemsnitligt nettovarmebehov. Energimærket er beregnet for at kunne benytte Potentialerapportens værdier for gennemsnitlig udgift til realisering af rentable energiforbedringer. Tilbagebetalingstiderne er beregnet med udgangspunkt i en luft/vand varmepumpeinstallation og Potentialerapportens opgivne gennemsnitlige nettovarmebehov for enkelte byggeperioder.

<sup>8</sup> Indeværende rapportens indikator for rentabilitet.

<sup>9</sup> Grundet begrænset data- og tidsgrundlag har det ikke været muligt at medtage evt. reducere i investering i varmepumpeanlæg i beregningen.

Byggeperiode	Gns. energimærke <sup>10</sup>	Gns. udgift til rentabel energiforbedring	Oprindelig simpel tilbagebetalingstid	Ny simpel tilbagebetalingstid
	-	kr.	år	år
- 1930	D	49.070	4,90	7,22
1931 – 1950	D	47.644	4,69	6,86
1951 – 1960	D	60.393	4,90	7,76
1961 – 1972	C	27.287	5,36	6,78
1973 – 1978	C	21.422	5,63	6,80
1979 – 1998	C	18.158	6,62	7,79
1999 – 2011	C	11.684	8,05	8,96

**Tabel 3: Effekt af inkludering af udgift til rentable energiforbedringer på simpel tilbagebetalingstid for varmepumpeinstallation.**

Som det fremgår af tabellen, påvirkes den simple tilbagebetalingstid i væsentligt grad ved at inkludere omkostningen til realisering af rentable energibesparelser. Tilbagebetalingstiden øges med mellem 0,9 år 2,3 år, og for de ældste huse fordobles tilbagebetalingstiden.

Det er dog stadig muligt at opnå simple tilbagebetalingstider under Potentialerapportens maksimale 10 år, og det privatøkonomiske potentiale er derved bevaret. Benyttes i stedet en maksimal tilbagebetalingstid på 5 år, er det ikke muligt at opnå et privatøkonomisk potentiale. På baggrund heraf må det konkluderes, at inkludering af omkostningen til realisering af rentable energibesparelser er en væsentlig reducerende faktor for beregning af det privatøkonomiske potentiale for installation af individuelle varmepumper. Dette må også ses som argumentation for, hvorfor sådanne omkostninger, som i sig selv er rentable, ikke bør indgå i vurdering af det privatøkonomiske potentiale for varmepumper.

## 6 INVESTERING I VARMEFORDELINGSANLÆG

Der forudsættes i Potentialerapporten en sammenhæng mellem byggeår, eventuelle oplyste renoveringer og varmefordelingssystemets fremløbstemperatur. Forud for en varmepumpeinstallation forudsættes det endvidere, at fremløbstemperaturen skal sænkes til 45 °C i forbindelse med renovering af klimaskærm og/eller renovering af varmefordelingssystemet i form af større varmeflader<sup>11</sup>.

Potentialerapporten opgør, at ca. en fjerdedel af husstandene skal have foretaget ændringer på varmefordelingssystemet, efter at rentable energiforbedringer er gennemført.

Disse forudsætninger er igen med til at øge omkostningerne forbundet med en varmepumpeinstallation. Det bør derfor vurderes, i hvilket omfang den forudsatte fremløbstemperatur kan være højere, og hvordan dette påvirker den samlede investering og i sidste ende det privatøkonomiske potentiale.

<sup>10</sup> Baseret på gns. nettovarmebehov

<sup>11</sup> Radiatorer.

Potentialerapporten forudsætter, at varmepumper ikke kan benyttes i varmefordelingssystemer med en fremløbstemperatur på over 55 °C. Samtidig antages det, at fremløbstemperaturen skal reduceres til 45 °C ved reovering. Med nuværende markedsklare varmepumpetyper er det imidlertid muligt at etablere varmepumpeinstallationer, der kan operere med væsentligt højere fremløbstemperaturer, se bl.a. (Viessmann, 2015), der effektivt kan operere ved temperaturer op til 65 °C.

Med udgangspunkt i Potentialerapporten vil det således være boliger opført før 1995, hvori der ikke er foretaget nogen form for reovering, hvor der som udgangspunkt kræves forbedringer af varmefordelingssystemet. Datagrundlaget i Potentialerapporten er dog ikke tilstrækkeligt fyldestgørende til at udføre nærmere analyse af det faktiske antal boliger, samt det økonomiske omfang af forbedringer af varmefordelingssystemerne. Det skal i denne sammenhæng bemærkes, at det fremgår af Potentialerapporten, at det anvendte grundlag for analyse af behov for forbedring af varmefordelingssystemer ikke er tilstrækkeligt omfattende.

Potentialerapporten regner med en gennemsnitlig udgift til forbedring af varmefordelingsanlæg på 6.441 kr., 6.982 kr. og 8.892 kr. for henholdsvis væske/vand-, væske/vand (lodret)- og luft/vand-varmepumper. Disse tal er baseret på en erfaringsmæssig omkostning på 1,35 kr./W afgiven varme. Dette er ikke de store ekstraomkostninger, hvorfor disse vurderes at have en begrænset effekt på det opgjorte private økonomiske potentiale.

På baggrund heraf foretages der ikke nogen revurdering af varmepumpepotentialet. Men det konstateres, at der findes varmepumper, der i højere grad kan opfylde de analyserede boligers behov for fremløbstemperatur end antaget i Potentialerapporten, hvorved de anslåede nødvendige investeringer i varmefordelingsanlæg vil være reducerede, om end det vurderes ikke at have den store betydning for potentialet.

## 7 POTENTIALE I NATURGASOMRÅDER

Potentialerapporten opgør at 21,6 % af boliger med oliefyr ligger i områder med naturgas, mens yderligere 0,6 % ligger i områder med planlagt naturgas. I beregningen af det *tekniske* potentiale for varmepumper antages det, at det tekniske potentiale for konvertering af oliefyr til varmepumper er 100 % i *planlagte* naturgasområder og 50 % i *eksisterende* naturgasområder. Der er registreret 56.000 olieopvarmede husstande i naturgasområder, som betyder at det tekniske potentiale for varmepumper i Potentialerapporten reduceres med ca. 28.000 olieopvarmede husstande, da de forventes at blive konverteret til naturgas. Set i lyset af den langsigtede nationale energistrategi, bør konverteringen af disse oliefyr være til fossilfri opvarmning.

Udover potentialet for konvertering af oliefyr i naturgasområder, kommer potentialet i konvertering af eksisterende naturgasfyr til varmepumper. Det har ikke været afsættet for Potentialerapporten at analysere naturgasopvarmede boliger, fokus har udelukkende været olieopvarmede husstande. Men set i et langsigtet perspektiv, hvor al opvarmning skal gøres fossilfri, må naturgasopvarmede boliger også udgøre et potentiale for varmepumper.



Delrapport 2 "Analyse af udredelse af VE-teknologi i Danmark" viser dog stadig en lille stigning i antallet af husstande med naturgasopvarmning. Beregninger på rentabiliteten af naturgas og varmepumper, som ses i følgende afsnit, viser, at varmepumper har svært ved at konkurrere med naturgassen i en privatøkonomisk kontekst.

Gashybridvarmepumpen er en varmepumpetype, der ikke er belyst i Potentialerapporten. Denne type varmepumpeteknologi er dog specifikt til anvendelse i naturgasområder og kan bidrage til at reducere nettoenergiforbruget til varme. En gashybridvarmepumpeinstallation består af en kompakt varmepumpe suppleret af en kondenserende gaskedel. Varmepumpen dækker typisk 70-80 % af det årlige varmebehov inkl. varmt brugsvand, mens naturgaskedlen dækker det resterende. Gaskedlen vil typisk fungere som spidslastenhed i meget kolde perioder.

På baggrund af ovenstående bør det undersøges, hvad potentialet er for installation af individuelle varmepumper i områder med naturgasforsyning, herunder potentialet for gashybridvarmepumper.

## 7.1 Revideret teknisk potentiale med naturgasområder

Omend naturgassen stadig har en rolle som brændsel til opvarmning i en kortsigtet energistrategi, så er den langsigtede nationale energistrategi et energisystem uden fossile brændsler. En vurdering af potentiale for omstilling til varmepumper i naturgasområder er derfor i høj grad relevant. Ifølge (Energistyrelsen, 2010) eksisterer der ca. 400.000 naturgasfyr i den danske boligmasse, mens (COWI, 2014) anslår antallet af naturgasinstallationer til 365.000. Idet resultatet fra (COWI, 2014) er det mest aktuelle, benyttes dette fremadrettet.

En række af boliger med naturgasinstallationer ligger dog i umiddelbar nærhed af eksisterende fjernvarmeområder og må derfor forventes konverteret hertil. Dette er også beregnet i (COWI, 2014), der forventer at 129.500 husstande med naturgas konverteres til fjernvarme frem mod 2035. Det reelle tekniske potentiale for konvertering af naturgasinstallationer til varmepumper er på baggrund heraf 235.000.

Et samlet potentiale kan findes ved at lægge potentialet i naturgasområder sammen med potentialet i olieopvarmede boliger. Det tekniske potentiale i oliefyrr er i Potentialerapporten opgjort til 205.000 husstande. Hertil kommer yderligere 28.000 olieopvarmede husstande i naturgasområder, som er fraregnet i Potentialerapporten.

Det samlede tekniske potentiale for installation af varmepumper i den danske bygningsmasse bliver således 468.000 når det tekniske potentiale for både boliger med oliefyrr og naturgasfyrr medtages. Heraf er 233.000 opvarmet med oliefyrr, hvoraf 56.000 ligger i naturgasområder.

## 7.2 Privatøkonomisk potentiale i naturgasområder

Det beskrives i Potentialerapporten, at vurderingen af det privatøkonomiske potentiale bl.a. baseres på beregning af simpel tilbagebetalingstid. I Potentialerapportens reference beregning er den maksimale simple tilbagebetalingstid 10 år. Dette er uden indregning af eventuelle renteudgifter til finansiering.



Opstilles en beregning, hvor den simple tilbagebetalingstid for en varmepumpeinstallation beregnes på baggrund af den årlige besparelse i brændselsudgifter for naturgasopvarmede boliger, fås et resultat som i tabel 5<sup>12</sup>. Beregning er baseret på følgende forudsætninger:

	Enhed	Værdi	Kilde
<b>Årligt varmebehov</b>	MWh/år	18,1 <sup>13</sup>	
<b>Elpris</b>	DKK/MWh	1.466,25	(Energitilsynet, 2015)
<b>Naturgaspris</b>	DKK/MWh	700,91	(Energitilsynet, 2015)

Tabel 4. Forudsætninger for beregning af tilbagebetalingstid for varmepumper

	Enhed	Naturgasfyr <sup>14</sup>	L/V VP	V/V VP	V/V VP (Vertikal)	L/V Hybrid ad-on 60% dækning	Luf/luft 50% dækning
<b>Virkningsgrad</b>	-	0,90	3	3,3	3,3	0,9 / 3,0	3
<b>Investering</b>	DKK	-	103.125	131.250	178.125	50.000	20.000
<b>Drift og vedligehold</b>	DKK/år	1.762	1.125	1.500	1.500	3.000	3.000
<b>Brændselsforbrug</b>	MWh/år	20,11	6,03	5,48	5,48	NG: 8,04 El: 3,62	Olie: 10,06 El: 3,02
<b>Brændselsudgift</b>	DKK/år	14.096	8.846	8.042	8.042	10.939	11.468
<b>Udfaset NG mængde</b>	MWh	-	20,11	20,11	20,11	12,07	10,06
<b>Årlig besparelse</b>	DKK/år	-	<b>5.875</b>	<b>6.306</b>	<b>6.306</b>	<b>1.902</b>	<b>1.645</b>
<b>Tilbagebetalingstid<sup>15</sup></b>	År	-	<b>17,6</b>	<b>20,8</b>	<b>28,2</b>	<b>26,3</b>	<b>12,2</b>
<b>Udfaset NG mængde pr. investeret kr.</b>	kWh/kr. pr. år		<b>0,195</b>	<b>0,153</b>	<b>0,113</b>	<b>0,241</b>	<b>0,503</b>

Tabel 5: Beregning af tilbagebetalingstid for varmepumper ift. eksisterende naturgasfyr gennem besparelse i brændselsudgift.

<sup>12</sup> Investeringer, drift og vedligehold samt virkningsgrad er baseret på data fra (Energistyrelsen, 2013).

<sup>13</sup> Svarende til varmebehovet for en gennemsnitlig dansk bolig.

<sup>14</sup> Eksisterende naturgas fyr

<sup>15</sup> Uden renteudgift til finansiering.

Som det fremgår af tabellen, er det ikke muligt under de anvendte beregningsforudsætninger at opnå en tilbagebetalingstid under de maksimale 10 år blot gennem den årlige besparelse i brændselsomkostninger. Den laveste tilbagebetalingstid på ca. 12,2 år opnås med en luft/luft varmepumper. Naturgaskedlens højere virkningsgrad og den lavere energipris gør det svært at hamle op med for en eldreven varmepumpe. Den årlige omkostning til opvarmning med naturgas er ca. 14.000 kr. mod ca. 25.000 kr. for olieopvarmning. Grundet de længere tilbagebetalingstider er der ikke beregnet tilbagebetalingstid inkl. renteudgifter.

Det er således ikke under disse forudsætninger muligt at revurdere det privatøkonomiske potentiale for varmepumpeinstallationer i boliger med naturgasfyr ud fra et kriterie om maksimalt 10 års tilbagebetalingstid.

Gennem en iterativ proces er det beregnet, hvordan energipriserne for henholdsvis naturgas og el skal udvikle sig, for at muliggøre et privatøkonomisk potentiale ud fra kriteriet om maksimalt 10 års tilbagebetalingstid. For luft/vand varmepumpen skal prisen på naturgas enten stige til mere end 900 kr./MWh (mod 700 kr./MWh brugt i beregningen), eller elprisen skal falde til under 733 kr./MWh (mod 1.466 brugt i beregningen), før der kan opnås en tilbagebetalingstid under de maksimale 10 år.

For luft/luft varmepumpen har de årlige omkostninger til drift og vedligehold stor betydning. Her er antaget en årlig udgift på 975 kr. (hvortil driftsomkostninger til naturgasfyret lægges). Reduceres disse årlige udgifter til 500 kr., falder tilbagebetalingstiden til 9,4 år.

For add-on løsningen kræves, at naturgasfyret er af så ny dato, at gashybridanlægget kan etableres uden investering i ny kedel.

## 8 KONKLUSION

Denne analyse har gennemgået Potentialerapportens anvendte beregningsforudsætninger og så vidt muligt udfordret disse. Dette er bl.a. gjort ved at belyse effekten af Potentialerapportens forudsætninger på det beregnede potentiale samt foreslå alternative beregningsforudsætninger, alt sammen med fokus på fem af de forudsætninger, der er gjort i Potentialerapporten. Disse er:

- Ejendomsværdi og tilbagebetalingstid
- Prioritering af varmepumpetype
- Investering i klimaskærm
- Investering i varmefordelingsanlæg
- Potentiale i naturgasområder

Det gennemgående tema i de fire første forudsætninger er de investeringsomkostninger, der opstilles og konsekvenserne af disse på det privatøkonomiske potentiale.

En maksimal investeringsgrænse på 20 % af ejendomsværdien og maksimalt 10 års simpel tilbagebetalingstid reducerer i Potentialerapporten det privatøkonomiske potentiale til ca. en fjerdedel. I indeværende analyse stilles spørgsmålstejn ved, om investeringsomfang i forhold til ejendomsværdi i praksis sætter en stopper for en ellers god investering. I nogle tilfælde kan det være tilfældet, men ikke altid.





Investeringens omfang spiller en rolle både i forhold til begge de to kriterier vedrørende andel af ejendomsværdi og tilbagebetalingstid. Her gennemgår analysen de tre parametre; varmepumpetype, investering i klimaskærm og investering i varmefordelingsanlæg.

I første omgang påpeges det, at prioriteringen af varmepumpetyper bør ske på en måde, så de billigere luft/luft varmepumper bliver en alternativ løsning, hvis jordvarmepumpen falder på de økonomiske kriterier.

Desuden påpeges, at delvis udfasning af oliefyr med luft/luft varmepumper udgør et stort potentiale, da de privatøkonomiske udfordringer er væsentligt mindre grundet denne type varmepumpes væsentlig lavere investeringsomfang. Samtidig viser beregninger, at tilbagebetalingstiden for investering i luft/luft varmepumper i olieopvarmede husstande er meget kort.

Herefter diskuteres sammenkoblingen af investeringer i særligt klimaskærm og til dels varmefordelingssystemet med investeringen i varmepumpen. Investeringerne i klimaskærmen er netop udvalgt som rentable investeringer fra energimærkninger og bør derfor kunne stå alene. Med denne metode stiger sandsynligheden for at investeringsomfang og tilbagebetalingstid forøges væsentligt, hvorved det privatøkonomiske potentiale falder.

Udføres en beregning på tilbagebetalingstiden for varmepumper uden merinvesteringer med nutidigt forventet investeringsomfang, bliver tilbagebetalingstiden et godt stykke under ti år. Med denne tilgang vedbliver det privatøkonomiske potentiale at være de ca. 205.000 husstande med oliefyr, som er opgjort som det tekniske potentiale.

Potentialerapportens frasortering af naturgasområder er også forsøgt belyst. Potentialerapporten frasorterer ca. 28.000 husstande med oliefyr i naturgasområder. Ligeledes bør husstande med naturgasfyr også udgøre et potentiale for varmepumper på langt sigt, da de langsigtede politiske målsætninger er fossilfri opvarmning.

Det samlede tekniske potentiale for installation af varmepumper i den danske bygningsmasse udregnes til 468.000, når det tekniske potentiale for både boliger med oliefyr og naturgasfyr medtages. Heraf er 233.000 opvarmet med oliefyr, hvoraf 56.000 ligger i naturgasområder.

Beregninger på rentabiliteten ved investering i varmepumper i naturgasopvarmede huse er dog ikke attraktiv med de energiprisstrukturer, der findes i dag. Tilbagebetalingstiden bliver over 10 år for alle typer varmepumper.

Formålet med denne analyse har været at gennemgå Potentialerapportens forudsætninger og vurdere rigtigheden af disse, samt konsekvensen af ændrede forudsætninger. Det resulterer i en række punkter, som forholder sig relativt kritisk til bestemte metoder i Potentialerapporten, særligt omkring prissætningen af den nødvendige investering for at kunne installere en varmepumpe. Potentialerapportens analyser og resultater skal ikke forkastes fuldstændigt, men bør tilpasses reviderede økonomiske forudsætninger.

Ser man på den årlige fremgang i antallet af installerede varmepumper belyst i delrapport 2, er denne stadig relativ lille, og en fuld implementering af vedvarende energi til boligopvarmning ligger langt ude i fremtiden.



Den almindelige boligejer med oliefyr er altså ikke kun styret af tilbagebetalingstider, for så ville antallet af varmepumper vokse væsentlig hurtigere. Her spiller lave ejendomsværdier og investeringsomfanget sandsynligvis en rolle, men også sociologiske faktorer udover privatøkonomiske faktorer må antages at have en rolle.

Indeværende analyse af Potentialerapportens forudsætninger tyder på, at det privatøkonomiske potentiale bør være noget større end de 26 % af det tekniske potentiale, som bliver resultatet af Potentialerapporten. Det privatøkonomiske potentiale ligger med stor sandsynlighed et sted i mellem disse to rapporters konklusioner.

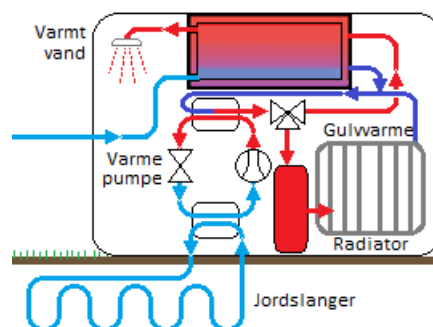
Udviklingen i antallet af husstande med varmepumper i Danmark tyder samtidig på, at der er andre parametre, der spiller ind når beslutningen om konvertering af varmeforsyning til varmepumper skal træffes. Disse andre beslutningsparametre er udgangspunktet for delrapport 4.



## 9 BILAG 1 – UDDYBNING AF VARMEPUMPEBEGREBER

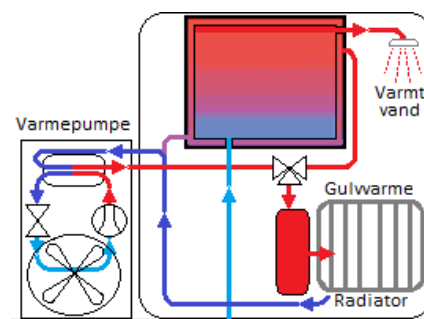
### Jordvarmepumpe (væske/vand varmepumpe)

En jordvarmepumpe optager den varmeenergi, der bliver lagret i jorden fra solen, via jordvarmeslanger i jorden. Varmepumpen varmer både brugsvand op til varmt vand og til gulvarme/radiatorer. Jordvarmepumpen dækker 95-100% af husets varmebehov og har en høj årsvirkningsgrad (SCOP) mellem 3,0-3,7 og opefter for varmepumper større end 6 kW. Der er ingen støj fra ventilatorer, og anlægget kan uden større gener integreres i allerede eksisterende varmeanlæg (efter jordslanger er gravet ned).



### Luft/vand varmepumpe

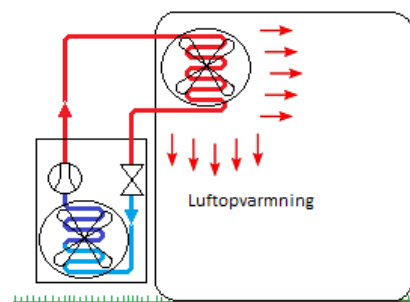
Alternativt til jordvarmepumpen findes luft/vand varmepumpen, som udnytter den varmeenergi, der findes i luften, til at opvarme brugsvand samt varmt vand til gulvarme/radiatorer. Luft/vand varmepumpen har en SCOP-faktor på 3,2 og opefter ved gulvarme og 2,7 og opefter ved radiatorer og kræver ikke det samme anlægsarbejde, som en jordvarmepumpe. En luft/vand varmepumpe er derfor som regel noget billigere end en jordvarmepumpe, men har også en virkningsgrad, der er en smule lavere.



### Luft/luft varmepumpe

Et alternativ til de to forgående pumper kan være luft/luft varmepumpen, som typisk vælges i forbindelse med byggeri, som ikke har et vandbåret varmeafgiversystem. Et typisk eksempel på dette er et sommerhus, hvor varmepumpen supplerer elvarme. Anlægsprisen er lav og installationen er relativ enkel.

Varmepumpen kan opnå en høj årsvirkningsgrad, men har en række ulemper i forhold til dækning af husstandens varmebehov. Luft/luft varmepumpen har ikke mulighed for at styre varmefordelingen i boligen, ligesom den ikke bidrager til brugsvandsopvarmning. Det begrænser den andel af varmebehovet, som kan dækkes af varmepumpen, som estimeres til ca. 50 %, men vil variere afhængigt af boligen.



### COP- og SCOP faktor

**COP**-faktoren er en værdi, som beskriver virkningsgraden for et anlæg ved en given tilstand. COP står for "Coefficient Of Performance" og beskriver forholdet mellem den varmeenergi, der bliver leveret og den mængde energi, der bliver brugt for at lave varmeenergien (el). En COP-faktor på 4,1 ved 2/35 °C betyder, at ved 2 °C udendørstemperatur og 35 °C fremløbstemperatur opnås 4,1 kW varmeeffekt pr. 1 kW el brugt i systemet. Dette beskriver dog kun den stationære tilstand ved disse to temperaturer og tager ikke højde for temperaturændringer over året. **SCOP**-faktoren beskriver derimod en årsbaseret virkningsgrad for et anlæg, hvor varierende temperaturer indgår i beregningen, deraf navnet "Seasonal Coefficient Of Performance". SCOP er beregnet ud fra en samling af COP-værdier ved forskellige temperatursæt.

## 10 REFERENCER

- COWI. (2014). *Analyse af indfasning af varmepumper i naturgasområder*. Energistyrelsen.
- COWI; Teknologisk Institut; Statens Byggeforskningsinstitut. (2011). *Afdækning af potentiale for varmepumper til opvarmning af helårshuse til erstatning for oliefyr*. Energistyrelsen.
- Energi- og olieforum. (28. januar 2015). *Priser*. Hentet fra Energi- og olieforum: <http://www.eof.dk/Priser-og-Forbrug/Fyringsolie>
- Energistyrelsen. (2010). *Varmepumper i helårshuse - Barrierer og erfaringer blandt danske husejere*. Energistyrelsen.
- Energistyrelsen. (2013). *Technology Data for Energy Plants - Individual Heating Plants and Energy Transport*. Energistyrelsen.
- Energitilsynet. (28. januar 2015). *Pristatistik for el-forsyningspligtprodukter*. Hentet fra Energitilsynet: [http://energitilsynet.dk/fileadmin/Filer/0\\_-\\_Nyt\\_site/EL/Prisstatistik/2014/20140-10\\_-\\_Data\\_fra\\_elprisstatistikken\\_for\\_FP-produkter.xls](http://energitilsynet.dk/fileadmin/Filer/0_-_Nyt_site/EL/Prisstatistik/2014/20140-10_-_Data_fra_elprisstatistikken_for_FP-produkter.xls)
- Energitilsynet. (29. januar 2015). *Statistik om gaspriser*. Hentet fra Energitilsynet: [http://energitilsynet.dk/fileadmin/Filer/0\\_-\\_Nyt\\_site/GAS/Prisstatistik/Naturgasstatistik\\_4.\\_kvt.\\_2014.pdf](http://energitilsynet.dk/fileadmin/Filer/0_-_Nyt_site/GAS/Prisstatistik/Naturgasstatistik_4._kvt._2014.pdf)
- Energitilsynet. (18. marts 2015). *Udvidet prisstatistik pr. 8. december 2014*. Hentet fra <http://energitilsynet.dk/varme/statistik/prisstatistik/udvidet-prisstatistik-pr-8-december-2014/>
- Viessmann. (3. januar 2015). *VITOCAL 350-A*. Hentet fra Viessmann: [http://www.viessmann.dk/content/dam/internet-dk/Brochurer/vitocal\\_350-a\\_brochure/kp\\_vitocal\\_350-adk.pdf](http://www.viessmann.dk/content/dam/internet-dk/Brochurer/vitocal_350-a_brochure/kp_vitocal_350-adk.pdf)

