

Udarbejdet for Energistyrelsen

# Afdækning af potentiale for varmepumper til opvarmning af helårshuse i Danmark til erstatning for oliefyr

November 2011



COWI A/S

Parallelvej 2  
2800 Kongens Lyngby

Telefon 45 97 22 11  
Telefax 45 97 22 12  
[www.cowi.dk](http://www.cowi.dk)

## Afdækning af potentiale for varmepumper til opvarmning af helårshuse til erstatning for oliefyr

### Rapport

November 2011

Projektnr. P-75483-A-1  
Dokumentnr. 1  
Version 1  
Udgivelsesdato 4.novt. 2011

Udarbejdet KHL  
Kontrolleret KUM, JKR, PIR, LO  
Godkendt KHL

## Indholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Anvendte forkortelser</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Indledning</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Sammendrag og konklusion</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Metode og datagrundlag</b>	<b>9</b>
4.1	Formål	9
4.2	Baggrund og problemfelt	10
4.3	Datagrundlag og forudsætninger	10
4.4	Metode og proces	13
4.5	Usikkerhed og afgrænsninger	16
<b>5</b>	<b>Teknologibeskrivelse og anvendte forudsætninger</b>	<b>18</b>
5.1	Kort om varmepumper	18
5.2	Brug af varmepumpe til individuel opvarmning af helårshuse	19
5.3	Anvendte forudsætninger - væske/vand varmepumper	19
5.4	Anvendte forudsætninger - luft/vand varmepumper	23
5.5	Fremtidige udviklingsperspektiver for varmepumper	24
5.6	Integrering af varmepumper i boligens varmforsyning	25
<b>6</b>	<b>Opgørelse af antallet af helårshuse med oliefyr</b>	<b>26</b>
6.1	Revurdering af antal af oliefyrede huse	27
<b>7</b>	<b>Teknisk relevant potentiale - helårshuse med oliefyr</b>	<b>30</b>
7.1	Korrektion - helårshuse med oliefyr med adgang til kollektiv forsyning	30
7.2	Beskrivelse af boligtyper og geografi	32
7.3	Opgørelse af grundarealer for teknisk potentiale	35

7.4	Supplerende opvarmning i helårshuse med oliefyr	36
7.5	Beregning af opvarmningsbehov	37
<b>8</b>	<b>Beregning af det privatøkonomiske potentiale</b>	<b>41</b>
8.1	Omfanget og indholdet af nødvendige forbedringer i oliefyrede boliger	41
8.2	Fordeling af boliger i forhold til varmepumpetyper	46
8.3	Anvendte privatøkonomiske forudsætninger	48
8.4	Beskrivelse af det privatøkonomiske potentiale	49
8.5	Opvarmningsbehov	56
8.6	CO <sub>2</sub> -effekt	56
<b>9</b>	<b>Vurdering af resultaternes robusthed</b>	<b>58</b>
9.1	Følsomhedsbetragtninger	58
9.2	Konklusion	65

## 1 Anvendte forkortelser

COP	Coefficient of Performance
BBR	Bygnings- og Boligregistret
SEEB	Sekretariatet for energieffektive bygninger
kWh	Kilo Watt timer - enhed for energiforbrug
MWh	Mega Watt timer - enhed for energiforbrug
SfB-koder	Et kodesystem som betegner bygningsdele, materialer og konstruktionsforhold.

## 2 Indledning

Det overordnede formål med denne rapport er at opgøre potentialet for varmepumper i eksisterende huse opvarmet med oliefyr og herunder se på omfanget af de investeringer, der skal til for at realisere potentialet, samt rentabilitet af disse.

De anvendte data og den information, der er brugt til at gennemføre analysen er baseret på en række forskellige datakilder, herunder især Bygnings- og Boligregistret (BBR) og Energimærkningsdatabasen fra Sekretariatet for energieffektive bygninger (SEEB).

Det skal nævnes, at analysen baserer sig på en række antagelser omkring boligernes energiforbrug og boligejeres privatøkonomiske præferencer. Dette kombineret med de usikkerheder, som er forbundet med brug af data fra både SEEB og BBR, betyder, at resultater og konklusioner må vurderes med et vist forbehold.

Projektet er gennemført for Energistyrelsen i perioden maj 2011 til oktober 2011.

Analyserne er foretaget af:

Kirstine Hjorth Lorenzen,	COWI
Jimmi Steffensen,	COWI
Søren Larsen,	COWI
Lars Olsen,	Teknologisk Institut
Pia Rasmussen,	Teknologisk Institut
Jesper Kragh,	Statens Byggeforskningsinstitut

### 3 Sammen drag og konklusion

Analysen har haft til formål at dokumentere og beskrive det realistiske potentiale for konvertering af oliefyrede enfamilieboliger til individuelle varmepumper af typen væske/vand og luft/vand. Potentiale vurderingen tager udgangspunkt i en "her og nu" betragtning og vurderer potentialet ud fra privatøkonomiske faktorer. Der er tale om en overordnet analyse, hvor det ikke har været muligt at analysere detaljeret på den enkelte varmepumpeinstallation.

I opgaveløsningen er primært gjort brug af data fra Bygnings- og Boligregistret, SKAT samt fra energimærker, som registreres af Sekretariatet for energieffektive bygninger. Den privatøkonomiske analyse tager udgangspunkt i en sammenligning mellem udgangssituationen i de oliefyrede huse og ser på, om en konvertering til varmepumpe er privatøkonomisk rentabel i forhold til de reducerede energiomkostninger, som kan opnås.

Metoden baserer sig på en række antagelser, som er afgørende for, hvordan resultaterne kan læses. Først og fremmest antages det, at rentable energiforbedringer gennemføres, inden varmepumpen dimensioneres, således at anlægget kommer til at fungere mest effektivt. Omkostningerne til at gennemføre de rentable energibesparelser indgår derfor også i den samlede varmepumpeinvestering, ligesom den økonomiske fordel ved energibesparelserne indgår i beregningen af varmepumpens rentabilitet. Derudover forudsættes det, at der gennemføres nødvendige ændringer i varmfordelingssystemet (f.eks. ekstra radiatorer), som bevirker, at varmeanlæggets temperatursæt er anvendeligt i forhold til en varmepumpe. Det investeringsniveau, som vurderes i denne analyse, dækker derfor over mere end selve varmepumpen.

Der er anvendt "her og nu" priser og forudsætninger i forhold til alle beregningerne, herunder de aktuelle forbrugspriser på fyringsolie, elektricitet, varmepumper, jordslanger, varmepumpernes virkningsgrad mv. Det er væsentligt at bemærke, at priser mv. kan ændre sig mærkbart i fremtiden, og dette vil have konsekvenser for potentialets størrelse. Endelig skal det nævnes, at analysen baserer sig på en række datakilder, hvor svingende kvalitet af data potentielt kan have afgørende betydning for beregningen af potentialet (særligt energimærkerne og BBR-data). Der er, så vidt det har været muligt, taget højde for dette.

Første trin i analysen har været at vurdere antallet af helårshuse med oliefyr. De tilgængelige offentlige datakilder indeholder oplysninger, som peger i flere retninger. Således matcher eksempelvis Energistyrelsens energistatistik for olie-

## Karakteristik af oliefyrede huse

forbruget i enfamilieshuse ikke med det energiforbrug, som antallet af oliefyrede huse registreret i BBR-systemet i princippet burde bruge, ligesom der også blandt markedsaktører er forskellige opfattelser af antallet af oliefyr. Data peger på, at der eksisterer mellem ca. 200.000 og 260.000 oliefyrede helårshuse.

I analyserne har vi valgt at benytte tallet 258.000, hvilket svarer til antallet af helårshuse, hvor der både eksisterer oliefyr og olietank, jf. samkørsel i BBR pr. medio 2011. Dette antal er efterfølgende korrigeret for tilstedeværelsen af kollektiv varmforsyning, idet det via Varmeatlasset er registreret, at 32% af huse- ne enten har tilgængelig eller planlagt kollektiv forsyning i form af fjernvarme eller naturgas. Det teknisk relevante potentiale indeholder 205.073 boligenheder, som tilsammen har et årligt brutto opvarmningsbehov på omkring 6.379 GWh bestående af et olieforbrug på 6.090 GWh og et brændeforbrug på 287 GWh.

Analyserne af energimærker afslører følgende karakteristik for oliefyrede huse:

- En overvægt af ældre huse, hvor en forholdsvis stor andel af bygninger findes i kategorien af huse bygget før 1930.
- Et gennemsnitligt brutto varmforsyning på 195 kWh/m<sup>2</sup>/år.
- En dårligere energimæssig tilstand end i gennemsnitshuse, hvilket illustreres af en højere andel af huse med henholdsvis E-, F- og G-mærker og en relativt høj andel af rentable energibesparelsesforslag.
- En geografisk spredning over hele landet, dog med en antalsmæssig overvægt i regionerne Syddanmark, Midtjylland og Sjælland.
- Grundarealet for husene er gennemsnitligt i forhold til alle enfamilieshuse. Det gennemsnitlige opvarmede areal for de olieopvarmende huse ligger på 160 m<sup>2</sup>.
- Husene har også et relativt højt ledigt grundareal med god plads til etablering af vandrette jordslanger, og 80% af husene er velegnede til væske/vand varmepumper med vandrette slanger.

## Det privatøkonomiske potentiale

Resultatet af analysen viser, at det i 75% af de 205.073 boligenheder - og dermed langt størstedelen af husene - ikke er privatøkonomisk rentabelt at konvertere til en varmepumpe under de antagne forudsætninger. I 25% af husene med oliefyr (og uden adgang til kollektiv forsyning) vurderes det at være privatøkonomisk rentabelt at konvertere til en varmepumpe. Ud af disse boliger er det ca. 1/3, hvor der umiddelbart kan installeres en varmepumpe, mens 2/3 af boligerne kræver væsentlige forberedende tiltag enten i form af investeringer i klimaskærmen og/eller varmefordelingssystemet.

Resultaterne viser endvidere, at grundarealet ikke er væsentlig barriere - langt de fleste oliefyrede huse har et relativt stort ledigt grundareal. Varmepumper med vandrette slanger udgør således det største potentiale, idet denne type

(grundet driftsøkonomien) har første prioritet i beregningen, så længe det ledige grundareal er vurderet tilstrækkeligt.

De 25% med et privatøkonomisk potentiale udgør 53.538 boliger, som for hver varmepumpe type har følgende gennemsnitlige investeringsprofil:

	Antal varmepumper	Andel med anden varmekilde	Investering i klimaskærm (kr. inkl. moms)	Investering i radiatorer (kr. inkl. moms)	Investering i varmepumpe (kr. inkl. moms)	Investering i slanger (kr. inkl. moms)	Investering i alt (kr. inkl. moms)	Årlige besparelse* (kr. inkl. moms/år)	Tilbagebetalingstid**
Væske/vand varmepumpe med vandrette slanger	48.694	28%	45.995	6.441	126.622	27.201	206.260	37.933	5,80
Væske/vand varmepumpe med lodrette slanger	1.680	26%	25.120	6.982	120.285	100.929	253.316	35.918	7,22
Luft/vand varmepumpe	3.164	27%	27.189	8.892	107.064	0	143.145	29.454	5,40
<b>Vægtet gennemsnit for det privatøkonomiske potentiale</b>	<b>53.538</b>	<b>28%</b>	<b>44.229</b>	<b>6.603</b>	<b>125.268</b>	<b>27.907</b>	<b>204.007</b>	<b>37.358</b>	<b>5,81</b>

\*Beregningen er foretaget via en selvstændig data simulering og har ikke en direkte sammenhæng til de andre tal i tabellen, men niveauet er korrekt.

\*\* Her er det nuværende håndværkerfradrag omregnet til en værdi af 10.000 kr. pr. husstand medregnet.

Det er vurderet, at det privatøkonomiske potentiale på de 53.538 boliger har et CO<sub>2</sub>-reduktionspotentiale på ca. 500.000 tons/år, hvilket omfatter både effekten af varmepumpekonverteringen og de energiforbedrende tiltag, som antages at blive gennemført samtidigt.

Analysen viser også, at grundarealet ikke er nogen væsentlig barriere for udbredelse af varmepumper med jordslanger, idet langt de fleste boliger med oliefyr har et forholdsvist stort brugbart ledigt grundareal.

#### Vurdering af resultatets robusthed

Vurderingen af, hvor mange oliefyr i helårshuse, der ud fra en privatøkonomisk betragtning kan konverteres til varmepumper, er grundlæggende ikke særligt robust. Først og fremmest er der usikkerheder forbundet med det datagrundlag, som ligger til grund for den indledende fastsættelse af antallet af oliefyrede huse. Dernæst viser følsomhedsberegningerne, at små ændringer i beregningsforudsætninger og antagelser har en stor effekt på omfanget af det privatøkonomiske potentiale.

Analysens resultat kan derfor i første omgang bedst bruges til at indikere niveauet af det privatøkonomiske potentiale og vise, hvilke omkostninger og udfordringer der er forbundet med at realisere varmepumpeinvesteringer. Et andet vigtigst resultat er, at analysen har sat fokus på de mange faktorer, som har en afgørende betydning for, om det er realistisk at konvertere de eksisterende oliefyrede huse til varmepumper. Den væsentligste barriere for varmepumper er

den relativt store omkostning på gennemsnitligt ca. 200.000 kr., der er forbundet med investeringen, som omfatter både varmepumpen og nødvendige energiforbedringer af huset.

Analysen viser, at den privatøkonomiske vurdering er særligt følsom over for ændrede antagelser i forhold til den simple tilbagebetalingstid samt investeringsomfanget sat i forhold til ejendomsværdien.

Den anvendte simple tilbagebetalingstid, som i analysen antages at være maksimalt 10 år, er kritisk for potentialet. Taget i betragtning, at analysen kun ser på en simpel tilbagebetalingstid og ikke foretager en brugerøkonomisk analyse af alternative opvarmningsmuligheder, kan man argumentere for, at grænsen er sat for højt. Problemet er, at den store investering i en varmepumpe i sammenligning med billigere alternativer (f.eks. et nyt oliefyr) vil påvirkes negativt af rente- og finansieringsudgifter. Det taler for, at det realistiske privatøkonomiske potentiale nok nærmere ligger lavere end 50.000 varmepumper under de nuværende markedsvilkår, hvis det antages, at alle boligejere handler ud fra et privatøkonomisk rationale. Her er det dog vigtigt at bemærke, at der vil være en gruppe af husejere, som ikke nødvendigvis lægger en ren rentabilitetsbetragtning til grund for deres valg.

En nedjustering af det privatøkonomiske potentiale understøttes imidlertid også af andre væsentlige faktorer, herunder at analysen sandsynligvis har overvurderet boligernes potentiale for energibesparelser, og undervurderet omkostningen til renovering af boligens varmfordelingssystem samt anvendelsen af brænde til opvarmning af de eksisterende oliefyrede huse.

Investeringens andel af ejendomsværdien er også en kritisk parameter, men vurderes at have en mindre betydning end tilbagebetalingstiden. Dette skyldes dels, at den anvendte ejendomsværdi i gennemsnit ligger under den reelle salgsværdi, og dels at boligejere som gennemsnit har en friværdi i deres bolig, der kan bruges. Der er dog ingen tvivl om, at forholdet mellem varmpumpeinvesteringen og ejendomsværdien er en meget kritisk faktor i områder med lave ejendomspriser, hvor det vil være svært at berettige en investering af dette omfang.

#### Scenarier for fremtiden

Der er imidlertid mange muligheder for at fremtidige ændringer i markedsvilkår mv. vil kunne påvirke potentialet i en positiv retning. Det har inden for rammerne af dette projekt kun været muligt at foretage nogle forholdsvis simple vurderinger af dette. Således viser analysen bl.a., at et mere positivt, men realistisk, scenarie, hvor flere positive ændringer optræder samtidigt (tilskuddet forøges, energipriserne stiger, og kravet til tilbagebetalingstiden er mindre skrap), kan forøge potentialet væsentligt og i den gennemførte beregning med op til 61%. Endelig peger bl.a. analyser gennemført af International Energy Agency på, at der på langt sigt forventes forbedringer af varmepumpeeffektiviteten i størrelsesordenen 30-50% samt en 20-30% reduktion af investeringsomkostningerne i 2030. Dette vil alt andet lige forbedre økonomien ved at anvende varmepumper væsentligt, særligt da der ikke forventes tilsvarende effektivitetsforbedringer på eksempelvis olie- og naturgasfyr.

## 4 Metode og datagrundlag

### 4.1 Formål

Det overordnede formål med opgaven er, jævnfør opdraget, at vurdere følgende:

- Det **nuværende antal af helårshuse, hvor der findes et umiddelbart potentiale for erstatning af oliefyr med henholdsvis væske/vand og luft/vand varmepumper** med en rimelig effektivitet til opvarmning af helårshuse. Med andre ord, i hvor stor en del af den eksisterende olieopvarmede boligmasse kan oliefyrene erstattes af henholdsvis væske/vand eller luft/vand varmepumper uden betydelige forudgående arbejder.
- I hvor **stor en del af boligmassen kræver installation af væske/vand eller luft/vand varmepumper forudgående arbejde** (efterisolering, renoivering af varmfordelingsanlæg).
- **Omfanget af olieopvarmede huse, hvor erstatning af oliefyr med henholdsvis væske/vand og luft/vand varmepumper er uaktuel af forskellige årsager.**

Grundlæggende har analysen således haft til formål at dokumentere det realistiske potentiale for udbygningen med individuelle varmepumper i Danmark og præcisere de forudsætninger, som ligger til grund for beregningen; oplysninger, som vil kunne bruges i forbindelse med den udfordring Danmark står overfor i forbindelse med en overgang til et samfund, der er uafhængigt af fossile brændsler samt i forbindelse med fremskrivninger af den danske energiforsyning frem mod et fossilfrit samfund i 2050.

Vurdering af "her og nu" potentiale

Potentiale vurderingen tager primært udgangspunkt i en "her og nu" betragtning, dvs. det er den nuværende bestand af helårsboliger, som analyseres ud fra informationer omkring boligernes tilstand, husenes ejendomsværdi samt aktuelle priser på varmepumper, installation og renoiveringstiltag. Dog har vi i analysen taget højde for, hvordan kollektive varmforsyningssystemer som naturgas og fjernvarme må forventes at påvirke den fremtidige udbredelse af varmepumper til helårshuse med oliefyr, dvs. den andel af boliger som fornuft kan antages at kunne konverteres til enten fjernvarme eller naturgas er fratrukket.

## 4.2 Baggrund og problemfelt

Varmepumper har fået en stadigt mere fremtrædende plads i Danmarks bestræbelser på at øge energieffektiviteten og nedbringe CO<sub>2</sub>-udslippet i den ikke-kvotebelagte sektor, senest med energistrategien, Energi 2050. I Energiaftalen fra februar 2008 blev der afsat 30 mio. kr. samt iværksat en række initiativer til at fremme varmepumper, særligt i forbindelse med oliefyrede huse.

Eksisterende datakilder er ufuldstændige

En vurdering og beskrivelse af potentialet for varmepumper rummer mange udfordringer, hvilket også er baggrunden for nærværende opgave. Dels er der usikkerheder omkring den nuværende udbredelse af varmepumper og oliefyr, idet BBR-databasen ikke indeholder 100% opdaterede oplysninger. Dels afhænger det konkrete potentiale af en række forhold i den enkelte bolig og boligejer, som det ikke er muligt at indhente præcise oplysninger om. Eksempelvis har den enkeltes boligs energimæssige tilstand, aktuelle energiforsyning og det konkrete energiforbrug en stor betydning, ligesom boligejerens økonomiske dispositioner er afgørende, alt sammen informationer, som ikke er tilgængelige fra datasættet.

I opgaveløsningen er der gjort en indsats for at konstruere de manglende oplysninger samt kombinere disse med de data om det enkelte hus, som er umiddelbart tilgængelige. Dette er først og fremmest gjort ved at bruge, analysere og integrere forskellige datakilder og registre, herunder særligt data fra SEEB, BBR og SKAT. Selve processen med at etablere og analysere datasættet er beskrevet overordnet i nedenstående afsnit.

## 4.3 Datagrundlag og forudsætninger

I det følgende vil de brugte datakilder kort blive beskrevet.

### 4.3.1 BBR-data

Analysen er afgrænset til helårshuse som defineres ud fra anvendelseskoderne fra felt 307 i BBR 110 (stuehuse), 120 (parcelhuse) samt 130 (rækkehuse/kædehuse). Denne afgrænsning er vurderet at svare til det opstillede formål med opgaven. Det skal nævnes, at der i anvendelseskode 140 (etagebyggeri) også findes et antal individuelle helårshuse i form af villalejligheder, hvor der potentielt også optræder et antal boliger med oliefyr. Der er gennemført en analyse af denne gruppe huse, hvor det er fundet, at andelen af mindre etagebyggerier med oliefyr er meget begrænset<sup>1</sup>, hvorfor dette felt er udeladt i den videre analyse. Der medtages endvidere ikke sommerhuse og feriebygninger, da disse ikke er omfattet af formålet med analysen.

Følgende BBR-datasæt er blevet anvendt i forbindelse med analysen:

---

<sup>1</sup> Analysen viste, at kun 0,7% af de 78.675.944 m<sup>2</sup> registreret under felt 140 bestod af mindre 1-, 2-, 3-etages bygninger opvarmet med oliefyr.

Tabel 4.1 BBR-data - overordnet opgørelse

Anvendelseskode	Alle BBR enheder/adresser		BBR enheder med oliefyr	
	Antal	Opvarmet areal (m <sup>2</sup> )	Antal	Areal (m <sup>2</sup> )
110 stuehuse	118.735	22.256.487	65.930	12.130.530
120 parcelhuse	1.087.630	157.535.650	183.655	27.011.909
130 række-/kædehuse	258.762	44.699.271	8.446	1.410.440
<b>Sum</b>	<b>1.465.127</b>	<b>224.491.408</b>	<b>258.031</b>	<b>40.552.879</b>
<b>Andel af BBR-enheder med oliefyr</b>			<b>18%</b>	<b>18%</b>

Ufuldstændige oplysninger i BBR

Det er alment kendt, at BBR-oplysninger ikke i alle tilfælde er fuldt opdaterede. Dette gælder i forhold til opvarmningsformen og særligt i forhold til tilstedeværelsen af olietanke på grunden. Bl.a. har en række kommuner ikke vedligeholdt BBR i forhold til olietanke, da de tidligere ikke har været forpligtiget til dette. 4 kommuner har således slet ikke registreret oplysninger om olietanke, 12 har gennemført en fuldt opdateret registrering, mens resten af kommunerne befinder sig derimellem.

BBR-registret bliver p.t. forbedret

BBR-systemet undergår p.t. forbedringer, således at kvaliteten af data i fremtiden vil være langt mere anvendelige i forhold til kommende analyser som denne. Dels er der pr. 2010 trådt en lovændring i kraft, som betyder, at BBR-registret pr. 2012 vil indeholde oplysninger om bygningernes energiforbrug, og dels er oplysningerne omkring olietanke ved at blive kvalitetssikret og udbygget<sup>2</sup>.

### 4.3.2 SEEB-data

Data fra energimærkningsordningen, som i denne analyse kaldes SEEB<sup>3</sup> data, er blevet brugt til at analysere bygningstypen (helårshuse med oliefyr) mere detaljeret og til validering af BBR-datasættet. Det har været nødvendigt at opdele SEEB-databasen i tre underafsnit, idet kvaliteten af data fra energimærkerne har vist sig at være af svingende kvalitet og derfor har haft begrænsninger i forhold til analysen. Nedenstående tabel viser det anvendte SEEB-datasæt:

<sup>2</sup> Som led i Erhvervs- og Byggestyrelsens projekt "Digital adgang til oplysninger i forbindelse med ejendomshandel" (DIADEM) opdateres BBR-oplysningerne om olietanke, hvorefter kommunerne også forpligtiges til at vedligeholde BBR i forhold til olietanke.

<sup>3</sup> Data stammer fra Sekretariatet for Energieffektive Bygninger (SEEB), som registrerer udarbejdede energimærker i en database.

Tabel 4.2 SEEB-data - overordnet opgørelse - Antal energimærker (Anvendelses-koder 110, 120 og 130)

	Alle mærker	Mærker med oliefyr	Andel med oliefyr	Kommentar
Delmængde 1: SEEB-data før januar 2008	16.817	2.844	17%	Svingende kvalitet og mange tomme datafelter
Delmængde 2: SEEB-data fra januar 2008 til juni 2010	50.503	9.255	18%	Data i energimærker er af god kvalitet
Delmængde 3: SEEB-data fra juni 2010 til juni 2011	32.890	7.111	22%	Data er indlæst i SEEB uden decimalseparator, hvorved mange datafelter ikke kan anvendes
<b>Totalt datasæt</b>	<b>100.210</b>	<b>19.210</b>	<b>19%</b>	

Grundet den varierende kvalitet af mærkerne vil de blive brugt i forskelligt omfang i analysen.

Det er væsentligt at bemærke, at de energi og investeringsdata, som bruges fra energimærkerne, er værdier som er beregnet af en energikonsulent og ikke nødvendigvis præcise i forhold til husets aktuelle energiforbrug.

#### 4.3.3 SKAT ejendomsinformation

Endelig er der indhentet oplysninger fra SKAT Ejendomsvurdering, hvor følgende oplysninger er overført:

- Grundarealer
- Offentlig ejendomsværdi (grundværdi + bygningsværdi).

#### 4.3.4 Andre datakilder

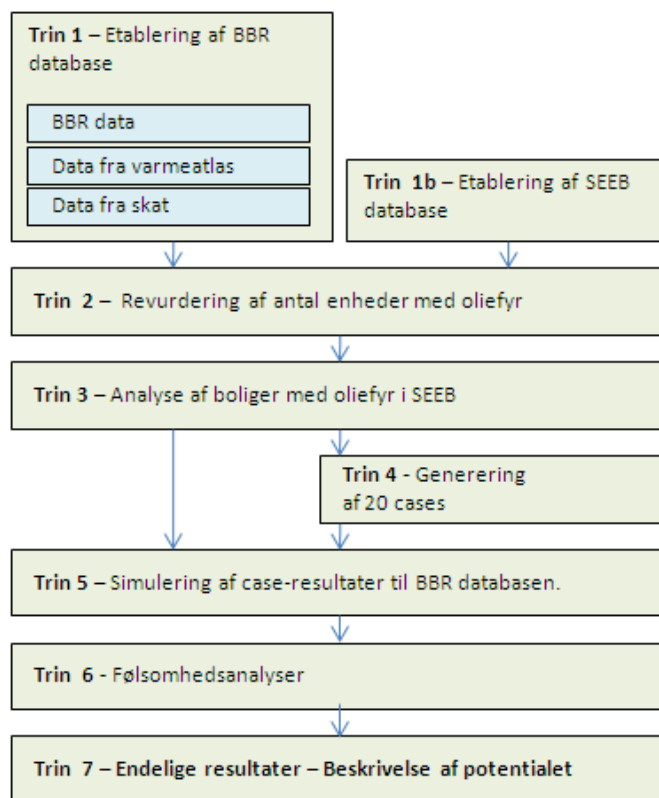
Herudover er følgende datakilder anvendt:

- *Skrot dit oliefyr*; projektet har fået adgang til data fra det seneste års indberetninger i denne ordning. Oplysningerne er i et vist omfang blevet brugt til at vurdere prisen på varmepumpeinstallationer, mv.
- *Varmeatlasset*; projektet har gjort brug af Energistyrelsens Varmeatlas. Oplysningerne er blevet brugt til at vurdere, i hvor stor en udstrækning de aktuelle oliefyrede huse har eller forventes at få adgang til fjernvarme eller naturgas. Varmeatlasset indeholder oplysninger om energidistrikter for alle bygninger i Danmark. Atlassets oplysninger om faktiske og planlagte energidistrikter er baseret på oplysninger om nuværende varmedistrikter og fremtidige planer, som de danske kommuner har leveret. Desværre er Varmeatlasset ikke helt opdateret, idet Energistyrelsen ikke har revideret oplysninger siden 2005, bl.a. på grund af kommunalreformen. Dataindsam-

lingen om energidistrikter/varmeplaner vil fra 2012 foregå løbende og online.

## 4.4 Metode og proces

Nedenstående figur viser den overordnede proces for opgaveløsningen.



Figur 4.1 Illustration af overordnet proces

I Bilag A findes en mere detaljeret figur over de metodemæssige trin, som projektet har benyttet i trin 3 til 5 til at vurdere den enkelte boligs potentiale for installation af en varmepumpe. I det følgende findes en kort beskrivelse af de overordnede metodemæssige trin.

### 4.4.1 Trin 1 - Etablering af databaser

Projektet har foretaget udtræk fra en komplet BBR-database, hvor helårshuse med oliefyr er identificeret. BBR-adresserne er filtreret, således at der kun optræder adresser/bygninger med opvarmningsmiddel kode 3 (Flydende brændsel) samt bygninger med varmeinstallationskode 2 (Centralvarme fra eget anlæg, et-kammer fyr) eller 6 (Centralvarme med 2 fyringsenheder). Derved fremkommer ca. 300.000 poster. Herefter er datasættet kombineret med oplysninger om tilstedeværelsen af olietanke på grunden, og datasættet er rensset for dublerede poster. Det samlede antal bygninger med både tank og oliefyr består af 258.031 poster, som herefter har fået tilføjet data omkring grund- og bebygget areal fra SKAT.

Parallelt hermed er der etableret en database med data fra energimærkningsordningen (SEEB-data), hvor alle eksisterende energimærker/bygninger, der opfylder kriterier for bygningskategori og oliefyr som opvarmningsform, er indeholdt.

#### 4.4.2 Trin 2 - Revurdering af antal enheder

For at revurdere/kvalificere antallet af oliefyr i BBR-databasen er der efterfølgende kørt en række test, hvor SEEB og BBR er sammenkørt via BBR bygnings-ID nummeret for herved at fjerne og korrigere eventuelle fejl, mv. Først er SEEB-energimærkerne for huse med oliefyr sammenkørt med BBR-datasæt, og efterfølgende er BBR-enheder for huse med oliefyr sammenlignet SEEB-datasættet. Resultaterne herfra er sammenholdt med oplysninger fra andre eksterne kilder.

Efterfølgende er oplysninger fra Energistyrelsens Varmeatlas integreret i BBR-sættet via ID-koder, hvilket har gjort det muligt at revurdere potentialet ud fra oplysninger om bygningernes adgang til fjernvarme og naturgas. Resultatet af dette trin er det datasæt med oliefyrede huse som bruges i de efterfølgende analyser.

#### 4.4.3 Trin 3 - Analyse af energimærker for helårshuse med oliefyr

I analysens 3. trin er SEEB-databasen blevet brugt til at analysere hustypen helårshuse med oliefyr. Analyseresultaterne herfra er siden blevet opskaleret til hele BBR-sættet, jf. trin 5. Følgende analyser og beregninger er gennemført:

- *Bygningers opvarmningsbehov og karakteristik;* energimærkerne er blevet brugt til at genere data om bygningernes gennemsnitlige opvarmningsbehov. Opvarmningsbehovet er baseret på det beregnede opvarmningsbehov fra energimærkerne og kategoriseret efter bebyggelsesår og anvendelseskode. Årsagen til, at der er gjort brug af beregnede forbrug, er, at SEEB-databasens/energimærkernes informationer om det oplyste energiforbrug til opvarmning er mangelfulde samt af en meget uensartet kvalitet.
- *Omfanget og indholdet af rentable energibesparelser/forbedringsforslag;* energimærkernes oplysninger om de energibesparende forslag for hver specifik bygning er af meget blandet kvalitet, men det er lykkedes at etablere et grundlag for at vurdere henholdsvis omfanget af rentable energibesparelser, typen af disse samt investeringsomfanget. Hvert enkelt energibesparende forslag er udtrukket og opdelt efter type (via SfB-koder) og rentabilitets kategori (A/B), hvor kategori A er et rentabelt energibesparende forslag, der ligger til grund for det potentielle energimærke og beregningerne i denne analyse. I analysen er kun anvendt bygninger, hvor der ikke er foreslået en udskiftning af varmeanlægget. Derved er antallet af relevante energimærker reduceret til ca. 4.500. Det har ikke været muligt at udtrække den tilknyttede energibesparelse med tilfredsstillende kvalitet for hvert enkelt tiltag via SEEB-databasen, da dette datafelt er sammenblandet af forskellige typer besparelsværdier (el/varme og negativ/positiv m.m.).

Derfor er der i stedet gjort brug af oplysningerne omkring bygningernes eksisterende og potentielle energimærke, til at beregne den rentable energibesparelse. For investeringen har det derimod været muligt at isolere omkostningen for hvert enkelt tiltag.

- *Renovering af radiatorsystem;* der er som led i projektet blevet udviklet en metode, som for hvert energimærke har kunnet beregne nødvendigheden af samt omkostningen ved en potentiel renovering af varmfordelingssystem dvs. radiatorer mv., i det tilfælde huset skal konverteres til en varmepumpe. Beregningsmetoden er implementeret i SEEB-datasættet og har betydet, at bygningernes og varmeafgiverens egnethed til installation af varmepumpe har kunnet undersøges. Analysen tager først og fremmest udgangspunkt i oplysninger om eller antagelser om fremløbstemperaturen til varmeafgiverne. I nogle tilfælde kan disse oplysninger uddrages direkte fra energimærket. Dette gælder dog kun for en mindre del af mærkerne. (ca. 1950 mærker). For resten af mærkerne er der i analysen blevet benyttet standardantagelser omkring de benyttede fremløbstemperaturer ved husets etablering/dimensionering. De oprindelige fremløbstemperaturer bruges i beregningen til at analysere, om bygningen, efter de rentable energibesparelser er gennemført, har et temperatursæt, som egner sig til varmepumper eller alternativt bør have foretaget en renovering af radiatorsystemet. Efterfølgende er omkostningen ved en eventuel renovering af varmesystemet beregnet.

#### 4.4.4 Trin 5 - Etablering af cases

For at kunne benytte den information og de beregninger, som analysen har generet via SEEB-databasen omkring energiforbrug, behovet for radiatorudskiftning og renovering af klimaskærm mv., har det været nødvendigt at konstruere en række repræsentative cases. Der er etableret 20 repræsentative cases, som på bedst mulig måde repræsenterer BBR-datasættet. For hver case er der på basis af SEEB-oplysninger/beregninger generet gennemsnitsværdier og varians på basis af alle de energimærker, som er dækket af den pågældende case. Cases er udviklet med det formål at kunne estimere værdierne for populationen på baggrund af SEEB "stikprøven". I den sammenhæng er der på baggrund af variansen i datasættet gennemført en række simuleringer, som har til formål at opveje den forsimpling, der er indført i værdierne via de 20 cases. Hermed skabes værdier for energiforbrug, rentable energiforbedringer, behovet for renovering af varmforsyningssystemet, mv. for hele BBR-datasættet. Oversigt over cases er at finde i Bilag B.

#### 4.4.5 Trin 6 - Privatøkonomiske beregninger og simulering af SEEB-analyse i forhold til BBR-datasæt

De privatøkonomiske beregninger er gennemført på basis af det samlede og udbyggede BBR-datasæt, hvor følgende nøgleoplysninger for alle dataenhederne/adresserne bruges i beregningen:

- a Ejendomsværdi og ledigt grundareal, som er hentet direkte fra SKAT.

- b Nuværende brutto energiforbrug i kWh genereret via statistisk simulering af beregningerne fra de 20 cases, som er dækkende for hele datasættet.
- c Rentabel energibesparelse, hvor værdier er genereret som for b).
- d Rentable investeringer i klimaskærmsforbedringer, hvor værdier er genereret som for b).
- e Nødvendig investering i renovering af varmfordelingsanlæg hvor værdier er genereret som for b).
- f Nettoenergiforbrug, hvor værdier er genereret som for b).
- g Tilstedeværelsen af supplerende opvarmningskilde i form af brændeovn. Brændeovne er tilfældig fordelt på BBR-sættet ud fra forudsætningen, at 30% har brændeovn<sup>4</sup>.

Oplysningerne om hele datasættet er lagt ind i et dataprogram, hvor det ledige grundareal samt energiforbruget er blevet brugt til at bestemme varmepumpe-typen og efterfølgende beregne investeringsomkostning og besparelse. Dette har givet os muligheden for at generere oplysninger omkring tilbagebetalingstider og investeringsomfang.

Analysen baserer sig på nogle forholdsvis simple privatøkonomiske betragtninger, da mere detaljerede analyser ikke har kunnet foretages inden for rammerne af projektet. Der er således ikke foretaget vurderinger af mere brugerøkonomiske forhold, herunder er renteudgifter ikke medtaget, og økonomiske sammenligninger med alternative opvarmningsmuligheder er heller ikke gennemført for den enkelte bolig.

#### 4.4.6 Trin 7 - Endelige resultater samt følsomhedsberegninger

Endelig er alle oplysninger og dataresultater sammenholdt i den afsluttende analyse, hvor der endvidere er gennemført følsomhedsvurderinger.

### 4.5 Usikkerhed og afgrænsninger

Der er en lang række forhold omkring data og antagelser, som gør, at de endelige resultater bør vurderes med et vist forbehold. I det omfang, det er muligt, har analysen forsøgt at tage højde for dette, bl.a. via kvalitetssikring af data, ekspertvurderinger samt gennemførelse af følsomhedsanalyser.

Følgende afgrænsninger, usikkerhedselementer og antagelser vurderes potentielt at have en effekt i forhold til det endelige resultat og validiteten af konklusioner:

---

<sup>4</sup> Analysen af energimærkerne for oliefyr viser jf. 7.4 at 32% af husene har brændeovn.

- Den version, der er brugt af Varmeatlasset, er ikke opdateret siden 2005, hvilket gør, at oplysninger omkring udbygning og adgang til henholdsvis fjernvarme og naturgas er forældede. Forventningen er, at antallet af huse med planlagt adgang eller adgang til fjernvarme er noget højere end det i Varmeatlasset angivne. Dette vil påvirke potentialet i en negativ retning.
- BBR indeholder fejl og er ikke fuldt opdateret. Det er svært at vurdere effekten af dette, men metoden har i videst muligt omfang forsøgt at håndtere dette.
- Der er brugt antagelser omkring huses varmeforsyningssystemer, som relaterer sig til praksis inden for dimensionering af varmesystemer fra i dag og helt tilbage til 1900-tallet. Antagelserne omkring husenes oprindelige varmeforsyning er højst usikre, idet man samtidigt antager at hele huset havde et sammenhængende varmesystem. Men i gamle dage installerede man typisk ikke vandbårne opvarmningssystemer fra starten og/eller kun delvist. Mange af husene må også forventes af have undergået løbende renovering af varmefordelingssystemet, hvorfor dimensioneringsforholdene fra husets bebyggelsesår ikke er gældende. Derfor er der i analysen nok en tendens til, at radiatoroverfladen er overvurderet, hvorfor antallet af huse, som har behov for renovering af varmefordelingssystemets, er undervurderet (jf. argumentation i kap. 8.1.2)
- Der findes i BBR-sættet en række huse over 2000 m<sup>2</sup>, som vi har valgt at trække ud for ikke at medtage bygninger med ekstremt store arealer, der kan bidrage til et misvisende resultat. Endvidere har vi valgt at udelade vilkårligheder under kode 140.
- Det er kendt, at oplysningerne i energimærkerne ikke i alle tilfælde afspejler virkeligheden. Oplysningerne herfra har stor indflydelse på, hvordan det endelige resultat falder ud og er derfor en væsentlig potentiel fejlkilde. Imidlertid gør vi brug af så store antal energimærker mellem 5.000 og 19.000 i analyserne, at unøjagtigheder i energimærkerne statistisk set må forventes at opveje hinanden.
- Som nævnt i metoder anvendes forholdsvis forsimplede privatøkonomiske beregninger, der ikke tager højde for de økonomiske alternativer, som en boligejer står over for, såsom at investere i en ny, mere effektiv oliekedel, et pillefyr, etc.

Det skal understreges, at projektteamet på trods af diverse usikkerhedsmomenter mener, at analysen fortsat giver et fornuftigt bud på niveauet af det potentiale, der eksisterer for udskiftning af oliefyr til varmepumper i Danmark.

Imidlertid vil de forbedringer, der p.t. finder sted i forhold til kvaliteten af energimærker, opdatering af Varmeatlas samt kvalitetssikring og udbygning af BBR, bevirke, at en tilsvarende analyse vil kunne gennemføres med højere grad af præcision på et senere tidspunkt.

## 5 Teknologibeskrivelse og anvendte forudsætninger

### 5.1 Kort om varmepumper

En varmepumpe er i korte træk et apparat, der omsætter varme fra et lavt temperaturniveau til et højere temperaturniveau, således at varmen kan anvendes til boligopvarmning og opvarmning af varmt brugsvand. Selve processen i varmepumpen svarer til den, der foregår i et køleskab, og grundlaget er, at varme optages, når et kølemiddel fordamper, og varme afgives, når et kølemiddel kondenserer.

I processen optages varme fra omgivelserne (jord, luft eller vand) i en fordamper, og varmen afgives igen internt i varmepumpen i en kondensator. For at processen kan køre, skal der tilføres energi (typisk elektricitet), men den energi i form af el, der skal tilføres processen, er typiske tre til fire gange mindre, end den energi, som varmepumpen samlet afleverer til bygningen – den resterende del af energien hentes fra omgivelserne.

En varmepumpe betragtes som et vedvarende energianlæg, jf. EU's definitioner af vedvarende energi. Ifølge gængse vejledninger, herunder "*Den lille blå om Varmepumper*", vil ejeren af et varmepumpeanlæg normalt kunne reducere sine driftsomkostninger til opvarmning med 40-50 % sammenlignet med f.eks. et oliefyr, ligesom miljøbelastningen formindskes væsentligt. En varmepumpe fylder typisk det samme som et oliefyr (inklusive varmtvandsbeholder).

I denne potentiale vurdering ses på tre typer af varmepumpesystemer, som er karakteriseret ved, at de potentielt vil kunne dække opvarmningsbehovet (til rumvarme og varmt brugsvand) i eksisterende huse opvarmet med oliefyr, henholdsvis:

- Væske/vand varmepumpe baseret på vandret placerede jordslanger, der henter energien fra jorden.
- Væske/vand varmepumpe baseret på lodret placerede jordslanger, der henter energien fra jorden.
- Luft/vand varmepumper, også kaldet split units, som henter energien fra udeluften.

## 5.2 Brug af varmepumpe til individuel opvarmning af helårshuse

Varmepumper anvendes som alternativ til andre varmeanlæg, som f.eks. oliefyr, og er en forholdsvis enkel måde at opvarme sit hus på. Men valget af varmepumpen er påvirket af en række faktorer, som også bør vurderes i forhold til et evt. potentiale:

- **Brugerrelaterede forhold.** I princippet er varmepumpen ikke mere kompliceret at bruge som opvarmningsenhed end et olie- eller gasfyr. Dog er effektiviteten i en varmepumpe mere følsom overfor op- og nedregulering af temperaturen, og virkningsgraden falder væsentligt, hvis der ofte skrues op og ned for varmen. Varmepumpen kræver således heller ikke daglig pasning eller kontrol. Ifølge lovgivningen<sup>5</sup> skal ejeren have hele jordvarmeanlægget kontrolleret én gang om året, hvilket også er tilfældet, hvis man har et oliefyr.
- **Økonomiske forhold.** En varmepumpe er en relativt stor investering også i sammenligning med andre varmeteknologier. Dette skyldes dels prisen på varmepumpen, dels de investeringer, som i mange tilfælde er nødvendige i huset. Den økonomiske fordel ved en varmepumpe skal derfor ses i et lidt længere tidsperspektiv, idet tilbagebetalingstiden vil være over 5 år. Boligejeren skal derfor kunne forholde sig til investeringen over en årrække, hvilket kan være en barriere for eksempelvis ældre mennesker. Her skal det også nævnes, at pensionister ikke kan modtage varmetilskud til opvarmning af boligen, når boligen opvarmes ved et jordvarmeanlæg.
- **Husets tilstand og indretning.** Ved projektering af en varmepumpe er det afgørende at vurdere hele det varmetekniske system, som varmepumpen bliver en del af. Det er bl.a. vigtigt at gennemføre rentable energibesparende tiltag, som kan bidrage til en reduktion af varmeforbruget, således at varmepumpen dimensioneres rigtigt. Herudover forudsætter brugen af en varmepumpe, at radiatorsystemet kører med en fremløbstemperatur, som ikke er højere end 50-55°C. Derfor vil det særligt i forbindelse med ældre huse i nogle tilfælde være nødvendigt at forøge radiatorarealet.

Endvidere findes en række forudsætninger og barrierer, som knytter sig til de 3 specifikke varmepumpetyper, der gennemgås i nedenstående afsnit.

## 5.3 Anvendte forudsætninger - væske/vand varmepumper

Væske/vand varmepumpen optager sin varme fra et slangesystem, som er nedgravet i jorden/haven. Slangen kan både lægges horisontalt (vandret) og vertikalt (lodret), hvor førstnævnte er den klart mest udbredte metode i Danmark.

---

<sup>5</sup> Arbejdstilsynets BEK nr. 100 af 31/01/2007.

Der findes i alt ca. 18.000 anlæg med jordslanger<sup>6</sup> i Danmark, hvoraf ca. 175 anlæg antages at være med lodrette slanger<sup>7</sup>.

En frostsikret væske cirkuleres i slangen, og varmen herfra omsættes i varmepumpen til et temperaturniveau, der sikrer, at varmen kan anvendes til opvarmning af varmt brugsvand og til opvarmning af radiator- eller gulvvarmeanlæg.

*Tabel 5.1      Oversigt over nøgletal og anvendte forudsætninger for væske/vand varmepumpe\**

Område	Nøgletal
Varmeforsyning	Væske/vand varmepumpen dimensioneres til at dække ca. 95-100% af husets varmebehov. I analysen antages det, at 100% af varmebehovet dækkes af varmepumpen.
Årsnyttevirkningsgrad	For varmepumperne antages en årsnyttevirkning på 3,8 for anlæg med gulvvarme og en årsnyttevirkning på mellem 3,0 og 3,2 for et anlæg med radiatorer. Som en fælles middelværdi benyttes 3,3 for jordvarmeanlæg. I fastlæggelsen af denne årsnyttevirkning indgår også varmtvandsforbruget.
Elforbrug	Alt elforbrug til varmepumpen er indregnet i årsnyttevirkningen.
Anlægspris - Væske/Vand Varmepumpe	Anlægspris - standardanlæg på 5-15 kW med jordslanger inklusive moms ligger på 110.000 kr. og opefter. I projektet er brugt en effekt-varierende anlægspris på: 0-5 kW: 23.000 kr. pr. kW 5-10 kW: 15.000 kr. pr. kW 10-15 kW: 12.000 kr. pr. kW 15-20 kW: 10.000 kr. pr. kW >20 kW: 8.000 kr. pr. kW Prisen for etablering af slanger: - Vandrette: 75 kr. pr. meter - Lodrette slanger: 450 kr. pr. meter
Service udgifter i anlæggets levetid	35.000 kr. inkl. moms tilsvarende andre alternative opvarmningsanlæg, f.eks. oliefyr.
Etc.	Denne type varmepumper støjer ikke, og installationen i huset fylder det samme som for et oliefyr. Teknisk levetid 20 år, hvilket svaret til den forventede levetid for f.eks. oliefyr og naturgaskedel.

\* *Den lille blå om varmepumper, Dansk Energi 2011*

### 5.3.1 Vandrette jordslanger

Slangen nedgraves i dybder mellem 60 og 100 cm, og i nogle tilfælde lægges slangen i to lag, hvor der er en lodret afstand mellem de enkelte slanger på mellem 0,6 og 1,5 meter.

<sup>6</sup> Antallet er opgjort i et parallelt projekt "Opgørelse af bestanden af varmepumper til opvarmning af helårshuse i Danmark", COWI 2011

<sup>7</sup> <http://ing.dk/artikel/119530-nyt-projekt-skal-udforske-lodrette-jordvarmeboringer>

Varmepumper dimensioneres med et varmeoptag fra jorden på 40 kWh/m<sup>2</sup>/år i forhold til jordoverfladens areal. Afstanden mellem jordslangerne skal være minimum 1 m, men der benyttes normalt 1,5 m. Varmeoptaget er afhængigt af jordbundstypen, hvor lerjord f.eks. er bedre end sandjord. Derfor anvendes normalt en sikkerhedsfaktor, hvor der udlægges 25 % mere jordslange for at tage hensyn til dette. Det betyder, at der i praksis installeres anlæg med et gennemsnitligt varmeoptag på 32 kWh/m<sup>2</sup> per år.

Regnes der med en gennemsnitlig virkningsgrad for varmepumpen på 3,3, bliver den leverede varme pr. år

$$32 \text{ kWh/m}^2\text{år} \cdot \frac{3,3}{3,3 - 1} = 46 \text{ kWh/m}^2\text{jordareal år}$$

Denne parameter benyttes til beregning af nødvendigt fritlagt jordareal for væske/vand varmepumper med vandrette jordslanger.

For vandrette jordslanger gælder det, at slangerne skal placeres korrekt for at opnå en høj effektivitet og sikkerhed omkring anlægget. Følgende retningslinjer gælder:

- Afstand til bygninger: 1,5 m.
- Afstand til vand og kloakrør: 1 m.
- Afstand til skel: 0,6 m.
- Den normale vandrette afstand mellem jordslanger er på mindst 1 m.
- Den mest optimale dybde er på 0,7 – 0,9 m.
- Jordslanger bør ikke lægges under terrasser eller befæstede (fliser og asfalt) arealer af hensyn til effektiviteten og af hensyn til en øget risiko for frosthævning.
- Der bør tages hensyn til rødder fra træer og prydhaver.
- Er slangernes afstand mindre end de ovennævnte krævede afstande til bygninger og andre installationer, skal de isoleres på de pågældende strækninger.

Grundet disse arealmæssige begrænsninger har vi valgt at antage, at kun 60% af det ledige grundareal (samlet grundareal minus bebygget areal) er tilgængeligt for placering af jordslanger.

### 5.3.2 Lodrette boringer

Lodrette boringer er særligt interessante, hvor der er begrænsninger i forhold til arealet, idet de i modsætning til vandrette boringer ikke kræver så meget grundareal. I forhold til dimensionering af anlæg med lodrette jordslanger antages en minimumsafstand mellem borehuller på 20 m. Ud fra en række geometriske overvejelser (borehuller i hjørner af ligesidede trekanter) svarer det til et arealkrav på minimum 170 m<sup>2</sup> pr. lodret boring. Dog er der ikke samme krav til fritlagt areal, hvorved det bebyggede areal også kan tælle med. Principielt kan naboens areal, fælles arealer og vejarealer også tælle med, hvis der ikke er tilsvarende boringer på disse arealer. En boring må maksimalt være 250 m dyb, men vil i praksis typisk være mellem 80 og 100 m dyb.

Der er endnu kun begrænset erfaring i Danmark på området, men der er igangsat flere projekter med det formål at skaffe større viden. Forskellige tommelfingerregler på området peger imod, at lodrette jordslanger kan levere ca. den dobbelte effekt pr. meter boring i forhold til udlagte vandrette jordslanger.

I denne opgave antages det, at en lodret (dobbelt) jordslange gennemsnitligt over året kan levere 11 W/m boring. Hvis det antages, at boringerne er 100 m dybe, svarer det til gennemsnitligt 1,1 kW pr. boring. Da hver boring kræver 170 m<sup>2</sup>, giver det 6,5 W/m<sup>2</sup> i gennemsnit over året og derved 56,7 kWh/m<sup>2</sup>år optaget varme til varmepumpen over hele grundarealet. Regnes der med samme gennemsnitlige virkningsgrad over året, fås den leverede varme fra varmepumpen pr. år:

$$56,7 \text{ kWh/m}^2\text{år} \cdot \frac{3,3}{3,3 - 1} = \mathbf{81 \text{ kWh/m}^2\text{grundareal per år}}$$

Det betyder i praksis, at den mulige leverede varme med lodrette jordslanger vil være væsentligt større end for vandrette jordslanger. Den bedste økonomi opnås på grunde med grundvandsstrømning. Der er dog ikke foretaget detaljeret vurdering af jordforhold og indvirkning på de lodrette varmepumpers ydeevne i denne analyse.

#### Barrierer og særlige forhold

- **Forhold relateret til lokalitet.** Samme regelsæt som for vandrette slanger er gældende, men forhold omkring grundvandsboringer kan være et problem i visse kommuner. Jordforhold har en afgørende indflydelse på driften. I områder med høj vandgennemstrømning i undergrunden opnås den højeste effektivitet, mens det i områder med lav vandgennemstrømning kan det være nødvendigt at etablere supplerende boringer. Dette er der dog ikke taget højde for i analyserne.
- Der er mere **usikkerhed omkring prisen** samt ydeevnen end for vandrette boringer.

- Der kan være begrænsende forhold, som gør sig gældende, hvor f.eks. hver 3. i en **rækkehus**-kæde har potentiale for væske/vand varmepumper med lodrette jordslanger. Der er ikke taget højde for dette i analysen, da antallet af rækkehuse i datasættet er begrænset.
- **Forhold relateret til placering af lodrette jordslanger.** Det er væsentligt, at slangerne placeres korrekt for at opnå en høj effektivitet og sikkerhed omkring anlægget. Følgende gælder:
  - Afstand mellem borehuller: 20 m
  - Afstand til alment vandforsyningsanlæg: 300 m
  - Afstand til skel: 0,6 m
  - Afstand fra vandforsyningsledninger og kloakrør: 1 m
  - Den mest optimale dybde er på 20-200 m.
- **Andre barrierer.** Der kan i visse tilfælde være særlige problemer i forhold til adgangsforhold, som gør det umuligt at få etableret borehuller.

#### 5.4 Anvendte forudsætninger - luft/vand varmepumper

Luft/vand varmepumpen optager sin varme fra udeluften, og ligesom jordvarmeanlægget afgiver luft/vand varmepumpen sin varme til et vandbårent varmesystem baseret på gulvvarme eller radiatorer inde i huset. Varmen fra udeluften optages i en "udedel", som typisk vil indeholde hele det køletekniske kredsløb, og som via to rør forbindes til en akkumuleringstank eller et fordelingsystem inde i boligen. Luft/vand varmepumperne vil typisk være mindre effektive end jordvarmeanlægget, primært fordi de i kolde perioder vil være nødt til at foretage afrimninger af den flade, som optager varmen fra udeluften – til gengæld er de normalt også noget billigere i anskaffelse og mere overskuelige at installere end jordvarmeanlæg, idet der ikke skal etableres jordslanger.

Tabel 5.2 *Oversigt over nøgletal og anvendte forudsætninger for luft/vand varmepumper*

Område	Nøgletal
Varmeforsyning	Luft/vand varmepumpen dimensioneres til at dække ca. 95-100% af husets varmebehov. I analysen antages det, at 100% af varmebehovet dækkes af varmepumpen
Virkningsgrad	Som en fælles middelværdi benyttes 3,0 for luft/vand anlæg. I fastlæggelsen af denne årsnyttevirkning indgår også varmtvandsforbruget.
Elforbrug	Alt elforbrug til varmepumpen er indregnet i årsnyttevirkningen.
Anlægspris - Væske/vand varmepumpe	Anlægspris. Standardanlæg på 5-15 kW inkl. moms ligger på 90.000 kr. og opefter. I projektet er brugt en effekt-varierende anlægspris på: 0-5 kW: 17.500 kr. pr. kW 5-10 kW: 11.500 kr. pr. kW 10-15 kW: 8.250 kr. pr. kW 15-20 kW: 7.875 kr. pr. kW >20 kW: 7.500 kr. pr. kW
Serviceudgifter i anlæggets levetid	35.000 kr. inkl. moms svarende til serviceudgifter for et oliefyr.
Etc.	Udedelen placeres oftest uden på huset og støjer en smule, mens varmtvandsbeholder med styring placeres i huset.  Teknisk levetid 20 år, svarende til et oliefyr eller naturgasfyr.

Kilde: *Den lille blå om varmepumper, Dansk Energi 2011*

### Barrierer og særlige forhold

- Den største hindring vil være støj og æstetik i forhold til udedelen. Men der er en vis fleksibilitet med hensyn til placering i forhold til bygning, idet udedelen vil kunne placeres med lidt afstand fra huset, og dermed vil man relativt nemt kunne reducere eventuelle støjproblemer. Der er dog ingen tvivl om, at luft/vand varmepumper vil blive fravalgt i visse situationer grundet støj og æstetik. Særligt fredede bygninger samt mindre huse i bynære områder kan have problemer med placering/godkendelse.

## 5.5 Fremtidige udviklingsperspektiver for varmepumper

Det forventes ikke, at udviklingen i den nærmeste fremtid vil få afgørende indflydelse på, hvordan potentialet for varmepumper skal opgøres. Således forventes hverken teknologien eller prisen på denne at udvikle sig markant.

Teknologisk Institut har gennemført en undersøgelse af forsknings- og udviklingsprojekter i forbindelse med varmepumper<sup>8</sup>. Ud fra analysen vurderes det, at produktudvikling kun i begrænset omfang vil påvirke varmepumpers energieffektivitet frem til 2020. Det ses blandt andet ved, at der kun i begrænset om-

<sup>8</sup> Innovation og Udvikling af varmepumper, Teknologisk Institut 2011 (internt notat)

fang udføres F&U-projekter med fokus på energioptimering af selve varmepumpen, at de kommende EU-krav til varmepumper nok vil øge fokus på energieffektivitet, men ikke er markante i forhold til danske krav, og at varmepumpeudvikling i virksomhederne ikke tegner til at skabe større udviklingspring.

På længere sigt vil der kunne forventes forbedringer af varmepumper både med hensyn til installationsomkostninger og ydeevne. I et International Energy Agency studie<sup>9</sup> er der som mål angivet en 30-50% forbedring af COP i 2030 og 40-60% i 2050, mens forventningerne i forhold til installationsomkostninger er en reduktion på 20-30% i 2030 og 30-40% i 2050. Udgiften til leveret energi er som mål sat til en reduktion på 20-30% i 2030 og 30-40% i 2050. Det forventes således, at der på længere sigt vil være gode muligheder for væsentlige forbedringer af økonomien ved at anvende varmepumper.

## 5.6 Integrering af varmepumper i boligens varmforsyning

I analysen er en række antagelser omkring boligerne og integration af en potentiel varmepumpe blevet anvendt. Først og fremmest antages det, at rentable energiforbedringer gennemføres, inden varmepumpen dimensioneres, således at anlægget kommer til at fungere mest effektivt, og at der ikke installeres en for stor varmepumpe. I ældre byggerier vil det ofte være muligt at foretage efterisolering af ydervægs- eller tagkonstruktionen samt udbedre utætheder. Udskiftning af ældre vinduer med f.eks. 2-lags energiruder bør også overvejes.

En effektiv drift af en varmepumpe stiller endvidere krav til radiatoranlægget. Varmepumper bør ved nye radiatoranlæg have et dimensionerende temperatursæt på 45 /35 °C. Ydelsen ved dette temperatursæt er det halve (=1/1,952) af varmeafgivelsen ved temperatursættet 70/40 °C. Er radiatorerne dimensioneret til temperatursættet 90/70 °C, er ydelsen ved temperatursættet 45/35 °C på  $\frac{1}{4}$  (=0,461/1,952 = 0,236).

I regelsættet for VPO-ordningen står, at varmepumper ikke bør tilsluttes 1-strengs radiatoranlæg (uden ombygning). Dette er af hensyn til de normalt høje fremløbstemperaturer, der anvendes ved denne type system. Det skal dog bemærkes, at 1-strengsanlæg sandsynligvis kan anvendes, hvis de er rigeligt overdimensionerede. Dette forhold vil dog ikke blive undersøgt yderligere, da der er forholdsvis få 1-strengsanlæg i datasættet.

Prisen på radiatorrenovering er ud fra en ekspertvurdering sat til 1,35 kr. pr. Watt afgiven varme inklusive moms. Denne pris er tillagt 100%, som er et erfaringstal, for at tage hensyn til installationsomkostningerne ved at demontere de gamle og montere de nye radiatorer.

---

<sup>9</sup> ” Technology Roadmap - Energy-efficient Buildings: Heating and Cooling Equipment”, International Energy Agency, 2011

## 6 Opgørelse af antallet af helårshuse med oliefyr

Som nævnt benyttes BBR til at genere data omkring oliefyrede huse. I første omgang indeholder BBR 302.216 poster for "Enfamiliehuse med oliefyr". Dette udtræk er kombineret med oplysning omkring tilstedeværende olietanke på grunden, idet det antages, at et helårshus, som benytter oliefyr, også har en tank på grunden. Antallet af poster, hvor både et oliefyr samt en tank/flere tanke er til stede, er 258.031 poster, hvilket svarer til 18% af alle helårshusene i BBR-registret. Imidlertid skal det nævnes, at BBR-databasen ikke er 100% opdateret, og der er fejl både i forhold til oplysninger om oliefyr og særligt i forhold til oplysninger om olietanke<sup>10</sup>. Følgende opgørelser er fremkommet ved dataudtræk direkte fra BBR-registret:

*Tabel 6.1 Oversigt over fordelingen af helårshuse med oliefyr registreret i BBR i antal enheder*

Anvendelseskode	110 Stuehuse	120 Parcelhuse	130 Række/kædehuse	Totalt antal	%	Den regionsmæssige fordeling af det samlede antal boliger i %
Hovedstaden	3.528	29.881	3.519	36.928	14%	18%
Midtjylland	19.970	42.914	1.438	64.322	25%	25%
Nordjylland	13.344	24.292	580	38.216	15%	13%
Sjælland	11.843	45.568	1.709	59.120	23%	18%
Syddanmark	17.245	41.000	1.200	59.445	23%	26%
<b>Sum</b>	<b>65.930</b>	<b>183.655</b>	<b>8.446</b>	<b>258.031</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Som det kan ses, er der en nogenlunde lige fordeling af oliefyr i de geografiske regioner, mens der klart det største antal oliefyr i parcelhuse. Det ses, at der er registreret relativt færre oliefyr i Hovedstadsregionen samt relativt større andel af oliefyr i region Sjælland. En af årsagerne til, at der er et relativt mindre antal af oliefyrede boliger i Hovedstadsregionen, har at gøre med opgørelsesmetoden, hvor oliefyrede huse er registreret både på baggrund af BBR-registreringer

<sup>10</sup> EBST gennemfører p.t. DIADEM projektet som har til formål at etablere et validt datasystem for olietanke i Danmark.

for olietanke samt oliefyr. Desværre er kvaliteten af BBR-data for olietanke stærkt varierende, og for både Frederiksberg og Københavns kommune findes ingen oplysninger om olietanke. Endelig skal det nævnes at Hovedstadsregionen også har en langt højere dækning af kollektiv varmeforsyning, herunder fjernvarme og naturgas, end resten af landet.

## 6.1 Revurdering af antal af oliefyrede huse

Det er en generel opfattelse, at BBR-oplysningerne er unøjagtige i forhold til antallet af oliefyr, hvorfor vi har foretaget en række analyser for at vurdere, om BBR-antallet skal korrigeres:

- 1 **SEEB/BBR samkørsel** er gennemført ved dels at tjekke de BBR-enheder, som i SEEB-databasen er registreret med et oliefyr, og dels ved at sammenkøre de BBR-dataenheder, som står registreret med oliefyr op mod SEEB-databasen. Resultatet viser, at 86% af de bygninger, som i SEEB står registreret som havende oliefyr, kan genfindes i BBR, mens 71% af de BBR-enheder med oliefyr, som også har registreret et energimærke, matcher med SEEBs oplysninger om oliefyr. I forhold til SEEB-energimærkerne ses det, at en del af de huse, som i energimærket har oliefyr, i BBR er registreret med enten fjernvarme eller naturgas og for et mindre omfang varmepumpe og pillefyr. Alt i alt findes 19.210 BBR-/SEEB-bygninger med 100% match på BBR ID og oliefyr, hvilket svarer til 19% af alle helårshuse med et registreret energimærke.
- 2 **Der er i et sideløbende projekt foretaget en vurdering af bestanden af varmepumper i helårshuse.** Her er det fundet, at der er ca. 27.000 væske/vand og luft/vand varmepumper i den relevante gruppe af helårshuse, hvilket svarer til det forventede antal.
- 3 **Energistyrelsens energistatistik** har opgjort et endeligt forbrug af fyringsolie i enfamiliehuse for opvarmning til 15.800 TJ (2010). Dette svarer til opvarmning af ca. 150.000-200.000 huse, hvis vi anvender gennemsnitstal for et oliefyret helårshus<sup>11</sup>. Det skal dog nævnes, at Energistyrelsens tal er behæftet med stor usikkerhed og beror på olieselskabernes indberetning, hvor andelen af deres salg til opvarmning af enfamiliehuse er anslået.
- 4 **Oliefyrservicebranchens Registreringsordning - OR-ordningen** har via tal fra olieleverandører samt betragtninger omkring gennemsnitsforbrug skønnet, at der findes 270.000 oliefyrsejere.

Indledningsvist var det hensigten også at bruge den nye BBR forsyningsstatistik, hvor forsyningselskaberne, herunder olieselskaber pr. 2011, er forpligtet til at indrapportere forbrugsdata på husstands niveau. Det har imidlertid vist sig,

---

<sup>11</sup> Gennemsnitshuset er beregnet på basis af energimærkerne for oliefyrede huse i kap 0; huset er 160 m<sup>2</sup>, bruger 195 kWh/m<sup>2</sup>/år og har en gennemsnitlig andel af opvarmningstilskud fra brænde på ca. 5%. Med 5% brændetilskud er antallet ca. 150.000 oliefyrede huse, mens antallet bliver ca. 200.000 hvis brændeandelen hæves til 30%.

at data på nuværende tidspunkt ikke forefindes i tilstrækkelige mængder, hvorfor samkørsel med disse data ikke har været en mulighed i nærværende analyse. Fremtidige opgørelser af antallet af huse opvarmet med oliefyr vil med fordel kunne trække på informationer herfra.

Det vurderes at der findes ml. 200.000 - 260.000 helårshuse med oliefyr

Ud fra en analyse og diskussion af ovenstående informationskilder er det yderst vanskeligt at komme nærmere et bestemt antal oliefyrede huse. Der er særlig stor diskrepans mellem henholdsvis BBR og SEEB på den ene side og Energistyrelsens energistatistik på den anden side. Det vurderes således, at antallet af helårshuse med oliefyr i 2011 er på mellem 200.000 og 260.000.

Umiddelbart synes det mest sandsynligt, at antallet af helårshuse svarer til BBR-opgørelsen, hvor oliefyr og olietanke er sammenkørt, dvs. de 258.000. Denne vurdering bunder i, at sammenkøringen af BBR og SEEB viser forholdsvis stor overensstemmelse mellem huse registreret med oliefyr i BBR. Dette forudsætter dog, at Energistyrelsens opgørelse af olieforbruget er for lavt sat, og/eller at olieforbruget i boligerne er sat alt for højt i energimærkerne eller i højere grad dækkes af andre brændsler. Det vurderes som sandsynligt, at det gennemsnitlige olieforbrug i husene kan være overvurderet, idet husene med deres relativt store areal vil have rum, som er uopvarmede og/eller benytter endnu mere brænde eller andre supplerende opvarmningskilder end antaget.

Der er både registreret oplysninger, som taler for, at antallet af oliefyrede huse bør ligge i den lavere ende, samt identificerede forhold, som taler for, at antallet bør ligge i den høje ende af intervallet.

På den ene side ved vi, at BBRs oplysninger om olietanke er meget ufuldstændige, og at enkelte kommuner slet ikke har opgivet olietanke i BBR på nuværende tidspunkt<sup>12</sup>, hvilket taler for, at der ud af de ca. 40.000 huse, som kun har registreret et oliefyr og ikke en olietank, vil være huse, som fortsat er oliefyrede.

Forhold, som taler for, at antallet er lavere, er som nævnt energistatistikken men også den omstændighed, at der er en hastig udvikling på området. Det ses bl.a. i sammenligning af BBR og SEEB-datasæt, hvor andelen af energimærker, som er lavet inden for det seneste år<sup>13</sup>, dvs. 9.981 med oliefyr, kun har 7.111 match i BBR. En del af denne forskel skyldes konvertering, bl.a. i forbindelse med "Skrot dit Oliefyr"-ordningen, hvor 20.000 oliefyrsejere gennem ordningen "Skrot dit oliefyr" har søgt om tilskud fra 1 marts 2011 til 30. juni 2011.

Det virker sandsynligt, at også en del af de huse, som er registreret med et oliefyr i BBR, er konverteret til en anden opvarmningsform, uden at oplysningen er blevet registreret i BBR.

I den videre analyse benyttes de 258.000, som er det datasæt, der er etableret via korrektion af BBR data. Antallet er nogenlunde i overensstemmelse med de opgørelser, som eksisterer i forhold til OR-ordningen, og valget understøttes

<sup>12</sup> Det gælder kommunerne København, Frederiksberg, Fredensborg samt Esbjerg.

<sup>13</sup> Fra juni 2010 til juni 2011

yderligere af, at vi i efterfølgende kapitel korrigerer for kollektiv forsyning. Resultaterne vil dog løbende blive vurderet i forhold til en mulig overvurdering af potentialet.

Det opgjorte antal oliefyrede helårsboliger må forventes at være upræcist i forhold til den regionale fordeling, grundet forholdene omkring manglende registreringer af olietanke. Der må forventes at være relativt flere helårsboliger med oliefyr i Hovedstadsregionen.

## 7 Teknisk relevant potentiale - helårshuse med oliefyr

Indledningsvist er det teknisk relevante potentiale for oliefyrede helårshuse kortlagt. Her forstået som antallet af huse, der potentielt set har mulighed for at installere en varmepumpe, hvor der er korrigeret for adgang til kollektiv energiforsyning.

### 7.1 Korrektion - helårshuse med oliefyr med adgang til kollektiv forsyning

Som nævnt i metoden er BBR-sættet blevet koblet med data fra Varmeatlasset, hvor oplysninger omkring adgang til og planer for fjernvarme samt naturgas er angivet. Oplysningerne er brugt til at korrigere det datasæt, som bruges i den videre analyse, idet det antages, at adgangen til sådanne kollektive forsyningsformer har en direkte og markant betydning for potentialet. Det antages således, at

- 100% af de oliefyrede helårshuse med adgang til fjernvarme eller med planer for fjernvarme forventes konverteret til fjernvarme og altså IKKE varmepumper. Baggrunden for denne vurdering er, at der er en generel forventning om, at fjernvarmekonvertering går forud for varmepumper. Eksempelvis i Varmeplan Danmark: *Samlet peger analyserne på, at den fornuftige løsning er at kombinere en gradvis udvidelse af fjernvarmeområderne med individuelle varmepumper i de resterende boliger. Analyserne viser, at den hensigtsmæssige kombination ligger et sted imellem at udvide den nuværende fjernvarmeandel fra 46 % til et sted imellem 53 % og 70 %.*
- 50% af de oliefyrede helårshuse med adgang til naturgas forventes konverteret til naturgas, mens 0% af boligerne, hvor der er planer for naturgasforsyning, forventes konverteret til naturgas. Baggrunden for denne antagelse er, at man generelt forventer en aftagende naturgasforsyning, f.eks. i Varmeplan Danmark antages det, at naturgasdækningen vil aftage væsentligt allerede ml. 2010 og 2015. Det antages således, at de forventninger, der i 2005 (det anvendte Varmeatlas) eksisterede for naturgasudbygningen, ikke er aktualiserede.

Der er fremkommet følgende resultat af samkørsel af oplysninger fra Varmeatlas med BBR-datasættet:

*Tabel 7.1* Oversigt over andelen af helårshuse med oliefyr registreret med adgang til eller planlagt adgang til kollektiv forsyning

	Fjernvarme	Planlagt FV	Naturgas	Planlagt naturgas	Fjernvarme og Ngas	Ingen
Hovedstaden	3.416	216	19.162	258	207	13.669
Midtjylland	7.788	155	8.010	538	32	47.799
Nordjylland	5.340	42	3.434	454	286	28.660
Sjælland	2.902	408	12.652	50	34	43.074
Syddanmark	3.783	218	12.579	299	159	42.407
Total	23.229	1.039	55.837	1.599	718	175.609
<b>Andel</b>	<b>9,0%</b>	<b>0,4%</b>	<b>21,6%</b>	<b>0,6%</b>	<b>0,3%</b>	<b>68,1%</b>

30% af de oliefyrede huse har direkte adgang til kollektiv varmforsyning

Det ses, at i alt ca. 30% af BBR-enhederne er placeret, hvor der er tilgængelig kollektiv forsyning i form af fjernvarme eller naturgas. Særligt er der mange boliger, hvor der er mulighed for naturgas. I yderligere 1,3% af tilfældene er der planer for fjernvarme eller naturgas. Disse oplysninger er blevet brugt til at korrigere BBR-sættet ud fra nævnte antagelser. Resultat af dette kan ses i nedenstående tabel.

*Tabel 7.2* Korrigeret teknisk potentiale for helårshuse med oliefyr

	110 Stuehuse	120 Parcelhuse	130 Række/kædehuse	Total
Oprindeligt BBR udtræk	65.930	183.655	8.446	258.031
BBR udtræk korrigeret i forhold til kollektiv forsyning naturgas/fjernvarme	<b>64.105</b>	<b>136.047</b>	<b>4.921</b>	<b>205.073</b>

Ca. 205.000 boliger udgør det teknisk relevante potentiale

I den efterfølgende analyse benyttes de 205.073 boligenheder. Dvs. nedenstående opgørelser er beregnet ud fra BBR-data, som er korrigeret ud fra antagelser og data omkring kollektiv forsyning og planer for denne. Hermed tages også i nogen grad højde for en eventuel overvurdering af det samlede antal oliefyrede boliger, som angivet i kap.6.1.

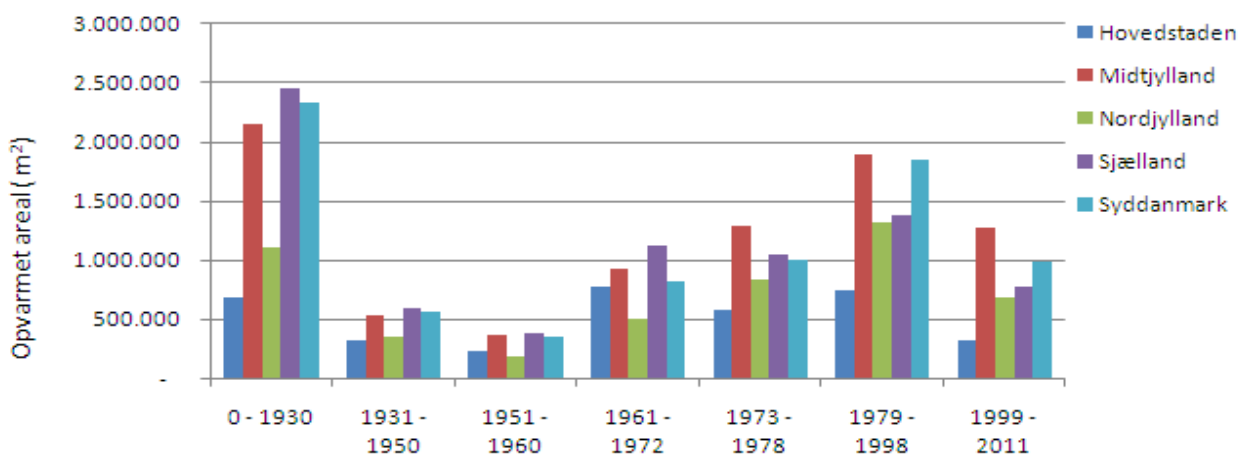
## 7.2 Beskrivelse af boligtyper og geografi

Nedenstående tabel viser, hvordan det teknisk relevante potentiale korrigeret for adgang til kollektiv forsyning fordeles sig i forhold til anvendelseskoder og regioner.

Tabel 7.3 *Oversigt for den geografiske fordeling af teknisk potentiale - antal samt areal af helårshuse med oliefyr (BBR-data)*

Anvendelses-kode	110 - Stuehuse	120- Parcelhuse	130- Rækkehuse	Totalt antal	%	Opvarmet areal m <sup>2</sup>	%
Hovedstaden	3.412	18.125	1.953	23.490	11%	3.689.936	11%
Midtjylland	19.443	32.094	812	52.349	26%	8.433.617	26%
Nordjylland	12.960	17.567	312	30.839	15%	4.994.350	15%
Sjælland	11.640	36.622	1.177	49.439	24%	7.761.786	24%
Syddanmark	16.650	31.639	667	48.956	24%	7.920.524	24%
Sum	64.105	136.047	4.921	205.073	100%	32.800.213	100%

Det ses, at fordelingen mellem regionerne stort set svarer til den, som var før datasættet blev korrigeret for kollektiv forsyning. I nedenstående figur er det tekniske potentiale præsenteret grafisk i forhold til geografi samt bebyggelsesår.



Figur 7.1 *Arealmæssig fordeling af teknisk potentiale korrigeret i forhold til adgang til kollektiv forsyning opgjort efter byggeår og geografi (BBR-data)*

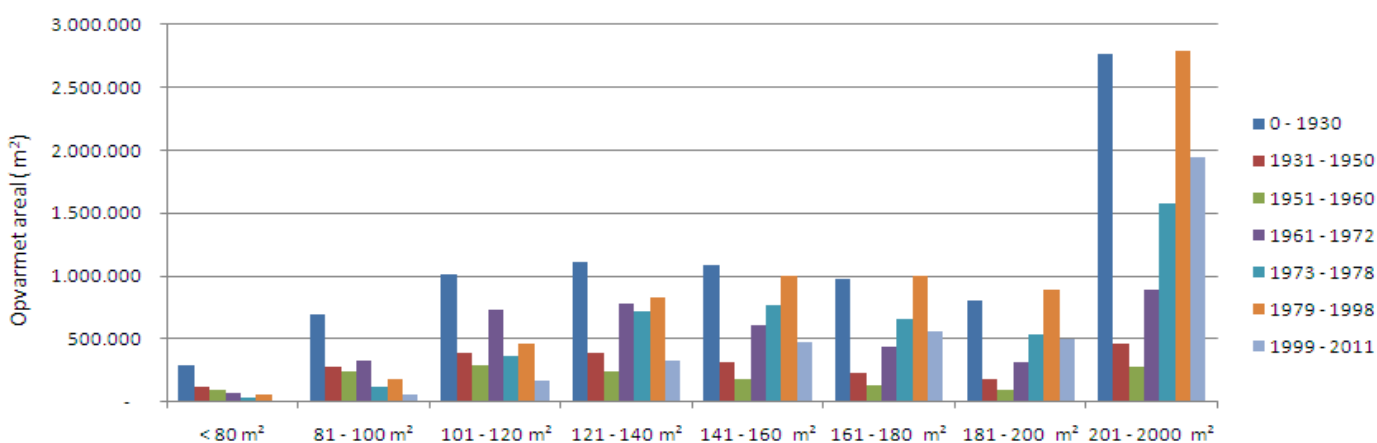
Som det kan ses, består det tekniske potentiale i overvejende grad af huse, som er bygget mellem 0-1930 samt fra 1960 til i dag og fordeles sig nogenlunde jævnt ud over landet. Der er færre oliefyrede huse i Hovedstadsregionen, hvilket også er forventeligt med den store udbredelse af fjernvarme og naturgas i

dette område. Dog kan en del af forklaringen som tidligere nævnt også ligge i, at både Københavns og Frederiksberg kommune som nævnt ikke har registreret olietanke, hvorfor der i datasættet ikke findes oliefyrede boliger fra disse store kommuner.

Tabel 7.4 Antal og areal af teknisk relevant potentiale korrigeret fordelt på bolig størrelse samt byggeår (BBR-data)

	0 - 1930	1931 - 1950	1951 - 1960	1961 - 1972	1973 - 1978	1979 - 1998	1999 - 2011	Totalt antal	Andel	Opvarmet areal (m <sup>2</sup> )	Andel
< 80 m <sup>2</sup>	4.127	1.634	1.319	913	385	773	201	9.352	5%	660.013	2%
81 - 100 m <sup>2</sup>	7.509	2.972	2.691	3.504	1.215	1.892	628	20.411	10%	1.882.183	6%
101 - 120 m <sup>2</sup>	9.038	3.479	2.598	6.519	3.239	4.096	1.490	30.459	15%	3.396.811	10%
121 - 140 m <sup>2</sup>	8.504	3.006	1.837	5.948	5.450	6.364	2.501	33.610	16%	4.405.246	13%
141 - 160 m <sup>2</sup>	7.206	2.100	1.176	4.059	5.103	6.666	3.143	29.453	14%	4.435.924	14%
161 - 180 m <sup>2</sup>	5.687	1.348	741	2.536	3.834	5.860	3.255	23.261	11%	3.966.236	12%
181 - 200 m <sup>2</sup>	4.232	937	517	1.663	2.822	4.687	2.647	17.505	9%	3.338.656	10%
201 - 2000 m <sup>2</sup>	10.467	1.804	1.057	3.431	6.198	10.766	7.299	41.022	20%	10.715.144	33%
<b>Total</b>	<b>56.770</b>	<b>17.280</b>	<b>11.936</b>	<b>28.573</b>	<b>28.246</b>	<b>41.104</b>	<b>21.164</b>	<b>205.073</b>	<b>100%</b>	<b>32.800.213</b>	<b>100%</b>
<b>Andel</b>	<b>22%</b>	<b>7%</b>	<b>5%</b>	<b>11%</b>	<b>11%</b>	<b>16%</b>	<b>8%</b>	<b>100%</b>			

I nedenstående figur er det tekniske potentiale præsenteret grafisk i forhold til boligareal samt bebyggelsesår.



Figur 7.2 Teknisk potentiale korrigeret i forhold til adgang til kollektiv forsyning - arealmæssig fordeling i forhold til bebyggelsesår og boligstørrelse (BBR-data)

I nedenstående tabel ses det tekniske potentiale i forhold til fordelingen af størrelsen af ejendomsværdien pr. region.

*Tabel 7.5 Teknisk potentiale i forhold til størrelsen af ejendomsværdien fordelt pr. region (antal boliger)*

Region	Hovedstaden	Sjælland	Syddanmark	Midtjylland	Nordjylland	Total
0-300.000	186	204	271	364	730	1,755
300.000-600.000	659	2,956	6,270	5,474	7,219	22,578
600.000-900.000	1,819	7,105	12,045	9,744	6,938	37,651
900.000-1.200.000	1,857	9,582	9,094	9,225	3,838	33,596
1.200.000-1.500.000	2,139	7,291	4,314	5,443	1,896	21,083
1.500.000-1.800.000	2,672	5,253	2,722	3,770	1,366	15,783
1.800.000-2.100.000	2,629	3,580	1,991	2,676	1,033	11,909
2.100.000 -	11,508	13,466	12,243	15,648	7,813	60,678
<b>I alt</b>	<b>23,469</b>	<b>49,437</b>	<b>48,950</b>	<b>52,344</b>	<b>30,833</b>	<b>205,033</b>

Ovenstående tabeller og grafik illustrerer følgende:

- De oliefyrede helårsboliger er geografisk spredt ud over hele landet, dog med en overvægt i regionerne Syddanmark, Midtjylland og Sjælland.
- Det er få små huse (under 100 m<sup>2</sup>), som er opvarmet med oliefyr. Langt de fleste huse er på 120 m<sup>2</sup> og derover.
- Et stort antal udgøres af helårshuse med et meget stort areal, 20% af huse-  
ne ligger således i størrelseskategorien 200-2000 m<sup>2</sup>, der udgør over 30%  
af det opvarmede areal. Det gennemsnitlige areal for de olieopvarmende  
huse ligger på 160 m<sup>2</sup>.
- En forholdsvis stor andel af bygninger findes i kategorierne huse bygget  
før 1930, Herudover er der en forholdsvis jævn fordeling af oliefyrede hu-  
se bygget i perioden fra 1961 til 2011, mens der findes relativt få huse med  
oliefyr bygget i perioden 1931 til 1960.
- En forholdsvis stor andel af husene har en relativt lav ejendomsværdi .

### 7.3 Opgørelse af grundarealer for teknisk potentiale

Grundarealet forefindes ikke direkte i BBR, hvorfor analysen er baseret på data fra SKAT. For alle enheder i BBR er trukket data fra SKATS ejendomsvurderinger<sup>14</sup>, hvor grundarealet findes.

På grund af de beskrevne begrænsninger i forhold til placering af jordslanger har vi i analysen valgt at beregne det ledige/udnyttelige grundareal, som kan bruges til etablering af lodrette eller vandrette jordslanger, som **60%** af forskellen mellem grundareal og bebygget areal på BBR-sættet.

Tabel 7.6 viser fordelingen af BBR-enheder i forhold til det ledige grundareal, som er til rådighed for etablering af jordslanger.

Tabel 7.6 *Fordeling af teknisk potentiale i antal enheder opgjort i forhold til størrelsen af det ledige grundareal (Data fra SKAT)*

Ledigt grundareal	Stuehus	Parcelhus	Rækkehus	Total
0-100 m <sup>2</sup>	0	333	509	842
101-300 m <sup>2</sup>	1	7.216	1.573	8.790
301-500 m <sup>2</sup>	21	35.928	525	36.474
501-1000 m <sup>2</sup>	123	38.362	488	38.973
1001 m <sup>2</sup> <	63.859	53.936	1.443	119.238
<b>Total</b>	<b>64.004</b>	<b>135.775</b>	<b>4.538</b>	<b>204.317*</b>

\*Bemærk, at tallet differentierer en smule fra de 205.073, hvilket skyldes, at der foretages simuleringer i beregningerne.

Langt den største andel af boligerne har et betydeligt ledigt grundareal

Det ses, at der findes relativt mange boliger med et stort grundareal. Grundarealet vurderes derfor ikke at være en væsentligt begrænsende faktor i forhold til det privatøkonomiske varmepumpepotentiale. Det skal dog nævnes, at der kan være særlige omstændigheder, hvor huset er placeret midt på grunden, eller andre forhold, som kan vanskeliggøre etablering af jordslanger. I de efterfølgende analyser af det privatøkonomiske potentiale bruges de konkrete arealer for hver enkelt bolig i BBR-datasættet.

Det skal nævnes her, at der i opgørelsen over ledige grundarealer findes en meget høj andel af boliger med grundarealer på 100.000 m<sup>2</sup> og derover. Det gennemsnitlige ledige grundareal er således meget højt (120.000 m<sup>2</sup>), hvilket skyldes, at landsbrugsarealer mv. er medtaget i SKATs data for grundareal.

<sup>14</sup> Data er trukket via <http://www.vurdering.skat.dk/Ejendomsvurdering>

## 7.4 Supplerende opvarmning i helårshuse med oliefyr

Tilstedeværelsen af supplerende opvarmning som brændeovn, solvarme, mv. vurderes at have stor indflydelse på den enkelte husejers interesse i og behov for at konvertere til en varmepumpe. Der er lavet et udtræk af SEEB-data, som viser, i hvor høj grad oliefyrsopvarmede husene har supplerende opvarmningskilder. Nedenstående tabel viser resultatet.

Tabel 7.7 Antal af oliefyrede helårshuse med forskellige supplerende og sekundære opvarmningskilder, SEEB-data (%)

Olieopvarmede bygninger	Sekundær/supplerende energikilde			Total
	110	120	130	%
Varmekilde	110	120	130	%
El-varme generelt	71	296	8	2,0%
Solvarme	14	74	1	0,5%
Varmepumpe	3	15	0	0,1%
Brænde	741	5.399	128	32,6%
<b>Total</b>	<b>1.085</b>	<b>6.229</b>	<b>370</b>	<b>35,1%</b>

Som det ses, har en stor andel af husene registreret en anden opvarmningskilde end et oliefyr:

- Over 30% har registreret en brændeovn
- 2 % har registreret supplerende elpaneler
- 0,5% har installeret supplerende solvarme.

I beregningen af det privatøkonomiske potentiale vil der blive taget højde for den høje andel af brændeovne, mens vi har valgt at se bort fra andre supplerende opvarmningskilder. I analysen har vi valgt at korrigere for tilstedeværelsen af supplerende opvarmning således:

- Tilstedeværelsen af brændeovn medfører et reduceret olieforbrug. Det antages, at ca. 1/3 af boligejerne med supplerende brændeovn gør flittigt brug af ovnen, svarende til at de dækker 30% af opvarmningsbehovet med brænde, og at 2/3 sjældent gør brug af brændeovn, svarende til at de dækker 10% af opvarmningsbehovet med brænde.
- I forhold til datasæt, som er opgjort på BBR, optræder ikke oplysninger om supplerende opvarmning. Den relative anvendelse af brændeovne, som SEEB-databasen viste, opskales på BBR-niveau med en statistisk tilfældig fordeling på datasættet.

Vi har valgt ikke at korrigere opvarmningsbehovet for tilstedeværelsen af elpaneler eller solvarme, idet antallet af huse med disse typer af supplerende opvarmningskilder er forholdsvis begrænset.

## 7.5 Beregning af opvarmningsbehov

SEEB-data er blevet brugt som grundlag for at etablere nøgletal for de oliefyrede huse. Der er lavet en analyse, hvor nøgletal for energiforbruget pr. m<sup>2</sup> er estimeret som et simpelt gennemsnit af de beregnede energiforbrug til opvarmning fundet i energimærkerne. Følgende tal er fremkommet:

*Tabel 7.8 Gennemsnitlige bruttoværdier (kWh/m<sup>2</sup>/år) for varmekonsum for opvarmning og varmt brugsvand som funktion af byggeår og anvendelseskode (inklusive effektivitet for varmeanlæg og effekt af VE-anlæg)*

Anvendelseskode	0 - 1930	1931 - 1950	1951 - 1960	1961 - 1972	1973 - 1978	1979 - 1998	1999 - 2011
110	265	254	233	219	170	129	77
120	255	269	279	214	176	142	87
130	263	282	237	196	172	151	100

*Kilde: Energimærker fra 9.255 helårshuse med oliefyr*

Ligeledes fundet nøgletal for netto opvarmningsbehovet:

*Tabel 7.9 Gennemsnitlige netto værdier for varmebehov til opvarmning og varmt brugsvand som funktion af byggeår og anvendelseskode (kWh/m<sup>2</sup>/år)*

Anvendelseskode	0 - 1930	1931 - 1950	1951 - 1960	1961 - 1972	1973 - 1978	1979 - 1998	1999 - 2011
110	144	148	129	137	118	96	69
120	135	142	151	132	115	99	75
130	133	138	125	109	129	108	85

*Kilde: Energimærker fra 9.255 helårshuse med oliefyr*

Det er bemærkelsesværdigt, at der er så stor forskel på brutto- og nettoværdierne i SEEB-datasættet, hvilket illustrerer, at der regnes med nogle meget lave virkningsgrader på de eksisterende oliefyr. Umiddelbart virker forskellen for de ældre bygninger en smule i overkanten, idet der er op til 58% forskel, dog kun for et mindre antal af kategorierne. En del af forklaringen ligger i at oliefyrene i gennemsnit er gamle og har en dårlig effektivitet.

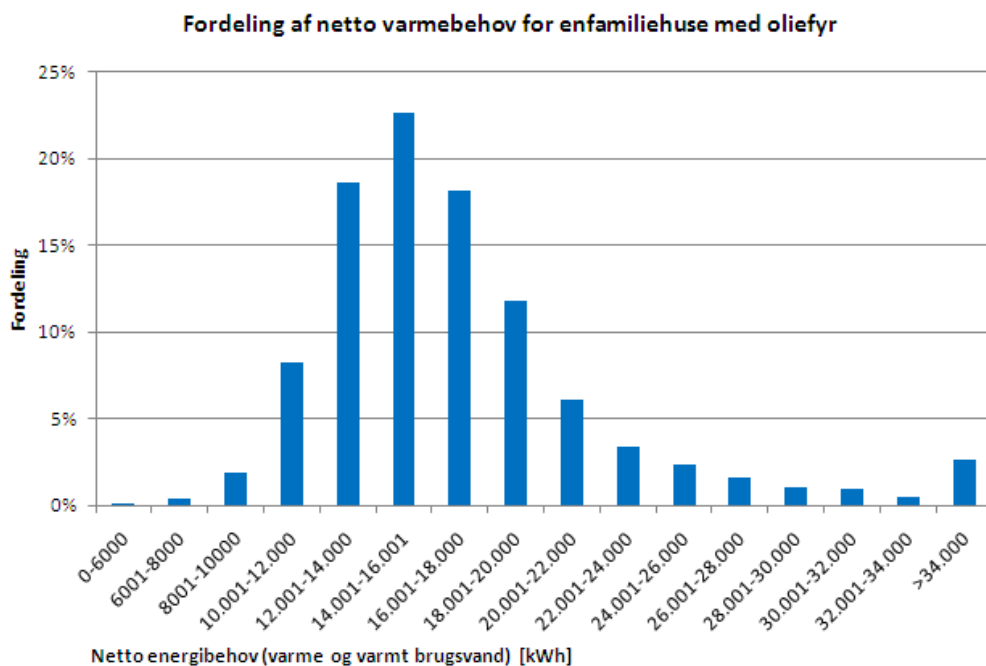
Umiddelbart vurderes det, at nettoenergiforbrugene for visse typer af huse er for lave, mens bruttoenergiforbrugene virker mere sandsynlige. Denne store forskel mellem henholdsvis brutto- og nettoopvarmningsforbrug, som er direkte hentet fra energimærkerne, fremstår som en mulig fejlkilde, der vil bevirke, at energibesparelspotentialet for husene bliver overvurderet i beregningerne.

I projektet er der også lavet en tilsvarende analyse af nøgletal for alle energimærker. Hvis man sammenligner med gennemsnits brutto- og nettoforbrug for de i alt 50.503 energimærkede boliger, for hvilke der eksisterer relevante data for energiforbruget til opvarmning, viser det sig, at energinøgletallene fundet i denne undersøgelse for oliefyrede huse ligger et stykke højere - typisk mellem

15-20%. Der er altså generelt tale om helårshuse, som enten er i en lidt dårligere stand end gennemsnittet af alle helårshuse og/eller har en ineffektiv varme-produktion.

Det er værd at bemærke, at der er en del diskussion/usikkerhed omkring nøgletal og enhedsforbrug generelt. Således ligger de anvendte nøgletal væsentligt lavere - ca. 30% for de ældre huse bygget før 1960 - end de nøgletal, som er brugt i forbindelse med Varmeplan Danmark. En nyere analyse fra SBI<sup>15</sup>, hvor tilsvarende enhedsopvarmningsbehov er beregnet ud fra en U-værdi model, viser nogenlunde samme enhedsværdier som i denne analyse. Dog ligger opvarmningsbehovet for boliger bygget i perioden 1930 til 1960 en del højere. Disse to andre kilder indeholder kun gennemsnitstal for alle bygninger, hvor vores analyse har fokus på oliefyrede huse. Set i det lys er det væsentligt at overveje, om de anvendte nøgletal måske ligger lidt for lavt, hvilket imidlertid strider mod det lave samlede olieforbrug i energistatistikken.

Endelig er der lavet en analyse af, hvordan energiforbruget for alle de oliefyrede boliger fordeler sig på en kurve. Her gælder, at både energinøgletal og det samlede netto opvarmningsforbrug fordeler sig efter en log-normal fordeling, hvilket vil sige, at der er en "hale" af høje værdier. I Figur 7.3 nedenfor vises fordelingen af nettovarmeforbruget.



Figur 7.3 Fordelingen af nettovarmeforbruget for oliefyrede enfamiliehuse (baseret på 8.038 energimærker)

Det ses således, at der er forholdsvis få huse med et relativt lavt opvarmningsforbrug, mens langt flere huse har et højere energiforbrug. Denne information

<sup>15</sup> SBI 2010:56 Danske bygningers energibehov i 2050

er bl.a. blevet brugt til at simulere data omkring oliefyrede huse fra SEEB-databasen til BBR-datasættet, hvor spredningen er simuleret via en log-normal fordeling.

### 7.5.1 Samlet opvarmningsbehov

Det samlede brutto opvarmningsbehov (varme og varmt brugsvand) for det teknisk relevante potentiale er beregnet på basis af ovenstående nøgletal. Der er i beregningen medregnet den del af opvarmningsbehovet, som dækkes af brændevov (30% af boligerne).

*Tabel 7.10 Samlet brutto varmebehov for boliger med oliefyr fordelt på anvendelses-koder og bebyggelsesår (MWh/år)*

Anvendelses-kode	0 - 1930	1931 - 1950	1951 - 1960	1961 - 1972	1973 - 1978	1979 - 1998	1999 - 2011	Total
110	969.604	164.313	89.725	168.393	202.871	262.458	86.526	1.943.891
120	1.053.620	454.718	342.534	825.494	667.695	676.416	206.183	4.226.660
130	42.758	25.985	15.444	32.695	20.394	50.754	19.909	207.939
<b>Total</b>	<b>2.065.983</b>	<b>645.016</b>	<b>447.704</b>	<b>1.026.582</b>	<b>890.960</b>	<b>989.628</b>	<b>312.618</b>	<b>6.378.491</b>

Det ses, at det teknisk relevante potentiale omfatter et årligt bruttoopvarmningsbehov på omkring 6.379 GWh, hvoraf olieforbruget vurderes at udgøre ca. 6.090 GWh. Der er en del usikkerheder forbundet med dette tal. Dels er nøgletallene er baseret på beregnede forbrug, som er unøjagtige. Bruges eksempelvis de tilsvarende nøgletal, som er anvendt i Varmeplan Danmark, fås et bruttoopvarmningsbehov på ca. 7.300 GWh. Hvis man sammenligner med Energistyrelsens opgørelse af olieforbruget til opvarmning i enfamiliehuse, er der endvidere en forskel, idet olieforbruget her er opgjort til 4.400 GWh (15,8 PJ i 2010).

Bruttoopvarmningsforbruget er i princippet den mængde olie og brænde, som kan spares ved konvertering til varmepumper, det teknisk relevante konverteringspotentiale vurderes således at ligge i størrelsesordenen 5.000 GWh/18 PJ til 6.500 GWh/23 PJ.

I nedenstående tabel er netto opvarmningsbehovet (rumvarme og varmt brugsvand) for det tekniske potentiale opgjort. Nettoopvarmningsbehovet svarer til den mængde energi, som i princippet skal dækkes af varmepumper i en situation, hvor husenes energimæssige tilstand ikke forandres.

*Tabel 7.11 Samlet netto varmebehov for det tekniske potentiale fordelt på anvendelseskoder og byggeår (MWh/år/år)*

Anvendelses- kode	0 - 1930	1931 - 1950	1951 - 1960	1961 - 1972	1973 - 1978	1979 - 1998	1999 - 2011	Total
110	526.039	95.908	49.728	105.109	140.887	195.345	77.580	1.190.596
120	554.856	239.816	186.163	508.428	438.298	475.053	179.102	2.581.717
130	21.644	12.675	8.145	18.304	15.306	36.301	16.847	129.222
<b>Total</b>	<b>1.102.539</b>	<b>348.399</b>	<b>244.035</b>	<b>631.841</b>	<b>594.491</b>	<b>706.699</b>	<b>273.530</b>	<b>3.901.535</b>

Igen er opgørelsen forbundet med store usikkerheder. Der er i denne opgørelse ikke taget højde for potentielle rentable energibesparelser, som bør gennemføres i forbindelse med eller forud for etableringen af en varmepumpe.

Det gennemsnitlige hus med oliefyr er stort og med et højt energiforbrug

Det gennemsnitlige hus, som fremkommer via analyserne fra SEEB-databasen, er 160 m<sup>2</sup>, bruger 195 kWh/m<sup>2</sup>/år i brutto opvarmningsforbrug og anvender 5% brænde.

## 8 Beregning af det privatøkonomiske potentiale

Det privatøkonomiske potentiale er beregnet for at kunne vurdere, i hvor høj en andel af de potentielle helårsboliger det vurderes at være privatøkonomisk rentabelt at udskifte oliefyret med en varmepumpe. Herunder er det også vurderet, i hvor høj grad og i hvilket omfang der skal gennemføres forbedringer i de aktuelle helårshuse med oliefyr, før en konvertering til varmepumper bør gennemføres.

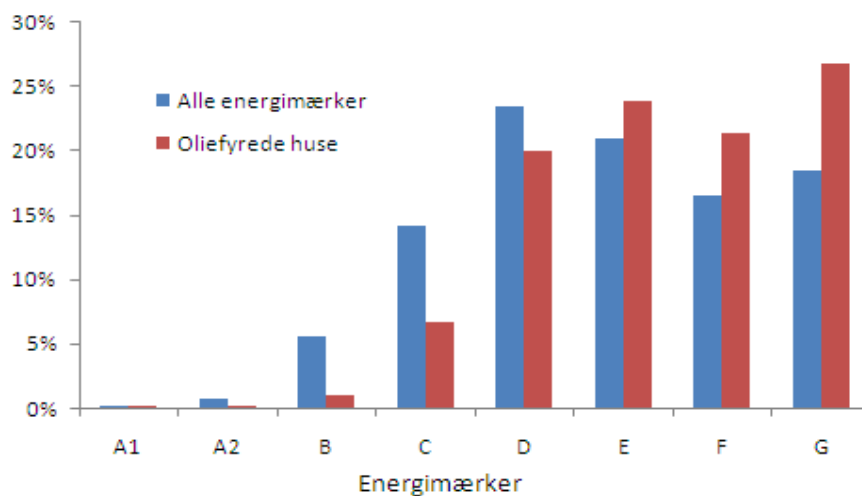
### 8.1 Omfanget og indholdet af nødvendige forbedringer i oliefyrede boliger

Følgende antagelser omkring den beslutningsproces, som en boligejer bør lægge til grund for en investering i en varmepumpe, er anvendt i analysen:

- En boligejer bør først gennemføre rentable energibesparelser for herved at undgå at installere et anlæg som efterfølgende bliver overdimensioneret.
- Derefter gennemføres en eventuel reovering af varmfordelingssystemet, således at fremløbs-/returtemperaturen kommer ned på 45/35 °C

#### 8.1.1 Rentable energibesparelsesforslag

SEEB-databasens energimærker er kortlagt i forhold til energimærket, der fortæller noget om husenes generelle energimæssige tilstand.



Figur 8.1 Fordelingen af energimærker på henholdsvis alle energimærker og energimærker for oliefyrede huse (SEEB-data)

Ovenstående figur illustrerer endnu engang, at de oliefyrede huse generelt er i en dårligere energimæssig tilstand, hvilket illustreres af en højere andel af huse med henholdsvis E, F og G mærker.

Via SEEB-databasen er udtrukket de specifikke forslag til energiforbedring for de olieopvarmede bygninger. Forslagene er kategoriseret efter rentabilitet betegnet med et A eller B<sup>16</sup>. Nedenfor ses nogle oversigtstabeller for de energibesparende forslag i energimærkerne:

Tabel 8.1 Antal forslag i alle energimærker for oliefyrede huse fordelt på byggeår (19.210 mærker)

Opførelsesperiode	Rentabilitet A	Rentabilitet B	Total
0 - 1930	29.945	16.770	46.715
1931 - 1950	10.973	5.501	16.474
1951 - 1960	7.945	4.250	12.195
1961 - 1972	9.768	7.286	17.054
1973 - 1978	3.019	2.876	5.895
1979 - 1998	1.164	1.580	2.744
1999 - 2011	210	299	509
<b>Total</b>	<b>63.024</b>	<b>38.562</b>	<b>101.586</b>

<sup>16</sup> Type A er rentable forslag med en rentabilitet større end 1,33 (værdi af årlig besparelse (kr.) \* Skønnet levetid (år) / Skønnet investering (kr.)). Type B er forslag, som kun er rentable i forbindelse med, at bygningen af anden grund skal renoveres.

Det ses, at der i gennemsnit er ca. 5 forslag pr. hus, hvoraf de 3 forslag er vurderet rentable. I tabellen nedenfor er forslagene listet på type:

*Tablet 8.2 Antal forslag i energimærkerne fordelt på energibesparende forslag efter type - (19.210 mærker for oliefyrede huse)*

	Rentabilitet A	Rentabilitet B	Total
Kældre og fundamenter	368	280	648
Terrændæk og etageadskillelser	6.955	4.597	11.552
Ydervægge	10.002	4.204	14.206
Lofter	14.713	7.387	22.100
Vinduer	6.336	15.341	21.677
Udskiftning af kedel eller varmekonvertering	11.186	918	12.104
Ventilation m. varmegenvinding og tætning	256	237	493
Varmefordeling	10.673	2.797	13.470
Solvarme	1.352	1.979	3.331
Varmepumper	1.063	95	1.258
Solceller	120	627	747
<b>Total</b>	<b>63.024</b>	<b>38.562</b>	<b>101.586</b>

De fleste besparelsesforslag findes inden for kategorierne: terrændæk og etageadskillelser, ydervægge, lofter, vinduer, udskiftning af kedel eller varmekonvertering samt varmfordeling. Der er i gennemsnit 5 forslag pr. bolig, hvoraf 3 er rentable.

Som det ses, har hele 60% af mærkerne rentable forslag omkring udskiftning af kedel eller varmekonvertering, hvilket tyder på, at det generelt er nogle gamle oliekedler, der er i mindst halvdelen af boligerne, og/eller at der er adgang til billigere kollektiv forsyning som eksempelvis fjernvarme. Man må således gå ud fra, at en væsentlig del af de oliefyrede boliger står for at skulle udskifte kedelen inden for overskuelig fremtid. Endelig er det værd at bemærke, at energikonsulenten kun i ca. 5,5% af boligerne vurderer, at en varmepumpe er rentabel.

I de efterfølgende analyser er benyttet energimærker, hvor rentable forslag til henholdsvis, udskiftning af kedel eller varmekonvertering samt varmfordeling fjernet fra datagrundlaget, idet målet er at beregne, hvor store rentable besparelser der bør gennemføres før en eventuel installation af en varmepumpe.

I nedenstående tabel er det gennemsnitlige investeringsomfang for forskellige typer af energimærkede oliefyrede huse vist:

*Tabel 8.3 Gennemsnitligt omfang af rentable investeringer (forslag A) oplyst i energimærkerne (kr./bolig) - forbedringsforslag i relation til kedeludskiftning samt varmfordelingsanlæg er ikke inkluderet i beregningerne (19.210 mærker)*

Opførelsesperiode	Huse med energimærke C	Huse med energimærke D	Huse med energimærke E	Huse med energimærke F	Huse med energimærke G
0 - 1930	23.184	49.07	80.792	117.885	203.004
1931 - 1950	36.802	47.644	81.211	95.579	160.329
1951 - 1960	16.265	60.393	80.204	88.806	152.223
1961 - 1972	27.287	42.364	64.451	94.295	142.348
1973 - 1978	21.422	37.921	57.409	75.846	94.467
1979 - 1998	18.158	23.857	45.366	82.509	120.999
1999 - 2011	11.684	33.517	-	48.834	115.014

Der er ikke udtrukket gennemsnitlige investeringer for bygninger med energimærkning A1, A2 og B, idet der er relativt få mærker, og disse i denne sammenhæng anses for uinteressante.

Der er et stort potentiale for rentable energibesparelser

Det ses tydeligt, at de ældste huse som forventet indeholder flest rentable besparelsemuligheder, og at investeringspotentialet generelt er forholdsvis højt, selv i de forholdsvis nye oliefyrede huse.

### 8.1.2 Behovet for forbedringer - varmfordelingssystemet

Som nævnt i kapitel 5 sætter installation af et varmepumpeanlæg krav til varmfordelingsanlægget i huset. Varmepumper bør således ikke tilsluttes 1-strengs radiatoranlæg (uden ombygning), og endvidere forudsætter en varmepumpe en tilpasset fremløbstemperatur/dimensionerende temperatursæt på 45/35 °C. Alternativt vil anlæggets rentabilitet blive påvirket negativt. Når fremløbs-/returtemperaturerne er højere end ovenfor, skal der foretages ændringer i enten bygningsisolering eller varmeafgiverne eller begge dele. En bygningsisolering/forbedring af klimaskærm medfører direkte, at temperatursættet kan justeres, hvis arealet af varmefladerne holdes konstant.

I analysen af SEEB-data er anvendt en række antagelser. For olieopvarmede enfamiliehuse antages det, at man har dimensioneret til temperatursættet (fremløbs- og returtemperatur) 90/70 °C før 1990. Som regel blev der sat større radiatorer op end nødvendigt, og derfor forudsættes det, at temperatursættet på bygningernes opførelsestidspunkt er 80/60 °C. Efter 1995 forudsættes det, at varmeanlægget er dimensioneret efter temperatursættet 70/40 °C. Årsagen er, at der i Bygningsreglement 1995 og Småhusreglementet 1998 er et regelsæt om, at hvis der er mulighed for senere tilslutning til fjernvarme, bør anlægget dimensioneres for 70 °C /40 °C. Denne praksis antages også at have været kutyme i branchen efter 1995, også i tilfælde, hvor anlægget ikke umiddelbart er

beregnet til fjernvarmetilslutning. Imellem de to årstal kan der forventes en glidende overgang. Det er valgt, som en form for gennemsnit, at skiftet sker i 1993.

Selve beregningen af behovet for og det investeringsmæssige omfang af forbedringer af varmfordelingssystemet er gennemført i forhold til SEEB-datasættet efter metoden, som er illustreret i 9.2 Bilag A. Beregningerne er efterfølgende opskaleret på BBR-niveau via en simulering af cases.

Følgende beregningsmæssige trin er gennemført på SEEB-datasættet:

- Det antages, at varmeafgiversystemet ved olieopvarmning har et bestemt temperatursæt, der er afhængigt af opførelsesåret. Hvis der er sket en udskiftning af radiatorerne, er dette antaget sket ved at benytte samme radiatorstørrelse som oprindeligt. Mange bygninger er energimæssigt forbedret efter opførelsen. For at finde ud af, om varmetabet er væsentligt formindsket efter opførelsestidspunktet, er opvarmningsbehovet oplyst via energimærkerne blevet sammenlignet med det tilsvarende opvarmningsbehov på opførelsestidspunktet bestemt på grundlag af standard tabelværdier<sup>17</sup>.
- I de tilfælde, hvor der i energimærket forslås rentable energibesparende foranstaltninger, er effekten af disse fratrukket opvarmningsbehovet.
- Hvis varmebehovet (inklusive effekten af rentable energibesparelser) har vist sig at være væsentligt mindre end det opførelsestidspunktsbestemte standardforbrug, er de reducerede radiatortemperaturer bestemt. Herefter er det vurderet, om disse "nye" temperaturer er velegnede til opvarmning med en varmepumpe.
- I de tilfælde, hvor radiatortemperaturerne efter rentable besparelser ikke er anvendelige til at installere en varmepumpe, er behovet for ændringer i størrelsen af radiatorerne beregnet, og omkostningen herefter prissat.

Analysen af energimærkerne og bygningernes behov for ændringer af varmfordelingssystem viser følgende fordeling af datasættet:

---

<sup>17</sup> Typiske nettovarmeforbrug. Varmeståbi, 5. udgave, 2009.

*Tabel 8.4      Oversigt over behovet for renovering af varmefordelingssystem (baseret på 4.469 energimærke)*

Hustyper	Antal bygninger
Huse, hvor varmefordelingssystemet er direkte anvendeligt til installation af en varmepumpe	3.004
Huse, som først efter gennemførelse af rentable forbedringer har et varmefordelingssystem/temperatursæt, som er anvendeligt til varmepumper	375
Huse, som også efter gennemførelse af eventuelle rentable energibesparelser har behov for ændringer i varmefordelingssystem før installation af en varmepumpe	1.090
<b>Total</b>	<b>4.469</b>

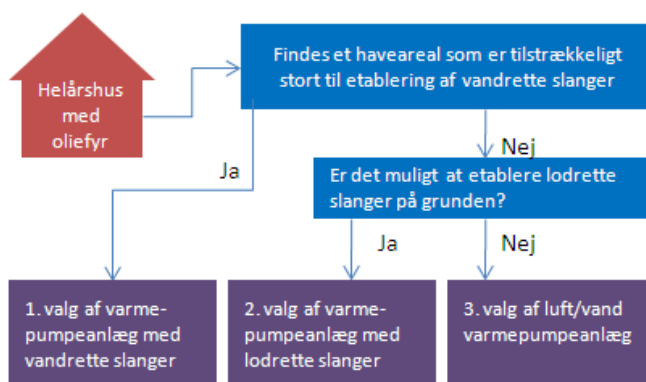
Som det ses, vurderes det, at en stor del af bygningerne har et varmefordelingssystem/temperatursæt, som er anvendeligt i forhold til varmepumper. Man kan imidlertid godt stille spørgsmålstegn ved, om ikke behovet for radiatorrenovering er en smule undervurderet som konsekvens af den anvendte metode. Der er brugt antagelser omkring huses varmeforsyningssystemer, som refererer dimensioneringspraksis for varmesystemer fra i dag og helt tilbage til 1900-tallet. Antagelserne omkring husenes oprindelige varmefordelingssystem vurderes at være behæftet med en stor usikkerhed, men det er samtidig svært at gennemføre en mere præcis beregning. Et potentielt problem er, at man i de ældre huse typisk ikke har haft installeret vandbårne opvarmningssystemer fra begyndelsen og/eller kun delvist har haft huset opvarmet via radiatorer. Der ses tilfælde hvor der er enkelte rum i bygningerne med for små radiatorer. Mange af husene må forventes af have undergået løbende renovering af varmefordelingssystemet i løbet af husets levetid.

Der er i analysen således nok en tendens til, at radiatoroverfladen er overvurderet, hvorfor antallet af huse, som har behov for renovering af varmefordelingssystemets, kan være undervurderet.

## **8.2      Fordeling af boliger i forhold til varmepumpetyper**

Den afgørende faktor for valg af varmepumpetype antages i denne analyse at være det ledige grundareal og hermed mulighederne for at placere jordslanger på grunden. I dette projekt ses kun på henholdsvis væske/vand og luft/vand varmepumpe, idet der er tale om varmepumper til eksisterende helårshuse med oliefyr, hvor der findes et eksisterende vandbaseret varmeforsyningsanlæg.

Prioriteringen i forhold til valg af varmepumpe i en sådan situation er i denne analyse forudsat at være følgende:



Figur 8.2 Illustration af prioritering i forhold til varmepumpetype

Begrundelsen for prioriteringen, som er brugt til opdeling af teknisk potentialer, er:

- 1 Varmepumper med væske/vand har første prioritet, idet disse har den bedste effektivitet/virkningsgrad, ligesom vandrette slanger er billigst og en mere kendt teknologi end lodrette borer. Der vil være særlige forhold omkring rækkehuse og begrænsning i ledigt grundareal, hvor flere rækkehuse antages at konvertere. Antallet af rækkehuse er dog begrænset, hvorfor der ikke korrigeres for dette.
- 2 Som anden prioritet er valgt varmepumper med lodrette borer, idet der opnås en stor effektivitet og sandsynligvis sammenlignelige priser. Ulemper er, at der er færre erfaringer med denne type jordslanger, og at der er begrænsninger med anvendelsen af hensyn til grundvandet.
- 3 Den tredje kategori er luft/vand varmepumper, som generelt har en lavere effektivitet end de ovenstående varmepumper. Antallet af disse antages at udgøres af differencen mellem det samlede potentiale og summen af potentialet for væske/vand varmepumper. Det skal dog nævnes, at det er en lidt optimistisk antagelse, idet der vil være nogle æstetiske og praktiske forhold, som gør etablering af varmepumper umulig i et mindre antal boliger.

Antagelsen om, at væske/vand varmepumper altid vil være første prioritet og lodrette borer anden prioritet er forsimplet og ikke helt i tråd med markedsudviklingen. I praksis er der således flere boligejere, som fravælger jordslange-løsningen trods et ledigt grundareal på grund af den relativt store investering til jordvarme, hensynet til haven, dårlige adgangsforhold eller særlige jordbundsforhold. Samtidig er det også kun et meget begrænset antal, som vælger lodrette jordslanger. Særligt for små huse, f.eks. under 100 m<sup>2</sup>, vil startomkostningerne i forbindelse med væske/vand løsninger nok ofte vurderes at være for høje. Her skal det dog nævnes, at 8% af det opvarmede areal findes i denne kategori af oliefyrede huse.

Når det alligevel er valgt at gennemføre analysen på baggrund af denne prioriteringsrækkefølge, skyldes det, at den umiddelbart vurderes at være den mest hensigtsmæssige ud fra et energiøkonomisk synspunkt. Herudover ses en ud-

vikling i nabolande, eksempelvis Sverige og Tyskland, hvor lodrette borer generelt har en voksende og væsentlig markedsandel, hvilket må forventes at få en afsmittende virkning i Danmark.

I nedenstående tabel ses resultatet af beregninger, hvor den anvendte prioriteringsrække er kørt igennem for hele BBR sættet på basis af ledigt grundareal og energibehov:

*Tabel 8.5      Oversigt over fordelingen af boliger i forhold til varmepumpeeg-nethed (baseret på 205.073 BBR-enheder)*

	Antal bygninger
Antal boliger, hvor varmepumper med væske/vand og vandrette slanger er første prioritet	160.070
Antal boliger, hvor varmepumper med væske/vand og lodrette slanger er første prioritet	26.434
Antal boliger, hvor varmepumper med luft/vand er første prioritet	18.569
<b>Total</b>	<b>205.073</b>

Som forventet er andelen, hvor varmepumper med vandrette jordslanger er første prioritet, langt den største med næsten 80%. Dette var forventet, idet det beregnede ledige grundareal er relativt stort for langt de fleste boliger.

### 8.3 Anvendte privatøkonomiske forudsætninger

Der er i analysen blevet beregnet privatøkonomi for hver enkelt BBR-sæt som beskrevet i 4.4. Forudsætninger, som er anvendt i forhold til varmepumpeinvesteringen, er beskrevet i kapitel 5. De anvendte energipriser er sat til:

- Oliepris er efter oplysninger fra OK sat til 10,7 kr. pr. liter inkl. moms svarende til 1,07 kr. pr. kWh inkl. moms
- Elprisen til varmepumpebrug er sat til 1,9 kr. pr. kWh inkl. moms, idet der tages højde for, at man for den del af forbruget, der er over 4.000 kWh, får nedsættelse af elafgiften.
- Prisen på opvarmning med brænde antages at være 0,5 kr. inkl. moms/kWh.

Den grundlæggende præmis i den privatøkonomiske analyse har været at beregne de investeringer, der er nødvendige i en given bolig i forbindelse med installation af en varmepumpe, og herefter vurdere, om der er en fornuftig tilbagebetalingstid samt en realistisk finansieringsmulighed sammenlignet med fortsat drift af eksisterende oliefyr. I den sammenhæng er følgende forudsætninger benyttet i forhold til de privatøkonomiske beregninger:

- Den **simple tilbagebetalingstid** er brugt som en målestok for, hvornår investeringen opfattes som værende rentabel i en privatøkonomisk henseende. I denne analyse er brugt 10 år som maksimum grænse. I virkelighedens verden vil det være meget individuelt, hvilken tilbagebetalingstid husejerne anser for værende nødvendig. I og med at det er den simple tilbagebetalingstid, som er anvendt, er der ikke regnet egentlig brugerøkonomi, herunder f.eks. ikke effekten af eventuelle finansieringsomkostninger/rente, betydningen af den tidsmæssige dimension, nutidsværdi, mv. Det er klart, at mere detaljerede beregninger af brugerøkonomien, dvs. en sammenligning af de årlige omkostninger forbundet med flere alternative varmeforsyningsløsninger i de enkelte oliefyrede huse, ville nuancere resultatet væsentligt. Imidlertid har det ikke inden for rammerne af nærværende projekt været muligt at gennemføre en sådan beregning.
- En anden væsentlig antagelse er, at der findes en **øvre grænse for, hvor meget en investering i et varmeforsyningsanlæg må udgøre af ejendomsværdien**, dels fordi realkreditinstitutter vil anlægge denne betragtning, og dels fordi boligejerne skal have en vis sikkerhed for at kunne sælge huset uden for store tab. I analysen er det antaget, at den samlede investering maksimalt må udgøre 20% af ejendomsværdien (beregnet af SKAT).

#### 8.4 Beskrivelse af det privatøkonomiske potentiale

De gennemførte privatøkonomiske beregninger har gjort det muligt at dele det teknisk relevante potentiale op på følgende kategorier, jf. formålet med analysen, herunder at estimere:

- det nuværende antal af helårshuse, hvor der findes et umiddelbart potentiale for erstatning af oliefyr med henholdsvis væske/vand og luft/vand varmepumper med en rimelig effektivitet til opvarmning af helårshuse.
- Det nuværende antal af helårshuse, hvor der kræves forudgående arbejde (efterisolering, renovering af varmefordelingsanlæg) i forbindelse med installation af væske/vand eller luft-vand varmepumper.
- Det nuværende antal af olieopvarmede huse, hvor erstatning af oliefyr med henholdsvis væske/vand og luft-vand varmepumper er uaktuel af forskellige årsager.

Tabel 8.6 *Betydningen af de privatøkonomiske antagelser i forhold til potentialet - antal boliger*

	Stuehus	Parcelhus	Rækkehus	Total
Brutto	64.105	136.047	4.921	<b>205.073</b>
Ejendomsværdien høj nok?	49.658	75.288	3.045	<b>127.991</b>
Tilbagebetalingstiden kort nok?	25.388	27.021	1.115	<b>53.524</b>

Det ses, at potentialet bliver reduceret væsentligt på baggrund af vores privatøkonomiske antagelser, som er foretaget i forhold til hvert datasæt/boligenhed. Kravet til, at investeringen maksimalt må udgøre 20% af ejendomsvurderingen, fjerner indledningsvist 38% af potentialet, mens den maksimale tilbagebetalingstid på 10 år efterfølgende reducerer de tilbageværende boliger med 58%.

I tabellerne nedenfor er det undersøgt, hvordan det teknisk relevante potentiale fordeler sig i forhold til de privatøkonomiske parametre. Man kan dog ikke direkte udlede resultatet fra Tabel 8.6 af nedenstående tabeller, da disse er udtrukket særskilt på basis af det tekniske potentiale;

*Tabel 8.7 Fordelingen i forhold til investeringsomfang versus ejendomsværdi - antal boliger*

	1. Region Hovedstaden	2. Region Sjælland	3. Region Syddanmark	4. Region Midtjylland	5. Region Nordjylland	Total
Investering udgør 0-10% af ejendomsværdi	12.340	17.041	13.835	17.390	8.011	<b>68.617</b>
Investering udgør 10-20% af ejendomsværdi	7.154	16.175	13.814	15.438	7.309	<b>59.890</b>
Investering udgør 20-30% af ejendomsværdi	2.261	8.469	9.125	8.858	5.395	<b>34.108</b>
Investering udgør 30-40% af ejendomsværdi	870	3.967	5.202	4.724	3.642	<b>18.405</b>
Investering udgør 40%-af ejendomsværdi	844	3.785	6.974	5.934	6.476	<b>24.013</b>
<b>Total</b>	<b>23.469</b>	<b>49.437</b>	<b>48.950</b>	<b>52.344</b>	<b>30.833</b>	<b>205.033*</b>

*\*Bemærk, at tallet differentierer en smule fra de 205.073, hvilket skyldes, at der foretages simuleringer i beregningerne*

I forhold til varmepumpeinvesteringen i relation til ejendomsværdien ses det, at varmepumper som forventet klarer sig bedre i regioner, hvor huspriserne er relativt høje. Varmepumpepotentialet begrænses altså væsentligt i regioner, hvor ejendomsvurderingerne ligger lavt, som eksempelvis Nordjylland, hvor det for 50% af husene gælder, at boligens værdi ikke matcher den relativt store investering, som en varmepumpe inklusive forberedende arbejder udgør.

*Tabel 8.8 Fordelingen af tilbagebetalingstider - det teknisk relevante potentiale - antal boliger*

	Væske/vand varmepumpe m. vandrette boringer	Væske/vand varmepumpe m. lodrette boringer	Luft/vand varmepumpe	<b>Total</b>
0-2 år	815	0	233	<b>1.048</b>
2-4 år	13.171	130	1.160	<b>14.461</b>
4-6 år	20.070	951	1.435	<b>22.456</b>
6-8 år	18.115	1.942	1.253	<b>21.310</b>
8-10 år	14.491	2.290	1.048	<b>17.829</b>
10-15 år	24.048	5.002	1.641	<b>30.691</b>
15-20 år	13.628	3.149	910	<b>17.687</b>
20- år	56.026	12.656	10.909	<b>79.591</b>
<b>Total</b>	<b>160.364</b>	<b>26.120</b>	<b>18.589</b>	<b>205.073</b>

Som det ses, er der generelt en stor gruppe af bygninger - næsten 50% - som har en tilbagebetalingstid på over 15 år. Selv med de usikkerheder, der er i forhold til beregningerne, tyder alt på, at det på nuværende tidspunkt for en stor andel af boligerne vil være svært at forestille sig en varmepumpeinvestering ud fra et rent privatøkonomisk synspunkt.

### 8.4.1 Investeringsomfang

Det privatøkonomiske potentiale på de 53.524 boliger udgøres af boliger, som i gennemsnit har følgende investeringsprofil:

Tabel 8.9 Privatøkonomisk potentiale - gennemsnitsbetragtninger for udvalgte nøgletal (kr. inkl. moms)

	Antal varmepumper	Andel med anden varmekilde	Investering i klimaskærm (kr. inkl. moms)	Investering i radiatorer (kr. inkl. moms)	Investering i varmepumpe (kr. inkl. moms)	Investering i slanger (kr. inkl. moms)	Investering i alt (kr. inkl. moms)	Årlige besparelse* (kr. inkl. moms/år)	Tilbagebetalingstid**
Væske/vand varmepumpe med vandrette slanger	48.694	28%	45.995	6.441	126.622	27.201	206.260	37.933	5,80
Væske/vand varmepumpe med lodrette slanger	1.680	26%	25.120	6.982	120.285	100.929	253.316	35.918	7,22
Luft/vand varmepumpe	3.164	27%	27.189	8.892	107.064	0	143.145	29.454	5,40
<b>Vægtet gennemsnit for det privatøkonomiske potentiale</b>	<b>53.538</b>	<b>28%</b>	<b>44.229</b>	<b>6.603</b>	<b>125.268</b>	<b>27.907</b>	<b>204.007</b>	<b>37.358</b>	<b>5,81</b>

\*Beregningsen er foretaget via en selvstændig data simulering og har ikke en direkte sammenhæng til de andre tal i tabellen, men niveauet er korrekt.

\*\* Her er det nuværende håndværkerfradrag omregnet til en værdi af 10.000 kr. pr. husstand medregnet.

Det ses, at investeringen i varmepumpen udgør den største andel af den samlede investering, som i gennemsnit er på 204.007 kr. inkl. moms. I gennemsnit udgør varmepumpen 61% af investeringen, klimaskærmsinvestering udgør ca. 20%, slangerne 14%, mens den mindste omkostning er radiatorer, som kun udgør 3%. Som tidligere nævnt kan den anvendte metode godt have undervurderet udgiften til radiatorer, hvilket det forholdsvis lave beløb også tyder på.

Tabellen illustrerer, at effekten af at have en brændeovn umiddelbart ikke er særligt stor, idet hele 28% i potentialegruppen har en supplerende brændeovn mod 30% i det tekniske potentiale. Umiddelbart må det forventes, at effekten vil være betydelig, hvis vi revurderer brændeovnenes bidrag til opvarmningsbehovet. Dette er ikke undersøgt.

De relativt lave gennemsnitlige tilbagebetalingstider springer i øjnene. Årsagen er de forholdsvis store rentable energibesparelser, som er beregnet i energimærkerne og herunder den lave effektivitet, som oliefyrene vurderes at have, jf. Tabel 7.8 og Tabel 7.9. Erfaringsmæssigt vil gennemsnitlige tilbagebetalingstider på varmepumper i praksis ligge lidt højere.

Det overordnede formål med analysen er at opgøre potentialet i forhold til tre kategorier, som er angivet i nedenstående Tabel 8.10. Vi har valgt at fortolke boliger med et umiddelbart potentiale som værende tilfælde, hvor omfanget af de forberedende investeringer ligger under 10.000 kr. inkl. moms.

I kap. 0 blev det eftervist, hvordan der er stor usikkerhed omkring det samlede antal af oliefyr. Derfor er det også vurderet, hvordan en eventuel reduktion i det overordnede antal af oliefyr påvirker potentialet.

Tabel 8.10 Opdelingen af oliefyrede boliger på forskellige kategorier - antal boliger

	Stuehus	Parcelhus	Rækkehus	Total - reference scenarie	Total ved 10% færre oliefyr	Total ved 20% færre oliefyr
Antal boliger med et umiddelbart privatøkonomisk potentiale (dvs. den beregnede investering i klimaskærm/varmefordelingssystem er under 10.000 kr. inkl. moms)	8.618	8.911	424	<b>17.953</b>	16.158	14.362
Antal boliger, hvor der skal gennemføres forberedende investeringer i forbindelse med en varmepumpeinvestering	16.558	17.988	704	<b>35.250</b>	31.725	28.200
Antal boliger, som har adgang til kollektiv forsyning og derfor ikke vurderes at udgøre et privatøkonomisk potentiale	1.825	47.608	3.525	<b>52.958</b>	47.662	42.366
Antal boliger, hvor der ikke vurderes at være et privatøkonomisk potentiale (ved max. 10 års tilbagebetalingstid, mv.)	38.929	109.148	3.793	151.870	136.683	121.496
Total antal oliefyr	65.930	183.655	8.446	258.031	232.228	206.425

Som det ses, er det beregnet, at det i 75% - og hermed langt størstedelen af husene - ikke er privatøkonomisk rentabelt at konvertere til en varmepumpe. I 25% af husene med oliefyr (og uden adgang til kollektiv forsyning) vurderes det at være privatøkonomisk rentabelt at konvertere til en varmepumpe. Ud af dem er det ca. 1/3, hvor det ikke kræver væsentlige forberedende investeringer, mens det for 2/3 kræver forberedende investeringer over 10.000 kr.

Nødvendigheden af de forberedende investeringer, som er beregnet i analysen, og om de skal gennemføres, kan naturligvis diskuteres. Det er her antaget, at alle rentable energibesparelser, som optræder i de oliefyrede huse, gennemføres. De rentable energibesparende tiltag udgør langt den største del af de forberedende investeringer, og i Tabel 8.4 ses det, at "kun" 30% af husene forudsætter nødvendige ændringer af varmefordelingssystemet/radiatorer.

### 8.4.2 Opdeling på hustype og geografi

Det privatøkonomiske potentiale på 53.524 boliger er i efterfølgende afsnit beskrevet i forhold til en række karakteristika.

Tabel 8.11 Privatøkonomisk potentiale fordelt på anvendelseskode og pumpetype

	Stuehus	Parcelhus	Rækkehus	Total
Væske/vand varmepumper m. vandrette slanger	25.374	23.071	388	<b>48.833</b>
Væske/vand varmepumper m. lodrette slanger	1	1.540	42	<b>1.583</b>
Luft/vand varmepumper	13	2.410	685	<b>3.108</b>
<b>Total</b>	<b>25.388</b>	<b>27.021</b>	<b>1.115</b>	<b>53.524</b>

Det ses, at det privatøkonomiske potentiale hovedsageligt udgøres af væske/vand varmepumper med vandrette slanger i henholdsvis parcel og stuehuse. Særligt bemærkelsesværdigt er det, at varmepumper i stuehus ser ud til at klare sig bedst, idet varmepumper er rentable i 40% af populationen, hvorimod tallet kun er 20% for parcelhusene. Forklaringen er, at besparelsen på energiregningen har en relativt større betydning i store huse med højt energiforbrug.

Opdeles potentialet på regioner fås følgende fordeling:

Tabel 8.12 Privatøkonomisk potentiale antal opgjort fordelt på varmepumpetype og geografi

	Væske/vand varmepumpe m. vandrette borer	Væske/vand varmepumpe m. lodrette borer	Luft/vand varmepumpe
1. Region Hovedstaden	5.134	822	1.068
2. Region Sjælland	12.183	486	919
3. Region Syddanmark	11.520	101	445
4. Region Midtjylland	13.238	145	554
5. Region Nordjylland	6.752	27	120
<b>Total</b>	<b>48.827</b>	<b>1.581</b>	<b>3.106</b>

Den regionale fordeling er som tidligere nævnt påvirket af niveauet af ejendomsværdierne. Dog ses det, at effekten ikke er så afgørende i forhold til det beregnede potentiale, hvor 30% af boligerne i det teknisk relevante potentiale i Region Hovedstaden er medtaget i det privatøkonomiske potentiale, mens tallet for Nordjylland er 22%.

*Tabel 8.13 Privatøkonomisk potentiale - antallet af boliger med oliefyr fordelt på varmepumpetype og størrelse af hus*

	Væske/vand varmepumpe m. vandrette borer	Væske/vand varmepumpe m. lodrette borer	Luft/vand varmepumpe	Andel potentiale ud af samlet population
0-80 m <sup>2</sup>	1,134	33	228	2%
81-100 m <sup>2</sup>	2,848	140	601	21%
101-120 m <sup>2</sup>	5,063	363	844	53%
121-140 m <sup>2</sup>	6,417	552	760	27%
141-160 m <sup>2</sup>	7,024	193	333	27%
161-180 m <sup>2</sup>	6,373	130	165	16%
181 - m <sup>2</sup>	19,504	200	298	95%
<b>Total</b>	<b>48,363</b>	<b>1,611</b>	<b>3,229</b>	

Ovenstående bekræfter, at det er i de store huse, at potentialet er størst - hele 95% af husene over 181 m<sup>2</sup> tilhører således gruppen med det privatøkonomiske potentiale. I mellemkategorien af huse 81 til 180 m<sup>2</sup> er potentialet jævnt fordelt, mens der er et ubetydeligt potentiale i husene under 80 m<sup>2</sup>.

*Tabel 8.14 Privatøkonomiske potentiale - beregnet antal af boliger med oliefyr fordelt på varmepumpetype og bebyggelsesår*

	Væske/vand varmepumpe m. vandrette borer	Væske/vand varmepumpe m. lodrette borer	Luft/vand varmepumpe
0 - 1930	14.516	254	830
1931 - 1950	4.254	268	372
1951 - 1960	2.138	34	134
1961 - 1972	5.144	582	762
1973 - 1978	5.804	180	379
1979 - 1998	8.088	116	402
1999 - 2011	8.889	149	229
<b>Total</b>	<b>48.833</b>	<b>1.583</b>	<b>3.108</b>

Ovenstående tabel viser ved sammenligning med opgørelser fra kap. 7, at alderen af huset ikke har den afgørende betydning for potentialet for huse bygget før 1999. Her er der nogenlunde et konstant forhold mellem det teknisk relevante og privatøkonomiske potentiale - ca. 25%. Men for nyere huse gælder det, at potentialet er langt højere - hele 44% af de nyere huse har potentiale for

varmepumpe. Forklaringen skal nok findes i, at investeringen er relativt mindre i de nyere huse, som generelt er i en bedre stand og således ikke kræver investeringer i klimaskærm, radiatorer, mv.

## 8.5 Opvarmningsbehov

Opvarmningsbehovet for det privatøkonomiske potentiale er beregnet ud fra de enkelte boliger, dels i før-situationen og dels i situationen efter at boligerne er energirenoveret.

*Tabel 8.15 Opvarmningsbehovet i det beregnede privatøkonomiske potentiale - beregnet i udgangssituationen samt efter gennemførelse af energiforbedrende tiltag fordelt på hustype*

	Antal	Brutto energibehov i baseline scenariet (MWh)	Netto energibehov efter gennemførelse af rentable energibesparelser (MWh)
Stuehuse	25.388	1.501.738	767.761
Parcelhuse	27.021	1.068.122	544.358
Rækkehuse	1.115	70.533	36.989
<b>Total</b>	<b>53.524</b>	<b>2.640.393</b>	<b>1.349.108</b>

## 8.6 CO<sub>2</sub> -effekt

På baggrund af det opgjorte netto- og bruttoopvarmningsforbrug kan det tekniske energibesparelspotentiale beregnes. Dette fremkommer ved en konvertering af de olieopvarmede helårshuse fra oliefyr til varmepumper, hvor der er regnes med en 100% dækning af opvarmningsforbruget med varmepumper (COP=3,3), og samtidig tages højde for, at en del af opvarmningen er baseret på brænde. Nedenstående tabel opgør CO<sub>2</sub>-reduktionen både i forhold til det teknisk relevante og privatøkonomiske potentiale.

Tabel 8.16 *Beregnet CO<sub>2</sub>-effekt for henholdsvis teknisk relevant og privatøkonomisk potentiale*

	Energiforbrug (MWh)	Olieforbrug (MWh)	Brænde- forbrug (MWh)	Elforbrug til opvarmning (MWh)	CO <sub>2</sub> emission* (kg)
<b>Teknisk relevant potentiale</b>					
Baseline	6.378.491	6.091.459	287.032	-	1.622.765
Konverteret til 100% varmepumpe eksklusive effekt af rentable energiforbedringer	3.901.535	0	-	1.182.283	503.653
<b>CO<sub>2</sub>-reduktion</b>	<b>1.119.112</b>				
<b>Privatøkonomisk potentiale</b>					
Baseline	2.640.393	2.529.496	110.897	-	673.858
Konverteret til 100% varmepumpe inklusive effekt af rentable energiforbedringer	1.349.108	0	-	408.821	174.158
<b>CO<sub>2</sub>-reduktion</b>	<b>499.700</b>				

*\*Der er regnet med en emissionsfaktor på 426 g/kWh (energinet.dk) for el og olie 266,4 g/kWh (Energistyrelsens samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger, 2011)*

Det ses, at konvertering af oliefyrede huse til varmepumper medfører en CO<sub>2</sub>-gevinst, og for det privatøkonomiske potentiale gælder det, at CO<sub>2</sub>-reduktionen er på ca. 500.000 tons/år.

## 9 Vurdering af resultaternes robusthed

Beregninger i foregående kapitler baserer sig på en række forhold og antagelser, som kan diskuteres, og der er en række usikkerheder forbundet med analysens resultat. Derfor er der gennemført en række følsomhedsvurderinger, hvor de væsentlige parametre ændres i forhold til referencen.

### 9.1 Følsomhedsbetragtninger

#### 9.1.1 Ændret tilbagebetalingstid

En væsentlig parameter i de privatøkonomiske beregninger er den simple tilbagebetalingstid, som i referencen er sat til maksimum 10 år. Beregningerne tager ikke højde for finansieringsudgifter i forbindelse med varmepumpeinvesteringen. En eventuel renteudgift vil alt andet lige belaste økonomien i en varmepumpeinvestering relativt mere end fortsat drift med oliefyr eller nyt oliefyr. Derfor vurderes det, at maksimum-grænsen for den simple tilbagebetalingstid nok er sat i den høje ende.

I nedenstående tabel ses effekten af en ændret grænse for tilbagebetalingstiden:

Tabel 9.1 Følsomhed i forhold til max. grænse for tilbagebetalingstid

	Grænse max. 5 år			Reference: Grænse max. 10 år			Grænse max. 15 år		
	Antal	FØR OLIE-brutto energi-forbrug (MWh)	EFTER VP-netto energi-forbrug (MWh)	Antal	FØR OLIE-brutto energi-forbrug (MWh)	EFTER VP-netto energi-forbrug (MWh)	Antal	FØR OLIE-brutto energi-forbrug (MWh)	EFTER VP-netto energi-forbrug (MWh)
Stuehuse	11,057	751,812	307,317	25,388	1,501,738	767,761	31,674	1,772,031	992,277
Parcelhuse	9,601	461,164	186,839	27,021	1,068,122	544,358	38,416	1,345,824	771,071
Rækkehuse	724	50,899	21,367	1,115	70,533	36,989	1,329	80,104	45,345
<b>Total</b>	<b>21,382</b>	<b>1,263,875</b>	<b>515,524</b>	<b>53,524</b>	<b>2,640,393</b>	<b>1,349,108</b>	<b>71,419</b>	<b>3,197,959</b>	<b>1,808,693</b>
Ændring	40%	48%	38%	100%	100%	100%	133%	121%	134%

Det ses, at potentialet er yderst følsom over for ændret krav til tilbagebetalings-tiden, særligt hvis den ændres til at være lavere end de 10 år. Dette er afgørende i forhold til størrelsen af potentialet og illustrerer, at selve økonomien i en kon-vertering og boligejerens krav til tilbagebetalingstid er kritisk, hvilket også er illustreret i Tabel 8.8.

### 9.1.2 Ændret lånevillighed

Den anden væsentlige parameter i definitionen af privatøkonomisk rentabilitet, som den er defineret i nærværende analyse, er grænsen for, hvor stor en andel investeringen må udgøre af den offentlige ejendomsværdi. I referencen er vær-dien sat til 20%. Først skal det bemærkes, at den offentlige ejendomsværdi i realiteten ikke er et direkte udtryk for ejendommens konkrete salgsværdi. I mange tilfælde vil ejendomsværdien ligge væsentligt under salgsværdien, men der vil også være tilfælde, hvor den offentlige ejendomsværdi er for højt sat, nok særligt i områder med lave salgsværdier.

Der er flere væsentlige aspekter i forhold til finansiering af en varmepumpein-vestering, bl.a. om boligejeren har økonomi til at finansiere lånet, og om et eventuelt realkreditinstitut er villig til at yde lån i eventuel friværdi. Generelt synes der at være forholdsvis gode muligheder for, at en boligejer kan finansie-re et lån over friværdien og derved opnå en lav rente. I 2009 vurderede SBi<sup>18</sup>, at 75% af parcelhusene i gennemsnit havde en friværdi på 100.000 til 200.000 kr. og helt op til 300.000 til 400.000 kr. i Region Hovedstaden. Salgspriserne for parcelhuse har mere eller mindre holdt sig stabile siden 2009, dog med fald i visse områder, hvorfor friværdi-situationen må forventes at være nogenlunde den samme. Det virker således sandsynligt, at de fleste husejere vil kunne fi-nansiere en varmepumpe via friværdien og derved til en forholdsvis lav rente. Dog skal det nævnes at markedet forventer fremtidige fald i huspriser, hvilket vil påvirke negativt boligejerens mulighed for at optage lån i friværdien nega-tivt.

Men det er samtidigt vigtigt, at husets offentlige ejendomsværdi står mål med den investering, som en varmepumpe forudsætter, således at ejeren føler sig sikker på at kunne sælge den ekstra investering uden tab i tilfælde af hussalg. Det er umiddelbart svært at vurdere det realistiske niveau for, hvor høj en andel en varmepumpe må udgøre af en ejendomsværdi, men i områder med lave ejendomspriser/ejendomsværdier er varmepumper inklusive nødvendige for-bedringer en udfordring, og 20% er måske en smule højt. Til gengæld er det værd at bemærke, at salgsværdien normalt ligger omkring 10-20% over den offentlige ejendomsværdi.

Nedenstående tabel viser relevante følsomhedsberegninger:

---

<sup>18</sup> Energibesparelsespotentialet ved energirenovering af parcelhuse finansieret af friværdien, Videnscenter for energibesparelser, 2009.

Tabel 9.2 Følsomhed i forhold til ændrede vurdering af mulig belåningsprocent

	Grænsemaks.10% af ejendomsværdi			Reference:grænsemaks.20% af ejendomsværdi			Grænsemaks.30% af ejendomsværdi		
	Antal	FØR OLIE-bruttoenergiforbrug (MWh)	EFTER VP - nettoenergiforbrug (MWh)	Antal	FØR OLIE-bruttoenergiforbrug (MWh)	EFTER VP-nettoenergiforbrug (MWh)	Antal	FØR OLIE-bruttoenergiforbrug (MWh)	EFTER VP-nettoenergiforbrug (MWh)
Stuehuse	18.116	1.057.600	537.365	25.388	1.501.738	767.761	28.272	1.686.804	866.337
Parcelhuse	10.971	417.553	208.747	27.021	1.068.122	544.358	36.676	1.479.458	763.361
Rækkehuse	734	45.041	23.386	1.115	70.533	36.989	1.319	84.505	4.454
<b>Total</b>	<b>29.821</b>	<b>1.520.195</b>	<b>769.499</b>	<b>53.524</b>	<b>2.640.393</b>	<b>1.349.108</b>	<b>66.267</b>	<b>3.250.767</b>	<b>1.674.238</b>
<b>Ændring</b>	<b>56%</b>	<b>58%</b>	<b>57%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>124%</b>	<b>123%</b>	<b>124%</b>

### 9.1.3 Ændrede energipriser

I analysen er brugt de gældende priser for energi. Imidlertid forventes det, at energipriserne ændrer sig betydeligt i fremtiden. Således regner Energistyrelsen<sup>19</sup> med, at olieprisen i løbet af de nærmeste 5 år vil stige med ca. 17%, mens elprisen i samme periode vurderes at stige med 14%.

Det er altså relevant at vurdere, hvad der sker ved eventuelle prisstigninger eller fald på el og olie.

<sup>19</sup> Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger, Energistyrelsen 2011.

Tabel 9.3 Følsomhed i forhold til ændrede energipriser

	Elpris og oliepris reduceres 10%			Reference Elpris: 1,90 kr./kWh Oliepris: 1,07 kr./kWh			Elpris og oliepris forøges 10%		
	Antal	FØR OLIE-brutto energi-forbrug (MWh)	EFTER VP-netto energi-forbrug (MWh)	Antal	FØR OLIE-brutto energi-forbrug (MWh)	EFTER VP-netto energi-forbrug (MWh)	Antal	FØR OLIE-brutto energi-forbrug (MWh)	EFTER VP-netto energi-forbrug (MWh)
Stuehuse	23.524	1.418.626	704.098	25.388	1.501.738	767.761	26.862	1.564.045	819.533
Parcelhuse	23.959	975.028	483.571	27.021	1.068.122	544.358	29.791	1.141.492	602.679
Rækkehuse	1.118	72.036	36.375	1.115	70.533	36.989	1.258	8.019	43.078
<b>Total</b>	<b>48.601</b>	<b>2.465.690</b>	<b>1.224.045</b>	<b>53.524</b>	<b>2.640.393</b>	<b>1.349.108</b>	<b>57.911</b>	<b>2.785.727</b>	<b>1.465.290</b>
<b>Ændring</b>	<b>91%</b>	<b>93%</b>	<b>91%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>108%</b>	<b>106%</b>	<b>109%</b>

	Elpris og oliepris reduceres 30%			Reference Elpris: 1,90 kr./kWh Oliepris: 1,07 kr./kWh			Elpris og oliepris forøges 30%		
	Antal	FØR OLIE-brutto energi-forbrug (MWh)	EFTER VP-netto energi-forbrug (MWh)	Antal	FØR OLIE-brutto energi-forbrug (MWh)	EFTER VP-netto energi-forbrug (MWh)	Antal	FØR OLIE-brutto energi-forbrug (MWh)	EFTER VP-netto energi-forbrug (MWh)
Stuehuse	18.427	1.166.234	537.474	25.388	1.501.738	767.761	29.547	1.685.518	913.973
Parcelhuse	17.622	76.727	350.633	27.021	1.068.122	544.358	34.104	1.246.542	689.127
Rækkehuse	943	64.402	30.429	1.115	70.533	36.989	1.281	77.915	43.716
<b>Total</b>	<b>36.992</b>	<b>1.997.906</b>	<b>918.537</b>	<b>53.524</b>	<b>2.640.393</b>	<b>1.349.108</b>	<b>64.932</b>	<b>3.009.975</b>	<b>1.646.817</b>
<b>Ændring</b>	<b>69%</b>	<b>76%</b>	<b>68%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>121%</b>	<b>114%</b>	<b>122%</b>

Som det ses, er potentialet følsomt over for ændringer i prisen, dog vil små ændringer ikke påvirke rentabilitet så meget. Årsagen er, at energipriserne forventes at stige i nogenlunde samme takt. Potentialet vil dog påvirkes drastisk, hvis energipriserne udvikler sig i forskellig retning, f.eks. må en stigning på elprisen og et samtidigt fald på olieprisen forventes at have en meget negativ indvirkning på potentialet, hvilket dog ikke er beregnet præcist.

#### 9.1.4 Tilskudsmuligheder/ændrede investeringsomkostninger

Det er væsentligt at se på, hvordan ændrede tilskudsmuligheder vil kunne påvirke det privatøkonomiske potentiale, og herunder hvor store tilskud/eller tilsvarende fald i investeringsomkostningen der skal til for for alvor at påvirke det privatøkonomiske potentiale. I nedenstående tabel er disse forhold vurderet.

Tabel 9.4 Følsomhed i forhold til ændrede tilskudsmuligheder

	0 kr. i tilskud			Reference 10.000 kr. i tilskud via skattefradrag			25.000 kr. i tilskud		
	Antal	FØR OLIE- brutto energi- forbrug (MWh)	EFTER VP- netto energi- giforbrug (MWh)	Antal	FØR OLIE- brutto energi- forbrug (MWh)	EFTER VP- netto energi- forbrug (MWh)	Antal	FØR OLIE- brutto energi- forbrug (MWh)	EFTER VP- netto energi- forbrug (MWh)
Stuehuse	24.426	1.458.783	737.186	25.388	1.501.738	767.761	26.791	1.575.218	816.812
Parcelhuse	23.821	959	479.067	27.021	1.068.122	544.358	32.582	1.236.109	655.168
Rækkehuse	1.086	69.836	36.005	1.115	70.533	36.989	1.208	76.088	40.071
<b>Total</b>	<b>49.333</b>	<b>2.487.619</b>	<b>1.252.258</b>	<b>53.524</b>	<b>2.640.393</b>	<b>1.349.108</b>	<b>60.581</b>	<b>2.887.415</b>	<b>1.512.052</b>
<b>Ændring</b>	<b>92%</b>	<b>94%</b>	<b>93%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>113%</b>	<b>109%</b>	<b>112%</b>
	50.000 kr. i tilskud			75.000 kr. i tilskud					
	Antal	FØR OLIE- brutto energi- forbrug (MWh)	EFTER VP- netto energi- giforbrug (MWh)	Antal	FØR OLIE- brutto energi- forbrug (MWh)	EFTER VP- netto energifor- brug (MWh)			
Stuehuse	29.543	1.699.584	908.475	32.225	1.820.896	995.913			
Parcelhuse	43.866	1.555.605	875.871	57.952	1.920.563	1.147.781			
Rækkehuse	1.393	84.224	46.686	1.573	94.302	53.513			
<b>Total</b>	<b>74.802</b>	<b>3.339.412</b>	<b>1.831.032</b>	<b>9.175</b>	<b>3.835.761</b>	<b>2.197.208</b>			
<b>Ændring</b>	<b>140%</b>	<b>126%</b>	<b>136%</b>	<b>17%</b>	<b>145%</b>	<b>163%</b>			

Af tabellen ses det, at der generelt skal gives store tilskud, dvs. over 50.000 kr., hvis potentialet for alvor skal ændres signifikant i en positiv retning.

### 9.1.5 Sammensatte ændringer - scenarier

Det er væsentligt at vurdere, hvordan ændringer i forhold til flere forskellige parametre samtidigt kan påvirke potentialet. Der er regnet på to scenarier, henholdsvis ét hvor forudsætningerne ændrer sig i en for varmepumperne negativ retning, og et scenarie hvor ændringerne er positive i forhold til at fremme varmepumper. Endelig er der regnet på et scenarie, hvor effekterne af et alternativt opvarmningsscenario vurderes.

Tabel 9.5 Det optimistiske scenarie

	Reference				Ændringer: 20% prisstigning på el/olie 15 år som accepteret simpel tilbagebetalingstid 25.000 kr. i tilskud			
	Antal	FØR OLIE-brutto energiforbrug (MWh)	EFTER VP- netto energiforbrug (MWh)	TOTAL investering (klimaskærm, varmemforsyningsanlæg samt varmepumpe) mio. kr. inkl. moms	Antal	FØR OLIE-brutto energiforbrug (MWh)	EFTER VP-netto energiforbrug (MWh)	TOTAL investering (klimaskærm, varmemforsyningsanlæg samt varmepumpe) mio. kr. inkl. moms
Stuehuse	25.388	1.501.738	767.761	9.806	34.858	1.901.347	1.109.280	14.285
Parcelhuse	27.021	1.068.122	544.358	727	49.829	1.621.665	992.601	13.436
Rækkehuse	1.115	70.533	36.989	417	1.506	88.386	52.848	599
<b>Total</b>	<b>53.524</b>	<b>2.640.393</b>	<b>1.349.108</b>	<b>17.493</b>	<b>86.193</b>	<b>3.611.397</b>	<b>2.154.729</b>	<b>28.319</b>
<b>Ændring</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>161%</b>	<b>137%</b>	<b>160%</b>	<b>162%</b>

Det ses, at potentialet godt kan ændres væsentligt i tilfælde af, at flere positive ændringer optræder samtidigt. Således ses det, at nogle ændringer, som anses for realistiske, kan forøge potentialet med 61%. Vi er dog fortsat ikke i nærheden af at gøre investeringer i varmepumper til en rentabel investering for flertallet af danske boliger med oliefyr.

Tabel 9.6 Det pessimistiske scenarie

	Reference				Ændringer: 10% prisfald på el/olie 5 år som accepteret simpel tilbagebetalingstid 0 kr. i tilskud			
	Antal	FØR OLIE-brutto energiforbrug (MWh)	EFTER VP- netto energiforbrug (MWh)	TOTAL investering (klimaskærm, varmemforsyningsanlæg samt varmepumpe) mio. kr. inkl. moms	Antal	FØR OLIE-brutto energiforbrug (MWh)	EFTER VP-netto energiforbrug (MWh)	TOTAL investering (klimaskærm, varmemforsyningsanlæg samt varmepumpe) mio. kr. inkl. moms
Stuehuse	25.388	1.501.738	767.761	9.806	7.937	566.727	215.713	2.603
Parcelhuse	27.021	1.068.122	544.358	727	6.249	319.253	119.653	1.504
Rækkehuse	1.115	70.533	36.989	417	560	41.655	17.011	187
<b>Total</b>	<b>53.524</b>	<b>2.640.393</b>	<b>1.349.108</b>	<b>17.493</b>	<b>14.746</b>	<b>927.634</b>	<b>352.377</b>	<b>4.294</b>
<b>Ændring</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>28%</b>	<b>35%</b>	<b>26%</b>	<b>25%</b>

Sammensatte ændringer med negativ effekt har en dramatisk effekt på potentialet. Det ses at de anvendte ændringer, som i sig selv ikke er urealistiske, reducerer potentialet til bare omkring 15.000 varmepumper.

### **Effekten af brugerøkonomi ved udskiftningsparat oliefyr**

Alle analyserne i denne rapport er genereret ud fra den forudsætning, at alle boligejere har et oliefyr, som i princippet kan fungere mange år frem. Der er som nævnt ikke lavet egentlige brugerøkonomiske beregninger, som kunne vise økonomien for alternative løsninger, f.eks. et nyt oliefyr.

Nedenfor er præsenteret følsomhedsberegninger, hvor det er belyst, hvilken effekt det har at indføre en alternativ løsning. Her er illustreret, hvordan potentialet ændres, hvis der tages højde for en situation, hvor boligejeren kan vælge mellem at installere et nyt oliefyr eller konvertere til en varmepumpe.

Baggrunden for at gennemføre denne beregning er, at analysen af energimærkerne i 8.1 viste at der i omkring 60% af energimærkerne er angivet, at en udskiftning eller konvertering af varmforsyning er rentabel. Det tyder altså på, at en stor del af de oliefyrede huse har forholdsvis gamle/ineffektive kedler og eller adgang til billigere kollektiv forsyning.

I nedenstående tabel genberegnes det privatøkonomiske potentiale ud fra den forudsætning, at der i 40% af boligerne findes udskiftningsparate kedler. I nedenstående tabel er der således regnet på et scenarie, hvor investeringen i varmepumpen er beregnet som forskellen mellem omkostningen af et nyt oliefyr (der er brugt en standardpris på 40.000 kr. inkl. moms) og en ny varmepumpe inklusive klimaskærmsforbedringer. Herudover er omkostningen til opvarmning i udgangssituationen blevet reduceret med 20%, idet det antages, at det nye oliefyr er 20% mere effektivt. Igen er der tale om en simpel økonomisk beregning, hvor der er set bort fra finansieringsomkostninger, mv.

Tabel 9.7 *Potentialet genberegnet, hvor 40% af boligerne har et udskiftningsparat oliefyr - antal boliger*

Varmepumper	Antal varmerpumper	Andel med anden varmekilde	Investering i klimaskærm (kr. inkl. moms)	Investering i radiatorer (kr. inkl. moms)	Investering i varmepumpe (kr. inkl. moms)	Investering i slanger (kr. inkl. moms)	Investering i alt (kr. inkl. moms)	Tilbagebetalingstid
Væske/vand m. vandrette slanger	38.368	27%	42.148	5.143	124.288	26.035	178.077	6,07
Væske/vand m. lodrette slanger	1.123	26%	22.160	5.991	118.132	97.274	221.189	7,50
Luft/vand	2.469	26%	26.500	7.375	102.652	0	115.724	5,39
<b>I alt</b>	<b>41.960</b>	<b>27%</b>	<b>40.692</b>	<b>5.297</b>	<b>122.850</b>	<b>26.410</b>	<b>175.562</b>	<b>5,55</b>
<i>Reference</i>	53.538	28%	44.229	6.603	125.268	27.907	204.007	5,27

Som det ses af ovenstående tabel, er konsekvensen af at indføre et muligt alternativ i form af en ny oliekedel en yderligere reduktion af det privatøkonomiske potentiale, hvilket skyldes, at den forventede besparelse på olieforbruget slår mere igennem end effekten af at anvende den additionelle omkostning for varmepumpen.

Beregningen er kritisk i forhold til at vurdere det endelige potentiale og tyder på, at det realistiske potentiale for varmepumpekonvertering ud fra en privatøkonomisk betragtning måske endda er lavere end beregnet i kapitel 8, idet alternative opvarmningsløsninger f.eks. i form af et nyt oliefyr i mange tilfælde vil være konkurrencedygtige, særligt hvis man indtager et mere brugerøkonomisk perspektiv.

## 9.2 Konklusion

Vurderingen af, hvor mange oliefyrede huse der ud fra en privatøkonomisk betragtning kan konverteres til varmepumper som præsenteret i kap. 0, er grundlæggende ikke særlig robust. Først og fremmest er der usikkerheder forbundet med det datagrundlag, som ligger til grund for fastsættelsen af antallet af oliefyrede huse, og dernæst viser følsomhedsberegningerne, at små ændringer i beregningsforudsætninger og antagelser har en meget stor effekt på omfanget af det privatøkonomiske potentiale.

Analysens resultat kan bruges til at indikere niveauet af det privatøkonomiske potentiale og viser, hvilke omkostninger der er forbundet med at realisere varmepumpeinvesteringer. Men det vigtigste resultat er måske, at analysen har sat fokus på de mange faktorer, som har en afgørende betydning for, om det er rea-

listisk at konvertere de eksisterende oliefyrede huse til varmepumper. Den væsentlige barriere for varmepumper er den relativt store omkostning, i gennemsnit ca. 200.000 kr., som er forbundet med investeringen i de huse som er vurderet at have et privatøkonomisk potentiale.

Analysen viser, at den privatøkonomiske vurdering er særligt følsom over for ændrede antagelser i forhold til:

- Den anvendte simple tilbagebetalingstid, som i analysen antages at være maksimalt 10 år, er kritisk for potentialet. Taget i betragtning, at analysen kun ser på en simpel tilbagebetalingstid og ikke foretager en brugerøkonomisk analyse af alternative opvarmningsmuligheder, kan man argumentere for, at 10 år er for lang en periode. Problemet er, at den store investering i en varmepumpe i sammenligning med billigere alternativer (f.eks. et nyt oliefyr) vil påvirkes negativt af rente- og finansieringsudgifter. Det taler for, at det realistiske privatøkonomiske potentiale nok nærmere ligger et sted mellem 20.000 og 50.000 varmepumper under de nuværende markedsvilkår, hvis det antages, at alle boligejere handler ud fra et privatøkonomisk rationale. Her er det dog vigtigt at bemærke, at der vil være en gruppe af husejere, som ikke nødvendigvis lægger en ren rentabilitetsbetragtning til grund for deres valg.
- Investeringens andel af ejendomsværdien er også en kritisk parameter, men vurderes at have en mindre betydning end tilbagebetalingstiden. Dette skyldes dels, at den anvendte ejendomsværdi i gennemsnit ligger under den reelle salgsværdi, og dels at boligejere som gennemsnit har en friværdi i deres bolig, der kan bruges. Der er dog ingen tvivl om, at forholdet mellem varmepumpeinvesteringen og ejendomsværdien er en meget kritisk faktor i områder med lave ejendomspriser, hvor det vil være svært at berettige en investering af dette omfang.

Følsomhedsvurderingerne viser imidlertid også, at der er muligheder for, at fremtidige ændringer i markedsvilkår mv. vil kunne påvirke potentialet i en positiv retning. Således viser analysen bl.a., at et mere positivt, men realistisk, scenarie, hvor flere positive ændringer optræder samtidigt (tilskuddet forøges, energipriserne stiger og kravet til tilbagebetalingstiden er mindre skrap), kan forøge potentialet væsentligt og i den gennemførte beregning med op til 61%.

## **Bilag A      Metode til beregning og differentiering af renoveringspotentiale**

Der er udarbejdet en metode, som på grundlag af data fra SEEB, BBR, SKAT og Varmeatlasset giver mulighed for at vælge, hvilken type af varmepumpe der vil være velegnet, og hvilke foranstaltninger der bør foretages, inden installation af en varmepumpe i et givent hus. Grundlæggende er potentialeberegningen foretaget i forhold til den enkelte BBR-enhed/adresse, men flere af mellemregningerne stammer fra analyser af henholdsvis SEEB-datasættet og herunder de 20 repræsentative cases, som er anvendt til at simulere værdier for BBR-datasættet. Figuren herunder illustreret metodikken.

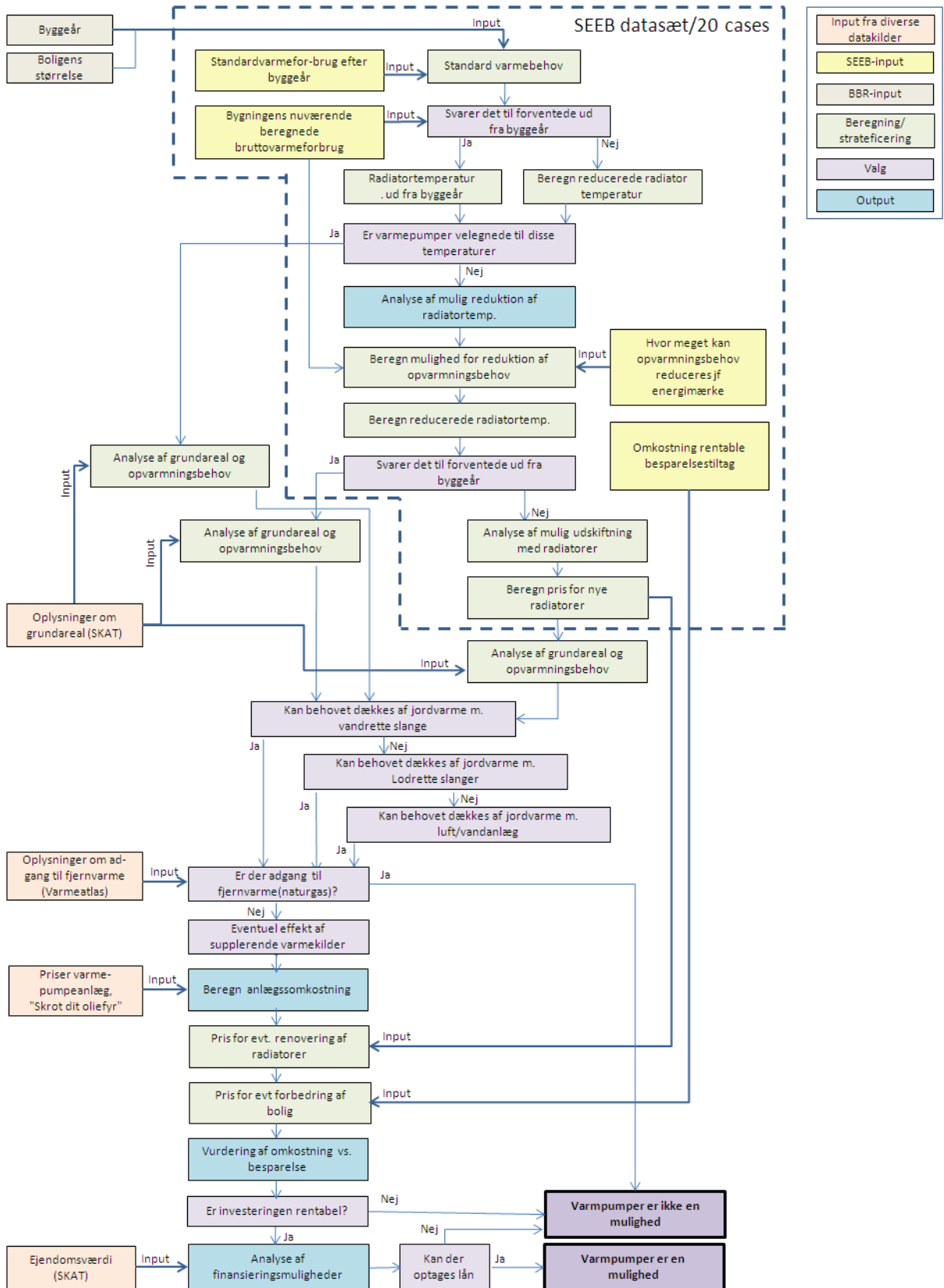


Illustration af metode for beregning af det specifikke varmepumpepotentiale

## **Bilag B      Benyttede cases anvendt i analysen**

Cases er udformet således, at de 20 cases indfanger alle dataenheder i BBR-sættet. Følgende cases er anvendt i analysen:

Anvendelses-kode	Størrelses-kategori - opvarmet areal	Størrelse (regnet som median)	Byggeår - interval	Antal energimærker i case-kategorien	Eksisterende brutto opvarmningsforbrug - nøgletal (KWh/m <sup>2</sup> /år)	Opvarmnings-behov - brutto Eksisterende (kWh/år)	Rentabel besparelse i kWh	Rentabel besparelse i %	Omkostninger til forbedringer af klimaskærm	Omkostninger til forbedring af varmefordelingssystem	Total-omkostning
110	0-2000	192	0-1930	287	265	50.909	16.216	32	92.625	3.855	96.480
110	0-2000	186	1931-2011	118	180	33.584	5.766	17	48.928	4.990	53.918
120	0-120	99	0-1930	389	255	25.332	1.129	4	58.221	1.853	60.074
120	121-160	139	0-1930	476	255	35.585	11.423	32	53.338	2.546	55.885
120	161-2000	220	0-1930	602	255	56.204	23.378	42	65.832	2.503	68.336
120	0-140	109	1931-1950	267	269	29.257	5.102	17	50.540	2.723	53.263
120	141-2000	192	1931-1950	230	269	51.746	23.014	44	62.190	2.433	64.623
120	0-140	108	1951-1960	268	279	29.961	6.627	22	64.495	3.656	68.150
120	141-2000	185	1951-1960	119	279	51.445	25.284	49	57.725	2.713	60.438
120	0-120	103	1961-1972	263	214	22.041	2.309	10	40.371	2.141	42.512
120	121-140	130	1961-1972	200	214	27.891	6.174	22	39.723	2.013	41.736
120	141-2000	182	1961-1972	333	214	38.959	11.731	30	40.816	2.549	43.365
120	0-140	122	1973-1978	136	176	21.445	2.221	10	17.629	4.412	22.041
120	141-2000	182	1973-1978	197	176	32.005	6.985	22	21.799	1.937	23.736
120	0-140	118	1979-1998	84	142	16.734	-695	-4	7.435	828	8.263
120	141-2000	187	1979-1998	126	142	26.444	3.394	13	10.414	1.064	11.478
120	0-140	125	1999-2011	58	87	10.842	-1.509	-14	757	555	1.312
120	141-2000	125	1999-2011	152	87	10.842	-6.307	-58	79	397	476
130	0-2000	118	0-1930	35	263	30.955	12.625	41	45.923	1.357	47.280
130	0-2000	184	1931-2011	127	190	34.794	10.167	29	28.210	3.691	31.901